

Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych

*Wykonanie projektu obiektów małej retencji wodnej na terenie leśnictw
Ceranów, Kurowice, Repki, Przeździatka Nadleśnictwo Sokołów
Rowy melioracji leśnej*

CZĘŚĆ 02

**Roboty ziemne
(Nasypy i Wykopy)**

SPIS TREŚCI

1. CZĘŚĆ OGÓLNA.....	1
1.1. Nazwa zamówienia.....	1
1.2. Przedmiot i zakres robót.....	1
1.3. Określenia podstawowe.....	1
1.3.1. Nasypy.....	1
1.3.2. Nachylenie skarp.....	1
1.3.3. Odbiór techniczny częściowy.....	1
1.3.4. Odbiór techniczny końcowy.....	1
1.3.5. Odkład.....	1
1.3.6. Wykopy.....	1
1.3.7. Złoże.....	2
1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót.....	2
2. MATERIAŁY.....	2
2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów.....	2
2.2. Materiał ziemny do wbudowania w nasyp (złoże).....	2
3. SPRZĘT.....	2
3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu.....	2
3.2. Dobór sprzętu zagęszczającego.....	2
3.3. Sprzęt do odspajania gruntów.....	3
4. TRANSPORT.....	3
4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu.....	3
5. WYKONANIE ROBÓT.....	3
5.1. Ogólne zasady wykonania robót.....	3
5.2. Wykonanie nasypów.....	3
5.2.1. Złoża materiałów i odkłady.....	3
5.2.2. Przygotowanie podłoża.....	4
5.2.3. Ogólne zasady wykonania nasypu.....	5
5.2.4. Wbudowywanie i zagęszczanie gruntów.....	5
5.2.5. Wykonywanie nasypów w warunkach nietypowych i wymagania specjalne.....	7
5.2.6. Zabezpieczenie wykonywanych budowli ziemnych i robót.....	8
5.2.7. Roboty ziemne w okresie mrozów.....	8
5.3. Wykonanie wykopów.....	9
5.3.1. Wykonywanie wykopów nad i pod zwierciadłem wody gruntowej.....	9
5.3.2. Postępowanie w okolicznościach nieprzewidywalnych.....	9
6. KONTROLA JAKOŚCI MATERIAŁÓW I ROBÓT.....	9
6.1. Ogólne zasady kontroli jakości.....	9
6.2. Przedmiot kontroli.....	9
6.3. Kontrola wymiarów wykopów i nasypów.....	9
6.4. Kontrola zagęszczenia nasypów.....	10
6.4.1. Rodzaje kontroli zagęszczenia.....	10
6.4.2. Kontrola zagęszczenia nasypów z gruntów mineralnych drobnoziarnistych.....	11
6.4.3. Kontrola zagęszczenia nasypów z gruntów gruboziarnistych i kamienistych.....	11
6.5. Wymagania odnoszące się do oceny zagęszczenia.....	12
6.6. Zakres badań materiałów w złożach.....	13
6.7. Zakres badań gruntu wbudowywanego w nasypy.....	14
6.8. Zakres badań gruntów w wykopach.....	15
6.9. Badania specjalne w czasie budowy.....	15
6.10. Dokumentacja kontroli oraz ocena wyników.....	16
7. OBMIAR ROBÓT.....	16
7.1. Ogólne zasady obmiaru robót.....	16
7.2. Jednostka obmiarowa.....	16
8. ODBIÓR MATERIAŁÓW I ROBÓT.....	16
8.1. Ogólne zasady odbioru materiałów i robót.....	16

8.2. Kontrola wykonania nasypu.....	17
9. PODSTAWA PŁATNOŚCI.....	17
9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności.....	17
9.2. Cena jednostki obmiarowej.....	17
10. DOKUMENTY I ODNIESIENIA.....	18

1. CZĘŚĆ OGÓLNA

1.1. Nazwa zamówienia

Przedmiotem opracowania jest „Wykonanie projektu obiektów małej retencji wodnej na terenie leśnictw Ceranów, Kurowice, Repki, Przeździatka Nadleśnictwo Sokołów” w ramach zadania współfinansowanego przez Unię Europejską z Funduszu Spójności z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko – Projekt pt. Kompleksowy projekt adaptacji lasów i leśnictwa do zmian klimatu – małej retencji oraz przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach nizinnych. Niniejszą część stanowi Projekt Wykonawczy odbudowy rowów melioracji leśnej.

1.2. Przedmiot i zakres robót

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania ziemnych budowli oraz kontroli jakości i odbioru robót.

Odstępstwa od niniejszych Specyfikacji Technicznej dozwolone są pod warunkiem zachowania wymagań określonych we właściwych przypisach w tym techniczno-budowlanych, obowiązujących normach oraz warunków określonych w projekcie lub przez Projektanta i Inspektora Nadzoru w trakcie wykonawstwa. Inspektor Nadzoru może także w trakcie wykonywania robót wprowadzać zmiany w zakresie przyjętego planu lub programu oraz harmonogramu realizacji projektu (np. zmienić tymczasowe nachylenie skarp, grubości układanych warstw, technologię zagęszczania itp.). Powinien on współpracować z projektantem, a w szczególnych przypadkach zasięgać opinii ekspertów.

Specyfikacja obejmuje:

- wykonywanie wykopów i nasypów budowli ziemnych,
- wykonywanie innych zadań związanych z robotami ziemnymi.

1.3. Określenia podstawowe

1.3.1. Nasypy

Nasypy - użytkowe budowle ziemne wznoszone wzwyż od poziomu terenu;

1.3.2. Nachylenie skarp

Nachylenie skarpy – nachylenie spadu skarpy w stosunku do poziomu podawane jako 1:m (gdzie m jest stosunkiem rzutu poziomego do rzutu pionowego) lub jako kąt nachylenia spadku skarpy w stopniach.

1.3.3. Odbiór techniczny częściowy

Odbiór techniczny częściowy - odbiór poszczególnych etapów robót ulegających przykryciu lub zanikowi przed całkowitym ukończeniem budowy.

1.3.4. Odbiór techniczny końcowy

Odbiór techniczny końcowy - odbiór po zakończeniu całości robót przed jego przekazaniem do eksploatacji lub odcinka, jeśli może być on wcześniej oddany do eksploatacji

1.3.5. Odkład

Odkład – nasyp uformowany z gruntu usuniętego z wykopu i przeznaczonego do późniejszego wykorzystania albo składowanego jako nieprzydatna nadwyżka.

1.3.6. Wykopy

Wykopy - doły szeroko i wąskoprzestrzenne liniowe dla fundamentów lub dla urządzeń instalacji podziemnych oraz miejsca rozbiórki nasypów, wałów lub hałd ziemnych.

1.3.7. Złoże

Złoże – miejsce występowania gruntu naturalnego lub skały, przydatnego do budowy nasypu.

1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podane są w specyfikacji technicznej „Wymagania ogólne”.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podane są w specyfikacji technicznej „Wymagania ogólne”.

2.2 Materiał ziemny do wbudowania w nasyp (złoże)

Grunt nie powinien zawierać różnego rodzaju odpadków, gruzu, części roślinnych, karp drzew i innych zanieczyszczeń, których jakości nie można skontrolować.

Do wbudowania w nasyp bez zastosowania specjalnych środków lub zabiegów nie nadają się następujące grunty określone:

- a) spoiste zamarznięte,
- b) o zawartości części organicznych powyżej 2 %,
- c) o zawartości części ilastych powyżej 30 %,
- d) spoiste w stanie płynnym, miękkoplastycznym, zwartym,
- e) skażone chemicznie.

Do budowy nasypów ziemnych zaliczanych do III i IV klasy budowli hydrotechnicznych o wysokości do 3,0 m mogą być stosowane w indywidualnych przypadkach, po przeprowadzeniu dodatkowych prac badawczych, grunty organiczne (organicznych zawartości części organicznych powyżej 2 %) pochodzenia naturalnego oraz mieszanki mineralno-organiczne. Zasady wykonawstwa, kontroli jakości i odbioru robót określa się w projekcie.

