

D.02.03.01 WYKONANIE NASYPÓW

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (STWiORB) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem nasypów w ramach inwestycji pt: „**WYKONANIE REMONTÓW NAWIERZCHNI NA TERENIE MIASTA I GMINY KRAPKOWICE**”.

1.2. Zakres stosowania STWiORB

STWiORB jest stosowana jako Dokument przy zlecaniu i realizacji robót, które zostaną wykonane w ramach Zamówienia publicznego wymienionego w STWiORB DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.1.

1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji Technicznej określają szczegółowe wymagania dla wykonania nasypów zarówno dolnych jak również górnej warstwy nasypu (GWN), przewidzianych do wykonania w dokumentacji projektowej.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podane w Specyfikacji Technicznej są zgodne z odpowiednimi normami i określeniami podanymi w STWiORB DM-00.00.00 – „Wymagania Ogólne” pkt. 1.4.

- 1.4.1. **Budowla ziemna** – budowla wykonana w gruncie lub z gruntu albo rozdrobnionych odpadów przemysłowych, spełniająca warunki stateczności i odwodnienia oraz przyjmująca obciążenia od środków transportowych i urządzeń na korpusie drogowym.
- 1.4.2. **Wysokość nasypu** – różnica rzędnej terenu i rzędnej robót ziemnych, wyznaczonych w osi nasypu lub wykopu.
- 1.4.3. **Nasyp niski** - nasyp, którego wysokość jest mniejsza niż 1 m.
- 1.4.4. **Nasyp średni** - nasyp, którego wysokość jest zawarta w granicach od 1 do 3 m.
- 1.4.5. **Nasyp wysoki** - nasyp, którego wysokość przekracza 3 m.
- 1.4.6. **Odkład** – miejsce wbudowania lub składowania (odwiezienia) gruntów pozyskanych w czasie wykonywania wykopów, a niewykorzystanych do budowy nasypów oraz innych prac związanych z trasą drogową.
- 1.4.7. **Podłoże nawierzchni** – grunt rodzimy lub nasypowy leżący bezpośrednio pod konstrukcją nawierzchni do głębokości przemarzania, nie mniej jednak niż do głębokości 1 m od zaprojektowanej powierzchni robót ziemnych.
- 1.4.8. **Podłoże budowli ziemnej (nasypu i wykopu)** – strefa gruntu rodzimego poniżej spodu budowli, w której właściwości gruntu mają wpływ na projektowanie, wykonanie i eksploatację budowli.
- 1.4.9. **Skarpa** – zewnętrzna boczna powierzchnia nasypu lub wykopu o kształcie i nachyleniu dostosowanym do właściwości gruntu i lokalnych uwarunkowań.
- 1.4.10. **Wskaźnik zagęszczenia gruntu** – wielkość charakteryzująca grunt, określona wg wzoru:

$$I_s = p_d / p_{ds}$$

w którym:

p_d – gęstość objętościowa szkieletu zagęszczonego gruntu (Mg/m^3),

p_{ds} – maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego przy wilgotności optymalnej, określona w normalnej próbie Proctora, zgodnie z PN-B-04481, służąca do oceny zagęszczenia gruntu w robotach ziemnych, badana zgodnie z normą BN-77/8931-12 (Mg/m^3).

1.4.11. **Wskaźnik różnoziarnistości** – wielkość charakteryzująca zagęszczalność gruntów niespoistych, określona wg wzoru:

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

w którym:

d_{60} - średnica oczek sita, przez które przechodzi 60% gruntu (mm),
 d_{10} - średnica oczek sita, przez które przechodzi 10% gruntu (mm).

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB DM-00.00.00 „Wymagania Ogólne” punkt 1.5.

2. MATERIAŁY (GRUNTY)

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w STWiORB DM-00.00.00 „Wymagania Ogólne” pkt. 2.

2.1. Ogólne zasady wykorzystania gruntów

Zakłada się, że grunty uzyskane przy wykonywaniu wykopów będą w maksymalnym stopniu wykorzystane do budowy nasypów.

Przydatność gruntów i materiałów do budowy nasypów została określona w STWiORB D-02.01.01 w tabeli 1. Grunt przeznaczony do wbudowania w nasyp musi być zaakceptowany przez Inżyniera. Grunty i materiały stosowane do budowy nasypów muszą spełniać wymagania normy PN-S-02205;1998. W przypadku stosowania materiałów o ograniczonej przydatności Wykonawca ma obowiązek uwzględnienia wszystkich zastrzeżeń dotyczących technologii i miejsc wbudowania tych materiałów.

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 usunięte i wykonane powtórnie z materiałów o odpowiednich właściwościach (koszt robót ponosi Wykonawca). Wartość wskaźnika różnoziarnistości U gruntów nie ulepszanych, a użytych do budowy nasypów nie powinna być mniejsza niż 3,0 pod warunkiem uzyskania wymaganego wskaźnika I_s lub I_o .

Wykonawca przedstawi do akceptacji Inżyniera lokalizację oraz wyniki badań gruntu z ukopu i dokopu przeznaczonego do wykonania nasypów, jak również ewentualny sposób jego ulepszenia oraz sposób rekultywacji dokopu, w terminie 14 dni przed rozpoczęciem jego wbudowywania.

Przebadany i zatwierdzony przez Inżyniera grunt z ukopu, w przypadku braku możliwości bezpośredniego wbudowania w nasyp, powinien być złożony na składowisku przy obiektywnym Wykonawcy i chroniony przed zanieczyszczeniem i zawilgoceniem do czasu wbudowania.

