

SPECYFIKACJA TECHNICZNA

D.02.03.01

WYKONANIE NASYPÓW

1. Wstęp

1.1. Przedmiot wytycznych STWiORB.

Przedmiotem niniejszej STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem nasypów w związku z rozbudową drogi wojewódzkiej nr 715 – ul. Brzezińska w Koluszkach.

1.2. Zakres stosowania wytycznych STWiORB.

Wytyczne STWiORB stosowane są jako dokument przetargowy i kontraktowy przy realizacji robót określonych w punkcie 1.1. na drogach zarządzanych przez ZDW w Łodzi.

1.3. Zakres robót objętych wytycznymi STWiORB.

Ustalenia zawarte w niniejszej STWiORB dotyczą zasad prowadzenia robót ziemnych związanych z wykonywaniem nasypów pod projektowane drogi w gruntach nieskalistych, zgodnie z dokumentacją projektową.

Zakres rzeczowy obejmuje:

- wykonanie nasypów z gruntu pozyskanego z dokopu (wymiana gruntu),
- wymiana gruntu i wykonanie zasypek.

1.4. Określenia podstawowe.

Podstawowe określenia zostały podane w DM.00.00.00 oraz D.02.01.01. Wykonanie wykopów w gruntach nieskalistych.

1.4.1. Wskaźnik różnoziarnistości – wielkość charakteryzująca zagęszczalność gruntów, określona wg wzoru: $U = d_{60} / d_{10}$

w którym:

U – wskaźnik różnoziarnistości

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

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

1.4.2. Wskaźnik zagęszczenia gruntu – wielkość charakteryzująca zagęszczenie gruntu, określona wg wzoru: $Is = pd / pds$

w którym:

Is – wskaźnik zagęszczenia gruntu, badany zgodnie z normą [2],

pd – gęstość objętościowa szkieletu zagęszczonego gruntu w [Mg/m^3],

pds – maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego przy wilgotności optymalnej, określona w normalnej próbie Proctora, zgodnie z [4 lub 5], służąca do oceny zagęszczenia gruntu w robotach ziemnych, w [Mg/m^3].

1.4.3. Wskaźnik odkształcenia gruntu – wielkość charakteryzująca stan zagęszczenia gruntu, określona wg wzoru: $I_0 = E_2 / E_1$

w którym:

I_0 – wskaźnik odkształcenia gruntu,

E_1 – moduł odkształcenia gruntu, oznaczony w pierwszym obciążeniu badanej warstwy, zgodnie z PN-S-02205,

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

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB DM.00.00.00. p.1.5.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za ich wykonanie zgodnie z Dokumentacją Projektową oraz wymaganiami STWiORB, PZJ i poleceniami Inżyniera/Kierownika projektu.

Niezbędne dane istotne z punktu widzenia:

- organizacji i ochrony robót budowlanych;
- zabezpieczenia interesu publicznego, prywatnego i interesu osób trzecich;
- ochrony środowiska;
- ochrony pożarowej;
- warunków bezpieczeństwa pracy;
- zaplecza dla potrzeb Wykonawcy;
- warunków organizacji ruchu;
- zabezpieczenia terenu budowy;
- zabezpieczenia chodników i jezdni;

podano w STWiORB DM 00.00.00 Wymagania Ogólne.

Roboty ziemne należy prowadzić pod zaakceptowanym przez Inżyniera/Kierownika projektu nadzorem geotechnicznym.

2. Materiały

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w DM.00.00.00.

Grunty i kruszywa przeznaczone do budowy nasypów powinny spełniać wymagania określone w tablicy 1.

Tablica 1. Przydatność gruntów do wykonywania budowli ziemnych wg [1].