Nie zaleca się wykonywania nasypów z takich gruntów organicznych, jak:

- torfy wysokie i przejściowe,
- torfy niskie włókniste (o stopniu rozkładu poniżej 30 %),
- torfy węglanowe (o zawartości węglanu wapnia ponad 5 %),
- gytie.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podane są w specyfikacji technicznej – „Wymagania ogólne”.

3.2. Dobór sprzętu zagęszczającego

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

Tablica 1. Orientacyjne grubości zagęszczanych warstw (h) i liczba przejazdów (n) maszyny zagęszczającej

Rodzaj maszyn zagęszczających	Rodzaj gruntu					
	niespoiste		spoiste		gruboziarniste i kamieniste	
	h[m]	n	h[m]	n	h[m]	n
Walce wibracyjne gładkie	0,4-0,7	4-8	-	-	0,3-0,6	4-8
Walce wibracyjne okółkowane	0,4-0,6	4-8	0,2-0,3	6-10	-	-
Walce ogumione	0,2-0,3	6-8	0,2-0,3	6-10	-	-
Zagęszczarki wibracyjne	0,3-0,6	4-8	-	-	0,3-0,6	4-8

Zgarniarki i ciężkie samochody *	0,3-0,5	8-12	0,3-0,5	8-12	0,3-0,4	8-12
Spycharki gąsienicowe*	0,2-0,3	8-12	0,2-0,3	8-12	-	-
Ubijaki o masie 1-10 Mg opuszczane z wysokości 5-10 m	1-5	5-15	-	-	1-3	5-15

* możliwe do stosowania przy budowłach ziemnych III i IV klasy, przy dużej ilości przejazdów w czasie transportu lub przemieszczania gruntów.

3.3. Sprzęt do odspajania gruntów

Do ręcznego odspajania gruntów należy stosować narzędzia przystosowane do tych robót i sprawne:

- do odspajania gruntów mało zwięzłych; szufla, łopata, szpadel prostokątny, szpadel zaokrąglony,
- do odspajania gruntów zwięzłych: oskard z dziobem i dłutem, oskard dwudziobowy, kilof, młotki pneumatyczne i lekkie, średnie i ciężkie
- do odspajania skał: klin, drągi.

Do odspajania, ładowania gruntu na środki transportowe w czasie wykonywania wykopów, rowów, formowania skarp lub załadunku gruntu z hałdy, mogą być stosowane koparki o pracy cyklicznej lub ciągłej, jedno lub wieloczerpakowe, przedsiębiorne lub podsiębierne o zdolności przerobowej dostosowanej do istotnej potrzeby i wyposażenia placu budowy.

Zaleca się stosowanie:

1. koparki łyżkowej przedsiębiornej do wydobywania gruntów sypkich i spoistych oraz skalistych po uprzednim ich rozdrobnieniu, do załadunku lub przeładunku materiałów sypkich i gruntów pobieranych z hałdy.
2. koparki łyżkowej podsiębiernej do wydobywania gruntu poniżej poziomu ich ustawienia w przypadkach, gdy ze względu na małą nośność gruntu nie można wykonywać robót ziemnych koparką przedsiębiorną. Koparki te mogą być również stosowane do wykonywania wykopów melioracyjnych, instalacyjnych, fundamentowych.
3. koparki chwytakowej do wydobywania gruntów lekkich i średnich oraz gruntów torfiastych poniżej poziomu jej ustawienia oraz do wykonywania głębokich wykopów fundamentowych. Koparki chwytakowe mogą być stosowane również do ładowania i rozładowywania materiałów sypkich.
4. koparki wielonaczyniowe o pracy ciągłej (lub koparki kubelkowe) do urabiania gruntów luźnych i mało zwięzłych oraz do eksploatacji dużych mas materiałów sypkich. Użycie koparek wieloczerpakowych powinno być uzależnione od wielkości robót ziemnych i celowości użycia tego rodzaju koparek ze względu na dużą ich wydajność. Koparek tego typu nie należy stosować przy wykonywaniu robót ziemnych w gruntach zmarzniętych.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podane są w specyfikacji technicznej – „Wymagania ogólne”.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podane są w specyfikacji technicznej – „Wymagania ogólne”.

5.2. Wykonanie nasypów

5.2.1 Złoże materiałów i odkłady

Dokumentacja złoże powinna zawierać ilość materiału możliwego do eksploatacji, technologię wydobywania, miejsce składowania nadkładu itp. Przy dużych ilościowo robotach powinien być sporządzony plan ruchu mas ziemnych.

W przypadkach gdy wybór miejsca do eksploatacji w złożu materiału nie jest ograniczony warunkami geotechnicznymi lub wodnymi i nie został podany w projekcie, eksploatację należy wykonywać gdy:

- jeśli grunt na nasyp zapory pobierany jest z czaszy projektowanego zbiornika, to w odległości co najmniej 100 m od skarpy zapory,

- gdy grunt na nasyp obwałowania rzeki pobierany jest od strony odwodnej wału, to odległość krawędzi złoża od stopy wału nie powinna być mniejsza niż 3-krotna wysokość wału; w przypadku pobierania gruntu od strony odpowietrznej odległość krawędzi złoża od stopu wału powinna wynosić co najmniej 50 m. Złoże nie powinno być eksploatowane w sposób ciągły, co 50 do 100 m należy pozostawiać pasy gruntu nienaruszonego o szerokości nie mniejszej od 5 m.

W przypadku gdy ze złoża pobierany jest grunt spoisty zalegający na warstwie gruntu sypkiego (przepuszczalnego), a warstwa zawiera wodę pod ciśnieniem głębokość eksploatacji złoża powinna być ograniczona tak, aby w dnie pozostała warstwa gruntu nieprzepuszczalnego o miąższości równej co najmniej 1/5 wysokości spodziewanego naporu wody. Nie należy eksploatować złóż w bezpośrednim sąsiedztwie zakładów przemysłowych i osiedli.

Jeśli złoża po wyeksploatowaniu będą stale zatopione (np. w czaszy zbiornika) mogą mieć kształt dowolny. Złoża stale lub okresowo odkryte powinny mieć zabezpieczony odpływ wody. Dno złoża powinno mieć spadek poprzeczny 2-3%; jednostronny gdy dno jest węższe od 10 m i dwustronny gdy jest szersze. Spadek podłużny dna powinien wynosić 0,2-1,0%.

W przypadku wykonania wykopu o większym pochyleniu podłużnym, złoże należy dzielić na części o spadkach 1%, pomiędzy częściami należy pozostawić groble przecięte ubezpieczonymi rowami o spadku zapewniającym odpływ wód.

Złoża eksploatowane bezpośrednio wzdłuż nasypu powinny mieć nachylenie skierowane od nasypu. Jeżeli w spągu złoża występują żwir lub grube piaski to dno złoża może być poziome. Nachylenie skarp złoża nie powinno być bardziej strome niż 1:1,5. Na terenach nizinnych i niezatopionych należy unikać eksploatowania złóż głębiej niż 1,5 m. Skarpy i dno wyeksploatowanego złoża podlegają biologicznej rekultywacji.

W przypadku, gdy miejsce odkładu nie jest ustalone projektem, grunt należy odkładać w miejscowych zagłębieniach terenu, możliwie jak najbliżej wykopu. Odkład nie może być wykonany bliżej niż w odległości 2h od górnej krawędzi skarpy wykopu, gdzie h jest głębokością wykopu.

Pochylenie korony odkładów powinno wynosić co najmniej 2%, a pochylenie skarp nie powinno być bardziej strome niż 1:1,5. Jeśli odkłady nie stanowią wypełnienia zagłębień terenowych powinny mieć kształt regularnych nasypów (tymczasowe odkłady technologiczne przygotowywanego na nasyp materiału). W przypadku odkładów na stałe wbudowanych w krajobraz ich kształt należy uzgodnić z odpowiednim Wydziałem Urzędu Wojewódzkiego.

Skarpy i korona odkładu, z wyjątkiem tymczasowych odkładów technologicznych (materiału przygotowywanego do wbudowania w nasyp), podlegają biologicznej rekultywacji.

