

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

Przedmiotem niniejszej STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru dla robót związanych z wykonaniem nasypów

**1.2 Zakres stosowania STWiORB**

Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB) jest stosowana jako dokument kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w p.1.1.

**1.3 Zakres robót objętych STWiORB**

Ustalenia zawarte w niniejszej STWiORB dotyczą - wykonania nasypów z gruntu uzyskanego z wykopu (uprzednio odsłoniętego); wykonania nasypów z gruntu uzyskanego z dokopu z transportem oraz wykonanie górnej warstwy nasypu wg lokalizacji zgodnej z Dokumentacją Projektową.

W Dokumentacji Technicznej objętość ukopu i dokopu została ustalona w metrach sześciennych jako różnica ogólnej objętości nasypów i ogólnej objętości wykopów, pomniejszonej o objętość gruntów nieprzydatnych do budowy nasypów, bez uwzględnienia spulchnienia (tj. procentowego stosunku objętości gruntu w stanie rodzimym do objętości w nasypie) i zagęszczenia gruntu rodzimego.

Dla zasypek i obsypok obowiązują wymagania, co do gruntów, sposobu wbudowania itp. przedstawione w STWiORB dla poszczególnych rodzajów robót.

**1.4 Określenia podstawowe**

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

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

1.4.3. Nasyp wysoki - nasyp, którego wysokość przekracza 3 m

1.4.4. Ukop - miejsce pozyskania gruntu do wykonania nasypów, położone w obrębie pasa robót drogowych.

1.4.5. Dokop - miejsce pozyskania gruntu do wykonania nasypów, położone poza pasem robót drogowych.

1.4.6. Odkład - miejsce wbudowania lub składowania (odwiezienia) gruntów pozyskanych w czasie wykonywania wykopów, a nie wykorzystanych do budowy nasypów oraz innych prac związanych z trasą drogową.

1.4.7. Wskaźnik zagęszczenia gruntu - wielkość charakteryzująca stan zagęszczenia gruntu, określona wg wzoru:

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

gdzie:

$\rho_d$  - gęstość objętościowa szkieletu zagęszczonego gruntu, zgodnie z BN-77/8931-12, (Mg/m<sup>3</sup>),

$\rho_{ds}$  - maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego określana w normalnej próbie Proctora, zgodnie z PN-B-04481, służąca do oceny zagęszczenia gruntu w robotach ziemnych, (Mg/m<sup>3</sup>).

1.4.8. Wskaźnik różnoziarnistości - wielkość charakteryzująca zagęszczalność gruntów niespoistych, określona wg wzoru:

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

gdzie:

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

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

1.4.9. Wskaźnik odkształcenia gruntu - wielkość charakteryzująca stan zagęszczenia gruntu, określona wg wzoru:

$$I_0 = \frac{E_2}{E_1},$$

gdzie:

$E_1$  - pierwotny moduł odkształcenia oznaczony w pierwszym obciążeniu badanej warstwy zgodnie z PN-S-02205:1998,

$E_2$  - wtórny moduł odkształcenia oznaczony w powtórnym obciążeniu badanej warstwy zgodnie z PN-S-02205:1998.

1.4.10. Ulepszenie gruntu spoiwem hydraulicznym- proces technologiczny polegający na zmieszaniu gruntu z optymalną ilością spoiwa hydraulicznego i wody, a w razie potrzeby innych dodatków ulepszających, z wyrównaniem i zagęszczeniem wytworzonej mieszanki.

1.4.11. Grunt ulepszony spoiwem hydraulicznym - mieszanka spoiwowo-gruntowa zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania spoiwa hydraulicznego.

1.4.12. Pozostałe określenia są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i z określeniami podanymi w STWiORB D-M-00.00.00 - „Wymagania ogólne” pkt 1.4.

## 2 MATERIAŁY (GRUNTY)

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w STWiORB D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne" pkt 2.

### 2.1 Grunty i materiały do budowy nasypów

Dopuszcza się wznoszenie nasypów wyłącznie z gruntów i materiałów przydatnych do tego celu tzn. takich, które spełniają szczegółowe wymagania określone w tablicy 1 oraz PN-S-02205 p.2.8 i są zaakceptowane przez Inżyniera. Górna warstwa nasypu winna być wykonana z materiału niewysadzinowego o współczynniku filtracji niemniejszym niż  $k_{10} \geq 6 \times 10^{-5}$  m/s, i wskaźniku różnoziarnistości  $U \geq 5$  (Za zgodą Inżyniera dopuszcza się stosowanie gruntów o mniejszym wskaźniku różnoziarnistości  $3,5 \leq U \leq 5$  jeżeli wstępne próby na poletku doświadczalnym wykażą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia i nośności).

Jeżeli Wykonawca nie dysponuje odpowiednią ilością materiału spełniającego powyższe wymagania wówczas dopuszcza się wykonanie górnej warstwy nasypu (gr. 50cm) z:

- gruntu ulepszanego spoiwem hydraulicznym o właściwościach zgodnych z tablicą 1.

Materiały do budowy nasypów muszą być zaakceptowane przez Inżyniera. Wykonawca jest odpowiedzialny za wbudowanie gruntów przydatnych z dokopu/ukopu w nasyp. Grunt pozyskany z dokopu powinien nadawać się do wbudowania bez konieczności dodatkowego ulepszania. Grunty wątpliwe i wysadzinowe z ukopu należy uszlachetnić.

