

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH D.02.03.01

WYKONANIE NASYPÓW

Z GRUNTU Z POZYSKANIEM I TRANSPORTEM

1. WSTĘP

1.1. PRZEDMIOT STWiORB

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru nasypów związanych z **Scalanie gruntów wsi Wola Baranowska gm. Baranów Sandomierski. Przebudowa dróg dojazdowych.**

1.2. ZAKRES STOSOWANIA STWiORB

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

1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB) dotyczą zasad prowadzenia robót ziemnych w czasie budowy i obejmują wykonanie:

- nasypów z gruntu uzyskanego z wykopu, dokopu i ukopu wg lokalizacji zgodnej z Dokumentacją Projektową

1.4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE

Podstawowe określenie zostały podane w STWiORB D-02.01.01 punkt 1,4

Nasyp – drogowa budowla ziemna wykonana powyżej powierzchni terenu w obrębie pasa drogowego

Drogowa budowla ziemna – drogowa budowla ziemna wykonana w gruncie albo gruncie naturalnym, ewentualnie ulepszona dodatkami lub z gruntu antropogenicznego. Zapewniają one stateczność konstrukcji drogi; odwodnienie oraz przejęcie obciążeń od środków transportowych i urządzeń inżynierskich na i w korpusie drogowym.

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

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

Nasyp wysoki - nasyp, którego wysokość przekracza 3 m

Nasyp zbrojony—nasyp z zabezpieczeniem stateczności w postaci przekładek z gruntu stabilizowanego „in-situ”

Korona drogi – część powierzchni drogi, obejmująca jezdnie z poboczami i pasem dzielącym oraz ewentualnie inne elementy dodatkowe

Podłoże gruntowe budowli ziemnej (nasyp lub wykop) – strefa gruntu rodzimego poniżej spodu drogowej budowli ziemnej

Podłoże gruntowe nawierzchni –strefa gruntu rodzimego lub nasypowego poniżej spodu konstrukcji nawierzchni

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

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

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.

Rekultywacja - odpowiednie ukształtowanie powierzchni ukopów oraz ich zabezpieczenie przed pyleniem i rozmywaniem przez wytworzenie ziemi urodzajnej i obsiew mieszkanką roślin zielnych oraz doprowadzenie do powstania okrywy roślinnej lub innego zagospodarowania

Grupa nośności podłoża – parametr klasyfikujący nośność podłoża gruntowego budowli w zależności od rodzaju i stanu gruntu podłoża, warunków wodnych w podłożu, wysadzinowości gruntu.

Wskaźnik odkształcenia (I_0) - jest uzyskiwany z badania płytą VSS i wyraża się stosunkiem modułu odkształcenia wtórnego (E_2) do pierwotnego (E_1).

Współczynnik filtracji gruntu K - parametr wyrażający przepuszczalność gruntu

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

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

gdzie:

ρ_d - gęstość objętościowa szkieletu zagęszczonego gruntu, zgodnie z BN-77/8931-12, (Mg/m^3),

ρ_{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^3).

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

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad \text{gdzie:}$$

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

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

Spód konstrukcji nawierzchni - spód jej najniższej warstwy, spoczywającej na podłożu gruntowym nawierzchni lub na warstwie ulepszonego podłoża.

Poziom niwelety robót ziemnych/miejsce zerowe robót ziemnych - poziom górnej powierzchni gruntu nasypowego w nasypie, lub poziom górnej powierzchni warstwy ulepszonego podłoża, o ile taka warstwa występuje.

Materiał przydatny określa się jako materiał odspojony na terenie budowy lub dowieziony na teren budowy, spełniający wymagania podane w tablicy 1, przeznaczony do wbudowania w korpus drogowy. Dla odpadów powinien być spełniony warunek ograniczonej wymywalności związków chemicznych i metali ciężkich do wód gruntowych.

Materiał nieprzydatny określa się jako materiał nie spełniający wymagań podanych w tabeli 1.

Do materiałów nieprzydatnych zalicza się ponadto następujące materiały lub składniki materiałów:

- Torf, materiały z moczarów, bagien i mokradeł.
- Kłody, pnie oraz materiały ulegające rozkładowi.
- Materiały w stanie zamarzniętym.
- Materiały podatne na samozapalenie, z wyjątkiem przepalonych odpadów z węgla kamiennego.

Podłoże wzmocnione nasypu - warstwa gruntu rodzimego, ulepszonego przez działanie mechaniczne, chemiczne lub wykonanie elementów wzmacniających, w celu poprawienia jego stateczności i zmniejszenia osiadań lub ujednolicenia podłoża gruntowego

Mieszkanka związana spoiwem hydraulicznym – mieszkanka, w której następuje wiązanie i twardnienie na skutek reakcji hydraulicznych (wg normy PN-EN 14227-1:2007)

Spoivo hydrauliczne – materiał, który wiąże i twardnieje w obecności wody, tworząc stabilne i trwałe struktury (wg normy PN-EN 14227-1:2007)

Osuszanie chemiczne gruntu – oddziaływanie spoiwem hydraulicznym wiążącym wodę z porów zawilgoconego/nawodnionego gruntu w celu doprowadzenia gruntu do wilgotności zbliżonej do wilgotności optymalnej przy zagęszczaniu gruntu (wg normy PN-EN 14227-1:2007)

1.5. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w STWiORB D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne" pkt 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

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

2.2. Ustalenia ogólne

Zgodnie z Dokumentacją Projektową do wykonania nasypów użyty zostanie grunt z wykopów drogowych oraz grunt pozyskany z dokopów lub ukopów. Sposób zagospodarowania gruntów z wykopów podano w D-02.01.01. Badanie przydatności odspojonego gruntu z wykopu przeznaczonego do ponownego wbudowania w nasyp z częstotliwością trzech badań na 5 000m³ wg PN-S-02205:1998. W przypadku wbudowywania jednorodnego materiału dopuszcza się za zgodą Inżyniera wykonywanie badania przydatności w częstotliwości 3 badania na 10 000m³.

Dopuszcza się wznoszenie nasypów wyłącznie z gruntów i materiałów przydatnych do tego celu określonych w Tablicy 1 niniejszej ST tzn. takich, które spełniają szczegółowe wymagania określone w PN-S-02205 (Tablica 1 i Tablica 2) i są zaakceptowane przez Inżyniera.