5.2.2 Przygotowanie podłoża

Przygotowanie podłoża pod nasyp obejmuje:

- usunięcie darniny i ziemi roślinnej oraz usunięcie i wymianę gruntów słabych, np. torfy, namuły organiczne itp. zgodnie z projektem (o wystąpieniu gruntów słabych, których badania geologiczne nie wykazały należy zawiadomić projektanta). Kształt podłoża powinien uwzględnić przewidywane projektem budowle umieszczone w nasypie, np. drenaże, ubezpieczenia stopy itp.,
- zagęszczenie wierzchniej warstwy podłoża do osiągnięcia wymagań jak dla nasypu, a następnie powierzchniowe (5-10 cm) spulchnienie (np. zbronowanie) w celu lepszego związania z nasypem,
- jeśli podłoże znajduje się na zboczu o nachyleniu większym niż 1:5, wykonanie stopni o szerokości 1-3 m nachylonych zgodnie z kierunkiem nachylenia zbocza; stopnie powinny być połączone ze sobą skarpami o nachyleniu min. 1:1,5 (wykonanie stopni nie jest konieczne przy zboczach piaszczystych),

- gdy w podłożu występują grunty wysadzinowe, które mogą przemarzać a projekt nie przewiduje pokrycia ich warstwą zabezpieczającą należy je usunąć na głębokość przemarzania,
- w przypadku przejść nasypu przez starorzecze szczegółowy sposób przygotowania podłoża powinien określać projekt.

5.2.3 Ogólne zasady wykonania nasypu

Nasypy powinny być wykonywane warstwami o stałej grubości. Dla zapewnienia dobrych warunków odwodnienia powierzchniowego od wód opadowych warstwy powinny posiadać nachylenie:

- do ok. 10% w kierunku podłużnym,
- do ok. 5% w kierunku poprzecznym do osi nasypu.

Następna, wyżej położona warstwa może być układana po osiągnięciu wymaganego zagęszczenia warstwy poprzedniej. Grubość warstw, w zależności od rodzaju gruntu i maszyn zagęszczających, określa się na podstawie próbnego zagęszczenia lub orientacyjnie z tablicy 1 (p. 3.2.).

Dla uniknięcia przestojów odcinek robót należy podzielić na części, tak aby procesy wbudowywania gruntu, zagęszczania i kontroli jakości mogły być realizowane w tym samym czasie.

Nachylenie i linie skarp oraz rzędne korony określa projekt. Kształt nasypu powinien uwzględnić poprawki na osiadanie podłoża i korpusu, które powinny być podane w projekcie.

Grunty w nasypie powinny być rozmieszczone zgodnie z projektem. Wykonanie nasypu z różnych gruntów, gdy projekt nie określa miejsca ich wbudowania, dopuszczalne jest tylko dla obiektów klasy III i IV, przy czym należy przestrzegać następujących warunków:

- grunty mniej przepuszczalne powinny być układane w środkowej części nasypu, a grunty bardziej przepuszczalne bliżej skarp,
- grunty w nasypie nie powinny tworzyć soczewek lub warstw ułatwiających filtrację lub poślizg,
- w sąsiadujących ze sobą częściach nasypu grunty powinny mieć takie uziarnienie, aby na skutek działania filtracji nie powstały odkształcenia w postaci kawern czy też rozmyć.

5.2.4 Wbudowywanie i zagęszczanie gruntów

Grunt wbudowany i rozłożony równomiernie w warstwie przygotowanej do zagęszczenia powinien posiadać wilgotność naturalną w_n zbliżoną do optymalnej $w_{opt.}$, określonej według normalnej metody Proctora.

Zaleca się aby:

- dla gruntów spoistych, z wyjątkiem pospółek, żwirów i rumoszy gliniastych, wilgotność gruntu była w granicach $w_n = w_{opt.} \pm 2\%$,
- dla pospółek, żwirów i rumoszy gliniastych $w_n \geq 0,7 w_{opt.}$, przy czym górna granica wilgotności zależy od rodzaju maszyn zagęszczających,
- dla gruntów sypkich, z wyjątkiem piasków drobnych i pylastych, grunt należy polewać możliwie dużą ilością wody.

W przypadku gdy grunt spoisty ma wilgotność znacznie wyższą od dopuszczalnej przed wbudowaniem należy go przesuszyć na odkładzie. Przy wilgotnościach niewiele przekraczających dopuszczalne (do 2%), można go wbudować w warstwę i pozostawić w stanie nie zagęszczonym do czasu obniżenia wilgotności.

Jeśli grunt posiada wilgotność naturalną niższą od dopuszczalnej należy go nawilżyć przez polewanie wodą; na odkładzie lub przy urabianiu w złożu, jeśli ta wilgotność jest znacznie niższa lub w warstwie jeżeli jest bliska dopuszczalnej.

Zagęszczenie gruntu o wilgotnościach naturalnych wykraczających poza granice podane wyżej możliwe jest w przypadkach:

- zastosowania odpowiedniego sprzętu, który umożliwi zagęszczenie zgodne z przyjętym w projekcie,

- b) gdy objętość nie odpowiadającego wymaganiom gruntu jest niewielka, mniejsza od objętości pojedynczej warstwy, a wyniki zagęszczenia będą zgodne z wymaganiami projektu,
- c) gdy projekt przewiduje specjalne wymagania co do zagęszczenia gruntu.

Grunt spoisty w warstwach do zagęszczenia nie powinien zawierać brył i kamieni o wymiarach większych od ok. 15 cm, nie przekraczających jednakże połowy grubości warstwy. W rumoszach gliniastych, ilastych lub fliszowych wymiary odłamów skalnych nie powinny przekraczać połowy grubości warstwy.

Jakość zagęszczenia określa się stopniem zagęszczenia I_D lub wskaźnikiem zagęszczenia I_s , w zależności od rodzaju wbudowanego gruntu.

W przypadku braku miarodajnych danych dotyczących sposobu zagęszczania gruntu przed przystąpieniem do zagęszczania powinno być przeprowadzone zagęszczenie próbne maszynami przewidzianymi do stosowania na budowie.

W trakcie właściwego procesu zagęszczania ułożona warstwa powinna być zagęszczona na całej szerokości nasypu, przy czym ilość przejazdów maszyn zagęszczających powinna zapewnić wymagane zagęszczenie.

Jeśli na budowie nie przeprowadzono próbnego zagęszczenia to orientacyjną liczbę przejazdów maszyn zagęszczających, w zależności od grubości zagęszczanej warstwy, rodzaju gruntu i maszyn zagęszczających podaje tablica 1. Ślady przejazdu maszyny zagęszczającej powinny pokrywać na szerokości ok. 25 cm ślady poprzednie.

W przypadku gruntów spoistych, gdy po zagęszczeniu otrzymuje się gładką powierzchnię warstwy (np. przy zastosowaniu walców gładkich) należy ją przed położeniem warstwy następnej spulchnić (np. kultywatorem) na głębokość około 5 cm oraz polać wodą. Ma to na celu lepsze połączenie warstw i powinno być wykonane na krótko przed ułożeniem warstwy następnej.

Nie nadają się do wbudowania w nasypy grunty posiadające zanieczyszczenia (odpady, gruz, części roślinne, karcze drzew itp.), grunty których jakości nie można skontrolować oraz grunty zamarznięte. Nie nadają się również do wbudowania w nasyp, bez zastosowania specjalnych środków lub zabiegów, grunty:

- a) o zawartości części organicznych większej niż 3%,
- b) o zawartości frakcji ilastej większej od 30%,
- c) o zawartości gipsu i soli rozpuszczalnych większej od 5%,
- d) spoiste w stanie płynnym, miękkoplastycznym, zwartym,
- e) skażone chemicznie.

Okresy pomiędzy zakończeniem procesu zagęszczania warstwy gruntu spoistego a ułożeniem warstwy następnej powinny być odpowiednio krótkie, aby nie następowało przesuszenie gruntu pod wpływem słońca i wiatru. W przypadkach gdy ze względów organizacyjnych powyższy warunek nie może być spełniony zagęszczoną warstwę gruntu należy zabezpieczyć zgodnie z 5.7.

Podczas opadów atmosferycznych wykonywanie nasypów z gruntów spoistych powinno być przerwane a powierzchnię warstwy należy zwałować walcem gładkim, aby możliwy był łatwy spływ wody opadowej. Dla ochrony przed opadami można też stosować przykrywanie zagęszczonego pasa gruntu folią lub plandekami.