Zgodnie z STWiORB D.01.02.04 za zgodą Inżyniera dopuszcza się wykorzystanie materiałów z rozbiórek elementów dróg i ulic (przekruszony gruz betonowy, destrukta z frezowanej nawierzchni itp.). Materiały te można wykorzystać jako dodatek, uzupełnienie składu granulometrycznego gruntów nasypowych. Materiał powstały poprzez wymieszanie gruntów przydatnych do wykonania budowli ziemnych z materiałem z rozbiórki powinien spełniać szczegółowe wymagania niniejszej specyfikacji. Mieszanie powinno odbywać się w sposób zapewniający jednorodność wymieszania wszystkich składników mieszanki. Nie dopuszcza się wykonania mieszania przy pomocy ładowarek i koparek. Materiał z rozbiórek można używać do górnej warstwy nasypu dla dróg KR1-KR6.

Tablica 1 - Przydatność gruntów do wykonywania budowli ziemnych

Przeznaczenie	Przydatne	Przydatne z zastrzeżeniami	Treść zastrzeżenia
1	2	3	4
Na dolne warstwy nasypów poniżej strefy przemarzania	1. Rozdrobnione grunty skaliste twarde oraz grunty kamieniste, zwietrzelinowe, rumosze i otoczaki 2. Żwiry i pospółki, również gliniaste 3. Piaski grubo, średnio i drobnoziarniste, naturalne i łamane 4. Piaski gliniaste z domieszką frakcji żwirowo-kamienistej (morenowe) o wskaźniku różnoziarnistości $U \geq 15$ 5. Żużle wielkopieczowe i inne metalurgiczne ze starych zwałów (powyżej 5 lat) 6. Łupki przywęglowe przepalone 7. Wysiewki kamienne o zawartości frakcji iłowej poniżej 2%	1. Rozdrobnione grunty skaliste miękkie	- gdy pory w gruncie skalistym będą wypełnione gruntem lub materiałem drobnoziarnistym
		2. Zwietrzeliny i rumosze gliniaste	- gdy będą wbudowane w miejsca suche lub zabezpieczone od wód gruntowych i powierzchniowych
		3. Piaski pylaste, piaski gliniaste, pyły piaszczyste i pyły	- od nasypów nie wyższych niż 3m, zabezpieczonych przed zawilgoceniem
		4. Piaski próchniczne, z wyjątkiem pylastych piasków próchnicznych	- w miejscach suchych lub przejściowo zawilgoconych
		5. Gliny piaszczyste, gliny i gliny pylaste oraz inne o $w_l < 35\%$	- do nasypów nie wyższych niż 3m: zabezpieczonych przed zawilgoceniem lub po ulepszeniu spoiwami
		6. Gliny piaszczyste zwięzłe, gliny zwięzłe oraz inne grunty o granicy płynności $w_l$ od 35 do 60%	- gdy zwierciadło wody gruntowej znajduje się na głębokości większej od kapilarności bierniej gruntu podłoża
		7. Wysiewki kamienne gliniaste o zawartości frakcji iłowej ponad 2%	- o ograniczonej podatności na rozpad – łączne straty masy do 5%
		8. Żużle wielkopieczowe i inne metalurgiczne z nowego studzenia (do 5 lat)	- gdy wolne przestrzenie zostaną wypełnione materiałem drobnoziarnistym
		9. Iłolupki przywęglowe nieprzepalone	

		10. Popioły lotne i mieszaniny popiołowo- żużlowe	- gdy zalegają w miejscach suchych lub są izolowane od wody
Na górne warstwy nasypów w strefie przemarzania	1. Żwiry i pospółki	1. Żwiry i pospółki gliniaste	- pod warunkiem ulepszenia tych gruntów spoiwami takimi jak: cement, wapno, aktywne popioły itp.
	2. Piaski grubo i średnioziarniste	2. Piaski pylaste i gliniaste	
	3. Iłolupki przywęglowe przepalone zawierające mniej niż 15% ziaren mniejszych od 0,075 mm	3. Pyły piaszczyste i pyły	- drobnoziarniste i nierozpadowe: straty masy do 1%
	4. Wysiewki kamienne o uziarnieniu odpowiadającym pospółkom lub żwirom	4. Gliny o granicy płynności mniejszej niż 35%.	
W wykopach i miejscach zerowych do głębokości przemarzania	Grunty niewysadzinowe	6. Wysiewki kamienne gliniaste o zawartości frakcji iłowej > 2%	- o wskaźniku nośności $w_{nos} \geq 10$
		7. Żużle wielkopieczowe i inne metalurgiczne	- gdy są ulepszone spoiwami (cementem, wapnem, aktywnymi popiołami itp.)
		8. Piaski drobnoziarniste	
		Grunty wątpliwe i wysadzinowe	

## 2.2 Wymagania dla gruntów do budowy dolnych warstw nasypów

Grunty z ukopu przeznaczone do wbudowania w dolne warstwy nasypów powinny spełniać następujące warunki:

- wskaźnik różnoziarnistości  $U \geq 3,5$  (za zgodą Inżyniera dopuszcza się stosowanie gruntów o mniejszym wskaźniku różnoziarnistości jeżeli wstępne próby na poletku doświadczalnym wykazą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia i nośności).
- granica płynności  $w_L \leq 60\%$ ;
- zawartość części organicznych  $I_{om} \leq 2\%$ ;
- gęstość objętościowa szkieletu gruntowego  $\rho_{ds} \geq 1,6 \text{ g/cm}^3$

Grunty z dokopu przeznaczone do wbudowania w dolne warstwy nasypów, bez konieczności uszlachetniania, powinny spełniać następujące warunki:

- grunty niewysadzinowe;
- zawartość cząstek  $\leq 0,075 \text{ mm}$   $\leq 30\%$ ;
- wskaźnik piaskowy WP  $> 25$ ;
- wskaźnik różnoziarnistości  $U \geq 3,5$  (za zgodą Inżyniera dopuszcza się stosowanie gruntów o mniejszym wskaźniku różnoziarnistości jeżeli wstępne próby na poletku doświadczalnym wykazą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia i nośności).
- zawartość części organicznych  $I_{om} \leq 2\%$ ;
- gęstość objętościowa szkieletu gruntowego  $\rho_{ds} \geq 1,6 \text{ g/cm}^3$

## 2.3 Wymagania dla gruntów do budowy górnych warstw nasypów

Górne warstwy nasypu należy wykonać z gruntów niespoistych, niewysadzinowych lub kruszyw o parametrach:

- wskaźnik piaskowy WP  $> 35$ ;
- współczynnik filtracji  $k_{10} \geq 6 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  – wyznaczony aparatem ZWK wg normy PN-55/B-04492 lub ISO/TS 17892-11:2004 Załącznik D lub wzorem „amerykańskim” USBSC;
- wskaźnik nośności gruntu CBR  $w_{nos} \geq 10\%$  - wyznaczony wg PN-S 02205:1998, Załącznik A;
- wskaźnik różnoziarnistości  $U \geq 5$  (za zgodą Inżyniera dopuszcza się stosowanie gruntów o mniejszym wskaźniku różnoziarnistości  $3,5 \leq U \leq 5$  jeżeli wstępne próby na poletku doświadczalnym wykazą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia i nośności).
- zawartość części organicznych  $I_{om} \leq 2\%$ ;
- gęstość objętościowa szkieletu gruntowego  $\rho_{ds} \geq 1,6 \text{ g/cm}^3$
- kapilarność bierna  $H_{kb} < 1,0$ ;

## 2.4 Spoiwo do gruntów stabilizowanych w górnej warstwie nasypu

Jako spoiwo należy zastosować:

- cement powszechnego użytku klasy 32,5 lub 42,5 R lub N, rodzaju CEM I, CEM II, CEM III, zgodny z normą PN-EN 197-1,
- spoiwo hydrauliczne spełniające wymagania norm PN-EN 13282-1 lub PN-EN 13282-2
- spoiwo hydrauliczne zgodne z Krajową Oceną Techniczną.

## 2.5 Spoiwa i dodatki ulepszające

Do wykonania robót polegających na osuszaniu (ulepszaniu) gruntów rodzimych zalegających w podłożu bądź

przeznaczonych do wykonania nasypu mogą zostać zastosowane spoiwa i dodatki ulepszące. Technologie ulepszenia opracuje Wykonawca i przedłoży do akceptacji Inżyniera. Spoiwa do ulepszenia gruntów zostaną dobrane na podstawie badań laboratoryjnych i wykonanych poletkach doświadczalnych.

## 2.6 Woda

Do wykonania robót można stosować wodę nie zawierającą składników wpływających szkodliwie na grunt, ale umożliwiającą właściwe zagęszczenie materiału w warstwie

## 3 SPRZĘT

### 3.1 Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne" pkt 5.

Wybór sprzętu do wykonania robót związanych z wykonaniem nasypów należy do Wykonawcy. Jakkolwiek sprzęt, nie gwarantujący spełnienia wymagań jakościowych robót i bezpieczeństwa zostanie przez Inżyniera zdyskwalifikowany i niedopuszczony do wykonywania prac. Wykonawca przystępujący do wykonania robót ziemnych powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu do:

- ✓ odspajania i wydobywania gruntów (narzędzia mechaniczne, młoty pneumatyczne, zrywarki, koparki, ładowarki, wiertarki mechaniczne itp.),
- ✓ jednoczesnego wydobywania i przemieszczania gruntów (spycharki, zgarniarki, równiarki, urządzenia do hydromechanizacji itp.), transportu mas ziemnych (samochody wywrotki, samochody skrzyniowe, taśmociągi itp.),
- ✓ sprzętu zagęszczającego (walce, ubijaki, płyty wibracyjne itp.).
- ✓ sprzętu do wykonania ewentualnego ulepszenia podłoża gruntowego.

## 4 TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne" pkt 4.

Wybór sposobu transportu i wybór środków transportu należy do Wykonawcy, z zastrzeżeniem, że transport wyrobów oraz materiałów przeznaczonych do wbudowania i wykonania robót nie może powodować zanieczyszczenia (materiałów i wyrobów), obniżenia ich jakości lub uszkodzeń.

Wybór środków transportowych oraz metod transportu powinien być dostosowany do rodzaju gruntu (materiału), jego objętości, sposobu odspajania i załadunku oraz do odległości transportu. Wydajność środków transportowych powinna być ponadto dostosowana do wydajności sprzętu stosowanego do urabiania i wbudowywania gruntu (materiału). Materiały sypkie powinny być przewożone w sposób zabezpieczający przed pyleniem i zanieczyszczeniem środowiska.