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 zwalów (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. zwietrzliny 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	
		4. piaski próchniczne, 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 iłowej 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. iłolupki 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	1. żwiry i pospółki	1. żwiry i pospółki gliniaste	- pod warunkiem ulepszenia

przeznaczenie	przydatne	przydatne z zastrzeżeniami	treść zastrzeżenia
warstwy nasypów w strefie przemarzania	2. piaski grubo i średnio-ziarniste 3. iłolupki przywęglowe przepalone zawierające mniej niż 15% ziarn mniejszych od 0,075mm 4. wysiewki kamienne o uziarnieniu odpowiadającym pospółkom lub żwirom	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 iłowej >2% 7. żużle wielkopieczowe i inne metalurgiczne 8. piaski drobnoziarniste	tych gruntów spoiwami, takimi jak: cement, wapno, aktywne popioły itp. - drobnoziarniste i nierozpadowe: straty masy do 1% - o wskaźniku nośności $w_{nos} \geq 10$
w wykopach i miejscach zerowych do głębokości przemarzania	grunty niewysadzinowe	grunty wątpliwe i wysadzinowe	- gdy są ulepszone spoiwami (cementem, wapnem, aktywnymi popiołami itp.)

Na dolne warstwy nasypów poniżej strefy przemarzania należy zastosować: rozdrobnione grunty skaliste twarde oraz grunty kamieniste, zwietrzelinowe, rumosze i otoczaki, żwiry i pospółki, również gliniaste, piaski grubo, średnio i drobnoziarniste, naturalne i łamane.

Na górne warstwy nasypów w strefie przemarzania należy stosować: żwiry i pospółki, piaski grubo i średnioziarniste. Wyżej wymienione grunty do górnych i dolnych warstw nasypów powinny spełniać wymagania:

- zawartość cząstek drobnych:
 $\leq 0,075 \text{ mm} \leq 15 \%$,
 $\leq 0,02 \text{ mm} \leq 3 \%$.
- wskaźnik piaskowy $WP \geq 35 \%$.
- wskaźnik różnoziarnistości:
- dla dolnych warstw $U \geq 3$,
- dla górnych warstw $U \geq 5$ (wyjątkowo $U \geq 3,5$).

3. Sprzęt

Ogólne wymagania i ustalenia dotyczące sprzętu określono w DM.00.00.00.

Dobór sprzętu zagęszczającego powinien zagwarantować uzyskanie parametrów zagęszczenia i nośności przedstawionych w tablicy 2 niniejszej STWiORB. Do zagęszczania nasypów należy używać walce gładkie, walce wibracyjne, walce okółkowane lub ubijaki mechaniczne. Dobór sprzętu zagęszczającego zależy od rodzaju gruntu i grubości zagęszczanej warstwy. Do wykonania uzupełnienia poboczy i pasa dzielącego należy tak dobrać sprzęt, aby nie spowodować uszkodzenia wybudowanej już warstwy nasypu lub prowadzić te roboty wyłącznie ręcznie.

4. Transport

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w DM.00.00.00.

Transport gruntu powinien odbywać się samochodami samowyladowczymi. Wybór środków transportu oraz metod transportu powinien być dostosowany do transportowanego materiału, jego objętości oraz odległości transportu. Wykonawca ma obowiązek tak zorganizować transport, aby zapewnić bezpieczeństwo zarówno w obrębie pasa drogowego, jak i poza nim.

5. Wykonanie robót

5.1. Ogólne zasady wykonania robót podano w DM.00.00.00.

5.2. Wykonanie nasypów

Przed przystąpieniem do budowy nasypu należy w obrębie jego podstawy zakończyć roboty przygotowawcze, określone w DM.00.00.00. oraz wyznaczyć zarys skarp nasypu. Jeżeli pochylenie poprzeczne terenu w stosunku do osi nasypu jest większe niż 1:5 należy, w celu zabezpieczenia przed zsuwaniem się nasypu, wykonać w zboczu stopnie o spadku górnej powierzchni, wynoszącym około $4\% \pm 1\%$ i szerokości od 1,0 do 2,5m. Wymagane zagęszczenie i nośność podłoża pod nasyp określono w tablicy 1 w STWiORB D.02.01.01.

Jeżeli nasyp ma być budowany na powierzchni skały lub na innej gładkiej powierzchni, to przed przystąpieniem do budowy nasypu powinna ona być rozdrobniona lub spulchniona na głębokość co najmniej 15cm, w celu poprawy jej powiązania z podstawą nasypu. Wybór gruntów i materiałów do wykonania nasypów powinien być dokonany z uwzględnieniem zasad podanych w p. 2.

