

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D.02.03.01 WYKONANIE NASYPÓW

1. Wstęp

1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót przy wykonaniu nasypów w związku z budową i przebudową drogi powiatowej nr 3903P na odcinku od drogi wojewódzkiej nr 305 do węzła drogi S5-Nietążkowo.

1.2. Zakres stosowania STWiORB

Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót przy wykonaniu nasypów z gruntu z wykopu i dokopu i obejmują:

- wykonywanie nasypów mechanicznie z gruntu. kat. II z pozyskaniem z dokopu i transportem,
- wykonywanie nasypów mechanicznie z gruntu. z wykopu,
- plantowanie powierzchni skarp oraz poboczy i dna rowu.

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-8931-12:1977

ρ_{ds} - maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego przy wilgotności optymalnej, określona w normalnej próbie Proctora, zgodnie z PN-B-04481:1998, służąca do oceny zagęszczenia gruntu w robotach ziemnych, badana zgodnie z normą BN-8931-12:1977 (Mg/m^3).

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),

Pozostałe określenia podane w niniejszej STWiORB są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami i Specyfikacją Techniczną Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych D-M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

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

2. Wyroby budowlane (materiały)

2.1. Wymagania ogólne dla materiałów do budowy nasypów

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

Do wykonania nasypów należy stosować wyłącznie grunty które spełniają wymagania STWiORB i są zaakceptowane przez Inżyniera.

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

2.2. Grunt z wykopu

Jeżeli niemożliwe jest uzyskanie wymaganego zagęszczenia Wykonawca dokona doziarnienia gruntów niespoistych żwirem, pospółką lub piaskiem.

Grunty i materiały dopuszczone do budowy nasypów powinny spełniać wymagania określone w PN-S-02205 :1998 .

Grunty i materiały do budowy nasypów podaje tablica 1.

Tablica 1. Przydatność gruntów do wykonywania budowli ziemnych wg PN-S-02205 :1998 .

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 - do nasypów nie wyższych niż 3 m, zabezpieczonych przed zawilgoceniem - w miejscach suchych lub przejściowo zawilgoconych
		3. Piaski pylaste, piaski gliniaste, pyły piaszczyste i pyły	
		4. Piaski próchniczne, z wyjątkiem pylastych piasków próchnicznych	- do nasypów nie wyższych niż 3 m: zabezpieczonych przed zawilgoceniem lub po ulepszeniu spoiwami
Na górne warstwy nasypów w strefie przemarzania	1. Żwiry i pospółki 2. Piaski grubo i średnioziarniste	5. Gliny piaszczyste, gliny i gliny pylaste oraz inne o $w_L < 35\%$	
		6. Gliny piaszczyste zwięzłe, gliny zwięzłe i gliny pylaste zwięzłe oraz inne grunty o granicy płynności w_L od 35 do 60%	- pod warunkiem ulepszenia tych gruntów spoiwami, takimi jak: cement, wapno, aktywne popioły itp.
W wykopach			- gdy są ulepszone

i miejscach zerowych do głębokości przemarzania	Grunty niewysadzinowe	Grunty wątpliwe i wysadzinowe	spoiwami (cementem, wapnem, aktywnymi popiołami itp.)
---	-----------------------	-------------------------------	---

2.3. Grunt z dokopu - spełniający wymagania PN-S-02205:1998.

Na warstwy nasypu 0,5 m poniżej powierzchni robót ziemnych (dolne) należy stosować grunt o poniższych cechach:

- wskaźnik różnoziarnistości co najmniej 3,
- można o mniejszym wskaźniku, jeżeli próby na poletku doświadczalnym wykażą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia i potwierdzą to wyniki badań wykonanych warstw:
- gęstość objętościowa szkieletu $\geq 1,6 \text{ g/cm}^3$,
- największa średnica ziarn gruntu 200 mm,
- zawartość części organicznych $\leq 2\%$.

Na górna warstwę o grubości 0,5 m należy stosować grunty:

- niespoiste,
- niewysadzinowe,
- o wskaźniku różnoziarnistości co najmniej 5,
- o współczynniku filtracji $k_{10} \geq 6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$,
- o zawartości cząstek $\leq 0,075 \text{ mm} < 15\%$,
- o zawartości cząstek $\leq 0,02 \text{ mm} < 3\%$,
- o kapilarności biernej $H_{kb} < 1,0 \text{ m}$,
- o wskaźniku piaskowym $WP > 35$,
- o największej średnicy ziarn do 200 mm,
- piaski drobnoziarniste o wskaźniku nośności $w_{noś} \geq 10\%$.