W przypadku gruntu z dokopu, Inżynier może wyrazić zgodę na dowożenie bezpośrednio w miejsce wbudowania, pod warunkiem zapewnienia wymaganej jakości całej wbudowywanej partii materiału. Grunty z ukopu nie spełniające wymagań niniejszej STWiORB lecz dopuszczone przez Inżyniera do wbudowania po wcześniejszym uszlachetnieniu poprzez zastosowanie spoiw hydraulicznych lub chemicznych należy przewieźć na oddzielne miejsce tymczasowego składowania lub za zgodą Inżyniera bezpośrednio w miejsce wbudowania gdzie zostaną uszlachetnione metodą „na miejscu”.

Odpowiedzialnym za miejsce odkładu gruntu z ukopu i dokopu poza pasem drogowym jest Wykonawca, który poniesie wszelkie koszty i spełni wszystkie formalności (m.in. ochrony środowiska) związane z jego przygotowaniem, składowaniem i późniejszą rekultywacją.

Określić wymagania dla stosowania gruntów do górnej warstwy nasypu zgodnie z normą PN-S-02205;1998 – pkt. 2.8.1 d. Należy wykonać warstwę o grubości 0,5 m.

2.2. Wymagania dla budowy korpusów nasypów

Dopuszcza się wykonanie nasypów wyłącznie z gruntów, które spełniają szczegółowe wymagania zawarte w normie PN-S-02205:1998:

- pod względem przydatności do budowy nasypów – jako grunty przydatne i przydatne z zastrzeżeniami – z zachowaniem zastrzeżeń w tablicy 2 powyższej normy,
- pod względem wysadzinowości – jako grunty niewysadzinowe, wątpliwe i wysadzinowe (dopuszczone jako przydatne z zastrzeżeniami jw.).

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania i ustalenia dotyczące sprzętu określono w STWiORB DM-00.00.00 „Wymagania Ogólne” i D-02.01.01 „Wykonanie wykopów w gruntach nieskalistych” w pkt. 3.

3.2. Dobór sprzętu zagęszczającego

W tabelicy 1 podano, dla różnych rodzajów gruntów, orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego. Sprzęt do zagęszczania powinien być zatwierdzony przez Inżyniera.

Tabela 1. Orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego

Działanie Sprzętu	Rodzaj sprzętu	Grunty niespoiste: piaski żwiry pospółki		Grunty spoiste: pyły, iły		Mieszanki gruntowe z małą zawartością frakcji kamienistej	
		Grubość warstwy w cm	Liczba przejazdów*)	Grubość warstwy w cm	Liczba przejazdów*)	Grubość warstwy w cm	liczba przejazdów*)
Statyczne	1. Walce gładkie	10 ÷ 20	4 ÷ 8	10 ÷ 20	4 ÷ 8	10 ÷ 20	4 ÷ 8
	2. Walce okołkowane	-	-	20 ÷ 30	8 ÷ 12	20 ÷ 30	8 ÷ 12
	3. Walce ogumione (samojezdne i przyczepne)	20 ÷ 40	6 ÷ 10	30 ÷ 40	6 ÷ 10	30 ÷ 40	6 ÷ 10
Dynamiczne	4. Płytki spadające (ubijaki)	-	-	50 ÷ 70	2 ÷ 4	50 ÷ 70	2 ÷ 4
	5. Szybko uderzające ubijaki	20 ÷ 40	2 ÷ 4	10 ÷ 20	2 ÷ 4	20 ÷ 30	2 ÷ 4
	6. Walce wibracyjne: lekkie (do 5 ton) średnie (5÷8 ton) ciężkie (> 8 ton)	30 ÷ 50	3 ÷ 5	-	-	20 ÷ 40	3 ÷ 5
		40 ÷ 60	3 ÷ 5	20 ÷ 30	3 ÷ 4	30 ÷ 50	3 ÷ 5
		50 ÷ 80	3 ÷ 5	30 ÷ 40	3 ÷ 4	40 ÷ 60	3 ÷ 5
	7. Płyty wibracyjne lekkie ciężkie	20 ÷ 40 30 ÷ 60	5 ÷ 8 4 ÷ 6	- 20 ÷ 30	- 6 ÷ 8	10 ÷ 20 20 ÷ 40	5 ÷ 8 4 ÷ 6

*) Wartości orientacyjne, właściwe ustalić na odcinku doświadczalnym.

4. TRANSPORT

4.1. Wymagania ogólne dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu określono w STWiORB DM-00.00.00 „Wymagania Ogólne” i Specyfikacji D-02.01.01 „Wykonanie wykopów w gruntach nie skalistych” w pkt. 4.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB D-M-00.00.00 „Wymagania Ogólne” pkt 5.

5.2. Dokop

5.2.1. Miejsce dokopu

Jeśli zajdzie konieczność, Wykonawca dokona wyboru miejsca dokopu i musi być ono zaakceptowane przez Inżyniera. Dokopy muszą mieć wszelkie wymagane prawem zezwolenia na eksploatację i należy

przeprowadzić rekultywację terenu zgodną z zezwoleniem na eksploatację. Budowa koniecznych dróg dojazdowych do dokopu należy do Wykonawcy.

Wykonawca w ramach Ceny Kontraktowej pozyska grunt do wykonania nasypów. Grunt ten powinien spełniać wymagania określone w p. 2. Wykonawca przed dowiezieniem gruntu na miejsce wbudowania, przedstawi Inżynierowi badania danej partii materiału, potwierdzające przydatność gruntu do wykonania nasypu.

