

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

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania nasypów.

**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**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót przy wykonaniu nasypów określonych w Dokumentacji Projektowej i obejmują formowanie i zagęszczenie nasypów.

**1.4 Określenia podstawowe**

**1.4.1. Budowla ziemna** - budowla wykonana w gruncie lub z gruntu albo rozdrobnionych odpadów przemysłowych, spełniająca warunki stateczności i odwodnienia.

**1.4.2. Korpus drogowy** - nasyp lub ta część wykopu, która jest ograniczona koroną drogi i skarpami rowów.

**1.4.3. Wysokość nasypu** - różnica rzędnej terenu i rzędnej robót ziemnych, wyznaczonych w osi nasypu.

**1.4.4. Nasyp niski** - nasyp, którego wysokość jest mniejsza niż 1m.

**1.4.5. Nasyp średni** - nasyp, którego wysokość jest zawarta w granicach od 1 do 3 m.

**1.4.6. Nasyp wysoki** - nasyp, którego wysokość przekracza 3 m.

**1.4.7. Wykop płytki** - wykop, którego głębokość jest mniejsza niż 1 m.

**1.4.8. Wykop średni** - wykop, którego głębokość jest zawarta w granicach od 1 do 3 m.

**1.4.9. Wykop głęboki** - wykop, którego głębokość przekracza 3 m.

**1.4.10. Nasyp górny** – nasyp wykonany z materiału o odpowiednim uziarnieniu, wskaźniku piaskowym, różnoziarnistości i kapilarności biernej wykonany do wysokości 50cm poniżej rzędnej osi koryta gruntowego na całej szerokości korpusu drogowego.

**1.4.11. Nasyp dolny** – nasyp wykonany z odpowiedniego gruntu zalegającym między nasypem górnym a terenem.

**1.4.14. Wskaźnik zagęszczenia gruntu** - wielkość charakteryzująca stan zagęszczenia gruntu, określona według wzoru:

$$I_s = \frac{\rho_d}{\rho_{ds}}$$

gdzie:

$\rho_d$  - gęstość objętościowa szkieletu zagęszczonego gruntu (Mg/m<sup>3</sup>),

$\rho_{ds}$  - 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, badania zgodnie z BN-77/8931-12 (Mg/m<sup>3</sup>).

**1.4.15 Wskaźnik różnoziarnistości** - wielkość charakteryzująca zagęszczalność gruntów niespoistych, określona według wzoru:

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

gdzie:

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

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

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST D-00.00.00 "Wymagania ogólne".

**1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-00.00.00 "Wymagania ogólne".

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, ST i poleceniami Inżyniera.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1 Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskania i składowania podano w ST D-00.00.00 "Wymagania ogólne".

### 2.2 Zasady wykorzystania gruntów

Grunty uzyskane przy wykonywaniu wykopów winny być przez Wykonawcę wykorzystane do budowy nasypów zgodnie z Dokumentacją Projektową. Grunty przydatne, uzyskane przy wykonaniu wykopów a będące nadmiarem robót ziemnych w ilości jak w przedmiarze robót będą wywiezione na odkład.

Grunty przydatne do budowy nasypów mogą być wywiezione poza teren budowy tylko wówczas, gdy stanowią nadmiar objętości robót ziemnych i za zezwoleniem Inżyniera.

Materiały nieprzydatne do budowy nasypów winny być wywiezione przez Wykonawcę na odkład. Zapewnienie terenów na odkład należy do obowiązków Wykonawcy. Inżynier może nakazać pozostawienie na terenie budowy materiałów, których czasowa nieprzydatność wynika jedynie z powodu zamarznięcia lub nadmiernej wilgotności.

### 2.3 Wymagania ogólne dla materiałów do budowy nasypów

Nasypy należy wykonywać wyłącznie z gruntów spełniających wymagania zawarte w PN-S-02205:1998 oraz ST i są zaakceptowane przez Inżyniera. Akceptacja powinna następować na bieżąco, w czasie trwania robót ziemnych, na podstawie przedkładanych przez Wykonawcę wyników badań laboratoryjnych określonych w niniejszej specyfikacji.