## 5 WYKONANIE ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w STWiORB D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne" p. 5.

### 5.1 Wykonanie nasypów

#### 5.1.1 Przygotowanie podłoża w obrębie podstawy nasypów

Przed przystąpieniem do budowy nasypu należy w obrębie jego podstawy zakończyć roboty przygotowawcze, określone w STWiORB w części D-01 tj. m.in. D.01.02.02 „Zdjęcie warstwy ziemi urodzajnej”, D.01.02.01A „Usunięcie drzew i krzewów”. Wykonawca przy użyciu widocznych palików wyznaczy zarysy skarp nasypów.

#### 5.1.2 Odwodnienia pasa robót ziemnych

Niezależnie od budowy urządzeń, stanowiących elementy systemów odwadniających, Wykonawca powinien, o ile wymagają tego warunki terenowe, zapewnić urządzenia, które umożliwią odprowadzenie wód gruntowych i opadowych poza obszar robót ziemnych tak, aby zabezpieczyć grunty przed przewilgoceniem i nawodnieniem. Wykonawca ma obowiązek takiego wykonywania wykopów i nasypów, aby powierzchniom gruntu nadawać w całym okresie trwania robót spadki, zapewniające prawidłowe odwodnienie.

Jeżeli, wskutek zaniedbania Wykonawcy, grunty ulegną nawodnieniu, które spowoduje ich długotrwałą nieprzydatność pomimo prób osuszania chemicznego lub naturalnego, Wykonawca ma obowiązek usunięcia tych gruntów i zastąpienia ich gruntami przydatnymi na własny koszt bez jakichkolwiek dodatkowych opłat ze strony Zamawiającego za te czynności, jak również za dowieziony grunt.

Odprowadzenie wód do istniejących zbiorników naturalnych i urządzeń odwadniających musi być poprzedzone uzgodnieniem z odpowiednimi instytucjami i zgodnie z uzyskanymi decyzjami administracyjnymi.

#### 5.1.3 Zagęszczenie i nośność gruntów w podłożu nasypów

Podłoże nasypów powinno spełniać wymagania dotyczące zagęszczenia i nośności. Jeżeli wskaźnik zagęszczenia  $I_s$  nie może być określony metodami bezpośrednimi ze względu na rodzaj gruntu, należy oznaczyć nośność  $E_2$  i wskaźnik odkształcenia  $I_0$  podłoża metodą obciążeń płytowych. Wykonawca wykona badanie

wskaźnika zagęszczenia gruntów rodzimych, zalegających w górnej strefie podłoża nasypu, do głębokości 0,5 metra od powierzchni terenu.

Podstawowym badaniem zagęszczenia jest badanie wskaźnika zagęszczenia zgodnie z BN-77/8931-12, w którym wskaźnik zagęszczenia  $I_s$  należy określać w porównaniu do wyników otrzymanych wg normalnej próby Proctora przeprowadzonej zgodnie z normą PN-88/B-04481.

Badaniem alternatywnym jest badanie wskaźnika odkształcenia  $I_0$  z wykorzystaniem płyty statycznej typu VSS, wg PN-S-02205:1998. W przypadku rozbieżności pomiędzy wynikami badania wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  i wskaźnika odkształcenia  $I_0$  otrzymanego podczas badania modułu odkształcenia, badaniem wiążącym dla określenia zagęszczenia jest badanie wskaźnika zagęszczenia  $I_s$ .

Wartość wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  i nośności  $E_2$  w podłożu nasypów powinna być zgodna z wymaganiami podanymi w PN-S-02205:1998 pkt.2.10. Jeżeli wartość wskaźnika zagęszczenia jest mniejsza, Wykonawca powinien dogęścić podłoże tak, aby powyższe wymaganie zostało spełnione.

Dla kontroli nośności  $E_2$  i wskaźnika odkształcenia  $I_0$  podłoża nasypów należy stosować metodę obciążeń płytowych wg załącznika B do normy PN-S-02205:1998 albo inne metody zaakceptowane przez Inżyniera.

Jeżeli wartość wskaźnika zagęszczenia nie może być osiągnięta przez bezpośrednie zagęszczenie podłoża, to należy podjąć środki w celu ulepszenia podłoża, umożliwiające uzyskanie wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia i nośności. Sposób doprowadzenia podłoża pod nasyp do wymagań normy PN-S-02205:1998, inny niż dogęszczenie, Wykonawca ma obowiązek uzgodnić z Inżynierem. Koszt ulepszenia gruntu podłoża ponosi Wykonawca.

Wartość wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$  oraz wskaźnika odkształcenia  $I_0$  w podłożu nasypów powinna być zgodna z wymaganiami podanymi w PN-S-02205:1998 pkt. 2.10.

Tablica 2. Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia dla podłoża nasypów do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu

Nasypy o wysokości, m	Minimalna wartość $I_s$ dla:		
	Trasa główna	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

Tablica 3. Minimalne wartości wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$  dla podłoża nasypów do głębokości 0,5m od powierzchni terenu.