Tablica 1. Przydatność gruntów do wykonywania budowli ziemnych wg PN-S-02205

Przeznaczenie	Przydatne	Przydatne z zastrzeżeniami	Treść zastrzeżenia
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 ilowej poniżej 2%	1. Rozdrobnione grunty skaliste miękkie	gdy pory w gruncie skalistym będą wypełnione gruntem lub materiałem drobnoziarnistym
		2. Zwietrzeliny i rumosze gliniaste 3. Piaski pylaste, piaski gliniaste, pyły piaszczyste i pyły	gdy będą wbudowane w miejsca suche lub zabezpieczone od wód gruntowych i powierzchniowych
		4. Piaski próchniczne $oI_{om} \leq 5\%$, z wyjątkiem pylastych piasków próchnicznych	do nasypów nie wyższych niż 3 m, zabezpieczonych przed zawilgoceniem
		5. Gliny piaszczyste, gliny i gliny pylaste oraz inne o $w_L < 35\%$	w miejscach suchych lub przejściowo zawilgoconych
		6. Gliny piaszczyste zwięzłe, gliny zwięzłe i gliny pylaste zwięzłe oraz inne grunty o granicy płynności w_L od 35 do 60%	do nasypów nie wyższych niż 3 m: zabezpieczonych przed zawilgoceniem lub po ulepszeniu spoiwami
		7. Wysiewki kamienne gliniaste o zawartości frakcji ilowej ponad 2%	gdy zwierciadło wody gruntowej znajduje się na głębokości większej od kapilarności biernej gruntu podłoża
		8. Żużle wielkopieczowe i inne metalurgiczne z nowego studzenia (do 5 lat)	o ograniczonej podatności na rozpad - łączne straty masy do 5%
		9. Hołupki przywęglowe nieprzepalone	gdy wolne przestrzenie zostaną wypełnione materiałem drobnoziarnistym
		10. Popioły lotne i mieszaniny popiołowo-żużłowe	gdy zalegają w miejscach suchych lub są izolowane od wody
Na górne warstwy nasypów w strefie przemarzania	1. Żwiry i pospółki 2. Piaski grubo i średnio-ziarniste 3. Hołupki przywęglowe przepalone zawierające mniej niż 15% ziarn mniejszych od 0,075 mm 4. Wysiewki kamienne o uziarnieniu odpowiadającym pospółkom lub żwirom	1. Żwiry i pospółki gliniaste 2. Piaski pylaste i gliniaste 3. Pyły piaszczyste i pyły 4. Gliny o granicy płynności mniejszej niż 35% 5. Mieszaniny popiołowo-żużłowe z węgla kamiennego 6. Wysiewki kamienne gliniaste o zawartości frakcji ilowej $> 2\%$	pod warunkiem ulepszenia tych gruntów spoiwami, takimi jak: cement, wapno, aktywne popioły itp.
		7. Żużle wielkopieczowe i inne metalurgiczne	drobnoziarniste i nierozpadowe: straty masy do 1%
		8. Piaski drobnoziarniste	o wskaźniku nośności $w_{noś} \geq 10$
W wykopach i miejscach zerowych do głębokości przemarzania	Grunty niewysadzinowe	Grunty wątpliwe i wysadzinowe	gdy są ulepszone spoiwami (cementem, wapnem, aktywnymi popiołami itp.)

L.p	Wyszczególnione właściwości	J.m	GRUPA GRUNTÓW		
			NIEWYSADZINOWE	WĄTPLIWE	WYSADZINOWE
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
1.	Rodzaj gruntu		<ul style="list-style-type: none"> • Rumosz niegliniasty • Żwir • Pospółka • Piasek gruby • Piasek średni • Piasek drobny • Żużel nierozpadowy 	<ul style="list-style-type: none"> • Piasek pylasty • Zwietrzelina gliniasta • Rumosz gliniasty • Żwir gliniasty • Pospółka gliniasta 	<p>MAŁO WYSADZINOWE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gлина piaszczysta zwięzła; glina zwięzła; glina pylasta zwięzła • Іл; іл piaszczysty; іл pylasty <p>BARDZO WYSADZINOWE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Piasek gliniasty • Pył, Pył piaszczysty • Gлина piaszczysta; glina; glina pylasta • Іл warwowy
2.	Zawartość cząstek ≤ 0,075 mm ≤ 0,02 mm	%	< 15 < 3	Od 15 do 30 Od 3 do 10	> 30 > 10
3.	Kapilarność bierna	m	< 1,0	≥ 1,0	> 1,0
4.	Wskaźnik piaszkowy		> 35	Od 25 do 35	< 25

Wskaźnik różnoziarnistości gruntów niespoistych powinien wynosić co najmniej 3. Grunty niespoiste o mniejszym wskaźniku różnoziarnistości można stosować warunkowo, jeżeli wstępne próby na poletku doświadczalnym wykazą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia.

Jeżeli Wykonawca wbuduje w nasyp grunty lub materiały nieprzydatne, albo nie uwzględni zastrzeżeń dotyczących materiałów o ograniczonej przydatności, określonych w Tablicy 1 lub przez Inżyniera, to wszelkie takie części nasypu zostaną przez Wykonawcę usunięte i wykonane powtórnie z materiałów o odpowiednich właściwościach.

2.3. Grunty uzyskane z dokopów lub ukopów

Brakującą ilość gruntów do wykonania nasypów Wykonawca uzyska zdokopu lub ukopu. Wykonawca jest odpowiedzialny za przydatność gruntu zdokopu i ukopu na wykonanie nasypu. Dopuszcza się wznoszenie nasypów wyłącznie z gruntów i materiałów przydatnych do tego celu tzn. takich, które spełniają szczegółowe wymagania określone w PN-S-02205 i są zaakceptowane przez Inżyniera

2.4 Nasypy z gruntów kamienistych

a) Nasypy z gruntów kamienistych z wypełnieniem wolnych przestrzeni

Każdą rozścieloną warstwę materiałów o grubości do 0,5 m należy przykryć warstwą żwiru lub piasku, którym przez ubijanie lub wibrowanie wypełnia się wolne przestrzenie między grubymi ziarnami. Przy tym sposobie budowania nasypów można stosować okruchy skał, kamienie i odpady przemysłowe miękkie i nie mrozoodporne, a jako materiał wypełniający - materiały sypkie o wskaźniku piaszkowym nie mniejszym niż 40 oraz o uziarnieniu do 5 mm, jak piasek, wysiewki z żużla wielkopieczowego, mieszaniny popiołowo- żużlowe.

b) Nasypy z gruntów kamienistych bez wypełniania wolnych przestrzeni

Oddzielne warstwy nasypu m.in. na terenach zalewowych lub przystosowane do przepuszczania w dół napływającej po zboczu wody, wykonać można z materiałów gruboziarnistych: okruchów skał i materiałów odpadowych twardych o maksymalnym wymiarze ziaren 120 mm, a także o średnicy ziaren ≥ 20 mm mrozoodpornych (straty wagowe po zamrażaniu do 10 %), bez wypełniania warstw materiałem drobnoziarnistym. Metodą tą można wykonywać warstwy poniżej głębokości przemarzania. Przy tym sposobie wykonania nasypu warstwy kamieniste należy oddzielić od podłoża gruntowego pod nasypem oraz od górnych części nasypu warstwami żwiru, pospółki lub kruszywa łamanego nieodsianego, spełniającego warunek:

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} \leq 5$$

gdzie:

D 15 – średnica ziaren materiału leżącego nad warstwą nieprzepuszczalną, którego 15% przez sito

d 85 - średnica ziaren materiału leżącego poniżej układanej warstwy, którego 85% przez sito.

Obliczenia należy wykonać na wartościach odczytanych z wykresu wykonanego w skali półlogarytmicznej gdzie pomiędzy sitem 0,063 a sitem 125 mm będzie znajdowało się 12 kolejnych sit.

- c) Wykonawca przedstawi do akceptacji Inżyniera środki podejmowane w celu zapewnienia, iż materiał na skutek segregacji lub oddziaływania warunków atmosferycznych nie utraci swojej przydatności do wbudowania w nasypy z gruntów skalistych w trakcie odspajania, transportu oraz, jeżeli będzie to konieczne, podczas składowania.
- d) Inżynier podejmuje decyzję na podstawie ekspertyzy geotechnicznej.

2.5 Nasypy z materiałów antropogenicznych

Nasypy z materiałów antropogenicznych, stanowiących zazwyczaj produkty uboczne procesów przemysłowych, w zakresie wykraczającym poza zapisy normy PN-S-02205 i EC 7, wymagają wyspecyfikowania przez projektanta szczegółowych wymagań w zakresie ich właściwości.

2.9 Spoiwo hydrauliczne do osuszanie chemicznego gruntu

Ze względu na niejednorodność występowania gruntów w obszarach wykopów, ukopów i dokopów oraz punktowe rozpoznanie warunków gruntowych w obrębie wykopu, ukopu i dokopu, dobór spoiwa hydraulicznego do wykonania do osuszania chemicznego gruntu- zostanie dokonany przez Wykonawcę, w oparciu o faktyczny stan gruntów występujących w obszarze wykopu, ukopu i dokopu.

Przed przystąpieniem do prac związanych z wykonaniem osuszania gruntu wykonane zostaną poletka próbne oraz badania laboratoryjne, w celu określenia rodzaju spoiwa oraz jego optymalnej procentowej zawartości w stosunku do masy danego rodzaju gruntu, występującego w wykopie, ukopie i dokopie, pozwalającej na uzyskanie optymalnej wilgotności gruntu wymaganej do uzyskania zagęszczenia i nośności na poszczególnych warstwach nasypu.

