

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA
WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

D.02.03.01
45112000-5

WYKONANIE NASYPÓW
CPV : Roboty ziemne i wykopaliskowe

1. Wstęp

1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania dotyczące wykonania nasypów dla zadania „Przebudowa drogi w Świętej”.

1.2. Zakres stosowania STWiORB

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót, opisanych w pkt. 1.1.

1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót przy wykonaniu nasypów i obejmują:

- wykonanie nasypów z gruntów kat. I-V z pozyskaniem i transportem gruntu z wykopów,
- wykonanie nasypów z gruntów kategorii I-V z pozyskaniem i transportem gruntu z dokopu,
- plantowanie powierzchni skarp wykopów i nasypów, rowów oraz poboczy

1.4. Określenia podstawowe

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

1.4.2. Dokop - miejsce pozyskania gruntu do wykonania nasypów, położone poza pasem prowadzonych Robót drogowych.

1.4.3. Ukop - miejsce pozyskania gruntu do wykonania nasypów, położone w obrębie pasa prowadzonych Robót drogowych.

1.4.4. Wskaźnik zagęszczenia gruntu - wielkość charakteryzująca zagęszczenie gruntu, określona według wzoru:

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

gdzie:

ρ_d - gęstość objętościowa szkieletu zagęszczonego gruntu w nasypie, (Mg/m^3), wg BN-8931-12 [3]

ρ_{ds} - maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego przy wilgotności optymalnej, określona w normalnej próbie Proctora, zgodnie z PN-B-04481 [2]

1.4.5. Wskaźnik różnoziarnistości - wielkość charakteryzująca zagęszczalność gruntów niespoistych, określona według wzoru:

$$U = d_{60}/d_{10}$$

gdzie:

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

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

1.4.6. Kategoria gruntów

Tablica 1. Podział gruntów i skał ze względu na specyfikę i stopień trudności urabiania w złożu (dla celów robót ziemnych)

| Kategoria urabialności gruntów | Nazwa | Określenie i właściwości |
|--------------------------------|---|--|
| Kategoria 1 | Gleba | wierzchnia warstwa gruntu zawierająca oprócz materiałów nieorganicznych również części organiczne: próchnicę oraz organizmy żywe |
| Kategoria 2 | Grunty płynne | grunty w stanie płynnym, trudno oddające wodę |
| Kategoria 3 | Grunty łatwo urabialne | a) grunty niespoiste i mało spoiste: grunty frakcji żwirowej lub piaskowej oraz ich mieszaniny, z domieszką do 15% cząstek frakcji pyłowej i ilowej, zawierające mniej niż 30% kamieni i głazów o objętości do 0,01 m ³ (kula o średnicy $\approx 0,3$ m); b) grunty organiczne o małej zawartości wody, dobrze rozłożone, słabo skonsolidowane |
| Kategoria 4 | Grunty średnio urabialne | a) mieszaniny frakcji żwirowej, piaskowej, pyłowej i ilowej, zawierające więcej niż 15% cząstek frakcji pyłowej i ilowej; b) grunty spoiste o $I_p \leq 15\%$, $0 \leq I_L \leq 0,5$, zawierające do 30% kamieni i głazów o objętości do 0,01 m ³ ; c) grunty organiczne skonsolidowane ze szczątkami drzew |
| Kategoria 5 | Grunty trudno urabialne | a) grunty jak w kategorii 3 i 4, lecz zawierające więcej niż 30% kamieni i głazów o objętości do 0,01 m ³ ; b) grunty niespoiste i spoiste zawierające do 30% głazów o objętości od 0,01 m ³ do 0,1 m ³ (objętość kuli o średnicy od $\approx 0,3$ m do $\approx 0,6$ m); c) grunty bardzo spoiste ($w_L \geq 70\%$), i $0 \leq I_L \leq 0,5$ |
| Kategoria 6 | Skały łatwo urabialne i porównywalne rodzaje gruntu | a) skały mające wewnętrzną cementację ziarn, lecz mocno spękane, łamliwe, kruche, łupkowate, miękkie lub zwietrzałe; b) porównywalne grunty zwięzłe lub zestalone (np. przez wyschnięcie, zamrożenie, związanie chemiczne), niespoiste lub spoiste; c) grunty niespoiste i spoiste zawierające więcej niż 30% głazów o objętości od 0,01 m ³ do 0,1 m ³ |
| Kategoria 7 | Skały trudno urabialne | a) skały mające wewnętrzną cementację ziarn i dużą |

| | | |
|--|--|---|
| | | wytrzymałość strukturalną , lecz spękane lub zwietrzałe; b) zwięzłe niezwiętrzałe łupki ilaste, warstwy zlepieńców, hutnicze hałdy żużlowe itp.; c) głązy o objętości powyżej 0,1 m ³ |
|--|--|---|

Pozostałe określenia podane w niniejszej ST są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i Specyfikacją Techniczną D.00.00.00 „Wymagania ogólne” [1].