2.4. Źródła pozyskiwania materiałów

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

Poszczególne asortymenty materiałów na nasypy powinny pochodzić z jednego źródła, dla każdego oddzielnego miejsca wbudowania.

2.5. Cement

Należy stosować cement portlandzki klasy 32,5 wg PN-EN 197-1:

- wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach- nie mniej niż 16 MPa,
- wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach $\leq 32,5 \text{ MPa}$,
- początek wiązania- najwcześniej po upływie 60 minut,
- stałość objętości nie więcej niż 10 mm.

Badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-EN 196-1 oraz PN-EN 196-3.

Przechowywanie cementu powinno odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08.

W przypadku, gdy czas przechowywania cementu będzie dłuższy od trzech miesięcy, można go stosować za zgodą Inżyniera tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wykażą jego przydatność do robót.

2.6. Wapno

Do stabilizacji wapnem należy stosować wapno suchogaszone (hydratyzowane) Ca(OH)_2 albo wapno palone niegaszone wg PN-B-30020.

Przydatność wapna należy oceniać na podstawie atestu producenta, a w przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania szczegółowe wg PN-B-30020.

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".

3.2. Sprzęt do robót ziemnych

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

- odpajania 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 piasku z materiałem doziarniającym.

Wykonawca przystępujący do wykonania warstw nasypu z gruntu lessopodobnego stabilizowanego cementem, powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

a) w przypadku wytwarzania mieszanek kruszywowo-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 2 podano, dla różnych rodzajów gruntów, orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego. Sprzęt do zagęszczania powinien być zatwierdzony przez Inżyniera.

Tablica 2. Orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego

Rodzaje urządzeń zagęszczających	Rodzaje gruntu				Uwagi o przydatności maszyn
	niespoiste: piaski, żwiry, pospółki		spoiste: pyły, gliny, łyły		
	grubość warstwy [m]	liczba przejść n ***	grubość warstwy [m]	liczba przejść 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	0,3 do 0,5	4 do 8	-	-	6)

wibracyjne **					
Ubijaki szybkouderzające	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. Użyty przez Wykonawcę do wykonania nasypów sprzęt mechaniczny musi zostać zaakceptowany przez Inżyniera.

4. Transport

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

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

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

4.3. Transport cementu musi odbywać się w sposób chroniący go przed zawilgoceniem, zbryleniem i zanieczyszczeniem. Przewiduje się transport cementu w cysternach przystosowanych do przewozu materiałów sypkich.

Transport cementu powinien odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08.

5. Wykonanie robót

5.1. Ogólne warunki wykonania robót

Ogólne warunki wykonania robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Szczegółowe warunki wykonania nasypów podano w Opisie Technicznym Dokumentacji Projektowej.

5.2. Dostawy materiału na nasypy

Wykonawca jest zobowiązany do prowadzenia kontroli dostaw oraz wykonania zgodnie z ustaloną 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 przygotowawczych zgodnie ze Specyfikacją Techniczną Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych STWiORB D.01.02.02. po wyrażeniu zgody przez Inżyniera.

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

Przed przystąpieniem do budowy nasypu należy w obrębie jego podstawy zakończyć roboty przygotowawcze, określone w STWiORB D.01.00.00 „Roboty przygotowawcze”.

Wykonawca powinien skontrolować wskaźnik zagęszczenia gruntów rodzimych, zalegających w strefie podłoża nasypu, do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu. Jeżeli wartość wskaźnika zagęszczenia jest mniejsza niż określona w tablicy 3, Wykonawca dogęści podłoże tak, aby powyższe wymaganie zostało spełnione.

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:	
	kategoria ruchu KR3-KR6	kategoria ruchu KR1-KR2
do 2	0,97	0,95
ponad 2	0,97	0,95

W przypadku gdy zagęszczenie podłoża nasypu nie spełnia powyższych wymagań należy usunąć grunt do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu. Następnie odkryte podłoże nasypu należy dogęścić do wymaganych wartości I_s i ponownie zasypać warstwami, po kolei zagęszczonymi zgodnie z tabelą.