3. SPRZĘT

3.1. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne" pkt 3. Wybór sprzętu do wykonania robót związanych niniejszym STWiORB należy do Kierownika Budowy. Jakikolwiek sprzęt, nie gwarantujący spełnienia wymagań jakościowych Robót i bezpieczeństwa zostanie przez Inżyniera zdyskwalifikowany i nie zostanie dopuszczony do Robót.

Wykonawca przystępujący do wykonania nasypów powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu do:

- jednoczesnego wydobywania i przemieszczania gruntów (spycharki, zgarniarki, równiarki, urządzenia do hydromechanizacji itp.),
- transportu mas ziemnych (samochody wywrotki, samochody skrzyniowe, wozdła, taśmociągi itp.),
- sprzętu zagęszczającego (walce, ubijaki, płyty wibracyjne itp.).

Dobór sprzętu zagęszczającego zależy od rodzaju gruntu i grubości zagęszczanej warstwy. Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na właściwości gruntu, zarówno w miejscach jego naturalnego zalegania, jak też w czasie odspajania, transportu, wbudowania i zagęszczania. Dobór sprzętu zagęszczającego Wykonawca ustali doświadczalnie przed przystąpieniem do wykonywania nasypów.

Wykonawca przystępujący do wykonania osuszania i stabilizacji chemicznej gruntu powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

Wykonawca przystępujący do wykonania mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym dla wykonania wzmocnienia podłoża, zbrojenia skarp oraz osuszania gruntu metodą stabilizacji chemicznej, powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu zapewniającego możliwość wytwarzania mieszanek gruntowo-spoiwowych metodą mieszania na miejscu:

- mieszarek jedno lub wielowirnikowych do wymieszania gruntu ze spoiwami,
- spycharek, równiarek,
- rozsypywarek wyposażonych w osłony przeciwpylne i szczeliny o regulowanej szerokości do rozsypywania spoiw,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych,
- przewoźnych zbiorników na wodę, wyposażonych w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody.

Wydajność sprzętu powinna być taka, aby zapewnić zachowanie warunków technologicznych, dotyczących czasu wbudowania i zagęszczania mieszanki gruntu ulepszanego spoiwem hydraulicznym.

4. TRANSPORT

4.1. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU

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

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

4.2. TRANSPORT GRUNTU

Wybór środków transportu oraz metod transportu powinien być dostosowany do kategorii gruntu (materiału) odspojonego, jego objętości, technologii odspajania i załadunku oraz od odległości transportu.

Wydajność środków transportowych powinna być ponadto dostosowana do wydajności sprzętu stosowanego do urabiania i wbudowywania gruntu (materiału). Transport materiałów (w przypadku bezpośredniego wbudowania – bez hałdowania) powinien odbywać się gdy w miejscu przeznaczenia znajduje się odpowiedni sprzęt do wbudowania i zagęszczania.

Materiały sypkie należy przewozić pojazdami wyposażonymi w plandeki ograniczającymi powstanie kurzu i ewentualnych strat materiału.

Wykonawca ma obowiązek zorganizowania transportu z uwzględnieniem wymogów bezpieczeństwa zarówno w obrębie pasa drogowego, jak i poza nim. Przy ruchu po drogach publicznych środki transportu powinny spełniać wymagania podane w D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

4.3. TRANSPORT MATERIAŁÓW HYDRAULICZNYCH

Transport spoiwa hydraulicznego musi odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem, zbryleniem i zanieczyszczeniem. Transport materiału luzem odbywa się w cysternach przystosowanych do przewozu produktów sypkich. Spoiwo i wapno workowane można przewozić dowolnymi środkami transportu.

Jeżeli woda do wytwarzania mieszanki nie jest pobierana bezpośrednio z instalacji wodociągowej, to powinna być dowożona z uzgodnionego miejsca w czystych zbiornikach, w sposób zabezpieczający przed zanieczyszczeniem.

Wydańność środków transportowych musi być dostosowana do wydajności sprzętu stosowanego do mieszania oraz wbudowania mieszanki cementowo-gruntowej. Ruch pojazdów po wyprofilowanym podłożu warstwy podbudowy powinien być tak zorganizowany, aby nie dopuścić do jego uszkodzeń i tworzenia kolein.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT

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

5.2. DOKOP

5.2.1. Miejsce dokopu

Miejsce dokopu ustalone będzie staraniem Wykonawcy. Wybrane przez Wykonawcę miejsce dokopu musi 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. Miejsce dokopu powinno być tak dobrane, żeby zapewnić przewóz lub przemieszczanie gruntu na jak najkrótszych odległościach. Budowa drogi dojazdowej do dokopu oraz jej utrzymanie 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.

5.3. WYKONANIE NASYPÓW

5.3.1. Przygotowanie podłoża w obrębie podstawy nasypu:

Przed przystąpieniem do budowy nasypu należy w obrębie jego podstawy zakończyć roboty, określone w STWiORB D-01.02.02. "Zdjęcie warstwy ziemi urodzajnej (humusu i darniny)".

Wykonawca przy użyciu widocznych palików wyznaczy zarysy skarp nasypów zgodnie z normą PN-S-02205 i STWiORB D-01.01.01 Odtworzenie trasy i punktów wysokościowych oraz wyniesienie i stabilizacja granic pasa drogowego. Przed przystąpieniem do wykonywania nasypów Wykonawca dokona obmiaru terenu po zdjętej warstwie humusu.

5.3.1.1 Zagęszczenie i nośność gruntów w podłożu nasypów

Wykonawca skontroluje wskaźnik zagęszczenia i nośność gruntów rodzimych, zalegających w górnej strefie podłoża nasypu, do głębokości 0,5 metra od powierzchni terenu.

Badanie wskaźnika zagęszczenia (I_s) PN-S-02205:1998 można wykonać stosując cylinder wciskany, objętościomierz piaskowy lub wodny. Jako zastępcze kryterium oceny uznaje się również pomiar wskaźnika odkształcenia I_0 zgodnie z PN-S-02205:1998.

Jeżeli wartość wskaźnika zagęszczenia (I_s) i wtórnego modułu odkształcenia E_2 jest mniejsza niż określona w tablicy 2 i 3, Wykonawca powinien:

- a) dla gruntów niespoistych wykonać ulepszenie podłoża rodzimego przez stabilizację mechaniczną (powierzchniowe dogęszczenie podłoża gruntowego) na głębokość 0,5 m
- b) dla gruntów spoistych – w pierwszej kolejności wykonać ulepszenie podłoża rodzimego przez stabilizację mechaniczną (powierzchniowe dogęszczenie podłoża gruntowego) na głębokość 0,5 m
- c) dla gruntów spoistych – w drugiej kolejności w przypadku nieosiągnięcia wymaganego zagęszczenia i nośności poprzez stabilizację mechaniczną, należy wykonać wzmocnienie podłoża rodzimego przez chemiczno-hydrauliczną stabilizację „in-situ” - warstwa ulepszona podłoża o grubości minimum 0,25 m;

W przypadku występowania wody gruntowej w strefie do 1,5 m poniżej poziomu podstawy nasypu dopuszcza się, wykonanie pierwszej warstwy nasypu jako warstwy „technologicznej” przez którą następuje dogęszczenie podłoża gruntowego, pozwalającej na uzyskanie wymaganego zagęszczenia i nośności jak dla podłoża pod nasyp, na poziomie wykonanej warstwy technologicznej. Dopuszcza się również inne sposoby wzmocnienia podłoża pod nasypem poza wyżej wymienionymi po

uzyskaniu akceptacji Inżyniera. Zgodnie z PN-S-02205: 1998 wymagana wartość E_2 i I_s podłoża podstawy nasypu została określona w Tablicy 2.