## 3. SPRZĘT

### 3.1 Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu jak w ST D-02.01.01

### 3.2 Sprzęt do wykonania nasypów

Sprzęt do wykonywania nasypów jak w ST D-02.01.01

## 4. TRANSPORT

Jak w ST D.02.01.01

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1 Ogólne warunki wykonania robót

Ogólne warunki wykonania robót podano w ST D-00.00.00 "Wymagania ogólne" oraz w klauzuli 5.1 ST D.02.01.01.

### 5.2 Budowa nasypów

#### 5.2.1 Dostawy materiału na nasypy

Wykonawca jest zobowiązany do prowadzenia kontroli dostaw oraz wykonania zgodnie z ustaloną w Programie Zapewnienia Jakości częstotliwością laboratoryjnych badań kontrolnych.

Wyniki tych badań należy przekazywać w określonym trybie nadzorowi. W Umowie z dostawcą (producentem) oraz w Programie Zapewnienia Jakości należy jednoznacznie określić sposób postępowania w przypadku dostawy materiału niezgodnego z wymaganiami niniejszej Specyfikacji. Pochodzenie materiału i jego jakość powinny być wcześniej zaaprobowane przez Inżyniera. Wykonawca powinien proponować źródło (źródła) dostaw materiałów oraz przedstawić wyniki badań jakości w ramach PZJ.

#### 5.2.2 Wymagania ogólne dla nasypów

Dopuszcza się wykonanie nasypów wyłącznie z gruntów, które spełniają szczegółowe wymagania zawarte w normie PN-S-02205:1998:

- pod względem przydatności do budowy nasypów – jako grunty przydatne i przydatne z zastrzeżeniami – z zachowaniem zastrzeżeń w tablicy 2 powyższej normy,
- pod względem wysadzinowości – jako grunty niewysadzinowe, wątpliwe i wysadzinowe (ale dopuszczone jako przydatne z zastrzeżeniami w tablicy 2 powyższej normy).

Ponadto grunty użyte do bezpośredniego wbudowania w dolne warstwy nasypów (poniżej strefy przemarzania) powinny spełniać dodatkowo następujące warunki:

- wskaźnik jednorodności uziarnienia  $C_u \geq 3$ ,
- granica płynności  $WL \leq 30\%$ ,
- zawartość części organicznych  $l_{om} \leq 2\%$  (z wyjątkiem piasków próchniczych o  $l_{om} \leq 5\%$ ),

d) gęstość objętościowa szkieletu gruntowego  $\rho_{ds} > 1,6 \text{ g/cm}^3$

W przypadku, gdy Wykonawca będzie pozyskiwał grunty do budowy nasypów z dokopu, powinny one spełniać wymagania jak dla gruntów przydatnych i niewysadzinowych.

Dodatkowe wymagania dla gruntów na nasypy jako:

a) górna warstwa nasypu grubości (pod warstwami z kruszyw stabilizowanych cementem i odsączającą / mrozochronną)

-wskaźnik piaskowy  $>35$ ,

-kapilarność bierna  $< 10\text{m}$ ,

-zawartość cząstek  $0,075\text{mm} < 15\%$ ,  $0,02\text{mm} < 3\%$

b) wypełnienie poboczy do wysokości dna umocnienia humusem, przedstawiają się następująco:

-materiał – wyłącznie grunty niespoiste, niewysadzinowe tj. pospółka, piaski grubo- i średnioziarniste żwir, pospółka,

-współczynnik filtracji  $k_{10} \geq 6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  ( $5,2 \text{ m/d}$ ),

-wskaźnik jednorodności uziarnienia  $C_u \geq 5$ ,

-wskaźnik nośności gruntu  $W_{noś}$  wyznaczony zgodnie z załącznikiem „A” do normy PN-S-02205:1998  $W_{noś} \geq 10\%$ .

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

a) nasypy należy wykonać metodą warstwową,

b) nasypy powinny być wznoszone równomiernie na całej szerokości,

c) grubość warstwy w stanie luźnym powinna być odpowiednio dobrana w zależności od rodzaju gruntu i sprzętu użytego do zagęszczania,

d) grunty o różnych właściwościach należy układać w oddzielnych warstwach,

e) warstwy gruntu przepuszczalnego należy układać poziomo, a warstwy gruntu mało przepuszczalnego ze spadkiem górnej powierzchni około 4 %,

f) ukształtowanie powierzchni warstwy powinno uniemożliwiać lokalne gromadzenie się wody.