Podczas mrozów nasypy z gruntów spoistych powinny być zabezpieczone przed przemarzaniem zgodnie z 5.7. Nasypy z gruntów sypkich można wykonywać jedynie w przypadku możliwości uzyskania wymaganego zagęszczenia. W przypadku gdy wykonanie i zabezpieczenie zgodnie z 5.7 nie jest możliwe przemarznięta warstwa gruntu o grubości ustalonej na podstawie badań powinna być usunięta.

5.2.5 Wykonywanie nasypów w warunkach nietypowych i wymagania specjalne

Nasypy w wodzie powinny być wykonywane w zasadzie z gruntów niespoistych metodą czołową, polegającą na sypaniu gruntu warstwą sięgającą od dna na wysokość w granicach 0,5-1,0 m powyżej poziomu zwierciadła wody. Wysokość nasypów w wodzie wykonywanych bez zagęszczenia nie powinna przekraczać 2 m w przypadku gruntów spoistych i 5 m w przypadku gruntów niespoistych. Skarpy nasypu nie powinny mieć nachylenia większego niż 1:3-1:5, w zależności od rodzaju gruntu. Nasypy z gruntów spoistych mogą być wykonywane w wodzie pod warunkiem przestrzegania specjalnych warunków technicznych, które powinien określać projekt. Część podwodna nasypów z gruntów niespoistych (do miąższości 2,0 m) może być zagęszczana ciężkimi walcami wibracyjnymi, a także ciężkimi ubijakami lub przy pomocy wibroflotacji. Sposób zagęszczenia powinien być określony w projekcie.

W przypadku wbudowywania gruntów o bardzo zróżnicowanym uziarnieniu (np. aluwia rzek górskich) należy zapobiegać rozsegregowywaniu się ich podczas wyładowywania ze środków transportowych. Rozsegregowany materiał nie może być wbudowany w strefy stykowe z innymi gruntami, z podłożem oraz budowlami betonowymi.

W przypadku nasypów wykonywanych na zboczach należy spełnić następujące dodatkowe wymagania:

- a) w sąsiedztwie skarp roboczych na przygotowanym pod nasyp podłożu grunt zagęszczać należy maszynami lekkimi, umożliwiającymi dostęp w bezpośrednie sąsiedztwo tych skarp (np. ubijaki, zagęszczarki wibracyjne),
- b) w przypadku zboczy stromych, gdy jest możliwe niekontrolowane zawilgocenie nasypu spływającą wodą opadową, w zboczu powyżej terenu robót zaleca się wykonać rów opaskowy,

W sąsiedztwie budowli betonowych nasypy statyczne należy także zagęszczać maszynami lekkimi zwiększając o około 50% liczbę przejazdów tych maszyn po jednym śladzie lub zmniejszając grubość warstwy do 10-15 cm. W pachwinach grunt należy zagęszczać ubijakami ręcznymi. Uszczelnienia z gruntów spoistych w miejscu ich styku z budowlami wymagają spełnienia warunków dodatkowych:

- powierzchnia betonu, z którą ma stykać się uszczelnienie powinna być gładka, oczyszczona z pozostałości np. oleju, smarów itp. i na krótko przed ułożeniem gruntu dobrze zwilżoną wodą,
- w przypadku gruntów gruboziarnistych i kamienistych na styku nie może być frakcji grubszych od 20 mm.

Zagęszczanie skarp należy wykonywać maszynami przystosowanymi do pracy na skarpach (np. przy użyciu wciągarki). Skarp można nie zagęszczać w następujących przypadkach:

- a) jeżeli szerokości układanych warstw są większe od wymaganej (około 50 cm poza projektowaną linią skarpy) a nadmiar gruntu jest usuwany, co zaleca się stosować w praktyce,
- b) dla nasypów wałów, przy których maksymalne projektowane wzniesienie wód powierzchniowych nad podstawę wału jest mniejsze od 2 m.

Dla rdzeni i ekranów zapór ziemnych należy stosować następujące wymagania specjalne:

- a) warstwy gruntu spoistego układanego w elemencie uszczelniającym powinny być wykonywane równocześnie z otaczającymi je warstwami filtrów odwrotnych, warstwami ochronnymi lub nasypami statycznymi; dopuszczalne jest wyprzedzenie lub opóźnienie wbudowywania warstwy gruntu spoistego tylko o jedną warstwę,
- b) wilgotność gruntu powinna być w granicach $w_{opt} \pm 2\%$, w przypadkach gdy wilgotność przekracza podane wyżej granice należy postępować zgodnie z p. 5.5.
- c) szczególnie starannie powinny być zagęszczone części uszczelnienia stykające się z filtrami odwrotnymi, warstwami ochronnymi, budowlami i urządzeniami kontrolno-pomiarowymi.

W sąsiedztwie urządzeń pomiarowo-kontrolnych układanie i zagęszczanie gruntów powinno być zgodne z warunkami podanymi w instrukcji instalowania tych urządzeń. Zwykle w tych rejonach zaleca się ugnęszczanie ręcznymi ubijakami lub

ręcznie sterowanymi zagęszczarkami. Poziome warstwy uszczelniające należy wykonywać odcinkami o takich rozmiarach, aby po osiągnięciu wymaganej projektem grubości można je było niezwłocznie pokryć warstwą ochronną zabezpieczającą przed utratą wilgotności. Połączenie kolejnych odcinków powinno być wykonywane ze spadkiem nie większym niż 1:6. Przy połączeniach nowo budowanych nasypów z istniejącymi należy stosować zasady jak dla nasypów wykonywanych na zboczach.

5.2.6 Zabezpieczenie wykonywanych budowli ziemnych i robót

Budowle ziemne po wykonaniu powinny być ubezpieczone zgodnie z projektem oraz Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Umocnień. W przypadku gdy powyższy warunek nie może być spełniony należy, do chwili wykonania właściwego ubezpieczenia, zabezpieczyć skarpy oraz dno wykopów lub koronę nasypów przed działaniem wpływów atmosferycznych oraz przed uszkodzeniami mechanicznymi. Dotyczy to również dłuższych przerw roboczych. W tym celu zaleca się:

- a) tymczasowe zabezpieczenie skarpy i dna wykopów lub korony nasypów od wód opadowych przez wykonanie rowów i drenaży opaskowych biegnących wzdłuż krawędzi skarp,
- b) w przypadku gdy skarpy wykopu lub nasypu mogą być narażone na działanie płynącej wody, a projekt okoliczności takich nie przewidywał, skarpy należy ubezpieczyć brzegosłonami lub innymi równorzędnymi umocnieniami,
- c) w przypadku występowania gruntów spoistych na powierzchni skarp, w dnie wykopu lub na koronie nasypu należy je w okresie upałów chronić przed wysychaniem; w przypadku wykopów pozostawiając około 20 cm warstwę gruntu rodzimego, a w przypadku nasypów przykrywając grunt chroniony ok. 20 cm warstwą gruntu dowolnego,
- d) w przypadku występowania gruntów wysadzinowych w dnie lub na powierzchni skarp wykopów (grunty zawierające cząstek mniejszych od 0,02 mm więcej niż 10%) należy je usunąć lub zabezpieczyć przed przemarzaniem przykrywając matami lub warstwą ochronną gruntu. W przypadku nasypów wbudowywanie gruntów wysadzinowych w strefy przy powierzchni skarp i pod koroną nie jest zalecane,
- e) zabezpieczyć przed przechodzeniem i przejeżdżaniem.

W przypadku gdy zabezpieczenia nie wykonano lub okazało się ono mało skuteczne to uszkodzoną warstwę należy usunąć.

Po długiej przerwie roboczej konieczne jest, przed wykonaniem ubezpieczeń, sprawdzenie nasypu i doprowadzenie go do wymiarów zgodnych z projektem.

5.2.7 Roboty ziemne w okresie mrozów

Odsparanie gruntu należy prowadzić w sposób ciągły, aby nie przemarzał. W przypadkach dłuższych przerw (ponad 2 godziny) odsłonięte powierzchnie robocze powinny być przykryte słomianymi matami lub pozostawioną warstwą gruntu spulchnionego (nasypanego).

