**GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD**

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

**D-02.00.01**

**v05**

**ROBOTY ZIEMNE. WYMAGANIA OGÓLNE**

(dokument wzorcowy)

**Warszawa**

24 kwiecień 2024

|  |  |
| --- | --- |
| Numer wydania  Data | Opis zmiany |
| **V01 12.03.2019** | Utworzenie dokumentu |
| **V02 10.05.2019** | Aktualizacja |
| **V03**  **30.09.2019** | Aktualizacja |
| **V04 18.02.2021** | Aktualizacja  w zakresie pkt 6 |
| **V05 24.04.2024** | Aktualizacja |

Opracowano

w Departamencie Technologii Budowy Dróg GDDKiA

we współpracy

z Wydziałami Technologii i Jakości Budowy Dróg - Laboratoriami Drogowymi GDDKiA

SPIS TREŚCI

[1. WSTĘP 5](#_Toc159411522)

[1.1. Nazwa zadania 5](#_Toc159411523)

[1.2. Przedmiot WWiORB 5](#_Toc159411524)

[1.3. Zakres stosowania WWiORB 5](#_Toc159411525)

[1.4. Informacje ogólne o terenie budowy 5](#_Toc159411526)

[1.5. Nazwy i kody 5](#_Toc159411527)

[1.6. Określenia podstawowe 5](#_Toc159411528)

[1.7. Ogólne wymagania dotyczące robót 10](#_Toc159411529)

[2. MATERIAŁY 10](#_Toc159411530)

[2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów 10](#_Toc159411531)

[2.2. Podział gruntów i materiałów nasypowych 10](#_Toc159411532)

[2.3. Zasady wykorzystania gruntów oraz materiałów antropogenicznych 16](#_Toc159411533)

[2.4. Materiały do wykonania warstwy ulepszonego podłoża pod konstrukcję nawierzchni 17](#_Toc159411534)

[2.5. Geosyntetyki 17](#_Toc159411535)

[2.6. Materiały antropogeniczne 17](#_Toc159411536)

[2.6.1. Zastosowanie materiałów poelektrownianych: mieszanin popiołowo-żużlowych, popiołów lotnych 17](#_Toc159411537)

[2.6.2. Zastosowanie łupka przywęglowego surowego nieprzepalonego (czarny, iłołupki) 19](#_Toc159411538)

[2.6.3. Zastosowanie łupka przywęglowego przepalonego (czerwony, łupkoporyty) 21](#_Toc159411539)

[2.6.4. Zastosowanie odpadów hutniczych – żużli 23](#_Toc159411540)

[3. SPRZĘT 23](#_Toc159411541)

[3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu 23](#_Toc159411542)

[3.2. Sprzęt do robót ziemnych 23](#_Toc159411543)

[4. TRANSPORT 25](#_Toc159411544)

[4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu 25](#_Toc159411545)

[4.2. Transport gruntów 25](#_Toc159411546)

[4.3. Transport i składowanie geosyntetyków 26](#_Toc159411547)

[5. WYKONANIE ROBÓT 26](#_Toc159411548)

[5.1. Ogólne zasady dotyczące wykonania robót 26](#_Toc159411549)

[5.2. Projekt geotechniczny 27](#_Toc159411550)

[5.3. Projekt robót ziemnych 27](#_Toc159411551)

[5.4. Zasady wykorzystania gruntów i materiałów do budowy nasypów 27](#_Toc159411552)

[5.5. Zasady składowania gruntów i materiałów do budowy nasypów 28](#_Toc159411553)

[5.6. Dokładność wykonania wykopów i nasypów 28](#_Toc159411554)

[5.7. Odwodnienie pasa robót ziemnych 28](#_Toc159411555)

[5.8. Rowy 29](#_Toc159411556)

[5.9. Układanie geosyntetyków 29](#_Toc159411557)

[5.10. Powierzchnia podłoża gruntowego nawierzchni 30](#_Toc159411558)

[5.11. Wymagania dotyczące zagęszczenia 30](#_Toc159411559)

[5.12. Wymagania dotyczące nośności 33](#_Toc159411560)

[5.13. Szczególne warunki wykonania robót ziemnych 33](#_Toc159411561)

[6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT 35](#_Toc159411563)

[6.1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót 35](#_Toc159411564)

[6.2. Badania i pomiary przed przystąpieniem do robót ziemnych 36](#_Toc159411566)

[6.3. Badania i pomiary w czasie realizacji robót ziemnych 36](#_Toc159411567)

[6.4. Badania do odbioru korpusu ziemnego 37](#_Toc159411568)

[6.5. Sprawdzenie wykonania ukopu, dokopu i odkładu 39](#_Toc159411573)