Dla gruntu pozyskanego z dokopu Wykonawca we własnym zakresie przygotowuje, zabezpieczy, a po zakończeniu robót zlikwiduje dokop, jak również w ramach Ceny Kontraktowej ureguluje wszelkie roszczenia z tego tytułu.

5.2.2. Zasady prowadzenia robót w dokopie

Pozyskiwanie gruntu z dokopu może rozpocząć się dopiero po pobraniu próbek i zbadaniu przydatności zalegającego gruntu do budowy nasypów oraz po wydaniu zgody na piśmie przez Inżyniera. Głębokość, na jaką należy ocenić przydatność gruntu powinna być dostosowana do zakresu prac. Grunty nieprzydatne do budowy nasypów nie powinny być odpajane, chyba że wymaga tego dostęp do gruntu przeznaczonego do przewiezienia z dokopu w nasyp. Odspojone przez Wykonawcę grunty nieprzydatne powinny być wbudowane z powrotem w miejscu ich pozyskania, zgodnie ze wskazaniem Inżyniera. O ile to konieczne dokop należy odwodnić przez wykonanie rowu odpływowego. Dno i skarpy dokopu po zakończeniu jego eksploatacji powinny być tak ukształtowane, aby harmonizowały z otaczającym terenem. Na dnie i skarpach dokopu należy przeprowadzić rekultywację według odrębnej Dokumentacji Projektowej opracowanej przez Wykonawcę.

5.3. Wykonanie nasypów

5.3.1. Przygotowanie podłoża w obrębie podstawy nasypu

Przed przystąpieniem do wykonywania nasypu należy w obrębie jego podstawy zakończyć roboty przygotowawcze, wymianę gruntu i wzmocnienie gruntów słabonośnych. Wykonawca przy użyciu widocznych palików wyznaczy zarysy skarp nasypów zgodnie z normą PN-S-02205 i STWiORB D-01.01.01.

5.3.1.1. Wycięcie stopni w zboczu

Zdjęcie humusu ujęte w STWiORB D-01.02.02. Jeżeli pochylenie poprzeczne terenu w stosunku do osi nasypu jest większe niż 1:5 należy, dla zabezpieczenia przed zsuwaniem się nasypu, wykonać w zboczu stopnie o spadku górnej powierzchni, wynoszącym około 4% \pm 1%, szerokości 1,0 - 2,5 m oraz wysokości 0,5 - 1,0 m.

5.3.1.2. Zagęszczenie gruntów w podłożu nasypów

Wykonawca powinien skontrolować wskaźnik zagęszczenia gruntów rodzimych, zalegających w górnej strefie podłoża nasypu, do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu.

Jeżeli wartość wskaźnika zagęszczenia jest mniejsza niż określona w normie PN-S-02205:98, Wykonawca powinien dążyć tak podłoże aby to wymaganie zostało spełnione.

Jeżeli wartości normowe wskaźnika zagęszczenia nie mogą być osiągnięte przez bezpośrednie zagęszczanie, a w miejscach tych projekt nie przewiduje innego rodzaju wzmocnienia podłoża lub wymiany gruntu to Wykonawca wykona ulepszenia tej warstwy przez zastosowanie spoiw hydraulicznych, umożliwiając uzyskanie wymaganych wartości normowych.

5.3.1.3. Spulchnienie gruntów w podłożu nasypów

Jeżeli nasyp jest budowany na gładkiej powierzchni w postaci istniejącej drogi, to przed przystąpieniem do budowy nasypu powinna ona być rozdrobniona lub spulchniona na głębokość, co najmniej 15 cm, w celu poprawy jej powiązania z podstawą nasypu.

5.3.2. Wybór gruntów i materiałów do wykonania nasypów

Wybór gruntów i materiałów do wykonania nasypów powinien być dokonany z uwzględnieniem zasad podanych w punkcie 2. W projekcie założono, że grunty z wykopu będą użyte do budowy nasypów zgodnie z zasadami określonymi w niniejszej STWiORB oraz normie PN-S-02205 „Drogi samochodowe. Roboty ziemne”.

Jeżeli grunt z wykopu użyty do budowy nasypu, nie pozwala osiągnąć wymaganych parametrów zagęszczenia i nośności, Wykonawca może wykonać z niego warstwę nasypu pod warunkiem ulepszenia

tego gruntu spoiwami hydraulicznymi. Jeżeli wartości wskaźnika zagęszczenia określone w pkt. 5.3.4.4 nie mogą być osiągnięte przez bezpośrednie zagęszczanie nasypu, to przewiduje się wykorzystanie gruntu rodzimego do wbudowania w nasyp pod warunkiem ulepszenia tego gruntu spoiwem hydraulicznym.

5.3.3. Ulepszenie gruntu z wykopu.

Przewiduje się ulepszenie spoiwem hydraulicznym lub innym zaakceptowanym materiałem doziarniającym rodzimego gruntu, w przypadku gruntów mało spoistych, średnio spoistych, bardzo spoistych oraz gruntów nadmiernie zawilgoconych mogą to być spoiwa hydrauliczne, w przypadku gruntów niespoistych mogą to być materiały drobnoziarniste. Celem ulepszenia spoiwem hydraulicznym jest poprawa właściwości gruntu, pozwalająca na wykorzystanie go pod budowę nasypów zamiast konieczności wywieżenia i przeznaczenia na odkład. Celem ulepszenia materiałami drobnoziarnistymi jest poprawa zagęszczalności gruntu.

