

D-02.03.01. **Wykonanie nasypów.**

1. Wstęp.

1.1. Przedmiot SST.

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru nasypów.

1.2. Zakres stosowania SST.

Szczegółowa specyfikacja techniczna stosowana jest jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.2. D-00.00.00."Wymagania ogólne".

1.3. Zakres robót objętych SST.

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji mają zastosowanie przy wykonaniu nasypów i obejmują:

- prace pomiarowe
- oznakowanie robót.
- pozyskanie (zakup) gruntu z ukopu (dokopu), jego odspojenie i załadunek na środki transportowe
- transport urobku na miejsce wbudowania
- wbudowanie gruntu w nasyp
- zagęszczenie gruntu zgodnie z wymaganiami SST
- profilowanie powierzchni nasypu, skarp i rowów
- odwodnienie terenu robót
- wykonanie dróg dojazdowych na czas budowy, a następnie ich rozebranie
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w SST.

1.4. Określenia podstawowe.

- **Nasyp** – drogowa budowla ziemna wykonana powyżej powierzchni terenu w obrębie pasa drogowego.
- **Wysokość nasypu** - różnica rzędnej terenu i rzędnej robót ziemnych, wyznaczonych w osi nasypu.
- **Podłoże nasypu** – strefa gruntu rodzimego leżąca powyżej spodu nasypu, w której właściwości gruntu mają wpływ na projektowanie, wykonanie i eksploatację budowli ziemnej.
- **Podłoże wzmocnione nasypu** – warstwa gruntu rodzimego, ulepszanego przez działanie mechaniczne, chemiczne lub wykonanie elementów wzmacniających w celu poprawienia jego stateczności i zmniejszenia osiadań lub ujednolicenia podłoża gruntowego.
- **Podłoże nawierzchni** – grunt rodzimy, nasypowy lub antropogeniczny leżący bezpośrednio pod konstrukcją do głębokości przemarzania, nie mniej jednak niż do gł. 1,0 m od zaprojektowanej powierzchni robót ziemnych.
- **Skarpa** – zewnętrzna, umocniona boczna powierzchnia nasypu o kształcie i nachyleniu dostosowanym do właściwości gruntu i lokalnych uwarunkowań.
- **Ukop** - miejsce pozyskania gruntu do wykonania nasypów w obrębie pasa robót drogowych.
- **Dokop** - miejsce pozyskania gruntu do wykonania nasypów, położone poza pasem robót drogowych.
- **Wykop** – drogowa budowla ciemna wykonana w obrębie pasa drogowego.
- **Wskaźnik zagęszczenia gruntu /Is/** - wielkość charakteryzująca stan zagęszczenia gruntu, określona wg. wzoru:

$$I_s = \frac{d}{d_s}$$

gdzie:

d - gęstość objętościowa szkieletu gruntu zagęszczonego w nasypie, określona wg. BN-77/8931-12, [Mg/m³]

ds - maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntu zagęszczonego przy wilgotności optymalnej, określona w normalnej próbie Proctora, zgodnie z PN-B-04481, służąca do oceny zagęszczenia gruntów w robotach ziemnych wg. BN-77/8931-12 [Mg/m³].

- **Wskaźnik różnoziarnistości** - wielkość charakteryzująca zagęszczalność gruntów sypkich, określona wg wzoru

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

gdzie:

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

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

- **Wskaźnik odkształcenia gruntu (I_o)** – wielkość charakteryzująca stan zagęszczenia gruntu, określona wg wzoru:

$$I_o = \frac{E_{II}}{E_I}$$

gdzie:

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

E_{II} – moduł odkształcenia gruntu oznaczony w powtórny obciążeniu badanej warstwy zgodnie z PN-S-02205: 1998

- **Geosyntetyk** – materiał stosowany w budownictwie drogowym, wytwarzany z wysoko polimeryzowanych włókien syntetycznych, w tym z tworzyw termoplastycznych polietylenowych, polipropylenowych i poliestrowych, charakteryzujący się między innymi dużą wytrzymałością oraz wodoprzepuszczalnością, zgodny z PN-ISA 10318; 1993, PN-EN-963:1999.

Geosyntetyki obejmują: geotkaniny, geowłókniny, geodżianiny, georuszty, geosiatki, geokompozyty, geomembrany, zgodnie z wytycznymi IBDiM.

Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i definicjami podanymi w D-M-00.00.00.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, SST oraz poleceniami Inspektora Nadzoru.

2. Materiały.

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

2.1. Przydatność gruntów i materiałów do budowy nasypów.

Dopuszcza się wznoszenie nasypów wyłącznie z gruntów i materiałów przydatnych do tego celu, to znaczy takich, które spełniają szczegółowe wymagania zawarte w normie PN-S-02205: 1998 „Roboty ziemne. Wymagania i badania”. Akceptacja materiałów przez Kierownika Projektu następuje na bieżąco w trakcie wykonywania robót, na podstawie przedkładanych przez Wykonawcę wyników badań laboratoryjnych określonych w pkt. 6.2.3. W przypadku stosowania materiałów o ograniczonej przydatności, Wykonawca ma obowiązek uwzględnienia wszystkich zastrzeżeń określonych w Tablicy 1 odnośnie dopuszczalnych miejsc wbudowania i technologii.

Jeżeli Wykonawca wbuduje w nasyp grunty lub materiały nieprzydatne lub nie uwzględni zastrzeżeń dotyczących materiałów o ograniczonej przydatności wg. normy PN-S-02205

czy poleceń Inspektora Nadzoru odnośnie wbudowania materiałów, to wszelkie takie części nasypu muszą być usunięte przez Wykonawcę na jego koszt i wykonane powtórnie z materiałów o odpowiednich właściwościach i zgodnie z poleceniami Inspektora Nadzoru.