Tablica 2 Min. wartości wskaźnika zagęszczenia i nośności dla podłoża nasypów do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu (po zdjęciu warstwy ziemi urodzajnej)

Podłoże pod nasyp	Minimalna wartość E_2 / I_s dla:					
	obwodnicy		innych dróg			
			kategoria ruchu KR3-KR6		kategoria ruchu KR1-KR2	
	$h_n < 2,0$ m	$E_2 \geq 45$ MPa – Sp $E_2 \geq 60$ MPa – Nsp $I_s \geq 1,00$	$h_n < 1,2$ m	$E_2 \geq 30$ MPa – Sp $E_2 \geq 60$ MPa – Nsp $I_s \geq 1,00$	$h_n < 1,2$ m	$E_2 \geq 30$ MPa – Sp $E_2 \geq 45$ MPa – Nsp $I_s \geq 0,97$
			$1,2 \text{ m} \leq h_n < 2,0$ m	$E_2 \geq 30$ MPa – Sp $E_2 \geq 40$ MPa – Nsp $I_s \geq 0,97$ – Sp $I_s \geq 0,97$ – Ns	$1,2 \text{ m} \leq h_n < 2,0$	$E_2 \geq 20$ MPa – Sp $E_2 \geq 30$ MPa – Nsp $I_s \geq 0,95$
	$h_n \geq 2,0$ m	$E_2 \geq 30$ MPa – Sp $E_2 \geq 40$ MPa – Nsp $I_s \geq 0,97$	$h_n \geq 2,0$ m	$E_2 \geq 30$ MPa – Sp $E_2 \geq 40$ MPa – Nsp $I_s \geq 0,95$	$h_n \geq 2,0$ m	$E_2 \geq 20$ MPa – Sp $E_2 \geq 30$ MPa – Nsp $I_s \geq 0,92$

h_n – wysokość nasypu, Sp – grunty spoiste, Nsp – grunty niespoiste

5.3.1.3 Projektowanie mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym (wzmocnienie podłoża pod nasyp, zbrojenie nasypu, osuszanie gruntu)

Przed przystąpieniem do prac związanych z wykonaniem warstw mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi Wykonawca zaprojektuje receptę roboczą składu mieszanek. Recepty robocze zostaną określone na podstawie wykonanego poletka próbnego oraz badań laboratoryjnych, przeprowadzonych w celu określenia dla warstw z mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym:

- optymalnej procentowej zawartości spoiwa, pozwalającej na uzyskanie wymaganych parametrów nośności i zagęszczenia (wzmocnione podłoże pod nasyp), cech mechanicznych kąta tarcia wewnętrznego, spójności i ciężaru objętościowego (zbrojenie skarp nasypu) oraz wilgotności optymalnej przy zagęszczaniu gruntu (osuszanie gruntu),
- stwierdzenia czy sprzęt budowlany do spulchnienia, mieszania, rozkładania i zagęszczania jest właściwy,
- określenia grubości warstwy mieszanki w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- określenia potrzebnej liczby przejść walców do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia warstwy.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć mieszanek oraz sprzętu takich, jakie będą stosowane do wykonywania podbudowy lub ulepszonego podłoża. Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić od 400 do 800 m². Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu akceptowanym przez Inżyniera. Wykonawca może przystąpić do wykonywania warstw związanych spoiwem hydraulicznym po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Inżyniera.

5.3.2. Zasady wykonania nasypów

5.3.2.1. Ogólne zasady wykonania nasypów

Nasyпы powinny być wznoszone przy zachowaniu przekroju poprzecznego i profilu podłużnego, które określono w Dokumentacji Projektowej, z uwzględnieniem ewentualnych zmian wprowadzonych przez Inżyniera, z zachowaniem tolerancji zgodnych z pkt. 5.3.4.

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, określone w dokumentacji projektowej.
- 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 punktem 2.8.6 normy PN-S-02205:1998. Zaleca się wykonanie

rowu stokowego powyżej nasypu w celu ograniczenia dopływu wód powierzchniowych pod nasyp. Nasypy należy wykonywać metodą warstwową, z gruntów przydatnych do budowy nasypów.

- 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 różnorodnych właściwościach układać warstwami jednakowej grubości na całej szerokości nasypu. Warstwy gruntu przepuszczalnego należy układać poziomo, a warstwy gruntu mało przepuszczalnego i nieprzepuszczalnego ze spadkiem górnej powierzchni około 4 % ($\pm 1\%$). Na terenach równinnych lub wododziale spadek powinien być obustronny; gdy nasyp jest na zboczu zgodnie z jego spadkiem. Styk dwóch przyległych części nasypu, zbudowanych z różnorodnych gruntów wykonywać ze stopniami wg punktu 5.3.2.7. Ukształtowanie powierzchni warstwy powinno uniemożliwiać lokalne gromadzenie się wody.
- Jeżeli w okresie zimowym następuje przerwa we wznoszeniu nasypu, a górna powierzchnia jest wykonana z gruntu spoistego, to jej spadki poprzeczne powinny być ukształtowane prostopadle ku osi nasypu, a woda odprowadzona poza nasyp. Takie ukształtowanie górnej powierzchni gruntu spoistego zapobiega powstaniu potencjalnych powierzchni poślizgu w gruncie tworzącym nasyp.
- Na każdym etapie wykonania nasypów należy zagwarantować odpowiednie odwodnienie terenu robót.
- Nie należy wbudowywać w nasypy gruntów kamienistych, gruzu betonowego i innych rodzajów materiałów w bryłach w tych miejscach, gdzie przewiduje się formowanie lub wbicie pali, oraz w pobliżu obiektów obcych
- W celu uzyskania prawidłowego wskaźnika zagęszczenia w całym przekroju nasypu, nasyp należy formować jako minimum 0,5 m szerszy niż w dokumentacji projektowej, a po wykonaniu korpusu ziemnego zebrać nadmiar materiału,
- Szczegółowe zasady prowadzenia robót przedstawione zostaną w PZJ.

5.3.2.2 Wykonanie wzmocnienie podłoża pod nasyp

Do prac związanych z ulepszeniem podłoża gruntowego należy przystąpić po usunięciu przypowierzchniowej warstwy glebowej/humusowej/warstwy nasypów niekontrolowanych. Warstwę wzmocnionego podłoża pod nasyp należy wykonać na szerokości projektowanej podstawy nasypu wynikającej z Dokumentacji Projektowej. Przed rozłożeniem spoiwa i rozpoczęciem mieszania, podłoże gruntowe należy wstępnie dogęścić i wyprofilować. Spoiwo należy rozłożyć przed przystąpieniem do mieszania z niewielkim wyprzedzeniem odległościowym i czasowym, w celu zapewnienia jednorodnych warunków przy wykonywaniu działki roboczej. Spoiwo hydrauliczne należy dodawać do gruntu w ilości określonej w receptie roboczej ustalonej na poletku próbnym. Mieszanie składników należy prowadzić na głębokość powiększoną o wartość, pozwalającą na uzyskanie, po zagęszczeniu przy wilgotności optymalnej, grubości wzmocnianej warstwy. Mieszanie należy prowadzić do czasu uzyskania jednorodnego wyglądu na całej grubości i powierzchni warstwy. Uzyskana warstwa po wstępnym wyrównaniu i dogęszczeniu, a przed ostatecznym zagęszczeniem winna zostać wyprofilowana do wymaganych pochyłeń poprzecznych i podłużnych, z uwzględnieniem zmiany grubości warstwy po zagęszczeniu. W czasie profilowania należy wyrównać lokalne zagłębienia. Ostateczne zagęszczenie należy wykonać zanim rozpocznie się proces wiązania oraz prowadzić przy zachowaniu warunków określonych w punkcie 5.3.3. Zagęszczona warstwa powinna zostać zabezpieczona przed ruchem technologicznym na czas niezbędny dla umożliwienia zajścia reakcji chemicznych, wywołanych działaniem stabilizatora oraz osiągnięcia niezbędnej nośności. Grubość warstwy należy mierzyć bezpośrednio po jej zagęszczeniu. Grubość warstwy nie może różnić się od projektowanej o więcej niż ± 2 cm. Po wykonaniu powierzchniowego ulepszenia podłoża gruntowego, należy wykonać badania wskaźnika zagęszczenia oraz wtórnego modułu odkształcenia podłoża pod nasyp. Wymagane jest uzyskanie dla wzmocnionego podłoża wskaźnika zagęszczenia I_s oraz wtórnego modułu odkształcenia E_2 , zgodnie z zapisami niniejszej STWiORB oraz normy PN-S-02205 w zależności o danej kategorii ruchu oraz położenia podłoża nasypu względem wysokości nasypu (Tablica 2 punkt 5.3.1.1 niniejszej STWiORB). Dopuszcza się ułożenie pierwszej warstwy nasypu na wzmocnionym podłożu po uzyskaniu wymaganych wyników zagęszczenia i nośności.