### 5.2.3 Wymagana dokładność wykonania nasypów

Odchylenie osi korpusu ziemnego, w nasypie, od osi projektowanej nie powinny być większe niż  $\pm 10\text{cm}$ . Różnica w stosunku do projektowanych rzędnych robót ziemnych nie może przekraczać  $+ 0\text{cm}$  i  $-2 \text{ cm}$ .

Szerokość korpusu nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż  $\pm 10\text{cm}$ , a krawędzie korony drogi nie powinny mieć wyraźnych załamań w planie.

Pochylenie skarp nie powinno różnić się od projektowanego o więcej niż 10% jego wartości wyrażonej tangensem kąta. Maksymalna głębokość nierówności na powierzchni skarp nie powinna przekraczać 5cm przy pomiarze łatą 3-metrową. Z profilowanej powierzchni skarp należy usunąć kamienie większe niż 80mm a pochylenie poprzeczne górnej powierzchni nasypu winno być wykonane z tolerancją  $\pm 1\%$ .

### 5.2.4 Przygotowanie podłoża w obrębie podstawy nasypów

Przed przystąpieniem do wykonywania nasypu należy w obrębie jego podstawy zakończyć roboty przygotowawcze, określone w Dokumentacji Projektowej oraz w ST D-01.01.01, D-01.02.02, D-01.02.04. Wykonawca przy użyciu widocznych palików, wyznaczy zarysy skarp nasypów zgodnie z normą PN-S-02250 i ST D.01.01.01. Przed przystąpieniem do wykonywania nasypów Wykonawca dokona obmiaru terenu po zdjętej warstwie humusu.

## 5.3 Wykonywanie nasypów

### 5.3.1 Wykonywanie nasypów w okresie deszczy.

Nie zezwala się na wbudowanie gruntów przewilgoconych. Wykonywanie nasypu należy przerwać, jeżeli wilgotność gruntu przekracza wartość dopuszczalną, tzn.  $W > W_{opt.}$  o 2%.

Grunty takie należy odtransportować na składowisko Wykonawcy jako nie nadające się do wbudowania w nasyp.

W okresie deszczy nasypy można wykonywać z jedynie z gruntów przydatnych bez zastrzeżeń wg tab. 2 normy PN-S-02205:1998r.

### 5.3.2 Wykonywanie nasypów w okresie mrozów

Nie wolno wbudowywać gruntów spoistych zamarzniętych lub gruntów przemieszanych ze śniegiem lub lodem. W czasie dużych opadów śniegu wykonywanie nasypów powinno być przerwane. Przed wznowieniem robót należy usunąć śnieg z powierzchni wznoszonego nasypu.

Jeżeli warstwa niezagęszczanego gruntu spoistego zamarzła, to nie należy jej przed rozmarznięciem zagęszczać lub układać na niej następnych warstw.

W okresie mrozów nasypy można wykonywać z jedynie z gruntów przydatnych bez zastrzeżeń wg tab. 2 normy PN-S-02205:1998r.

### 5.3.3 Formowanie nasypów

Skarpom nasypu należy nadać pochylenie zgodne z Dokumentacją Projektową z dokładnością podaną w klauzuli 5.2.3.

### 5.4 Zagęszczenie gruntu

#### 5.4.1 Warunki ogólne zagęszczenia i nośności

Wymagania dotyczą zagęszczenia projektowanych nasypów.

Każda warstwa gruntu jak najszybciej po jej rozłożeniu, powinna być zagęszczona z zastosowaniem sprzętu odpowiadającego dla danego rodzaju gruntu oraz występujących warunków. Kolejną warstwę gruntu można nakładać po stwierdzeniu uzyskania wymaganych parametrów już ułożonej warstwy.

Wykonawca proponuje typ sprzętu do zagęszczania nasypów w rejonie obiektów i uzyska akceptację Inżyniera.

#### 5.4.2 Warunki ogólne zagęszczenia i nośności gruntu

Zagęszczenie warstw nasypu należy określać za pomocą oznaczenia wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  według BN-77/8931-12 lub wyznaczenia wskaźnika odkształcenia  $l_0 = E_2 / E_1$  wg PN-S-02205:1998 – zależnie od uziarnienia stosowanych materiałów. Kontrolę zagęszczenia na podstawie określenia wskaźnika odkształcenia  $l_0$  należy stosować dla gruntów, dla których nie jest możliwe oznaczenie wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  oraz w przypadku konieczności równoczesnego oznaczenia wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$ . Kontrolę nośności na podstawie pomiaru wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$  wg PN-S-02205:1998 należy przeprowadzić dla wszystkich warstw nasypu, w tym podstawy nasypu (badanie alternatywne). Badanie podstawy nasypu, przedostatniej oraz ostatniej górnej warstwy nasypu należy przeprowadzać dodatkowo oprócz wskaźnika zagęszczenia również poprzez statyczne obciążenie płytą VSS wg PN-S-02205:1998.