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, ST i poleceniami Inżyniera. Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D.00.00.00 „Wymagania ogólne” [1].

2. Wyroby budowlane i materiały

2.1. Ogólne wymagania

Ogólne wymagania dotyczące wyrobów budowlanych oraz materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w STWiORB D.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2 [1].

Do wykonania nasypów należy stosować wyłącznie grunty które są zaakceptowane przez Inżyniera.

Akceptacja powinna następować na bieżąco, w czasie trwania Robót ziemnych, na podstawie przedkładanych przez Wykonawcę wyników badań laboratoryjnych określonych w niniejszej STWiORB.

2.2. Grunt z wykopu

W przypadku stosowania gruntów o ograniczonej przydatności Wykonawca ma obowiązek uwzględnienia wszystkich zastrzeżeń dotyczących technologii i dopuszczonych miejsc wbudowania tych gruntów, określonych w PN-S-02205 [4] a zapisanych w tablicy 2.

Jeżeli niemożliwe jest uzyskanie wymaganego zagęszczenia Wykonawca dokona doziarnienia gruntów niespoistych żwirem, pospółką lub piaskiem gruboziarnistym. Grunty dopuszczone do budowy nasypów powinny spełniać wymagania określone w PN-S-02205 [4].

Przydatność gruntów do wykonania budowli ziemnych a w tym nasypów podaje tablica 2.

Tablica 2. Przydatność gruntów do wykonywania budowli ziemnych wg PN-S-02205 [4].

| 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 $U \geq 15$ | 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 | - do nasypów nie wyższych niż 3 m, 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 3 m: zabezpieczonych przed zawilgoceniem lub po ulepszeniu spoiwami |
| | | 6. Gliny piaszczyste zwięzłe, gliny zwięzłe i gliny pylaste zwięzłe oraz inne grunty o granicy płynności w_L od 35 do 60% | |
| Na górne warstwy nasypów w strefie przemarzania | 1. Żwiry i pospółki 2. Piaski grubo i średnioziarniste | | |
| W wykopach i miejscach zerowych do głębokości przemarzania | Grunty niewysadzinowe | Grunty wątpliwe i wysadzinowe | - gdy są ulepszone spoiwami (cementem, wapnem, aktywnymi popiołami itp.) |

2.3. Wymagania wobec gruntów z dokopu - spełniające wymagania PN-S-02205 [4].

Przydatne na górną warstwę nasypów o grubości 0,5 m są żwiry, pospółki, piaski grubo i średnioziarniste, wysiewki kamienne o uziarnieniu odpowiadającym pospółkom o:

- wskaźniku różnoziarnistości > 5 ,
- wskaźniku piaskowym > 35 ,
- współczynnika filtracji $K \geq 6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, (5,18 m/d)
- zawartości cząstek $\leq 0,075 \text{ mm}$ mniej niż 15%,
- zawartości cząstek $\leq 0,02 \text{ mm}$ mniej niż 3%

- największa średnica ziarna gruntu 200 mm
- kapilarności biernej $H_{kb} < 1,0$ m

Ponadto grunt górnej warstwy nasypu o grubości 30 cm winien być o wskaźniku nośności $CBR \geq 30\%$.

Na warstwy nasypu 0,5 m poniżej powierzchni robót ziemnych stosować piaski, żwiry i pospółki, pospółki gliniaste, piaski gliniaste z domieszką frakcji żwirowo-kamienistej (morenowe) i wysiewki kamienne o zawartości frakcji iłowej powyżej 2% oraz grunty z wykopów z wyjątkiem przewidzianych na odkład o:

- wskaźniku różnoziarnistości co najmniej 3, a dla piasków gliniastych co najmniej 15,
- o mniejszym wskaźniku można stosować jeżeli próby na poletku doświadczalnym wykazą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia i potwierdzą to wyniki badań wykonanych warstw,
- gęstość objętościowa szkieletu $\geq 1,6 \text{ g/cm}^3$
- największa średnica ziarna gruntu 200 mm

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

- wilgotność naturalną według PN-B-04481 [2],
- wilgotność optymalną i maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego wg PN-B-04481 [2],

Alternatywne badania właściwości winny obejmować:

- skład granulometryczny, wg PN-B-04481 [2] lub alternatywnie wg PKN-CEN ISO/TS 17892-4 [7], dopuszcza się badanie przy użyciu laserowych mierników cząstek,
- zawartość części organicznych wg PN-B-04481 [2] lub metodą Tiurina, (w uzasadnionych przypadkach w razie zaobserwowania obecności substancji organicznej),
- wilgotność naturalną, wg PN-B-04481 [2]
- wilgotność optymalną i maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego, wg PN-B-04481 [2]
- granicę płynności, wg PN-B-04481 [2], lub alternatywnie wg PKN-CEN ISO/TS 17892-12 [14] (grunty spoiste)
- wskaźnik piaskowy, wg BN-64/8931-01 [5] lub PN-EN 933-8 [8] (grunty sypkie),
- współczynnik filtracji dla gruntów przeznaczonych do wbudowania w górną warstwę nasypu wg wzoru USBSC „amerykańskiego”, alternatywnie wzoru Slichtera lub wg BN-76/8950-03 [9]; w przypadkach wątpliwych dla ostatecznych rozstrzygnięć wg PN-B-04492 [10]. Oznaczenie współczynnika filtracji można badać również wg ISO/TS 17892-11 [11] oraz WT-4 [17] wymagając wielkości ustalonej doświadczalnie w oparciu o wyżej wymienione metody badań (tj. $k > 5,18 \text{ m/dobę}$ oraz $k > 8 \text{ m/dobę}$).
- Wskaźnik nośności gruntu (CBR) według PN-S-02205 [4], załącznik A.

2.4. Źródła pozyskiwania materiałów

Wykonawca powinien zaproponować źródła dostaw gruntów i przedstawić wyniki badań jakości w ramach PZJ oraz uzyskać na w/w dostawy akceptację Inżyniera.

2.5. Wapno

Do ulepszania oraz do osuszania gruntu przewilgoconego należy stosować wapno suchogaszone (hydratyzowane) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ albo wapno palone niegaszone wg PN-B-30020 [6]. Przydatność wapna należy oceniać na podstawie informacji producenta dołączonej do oznakowania CE lub znaku budowlanego albo na podstawie deklaracji właściwości użytkowych, a w przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania szczegółowe wg PN-B-30020 [6].

Wapno palone niegaszone i suchogaszone (hydratyzowane) powinno być przechowywane w warunkach zabezpieczających przed zawilgoceniem i zanieczyszczeniem.

3. Sprzęt

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne" [1].

3.2. Sprzęt do robót ziemnych

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 mieszania gruntu z materiałem doziarniającym.

Wykonawca przystępujący do wykonania warstw nasypu z gruntu związanego cementem albo wapnem lub osuszenia gruntu wapnem powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

a) w przypadku wytwarzania mieszanek gruntowo-spoiwowych w mieszarkach:

- mieszarek stacjonarnych,
- układarek lub równiarek do rozkładania mieszanki,
- walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
- zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych,

b) w przypadku wytwarzania mieszanek gruntowo-spoiwowych na miejscu:

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

3.3. Dobór sprzętu zagęszczającego

W tablicy 3 podano, dla różnych rodzajów gruntów, orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego. Sprzęt do zagęszczania powinien być zatwierdzony przez Inżyniera.

Tablica 3. Orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego

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

*) Walce statyczne są mało przydatne w gruntach kamienistych.

**) Wibracyjnie należy zagęszczać warstwy grubości ≥ 15 cm, cieńsze warstwy należy zagęszczać statycznie.

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

Uwagi:

- 1) Do zagęszczania górnych warstw podłoża. Zalecane do codziennego wygładzania (przywałowania) gruntów spoistych w miejscu pobrania i w nasypie.
- 2) Nie nadają się do gruntów nawodnionych.
- 3) Mało przydatne w gruntach spoistych.
- 4) Do gruntów spoistych przydatne są walce średnie i ciężkie, do gruntów kamienistych - walce bardzo ciężkie.
- 5) Zalecane do piasków pylastych i gliniastych, pospółek gliniastych i glin piaszczystych.
- 6) Zalecane do zasypek wąskich przekopów

3.4. Do wykonania nasypów może być użyty sprzęt mechaniczny zaakceptowany przez Inżyniera.

4. Transport

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne" [1].

4.2. Grunt na nasypy z dokopu transportowany będzie samowyladowczymi środkami transportu (samochody, ciągniki z przyczepami).

4.3. Transport cementu i wapna musi odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem, zbrzyleniem i zanieczyszczeniem. Przewiduje się transport w cysternach przystosowanych do przewozu rzeczy sypkich. Transport cementu powinien odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08 [12].