Nasypy powinny być wznoszone przy zachowaniu przekroju poprzecznego i profilu podłużnego, które określono w dokumentacji projektowej, z uwzględnieniem ewentualnych zmian poleconych przez Inżyniera/Kierownika projektu. W celu zapewnienia stateczności nasypu i jego równomiernego osiadania we wszystkich fazach budowy należy przestrzegać następujących zasad:

- a) nasypy należy wykonywać warstwami, z gruntów przydatnych do ich budowy, powinny być wznoszone równomiernie na całej szerokości,
- b) grubość warstwy w stanie luźnym powinna być dobrana w zależności od rodzaju gruntu i sprzętu używanego do zagęszczania, wbudowanie kolejnej warstwy nasypu może nastąpić dopiero po potwierdzeniu przez Inżyniera/Kierownika projektu prawidłowego wykonania warstwy poprzedniej,
- c) grunty o różnych właściwościach należy wbudowywać w oddzielnych warstwach, o jednakowej grubości na całej szerokości nasypu, grunty spoiste należy wbudowywać w dolne, a niespoiste w górne warstwy nasypu,
- d) warstwy gruntu przepuszczalnego (o współczynniku filtracji $K_{10} > 10^{-5}$ m/s wg [3 lub 6]) należy wbudowywać poziomo a warstwy gruntu mało przepuszczalnego (o współczynniku filtracji $K_{10} \leq 10^{-5}$ m/s wg [3 lub 6]) ze spadkiem górnej powierzchni około $4\% \pm 1\%$, w przypadku budowy nasypu w terenie płaskim spadek powinien być obustronny, natomiast gdy nasyp jest budowany na zboczu spadek powinien być jednostronny, zgodny z pochyleniem zbocza, a ukształtowanie powierzchni warstwy powinno uniemożliwiać lokalne gromadzenie się wody,
- e) jeżeli w okresie zimowym następuje przerwa w wykonywaniu nasypu, a górna powierzchnia jest wykonana z gruntu spoistego, to jej spadki porzeczne powinny być ukształtowane ku osi nasypu, a woda odprowadzona poza nasyp z zastosowaniem ścieku, ponieważ takie ukształtowanie zapobiega powstaniu potencjalnych powierzchni poślizgu w gruncie tworzącym nasyp,
- f) **górną warstwę nasypu, o grubości co najmniej 0,5m należy wykonać z gruntów niewysadzinowych, o współczynniku filtracji $K_{10} \geq 6 \times 10^{-5}$ m/s [3 lub 6] i wskaźniku różnoziarnistości $U \geq 5,0$ (wyjątkowo $U \geq 3,5$),**
- g) na terenach o wysokim stanie wód gruntowych oraz zalewowych dolne warstwy nasypu, o grubości co najmniej 0,5m powyżej najwyższego poziomu wody, należy wykonać z gruntu przepuszczalnego (o współczynniku filtracji $K_{10} > 10^{-5}$ m/s wg [3 lub 6]),
- h) grunt lub kruszywo przewiezione w miejsce wbudowania powinny być bezzwłocznie wbudowane w nasyp.

5.2.1. Wykonywanie nasypów z gruntów kamienistych lub gruboziarnistych z wypełnieniem wolnych przestrzeni

Każdą rozścieloną warstwę materiałów gruboziarnistych o grubości nie większej niż 30 cm należy przykryć warstwą żwiru lub piasku, którym przez ubijanie lub wibrowanie wypełnia się wolne przestrzenie między grubymi ziarnami. Przy tym sposobie budowania nasypów stosować można okruchy skał, kamienie, a jako materiał wypełniający - materiały sypkie o wskaźniku piaszkowym nie mniejszym niż 40 oraz wielkości ziaren do 5 mm.

5.2.2. Wykonywanie nasypów z gruntów kamienistych lub gruboziarnistych bez wypełnienia 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 o maksymalnym wymiarze ziaren 120 mm, a także o średnicy ziaren ≥ 20 mm mrozoodpornych, bez

wypełniania warstw materiałem drobnoziarnistym. Metodą tą można wykonywać tylko warstwy nasypu położone 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 (zawierającego od 25% do 50% ziaren mniejszych od 2 mm) i spełniającymi warunki:

$$4 d_{85} \geq D_{15} \geq 4 d_{15}$$

gdzie:

d_{85} i d_{15} - średnica oczek sita w [mm], przez które przechodzi 85% i 15% gruntu podłoża lub gruntu górnej warstwy nasypu,

D_{15} - średnica oczek sita w [mm], przez które przechodzi 15% materiału gruboziarnistego.