Teren, na którym przewiduje się wykonanie wykopów w zimie można zabezpieczyć przed przemarzaniem poprzez:

- a) przeoranie gruntu do głębokości 25-30 cm i następnie zbronowanie,
- b) pokrycie powierzchni gruntu miejscowego materiałami izolacyjnymi (trociny, torf, mech, słoma, liście, piasek).

Wyrównywanie skarp i dna możliwe jest zimą w zasadzie tylko w przypadku gruntów sypkich. W gruntach spoistych nie powinno być wykonywane.

W okresie mrozów można wykonywać nasypy tylko z gruntów sypkich za zgodą projektanta i z zachowaniem następujących warunków:

- a) niedopuszczalne jest wykonywanie nasypu na zamarzniętym podłożu a grunt używany do nasypów nie może zawierać lodu lub śniegu,

- b) niedozwolone jest stosowanie do nasypów gruntu zamarzniętego jeśli zastosowane metody zagęszczania nie zapewniają jego rozkruszenia i zagęszczenia do wymaganego stanu,
- c) grubość zagęszczanych warstw powinna być zmniejszona do 1/2 w stosunku do grubości warstw zagęszczanych w warunkach niezimowych, a ilość przejazdów sprzętu zagęszczającego zwiększona o 50%,
- d) przed położeniem następnej warstwy powierzchnia warstwy zagęszczonej powinna być oczyszczona ze śniegu i lodu,
- e) w przypadku przerwy w prowadzeniu robót warstwę górną należy zabezpieczyć przez przykrycie ok. 0,5 m warstwą luźno ułożonego gruntu.

5.3. Wykonanie wykopów

5.3.1. Wykonywanie wykopów nad i pod zwierciadłem wody gruntowej

Nachylenia skarp oraz rzędne dna wykopu określa projekt. Gdy wykop wykonywany pod wodą stanowi wstępną fazę robót należy go wykonać do głębokości około 50 cm mniejszej niż w projekcie. Dokończenie wykopu i ewentualne ubezpieczenie przeprowadza się wówczas na sucho przy obniżonym zwierciadle wody gruntowej.

W przypadkach gdy warunki eksploatacyjne budowli tego wymagają, grunt w skarpach i w dnie wykopu należy zagęścić.

5.3.2. Postępowanie w okolicznościach nieprzewidywalnych

W przypadku wystąpienia zagrażających dla stateczności budowli osuwisk lub przebieg hydraulicznych (kurzawka, źródło) należy:

- a) wstrzymać wykonywanie robót w sąsiedztwie zaobserwowanego zjawiska i jeśli to konieczne ze względów bezpieczeństwa zabezpieczyć obszar zagrożony ruchami gruntu przed dostępem ludzi,
- b) zabezpieczyć miejsce, w którym nastąpiło przebicie przed dalszym naruszeniem struktury gruntu (np. przez ułożenie geowłókniny i nasypanie około 0,5 m warstwy pospółki lub drobnego żwiru),
- c) zawiadomić projektanta, który powinien określić przyczyny zjawiska oraz ustalić środki zaradcze, a jeśli to konieczne należy zasięgnąć rady ekspertów.

W przypadku odkrycia wykopaliisk archeologicznych, natrafienia na przewody instalacyjne, rurociągi, niewypały itp. należy: przerwać roboty, zawiadomić odpowiednie władze administracyjne, zagrożone miejsca zabezpieczyć przed dostępem ludzi i zwierząt. Wznowienie robót budowlanych na odcinku, na którym wstrzymano roboty, może nastąpić za zgodą właściwych władz i powinny być one przeprowadzone wg ich wskazówek.

6. KONTROLA JAKOŚCI MATERIAŁÓW I ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości podane są w specyfikacji technicznej – „Wymagania ogólne”.

6.2. Przedmiot kontroli

Kontroli podlegają rodzaje i stany gruntów oraz poziomy wód gruntowych w podłożu, rodzaje i stany gruntu w złożu lub na odkładzie i po ich wbudowaniu w nasyp oraz wymiary budowli ziemnych.

Wyniki kontroli powinny być porównywane z wymaganiami przedstawionymi w projekcie lub w niniejszych specyfikacji technicznej.

6.3. Kontrola wymiarów wykopów i nasypów

Wymiary nasypów należy kontrolować geodezyjnie w przekrojach poprzecznych rozmieszczonych nie rzadziej niż co 50 m, oraz dodatkowo w przekrojach charakterystycznych podanych w projekcie, przy czym powinno być nie mniej niż dwa przekroje na kontrolowanym odcinku. Kontroli podlegają:

- rzędne stóp skarp oraz rzędne korony i ławek,
- usytuowanie i długość osi,
- wymiary przekroju poprzecznego (końcowe i okresowo w trakcie sypania),
- nachylenie skarp.

Dopuszczalne odchylenia od projektu wymiarów nasypów z uwzględnieniem poprawek na osiadanie (wg projektu) są następujące:

- rzędne korony i ławek od 0 do +10 cm,
- szerokość korony i ławek od 0 do +25 cm, - szerokość podstawy od 0 do +100 cm.

Dopuszczalne odchylenia nachyleń skarp i spadków korony oraz ławek powinny odpowiadać wymaganiom dotyczącym wymiarów liniowych, nie powinny jednak przekraczać 10% projektowanego nachylenia.

Kontroli podlegają także wymiary wewnętrznych elementów nasypów, np. rdzeni, warstw ochronnych, drenaży. Dopuszczalne odchylenia od projektowanych rzędnych i wymiarów tych elementów, oraz wymagania dotyczące kontroli, powinny być określone w projekcie. Orientacyjnie można dopuścić wielkość odchylenia $\pm 10\%$ dla wymiarów i spadków, z zastrzeżeniem zachowania spadków minimalnych wymaganych, oraz ± 20 cm dla rzędnych.

Kontrolę wymiarów wykopów należy przeprowadzać metodami geodezyjnymi w przekrojach poprzecznych rozmieszczonych nie rzadziej niż co 100 m, oraz dodatkowo w miejscach charakterystycznych, np. załamania profilu podłużnego lub zmiany kształtu, przy czym powinny być nie mniej niż dwa przekroje na kontrolowanym odcinku. Kontroli podlegają:

- rzędne dna, ławek i terenu,
- usytuowanie osi i długości wykopów w osi,
- wymiary przekroju poprzecznego,
- nachylenie skarp.

Odchylenia od projektu w wymiarach liniowych oraz rzędnych wykopów, w zależności od przeznaczenia budowli i warunków wodnych, powinny mieścić się w granicach podanych w tabeli 2.

- rzędne stóp skarp oraz rzędne korony i ławek,
- usytuowanie i długość osi,
- wymiary przekroju poprzecznego (końcowe i okresowo w trakcie sypania),
- nachylenie skarp.

Tablica 2

Rodzaj wykopu	Ponad zwierciadłem wody	Poniżej zwierciadła wody	Uwagi
Kanały żeglugowe i energetyczne, baseny i osadniki, awanporty, przekopy przez odsypiska i grunty stałe w korytach rzek: - wymiary przekroju poprzecznego - rzędna dna	od 0 do +25 cm od 0 do -10 cm	od 0 do +50 cm od 0 do -20 cm	
Kanały melioracji podstawowych: - wymiary przekroju poprzecznego - rzędna dna	od 0 do +10 cm od 0 do -5 cm	od 0 do +20 cm od 0 do -10 cm	Obowiązek zachowania minimalnego wymaganego spadku dna przewidzianego w projekcie

6.4. Kontrola zagęszczenia nasypów

6.4.1. Rodzaje kontroli zagęszczenia

Badania zagęszczenia prowadzi się:

- a) na bieżąco (kontrola bieżąca) - celem kontroli jest sprawdzenie czy osiągnięto wymagane zagęszczenie danej warstwy warunkujące dopuszczenia do układania następnej,
- b) po wykonaniu całej budowli lub jej części (kontrola powykonawcza) - gdy potrzebne są dane o zagęszczeniu gruntów w całej budowli lub w jej częściach, wykrycie miejsc słabych, kawern (pustek) lub innych miejsc zagrażających bezpieczeństwu,
- c) w toku użytkowania istniejących budowli (kontrola eksploatacyjna) - przeważnie gdy powstają obawy o ich bezpieczeństwo lub trwałość, które wiązać można z niedostatecznym zagęszczeniem gruntu.