Badanie modułu odkształcenia oraz wskaźnika odkształcenia polega na statycznym obciążaniu gruntu płytą o średnicy  $D=300\text{mm}$ , stopniowo co  $0,05\text{ MPa}$ . Końcowe obciążenie doprowadza się do wartości równej  $0,25\text{ MPa}$  (wg PN-S-02205:1998).

Moduły odkształcenia pierwotny  $E_1$  i wtórny  $E_2$ , odpowiadające przyrostowi osiadań wywołanemu przyrostem obciążenia jednostkowego w zakresie od  $0,05$  do  $0,15\text{ MPa}$ , obliczamy na podstawie wzoru:

$$E_1, E_2 = \frac{3}{4} D (D_p/D_s) [\text{MPa}]$$

gdzie:

$D$  - średnica płyty ( $D=300$ ), mm

$D_p$  - różnica nacisków ( $D_p=0,10$ ), MPa

$D_s$  - przyrost osiadań odpowiadający różnicy nacisków, mm

Wykonawca powinien skontrolować wskaźnik zagęszczenia gruntów rodzimych, zalegających w strefie podłoża nasypu, do głębokości  $0,5\text{ m}$  od powierzchni terenu. Jeżeli wartość wskaźnika zagęszczenia jest mniejsza niż określona w tab.1, Wykonawca powinien dowieść podłoże tak, aby powyższe wymaganie zostało spełnione.

Jeżeli wartości wskaźnika zagęszczenia określone w tab. 1 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 i technologię proponuje Wykonawca i przedstawia do akceptacji Inżynierowi i Projektantowi.

Tab.1. Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia dla podłoża nasypów do głębokości  $0,5\text{ m}$  od powierzchni terenu

Nasypy o wysokości, m	Minimalna wartość $I_s$ dla:		
	autostrad i dróg ekspresowych	innych dróg	
		kategoria ruchu KR3-KR6	kategoria ruchu KR1-KR2
do 2	1,00	0,97	0,95
ponad 2	0,97	0,97	0,95

Wtórny moduł odkształcenia w zależności od kategorii ruchu wynosi:

- dla KR1 i KR2 –  $E_2 \geq 100\text{ MPa}$
- dla KR3 do KR6  $E_2 \geq 120\text{ MPa}$

Wyniki kontroli zagęszczenia i nośności gruntu w nasypie Wykonawca powinien wpisywać do dokumentów laboratoryjnych. Uzyskanie prawidłowych wyników zagęszczenia oraz nośności konkretnej warstwy w nasypie powinno być potwierdzone przez Inżyniera wpisem w dzienniku budowy.

## 5.5 Grubość warstwy

Grubość warstwy zagęszczonego gruntu oraz wybór sprzętu, powinna być ustalona przez Wykonawcę doświadczalnie przed przystąpieniem do wykonywania nasypów oraz zaakceptowana przez Inspektora Nadzoru.

## 5.6 Wilgotność zagęszczonego gruntu

Wilgotność technologiczna gruntu w czasie jego zagęszczania powinna być dostosowana do metody zagęszczania i rodzaju stosowanego sprzętu. Decydującym kryterium jest możliwość zagęszczenia gruntu potrzebnego do uzyskania wymaganego poziomu nośności. W przypadku zagęszczania walcami statycznymi wilgotność powinna być zbliżona do optymalnej, oznaczonej wg próby normalnej metodą I wg PN-EN-1097-5:2001.

Odchylenia od wilgotności optymalnej nie powinny przekraczać następujących wartości:

- a) w gruntach niespoistych  $\pm 2\%$ ,
- b) w gruntach mało i średniospoistych  $+0\%$  do  $-2\%$ .