5.3.2.4. Wykonanie nasypów w okresie deszczów i osuszanie chemiczne warstw nasypu

Nie zezwala się na wbudowanie gruntów przewilgoconych, których stan uniemożliwia osiągnięcie wymaganego wskaźnika zagęszczenia, chyba że zostaną one ulepszone w procesie osuszania chemicznego. Na warstwie gruntu spoistego, uplastycznionego na skutek nadmiernego zawilgocenia, przed jej osuszeniem i powtórным zagęszczeniem nie wolno układać następnej warstwy gruntu. Osuszenie można przeprowadzić w sposób mechaniczny lub chemiczny, poprzez wymieszanie z

odpowiednio dobranym spoiwem. 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. W okresie deszczowym nie należy pozostawiać niezagęszczonej warstwy do dnia następnego. Jeżeli warstwa gruntu niezagęszczonego uległa przewilgoceniu, a Wykonawca nie jest w stanie osuszyć jej i zagęścić Inżynier może nakazać Wykonawcy usunięcie wadliwej warstwy.

Osuszanie chemiczne gruntów należy wykonać w celu doprowadzenia gruntu do wilgotności zbliżonej do wilgotności optymalnej przy zagęszczaniu gruntu. W tym celu należy rozłożyć spoiwo na powierzchni gruntu przed przystąpieniem do mieszania z niewielkim wyprzedzeniem odległościowym i czasowym, w celu zapewnienia jednorodnych warunków przy wykonywaniu działki roboczej. Spoiwo hydrauliczne należy dodawać do gruntu w ilości określonej w receptce roboczej ustalonej na poletku próbnym. Mieszanie składników należy prowadzić na głębokość powiększoną o wartość, pozwalającą na uzyskanie po zagęszczeniu przy wilgotności optymalnej, grubości wzmacnianej warstwy nasypu. Mieszanie należy prowadzić do czasu uzyskania jednorodnego wyglądu na całej grubości i powierzchni warstwy. Uzyskana warstwa po wstępnym wyrównaniu i dogęszczeniu, a przed ostatecznym zagęszczeniem winna zostać wyprofilowana do wymaganych pochyłych poprzecznych i podłużnych, z uwzględnieniem zmiany grubości warstwy po zagęszczeniu. W czasie profilowania należy wyrównać lokalne zagłębienia. Ostateczne zagęszczenie należy wykonać zanim rozpocznie się proces wiązania oraz prowadzić przy zachowaniu warunków określonych w punkcie 5.3.3. Zagęszczona warstwa powinna zostać zabezpieczona przed ruchem technologicznym na czas niezbędny dla umożliwienia zajścia reakcji chemicznych, wywołanych działaniem stabilizatora oraz osiągnięcia niezbędnej nośności.

Po wykonaniu warstwy ulepszanego gruntu, należy wykonać badania wskaźnika zagęszczenia oraz wtórnego modułu odfształcenia. Wymagania zagęszczenia i nośności warstwy w zależności od kategorii ruchu oraz położenia warstwy w strefie nasypu określono w Tablicy 3 punkt 5.3.3.4 niniejszej STWiORB. Ułożenie kolejnej warstwy nasypu dopuszcza się po uzyskaniu wymaganych wyników zagęszczenia i nośności.

Wykonawca w Programie Zapewnienia Jakości przedstawi do akceptacji Inżyniera sposób prowadzenia robót ziemnych w czasie opadów.

5.3.2.5. 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 zamarzniętych lub gruntów przemieszczanych 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 rozmarznieniem zagęszczać ani układać na niej następnych warstw.

W okresie mrozów nasypy zaleca się wykonywać jedynie z gruntów i materiałów przydatnych bez zastrzeżeń określonych w tabeli 1.

Wykonawca w Programie Zapewnienia Jakości przedstawi do akceptacji Inżyniera sposób prowadzenia robót ziemnych w czasie opadów i przy temperaturze bliskiej 0°C.

5.3.2.6. Wykonywanie nasypów na dojazdach do obiektów mostowych

Nasypy na dojazdach do obiektów w zakresie drogowym tj. do klina odłamu wykonywać jak w pkt. 5.3.2.1.

5.3.2.7. Poszerzenie nasypu

Przy poszerzeniu istniejącego nasypu w celu lepszego związania z nim wbudowanego gruntu, należy w jego skarpach wyciąć stopnie o wysokości od 0,5 do 1,0 m, szerokość stopni od 1,0 do 2,5 m, spadek około 4% w kierunku zgodnym ze spadkiem zbocza w gruntach słabo przepuszczalnym lub przeciwnym do spadku zbocza w gruntach o dużej przepuszczalności – zgodnie z punktem 2.8.8 normy PN-S-02205:1998. W przypadku nasypów o silnie ściśliwym podłożu należy przewidzieć zabiegi, zapobiegające nadmiernym dodatkowym osiadaniom i przemieszczeniom bocznym poszerzonego nasypu.

5.3.2.8 Formowanie skarp nasypu

Skarpom nasypu należy nadać pochylenie zgodne z dokumentacją projektową z dokładnością wg punktu 5.3.4 niniejszej STWiORB. Pochylenie w gruntach nieskalistych bez dodatkowych umocnień nie powinno być większe niż 1: 1,5. Wyprofilowane skarpy należy niezwłocznie zabezpieczyć przed erozją zgodnie z dokumentacją projektową.

5.3.2.9 Zabezpieczenie przed opadami atmosferycznymi

W celu nie dopuszczenia do napływu wody opadowej należy powierzchnię terenu wyprofilować, wykonując spadek umożliwiający odpływ wody poza teren prowadzonych robót. W celu zabezpieczenia nasypu przed rozmyciem dopuszcza się wykonanie tzw. "brewek" do czasu korzenia się roślinności na skarpach

5.3.3. ZAGĘSZCZENIE GRUNTÓW

5.3.3.1. Ogólne zasady zagęszczania gruntu

Procedura układania i zagęszczania nasypu powinna zapewniać stateczność nasypu podczas całego okresu budowy i nie wywierać niekorzystnego wpływu na naturalne podłoże pod nasypem bądź na konstrukcje i urządzenia umieszczone w nasypie. Kryteria zagęszczenia należy ustalać dla każdej warstwy, w zależności od jej lokalizacji, przeznaczenia nasypu i wymagań co do jego zachowania. W celu opracowania właściwej procedury zagęszczania należy wykonać próbne zagęszczanie z użyciem materiału, który ma być zastosowany oraz sprzętu, którym materiał będzie zagęszczany

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, w zależności od jej lokalizacji i przeznaczenia nasypu.

5.3.3.2. Grubość warstwy

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

Grubość warstwy poddanej zagęszczaniu powinna być ustalona z uwzględnieniem spulchnienia gruntu oraz założonej grubości warstwy po osiągnięciu wymaganego zagęszczenia. Grubość warstwy zagęszczonego gruntu oraz liczbę przejść maszyny zagęszczającej zaleca się określić doświadczalnie dla każdego rodzaju gruntu i typu maszyny.