Rolę warstwy oddzielającej może spełniać również geowłóknina separacyjna o odpowiednich parametrach filtracyjnych.

5.2.3. Zasyпки obiektów inżynierskich

Jako materiał zasyпки konstrukcji oporowych należy stosować żwiry, pospółki i piaski co najmniej średnioziarniste o wskaźniku różnoziarnistości nie mniejszym od 5. Przepusty obsypywane gruntem o współczynniku filtracji $K_{10} > 10^{-5}$ m/s [3 lub 6] należy zabezpieczyć przed przebiciem hydraulicznym przez wykonanie ekranów uszczelniających umieszczonymi np. za skrzydłami wlotu przepustu.

Skarpa czołowa nasypu, ograniczająca zasypywaną przestrzeń za obiektem - przyczółkiem, ścianą oporową lub przepustem, powinna mieć pochylenie nie bardziej strome niż 1:1.

Wymagany jest wskaźnik zagęszczenia zasyпки $Is \geq 1,0$, z wyjątkiem skarp stożków przy skrzydełkach oraz skarp czołowych przyczółków ażurowych i wtopionych w nasyp, w których wskaźnik zagęszczenia powinien być nie mniejszy niż 0,95. Zasypkę gruntową należy układać równomiernie i zagęszczać warstwami o grubości umożliwiającej uzyskanie wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

Górna warstwa zasyпки o grubości co najmniej 0,5m wykonać z gruntów niespoistych, niewysadzinowych, o wskaźniku różnoziarnistości co najmniej 5 i współczynniku filtracji $K_{10} \geq 6 \times 10^{-5}$ m/s [3 lub 6], w razie braku takiego gruntu należy górną warstwę ulepszyć spoiwem (cementem, wapnem lub aktywnymi popiołami), grubość warstwy i sposób ulepszenia powinny być zgodne z dokumentacją projektową. Wskaźnik zagęszczenia gruntu Is powinien być nie mniejszy niż 1,03 na głębokość do 0,5m od górnej powierzchni nasypu, a poniżej nie mniejszy niż 1,00. Trudno dostępne miejsca przestrzeni zasypywanej mogą być wypełniane gruntem stabilizowanym cementem. Niedopuszczalne jest ich wypełnianie upłynnionym gruntem niespoistym.

W części nasypu przylegającej do przyczółków lub ścian oporowych należy wykonać urządzenia odwadniające z zastosowaniem drenów, geowłókniny filtracyjnej, geotekstylnych mat filtracyjnych lub okładziny z prefabrykatów.

5.2.4. Nasypy w obrębie przepustów należy wykonywać jednocześnie z obu stron przepustu z jednakowych, dobrze zagęszczonych poziomych warstw gruntu. Różnica poziomów zasyпки nie powinna w takim przypadku przekraczać 0,5m, jeżeli nie jest to uzasadnione obliczeniami statycznymi. Specjalne zabezpieczenia należy przewidzieć podczas obsypywania wylotów przepustów o kącie skrzyżowania z nasypem drogowym mniejszym od 60°.

5.2.5. Przy budowie nasypu na zboczu o pochyłości od 1:5 do 1:2 należy zabezpieczyć nasyp przed zsuwaniem się przez:

- wycięcie w zboczu stopni wg punktu 5.2.,
- wykonanie rowu stokowego powyżej nasypu.

Przy pochyłościach zbocza większych niż 1:2 wskazane jest zabezpieczenie stateczności nasypu przez podparcie go murem oporowym.

5.2.6. Przy poszerzeniu (lub wydłużeniu) istniejącego nasypu należy wykonywać w jego skarpie stopnie o szerokości do 1,0m. 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.

5.3. Zagęszczenie i nośność gruntu w podłożu nasypu

Zagęszczanie i nośność gruntu w podłożu nasypów powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w normie PN-S-02205.