Grunty i materiały przydatne oraz przydatne z zastrzeżeniami do budowy nasypów określa Tablica 1.

2.2. Grunty i materiały nieprzydatne do budowy nasypów .

Do górnych i dolnych warstw nasypów nieprzydatne są:

- łyły i inne grunty spoiste o granicy płynności $W_L > 60\%$ - do dolnych warstw nasypu i o granicy płynności $W_L > 35\%$ - do górnych warstw.
- grunty organiczne o zawartości części organicznych $J_{om} > 2\%$, z wyjątkiem piasków próchnicznych $J_{om} \leq 5\%$ - do dolnych i górnych warstw.
- nie należy również wykorzystywać do budowy nasypów gruntów trudnozagęszczalnych, których maksymalna gęstość objętościowa szkieletu jest mniejsza niż $1,6 \text{ Mg/m}^3$ (nie dotyczy to żużli i popiołów).

2.3. Zasady wykorzystania gruntów z wykopów.

Grunty uzyskane przy wykonywaniu wykopów a przydatne do budowy nasypów zgodnie z Tablicą 1 powinny być przez Wykonawcę wykorzystane do budowy nasypów po wykonaniu badań laboratoryjnych i akceptacji Inspektora Nadzoru. Mogą być one wywiezione poza teren budowy jedynie, gdy stanowią nadmiar objętości robót ziemnych albo na polecenie lub za zezwoleniem Inspektora Nadzoru.

Grunty i materiały nieprzydatne do budowy nasypów powinny być wywiezione przez Wykonawcę na odkład.

2.4. Grunty z ukopów (dokopów).

Wykonawca jest zobowiązany do dostarczenia brakującej ilości gruntu lub materiału do budowy nasypów ze źródeł zaakceptowanych przez Inspektora Nadzoru po przedstawieniu wyników badań laboratoryjnych gruntów z dokopów (ukopów).

Miejsce ukopu (dokopu) powinno być tak dobrane, żeby zapewnić przewóz lub przemieszczanie gruntu na jak najkrótszych odległościach.

2.5. Geosyntetyk.

Powinien posiadać aprobatę techniczną IBDiM.

3. Sprzęt.

Ogólne warunki stosowania sprzętu podano w D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na właściwości gruntu w miejscu jego zalegania jak też w czasie odpajania, transportu, wbudowania i zagęszczenia.

Wykonawca powinien wykonywać roboty ziemne przy użyciu potrzebnej liczby maszyn o odpowiedniej wydajności, które zagwarantują przeprowadzenie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, wymaganiami SST i poleceniami Inspektora Nadzoru. Sprzęt powinien być stale utrzymywany w dobrym stanie technicznym.

Wykonawca powinien również dysponować sprawnym sprzętem rezerwowym.

Sprzęt powinien być zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru.

Najczęściej do budowy nasypów używa się, spycharek, równiarek, zgarniarek i walców oraz innego sprzętu zagęszczającego. W tablicach 2a, 2b i 2c podano orientacyjne dane przy doborze sprzętu w zależności od rodzaju gruntu.

Inspektor Nadzoru poleci usunąć z placu budowy sprzęt nie odpowiadający warunkom kontraktu i wymaganiom dokumentacji projektowej oraz SST.

Do przenoszenia i układania geosyntetyków Wykonawca powinien używać odpowiedniego sprzętu zalecanego przez producenta.

4. Transport.

Ogólne zasady transportu podano w D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

Wybór środków transportowych oraz metod transportu powinien być dostosowany do kategorii gruntu (materiału), jego objętości, technologii odpajania i załadunku oraz odległości transportu. Wydajność środków transportowych powinna być ponadto dostosowana do wydajności sprzętu stosowanego do wbudowania gruntu (materiału).

Zwiększenie odl. transportu w stosunku do dokumentacji projektowej nie może być podstawą roszczeń Wykonawcy do dodatkowej zapłaty za transport chyba, że zwiększone odl. transportu zostały wcześniej zaakceptowane na piśmie przez Inspektora Nadzoru.

Stosowane na budowie środki transportowe powinny być zaakceptowane przez Inspektora Nadzoru Transport, przenoszenie, przechowywanie i zabezpieczenie geosyntetyków powinny być wykonywane w sposób nie powodujący mechanicznych lub chemicznych ich uszkodzeń. Geosyntetyki wrażliwe na światło słoneczne powinny pozostawać zakryte w czasie od ich wyprodukowania do wbudowania.

5. Wykonanie robót.

5.1. Zgodność z dokumentacją.

Roboty ziemne związane z budową nasypów powinny być wykonywane zgodnie z dokumentacją projektową i wymaganiami SST.

Niezbędne odstępstwa od dokumentacji projektowej powinny być uzasadnione w dokumentacji wykonawczej oraz potwierdzone przez Inspektora Nadzoru.

5.2. Roboty pomiarowe

Wytyczenie budowli powinno być zgodne z projektem, uwzględniające punkty charakterystyczne określające usytuowanie budowli ziemnej w planie i profilu. Przekroje poprzeczne wytyczenia powinny być odległe nie więcej niż 100 m na odcinkach prostych, a ponadto na poszczególnych elementach łuków poziomych, nie rzadziej niż co 50 m.

Robocze punkty wysokościowe należy wyznaczyć nie rzadziej niż co 250 m, a także obok każdego projektowanego obiektu. Miejsca punktów wysokościowych należy lokalizować poza granicami projektowanej budowli, a rzędne ich określić z dokładnością do 0,5 cm.

Wyznaczenie granic robót ziemnych związanych z budową nasypów polega na oznaczeniu krawędzi podstawy nasypu za pomocą widocznych palików lub wiech w odstępach nie większych niż 50 m.

Przy wykonywaniu robót wykończeniowych należy wyznaczyć palikami podstawę nasypu w odstępach nie większych niż 15 m, a ponadto wyznaczyć pochyłości skarp łatami przybitymi do palików.