Kontrola zagęszczenia prowadzić powinna do wyznaczenia stopnia zagęszczenia (I_D) lub wskaźnika zagęszczenia (I_s) badanych warstw we wznoszonej budowli, a w niektórych przypadkach, przy zastosowaniu właściwej interpretacji, do wyznaczenia uogólnionego dla całej budowli lub jej części stopnia lub wskaźnika zagęszczenia.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że wiarygodność kontroli powykonawczej i eksploatacyjnej może być zmniejszona ograniczonymi możliwościami badania zagęszczenia na dużych głębokościach, poziomem zwierciadła wody gruntowej i przez inne czynniki.

6.4.2. Kontrola zagęszczenia nasypów z gruntów mineralnych drobnoziarnistych

Zagęszczenie gruntów drobnoziarnistych w nasypach ocenia się wskaźnikiem (I_s) lub stopniem (I_D) zagęszczenia. Parametry te można określać na podstawie porównania gęstości objętościowej szkieletu gruntowego (ρ_d) pobranych z nasypu próbek o nienaruszonej strukturze (NNS) z maksymalną gęstością objętościową szkieletu ρ_{ds} , (wyznaczoną metodą Proctora z energią normalną dla gruntów spoistych) lub z granicznymi gęstościami szkieletu gontowego (ρ_{dmax}) i (ρ_{dmin}) (wyznaczonymi metodą vibracyjną dla gruntów niespoistych). Bieżącą kontrolę zagęszczenia należy prowadzić zgodnie z 6.6. Dla robót masowych (zapory, wały i inne) o dużej jednorodności wbudowywanego gruntu można ją przeprowadzić metodami radioizotopowymi (badania nieniszczące „in situ”).

Kontrolę powykonawczą oraz stan zagęszczenia budowli istniejących (kontrola eksploatacyjna) zaleca się przeprowadzić metodą sondowań (badania podstawowe) oraz wykopów badawczych z pobieraniem w dnie próbek o nienaruszonej strukturze gruntu (NNS) do badań laboratoryjnych (badania uzupełniające). Wyniki sondowań, interpretowane głównie jakościowo, należy wykorzystywać do oceny zmienności zagęszczenia w badanym profilu, do wydzielenia słabych warstw, kawern itp. W przypadku kontroli robót ziemnych wykonanych w dużym zakresie (masowych) i z gruntu jednorodnego zaleca się zlokalizować kilka wykopów badawczych przy profilach sondowań i na podstawie rezultatów badań laboratoryjnych próbek NNS opracować zasady interpretacji wyników sondowań. Profile sondowań oraz wykopy należy tak rozmieścić aby uzyskać przestrzenny obraz stanu zagęszczenia gruntu.

6.4.3. Kontrola zagęszczenia nasypów z gruntów gruboziarnistych i kamienistych

Zagęszczenie gruntów gruboziarnistych ocenia się, podobnie jak gruntów drobnoziarnistych, wskaźnikiem (I_s) lub stopniem (I_D) zagęszczenia pobranych z nasypu próbek gruntu lub za pomocą badań nieniszczących.

W przypadku pobierania próbek oznaczenie gęstości objętościowej (ρ) można wykonać mierząc ich objętość zwykle za pomocą piasku kalibrowanego, aparatu membranowego lub folii i wody. Wilgotność naturalną (w_n) można określić metodą: suszenia, piknometru wodnego lub laboratoryjno-obliczeniową.

Kontrolę zagęszczenia na podstawie badań nieniszczących „in situ” przeprowadzać można metodą: radioizotopową, próbnych obciążeń statycznych i dynamicznych lub geodezyjną.

Metoda radioizotopowa polega na kontroli gęstości (ρ) i wilgotności (w_n) zagęszczonej warstwy gruntu za pomocą radioizotopowych sond powierzchniowych: do badania gęstości objętościowej sondy typu GP, do badania wilgotności sondy WP.

W metodzie próbnych obciążeń statycznych wykorzystuje się zależność pomiędzy wskaźnikiem zagęszczenia (I_s) i stosunkiem modułów odkształcenia E/E_0 . Do pomiaru odkształceń gruntów gruboziarnistych stosuje się próbne obciążenie za pomocą płyty o średnicy 600 mm, umożliwiającej badanie zagęszczenia gruntu o uziarnieniu $d_{\max} \leq 120$ mm. Metodę geodezyjną stosuje się do nasypów w toku ich wykonywania. Ocenę zagęszczenia, nasypu przeprowadza się na podstawie porównania wartości wskaźnika zagęszczenia kontrolowanej warstwy (I_{si}) z wymaganą wartością wskaźnika zagęszczenia (I_{sw}).

Wartość (ρ_{ds}) (potrzebną do określenia I_{si}) ustala się wykorzystując wyniki pomiarów geodezyjnych nasypu przed zagęszczeniem oraz po takiej liczbie przejazdów maszyn zagęszczających po jednym śladzie, po których nie następują dalsze zmiany objętościowe zagęszczanej warstwy gruntu.

6.5. Wymagania odnoszące się do oceny zagęszczenia

Jeśli projekt nie przewiduje inaczej to wymaganą wartość stopnia (I_{Dw}) lub wskaźnika (I_{sw}) zagęszczenia można przyjąć w oparciu o podane niżej zależności:

Tablica 3 Wymagane wartości I_s lub I_D

Rodzaj gruntu	Zwartość frakcji > 2 mm (%)	Wymagane zagęszczenie			
		Korpusy zapór ziemnych		Korpusy wałów nowych	
		Wysokość h < 15 m	Wysokość h > 15 m	I, II klasa	III, IV klasa
Grunty spoiste	0-10	$I_{Sw} \geq 0,95$	$I_{Sw} \geq 0,98$	$I_{Sw} \geq 0,95$	$I_{Sw} \geq 0,92$
	10-50	$I_{Sw} \geq 0,92$	$I_{Sw} \geq 0,95$	$I_{Sw} \geq 0,92$	
Grunty niespoiste	piaski drobne	$I_{Dw} \geq 0,75$		$I_{Dw} \geq 0,70$	$I_{Dw} \geq 0,55$
	piaski średnie	$I_{Dw} \geq 0,70$			
	piaski grube i grunty gruboziarniste	$I_{Dw} \geq 0,65$		$I_{Dw} \geq 0,65$	

Nasypy nowych wałów przeciwpowodziowych wykonywanych metodą hydromechanizacji powinny mieć zagęszczenie:

- wały I i II klasy – $I_{Dw} \geq 0,60$,
- wały III i IV klasy - $I_{Dw} \geq 0,50$.

W przypadku przebudowy i odbudowy wałów:

- z gruntów niespoistych - $I_{Dw} \geq 0,50$,
- z gruntów małoSpoistych i spoistych - $I_{sw} \geq 0,92$.

Wyniki kontroli bieżącej danej warstwy gruntu uznać należy za zadowalające, tzn. upoważniające do sypania warstwy następnej, jeśli określone na podstawie wyników badań każdej pobranej próbki wartości kontrolowane spełniają podstawowe warunki:

$$I_D \geq I_{Dw} \quad \text{lub} \quad I_s \geq I_{sw}$$

W obszarze, w którym grunt nie spełnia tych warunków należy warstwę dodatkowo zagęścić i przeprowadzić ponowną kontrolę. W zależności od przewidywanych skutków wynikających z niedostatecznego zagęszczenia oraz warunków budowy, można wyjątkowo dopuścić niespełnienie podanych uprzednio wymagań podstawowych i zastosować następujące wymagania zastępcze, charakteryzujące budowle o obniżonej, lecz dopuszczalnej jakości:

$$\sim I_D \geq I_{Dw} \quad \text{lub} \quad \sim I_s \geq I_{sw}$$

z tym, że wymagań podstawowych, tzn. $I_D \geq I_{Dw}$ $I_s \geq I_{sw}$, może nie spełnić nie więcej niż 10% wszystkich wyników dla budowli I i II klasy lub 15% dla budowli III i IV klasy. przy czym wskaźniki najniższe powinny spełniać nierówności:

$$I_{Dmin} \geq 0,70 I_{Dw}$$

$$I_{Smin} \geq 0,95 I_{sw}$$

w podanych nierównościach poszczególne symbole oznaczają:

- I_D - I_S wartości średnie, a I_{Dmin} I_{Smin} najmniejsze wartości stopnia lub wskaźnika zagęszczenia w warstwie,

I_D I_S I_{Dw} I_{Sw} oraz jak poprzednio.