Stosunek wtórnego i pierwotnego modułu nie powinien przekraczać 2,2 dla $I_s \geq 1,0$ i 2,5 dla $I_s < 1,0$

Wtórny moduł odkształcenia w strefie podłoża nasypu w zależności od kategorii ruchu wynosi:

- dla KR 1 - KR2 $E_2 \geq 45$ MPa
- dla KR 3 - KR6 $E_2 \geq 60$ MPa

Jeżeli nie można będzie uzyskać w/w wartości wtórnego modułu odkształcenia to należy podłoże stabilizować 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 2.4.6 PN-S-02205,
- górną warstwę nasypu o grubości co najmniej 0,50 m wykonać z materiału o właściwościach określonych w punkcie 2.2,
- grunt przewieziony w miejsce wbudowania musi być bezzwłocznie wbudowany w nasyp,
- nasypy należy wykonać metodą warstwową,
- nasypy powinny być wznoszone równomiernie na całej szerokości,
- 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 stwierdzeniu prawidłowego wykonania 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 poziomo, a warstwy gruntu mało przepuszczalnego ze spadkiem górnej powierzchni około 4 %,
- ukształtowanie powierzchni warstwy powinno uniemożliwiać lokalne gromadzenie się wody.

5.3.2.1 Wykonanie nasypów nad przepustami

Nasypy w obrębie przepustów należy wykonywać jednocześnie z obu stron przepustu z jednakowych, dobrze zagęszczonych poziomych warstw gruntu. Dopuszcza się wykonanie przepustów z innych poprzecznych elementów odwodnienia w przekopach (wcinkach) wykonanych w poprzek

uformowanego nasypu. W tym przypadku podczas wykonania nasypu w obrębie przekopu 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. Poszerzenie nasypu

Przy poszerzeniu istniejącego nasypu należy wykonywać w jego skarpie stopnie o szerokości do 1,0m. Spadek górnej powierzchni stopni powinien wynosić $4\% \pm 1\%$ w kierunku zgodnym z pochyleniem skarpy.

Wycięcie stopni obowiązuje zawsze przy wykonywaniu styku dwóch przyległych części nasypu, wykonanych z gruntów o różnych właściwościach lub w różnym czasie.

5.3.2.3. 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 10% jej wartości.

Na warstwie gruntu nadmiernie zawilgoconego nie wolno układać następnej warstwy gruntu.

Osuszenie można przeprowadzić w sposób mechaniczny lub chemiczny, poprzez wymieszanie z wapnem palonym albo hydratyzowanym.

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 pkt. 5.3.2.

W okresie deszczowym nie należy pozostawiać nie zagęszczonej warstwy do dnia następnego. Jeżeli warstwa gruntu niezagęszczonego 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.

5.3.2.4. 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 niezagęszczonego gruntu zamrzła, to nie należy jej przed rozmarznięciem zagęszczać ani układać na niej następnych warstw.

5.3.2.4. Wykonywanie nasypów z gruntu lessopodobnego stabilizowanego cementem

Nasypy z gruntu lessopodobnego stabilizowanego cementem (warstwy grubości 1m uzyskane z 3 warstw) wykonywać należy metodą mieszania na miejscu lub w mieszarkach stacjonarnych. Dobór metody i ilości cementu powinien wynikać z wyników badań uzyskanych na odcinku próbnym.

Stabilizację cementem należy wykonać w sposób zgodny z STWiORB D.04.05.01.

Nasypy z gruntu lessopodobnego stabilizowanego cementem muszą odpowiadać wymaganiom zawartych w niniejszej STWiORB.

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.

Pochylenie skarp nasypów nie może się różnić od projektowanych pochyłeń więcej niż o 10%.

Powierzchnie skarp nie powinny mieć większych wklęśnięć niż 10 cm.

Szerokość i głębokość rowów nie powinna różnić się od projektowanych, więcej niż o 5 cm. Spadek dna rowów powinien być zgodny z zaprojektowanym z dokładnością do 0.05%.

5.3.4. Zagęszczanie gruntów

a) Wymagania dotyczące zagęszczenia gruntów w nasypach i nośności.

Wskaźnik zagęszczenia gruntów w nasypach, określony według normy BN-8931-12:1977, powinien na całej szerokości korpusu spełniać wymagania podane w tablicy poniżej.

Tablica. 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

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.

b) wtórny moduł odkształcenia (E_2)

Dla kontroli nośności i zagęszczenia podłoża nasypów należy stosować jako kryterium zastępcze metody obciążeń płytowych wg załącznika do normy na roboty ziemne albo inne metody zaakceptowane przez Inżyniera.