5. Wykonanie robót

5.1. Ogólne warunki wykonania robot

Ogólne warunki wykonania robót podano w ST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" [1].

Szczegółowe warunki wykonania nasypów podano w Opisie Technicznym Dokumentacji Projektowej.

5.2. Dostawy materiału i wyrobów na nasypy

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

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

5.3. Zakres wykonywanych robót

5.3.1. Warunki ogólne

Wykonywanie nasypów może nastąpić po wykonaniu robót.

Oznakowanie robót prowadzonych w pasie drogowym należy wykonać zgodnie z projektem organizacji ruchu na czas budowy.

Wykonawca powinien skontrolować wskaźnik zagęszczenia gruntów rodzimych, zalegających w górnej strefie podłoża nasypu, do głębokości 0,5 metra od powierzchni terenu. Minimalna wartość wskaźnika zagęszczenia powinna wynosić wielkość zapisaną w tabl. 3. Jeżeli wartość wskaźnika jest mniejsza Wykonawca dogęści podłoże tak, aby wymagania zostały osiągnięte.

Tablica 4. Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia dla podłoża nasypów do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu

| Nasypy o | Minimalna wartość I_s dla: | |
|-------------|------------------------------|-----------------|
| | kategoria ruchu | kategoria ruchu |

| wysokości, m | KR3-KR6 | KR1-KR2 |
|-----------------|---------|---------|
| do 2 | 1,00 | 0,97 |
| ponad 2 | 0,97 | 0,95 |

Wtórny moduł odkształcenia podłoża nasypu w zależności od kategorii ruchu winien wynosić:

- dla KR 1 - KR2 $E_2 \geq 30$ MPa dla gruntów spoistych i 40 MPa dla niespoistych
- dla KR 3 - KR6 $E_2 \geq 60$ MPa dla gruntów niespoistych i 45 MPa dla spoistych – nasyp $\leq 2,0$ m
- dla KR3 - KR6 $E_2 \geq 40$ MPa dla gruntów niespoistych i 30 MPa dla spoistych – nasyp $\geq 2,0$ m

Jeżeli nie można będzie uzyskać w/w wartości wskaźnika zagęszczenia i wtórnego modułu odkształcenia to należy podłoże związać spoiwem na miejscu. Metodę proponuje Wykonawca a Inżynier ją zatwierdzi. Koszt ulepszenia podłoża poniesie Wykonawca.

5.3.2. Wykonanie nasypów

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

- styk dwóch przyległych części nasypu, wykonanych z różnorodnych gruntów wykonać przy pomocy stopni wg punktu 5.3.2.2,
- górną warstwę nasypu o grubości co najmniej 0,50 m wykonać z materiału o własnościach określonych w punkcie 2.3,
- grunt przewieziony w miejsce wbudowania musi być bezzwłocznie wbudowany w nasyp,
- nasypy należy wykonać metodą warstwową,
- nasypy powinny być wznoszone równomiernie na całej szerokości korpusu lub każdej strony drogi,
- grubość warstwy w stanie luźnym powinna być odpowiednio dobrana w zależności od rodzaju gruntu i sprzętu użytego do zagęszczania,
- przystąpienie do układania kolejnej warstwy nasypu może nastąpić dopiero po dokonaniu odbioru warstwy poprzedniej,
- grunty o różnych właściwościach należy układać w oddzielnych warstwach,
- grunty spoiste należy wbudowywać w dolne warstwy nasypów, a grunty niespoiste w górne,
- warstwy gruntu przepuszczalnego należy układać z pochyleniem poprzecznym 1-2%, a warstwy gruntu mało przepuszczalnego ze spadkiem górnej powierzchni 3 %,
- ukształtowanie powierzchni warstwy powinno uniemożliwiać lokalne gromadzenie się wody.
- grunty z wykopu wbudować w dolne warstwy nasypów.

5.3.2.1 Wykonanie nasypów nad przepustami

Nasypy w obrębie przepustów należy wykonywać jednocześnie z obu stron przepustu z jednakowych, dobrze zagęszczonych warstw gruntu. W przekopach (wcinkach) wykonanych w poprzek uformowanego nasypu należy wykonać w jego skarpie stopnie

o szerokości do 1,0 metra. 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.

5.3.2.2 Stopnie wykonać zgodnie z wymaganiami PN-S-02205 [4]

5.3.2.3. Nasypy w ramach wymiany gruntów należy wykonać zgodnie z wymaganiami projektu budowlano – wykonawczego wzmocnienia słabonośnego podłoża gruntowego.