Dopuszcza się zastosowanie wymagań zastępczych pod warunkiem, że:

- każde 2 miejsca lub 2 warstwy, z których próbki nie spełniły wymagań podstawowych są od siebie oddzielone miejscem lub warstwą, w którym zagęszczenie gruntu ten warunek spełnia,
- ogólna liczba warstw, w których nie są spełnione wymagania podstawowe nie przekroczy 10% liczby wszystkich warstw danej budowli.

Budowle, w których liczba warstw spełniających wymagania podstawowe nie sięga 90% wszystkich warstw powinny być przedmiotem ekspertyzy oceniającej stan techniczny i możliwości spełnienia swoich zadań. W przypadku nie wykonania ekspertyzy należy traktować je jako budowle o obniżonej jakości.

Kontrola powykonawcza oraz kontrola eksploatacyjna stanowić może podstawę do uznania, że zagęszczenie gruntu w nasypie nie nasuwa zastrzeżeń pod warunkiem, iż uzyskane wyniki we wszystkich badanych miejscach (profile sondowań, próbki NNS z wykopów) spełniają wymagania podstawowe. W innych przypadkach wyniki badań powinny być przedmiotem ekspertyzy orzekającej o stanie technicznym budowli i możliwościach spełnienia swoich zadań.

Wymienione wymagania odnoszą się także do nasypów wykonywanych z gruntów organicznych i z mieszanek gruntów organicznych z mineralnymi, z zastrzeżeniem, że metodyka i zakres ich badań powinny być opracowane odrębnie. W przypadku tych gruntów dopuszcza się zastosowanie innych wymogów zagęszczenia ustalonych w oparciu o odrębne badania i ekspertyzy.

6.6. Zakres badań materiałów w złożach

Celem badań jest:

- kontrola zgodności wydobywanego gruntu z dokumentacją złoża,
- kontrola zgodności rodzaju gruntu, jego cech oraz właściwości z projektem,
- ewentualna korekta przyjętej technologii.

Wymagany zakres badań złóż dla budowli I i II klasy jest następujący:

- a) grunty drobnoziarniste (spoiste i niespoiste) przeznaczone na nasyp statyczny:
 - wilgotność w miarę potrzeby,
 - zawartość części organicznych w miarę potrzeby,
 - min. jedna próbka na 5 000 m³ objętości złoża,
 - min. jedna próbka dziennie w czasie eksploatacji złoża oraz dodatkowa próbka przy widocznej zmianie właściwości rodzaju lub stanu gruntu,
 - parametry zagęszczalności na wybranych wizualnie (wg analizy makroskopowej) próbkach w ilości min. 1 badanie na 5 pobranych próbek,
- b) grunty spoiste przeznaczone na elementy uszczelniające (rdzenie, ekrany, fartuchy):
 - uziarnienie,
 - min. jedna próbka na 1 000 m³ objętości złoża,
 - wilgotność,
 - gęstość objętościowa,
 - dodatkowa próbka przy widocznej zmianie właściwości, rodzaju lub stanu gruntu,
 - zawartość części organicznych w miarę potrzeby,

- granice Atterberga, parametry zagęszczalności i gęstość właściwa, na próbkach wybranych wizualnie w ilości min. 1 badanie na 5 pobranych próbek
- c) grunty gruboziarniste i kamieniste
 - zawartość cząstek < 2 mm,
 - min. jedna próbka (o masie ok. 150 kg) na 10 000 m³, pobierana łyżką koparki ze ściany złoza przygotowanego do eksploatacji,
 - wilgotność cząstek < 2 mm,
 - zawartość części organicznych w miarę potrzeby,
 - cechy cząstek < 2 mm wizualnie (wg analizy makroskopowej),
 - dodatkowa próbka przy widocznej zmianie gruntu

Dla budowli klasy III i IV dopuszcza się niniejszy zakres badań laboratoryjnych określony przez inspektora nadzoru w porozumieniu z projektantem. Próbki do tych badań wybierane są w oparciu o ocenę wizualną i analizę makroskopową.

6.7. Zakres badań gruntu wbudowywanego w nasypy

Bieżąca kontrola jakości wbudowywanego w nasyp gruntu powinna być prowadzona przez laboratorium geotechniczne, najlepiej polowe. Badania wykonywane w ramach kontroli bieżącej mają na celu ocenę:

- zgodności rodzaju wbudowywanego gruntu, jego stanu i cech fizyko-mechanicznych z projektem,
- jakości zagęszczenia,

i powinny być prowadzone wg zawartego w projekcie programu, szczególnie w przypadku budowli klasy I i II.

W przypadku braku odpowiednich danych w projekcie, kontrolę bieżącą (rodzaje badań i liczba próbek) można prowadzić w oparciu o podane niżej zalecenia:

a) dla nasypu statycznego:

- gęstość i wilgotność naturalna,
- min. 1 próbka na 2 500 m² zagęszczonej warstwy,
- uziarnienie w miarę potrzeby lub procentowa zawartość frakcji powyżej 2 mm,
- min. 3 próbki z warstwy kontrolowanej

b) dla elementów uszczelniających (rdzenie, ekrany):

- wilgotność naturalna,
- min. 1 próbka na 1 000 m² zagęszczonej warstwy,
- gęstość,
- stopień plastyczności i uziarnienie w miarę potrzeby,
- min. 3 próbki z warstwy kontrolowanej

c) dla filtrów, drenaży i warstw przejściowych:

- gęstość i wilgotność naturalna,
- min. 1 próbka na 500 m² zagęszczonej warstwy,
- uziarnienie w miarę potrzeby,
- min. 3 próbki z warstwy kontrolowanej

Badania parametrów zagęszczalności w aparacie Proctora oraz wyznaczanie granic Atterberga powinny być przeprowadzone z częstotliwością nie mniej niż:

- na 2 500 m³ wbudowanego gruntu w elementach uszczelniających,
- na 5 000 m³ wbudowanego gruntu w nasypie statycznym.

Jeżeli występuje duża zmienność wbudowywanych w nasyp gruntów, należy prowadzić badania zagęszczenia z większą niż podano wyżej częstotliwością, a dla każdej pobranej próbki gruntu powinny być określone parametry zagęszczalności w aparacie Proctora (stosując energię normalną).

Próbki pobierane do badań zagęszczenia powinny być tak lokalizowane aby były reprezentatywne dla całego przekroju poprzecznego nasypu, tj. części środkowej i stref przyskarpowych.

Podane wyżej zalecenia odnoszące się do zakresu badań nie dotyczą rejonów styków korpusów nasypów z elementami konstrukcji betonowych pachwin, przy aparaturze kontrolno-pomiarowej itp. Zakres badań dla tych rejonów powinien być w projekcie ustalony indywidualnie.

Oprócz kontroli jakości zagęszczania wbudowanego gruntu, w budowlach klasy I i II zaleca się wykonanie innych specjalistycznych badań geotechnicznych, między innymi: współczynnika filtracji „in situ”, parametrów odkształceniowych i wytrzymałościowych, zawartości soli rozpuszczalnych lub części organicznych i innych, których program powinien być podany w projekcie.

Dla budowli klasy III i IV dopuszcza się mniejszy zakres i częstotliwość badań laboratoryjnych określony przez inspektora nadzoru w porozumieniu z projektantem. Próbki do tych badań powinny być wybierane w oparciu o dokładną ocenę wizualną i analizę makroskopową.

6.8. Zakres badań gruntów w wykopach

Badania gruntów w wykopach wykonuje się w celu kontroli ich zgodności z projektem (rodzaj i stan gruntu) a niekiedy także dla oceny zagęszczenia gruntu w dnie i skarpach wykopu.