5.3. Roboty przygotowawcze.

Obejmują: oczyszczenie terenu pod budowlę ziemną, składowanie darniny i ziemi urodzajnej, usunięcie kamieni i bloków skalnych, odprowadzenie wód powierzchniowych i gruntowych oraz wycięcie stopni.

Oczyszczenie terenu pod budowlę – usunięcie roślinności (drzew, krzewów, darniny), gleby oraz istniejących budowli i instalacji należy wykonać wg. wskazań w projekcie.

W pasie drogowym należy rozebrać i usunąć budynki i ogrodzenia, dokonać likwidacji studni i piwnic, usunąć lub zabezpieczyć instalacje oraz przewody podziemne i naziemne. Stare fundamenty mogą być pozostawione, jeżeli wysokość nasypu ponad nimi wynosi co najmniej 2 m.

Karczowanie pni drzew i krzewów jest konieczne, gdy ich grubość przekracza 15 cm. Pnie o grubości od 5 do 15 cm mogą być pozostawione w przypadku, gdy projektowany nasyp ma mieć wysokość ponad 2 m. Nie wykarczowane pnie należy ścinać nie wyżej niż 10 cm nad powierzchnią terenu.

Składowanie darniny i ziemi urodzajnej – darninę należy zdjąć i przechować poza granicą robót ziemnych na dłużej niż 30 dni, polewając wodą w razie potrzeby. Płyty darniny układa się w stosy o wysokości do 1 m, warstwami na przemian trawą do góry i trawą do dołu. Niewykorzystywaną darninę należy usunąć razem z glebą.

Ziemie urodzajną w celu późniejszego wykorzystania należy zgarnąć w przyzmy o wysokości do 2 m i obsiać mieszkankami traw ochronnych. Dopuszczalny okres składowania wynosi 1 rok.

Usunięcie kamieni i bloków skalnych – z pasa robót ziemnych należy usunąć kamienie i bloki skalne, których wysokość jest większa niż 1/3 wysokości nasypu.

Odwodnienie pasa robót ziemnych.

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

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

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

Wykonanie nasypów i robót odwodnieniowych powinno przebiegać w kolejności zapewniającej stałe odprowadzenie wód gruntowych i opadowych.

Wycięcie stopni – wykonuje się gdy teren pod nasyp ma pochylenie większe niż 1:5 i w przypadkach poszerzania istniejących nasypów.

W celu zabezpieczenia nasypu przed zsuwaniem należy wyciąć w pochyłym zboczu lub istniejącym nasypie stopnie o szerokości od 1-2,5 m i wysokości od 0,5-1 m, o spadku górnej powierzchni około 4 % w kierunku zgodnym ze spadkiem zbocza w gruntach słabo przepuszczalnych lub przeciwnym do spadku zbocza w gruntach o dużej przepuszczalności.

5.4. Przygotowanie podłoża w obrębie podstawy nasypu.

Przed przystąpieniem do budowy nasypu należy w obrębie jego podstawy wykonać roboty pomiarowe i przygotowawcze. Jeżeli dokumentacja projektowa przewiduje, należy wykonać wzmocnienie podłoża według wskazanego w projekcie sposobu.

Podłoże pod nasyp powinno być odpowiednio zagęszczone. Wykonawca powinien skontrolować wskaźnik zagęszczenia gruntów rodzimych, zalegających w górnej strefie podłoża nasypu, do głęb. 0,5 m od powierzchni terenu. Wymagane wskaźniki zagęszczenia dla podłoża podaje Tablica 3. Jeżeli określone w Tablicy 3 wskaźniki zagęszczenia nie mogą być osiągnięte przez bezpośrednie zagęszczenie podłoża, to należy podjąć środki w celu ulepszenia gruntu podłoża, umożliwiające uzyskanie wymaganych wartości I_s .

TABLICA 3.

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

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

| | | | |
|---------|------|------|------|
| ponad 2 | 0,97 | 0,97 | 0,95 |
|---------|------|------|------|

Dodatkowo można sprawdzić nośność warstwy gruntu podłoża nasypu na podstawie pomiaru wtórnego modułu odkształcenia E_2 zgodnie z PN-02205: 1998 rysunek 3.

Układanie geosyntetyków.

Geosyntetyki należy układać łącząc je na zakład. Przylegające do siebie arkusze lub pasy geosyntetyków należy układać z zakładem (i kotwieniem) zgodnie z instrukcją producenta lub decyzją projektanta.

W przypadku uszkodzenia geosyntetyku, należy w uzgodnieniu z Inżynierem, przykryć to uszkodzenie pasami geosyntetyku na długości i szerokości większej o 90 cm od obszaru uszkodzonego.

Warstwa gruntu, na której przewiduje się ułożenie geosyntetyku powinna być równa i bez ostrych występów, mogących spowodować uszkodzenie geosyntetyku w czasie układania lub pracy. Metoda układania powinna zapewnić przyleganie geosyntetyku do warstwy, na której jest układana, na całej jej powierzchni. Geosyntetyków nie należy naciągać lub powodować ich zawieszenia na wzniesieniach (garbach) lub nad dołami. Nie dopuszcza się ruchu maszyn budowlanych bezpośrednio na ułożonych geosyntetykach. Należy je przykryć gruntem nasypowym niezwłocznie po ułożeniu.