5.3.3. Wymagana dokładność wykonania nasypów

Szerokość korony drogi nie powinna różnić się od szerokości projektowanej, więcej niż o 10 cm, a krawędź korony nie powinna mieć widocznych załamania.

Nierówności podłoża nawierzchni mierzone łata 3m nie powinny przekraczać $\pm 3\text{cm}$. Pochylnie poprzeczne podłoża nawierzchni nie powinny się różnić od projektowanego o więcej niż $\pm 0,5\%$.

Rzędne podłoża nawierzchni nie powinny się różnić od projektowanego o więcej niż $+0\text{cm}$ i -2cm .

Oś korpusu może być odchylona o max $\pm 10\text{cm}$

Pochylenie skarp nasypów nie może się różnić od projektowanych pochyleń więcej niż o 10%. Powierzchnie skarp nie powinny mieć większych wklęśnięć niż 10cm.

Szerokość rowów nie powinna różnić się od projektowanych, więcej niż o 5cm.

Rzędne profilu dna mogą się różnić od projektowanych najwyżej o $+1\text{cm}$ i -3cm .

5.3.4. Zagęszczanie gruntów

5.3.4.1 Wymagania dotyczące zagęszczenia gruntów w nasypach.

Wskaźnik zagęszczenia gruntów w nasypach, określony według normy PN-S-02205 [4], powinien na całej szerokości korpusu spełniać wymagania podane w tablicy poniżej.

Tablica 5. Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu w nasypach

| Strefa nasypu | Minimalna wartość I_s | |
|--|-------------------------|------------------------|
| | kategoria ruchu KR 3-6 | kategoria ruchu KR 1-2 |
| Górna warstwa o grubości 20 cm | 1,03 | 1,00 |
| Niżej leżące warstwy nasypu do głębokości od powierzchni robót ziemnych: – 2,0 m | 1,00 | 0,97 |
| Warstwa nasypu od powierzchni robót ziemnych poniżej: – 2,0 m | 0,97 | 0,95 |

Dla nasypów w ramach wymiany pod wodą wymagany wskaźnik zagęszczenia $I_s \geq 0,95$ t.j. stopień zagęszczenia $I_D \geq 0,55$.

Jeżeli zagęszczenie warstwy jest mniejsze od wymaganego, wówczas wykonawca powinien spulchnić warstwę, doprowadzić grunt do wilgotności optymalnej i ponownie zagęścić. Jeżeli powtórne zagęszczenie nie spowoduje uzyskania wymaganych wskaźników zagęszczenia – Wykonawca powinien usunąć warstwę i wbudować nowy grunt.

Dla kontroli zagęszczenia nasypów można stosować jako kryterium zastępcze metody

obciążeń płytowych wg załącznika do normy PN-S-02205 [4] Roboty ziemne albo inne metody zaakceptowane przez Inżyniera.

Dopuszcza się do kontroli zagęszczenia nasypów z gruntów niespoistych użycie sond dynamicznych. Do interpretacji wyników można posłużyć się normą PN-B-04452 [13] oraz Instrukcją Badań Podłoża Gruntowego Budowli Drogowych i Mostowych.

Stosunek wtórnego i pierwotnego modułu nie powinien przekraczać

- dla pospółek i piasków - 2,2 dla $I_s \geq 1,0$ i 2,5 dla $I_s < 1,0$
- dla gruntów drobnoziarnistych o równomiernym uziarnieniu, pyłów, glin, glin pylastych, glin zwięzłych, ilów - 2,0
- dla różnoziarnistych (żwirów gliniastych, pospółek gliniastych, pyłów piaszczystych, pisków gliniastych, glin piaszczystych, glin piaszczystych zwięzłych) – 3,0
- dla narzutów kamiennych, rumoszy - 4,0.

Do kontroli zagęszczenia nasypów z gruntów niespoistych przez Zamawiającego dopuszcza się użycie sond dynamicznych. Do interpretacji wyników można posłużyć się PN-B-04452 [13] oraz Instrukcją badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych [15].

5.3.4.2 Wymagania dotyczące nośności.

Wtórny moduł odkształcenia na głębokości 0,3m od powierzchni robót ziemnych winien być $\geq 60\text{MPa}$, a na głębokości 2,0m $\geq 45\text{MPa}$ w gruntach spoistych i $\geq 60\text{MPa}$ w gruntach niespoistych.

Wymagany moduł odkształcenia na głębokości 0,3m od powierzchni robót ziemnych:

- dla KR1-KR2 $\geq 60\text{MPa}$
- dla KR3-KR6 $\geq 100\text{MPa}$.

Wymagany moduł odkształcenia na głębokości 1,2m od powierzchni robót ziemnych.