Wysokość nasypu	Minimalna wartość $E_2$ dla:		
	Droga ekspresowa KR5-KR6	Innych dróg	
		Ruch ciężki i bardzo ciężki KR3-KR4	Ruch lekki i średni KR1-KR2
Nasyp do 120cm, Nsp/Sp	-	60/30	45/30
Nasyp do 200cm, Nsp/Sp	60/45	-	-
Nasyp powyżej 120cm, Nsp/Sp	-	40/30	30/20
Nasyp powyżej 200cm, Nsp/Sp	40/30	-	-

Nsp – grunt niespoisty; Sp – grunt spoisty

W przypadku stabilizowania (ulepszania, doziarniania) gruntów podstawy nasypu podstawowym kryterium przydatności danej metody ulepszenia gruntu podstawy nasypu jest uzyskanie wymaganego wtórnego modułu odkształcenia ulepszonej warstwy zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w tablicy 3.

#### 5.1.4 Wzmocnienie podłoża

W miejscach zalegania w podłożu gruntów słabonośnych, Wykonawca zobowiązany jest zaprojektować wzmocnienie podłoża. Podstawą wyboru metody wzmacniania podłoża jest szczegółowe jego rozpoznanie, które powinno być dostosowane do lokalnych warunków wzmacnianego obiektu oraz do potrzeb związanych z przewidywaną metodą wzmocnienia. Projekt wzmocnienia podłoża powinien być poparty stosownymi obliczeniami, oraz przedstawiony do akceptacji IK.

### 5.2 Zasady wykonania nasypów

#### 5.2.1 Ogólne zasady wykonania nasypów

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

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

- ✓ przed przystąpieniem do budowy nasypu należy w obrębie jego podstawy zakończyć roboty przygotowawcze,
- ✓ grunt przewieziony w miejsce wbudowania musi być bezzwłocznie wbudowany w nasyp. Inżynier może dopuścić czasowe składowanie gruntu, pod warunkiem jego zabezpieczenia przed nadmiernym zawilgoceniem
- ✓ 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 zgodnie z PN-S-02205;
- ✓ 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 układania kolejnej warstwy nasypu może nastąpić dopiero po stwierdzeniu przez Inżyniera prawidłowego wykonania warstwy poprzedniej.
- ✓ grunty o różnych właściwościach należy układać w oddzielnych warstwach, o jednakowej grubości na całej szerokości nasypu. Grunty spoiste należy wbudowywać w dolne (pod warunkiem zachowania zastrzeżeń tab.1), a grunty niespoiste w górne warstwy nasypu.
- ✓ dopuszcza się także metodę „sandwich” (przemienne warstwy gruntu spoistego i niespoistego).
- ✓ warstwy gruntu przepuszczalnego należy układać poziomo, a warstwy gruntu mało przepuszczalnego (o współczynniku  $k_{10} \leq 10^{-5}$  m/s) ze spadkiem górnej powierzchni około 4 % ( $\pm 1\%$ ). Kiedy nasyp jest budowany w terenie płaskim spadek powinien być obustronny, gdy nasyp jest budowany na zboczu spadek powinien być jednostronny, zgodny z jego pochyleniem. Ukształtowanie powierzchni warstwy powinno uniemożliwiać lokalne gromadzenie się wody.
- ✓ górną warstwę nasypów grubości co najmniej 0,5m, należy wykonać z gruntu niewysadzinowego, o wskaźniku filtracji  $k_{10} \geq 6 \times 10^{-5}$  m/s i wskaźniku różnoziarnistości  $U \geq 5$  (za zgodą Inżyniera dopuszcza się stosowanie gruntów o mniejszym wskaźniku różnoziarnistości  $3,5 \leq U \leq 5$  jeżeli wstępne próby na poletku doświadczalnym wykażą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia i nośności). Jeżeli Wykonawca nie dysponuje gruntem o takich właściwościach, Inżynier może wyrazić zgodę na ulepszenie górnej warstwy nasypu poprzez stabilizację cementem, wapnem itp.
- ✓ na każdym etapie wykonania nasypów należy zagwarantować odpowiednie odwodnienie terenu robót.
- ✓ w przypadku nasypów wyższych niż 3m należy przewidzieć zabezpieczenie skarp nasypów i wykopów przed rozmywaniem i erozją poprzez zastosowanie rozwiązań technicznych i technologicznych gwarantujących zachowanie trwałości, - gruntów o właściwym kącie tarcia wewnętrznego, geosyntetyków, prefabrykatów itp. Projekt zabezpieczenia skarp należy przedstawić do akceptacji IK.

### 5.2.2 Wykonanie nasypów w okresie deszczów

Nie zezwala się na wbudowanie gruntów przewilgoconych, których stan uniemożliwia osiągnięcie wymaganego wskaźnika zagęszczenia. Na warstwie gruntu spoistego, uplastycznionego na skutek nadmiernego zawilgocenia, przed jej osuszeniem i powtórным zagęszczeniem nie wolno układać następnej warstwy gruntu. Warstwa nie powinna pozostawać niezagęszczona po ułożeniu.

### 5.2.3 Wykonanie 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 spoistych zamrażniętych 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 niezagęszczanego gruntu spoistego zamarzła to nie należy jej przed rozmarzeniem zagęszczać ani układać na niej następnych warstw. Po okresie zimowym konieczne jest ponowne wykonanie badań dla warstwy niezakrytej.