W przypadku użycia sprzętu wibracyjnego zalecana jest wilgotność mniejsza od optymalnej. Jeżeli wilgotność gruntu przeznaczonego do zagęszczania jest większa od wilgotności optymalnej o wartość większą od podanych odchyleń, to grunt należy osuszyć w sposób naturalny lub przez zastosowanie dodatku spoiw. Gdy wilgotność gruntu jest mniejsza, to zaleca się jej zwiększenie przez spryskiwanie wodą. Sprawdzenie wilgotności gruntu należy przeprowadzić laboratoryjnie.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości

Ogólne zasady kontroli jakości jak w ST D-02.01.01

### 6.2. Kontrola wykonania nasypów

Sprawdzenie wykonania nasypów polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w niniejszej Specyfikacji oraz w Dokumentacji Projektowej.

W czasie kontroli szczególną uwagę należy zwrócić na:

- a) badania przydatności gruntów do budowy nasypów,
- b) badania prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu,
- c) badania zagęszczenia nasypu,
- d) pomiary kształtu nasypu

#### 6.2.1 Badania przydatności gruntów do budowy nasypów

Badania powinny być przeprowadzone na próbkach pobranych z gruntów przeznaczonych do wbudowania w korpus ziemny, pochodzącej z nowego źródła, jednak nie rzadziej niż raz na 10000 m<sup>3</sup> robót ziemnych na całość robót. Każde badanie powinno określać:

- a) analiza granulometryczny z określeniem wskaźnika różnoziarnistości „U” wg PN-EN 933-1:2000,
- b) zawartość części organicznych, (barwa wg PN-EN 1744-1:2000, metoda utleniania wg PN-B-04481:1988)
- c) wilgotność naturalną, wg PN-EN-1097-5:2001,
- d) kapilarność bierną, wg PN-B-04493:1960,
- e) wskaźnik piaskowy gruntu wg BN-64/8931-01,
- f) wskaźnik filtracji wg BN-76/8950-03, dopuszczenie jego oznaczenia na podstawie granulometrii przy zastosowaniu wzorów empirycznych, ewentualnie wg ISO/TS/17892-11:2004
- g) wskaźnik nośności CBR wg PN-S-02205:1998,

#### 6.2.2 Badania prawidłowości wykonania poszczególnych warstw

Badania polegają na sprawdzeniu:

- a) prawidłowości rozmieszczenia gruntów o różnych właściwościach w nasypie,
- b) odwodnienia każdej warstwy,
- c) grubości każdej warstwy
- d) nadania spadków warstwom z gruntów,
- e) przestrzegania ograniczeń dotyczących wbudowania gruntów w okresie opadów deszczu i mrozów.
- f) badanie zagęszczania i nośności warstw nasypu

#### 6.2.3 Pomiary kształtu nasypu

Pomiary obejmują kontrolę:

- a) prawidłowości wykonania skarp poprzez skontrolowanie zgodności z wymaganiami dotyczącymi pochyłości i dokładności wykonania skarp,
- b) szerokości korony korpusu poprzez porównanie szerokości korony korpusu na poziomie wykonywanej warstwy gruntu z szerokością wynikającą z wymiarów geometrycznych korpusu określonych w Dokumentacji Projektowej.

**6.3 Dokładność wykonania robót**

Zbiorcze zestawienie wymagań zawarto w klauzuli 5.2.3. Pozostałe wymagania jak w ST D.02.01.01 klauzula 6.3.

**7. OBIAR ROBÓT**

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne”.  
Jednostką obmiaru robót jest m3 (metr sześcienny) wykonanych nasypów.

**8. ODBIÓR ROBÓT**

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

**9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Cena wykonania robót obejmuje:

- a) roboty pomiarowe i przygotowawcze,
- b) oznakowanie robót,
- c) zagęszczenie nasypów,
- d) profilowanie powierzchni nasypów, rowów i skarp,
- e) odwodnienie terenu robót,
- f) przeprowadzenie pomiarów i badań,
- g) uporządkowanie miejsc prowadzonych robót.

**10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

- 1. PN-EN-197-5:2001 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw. Część 5: Oznaczenie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją.
- 2. PN-B-02481:1998 Geotechnika. Technologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar
- 3. PN-B-04493:1960 Grunty budowlane. Oznaczenie kapilarności biernej.
- 4. BN-77/8931-12 Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
- 5. PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- 6. BN-64/8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika piaskowego.
- 7. PN-EN 1744-1:2000 Badania chemicznych właściwości kruszyw.