Wykonawca powinien skontrolować wskaźnik zagęszczenia I_s i wtórny moduł odkształcenia E_2 gruntów rodzimych, zalegających w górnej strefie podłoża nasypu, do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu. Wymagany wskaźnik zagęszczenia $I_s \geq 0,95$, wymagany wtórny moduł odkształcenia $E_2 \geq 40$ dla gruntów niespoistych i $E_2 \geq 30$ dla gruntów spoistych.

Jeżeli wartości wskaźnika zagęszczenia I_s i wtórnego modułu odkształcenia E_2 są mniejsze niż

Podano powyżej, Wykonawca powinien dogęścić podłoże tak, aby powyższe wymagania zostały spełnione.

5.4. Warunki atmosferyczne podczas wykonywania nasypów

Wykonywanie nasypów należy przerwać, jeżeli wilgotność gruntu przekracza o więcej niż 10% wilgotność optymalną. Na warstwie gruntu nadmiernie zawilgoconego nie wolno układać następnej warstwy gruntu. Osuszenie można przeprowadzić w sposób mechaniczny lub chemiczny, poprzez wymieszanie gruntu z wapnem palonym albo hydratyzowanym, cementem lub popiołem. W celu zabezpieczenia nasypu przed nadmiernym zawilgoceniem, poszczególne warstwy oraz korona nasypu po zakończeniu robót ziemnych powinny być równe i mieć spadki potrzebne do prawidłowego odwodnienia, według p. 5.2, poz. d. W okresie deszczowym nie należy pozostawiać nie zagęszczonej warstwy do dnia następnego.

Niedopuszczalne jest wykonywanie nasypów w temperaturze, przy której nie jest możliwe osiągnięcie w nasypie wymaganego wskaźnika zagęszczenia I_s 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 rozmarznięciem zagęszczać ani układać na niej następnych warstw. Przed układaniem kolejnej warstwy należy sprawdzić, czy ostatnia wykonana warstwa jest prawidłowo zagęszczona.

5.5. Zagęszczenie nasypu

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. Grubość warstwy zagęszczonego gruntu oraz liczbę przejść maszyny zagęszczającej zaleca się określić doświadczalnie dla każdego rodzaju gruntu i typu maszyny wykonując odcinek próbny jak w p. 5.6.3.

5.5.1. Wilgotność gruntu

Wilgotność gruntu w czasie zagęszczania powinna być równa wilgotności optymalnej, określonej według normalnej próby [4 lub 5] z tolerancją -4%, +2%. Sprawdzenie wilgotności gruntu należy przeprowadzać laboratoryjnie, z częstotliwością określoną w p. 6. W wypadku gruntów zbyt wilgotnych lub zbyt suchych przed wbudowaniem należy je doprowadzić do wilgotności optymalnej.

5.5.2. Wymagania dotyczące zagęszczania i nośności

W zależności od uziarnienia stosowanych materiałów, zagęszczenie warstwy należy określać za pomocą oznaczenia wskaźnika zagęszczenia I_s (jak w p. 1.4.2.) lub wskaźnika odkształcenia I_0 (jak w p. 1.4.3.). Kontrolę zagęszczenia na podstawie wskaźnika odkształcenia I_0 (stosunku wtórnego modułu odkształcenia E_2 do pierwotnego modułu odkształcenia E_1 , określonych zgodnie z normą PN-S-02205:1998), należy stosować tylko dla gruntów gruboziarnistych, dla których nie jest możliwe określenie wskaźnika zagęszczenia I_s . Wskaźnik zagęszczenia gruntów I_s w nasypach powinien na całej szerokości korpusu spełniać wymagania podane w tablicy 2 i na rysunku 1.