### 5.2.4 Poszerzenie nasypu

Przy poszerzeniu istniejącego nasypu należy wykonywać w jego skarpie stopnie o szerokości 1,0m i wysokości dostosowanej do zagęszczonej warstwy. 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.

### 5.2.5 Zagęszczenie gruntów

#### 5.2.5.1 Ogólne zasady zagęszczania gruntu

Przy budowie nasypu metodą warstwową 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. Kolejną warstwę gruntu można nakładać po stwierdzeniu uzyskania wymaganych parametrów już ułożonej warstwy.

Wilgotność gruntu w czasie zagęszczania powinna być równa wilgotności optymalnej, z tolerancją:

- w gruntach niespoistych  $\pm 2\%$
- w gruntach mało i średnio spoistych  $+0\%$ ,  $-2\%$ .

W przypadku gdy wilgotność naturalna gruntów przeznaczonych do wbudowania w nasyp oraz gruntów rodzimych w podstawie nasypu, wykazuje odchyłki przekraczające wykazane powyżej, Wykonawca w ramach Ceny Kontraktowej dokona doprowadzenia wilgotności gruntu do wilgotności optymalnej poprzez zastosowanie:

- przesuszenia przez zastosowanie spoiw i/lub dodatków,
- naturalnego przesuszenia gruntu,
- dodatkowego zraszania gruntu.

Jeżeli grunt nie spełnia tych wymagań bez względu na przyczyny ich powstania, Wykonawca w ramach Ceny Kontraktowej doprowadzi grunt do właściwej wilgotności. Nie dopuszcza się zagęszczania gruntu bez wcześniejszego doprowadzenia gruntu do wilgotności optymalnej.

#### 5.2.5.2 Grubość warstwy

Grubość warstwy zagęszczonego gruntu oraz wybór sprzętu i liczba przejazdów sprzętu zagęszczającego powinna być ustalona przez Wykonawcę doświadczalnie przed przystąpieniem do wykonywania nasypów.

#### 5.2.5.3 Rzędne wysokościowe

Różnice pomiędzy rzędnymi wysokościowymi warstwy i rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać  $-3\text{cm}$  i  $+1\text{cm}$

#### 5.2.5.4 Wilgotność gruntu

Wilgotność technologiczna gruntu w czasie jego zagęszczania powinna być dostosowana do metody zagęszczania i rodzaju stosowanego sprzętu.

#### 5.2.5.5 Wymagania dotyczące zagęszczenia i nośności warstw nasypu

Każda warstwa gruntu jak najszybciej po jej rozłożeniu, powinna być zagęszczona z zastosowaniem sprzętu odpowiedniego dla danego rodzaju gruntu oraz występujących warunków. Kolejną warstwę gruntu można nakładać po stwierdzeniu uzyskania wymaganych parametrów już ułożonej warstwy. Warstwy należy układać z odpowiednim poszerzeniem koniecznym do prawidłowego zagęszczenia kolejnych warstw.

Poszczególne warstwy nasypu powinny spełniać wymagania dotyczące zagęszczenia  $I_s$  (lub  $I_o$ ) oraz nośności  $E_2$ . Jeżeli wskaźnik zagęszczenia  $I_s$  nie może być określony metodami bezpośrednimi ze względu na rodzaj gruntu, należy oznaczyć nośność  $E_2$  i wskaźnik odkształcenia  $I_o$  poszczególnych warstw nasypu metodą obciążeń płytowych wg załącznika B do normy PN-S-02205:1998.

Wskaźnik odkształcenia nie powinien być większy niż:

- 2,2 przy wymaganej wartości  $I_s \geq 1,00$
- 2,5 przy wymaganej wartości  $I_s < 1,00$

W przypadku projektowania konstrukcji nawierzchni według „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” Politechniki Gdańskiej z 2014 roku należy zastosować wymagania dotyczące nośności na powierzchni robót ziemnych dostosowane do rozwiązań przyjętych wg „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” Politechniki Gdańskiej z 2014 roku

Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia i nośności gruntu w nasypach w zależności od wysokości nasypu poniżej niwelety robót ziemnych oraz rodzaju gruntu zostały przedstawione w tablicy 4.

Tablica 4. Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu w nasypach

Strefa nasypu	Minimalna wartość I <sub>s</sub> oraz E <sub>2</sub> dla:		
	trasa główna	inne drogi	
		KR3-KR6	KR1-KR2
Powierzchnia robót ziemnych	- 80	- 80	- 80
do głębokości 0,2m	1,03	1,00	1,00
od powierzchni robót ziemnych	80	60/80*	60
- 0,2 do 2,0 m	1,00 45/60*	-	-
- 0,2 do 1,2 m	-	1,00 30/60*	0,97 30/45*
Poniżej 2,0 m	0,97 30/40*	-	-
od powierzchni robót ziemnych	-	0,97/0,95* 30/40*	0,95 20/30*
Poniżej 1,2 m	-	0,97/0,95* 30/40*	0,95 20/30*
od powierzchni robót ziemnych	-	0,97/0,95* 30/40*	0,95 20/30*

(\*) – grunty spoiste/grunty niespoiste

Częstotliwość badań wskaźnika zagęszczenia i nośności nasypu zgodnie z pkt. 6.2.4. 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.