Miejscowy grunt należy mieszać ze materiałem ulepszającym celem zmniejszenia wilgotności gruntu, poprawienia jego różnoziarnistości i nośności warstwy. Ilość dodawanego materiału należy określić na podstawie badań mieszanych próbek laboratoryjnie i wykonanych odcinków doświadczalnych. Grunt należy mieszać ze spoiwem na miejscu warstwami grubości do 50 cm. Następnie warstwę ulepszanego gruntu należy profilować i zagęszczać zgodnie z pkt. 5.3.3. i 5.3.4. STWiORB D-02.03.01. „Wykonanie nasypów”.

5.3.4. Zasady wykonania nasypów

5.3.4.1. Ogólne zasady wykonywania nasypów

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

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

- a. Nasypy należy wykonywać metodą warstwową, z gruntów przydatnych do budowy nasypów. Nasypy powinny być wznoszone równomiernie na całej szerokości.
- b. Jeżeli wartość wskaźnika zagęszczenia gruntu jest mniejsza niż wymagana przez normę PN-S-02205:98, Wykonawca powinien dogęścić warstwę nasypu tak, aby wymaganie zostało spełnione. Jeżeli wymagane wartości wskaźnika zagęszczenia nie mogą być osiągnięte przez bezpośrednie zagęszczanie nasypu, to Wykonawca może wykorzystać grunt z wykopów po ulepszeniu do przy pomocy spoiw hydraulicznych.
- c. Grubość warstwy w stanie luźnym powinna być odpowiednio dobrana w zależności od rodzaju gruntu i sprzętu używanego do zagęszczania. Przystąpienie do wbudowania kolejnej warstwy nasypu może nastąpić dopiero po stwierdzeniu przez Inżyniera prawidłowego wykonania warstwy poprzedniej.
- d. Grunty o różnych właściwościach należy wbudowywać w oddzielnych warstwach, o jednakowej grubości na całej szerokości nasypu.
- e. Warstwy gruntu przepuszczalnego należy wbudowywać poziomo, a warstwy gruntu mało przepuszczalnego ze spadkiem górnej powierzchni około 4% \pm 1%. Kiedy nasyp jest budowany w terenie płaskim spadek powinien być obustronny, gdy nasyp jest budowany na zboczu spadek powinien być jednostronny, zgodny z jego pochyleniem. Ukształtowanie powierzchni warstwy powinno uniemożliwiać lokalne gromadzenie się wody.
- f. 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. Takie ukształtowanie górnej powierzchni gruntu spoistego zapobiega powstaniu potencjalnych powierzchni poślizgu w gruncie tworzącym nasyp.
- g. Grunt przewieziony w miejsce wbudowania powinien być bezzwłocznie wbudowany w nasyp. Inżynier może dopuścić czasowe składowanie gruntu, pod warunkiem jego zabezpieczenia przed nadmiernym zawilgoceniem. Grunt wbudowany w dolne warstwy nasypu musi być zabezpieczony przed kontaktem z wodą gruntową i powierzchniową.
- h. Wykonawca jest zobowiązany utrzymywać drożność rowów w czasie realizacji inwestycji w zakresie wpływu robót na funkcjonowanie istniejącego układu odwodnienia.
- i. Górna warstwa nasypu o grubości 50 cm zostanie wykonana bezpośrednio pod konstrukcję nawierzchni. Warstwę należy wykonać z gruntów niespoistych i niewysadzinowych zgodnie z zaleceniami PN-S-02205 :1998 pkt. 2.8.1 d.

5.3.4.2. Poszerzenie nasypu

Przy poszerzeniu istniejącego nasypu należy wykonywać w jego skarpie stopnie o szerokości do 1m. 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. Sukcesywnie w miarę postępu robót należy wykonywać minimum 2 stopnie na wykonywanym odcinku robót. Przy doborze sprzętu do zagęszczania należy uwzględnić pracę tych urządzeń w strefie zagrożonej osunięciem.

5.3.4.3. Wykonywanie nasypów w okresie deszczów

Wykonywanie nasypów należy przerwać, jeżeli wilgotność gruntu przekracza wartość dopuszczalną, to znaczy jest większa od wilgotności optymalnej o więcej niż $\pm 10\%$ jej wartości. Na warstwie gruntu nadmiernie zawilgoconego nie wolno układać następnej warstwy gruntu. Osuszenie można przeprowadzić w sposób mechaniczny lub chemiczny.

W celu zabezpieczenia nasypu przed nadmiernym zawilgoceniem, poszczególne jego warstwy oraz korona nasypu po zakończeniu robót ziemnych powinny być równe i mieć spadki potrzebne do prawidłowego odwodnienia, według p. 5.3.3.1, poz. e).

W okresie deszczowym nie należy pozostawiać nie zagęszczonej warstwy do dnia następnego. Jeżeli warstwa gruntu nie zagęszczonego uległa przewilgoceniu, a Wykonawca nie jest w stanie osuszyć jej i zagęścić w czasie zaakceptowanym przez Inżyniera, to może on nakazać Wykonawcy usunięcie wadliwej warstwy na jego koszt.

5.3.4.4. Wykonywanie nasypów w okresie mrozów

Niedopuszczalne jest wykonywanie nasypów w temperaturze, przy której nie jest możliwe osiągnięcie w nasypie wymaganego wskaźnika zagęszczenia gruntów. Nie dopuszcza się wbudowania w nasyp gruntów zamrzniętych lub gruntów przemieszanych ze śniegiem lub lodem.

W czasie dużych opadów śniegu wykonywanie nasypów powinno być przerwane. Przed wznowieniem prac należy usunąć śnieg z powierzchni wznoszonego nasypu.