5.5. Wykonanie nasypów.

5.5.1. Ogólne zasady wykonywania nasypów.

W celu zapewnienia stateczności nasypu i jego równomiernego osiadania należy :

- nasypy należy wykonywać metodą warstwową z gruntów przydatnych do budowy nasypów; nasypy powinny być wznoszone równomiernie na całej szerokości.
- grunty o różnorodnych właściwościach należy układać w oddzielnych warstwach jednakowej grubości na całej szerokości nasypu; grunty spoiste należy wbudowywać w dolne, a grunty niespoiste w górne warstwy nasypów.
- warstwy gruntu przepuszczalnego układać poziomo, a warstwy gruntów mało przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych - ze spadkiem poprzecznym górnej powierzchni około 4 %; na terenie równinnym lub wododziale spadek powinien być obustronny, gdy nasyp jest na zboczu – zgodny z jego spadkiem.
- styk dwóch przyległych części nasypu, zbudowanych z różnorodnych gruntów wykonać ze stopniami o wysokości od 0,5 do 1 m i szerokości od 1,0 do 2,5 m, ze spadkiem górnej powierzchni około 4 %.
- górną warstwę nasypu o grubości co najmniej 0,5 m wykonać z gruntów sypkich, niewysadzinowych, o wskaźniku różnoziarnistości $U \geq 5$ i współczynniku wodoprzepuszczalności $k > 5,2$ m/dobę. Jeżeli Wykonawca nie dysponuje gruntem o takich właściwościach, Kierownik Projektu może wyrazić zgodę na ulepszenie górnej warstwy nasypu poprzez stabilizację wapnem, cementem lub popiołami lotnymi. Warstwy nasypu leżące poniżej 0,5 m powinny być wykonane z gruntów o wsk. różnoz. $U \geq 3,0$. Grunty o mniejszym wsk. różnoziarnistości można stosować warunkowo, jeżeli wstępne próby na poletku doświadczalnym wykażą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia.
- na terenach o wysokim stanie wód gruntowych oraz na terenach zalewowych, dolne warstwy nasypu o grubości co najmniej 0,5 m powyżej najwyższego poziomu wody, należy wykonać z gruntu przepuszczalnego.

5.5.2. Wykonywanie nasypów w okresie deszczów i mrozów.

Nie zezwala się na wbudowywanie gruntów przewilgoconych, których stan uniemożliwia osiągnięcie wymaganego wskaźnika zagęszczenia. Wykonanie nasypów należy przerwać, jeżeli wilgotność gruntu jest większa od wilg. optymalnej o więcej niż 10 %. Na warstwie gruntu spoistego, uplastycznionego na skutek nadmiernego zawilgocenia przed jej osuszeniem i powtórным zagęszczeniem nie wolno układać następnej warstwy gruntu. W okresie deszczowym nie wolno zostawiać nie zagęszczonej warstwy do dnia następnego. Jeżeli warstwa gruntu nie zagęszczonego uległa przewilgoceniu, a Wykonawca nie jest w

stanie jej osuszyć, to Inspektor Nadzoru może nakazać Wykonawcy usunięcie wadliwej warstwy.

Niedopuszczalne jest wykonywanie nasypów w temperaturze, przy której nie jest możliwe osiągnięcie w nasypie wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

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

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

5.5.3. Zagęszczenie gruntu.

Grunt należy zagęszczać niezwłocznie po wbudowaniu z zastosowaniem sprzętu odpowiedniego do danego rodzaju gruntu i grubości zagęszczanej warstwy.

Grubość warstwy poddawanej zagęszczeniu powinna być ustalona z uwzględnieniem współczynnika spulchnienia gruntu oraz założonej grubości warstwy po osiągnięciu wymaganego zagęszczenia.

Rozłożone warstwy gruntu należy zagęszczać pasami od krawędzi nasypu w kierunku jego osi.

Orientacyjne wartości dotyczące grubości warstw różnych gruntów oraz liczby przejazdów maszyn zagęszczających podano w Tablicach 2a, 2b, 2c.

Kolejną warstwę gruntu można układać po stwierdzeniu uzyskania wymaganych parametrów już ułożonej warstwy.

Wilgotność zagęszczanego gruntu.

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

W przypadku zagęszczania walcami statycznymi wilgotność zagęszczanego gruntu powinna być zbliżona do wilgotności optymalnej, oznaczonej wg. normy próby Proctora zgodnie z PN-B-04481.

Odchylenia od wilgotności optymalnej nie powinny przekraczać następujących wartości:

- w gruntach niespoistych: $\pm 2 \%$.
- w gruntach mało i średniospoistych: $+0 \%$, -2%

W przypadku użycia sprzętu wibracyjnego zalecana jest wilgotność mniejsza od optymalnej, ustalona na odcinku próbnym.

Jeżeli wilgotność gruntu przeznaczonego do zagęszczenia jest większa od wilgotności optymalnej o wartość większą od podanych odchyień, to grunt należy przesuszyć w sposób naturalny lub ulepszyć przez zastosowanie spoiw.

Jeśli zachodzi taka potrzeba, to zaleca się zwiększać wilgotność gruntu przez zraszanie wodą.

Oceny zagęszczenia.

Oceny zagęszczenia dokonuje się na podstawie wskaźnika zagęszczenia I_s . Alternatywnie zagęszczenie gruntu, zwłaszcza zawierającego kamienie, z wyjątkiem gruntów o wsk. plastyczności $I_p \geq 10$ i wilgotności znacznie mniejszej od optymalnej, można oceniać na podstawie wartości wskaźnika odkształcenia I_o .

Dla gruntów nieulepszanych spoiwami w nasypach wymagane I_s należy przyjmować wg Tablicy 4.