5.3.3.3. Wilgotność 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 na podstawie próby normalnej metodą I i II wg PN-B-04481:1988 (PN-88/B-04481). Odchylenia od wilgotności optymalnej nie powinny przekraczać następujących wartości:

- w gruntach niespoistych $\pm 2\%$,
- w gruntach mato i średnio spoistych $+ 0\% - 2\%$,
- w mieszaninach popiołowo-żużlowych $+ 2\% - 4\%$.

W przypadku użycia sprzętu wibracyjnego zalecana jest wilgotność mniejsza od optymalnej, ustalona na podstawie wstępnych prób na poletku doświadczalnym. Urządzeniami wibracyjnymi grunty niespoiste można zagęszczać także w stanie powietrzno-suchym lub gdy zalegają poniżej zwierciadła wody, o ile wstępne próby dadzą pozytywne wyniki.

Jeżeli wilgotność naturalna gruntu jest niższa od wilgotności optymalnej to wilgotność gruntu należy zwiększyć przez dodanie wody. Jeżeli wilgotność gruntu jest wyższa od wilgotności optymalnej, grunt należy osuszyć w sposób mechaniczny lub chemiczny, ewentualnie wykonać drenaż z warstwy gruntu przepuszczalnego. Jeżeli wilgotność naturalna

odspajanego gruntu, przewidzianego do wbudowania w nasyp, jest zbliżona do optymalnej to Wykonawca powinien taki grunt wbudować bezzwłocznie, nie dopuszczając do zmiany wilgotności gruntu.

5.3.3.4. 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. Jeżeli badania kontrolne wykazą, że zagęszczenie warstwy nie jest wystarczające, to Wykonawca powinien powtórnie je zagęścić i zgłosić do odbioru.

Wykonawca zaproponuje typ sprzętu do zagęszczania nasypów w rejonie obiektów i uzyska akceptację Inżyniera. Uzyskanie przez grunty w budowlu ziemnej wymaganych cech nośności sprawdza się przez badania wskaźnika zagęszczenia oraz wtórnego modułu odkształcenia. Oceny zagęszczenia dokonuje się na podstawie wskaźnika zagęszczenia I_s .

Jako zastępcze kryterium oceny wymaganego zagęszczenia gruntów dla których trudne jest pomierzenie wskaźnika odkształcenia, przyjmuje wartość wskaźnika I_0 , określonych zgodnie z normą PN – S 02205.

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

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

Gdzie:

E_1 - moduł odkształcenia gruntu oznaczony w pierwszym obciążeniu badanej warstwy zgodnie z PN-S-02205:1998.

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

Wskaźnik odkształcenia I_0 nie powinien być większy niż:

- dla żwirów, pospółek i piasków
 - 2,2 przy wymaganej wartości $I_s \geq 1,0$
 - 2,5 przy wymaganej wartości $I_s < 1,0$,
- dla gruntów drobnoziarnistych o równomiernym uziarnieniu (pyłów, glin, glin pylastych, glin zwięzłych, iłów) - 2,0,
- dla gruntów różnoziarnistych (żwirów gliniastych, pospółek gliniastych, pyłów piaszczystych, piasków gliniastych, glin piaszczystych, glin piaszczystych zwięzłych) - 3,0
- dla narzutów kamiennych, rumoszy - 4,0,
- dla gruntów antropogenicznych - na podstawie badań poligonowych.

Dla gruntów nieulepszonych spoiwami w nasypach wymagane wskaźniki I_s należy przyjmować w zależności o kategorii przewidywanego ruchu i od poziomu zalegania warstw wg Tablicy nr 3. Nośność gruntu na podstawie pomiaru wtórnego modułu odkształcenia należy sprawdzić na poziomie podłoża pod podbudowę zasadniczą/pomocniczą wg Tablicy nr 3 oraz w przypadkach wątpliwych dla głębszych warstw nasypu jeżeli wymaga tego nadzór.

Wskaźnik zagęszczenia gruntów w nasypach, określony według normy BN-77/8931-12, powinien na całej szerokości korpusu spełniać wymagania podane w tablicy 3.

Tablica 3. Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia i nośności gruntu w nasypach dla gruntów nieulepszanych spoiwami

Wymagania dla nasypów								
KR 1 - KR 2			KR 3 - KR 6			KR 7		
Strefa korpusu	E_2 [MPa]	I_s [-]	Strefa korpusu	E_2 [MPa]	I_s [-]	Strefa korpusu	E_2 [MPa]	I_s [-]
Podłoże pod podbudowę zasadniczą(PPPZ)	100	1,00	Podłoże pod podbudowę pomocniczą	80	1,00	Podłoże pod podbudowę pomocniczą	80	1,03**
Niżej leżące warstwy nasypu do	30/45***	0,97	Niżej leżące warstwy nasypu do głębokości 1,2 m	30/60***	1,00	Niżej leżące warstwy nasypu do	45/60***	1,00

głębokości 1,2 m od PPPZ			od PPPZ			głębokości 2,0 m od PPPZ		
Warstwy nasypu na głębokości poniżej 1,2 m (od PPPZ)	20/30***	0,95	Warstwy nasypu na głębokości poniżej 1,2m (od PPPZ)	30/40***	0,97	Warstwy nasypu na głębokości poniżej 2,0m (od PPPZ)	30/40***	0,97

* - grunty spoiste/niespoiste

** Dla gruntów ulepszanych spoiwami wymagana jest uzyskanie wskaźnika zagęszczenia $I_s = 1,0$. Jako zastępcze sprawdzenie można stosować pomiar wskaźnika odkształcenia I_0 , którego wartość pomierzona bezpośrednio po zagęszczeniu, nie powinna być większa od 2,2.

Dla gruntu niewysadzinowego ulepszanego stanowiącego podłoże pod górną warstwę ulepszanego podłoża (zgodnie z D.04.05.01.01) wymagana grubość ulepszenia – 15 cm.

*** wymagania dla głębszych warstw nasypu w przypadkach wątpliwych (grunty spoiste/niespoiste)

Szczegółowe wymagania dla warstwy podbudowy pomocniczej podano w STWiORB D.04.05.01.02.

Dopuszcza się prowadzenie kontroli nośności i zagęszczenia gruntów, za zgodą Inżyniera przy zastosowaniu np. lekkiej płyty dynamicznej (zgodnie z Instrukcją Badań Podłoża Gruntowego Budowli Mostowych i Drogowych. Część 2. Warszawa 1998, opracowaną przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Publicznych), z zastrzeżeniem, że badania sprawdzające wykonywane przez Laboratorium Zamawiającego prowadzone będą przy zastosowaniu piasku kalibrowanego (dla I_s) oraz płyty obciążanej statycznie VSS (dla E_2 i I_0). W przypadku zgody na badanie płytą dynamiczną, Wykonawca opracuje korelację pomiędzy badaniem VSS i płytą dynamiczną oraz przedłoży Inżynierowi do akceptacji.

5.3.3.5 Próbné zagęszczenie

Próbné zagęszczenie należy wykonać dla każdego rodzaju materiału do nasypu (materiał z wykopu; ukopu; dokopu) w celu wykazania, że zaproponowane przez Wykonawcę metody i sprzęt są odpowiednie. Wykonawca przed rozpoczęciem robót z danego asortymentu przygotowuje PZJ w którym opracuje program i badania odcinka próbnego i dostarczy go Inżynierowi z zachowaniem kontraktowych terminów.

Odcinek doświadczalny dla próbnego zagęszczenia gruntu o minimalnej powierzchni 300 m², powinno być wykonane na terenie oczyszczonym z gleby, na którym układa się grunt czterema pasami o szerokości minimum 2,0 m. każdy. Wilgotność gruntu powinna być równa optymalnej z zachowaniem dopuszczalnych tolerancji. Grunt ułożony na poletku wg. powyższego powinien być następnie zagęszczony, a po każdej serii przejścia maszyny należy określić wskaźnik zagęszczenia.