### 5.2.6 Dokładność wykonywania nasypów

Dopuszczalne tolerancje wykonania nasypów powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w PN-S-02205 oraz tablicy 5

Tablica 5. Dokładność wykonania budowli ziemnych

Lp.	Część budowli	Jednostka	Dokładność
1	Podłoże nawierzchni		
	- nierówności powierzchni *)	cm	± 3
	- pochylenie poprzeczne powierzchni	%	± 0,5
	- niweleta powierzchni	cm	+1, -3
	Ulepszone podłoże nawierzchni		
	- grubość całkowita	% grubości	± 10
2	- grubość poszczególnych warstw	% grubości	± 10
	- szerokość poszczególnych warstw	cm	± 5
	Korpus ziemny (jeżeli będzie na nim warstwa ulepszonego podłoża)		
	- oś korpusu drogowego	cm	± 10
	- szerokość górnej powierzchni	cm	± 10
	- nierówności powierzchni *)	cm	± 4
3	- pochylenie poprzeczne górnej powierzchni	%	± 1
	- niweleta górnej powierzchni	cm	+2, -3
	- pochylenie warstw gruntów mało przepuszczalnych	%	± 1
	Warstwa odcinająca w podstawie nasypu		
	- grubość	% grubości	± 10
	- szerokość górnej powierzchni	cm	± 20
4	- rzędne górnej powierzchni	cm	± 5
	Skarpy		
	- pochylenia 1m	% pochylenia	± 10
	- nierówność powierzchni pod warstwą ziemi urodzajnej	cm	± 10
	- nierówność górnej powierzchni ziemi urodzajnej *)	cm	± 5
	Rowy		
5	- szerokość	cm	± 5
	- rzędne profilu dna	cm	+1, -3

\*) Nierówności mierzone łąką długości 3 m

### 5.3 Grunty z dokopu

Miejsca dokopów zostaną wybrane przez Wykonawcę i muszą być zaakceptowane przez Inżyniera. Dokopy muszą mieć wszelkie wymagane prawem zezwolenia na eksploatację a po zakończeniu robót należy przeprowadzić rekultywację terenu zgodnego z zezwoleniem na eksploatację. Wykonawca jest odpowiedzialny



za wbudowanie gruntów przydatnych w nasyp. Jeżeli nie można otrzymać wymaganych minimalnych wartości dotyczących zagęszczenia i nośności warstwy nasypu zbudowanego z gruntu z dokopu (wykopu), należy grunt z dokopu (wykopu) doprowadzić do wilgotności optymalnej i/lub zastosować zabiegi ulepszające grunt. Koszt takiego ulepszenia gruntu ponosi Wykonawca.

Pozyskiwanie gruntu z dokopu może rozpocząć dopiero po uzyskaniu akceptacji IK.

#### **5.4 Odkłady**

Miejsce odkładu ma zapewnić Wykonawca i musi ono być zaakceptowane przez Inżyniera.

### **6 KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

Kontrola jakości Robót powinna być przeprowadzona zgodnie z zasadami ogólnymi podanymi w STWiORB D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne".

#### **6.1 Sprawdzenie wykonania dokopu**

Sprawdzenie wykonania dokopu polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w pkt. 5.3. W czasie kontroli należy zwrócić szczególną uwagę na sprawdzenie:

- ✓ zgodności rodzaju gruntu z określonym w dokumentacji projektowej,
- ✓ zachowania kształtu zboczy, zapewniającego ich stateczność,
- ✓ odwodnienia,
- ✓ zagospodarowania (rekultywacji) terenu po zakończeniu eksploatacji dokopu.

#### **6.2 Sprawdzenie jakości wykonania nasypów**

##### **6.2.1 Rodzaje pomiarów i badań**

Sprawdzenie jakości wykonania nasypów polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w niniejszej specyfikacji i w dokumentacji projektowej. W czasie kontroli szczególną uwagę należy zwrócić na:

- ✓ badania przydatności gruntów do budowy nasypów,
- ✓ badania prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu,
- ✓ badania zagęszczenia nasypu,
- ✓ pomiary kształtu nasypu,
- ✓ odwodnienie nasypu.

##### **6.2.2 Badania przydatności gruntów do budowy nasypów**

Badania powinny być przeprowadzane na próbkach pobranych z każdej partii przeznaczonej do wbudowania w korpus ziemny, pochodzącej z nowego źródła, jednak nie rzadziej niż raz na 5000 m<sup>3</sup> robót ziemnych. Każde badanie powinno określać:

- ✓ skład granulometryczny, wg PN-88/B-04481,
- ✓ zawartość części organicznych wg PN-88/B-04481,
- ✓ wilgotność naturalną, wg PN-88/B-04481,
- ✓ wilgotność optymalną i maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego, wg PN-88/B-04481,
- ✓ kapilarność bierną wg PN-60/B-04493 (dla gruntów niespoistych),
- ✓ wskaźnik filtracji wyznaczony aparatem ZWK wg normy PN-55/B-04492 lub ISO/TS 17892-11:2004 albo wzorem „amerykańskim” USBSC (dla gruntów przeznaczonych do wbudowania w górną warstwę nasypu),
- ✓ wskaźnik piaskowy gruntu wg BN-64/8931-01 (dla gruntów z dokopu i przeznaczonych do wbudowania w górną warstwę nasypu),
- ✓ granice płynności i plastyczności wg PN-88/B-04481 (dla gruntów bardzo spoistych),
- ✓ wskaźnik nośności CBR wg PN-S 02205:1998. (dla gruntów przeznaczonych do wbudowania w górną warstwę nasypu)