- dla KR1-KR2 – grunty spoiste $\geq 30\text{MPa}$, grunty niespoiste $\geq 45\text{MPa}$
- dla KR3-KR6 – grunty spoiste $\geq 30\text{MPa}$, grunty niespoiste $\geq 60\text{MPa}$

Wtórny moduł odkształcenia podłoża nawierzchni na powierzchni robót ziemnych w zależności od kategorii ruchu wynosi:

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

5.3.5. Wykonanie zagęszczenia gruntów

5.3.5.1. Wilgotność zagęszczanego gruntu.

Wilgotność gruntu w czasie jego zagęszczania powinna być zbliżona do optymalnej. Wilgotność optymalną gruntu i jego gęstość, należy określić laboratoryjnie metodą normalną wg PN-B-04481 [2] „Grunty budowlane. Badania próbek gruntu”.

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%

Grunty o wilgotności mniejszej od wymaganej należy nawilżyć. Grunty o wilgotności większej od wymaganej należy osuszyć (np. poprzez mieszanie gruntów sypkich oraz zmieszanie gruntów spoistych z wapnem).

5.3.5.2. Grubość warstw zagęszczanego gruntu.

Grubość warstw zagęszczanego gruntu w nasypie oraz liczbę przejazdów maszyny zagęszczającej, należy określić doświadczalnie dla każdego rodzaju gruntu i typu maszyn – zgodnie z zasadami podanymi w punkcie 5.3.5.4.

Rozścielone warstwy gruntu o ustalonej grubości, zagęszcza się poczynając od krawędzi nasypu w kierunku osi drogi, aż do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

5.3.5.3. Równomierność zagęszczania.

Do osiągnięcia równomiernego zagęszczania gruntu należy:

- rozścielać grunt warstwami o równej grubości,
- warstwy nasypanego gruntu zagęszczać na całej ich szerokości,
- warstwy gruntu zagęszczać od krawędzi ku środkowi nasypu.

5.3.5.4. Próbne zagęszczenie

Odcinek doświadczalny dla próbnego zagęszczenia gruntu o minimalnej powierzchni 300 m², powinien być wykonany na terenie oczyszczonym z gleby, na którym układa się grunt czterema pasmami o szerokości od 3,5 do 4,5 m każde. Poszczególne warstwy układanego gruntu powinny mieć w każdym pasie inną grubość z tym, że wszystkie muszą mieścić się w granicach właściwych dla danego sprzętu zagęszczającego. Wilgotność gruntu powinna być równa optymalnej z tolerancją podaną w punkcie 5.3.5.1. 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 (sonda izotopowa, ugięciomierz udarowy po ich skalibrowaniu w warunkach terenowych).

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 punkcie 5.3.4 dokonuje się wyboru sprzętu i ustala się potrzebną liczbę przejść oraz grubość warstwy rozkładanego gruntu.

5.3.6. Dokop

Miejsce dokopu gruntu wymaga akceptacji Inżyniera.

Miejsce powinno być tak dobrane, aby uzyskać najkrótszą możliwą odległość transportu.

Pozyskiwanie gruntu z dokopu może rozpocząć się dopiero po zbadaniu przydatności gruntu oraz po pisemnej zgodzie Inżyniera.

Grunty nieprzydatne do budowy nasypów nie powinny być odspajane, chyba że wymaga tego dostęp do gruntu przydatnego.

Odspajane grunty nieprzydatne powinny być złożone w sposób wynikający z umowy Wykonawcy i właściciela dokopu.

Roboty ziemne na terenie dokopu nie będą włączone do obmiaru.

O ile to konieczne dokop należy odwodnić.

Wszystkie koszty pozyskania gruntu z dokopu, a w tym odwodnienia, dróg tymczasowych, utrzymania dokopu i zagospodarowania go po zakończeniu jego eksploatacji Wykonawca uwzględni w cenie nasypu z gruntu z dokopu.

6. Kontrola jakości robót

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWiORB D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne” [1].

6.2. Kontrole i badania w trakcie wykonywania robót

Badania w czasie prowadzenia robót polegają na sprawdzeniu przez Inżyniera na bieżąco, w miarę postępu robót, jakości używanych przez Wykonawcę materiałów i zgodności wykonywanych robót ziemnych z Dokumentacją Projektową i wymaganiami niniejszej specyfikacji.