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 wymaganymi ustala się liczbę przejść oraz grubość warstwy rozkładanego gruntu.

5.3.4. Dokładność wykonywania nasypów

Tablica 4. Dopuszczalne tolerancje wykonania nasypów powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w PN-S-02205 p.2.6 Tabl. 1.

Lp.	Część budowli	Jednostka	Dokładność
1	Korpus ziemny - szerokość górnej powierzchni - nierówności powierzchni** - pochylenie poprzeczne górnej powierzchni - niweleta górnej powierzchni	cm cm % cm	±10 ±4 ±1 +2,-3
2	Skarpy -pochylenia 1:m - nierówność powierzchni pod warstwą ziemi urodzajnej	% pochylenia cm	±10 ±10
3	Rowy - szerokość - rzędne profilu dna	cm cm	±5 + 1,-3
** Nierówności mierzone łatą długości 3 m			

5.4 Grunty z dokopu / ukopów

Miejsca dokopów / ukopów 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 zgodnie z zezwoleniem na eksploatację. Wykonawca jest odpowiedzialny za przydatność gruntu z dokopu / ukopu na wykonanie nasypu.

Pozyskiwanie gruntu z dokopu / ukopu może rozpocząć dopiero po pobraniu próbek i zbadaniu przydatności zalegającego gruntu do budowy nasypów oraz po wydaniu zgody na piśmie przez Inżyniera.

5.5. Uzupełnienie pasa rozdziału i poboczy

Po wykonaniu robót nawierzchniowych należy wykonać uzupełnienia robót ziemnych w zakresie pasa rozdziału i poboczy ziemnych (zewnętrznych). Grunt na te uzupełnienia będzie dowieziony ze składowiska z dokopu/wykopu lub ukopu. Do wykonania wypełnienia pasa rozdziału i poboczy dopuszcza się grunty przydatne i przydatne z zastrzeżeniami zgodnie z Tablicą 1 niniejszej STWiORB. Decydującym kryterium przydatności gruntu do wypełnienia pasa rozdziału i poboczy jest możliwość zagęszczenia gruntu potrzebnego do uzyskania wymaganego poziomu zagęszczenia i nośności.

Sprzęt użyty do wykonania uzupełnień i zagęszczenia gruntu powinien być dostosowany do tego zakresu robót. W czasie wykonywania czynności związanych z uzupełnieniem poboczy należy zwracać szczególną uwagę aby nie uszkodzić krawędzi wykonanych uprzednio warstw nawierzchni.

Zagęszczenie gruntu w pasie rozdziału i na poboczach należy badać płytą VSS, natomiast w miejscach gdzie nie jest to możliwe dopuszcza się prowadzenie kontroli nośności i zagęszczenia gruntów, za zgodą Inżyniera przy zastosowaniu np. lekkiej płyty dynamicznej (zgodnie z Instrukcją Badań Podłoża Gruntowego Budowli Mostowych i Drogowych. Część 2. Warszawa 1998, opracowaną przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Publicznych), z zastrzeżeniem, że badania sprawdzające wykonywane przez Laboratorium Zamawiającego prowadzone będą przy zastosowaniu piasku kalibrowanego (dla I_s) oraz płyty obciążanej statycznie VSS (dla E_2 i I_0). W przypadku zgody na badanie płytą dynamiczną, Wykonawca opracuje korelację pomiędzy badaniem VSS i płytą dynamiczną oraz przedłoży Inżynierowi do akceptacji.

Wymagane zagęszczenie i nośność gruntu w pasie rozdziału i na poboczach bez względu na kategorię ruchu drogi wynosi odpowiednio $I_s \geq 0,97$ oraz $E_2 \geq 80$ MPa.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. OGÓLNE ZASADY KONTROLI JAKOŚCI ROBÓT

Kontrola jakości Robót powinna być przeprowadzona zgodnie z zasadami ogólnymi podanymi w STWiORB D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne" punkt 6. Przed przystąpieniem do robót ziemnych Wykonawca powinien sprawdzić prawidłowość wykonania robót pomiarowych i przygotowawczych. W czasie robót ziemnych powinien systematycznie prowadzić badania kontrolne i przekazywać kopie ich wyników Inżynierowi. Badania kontrolne Wykonawca powinien wykonywać z częstotliwością i w zakresie opisanym w punktach 6. gwarantującym zachowanie wymagań dotyczących jakości robót.

6.2. BADANIA I POMIARY PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO WYKONYWANIA ROBÓT

6.2.1. 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 3 razy na 5 000 m³ robót ziemnych, lub w przypadku wbudowania jednorodnego materiału dopuszcza się za zgodą Inżyniera wykonywanie 3 badań na każde 10 000 m³ robót ziemnych. Każde badanie powinno określać:

- rodzaj gruntu wg. PN-B-02480
- analiza granulometryczna, w tym wskaźnik różnoziarnistości wg PN-B04481:1988,
- zawartość części organicznych metodą chemiczną lub przez wypalenie
- wilgotność naturalną, wg PN-B 04481:1988

- wilgotność optymalną i maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego, wg PN-B-04481,
- wskaźnik filtracji (k₁₀) dla gruntów przeznaczonych do wbudowania w górną warstwę nasypu wyznaczany na podstawie wzorów empirycznych wg Tablicy Bayera,
- wskaźnik piaskowy wg BN-64/8931-0
- granice płynności i plastyczności wg PN-B-04481 (dla gruntów spoistych);

6.2.2. Badania przydatności gruntów w podłożu do wzmocnienia metodą stabilizacji chemicznej

Badania powinny być przeprowadzane na próbkach pobranych z każdej powierzchni podłoża przeznaczonej do wzmocnienia pochodzącej z nowego źródła, jednak nie rzadziej niż 3 razy na każdą wzmacnianą powierzchnię. Każde badanie powinno określać:

- rodzaj gruntu wg. PN-B-02480
- analiza granulometryczna, w tym wskaźnik różnoziarnistości wg PN-B 04481:1988
- zawartość części organicznych metodą chemiczną lub przez wypalenie
- wilgotność naturalną, wg, PN-B 04481:1988.,
- wilgotność optymalną i maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego, wg PN-B-04481,

6.2.4 Badania spoiw hydraulicznych do mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania spoiw hydraulicznych przeznaczonych do wykonania mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi w celu akceptacji.

6.3. BADANIA I POMIARY W TRAKCIE WYKONYWANIA ROBÓT

6.3.1 SPRAWDZENIE JAKOŚCI WYKONANIA NASYPÓW

Sprawdzenie jakości wykonania nasypów polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w niniejszej Specyfikacji oraz w Dokumentacji Projektowej. W czasie kontroli należy zwrócić szczególną uwagę na sprawdzenie:

- a) badania przydatności gruntów do budowy nasypów i gruntów w podłożu przewidzianych do wzmocnienia
- b) badania prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu,
- c) badania zagęszczenia i nośności nasypu,
- d) badanie stateczności skarp nasypu – badanie kąta tarcia wewnętrznego, spójności i ciężaru objętościowego mieszanki wykonanej wkładki zbrojącej nasyp
- e) pomiary kształtu nasypu

6.3.1.1 Badanie przydatności gruntów do budowy nasypów

Badania przydatności gruntów do budowy nasypów w trakcie wykonywania robót należy wykonywać zgodnie z wymaganiami punktu 6.2.1

6.3.1.2 Badanie prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu

Badania polegają na bieżącym sprawdzaniu:

- prawidłowości rozmieszczenia gruntów o różnych właściwościach w nasypie,
- odwodnienia każdej warstwy,
- grubości każdej warstwy i jej wilgotności przy zagęszczaniu,
- nadania spadków warstwom z gruntów spoistych,
- przestrzegania ograniczeń dotyczących wbudowania gruntów w okresie deszczów i mrozów

6.3.1.3 Badanie zagęszczenia i nośności nasypu

Sprawdzenie zagęszczenia podłoża nasypu oraz poszczególnych warstw nasypu (w tym ulepszonych spoiwami hydraulicznymi) polega na skontrolowaniu zgodności wartości wskaźnika zagęszczenia I_s lub wskaźnika odkształcenia I_0 . Zagęszczenie podłoża nasypu i warstw nasypu należy kontrolować zgodnie z wymaganiami określonymi w Tablicy 2 i 3 niniejszej ST.