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

5.3.4.5. Wykonywanie nasypów po usunięciu gruntów słabonośnych

Na czas wykonywania robót ziemnych, na odcinku występowania gruntów słabonośnych, wzdłuż proj. nasypu po obu jego stronach należy wykonać tymczasowe rowy odwadniające. Wodę z rowów należy odprowadzić do istniejących cieków wodnych.

5.3.5. Zagęszczenie gruntu

5.3.5.1. Ogólne zasady zagęszczania gruntu

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.

5.3.5.2. Grubość warstwy

Grubość warstwy zagęszczonego gruntu oraz liczbę przejazdów maszyny zagęszczającej zaleca się określić doświadczalnie dla każdego rodzaju gruntu i typu maszyny, zgodnie z zasadami podanymi w punkcie 5.3.4.5. Orientacyjne wartości, dotyczące grubości warstw różnych gruntów oraz liczby przejazdów różnych maszyn do zagęszczania podano w pkt. 3.

5.3.5.3. Wilgotność gruntu

Wilgotność gruntu w czasie zagęszczania powinna być równa wilgotności optymalnej, z tolerancją od $\pm 5\%$ jej wartości. Jeżeli wilgotność naturalna gruntu jest niższa od wilgotności optymalnej o więcej niż -5% jej wartości, to wilgotność gruntu należy zwiększyć przez dodanie wody.

Jeżeli wilgotność gruntu jest wyższa od wilgotności optymalnej o ponad $+5\%$ jej wartości, grunt należy osuszyć w sposób mechaniczny lub chemiczny, ewentualnie wykonać drenaż z warstwy gruntu przepuszczalnego. Sposób osuszenia przewilgoconego gruntu powinien być zaakceptowany przez Inżyniera. Sprawdzenie wilgotności gruntu należy przeprowadzać laboratoryjnie, z częstotliwością określoną w punkcie 6.3.2 i 6.3.3.

5.3.5.4. Wymagania dotyczące zagęszczania

Kontrolę zagęszczenia warstwy można przeprowadzać za pomocą oznaczenia wskaźnika zagęszczenia wg PN-S 02205: 1998, lub porównania pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia.

Wskaźnik zagęszczenia gruntów w nasypach oraz warstw stabilizowanych spoiwem hydraulicznym, określony według normy PN-S 02205: 1998, powinien na całej szerokości korpusu spełniać poniższe wymagania:

KR 3 – 7 (grunty niespoiste)

- a. Górna warstwa nasypu grubości 50cm jako bezpośrednie podłoże pod konstrukcję nawierzchni
 $E_2 \geq 80 \text{ MPa}$ $I_s \geq 1,00$ $I_0 \leq 2,20$
- b. Warstwa nasypu na głębokości do -0,2 m od powierzchni podłoża – koryta
 $E_2 \geq 80 \text{ MPa}$ $I_s \geq 1,00$ $I_0 \leq 2,20$
- c. Warstwa nasypu na głębokości do -2,0m od powierzchni podłoża – koryta
 $E_2 \geq 60 \text{ MPa}$ $I_s \geq 1,00$ $I_0 \leq 2,20$
- d. Warstwa nasypu na głębokości poniżej 2,0m od powierzchni podłoża – koryta
 $E_2 \geq 40 \text{ MPa}$ $I_s \geq 0,97$ $I_0 \leq 2,50$
- e. Warstwy podstawy nasypu
 $E_2 \geq 40 \text{ MPa}$ $I_s \geq 0,97$ $I_0 \leq 2,50$

KR 1 - 2 (grunty niespoiste)

- a. Górna warstwa nasypu grubości 50cm jako bezpośrednie podłoże pod konstrukcję nawierzchni
 $E_2 \geq 80 \text{ MPa}$ $I_s \geq 1,00$ $I_0 \leq 2,20$
- b. Warstwa nasypu na głębokości do -0,2m od powierzchni podłoża – koryta
 $E_2 \geq 60 \text{ MPa}$ $I_s \geq 1,00$ $I_0 \leq 2,20$
- c. Warstwy nasypu na głębokości do -1,2m od powierzchni podłoża – koryta
 $E_2 \geq 45 \text{ MPa}$ $I_s \geq 0,97$ $I_0 \leq 2,50$
- d. Warstwy nasypu na głębokości poniżej 1,2m od powierzchni podłoża – koryta
 $E_2 \geq 30 \text{ MPa}$ $I_s \geq 0,95$ $I_0 \leq 2,50$
- e. Warstwy podstawy nasypu
 $E_2 \geq 40 \text{ MPa}$ $I_s \geq 0,92$ $I_0 \leq 2,50$

KR 3 – 7 (grunty spoiste)

- a. Górna warstwa nasypu grubości 50cm jako bezpośrednie podłoże pod konstrukcję nawierzchni
 $E_2 \geq 80 \text{ MPa}$ $I_s \geq 1,00$ $I_0 \leq 2,20$
- b. Warstwa nasypu na głębokości do -0,2m od powierzchni podłoża – koryta
 $E_2 \geq 80 \text{ MPa}$ $I_s \geq 1,00$ $I_0 \leq 2,20$
- c. Warstwa nasypu na głębokości do -2,0m od powierzchni podłoża – koryta
 $E_2 \geq 45 \text{ MPa}$ $I_s \geq 1,00$ $I_0 \leq 2,20$
- d. Warstwa nasypu na głębokości poniżej 2,0m od powierzchni podłoża – koryta
 $E_2 \geq 30 \text{ MPa}$ $I_s \geq 0,97$ $I_0 \leq 2,50$
- e. Warstwy podstawy nasypu
 $E_2 \geq 30 \text{ MPa}$ $I_s \geq 0,97$ $I_0 \leq 2,50$