W przypadku gdy zagęszczenie istniejącego nasypu nie spełnia powyższych wymagań należy usunąć grunt do połowy głębokości pokazanej w tabeli. Następnie odkryty nasyp należy dogęścić do wymaganych wartości I_s i ponownie zasypać warstwami, po kolei zagęszczonymi zgodnie z tabelą.

Stosunek wtórnego i pierwotnego modułu nie powinien przekraczać 2,2 dla $I_s \geq 1,0$ i 2,5 dla $I_s < 1,0$

Wtórny moduł odkształcenia w zależności od kategorii ruchu wynosi:

- dla KR 1 - KR2 $E_2 \geq 100$ MPa
- dla KR 3 - KR6 $E_2 \geq 120$ MPa
- dla ciągów pieszo-rowerowych $E_2 \geq 60$ MPa

Jeżeli nie można będzie uzyskać 120 MPa, to należy górną warstwę stabilizować spoiwem na miejscu. Metodę proponuje Wykonawca a Inżynier ją zatwierdzi. Koszt ulepszenia podłoża poniesie Wykonawca.

Zagęszczenie należy kontrolować nie rzadziej niż 1 raz w 3 punktach na 1000 m² warstwy.

5.3.5. Wykonanie zagęszczenia gruntów

a) Wilgotność zagęszczanego gruntu.

Wilgotność gruntu w czasie jego zagęszczania powinna być zbliżona do optymalnej. Wilgotność optymalną gruntu i jego gęstość, należy określić laboratoryjnie wg PN-B-04481:1988 „Grunty budowlane. Badania próbek gruntu”.

Wilgotność gruntu w czasie zagęszczania powinna być równa wilgotności optymalnej, z tolerancją:

- w gruntach niespoistych ± 2 %
- w gruntach mało i średnio spoistych $+0$ %, -2 %

W przypadku przewilgocenia, grunt należy doprowadzić do wilgotności optymalnej poprzez zastosowanie spoiw hydraulicznych lub wapna.

b) 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. d)

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

c) Równomierność zagęszczania.

Do osiągnięcia równomiernego zagęszczania gruntu należy:

- rozścielać grunt warstwami poziomymi,

- warstwy nasypianego gruntu zagęszczają na całej ich szerokości,
- warstwy gruntu zagęszczają od krawędzi ku środkowi nasypu.

d) 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. a). 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”.

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:

- a) sprawdzenia zgodności warunków geotechnicznych z podanymi w projekcie i ustalenia ewentualnych zmian,
- b) stwierdzić czy wykonano zagęszczenie podłoża pod nasyp zgodnie z wymaganiami podanymi w p. 5.3.1.

6.2.2. Badanie dostaw materiałów na nasypy

Wykonawca wykona badania wymaganych cech zapisane w p. 2 jeden raz na 1500 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. Sprawdzenie to powinno następować, co 50 m.

6.2.4. Sprawdzenie zagęszczenia gruntów

Wykonawca skontroluje zagęszczenie warstwy nie rzadziej niż w 3 punktach na 1000 m² warstwy. Laboratorium Inżyniera zbada wskaźnik zagęszczenia podłoża w nasypach dla każdej warstwy zgodnie z pkt. 5.3.1. oraz warstw nasypu a ponadto raz w 3 punktach na 2000 m² warstwy i wtórnego modułu odkształcenia dla najwyższej warstwy nasypu zgodnie z PN-S-02205:1998 wg pkt. 3.2.11. Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia I_s powinno być przeprowadzone wg BN-8931-12:1977, a oznaczenie modułów odkształcenia według PN-S-02205

Moduły odkształcenia oblicza się z następujących wzorów:

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

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

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].

Stosunek wtórnego i pierwotnego modułu odkształcenia mierzonego przy użyciu płyty o średnicy 30 cm nie powinien przekraczać 2.2.

Wyniki kontroli zagęszczenia robót Wykonawca powinien wpisywać do dziennika budowy. Prawidłowość zagęszczenia konkretnej warstwy nasypu lub podłoża pod nasypem powinna być potwierdzona przez Inżyniera wpisem w dzienniku budowy.

6.3. Badania w czasie odbioru nasypów

6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów do odbioru korpusu ziemnego podaje tablica 5.

Tablica 5. 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	
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	Wskaźnik zagęszczenia określać dla każdej ułożonej warstwy lecz nie rzadziej niż w trzech punktach na 1000 m ² warstwy

6.3.2. Sprawdzenie dokumentów kontrolnych

Sprawdzenie dokumentów kontrolnych dotyczy:

- a) oznaczeń laboratoryjnych,
- b) dziennika budowy,
- c) dzienników laboratorium Wykonawcy,
- d) protokółów odbiorów Robót zanikających i ulegających zakryciu.