Sprawdzenie nośności podłoża nasypu oraz warstw nasypu (w tym ulepszonych spoiwami hydraulicznymi) polega na określeniu wtórnego modułu odkształcenia E_2 . Nośność gruntu w poszczególnych strefach nasypu należy kontrolować na głębokościach i zgodnie z wymaganiami określonymi w Tablicy 3 niniejszej STWiORB.

Dopuszcza się prowadzenie kontroli nośności i zagęszczenia gruntów, za zgodą Inżyniera przy zastosowaniu lekkiej płyty dynamicznej (zgodnie z Instrukcją Badań Podłoża Gruntowego Budowli Mostowych i Drogowych. Część 2. Warszawa 1998, opracowaną przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Publicznych), z zastrzeżeniem, że badania sprawdzające wykonywane przez Laboratorium Zamawiającego prowadzone będą przy zastosowaniu piasku kalibrowanego (dla I_s) oraz płyty obciążanej statycznie VSS (dla E_2 i I_0). W przypadku zgody na badanie płytą dynamiczną, Wykonawca opracuje korelację pomiędzy badaniem VSS i płytą dynamiczną oraz przedłoży Inżynierowi do akceptacji

6.3.1.4 Pomiary kształtu nasypu

Pomiary kształtu nasypu obejmują kontrole:

- prawidłowości wykonania skarppoprzez skontrolowanie zgodności z wymaganiami dotyczącymi pochyłeń i dokładności wykonania skarpu określonymi w Dokumentacji Projektowej oraz w punkcie 5.3.4 niniejszej STWiORB
- szerokości korony korpusu, poprzez porównanie szerokości korony korpusu na poziomie wykonywanej warstwy gruntu z szerokością wynikającą z wymiarów geometrycznych korpusu określonych w Dokumentacji Projektowej

6.3.1.4 Dokładność wykonania robót

Zbiorcze zestawienie wymagań określające zakres i częstotliwość badań oraz dopuszczalne odchyłki zawarto w Tablicy 5.

Tablica 5 – Zakres, częstotliwość badań oraz dopuszczalne odchyłki

Lp.	Badana cecha	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów	Dopuszczalne odchyłki
1	Szerokość korpusu ziemnego	Pomiar taśmą, szablonem, łatą o długości 3m i poziomą lub niwelatorem, w odstępach co 200m na prostych, w punktach głównych łuku, co 100m na łukach o $R \geq 100m$ co 50m na łukach o $R < 100m$ oraz w miejscach, które budzą wątpliwości	$\pm 10cm$
2	Szerokość dna rowów		$+5\text{ cm}/-5cm$
3	Rzędne powierzchni korpusu ziemnego		$+2/-3cm$
4	Pochylenie skarp		10% jego wartości wyrażonej tg kąta
5	Równość powierzchni korpusu		nie więcej niż 4 cm
6	Równość skarpu		$\pm 10cm$
7	Rzędne profilu dna rowu	Pomiar rzędnych w odstępach co 200m oraz w punktach wątpliwych	$+1/-3cm$
8	Grubość warstwy wzmocnionego podłoża pod nasyp i warstwy wkładki zbrojącej nasyp	nie mniej niż 3 badania na dziennej działce roboczej	$\pm 2\text{ cm}$
9	Szerokość warstwy wzmocnionego podłoża pod nasyp i warstwy wkładki zbrojącej nasyp	nie mniej niż 3 badania na dziennej działce roboczej	$\pm 10\text{ cm}$
9	Zagęszczenie	a) nie mniej niż jeden raz w trzech punktach na 1500 m ² powierzchni podłoża ulepszanego nawierzchni (zgodnie z PN-S-02205) b) nie mniej niż jeden raz w trzech punktach na 5000 m ² zagęszczanego podłoża nasypu, warstw nasypu, wypełnienia pasa rozdzielającego i poboczy (zgodnie z PN-S-02205)	zagęszczenie na ocenianym odcinku uznaje się za zgodne z wymaganiami, jeżeli jest spełniony jeden z warunków: a) w przypadku liczby pomiarów wartości I_s , mniejszej od 10 wszystkie wyniki są nie mniejsze od wartości wymaganej, b) w przypadku liczby pomiarów, co najmniej 10 wartość średnia wskaźnika zagęszczenia I_s jest nie mniejsza od wartości wymaganej, a współczynnik zmienności z_s wartości wskaźnika zagęszczenia I_s nie przekracza 2,5 % c) w przypadku liczby pomiarów co najmniej 10, gdy współczynnik zmienności z_s , wskaźnika zagęszczenia I_s okaże się większy niż 2,5 %, wartość średnia wskaźnika zagęszczenia I_s jest większa od wymaganej co najmniej o 60 % odchylenia standardowego s_s

10	Nośność	nie mniej niż jeden raz w trzech punktach na 2000 m ² powierzchni podłoża pod nasyp, podłoża pod podbudowę zasadniczą/pomocniczą (ewentualnie głębszych warstw nasypów jeżeli wymaga tego nadzór), wypełnienia pasa rozdziału i poboczy *) (zgodnie z PN-S-02205)	Nośność jest wystarczająca, jeżeli wszystkie wartości wtórnego modułu odkształcenia E ₂ spełniają wymagania podane w Tablicy 3
----	---------	--	---

*) Liczbę badań można zmniejszyć o połowę w przypadku wbudowania jednorodnego materiału i zagęszczania go w sposób ciągły odcinkami długości ponad 100 m.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE OBMIARU ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru Robót podano w STWiORB D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne" pkt 7.

7.2. JEDNOSTKA OBMIAROWA

Ilości wykonanych robót będą obmierzone zgodnie z jednostką wskazaną w ZPRS

8. ODBIÓR ROBÓT

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, STWiORB i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji według pkt. 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

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

Cena jednostkowa wykonania 1 m³ nasypu obejmuje:

- roboty pomiarowe i przygotowawcze;
- oznakowanie robót;
- zakup i transport gruntu z dokopu;
- formowanie nasypu z gruntu z dokopu;
- formowanie nasypu z gruntu z wykopu;
- formowanie nasypu z gruntu z ukopu;
- doprowadzenie gruntu do wilgotności optymalnej;
- uszlachetnianie gruntu spoiwami lub innymi środkami (wzmocnienie podłoża nasypu, osuszanie warstw nasypu, wykonanie wkładek zbrojących skarpy nasypu);
- zagęszczanie nasypu;
- wykonanie schodków w istniejących skarpach;
- wyrównanie powierzchni nasypów rowów i skarp;
- wypełnienie pasa rozdziału i poboczy gruntem,
- odwodnienie terenu robót;
- przeprowadzenie pomiarów i badań;
- uporządkowanie miejsca prowadzenia robót.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

- PN-B-02480:1998 Grunty budowlane. Określenia. Symbole. Podział i opis gruntów
- PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole, symbole literowe i jednostki miar.
- PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntów
- PN-B-04493 :1960 Grunty budowlane. Oznaczanie kapilarności biernej
- PN-B 04481:1988 Grunty budowlane - Badania próbek gruntu
- PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania
- BN-77/8931 -12 Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu
- PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.
- PN-S-02204 :1998 Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg
- BN-64/8931-01 Drogi samochodowe, Oznaczenie wskaźnika piaskowego

- BN-76/8950-03 Obliczenie współczynnika filtracji gruntów niespoistych na podstawie uziarnienia
- PN-EN 14227-1:2007 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym
- Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, z 2014 roku,
- 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.