Rodzaje i zakres badań powinien określać projekt. W przypadku braku tych danych w projekcie dla budowli I i II klasy zaleca się pobierać do badań co najmniej 2 próbki z każdej warstwy o odmiennych właściwościach geotechnicznych oraz co najmniej jedną na 5 000 m² powierzchni skarp i dna, jeśli nie występują zmiany gruntu. W pobranych próbkach określa się:

- a) uziarnienie,
- b) wilgotność,
- c) gęstość objętościową w miarę potrzeby,
- d) granicę Atterberga w miarę potrzeby,
- e) parametry zagęszczalności (w_{opt} i ρ_{ds}) w miarę potrzeby.

Dla wykopów, których głębokość nie przekracza 5 m, a kubatura 5 000 m³ oraz dla budowli klasy III i IV dopuszcza się tylko badanie makroskopowe.

6.9. Badania specjalne w czasie budowy

Badania te prowadzone są w celu sprawdzenia stanu i prawidłowości pracy wznoszonej budowli ziemnej w czasie jej wykonywania i są to na przykład:

- a) pomiary zwierciadła wody gruntowej przy wykonywaniu wykopów w przypadku gdy możliwe jest naruszenie struktury gruntu w wyniku działania ciśnienia spływowego,
- b) pomiary zwierciadła wody gruntowej w podłożu w i nasypie (np. określenia położenia krzywej depresji),
- c) badania parametrów wytrzymałościowych,
- d) pomiary ciśnienia wody w porach gruntu w podłożu i w nasypie,
- e) pomiary osiadania podłoża i nasypu.

Specjalne pomiary kontrolne powinny być prowadzone w obiektach I i II klasy oraz w szczególnych przypadkach w obiektach klasy III i IV. Zakres i sposób prowadzenia pomiarów powinien być określony w projekcie.

6.10. Dokumentacja kontroli oraz ocena wyników

Dokumentacja kontroli powinna składać się z:

- a) dziennika badań i pomiarów,
- b) zestawienia wyników badań,
- c) zbiorczej analizy wraz ze statystycznym opracowaniem wyników badań i z wnioskami,
- d) przekrojów poprzecznych i podłużnych, pionowych lub poziomych z lokalizacją badań i pomiarów.

W dzienniku badań i pomiarów powinny być notowane wszystkie wyniki badań oraz wyniki pomiarów kontrolnych. Na przekrojach powinny być naniesione wyniki pomiarów, a także miejsca poboru próbek. Przekroje poprzeczne powinny być wykonywane w tych miejscach, w których kontrolowane były wymiary.

Wyniki kontroli jakości materiałów i robót ocenia się przez ich porównanie z wymaganiami zawartymi w projekcie oraz odpowiednich punktach niniejszych specyfikacji, a także przez porównanie z orzeczeniem geotechnicznym i książką nadzoru autorskiego. Ocenę z przeprowadzonej kontroli materiałów i robót należy wpisać do dziennika budowy.

Wyniki badań kontrolnych jakości wykonania nasypów wykorzystywane są:

- doraźnie, przy odbiorze poszczególnych warstw nasypu; tj. do porównania parametrów zagęszczenia z wymaganiami projektowanymi lub podanymi w specyfikacji w celu podjęcia decyzji czy może być układana następna warstwa nasypu,
- przy ocenie większej części nasypu lub nasypu całkowicie wykonanego; w tym przypadku wyniki badań powinny być opracowane statystycznie.

Do oceny należy dołączyć wyniki badań laboratoryjnych lub wskazać na dokumentację, gdzie znajdo ją się wyniki przeprowadzonych badań i pomiarów.

W przypadkach budowl i odbiegających warunkami wykonania od przyjętych w WTWO, kontrolę jakości materiałów i robót przeprowadzać należy w oparciu o opracowaną specjalnie dla tej budowl i indywidualną instrukcję.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru podane są w specyfikacji technicznej „Wymagania ogólne”.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m^3 (metr sześcienny).

Objętość będzie ustalona w metrach sześciennych jako różnica ogólnej objętości nasypów i ogólnej objętości wykopów, pomniejszonej o objętość gruntów nieprzydatnych do budowl i nasypów, z uwzględnieniem spulchnienia gruntu, tj. procentowego stosunku objętości gruntu w stanie rodzimym do objętości w nasypie.

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

Objętość odkładu będzie określona w metrach sześciennych na podstawie obmiaru jako różnica objętości wykopów, powiększonej o objętość nasypów, z uwzględnieniem spulchnienia gruntu.

8. ODBIÓR MATERIAŁÓW I ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru materiałów i robót

Ogólne wymagania dotyczące odbioru podane są w specyfikacji technicznej „Wymagania ogólne”.

8.2. Kontrola wykonania nasypu

Odbiór gruntów przeznaczonych na nasyp powinien być dokonany w oparciu o wyniki rozpoznania geologiczno-inżynierskiego przed rozpoczęciem eksploatacji złoża lub jego części.

Grunt złoża lub jego części, uznany w wyniku kontroli za niezgodny z wymaganiami specyfikacji technicznej oraz z danymi przyjętymi w projekcie, nie powinien być używany do budowy nasypu. Postanowienie powyższe może być uchylone, po uzgodnieniu z inspektorem nadzoru i z projektantem, jeśli w ramach procesu technologicznego możliwe jest poprawienie właściwości gruntu tak aby uzyskana została jego zgodność z wymaganiami.

Częściowy odbiór robót przeprowadza się dla robót zanikających lub ulegających zakryciu. Należy je odebrać przed wykonaniem następnej części robót, uniemożliwiającej dokonanie odbioru robót poprzednich. W zakresie robót nasypowych są to:

- a) odbiór podłoża,
- b) odbiory poszczególnych warstw nasypu.

Odbioru częściowego dokonuje się na podstawie oceny kontroli wg rozdz. 8. W przypadku oceny dodatniej sporządza się protokół odbioru.

Odbiór końcowy przeprowadza się po zakończeniu całości robót, na podstawie odbiorów częściowych i oceny kontroli wg 8. W przypadku oceny dodatniej sporządza się protokół odbioru robót.

Roboty uznane przy odbiorze za niezgodne z warunkami technicznymi oraz projektem należy poprawić w ustalonym terminie i przedstawić do powtórnego odbioru.

W przypadkach wykopów oraz podłoży, których ocena wykazała różnicę rzeczywistych warunków wodno-gruntowych w stosunku do przyjętych w projekcie, odbiór może być dokonany po ewentualnym wprowadzeniu do projektu zmian uzgodnionych z projektantem i inspektorem nadzoru.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne wymagania dotyczące płatności podane są w specyfikacji technicznej „Wymagania ogólne”.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m³ nasypów obejmuje:

- prace pomiarowe,
- oznakowanie robót,
- pozyskanie gruntu, jego odspojenie i załadunek na środki transportowe,
- transport urobku na miejsce wbudowania,
- wbudowanie dostarczonego gruntu w nasyp,
- zagęszczenie gruntu,
- profilowanie powierzchni nasypu, rowów i skarp,
- wyprofilowanie skarp złoża,
- rekultywację złoża i terenu przyległego wału,
- odwodnienie terenu robót,
- wykonanie dróg dojazdowych na czas budowy, a następnie ich rozebranie,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w specyfikacji technicznej.

10. DOKUMENTY I ODNIESIENIA

Projekt budowlany

Projekt wykonawczy

Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r (z późniejszymi zmianami)

Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 20 grudnia 1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich usytuowanie

Warunki techniczne wykonania i odbioru robót. Roboty ziemne. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa 1986 r.

PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.

PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntów.

PN-74/B-04452 Grunty budowlane. Badania polowe.

PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienia bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-60/B-04493 Grunty budowlane. Oznaczenie kapilarności biernej.

PN-83/8836-02 Przewody podziemne. Roboty ziemne. Wymagania i badania przy odbiorze.

PN-88/B-23004 Kruszywa mineralne. Kruszywa sztuczne. Kruszywa z żużla wielkopiecowego kawałkowego.

PN-98/B-02481 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.

PN-B-06050 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.