KR 1 - 2 (grunty spoiste)

- a. Górna warstwa nasypu grubości 50cm jako bezpośrednie podłoże pod konstrukcję nawierzchni
 $E_2 \geq 80 \text{ MPa}$ $I_s \geq 1,00$ $I_0 \leq 2,20$
- b. Warstwa nasypu na głębokości do -0,2m od powierzchni podłoża – koryta
 $E_2 \geq 60 \text{ MPa}$ $I_s \geq 1,00$ $I_0 \leq 2,20$
- c. Warstwy nasypu na głębokości do -1,2m od powierzchni podłoża – koryta

$$E_2 \geq 30 \text{ MPa} \quad I_s \geq 0,97 \quad I_0 \leq 2,50$$

d. Warstwy nasypu na głębokości poniżej 1,2m od powierzchni podłoża – koryta

$$E_2 \geq 30 \text{ MPa} \quad I_s \geq 0,95 \quad I_0 \leq 2,50$$

e. Warstwy podstawy nasypu

$$E_2 \geq 30 \text{ MPa} \quad I_s \geq 0,92 \quad I_0 \leq 2,50$$

Jeżeli jako kryterium oceny dobrego zagęszczenia gruntu stosuje się porównanie wartości modułów odkształcenia, to wartość stosunku wtórnego do pierwotnego modułu odkształcenia I_0 jest zróżnicowana w zależności od rodzaju gruntu, zgodnie z normą PN-S-02205: 1998.

Wskaźnik odkształcenia nie powinien być większy niż:

- a) dla żwirów, pospółek i piasków
 - $I_0 \leq 2,2$ przy wymaganej wartości $I_s \geq 1,0$
 - $I_0 \leq 2,5$ przy wymaganej wartości $I_s < 1,0$

Jeżeli badania kontrolne wykażą, że zagęszczenie warstwy nie jest wystarczające to w zależności od zastosowanej technologii robót Wykonawca dokona powtórnego przygotowania warstwy do odbioru. Jeżeli powtórne zagęszczenie nie spowoduje uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia, Wykonawca powinien usunąć warstwę i wbudować nowy materiał, o ile Inżynier nie zezwoli na ponowienie próby prawidłowego zagęszczenia warstwy.

Całościowej oceny cech nośności warstwy gruntu dokonuje się na podstawie pomiaru wtórnego modułu odkształcenia E_2 za pomocą obciążenia statycznego płytą o średnicy 300 mm. Wymagane minimalne wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 należy przyjmować wg PN-S-02205:1998 .

Wartość modułu odkształcenia należy wyznaczyć dla przyrostu obciążenia wg PN-S-02205:1998.

$$E_2 = \frac{3\Delta p}{4\Delta s} D$$

w którym:

D – średnica płyty, mm

Δp – przyrost obciążenia, MPa

Δs – przyrost odkształcenia, mm.

5.3.5.5. Próbné zagęszczenie

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca wykona poletko doświadczalne o powierzchni minimum 500 m² w celu doboru sprzętu zagęszczającego, potrzebną ilość przejeżdż oraz grubości warstw.

Poletko doświadczalne powinno być wykonane na terenie oczyszczonym z gleby, na którym układa się grunt czterema pasmami szerokości 3,5 - 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 p. 5.3.4.3. Grunt ułożony na poletku według podanej wyżej zasady powinien być następnie zagęszczony, a po każdej serii przejeżdż maszyny należy określić wskaźniki zagęszczenia, dopuszczając stosowanie aparatów izotopowych.

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 i nośności z wymaganiami podanymi w pkt. 5.3.4.4 dokonuje się wyboru sprzętu i ustala się potrzebną liczbę przejeżdż oraz grubość warstwy rozkładanego gruntu.

Sprawozdanie z odcinka próbnego podlega zatwierdzeniu przez Inżyniera.

5.4. Odkłady

5.4.1. Warunki ogólne wykonania odkładów

Roboty omówione w tym punkcie dotyczą postępowania z gruntami lub innymi materiałami, które zostały pozyskane w czasie wykonywania wykopów, a które nie będą wykorzystane do budowy nasypów oraz innych prac związanych z trasą drogową.

Przewiduje się zagospodarowanie części nadmiaru objętości gruntu poprzez wykorzystanie go do wyrównania terenu w liniach rozgraniczających. Pozostała część gruntów zostanie wywieziona przez Wykonawcę na miejsca odkładu dla których uzyska pisemną zgodę właścicieli działek. Roboty te powinny być wykonane zgodnie z odpowiednimi zasadami, dotyczącymi wbudowania i zagęszczania gruntów oraz powinny być obsiane trawą.

Grunty lub inne materiały powinny być przewiezione na odkład, jeżeli:

- a. stanowią nadmiar objętości w stosunku do objętości gruntów przewidzianych do wbudowania i wykorzystania na miejscu,
- b. są nieprzydatne do budowy nasypów oraz wykorzystania w innych pracach, związanych z budową trasy drogowej (np. grunty organiczne z bagna, torfy, grunty nawodnione, plastyczne z wykopu)

5.4.2. Zasady wykonania odkładów

Wykonanie odkładów w liniach rozgraniczających, a w szczególności ich wysokość, pochylnia skarp, zagęszczenie oraz odwodnienie powinny zostać zaakceptowane przez Inżyniera.