6.2.1. Sprawdzenie prac przygotowawczych

Sprawdzenie to polega na skontrolowaniu zgodności z wymaganiami podanymi w pkt. 5.3.1. Kontrola prawidłowości wykonania dotyczy także następujących prac:

- sprawdzenia zgodności warunków geotechnicznych z podanymi w projekcie i ustalenia ewentualnych zmian,
- skontrolować czy wykonano wycięcia stopni w skarpach, zgodnie z wymaganiami podanymi w p. 5.3.2.2,

6.2.2. Badanie gruntów

Wykonawca wykona badania zapisane w p. 2 jeden raz na 3000 m³.

6.2.3. Sprawdzenie wykonywania nasypów

Sprawdzenie to polega na skontrolowaniu zgodności z wymaganiami podanymi w punktach 5.3.2 oraz 5.3.4.

6.2.4. Sprawdzenie zagęszczenia gruntów i nośności

Moduły odkształcenia oblicza się z następujących wzorów wg PN-S-02205 [4]:

$$E_1 = (3 \cdot \Delta p / 4 \cdot \Delta s) \cdot D$$

$$E_2 = (3 \cdot \Delta p_2 / 4 \cdot \Delta s_2) \cdot D$$

gdzie:

- | | |
|--------------|--|
| E_1 | - moduł pierwotny odkształcenia [MPa], |
| E_2 | - moduł wtórny odkształcenia [MPa], |
| Δp | - różnica nacisków w pierwszym cyklu obciążania [MPa], |
| Δp_2 | - różnica nacisków w drugim cyklu obciążania [MPa], |
| Δs | - przyrost osiadań odpowiadający różnicy nacisków Δp [mm], |
| Δs_2 | - przyrost osiadań odpowiadający różnicy nacisków Δp_2 [mm], |
| D | - średnica płyty [mm]. |

Wyniki zagęszczenia gruntów Wykonawca powinien wpisywać do dziennika budowy. Odbiór podłoża nasypu i wykonania każdej warstwy winien być zapisany w dzienniku budowy przez Inspektora Nadzoru.

Dopuszcza się wykonywanie badań modułu odkształcenia w zakresie wskazanym przez Inżyniera płytą dynamiczną po jej odpowiednim skalibrowaniu.

6.4. Badania w czasie odbioru nasypów

6.4.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów do odbioru korpusu ziemnego podaje tablica 6.

Tablica 6. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanych robót ziemnych

| Lp. | Badana cecha | Minimalna częstotliwość badań i pomiarów |
|-----|---|---|
| 1 | Pomiar szerokości korpusu ziemnego | Pomiar taśmą, szablonem, łątą o długości 3 m i poziomą lub niwelatorem, w odstępach co 200 m na prostych, w punktach głównych łuku, co 100 m na łukach o $R \geq 100$ m co 50 m na łukach o $R < 100$ m oraz w miejscach, które budzą wątpliwości |
| 2 | Pomiar szerokości dna rowów | |
| 3 | Pomiar rzędnych powierzchni korpusu ziemnego | rzut osi i krawędzi jezdni co 10 m na drodze klasy S i na łukach poziomych dróg niższych klas oraz na drogach klas niższych co 20 m na prostych |
| 4 | Pomiar pochylenia skarp | Pomiar taśmą, szablonem, łątą o długości 3 m i poziomą lub niwelatorem, w odstępach co 200 m na prostych, w punktach głównych łuku, co 100 m na łukach o $R \geq 100$ m co 50 m na łukach o $R < 100$ m oraz w miejscach, które budzą wątpliwości |
| 5 | Pomiar równości powierzchni korpusu | |
| 6 | Pomiar równości skarp | |
| 7 | Pomiar spadku podłużnego powierzchni korpusu lub dna rowu | Pomiar niwelatorem rzędnych w odstępach co 200 m oraz w punktach wątpliwych |
| 8 | Badanie zagęszczenia gruntu i nośności | Wskaźnik zagęszczenia określać dla podłoża nasypu i każdej ułożonej warstwy lecz nie rzadziej niż raz na 1500 m ² warstwy oraz E ₂ podłoża nasypu i na głębokości 2,0m od powierzchni robót ziemnych oraz na głębokości 1,2 m pozostałych dróg na głębokości 0,3m od powierzchni robót ziemnych oraz na powierzchni robót ziemnych raz na 1000 m ² |

6.4.2. Sprawdzenie dokumentów kontrolnych

Sprawdzenie dokumentów kontrolnych dotyczy:

- oznaczeń laboratoryjnych,
- dziennika budowy,
- dzienników laboratorium Wykonawcy,
- zapisów odbiorów Robót zanikających i ulegających zakryciu w dzienniku budowy.