Tablica 4. Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia dla poszczególnych warstw nasypu.

| | |
|--|------------------------------|
| | Minimalna wartość I_s dla: |
|--|------------------------------|

SST D-02.03.01. Wykonanie nasypów

| Strefa nasypu | autostrad i dróg ekspresowych | innych dróg | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | | kategoria ruchu KR3 – KR 6 | kategoria ruchu KR1 – KR2 |
| Górna warstwa o grubości 20 cm | 1,03 | 1,00 | 1,00 |
| Niżej leżące warstwy nasypu do głębokości od powierzchni robót ziemnych: - 0,2 do 2,0 m (autostrady) - 0,2 do 1,2 m (inne drogi) | 1,00 - | - 1,00 | - 0,97 |
| Warstwy nasypu na głębokości od powierzchni robót ziemnych poniżej: - 2,0 m (autostrady) - 1,2 m (inne drogi) | 0,97 - | - 0,97 | - 0,95 |

Jako zastępcze kryterium oceny wymaganego zagęszczenia gruntów dla których trudne jest zbadanie wskaźnika zagęszczenia (np. grunty gruboziarniste) przyjmuje się wartość wskaźnika odkształcenia I_o , gdzie:

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

E_1 – pierwotny moduł odkształcenia oznaczony w pierwszym obciążeniu badanej warstwy

E_2 – wtórny moduł odkształcenia oznaczony w powtórnym obciążeniu badanej warstwy

Badania modułów odkształcenia należy wykonać przy użyciu płyty VSS o średnicy 30 cm, zgodnie z normą PN-S-02205 Zał. B.

Moduł odkształcenia wyznacza się ze wzoru:

$$E_{1,2} = \frac{3}{4} \frac{p}{s} \cdot D$$

w którym:

p – różnica nacisków w MPa

s – przyrost osiadań odpowiadający tej różnicy nacisków w mm

D – średnica płyty w mm

Wynik należy podać z dokładnością do 1 MPa.

Końcowe obciążenie doprowadza się do:

0,25 MPa – przy badaniu gruntu podłoża lub nasypu

0,35 MPa – przy badaniu ulepszanego podłoża

Przy obliczaniu wartości modułów odkształcenia przyjmuje się przyrosty odkształceń odpowiadające następującym zakresom obciążeń jednostkowych:

- dla podłoża i nasypów w zakresie od 0,05 MPa do 0,15 MPa

- dla ulepszanego podłoża w zakresie od 0,15 MPa do 0,25 MPa

Wskaźnik odkształcenia I_o powinien spełniać poniższe warunki:

a) dla żwirów, pospółek i piasków

$I_o \leq 2,2$ przy wymaganej wartości $I_s \geq 1,00$

$I_o < 2,5$ przy wymaganej wartości $I_s < 1,00$

b) dla gruntów drobnoziarnistych o równomiernym uziarnieniu (pyłów, glin, glin pylastych, ilów)

$I_o \leq 2,0$

c) dla gruntów różnoziarnistych (żwirów gliniastych, pospółek gliniastych, pyłów)

piaszczystych, piasków gliniastych, glin piaszczystych, glin piaszczystych zwięzłych)

$$I_o \leq 3,0$$

- d) dla narzutów kamiennych, rumoszy

$$I_o \leq 4,0$$

- e) gruntów ulepszonych spoiwami

$$I_o \leq 2,2$$

Nośność gruntu ocenia się na podstawie wtórnego modułu odkształcenia E_2 zbadanego na powierzchni wykonanej warstwy.

Nośność jest wystarczająca, jeżeli wszystkie wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 spełniają wymagania podane w normie PN-S-02205.

Jeżeli badania kontrolne wykażą, że zagęszczenie warstwy nie jest wystarczające, to Wykonawca powinien spulchnić warstwę, doprowadzić grunt do wilgotności optymalnej i powtórnie zagęścić. Jeżeli powtórne zagęszczenie nie spowoduje uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia Wykonawca usunie warstwę i wbuduje nowy materiał.

5.5.4. Formowanie i umocnienie skarp nasypów.

Skarpom nasypu należy nadać pochylenie zgodne z dokumentacją projektową. Z wyprofilowanej powierzchni skarp należy usunąć kamienie powyżej 80 mm. Wyprofilowane skarpy należy niezwłocznie zabezpieczyć przed erozją zgodnie z dokumentacją.

Na skarpach powierzchniowa warstwa gruntu grubości do 20 cm powinna mieć wskaźnik zagęszczenia $I_s \geq 0,95$. Z zagęszczenia gruntu na skarpach można zrezygnować pod warunkiem układania warstw nasypu z poszerzeniem o co najmniej 50 cm a następnie zebrania tego nadkładu.

5.5.5. Zasyпки wykopów na instalacje (przewody, kable).

Zasyпки wykopów do wysokości 30 cm powyżej wierzchu przewodu lub jego obudowy należy zasypywać gruntem piaszczystym lub pospółką o ziarnach nie większych niż 20 mm. Do zasyпки nie należy używać żużla, gruntu kamienistego lub innych materiałów, które mogą uszkodzić przewód.

Zasypkę należy układać warstwami równomiernie po obu stronach przewodu i zagęszczać. Do wysokości 1 m ponad obudowę przewodu zasypkę należy zagęszczać tylko lekkim sprzętem.

Zasyпки wąskoprzestrzennych przekopów poprzecznych w jezdni, niezależnie od kategorii ruchu na drodze, powinny uzyskać następujące wskaźniki zagęszczenia:

do gł. 1,2 m – wsk. zagęszczenia $I_s \geq 1,00$

na gł. > 1,2 m – wsk. zagęszczenia $I_s \geq 0,97$

5.5.6. Nasypy nad przepustami.

Nasypy nad przepustami należy wykonywać jednocześnie z obu stron przepustu z jednakowych zagęszczonych poziomych warstw gruntu.

Przed zasypianiem przepustu wykonanego w starym nasypie należy po obu stronach przepustu wyciąć stopnie. Warstwę gruntu o grubości 1 m bezpośrednio ponad przepustem należy zagęszczać lekkim sprzętem dostosowanym do konstrukcji nawierzchni.

Wymagane wskaźniki zagęszczenia jak w pkt. 5.5.5.