Tablica 2. Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia i nośności gruntu w nasypach.

strefa nasypu	minimalna wartość I_s (E_2 niespoiste/spoiste) dla dróg o kategorii ruchu KR3-KR6*
GWN górna warstwa o grubości 20 cm od powierzchni robót ziemnych: do 0,20 m poniżej	1,00 lub 1,03** (120/120 MPa) 1,00 (100/60 MPa)
niżej leżące warstwy nasypu do głębokości od powierzchni robót ziemnych: od 0,2 do 1,2 m poniżej	1,00 (60/30 MPa)

warstwy nasypu na głębokości od powierzchni robót ziemnych: od 1,2 m poniżej	0,97 (40/30 MPa)
*KR 3-6 drogi o ruchu ciężkim i bardzo ciężkim z wyłączeniem autostrad i dróg ekspresowych. ** wymagane zagęszczenie 1,03, jeżeli GWN jest podłożem dla podbudowy z betonu cementowego lub betonu asfaltowego	



Rys. 1. Wartości wymagane w nasypach: wskaźnika zagęszczenia I_s i wtórnego modułu odkształcenia E_2 , w [MPa], wg [1].

Jako zastępcze kryterium oceny wymaganego zagęszczenia gruntów dla których trudne jest określenie wskaźnika zagęszczenia I_s , przyjmuje się wartość wskaźnika odkształcenia I_0 , wyznaczanego jak określono w punkcie 1.4.3.

Wskaźnik odkształcenia I_0 nie powinien być większy niż:

- dla żwirów, pospółek i piasków:
 - 2,2 przy wymaganej wartości $I_s \geq 1,0$ oraz
 - 2,5 przy wymaganej wartości $I_s < 1,0$,
- dla gruntów drobnoziarnistych o równomiernym uziarnieniu (pyłów, 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.

Jeżeli badania kontrolne wykażą, że zagęszczenie warstwy nie jest wystarczające, to Wykonawca powinien spulchnić warstwę, doprowadzić grunt do wilgotności optymalnej i powtórnie warstwę zagęścić. Jeżeli powtórne zagęszczenie nie spowoduje uzyskania:

- dla dolnych warstw nasypu (DWN) wymaganego wskaźnika zagęszczenia I_s ,
- dla górnej warstwy nasypu (GWN) wymaganych wskaźników zagęszczenia I_s oraz odkształcenia I_0 i wtórnego modułu odkształcenia E_2 ,

to Wykonawca musi usunąć warstwę i wbudować nowy materiał, o ile Inżynier/Kierownik projektu nie zezwoli na ponowienie próby prawidłowego zagęszczenia warstwy.

5.5.3. Próbne zagęszczenie (odcinek próbny)

Próbne zagęszczenie jest wykonywane na polecenie Inżyniera/Kierownika projektu. Odcinek próbny o minimalnej powierzchni 300 m², powinien być wykonany na terenie oczyszczonym, na którym układa się grunt czterema pasmami, każdy o szerokości od 3,5 do 4,5 m. Poszczególne warstwy układanego gruntu powinny mieć w każdym pasie inną grubość z tym, że wszystkie muszą mieścić się w granicach właściwych dla danego sprzętu zagęszczającego. Wilgotność gruntu powinna być równa optymalnej z tolerancją -4%, +2%.

Grunt ułożony na poletku według podanej wyżej zasady powinien być następnie zagęszczony, a po każdej serii przejść maszyny należy określić wskaźniki zagęszczenia, dopuszczając stosowanie innych, szybkich metod pomiaru. Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia należy wykonać co najmniej w 4 punktach, z których co najmniej 2 powinny umożliwić ustalenie wskaźnika zagęszczenia w dolnej części warstwy. Na podstawie porównania uzyskanych wyników zagęszczenia z wymaganiami podanymi w tabl.2 dokonuje się wyboru sprzętu i ustala się potrzebną liczbę przejść oraz grubość warstwy rozkładanego gruntu.

6. Kontrola jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w DM.00.00.00.

Sprawdzenie wykonania ukopu i dokopu polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w p. 5 niniejszej specyfikacji. W czasie kontroli należy zwrócić szczególną uwagę na sprawdzenie:

- a) zgodności rodzaju gruntu z określonym w dokumentacji projektowej i STWiORB,
- b) zachowania kształtu zboczy, zapewniającego ich stateczność,
- c) odwodnienia.

6.1. Sprawdzenie materiałów przeznaczonych na nasypy

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca przedstawi sprawozdania z badań gruntów z dokopów przeznaczonych do budowy nasypów.