Odkłady powinny być tak ukształtowane, aby harmonizowały z otaczającym terenem.

Odspajanie materiału przewidzianego do przewiezienia na odkład powinno być przerwane, o ile warunki atmosferyczne lub inne przyczyny uniemożliwiają jego wbudowanie zgodnie z wymaganiami sformułowanymi w tym zakresie w dokumentacji projektowej, Specyfikacjach lub przez Inżyniera.

Przed przewiezieniem gruntu na odkład Wykonawca powinien upewnić się, że spełnione są warunki określone w pkt. 5.4.1. Jeżeli wskutek pochopnego przewiezienia gruntu na odkład przez Wykonawcę, zajdzie konieczność dowiezienia gruntu do wykonania nasypów z ukołu, to koszt tych czynności w całości obciąża Wykonawcę.

5.5. Zasyпки wykopów na instalacje

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

Wymagania dla odbioru robót zgodnie z PN-S-02205:1998 pkt. 2.11.4.

Wykop należy zasypywać i zagęszczać zgodnie z 2.10 Normy. Zasyпки należy układać warstwami, równomiernie po obu stronach przewodu zgodnie z 2.8.1 i zagęszczać zgodnie z 2.10 Normy. Zasyпки wąsko przestrzennych przekopów poprzecznych przez jezdnie, niezależnie od kategorii ruchu na drodze, powinny uzyskać do głębokości 1,2 m wskaźnik zagęszczenia co najmniej 1,00. Na większej głębokości dopuszcza się wskaźnik 0,97 pod warunkiem zastosowania środków łagodzących skutki osiadań.

5.6. Ruch budowlany

Nie należy dopuszczać ruchu budowlanego po dnie wykopu o ile grubość warstwy gruntu (nakładu) powyżej rzędnych robót ziemnych jest mniejsza niż 0,3 metra. Z chwilą przystąpienia do ostatecznego profilowania dna wykopu dopuszcza się po nim jedynie ruch maszyn wykonujących tę czynność budowlaną. Może odbywać się jedynie sporadyczny ruch pojazdów, które nie spowodują uszkodzeń powierzchni korpusu.

Zabroniony jest ruch jakichkolwiek pojazdów nie biorących udziału w budowie po wykonywanym poszerzeniu nasypu. Naprawa uszkodzeń powierzchni robót ziemnych, wynikających z niedotrzymania podanych powyżej warunków obciąża Wykonawcę robót ziemnych.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWiORB DM-00.00.00 i D-02.01.01 „Wykonywanie wykopów gruntach nieskalistych” pkt. 6.

6.2. Sprawdzenie jakości wykonania ukołu i dokopu

Sprawdzenie jakości wykonania ukołu i dokopu polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w p. 5.2 niniejszej Specyfikacji oraz w dokumentacji projektowej.

W czasie kontroli należy zwrócić szczególną uwagę na sprawdzenie:

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

6.3. Sprawdzenie jakości wykonania nasypów

6.3.1. Rodzaje badań i pomiarów

Sprawdzenie jakości wykonania nasypów polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w p. 2, 3 oraz 5.3 niniejszej Specyfikacji i w dokumentacji projektowej.

Szczególną uwagę należy zwrócić na:

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

6.3.2. Badania przydatności gruntów do budowy nasypów

Badania przydatności gruntów do budowy nasypu powinny być przeprowadzone na próbkach pobranych z każdej partii przeznaczonej do wbudowania w korpus ziemny, pochodzącej z nowego źródła, jednak nie rzadziej niż 1 na każde 5000 m³ nasypu.

W każdym badaniu należy określić następujące właściwości:

skład granulometryczny, wg PN-B-04481

- zawartość części organicznych, wg PN-B-04481
- wilgotność naturalną, wg PN-B-04481
- wilgotność optymalną i maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego, wg PN-B-04481
- granicę płynności, wg PN-B-04481
- kapilarność bierną, wg PN-B-04493
- wskaźnik piaskowy, wg BN-64/8931-01

6.3.3. Badania kontrolne prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu

Badania kontrolne prawidłowości wykonania poszczególnych warstw nasypu polegają na sprawdzeniu:

- odwodnienia każdej warstwy.
- grubości każdej warstwy i jej wilgotności (w przypadku użycia gruntu/materiału nie ulepszanego) przy zagęszczaniu; badania należy przeprowadzić nie rzadziej niż jeden raz na 1000 m² warstwy.
- przestrzegania ograniczeń określonych w pkt. 5.3.3.4 i 5.3.3.5, dotyczących wbudowania gruntów w okresie deszczów i mrozów.

6.3.4. Sprawdzenie zagęszczenia nasypu oraz podłoża nasypu

Sprawdzenie zagęszczenia nasypu oraz podłoża nasypu polega na skontrolowaniu zgodności wartości wskaźnika zagęszczenia I_s lub stosunku modułów odkształcenia I_o z wartościami określonymi w pkt. 5.3.1.2 i pkt. 5.3.4.4. Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia I_s powinno być przeprowadzone według normy BN-77/8931-12, oznaczenie modułów odkształcenia I_o według normy PN-S-02205:1998.

Zagęszczenie każdej warstwy należy kontrolować nie rzadziej niż:

- 1x w trzech punktach na 5000 m² warstwy, w przypadku określenia wartości I_s ,
- 1x w trzech punktach na 2000 m² w przypadku określenia pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia.

Wyniki kontroli zagęszczenia robót Wykonawca powinien wpisywać do dokumentów laboratoryjnych.