6.3.3. Sprawdzenie przekroju poprzecznego i szerokości korpusu ziemnego

Sprawdzenie przeprowadza się wg zasad opisanych w tablicy 2.

Stwierdzone w czasie kontroli odchylenia od Dokumentacji Projektowej nie mogą przekraczać wartości dopuszczalnych w punkcie 5.3.3.

6.3.4. Sprawdzenie spadków podłużnych trasy

Kontrolę spadków podłużnych należy oprzeć na ocenie rzędnych wysokościowych korony korpusu oraz rowów. Odchylenie od rzędnych projektowanych nie powinno być większe niż:

- dla podłoża nawierzchni -2 cm, +0 cm,
- rzędne profilu dna rowu -3 cm, +1 cm.

6.3.5. Sprawdzenie zagęszczenia gruntów i nośności

Sprawdzenie przeprowadza się na podstawie wyników podanych w dokumentach kontrolnych oraz przez przeprowadzenie wrywkowych badań bezpośrednich.

Kontrolę zagęszczenia gruntów przeprowadza się według metod podanych w pkt. 6.2.4.

Zagęszczenie gruntów na ocenianym odcinku uznaje się za zgodne z wymaganiami, jeśli wartości wskaźników zagęszczenia I_s oraz stosunki modułów odkształcenia spełniają warunki podane w pkt 5.3.4.a. i b.

6.3.6. Sprawdzenie skarp

Sprawdzenie wykonania skarp należy przeprowadzić, kontrolując zgodność pochyłeń z Dokumentacją Projektową. Dopuszczalne odchylenia od wymaganego pochylenia podano w punkcie 5.3.3.

7. Obmiar robót

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

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

7.2. Jednostka obmiaru

Jednostką obmiarową jest m^3 wykonanego nasypu oraz m^2 plantowania skarp - na podstawie Dokumentacji Projektowej i pomiarów w terenie.

W/w jednostka uwzględnia elementy składowe robót obmierzone według innych jednostek.

8. Odbiór robót

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

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

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”.

Płatność za m^3 wykonanego nasypu oraz m^2 schodkowania 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 1 m³ nasypu obejmuje:

- prace przygotowawcze i pomiarowe,
- oznakowanie robót prowadzonych w pasie drogowym,
- dogęszczenie podłoża nasypu do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu,
- ulepszenie podłoża nasypu spoiwami hydraulicznymi w przypadku gdy podłoże nie spełnia wymagań niniejszej STWiORB,
- zakup i transport urobku z dokopu na miejsce wbudowania,
- zakup i dostarczenie wszystkich niezbędnych składników produkcji,
- koszt odpadów i ubytków materiałowych,
- odspojenie gruntu i załadunek na środki transportu,
- wszelkie koszty związane z wbudowaniem nasypu,
- zagęszczenie poszczególnych warstw nasypu,
- kształtowanie i rekultywację terenu,
- doprowadzenie gruntu do wilgotności optymalnej,
- formowanie nasypu do wymaganego profilu,
- plantowanie powierzchni skarp i korony nasypów,
- koszt ulepszenia podłoża,
- wykonanie niezbędnych pomiarów, badań i receptur,
- wykonanie odcinka doświadczalnego dla próbnego zagęszczenia,
- uporządkowanie miejsc prowadzonych robót,
- odwodnienie dokopu,
- wykonanie dróg tymczasowych dokopie,
- zagospodarowanie dokopu po zakończeniu eksploatacji,
- inne niewymienione koszty pozyskania gruntu z dokopu,

Cena wykonania 1 m² plantowania poboczy i skarp obejmuje:

- prace przygotowawcze i pomiarowe,
- oznakowanie robót prowadzonych w pasie drogowym,
- wykonanie plantowania skarp i poboczy,
- wykonanie niezbędnych pomiarów i badań,
- uporządkowanie miejsc prowadzonych robót,
- roboty ziemne związane ze schodkowaniem,

10. Przepisy związane

- PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- PN-B-04493 Grunty budowlane. Oznaczenie kapilarności biernej.
- BN-8931-12:1977 Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
- PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- BN-64/8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika piaskowego.
- PN-B-06050 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- PN-EN 197-1:2002. Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementu powszechnego użytku
- PN-B-30020 Wapno.

Dz.U. Nr 43 – Rozporządzenie MTiGM z dn. 02.03.1999 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.