W wypadku kruszyw kupowanych do wykonywania nasypów oprócz dokumentów Producenta potwierdzających ich dopuszczenie do obrotu i stosowania należy również przedstawić wyniki badań kruszyw potwierdzających wymagane właściwości.

6.1.1 Badania przydatności gruntów i kruszyw do budowy nasypów

Badania przydatności gruntów do budowy nasypu powinny być przeprowadzone na próbkach pobranych z każdej partii przeznaczonej do wbudowania w nasyp, pochodzącej z nowego źródła, jednak nie rzadziej niż jeden raz na 3000m³. W każdym badaniu należy określić następujące właściwości:

- skład granulometryczny, wg [4],
- zawartość części organicznych,
- wilgotność naturalną i optymalną, wg [4 lub 5],
- maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego, wg [5],
- współczynnik filtracji, wg [3 lub 6],
- wskaźnik różnoziarnistości,
- kapilarność bierna.

6.2. Sprawdzenie jakości wykonania nasypów

6.2.1. Rodzaje badań i pomiarów

Sprawdzenie jakości wykonania nasypów polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w p. 2. oraz p. 5. niniejszej specyfikacji, w dokumentacji projektowej i STWiORB.

Szczególną uwagę należy zwrócić na:

- a) badania prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu,
- b) badania zagęszczenia i nośności nasypu,
- c) pomiary kształtu nasypu.
- d) odwodnienie nasypu

6.2.2. Badania kontrolne prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu

Badania kontrolne prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu polegają na sprawdzeniu:

- a) prawidłowości rozmieszczenia gruntów o różnych właściwościach w nasypie,
- b) odwodnienia każdej warstwy,
- c) grubości każdej warstwy i jej wilgotności przy zagęszczaniu, badania należy przeprowadzić nie rzadziej niż jeden raz na 500 m² warstwy,
- d) nadania spadków warstwom z gruntów spoiстых,
- e) przestrzegania ograniczeń dotyczących wbudowania gruntów w okresie deszczów i mrozów.

6.2.3 Sprawdzenie zagęszczenia i nośności nasypu

W czasie robót i zagęszczania należy sprawdzać wilgotność gruntu i porównywać ją do wilgotności optymalnej wyznaczonej dla danego rodzaju gruntu. Przesiew gruntu i określenia jego wilgotności optymalnej wykonywać raz na jednej działce roboczej. Wilgotność w czasie zagęszczania należy badać przynajmniej dwukrotnie na każdej działce roboczej.

Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia I_s powinno być przeprowadzone według normy [2], oznaczenie modułów odkształcenia E_1 i E_2 według normy [1]. Końcowe obciążenie należy doprowadzić do 0,25 MPa. Zagęszczenie każdej warstwy należy kontrolować nie rzadziej niż:

- jeden raz w trzech punktach na 1000 m² warstwy, w przypadku określenia wartości I_s ,
- jeden raz w trzech punktach na 2000 m² warstwy w przypadku określenia pierwotnego E_1 i wtórnego E_2 modułu odkształcenia za pomocą VSS.

Wyniki kontroli zagęszczenia robót Wykonawca powinien wpisywać do dokumentów laboratoryjnych. Prawdliwość zagęszczenia konkretnej warstwy nasypu powinna być potwierdzona przez Inżyniera/Kierownika projektu wpisem w dzienniku budowy.

6.2.4 Pomiary kształtu nasypu

Pomiary kształtu nasypu obejmują kontrolę:

- prawidłowości wykonania skarp,
- szerokości korony korpusu.

Sprawdzenie prawidłowości wykonania skarp polega na skontrolowaniu zgodności z wymaganiami dotyczącymi pochyłeń i dokładności wykonania skarp, określonych w dokumentacji projektowej, STWiORB oraz w p.5 niniejszej specyfikacji. Sprawdzenie szerokości korony korpusu polega na porównaniu szerokości korony korpusu na poziomie wykonywanej warstwy nasypu z szerokością wynikającą z wymiarów geometrycznych korpusu, określonych w dokumentacji projektowej. Dokładność wykonania robót ziemnych podano w tablicy 3.