6.4.3. Sprawdzenie zagęszczenia gruntów i nośności

Zagęszczenie gruntów na ocenianym odcinku uznaje się za zgodne z wymaganiami, jeśli wartości wskaźników zagęszczenia I_s oraz stosunki modułów odkształcenia spełniają będą wymagania podane w pkt 5.3.4.1 i 5.3.4.2.

Nośność uznaje się za zgodną z wymaganiami jeżeli E_2 jest nie mniejsze od wymaganego zapisanego w pkt 5.3.4.1 i 5.3.4.2.

7. Obmiar robót

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne wymaganie dotyczące obmiaru podano w STWiORB D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne” [1].

7.2. Jednostka obmiaru

Jednostką obmiarową jest m^3 (metr sześcienny) wykonanego nasypu oraz m^2 (metr kwadratowy) plantowania skarp, dna rowów i poboczy - na podstawie Dokumentacji Projektowej i pomiarów w terenie.

8. Odbiór robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne" [1].

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

9. Podstawa płatności

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w STWiORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne" [1].

Płatność za m^3 wykonanego nasypu oraz m^2 plantowania powierzchni skarp, dna rowów i poboczy należy przyjmować zgodnie z Dokumentacją Projektową, obmiarem robót, oceną jakości użytych materiałów i jakości wykonania robót na podstawie wyników pomiarów i badań.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania:

- robót ziemnych poprzeczne bez transportu wykonywane mechanicznie w gr. kat. I-V
- nasypów mechanicznie z gr kat I-V z pozyskaniem i transportem gruntu z wykopu i dokopu obejmuje:

- prace przygotowawcze i pomiarowe,
- oznakowanie robót prowadzonych w pasie drogowym,
- dogęszczenie podłoża nasypu do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu,
- związanie spoiwem gruntu podłoża nasypu,
- zakup i transport na miejsce wbudowania spoiw (wapna),
- zakup i transport gruntu z dokopu na miejsce wbudowania,
- odspojenie gruntu i załadunek na środki transportu,
- wszelkie koszty związane z wbudowaniem gruntu nasypu,
- ewentualne doziarnienie gruntów,
- zagęszczenie poszczególnych warstw nasypu,
- doprowadzenie gruntu do wilgotności optymalnej,
- formowanie nasypu do wymaganego profilu (profilowanie),

- wykonanie niezbędnych pomiarów i badań
- wykonanie odcinka doświadczalnego dla próbnego zagęszczenia,
- uporządkowanie miejsc prowadzonych robót,
- odwodnienie dokopu,
- wykonanie dróg tymczasowych w dokopie i ich rozebranie,
- rekultywacja dokopu po zakończeniu eksploatacji,
- inne niewymienione koszty pozyskania gruntu z dokopu, a w tym opłaty i koszty utrzymania dokopu.

Cena wykonania plantowania powierzchni skarp i poboczy obejmuje:

- prace przygotowawcze i pomiarowe,
- oznakowanie robót prowadzonych w pasie drogowym,
- plantowanie skarp i poboczy,
- wykonanie niezbędnych pomiarów i badań,
- uporządkowanie miejsc prowadzonych robót.

10. Przepisy związane

10.1 Spesyfikacje Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych

[1] D.00.00.00 Wymagania ogólne

10.2 Normy

- [2] PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
[3] BN-8931-12 Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
[4] PN-S-02205 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
[5] BN-64/8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika piaskowego.
[6] PN-B-30020 Wapno.
[7] PKN-CEN ISO/TS 17892-4 Badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów --
Część 4: Oznaczanie składu granulometrycznego
[8] PN-EN 933-8 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Część 8: Ocena
zawartości drobnych cząstek -- Badanie wskaźnika piaskowego
[9] BN-76/8950-03 Obliczanie współczynnika filtracji gruntów niespoistych na podstawie
uziarnienia i porowatości;
[10] PN-B-04492 Grunty budowlane -- Badania właściwości fizycznych -- Oznaczanie
wskaźnika wodoprzepuszczalności
[11] ISO/TS 17892-11 Badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 11:
Badanie filtracji przy stałym i zmiennym gradiencie hydraulicznym
[12] BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie
[13] PN-B-4452 Geotechnika „Badania polowe”
[14] PKN-CEN ISO/TS 17892-12 Badania geotechniczne - Badania laboratoryjne gruntów --
Część 12: Oznaczanie granic Atterberga

10.3 Inne

- [15] Instrukcja badania podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych GDDP 1998,
[16] Rozporządzenie MTiGM z dn. 02.03.1999 w sprawie warunków technicznych, jakim
powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 43).
[17] WT-4 Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych
[18] Wykonanie i odbiór robót ziemnych dla dróg szybkiego ruchu, IBD i M W- wa 1978.