5.5.7. Zasyпки przyczółków obiektów mostowych.

Nie dotyczy

5.5.8. Wykonanie nasypów na dojazdach do obiektów mostowych.

Nie dotyczy

5.5.9. Wymagana dokładność wykonania nasypów.

Nasyp oraz rowy np. stokowe powinny być wykonane z dokładnością podaną w Tablicy 5.

6. Kontrola jakości robót.

6.1. Ogólne zasady kontroli robót.

W czasie wykonywania nasypów Wykonawca powinien na bieżąco prowadzić badania i pomiary kontrolne wyszczególnione w Tablicy 4, a ich wyniki przedstawiać Inspektorowi Nadzoru.

Badania i pomiary kontrolne Wykonawca powinien wykonywać w pełnym zakresie i z częstotliwością gwarantującą zachowanie wymagań jakości robót, jednak nie rzadziej niż podano w niniejszej SST.

Wyniki badań i pomiarów kontrolnych w czasie wykonywania robót należy wpisywać do:

- dziennika laboratoryjnego Wykonawcy
- Dziennika Budowy
- protokołów odbioru robót zanikających lub ulegających zakryciu.

Kierownik Projektu i laboratorium Zamawiającego mogą pobierać próbki i przeprowadzać badania oraz pomiary niezależnie od badań Wykonawcy na koszt Zamawiającego.

Jeżeli wyniki takich badań wykażą rozbieżności w stosunku do badań Wykonawcy, Inspektor Nadzoru może oprzeć się wyłącznie na własnych badaniach lub zlecić niezależnemu laboratorium przeprowadzenie powtórnych lub dodatkowych badań na koszt Wykonawcy.

6.2. Badania i pomiary w czasie wykonywania robót ziemnych.

6.2.1. Sprawdzenie robót pomiarowych.

Sprawdzenie powinno być przeprowadzone wg. następujących zasad:

- a) oś budowli ziemnej sprawdzić na wszystkich załamaniach pionowych i krzywiznach w poziomie oraz co najmniej co 200 m na odcinkach prostych,
- b) robocze punkty wysokościowe sprawdzić pomiarami geodezyjnymi na całej długości odcinka,
- c) wyznaczanie nasypów należy sprawdzać pomiarami geodezyjnymi co najmniej w 5 miejscach na każdym kilometrze oraz w miejscach budzących wątpliwość.

6.2.2. Sprawdzenie robót przygotowawczych.

Roboty przygotowawcze sprawdza się zwracając uwagę, czy spełnione zostały następujące warunki:

- a) przesunięto lub zabezpieczono wszystkie przewody telekomunikacyjne, elektryczne, gazowe i inne,
- b) teren pod budowę został odpowiednio oczyszczony,
- c) darnina została pocięta i ułożona w stosy,
- d) zdjęto i zgarnięto w przyzmy ziemię urodzajną oraz ją obsiano,
- e) kamienie i bloki skalne sięgające wyżej niż 1/3 wysokości projektowanego nasypu zostały usunięte z trasy,
- f) zapewniono odprowadzenie wód powierzchniowych i gruntowych,
- g) w zboczach wykonano wycięcia stopni; sprawdzenia ich wymiarów dokonuje się w razie potrzeby przy użyciu taśmy, łaty i poziomicy.

6.2.3. Sprawdzenie wykonania nasypów.

6.2.3.1. Zgodność wyboru materiałów.

Materiały powinny odpowiadać wymaganiom wg. punktu 2 niniejszej SST.

Badania przydatności gruntów powinny być przeprowadzone przez Wykonawcę na próbkach pobranych z każdej partii materiału pochodzącego z nowego źródła, jednak nie rzadziej niż trzy razy na każde rozpoczęte 5000 m³.

Dla gruntów przeznaczonych do budowy nasypów należy wykonać badania:

- skład granulometryczny, wg PN-B-04481
- zawartość części organicznych, wg PN-B-04481
- wilgotność naturalna, wg PN-B-04481
- wilgotność optymalną i maksymalną wg PN-B-04481
- gęstość objętościową szkieletu gruntowego wg PN-B-04481
- granicę płynności i plastyczności wg PN-B-04481
- wsk. wodoprzepuszczalności wg. PN-55/B-04492 lub BN-76/8950-03
- wskaźnik różnoziarnistości wg. PN-S-02205

Wyniki badań Wykonawca przedstawia Inspektorowi Nadzoru w celu akceptacji materiałów.

Przed zastosowaniem geosyntetyków w robotach ziemnych Wykonawca przedstawi Inspektorowi Nadzoru aprobatę techniczną IBDiM na dany geosyntetyk.

6.2.3.2. Badania prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu.

Polegają na sprawdzeniu:

- a) prawidłowości rozmieszczenia gruntów o różnych właściwościach w nasypie,
- b) grubości warstw
- c) spadków warstw z gruntów spoistych,
- d) prawidłowości wykonania poszerzeń nasypów,
- e) zachowania dokładności wykonania nasypów
- f) prawidłowości formowania skarp nasypu
- g) przestrzegania ograniczeń dotyczących wbudowania gruntów w okresie deszczów i mrozów.

6.2.3.3. Sprawdzenie zagęszczenia i nośności gruntu w podłożu i nasypie.

Zagęszczenie podłoża i poszczególnych warstw nasypu należy ustalać na podstawie wskaźników zagęszczenia I_s lub wskaźników odkształcenia I_o wg. pkt. 5.5.3.

Zagęszczenie podłoża pod nasyp oraz poszczególnych warstw nasypu należy kontrolować nie rzadziej niż:

- jeden raz w trzech punktach na 1000 m² podłoża lub warstwy nasypu w przypadku określenia wartości I_s .
- jeden raz w trzech punktach na 2000 m² w przypadku określenia I_o
- dodatkowo w miejscach wskazanych przez Inspektora Nadzoru.