Tablica 3. Dokładność wykonania budowli ziemnych.

lp.	część budowli	jednostka	dokładność
1	podłoże nawierzchni: - nierówność powierzchni *), - pochylenie poprzeczne, - niweleta powierzchni.	cm % cm	±3 ±0,5 +1, -3
2	korpus pod podłoże ulepszone: - oś korpusu, odchyłka w planie, - szerokość górnej powierzchni, - nierówność górnej powierzchni *), - pochylenie poprzeczne, - niweleta górnej powierzchni, - pochylenie warstw gruntów mało-przepuszczalnych.	cm cm cm % cm %	±5 ±5 ±4 ±1 +2, -3 ±1
3	skarpy: - nierówność pow. pod ziemią urodzajną*), - nierówność pow. ziemi urodzajnej *).	cm cm	±10 ±5
4	rowy: - szerokość, - rzędne.	cm cm	+5 +1, -3

*) nierówności mierzone łatą o dł. 4 m.

6.3. Postępowanie z robotami wadliwymi

Jeżeli Wykonawca wbuduje w nasyp grunty lub materiały nieprzydatne, albo nie uwzględni zastrzeżeń dotyczących materiałów o ograniczonej przydatności, to wszelkie takie części nasypów zostaną przez Wykonawcę na jego koszt usunięte i wykonane powtórnie z materiałów o odpowiednich właściwościach.

Jeżeli wymagane wartości wskaźnika zagęszczenia I_s oraz nośności podłoża czyli modułu odkształcenia E_2 i/lub wskaźnika odkształcenia gruntu I_0 określone w punkcie 5.3. nie mogą być osiągnięte przez bezpośrednie zagęszczanie podłoża, to należy podjąć działania w celu ulepszenia gruntu podłoża, umożliwiające uzyskanie wymaganego zagęszczenia i nośności. Wykonawca przedstawi proponowane rozwiązanie wraz z propozycją materiałów Inżynierowi/Kierownikowi projektu do akceptacji.

W wypadku nie uzyskania wymaganych zagęszczeń i nośności warstwy, jej spadków lub jej uszkodzenia wskutek opadów atmosferycznych, Wykonawca niewłaściwie wykonaną lub uszkodzoną warstwę wykona ponownie na swój koszt.

7. Obmiar robót

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB DM.00.00.00.

Jednostką obmiarową jest m^3 (metr sześcienny) wykonanego nasypu, wymiany gruntu.

Objętość nasypów będzie ustalona w metrach sześciennych na podstawie obliczeń z przekrojów poprzecznych, w oparciu o poziom gruntu rodzimego lub poziom gruntu po usunięciu warstw gruntów nieprzydatnych.

8. Odbiór robót

8.1. Ogólne zasady odbioru podano w STWiORB DM.00.00.00.

9. Podstawa płatności

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWiORB DM.00.00.00.

Cena wykonania $1m^3$ nasypów obejmuje:

- prace pomiarowe,
- oznakowanie robót,
- zakup i dowóz gruntu na nasypy,
- wbudowanie dostarczonego gruntu w nasyp,
- zagęszczenie podłoża pod nasyp i gruntu nasypu,
- profilowanie powierzchni nasypu, rowów i skarp,
- wykonanie wszystkich elementów nasypu zgodnie z Projektem, wymaganiami STWiORB i PZJ, w tym co do dokładności wykonania, zagęszczenia i nośności,
- odwodnienie terenu robót,
- wykonanie dróg dojazdowych na czas budowy, a następnie ich rozebranie,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w STWiORB,
- rekultywację terenu i jego uporządkowanie,
- obmiar geodezyjny wykonanego zakresu nasypu, zasypki i wymiany.

10. Normy i Przepisy związane

10.1. Normy

1. PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
2. BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
3. PN-B-04492:1955 Grunty budowlane. Badania właściwości fizycznych. Oznaczanie wskaźnika wodoprzepuszczalności.
4. PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
5. PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie. Część 2: Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora.
6. PKN-CEN ISO/TS 17892-11 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 11: Badanie filtracji przy stałym i zmiennym gradiencie hydraulicznym.
7. PN-EN 933-8 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek – badania wskaźnika piaskowego

10.2. Inne przepisy

1. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych – załącznik do zarządzenia nr 31/2014 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 16.06.2014r.