Prawidłowość zagęszczenia konkretnej warstwy nasypu powinna być potwierdzona przez Inżyniera wpisem w Dzienniku Budowy.

6.3.5. Pomiary kształtu nasypu

Pomiary kształtu nasypu obejmują kontrolę prawidłowości wykonania skarp oraz szerokości korony korpusu. Sprawdzenie prawidłowości wykonania skarp polega na skontrolowaniu zgodności z wymaganiami dotyczącymi pochyłości i dokładności wykonania skarp, określonymi w dokumentacji projektowej oraz w p. 5.3.3. 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.

6.4. Dokładność wykonania robót ziemnych

Zbiorcze zestawienie wymagań zawarto w tablicy nr 4.

Tablica 2. Dokładność wykonania robót ziemnych

Lp.	Część budowli	Jednostka	Dokładność
1.	Korpus ziemny : - oś korpusu drogowego - szerokość górnej powierzchni - nierówności powierzchni ^{*)} - pochylenie poprzeczne górnej powierzchni - niweleta górnej powierzchni - pochylenie warstw gruntów mało przepuszczalnych	cm cm cm % cm %	± 5 + 10, -0 ± 4 ± 1 + 1, - 3 ± 1
2.	Skarpy: - pochylenia 1:m - nierówność powierzchni pod warstwą ziemi urodzajnej - nierówności górnej powierzchni ziemi urodzajnej ^{*)}	% pochylenia cm cm	± 10 ± 10 ± 10
3.	Rowy: - szerokość - rzędne profilu dna	cm cm	5 + 1, - 3
^{*)} Nierówności mierzone łatą 3 m			

6.5. Sprawdzenie jakości wykonania odkładu

Sprawdzenie wykonania odkładu polega na sprawdzeniu zgodności z wymaganiami określonymi w p. 2 oraz p. 5.4 niniejszej Specyfikacji.

Szczególną uwagę należy zwrócić na:

- prawidłowość usytuowania i kształt geometryczny odkładu,
- odpowiednie wbudowanie gruntu,
- właściwe zagospodarowanie (rekultywację) odkładu.

6.6. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami

Wszystkie materiały niespełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach Specyfikacji, zostaną odrzucone. Jeśli materiały niespełniające wymagań zostaną wbudowane lub zastosowane, to na polecenie Inżyniera Wykonawca wymieni je na właściwe na koszt Wykonawcy.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB DM-00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt. 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest 1m³ (metr sześcienny) wykonanego nasypu.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB DM-00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt 8. Roboty ziemne uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją 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 ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWiORB DM-00.00.00 „Wymagania Ogólne” pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

a. Cena jednostki obmiarowej wykonania nasypów obejmuje:

- prace pomiarowe i oznakowanie robót,
- wykonanie i uzgodnienie projektu oznakowania robót,
- oznakowanie i jego utrzymanie na czas wykonywania robót,
- przygotowanie podstawy nasypu,
- zakup, transport urobku z dokopu na miejsce wbudowania w nasypie,
- zagęszczenie gruntu rodzimego do wymaganego wskaźnika zagęszczenia/odkształcenia (ewentualne doprowadzenie podłoża do wymaganych parametrów),
- schodkowanie skarp, gdy pochylenie terenu $>1:5$,
- wbudowanie gruntu w nasyp,
- zagęszczenie zgodnie z wymogami dokumentacji projektowej i Specyfikacji (ewentualne doprowadzenie wykonywanego nasypu do wymaganych parametrów),
- profilowanie powierzchni nasypu, rowów i skarp z nadaniem im spadków i pochyłości zgodnych z dokumentacją projektową i Specyfikacją,
- wyprofilowanie skarp dokopu,
- rekultywację dokopu i terenu przyległego do drogi,
- odwodnienie terenu robót,
- utrzymywanie drożności rowów w trakcie inwestycji w zakresie funkcjonowania istniejącego układu odwodnienia,
- wykonanie, utrzymanie a następnie rozebranie dróg technologicznych,
- przeprowadzenie wymaganych pomiarów i badań laboratoryjnych, dotyczących w szczególności właściwości wbudowanych gruntów, wskaźnika zagęszczenia/odkształcenia poszczególnych warstw nasypu i nośności górnej warstwy,
- rekultywację terenu.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

1. PN-B-02481	Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole, symbole literowe i jednostki miar.
2. PN-B-02480	Grunty budowlane. Określenia. Symbole. Podział i opis gruntów.
3. PN-B-04452	Grunty budowlane. Badania polowe.
4. PN-B-04481	Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
5. PN-B-04493	Grunty budowlane. Oznaczanie kapilarności biernej.
6. PN-B-06050	Roboty ziemne budowlane. Wymagania w zakresie wykonywania i badania przy odbiorze.
7. PN-S-02205	Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
8. PN-S-02204	Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg.
9. BN-64/8931-01	Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika piaskowego.
10. BN-75/8931-03 i lotniskowych.	Drogi samochodowe. Pobieranie próbek gruntów do celów drogowych
11. BN-77/8931-12	Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
12. PN-B-04492	Grunty budowlane. Badania właściwości fizycznych. Oznaczenie wskaźnika wodoprzepuszczalności.
13. BN-64/8931-02	Drogi samochodowe. Oznaczenie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą

10.2. Inne dokumenty

14. Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. IBDiM. Warszawa 2002.
15. Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych – GDDP – 1997.
16. WT-5:2010 Wymagania Techniczne. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych.
17. Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych I Półsztywnych – Załącznik do zarządzenia nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.