Wyniki kontroli należy wpisywać do dokumentów kontrolnych. Prawidłowość zagęszczenia konkretnej warstwy nasypu lub podłoża pod nasypem powinno być potwierdzone przez Inspektora Nadzoru wpisem do Dziennika Budowy.

Zagęszczenie i nośność warstwy są wystarczające, jeżeli uzyskane wyniki spełniają wymagania podane w Tablicy 3 i 4.

Ponadto na każdej dziennej działce roboczej należy co najmniej 1 raz zbadać wilgotność wbudowywanego materiału.

6.2.3.4. Sprawdzenie zasypiek obiektów inżynierskich.

Sprawdzić należy:

- a) zgodność wyboru materiału na zasypkę,
- b) zagęszczenie – badanie wskaźnika zagęszczenia należy wykonywać przez co najmniej trzy pomiary na 500 m³ objętości zasypki lecz nie rzadziej niż trzy dla każdego przyczółka lub przepustu i nie mniej niż jeden co 30 m dla ścian oporowej oraz co 50 m dla zasypki wykopów na instalacje.

6.2.3.5. Sprawdzenie umocnienia skarp.

W przypadku obudowy roślinnej należy sprawdzić grubość zagęszczonej warstwy ziemi urodzajnej i obecność nasion – z częstotliwością – nie rzadziej niż 1 raz na 500 m² skarpy.

W przypadku stosowania innych sposobów umocnienia skarp badania należy wykonać według zasad podanych w dokumentacji projektowej.

6.2.3.6. Sprawdzenie dokładności wykonania nasypów.

Dokładność wykonania nasypu należy sprawdzać zgodnie z Tablicą 5.

Nasypy uznaje się za wykonane zgodnie z wymaganiami SST, jeśli wyniki wszystkich badań spełniają te wymagania. Jeżeli porównanie wyników badań daje wynik negatywny, stwierdzoną usterkę należy usunąć i ponownie wykonać badania kontrolne.

7. Obmiar robót.

Jednostką obmiaru jest 1 m³ wykonanego nasypu na podstawie dokumentacji projektowej i obmiaru w terenie.

8. Odbiór robót.

Ogólne zasady obmiaru robót podano w D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

Odbioru dokonuje Kierownik Projektu na podstawie oceny jakości robót oraz pomiarów i badań kontrolnych. W przypadku stwierdzenia usterek Inspektor Nadzoru ustali zakres robót poprawkowych do wykonania a Wykonawca wykona je w ustalonym terminie na własny koszt.

9. Podstawa płatności.

Płatność za 1 m³ wykonanego nasypu należy przyjmować zgodnie z obmiarem i oceną jakości robót.

Cena jednostkowa 1 m³ nasypów obejmuje:

- prace pomiarowe
- oznakowanie robót.
- pozyskanie (zakup) gruntu z ukopu (dokopu), jego odspojenie i załadunek na środki transportowe
- transport urobku na miejsce wbudowania
- wbudowanie gruntu w nasyp
- zagęszczenie gruntu zgodnie z wymaganiami SST
- profilowanie powierzchni nasypu, skarp i rowów
- odwodnienie terenu robót
- wykonanie dróg dojazdowych na czas budowy, a następnie ich rozebranie
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w SST.

10. Przepisy związane.

10.1. Normy

| | |
|-----------------|--|
| PN-B-02480:1986 | Grunty budowlane. Określenia. Symbole. Podział i opis gruntów. |
| PN-B-04481:1988 | Grunty budowlane. Badania próbek gruntów. |
| PN-S-02205:1998 | Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania. |
| PN-S-02204:1997 | Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg. |

Tablica 1. Przydatność gruntów do wykonywania budowli ziemnych.

| Przeznaczenie | Przydatne | Przydatne z zastrzeżeniem | Treść zastrzeżeń |
|---------------|-----------|---------------------------|------------------|
|---------------|-----------|---------------------------|------------------|

SST D-02.03.01. Wykonanie nasypów

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|--|---|
| Na dolne warstwy nasypów poniżej strefy przemarzania | 1. Rozdrobnione grunty skaliste twarde oraz grunty kamieniste, zwietrzelinowe, rumosze i otoczaki. 2. Żwiry i pospółki, również gliniaste. 3. Piaski grubo, średnio i drobnoziarniste, naturalne i łamane. 4. Piaski gliniaste z domieszką frakcji żwirowo-kamienistej (morenowe) o wskaźniku $U \geq 15$ 5. Żużle wielkopieczowe i inne metalurgiczne ze starych zwałów (powyżej 5 lat) 6. Łupki przywęglowe przepalone. 7. Wysiewki kamienne o zawartości frakcji iłowej poniżej 2 %. | 1. Rozdrobnione grunty skaliste miękkie | - gdy pory w gruncie skalistym będą wypełnione gruntem lub materiałem drobnoziarnistym |
| | | 2. 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 | - od nasypów nie wyższych niż 3 m, zabezpieczonych przed zawilgoceniem |
| | | 4. Piaski próchnicze, z wyjątkiem pylastych piasków próchniczych | - w miejscach suchych lub przejściowo zawilgoconych |
| | | 5. Gliny piaszczyste, gliny i gliny pylaste oraz inne o $w_L < 35\%$ | - do nasypów nie wyższych niż 3m: zabezpieczonych przed zawilgoceniem lub po ulepszeniu spoiwami |
| | | 6. Gliny piaszczyste zwięzłe, gliny zwięzłe i gliny pylaste zwięzłe oraz inne grunty o granicy płynności w_L od 35 % do 60 % | - gdy zwierciadło wody gruntowej znajduje się na głębokości większej od kapilarności biernej gruntu podłoża |
| | | 7. Wysiewki kamienne gliniaste o zawartości frakcji iłowej ponad 2 % | - o ograniczonej podatności na rozpad – łączne straty masy do 5 % |
| | | 8. Żużle wielkopieczowe i inne metalurgiczne z nowego studzenia (do 5 lat) | - gdy wolne przestrzenie zostaną wypełnione materiałem drobnoziarnistym |
| | | 9. Łolupki przywęglowe nieprzepalone | - gdy zalegają w miejscach suchych lub są izolowane od wody |
| | | 10. Popioły lotne i mieszaniny popiołowo-żużłowe | - pod warunkiem ulepszenia tych gruntów spoiwami, takimi jak: cement, wapno, aktywne popioły itp. |
| Na górne warstwy nasypów w strefie przemarzania | 1. Żwiry i pospółki 2. Piaski grubo- i średnioziarniste 3. Łolupki 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 | - drobnoziarniste i nierozpadowe: straty masy do 1 % |
| | | 2. Piaski pylaste i gliniaste | - o wskaźniku nośności $W_{nos} \geq 10$ |
| | | 3. Pyły piaszczyste i pyły | - gdy są ulepszone spoiwami (cementem, wapnem, aktywnymi popiołami itp.). |
| W wykopach i miejscach zerowych do głębokości przemarzania | Grunty niewysadzinowe | 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 | |
| | | Grunty wątpliwe i wysadzinowe | |