Wszystkie wyniki badań powinny być zgodne z normą PN-S-02205:1998

##### **6.2.3 Prawidłowość wykonania poszczególnych warstw polega na sprawdzeniu:**

Kontrola polega na:

- ✓ prawidłowości rozmieszczenia gruntów o różnych właściwościach w nasypie,
- ✓ odwodnienia każdej warstwy,
- ✓ grubości każdej warstwy, badania należy prowadzić nie rzadziej niż jeden raz na 500m<sup>2</sup> warstwy,
- ✓ nadania spadków warstwom z gruntów spoistych,
- ✓ przestrzegania ograniczeń dotyczących wbudowania gruntów w okresie deszczów i mrozów.

#### 6.2.4 Badanie zagęszczenia i nośności nasypu oraz podłoża nasypu

Sprawdzenie polega na skontrolowaniu zgodności wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  (lub  $I_o$ ) oraz modułu odkształcenia  $E_2$  z częstotliwościami:

- ✓ wskaźnik zagęszczenia należy określać min jeden raz na 1000m<sup>2</sup>, dodatkowo w miejscach wątpliwych i wskazanych przez Inżyniera
- ✓ wtórny moduł  $E_2$  należy określać na powierzchni górnej warstwy nasypu z częstotliwością jedno badanie na 2000m<sup>2</sup> wbudowanej warstwy.
- ✓ w przypadku kontroli zagęszczenia poprzez sprawdzenie wskaźnika odkształcenia  $I_o$ , częstotliwość badań jak dla wtórnego modułu  $E_2$
- ✓ badanie wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$  sprawdzanego na poszczególnych warstwach oraz podłoża nasypu należy przyjąć równą jedno badanie na 2000m<sup>2</sup>. Liczbę badań można zmniejszyć o połowę w przypadku wbudowywania jednorodnego materiału i zagęszczania go w sposób ciągły odcinkami długości ponad 100m.
- ✓ wilgotność przy zagęszczaniu należy określić z częstotliwością równą częstotliwości badań zagęszczenia warstwy.

Wyniki badań powinny być zgodne z pkt.5.2.5 5 oraz 5.1.3

Prawidłowość zagęszczenia konkretnej warstwy nasypu lub podłoża pod nasypem powinna być potwierdzona przez Inżyniera wpisem w Dzienniku Budowy.

#### 6.2.5 Pomiary kształtu nasypu

Pomiary kształtu nasypu obejmują kontrole:

- ✓ prawidłowości wykonania skarp,
- ✓ szerokości korony korpusu.

Sprawdzenie prawidłowości wykonania skarp polega na skontrolowaniu zgodności z wymaganiami dotyczącymi pochyłeń i dokładności wykonania skarp. Sprawdzenie szerokości korony korpusu polega na porównaniu szerokości korony korpusu na poziomie wykonywanej warstwy gruntu z szerokością wynikającą z wymiarów geometrycznych korpusu projektowanego.

#### 6.2.5. Dokładność wykonania robót

Zgodnie z p. 5.2.6.

### 7 OBMIAR ROBÓT

Kontrakt ryczałtowy – jednostką obmiaru jest wykonana i odebrana protokołem Odbioru Końcowego jednostka określona w STWiORB.

#### 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót.

Ogólne zasady obmiaru Robót podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 7.

#### 7.2. Jednostka obmiarowa.

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

### 8 ODBIÓR ROBÓT

#### 8.1 Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w STWiORB D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne".

### 9 PODSTAWA PŁATNOŚCI

Wynagrodzenie ryczałtowe: zasady płatności podano w umowie pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą.

### 10 PRZEPISY ZWIĄZANE

PN-B-02480	Grunty budowlane. Określenia. Symbole. Podział i opis gruntów
PN-B-02481	Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole, symbole literowe i jednostki miar.
PN-B-04481	Grunty budowlane. Badania próbek gruntów
PN-B-04493	Grunty budowlane. Oznaczanie kapilarności biernej
PN-S-02205:1998	Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania
BN-77/8931-12	Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu
PN-B-04452	Geotechnika. Badania polowe.
PN-S-02204	Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg
BN-64/8931-01	Drogi samochodowe, Oznaczenie wskaźnika piaskowego
PN-55/B-04492	Oznaczenie wskaźnika wodoprzepuszczalności
ISO/TS 17892-11	Oznaczenie współczynnika filtracji

- PN-EN 197-1            Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- PN-EN 13282-1        Hydrauliczne spoiwa drogowe. Część 1: Hydrauliczne spoiwa drogowe szybkowiązące. Skład, wymagania i kryteria zgodności.
- PN-EN 13282-2        Hydrauliczne spoiwa drogowe. Część 1: Hydrauliczne spoiwa drogowe normalnie wiążące. Skład, wymagania i kryteria zgodności

Wykonanie i odbiór robót ziemnych dla dróg szybkiego ruchu, IBDiM, Warszawa 1978.

Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych, GDDP, Warszawa 1998.

Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, Politechnika Gdańska 2014 r.

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

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dz.U. Nr 43 z dnia 14 maja 1999r z późniejszymi zmianami.