Tablica 2a Orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego dla gruntu niespoistego.

| Działanie sprzętu | Rodzaj sprzętu | Grunt niespoisty: piasek, żwir, pospółka | | Uwagi |
|-------------------|----------------|--|-------------------|-------|
| | | grubość warstwy w cm | liczba przejazdów | |

SST D-02.03.01. Wykonanie nasypów

| | | | | |
|------------|---|---------|--------|------------------------------------|
| Statyczne | 1. Walce gładkie | 10 – 20 | 4 – 8 | do zagęszczenia górnych warstw |
| | 2. Walce okółkowane | - | - | do mokrych gruntów nie nadają się |
| | 3. Walce ogumione (samojezdne i przyczepne) | 20 – 40 | 6 – 10 | dobrze do mokrych gruntów |
| Dynamiczne | 4. Płyty spadające (ubijaki) | - | - | do mokrych gruntów nie nadają się |
| | 5. Szybko uderzające ubijaki | 20 – 40 | 2 – 4 | zaleca się przy wąskich przekopach |
| | 6. Walce wibracyjne do 5 ton | 30 – 50 | 3 – 5 | |
| | od 5 do 8 ton | 40 – 60 | 3 – 5 | |
| | ponad 8 ton | 50 – 80 | 3 – 5 | |
| | 7. Płyty wibracyjne lekkie | 20 – 40 | 5 – 8 | zaleca się przy wąskich przekopach |
| | ciężkie | 30 – 60 | 4 – 6 | |

Tablica 2b Orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego dla gruntu spoistego.

| Działanie sprzętu | Rodzaj sprzętu | Grunt spoisty: pyły, iły | | Uwagi |
|-------------------|---|-----------------------------|-------------------|------------------------------------|
| | | grubość warstwy w cm | liczba przejazdów | |
| Statyczne | 1. Walce gładkie | 10 – 20 | 4 – 8 | do zagęszczenia górnych warstw |
| | 2. Walce okółkowane | 20 – 30 | 8 – 12 | do mokrych gruntów nie nadają się |
| | 3. Walce ogumione (samojezdne i przyczepne) | 30 – 40 | 6 – 10 | dobrze do mokrych gruntów |
| Dynamiczne | 4. Płyty spadające (ubijaki) | 50 – 70 | 2 – 4 | do mokrych gruntów nie nadają się |
| | 5. Szybko uderzające ubijaki | 10 – 20 | 2 – 4 | zaleca się przy wąskich przekopach |
| | 6. Walce wibracyjne do 5 ton | - | - | |
| | od 5 do 8 ton | 20 – 30 | 3 – 4 | |
| | ponad 8 ton | 30 – 40 | 3 – 4 | |
| | 7. Płyty wibracyjne lekkie | - | - | |
| | ciężkie | 20 – 30 | 6 – 8 | |

Tablica 2c Orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego dla mieszanki gruntowej z małą zawartością frakcji kamienistej.

| Działanie sprzętu | Rodzaj sprzętu | Mieszanka gruntowa z małą zawartością frakcji kamienistej | Uwagi |
|-------------------|----------------|---|-------|
|-------------------|----------------|---|-------|

SST D-02.03.01. Wykonanie nasypów

| | | grubość warstwy w cm | liczba przejazdów | |
|------------|---|----------------------|-------------------|---|
| Statyczne | 1. Walce gładkie | 10 – 20 | 4 – 8 | do zagęszczenia górnych warstw |
| | 2. Walce okółkowane | 20 – 30 | 8 – 12 | do mokrych gruntów nie nadają się |
| | 3. Walce ogumione (samojezdne i przyczepne) | 30 – 40 | 6 – 10 | dobrze do mokrych gruntów |
| Dymaniczne | 4. Płyty spadające (ubijaki) | 50 – 70 | 2 – 4 | do mokrych gruntów nie nadają się zaleca się przy wąskich przekopach |
| | 5. Szybko uderzające ubijaki | 20 – 30 | 2 – 4 | |
| | 6. Walce wibracyjne do 5 ton od 5 do 8 ton ponad 8 ton | 20 – 40 | 3 – 5 | |
| | | 30 – 50 | 3 – 5 | |
| | | 40 – 60 | 3 – 5 | |
| | 7. Płyty wibracyjne lekkie ciężkie | 10 – 20 | 5 – 8 | |
| | | 20 – 40 | 4 – 6 | |

Tablica 5 – Dokładność wykonania budowli ziemnych.

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

*) Nierówności mierzone łąką długości 3 m