[7. OBMIAR ROBÓT 39](#_Toc159411575)

[7.1. Ogólne zasady obmiaru robót 39](#_Toc159411576)

[7.2. Jednostka obmiarowa 39](#_Toc159411577)

[8. ODBIÓR ROBÓT 40](#_Toc159411578)

[8.1. Ogólne zasady odbioru robót 40](#_Toc159411579)

[8.2. Odbiór robót zanikających lub ulegających zakryciu 40](#_Toc159411580)

[8.3. Odbiór częściowy 40](#_Toc159411581)

[8.4. Odbiór końcowy 40](#_Toc159411582)

[8.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami 40](#_Toc159411583)

[9. PODSTAWA PŁATNOŚCI 41](#_Toc159411584)

[9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności 41](#_Toc159411585)

[9.2. Cena jednostki obmiarowej 41](#_Toc159411587)

[10. PRZEPISY ZWIĄZANE 41](#_Toc159411588)

[10.1. Normy 41](#_Toc159411589)

[10.2. Inne dokumenty 43](#_Toc159411591)

[ZAŁĄCZNIK 1 44](#_Toc159411592)

[ZAŁĄCZNIK 2 47](#_Toc159411593)

1. **WSTĘP**
   1. **Nazwa zadania**

„…” - *przytoczyć*

* 1. **Przedmiot WWiORB**

Przedmiotem niniejszych Warunków Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (WWiORB) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót ziemnych.

* 1. **Zakres stosowania WWiORB**

WWiORB są stosowane jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót na drogach krajowych. WWiORB stanowią podstawę opracowania Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB).

* 1. **Informacje ogólne o terenie budowy**

„…” *- przytoczyć*

* 1. **Nazwy i kody**

Nazwy i kody robót objętych wspólnym słownikiem zamówień CPV są następujące:

Grupa robót: 45100000-8 Przygotowanie terenu pod budowę.

Klasa robót: 45110000-1 Roboty w zakresie burzenia i rozbiórki obiektów budowlanych, roboty ziemne.

Kategoria robót: 45111000-8 Roboty w zakresie burzenia, roboty ziemne.

* 1. **Określenia podstawowe**
     1. Budowla ziemna – budowla wykonana w gruncie lub materiale antropogenicznym   
        albo z gruntu lub z materiału antropogenicznego, powstała w następstwie przeprowadzenia robót ziemnych, spełniająca warunki stateczności i odwodnienia, zapewniająca przejęcie obciążenia od środków transportowych i urządzeń inżynierskich obciążających korpus drogowy.
     2. Ciągły pomiar zagęszczenia – (ang. Continuous Compaction Control – CCC) wykorzystanie do kontroli stanu zagęszczenia warstwy walców wibracyjnych wyposażonych w system umożliwiający pomiar i dokumentowanie, dynamicznego parametru, charakteryzującego zagęszczenie warstwy ze wskazaniem lokalizacji miejsca.
     3. Deklaracja Właściwości Użytkowych (DWU) – dokument wyrażający właściwości   
        użytkowe wyrobów budowlanych w odniesieniu do zasadniczych charakterystyk tych   
        wyrobów zgodnie z odpowiednimi zharmonizowanymi specyfikacjami technicznymi.
     4. Dokop - miejsce pozyskania gruntu do wykonania nasypów, położone poza pasem robót drogowych.
     5. Geosyntetyk – wyrób, którego przynajmniej jeden składnik wytworzony został z polimeru (poliestru, polipropylenu, polietylenu lub poliamidu), mający postać arkusza, paska lub formy przestrzennej, stosowany w kontakcie z gruntem (lub innym materiałem) w geotechnice, fundamentowaniu i budownictwie lądowym i wodnym.
     6. Gęstość objętościowa szkieletu – stosunek masy suchego szkieletu gruntu lub materiału antropogenicznego do objętości próbki.
     7. Górna warstwa nasypu – warstwa nasypu znajdująca się bezpośrednio pod najniżej położoną warstwą konstrukcji nawierzchni i wykonana z gruntów niewysadzinowych lub stabilizowanych hydraulicznie o określonych właściwościach. Grubość górnej warstwy nasypu nie może być mniejsza niż odpowiadająca głębokość przemarzania dla zaprojektowanej konstrukcji nawierzchni
     8. Grunt – materiał powstały w wyniku procesów geologicznych (naturalnych) lub antropogenicznych, składający się z 3 faz: stałej, ciekłej i gazowej.
     9. Grunt organiczny – grunt z zawartością substancji organicznej większą od 2,0 %.
     10. Grunt kamienisty – wg PN-86/B-02480 grunt, którego zawartość ziaren o średnicy większej niż 40 mm wynosi więcej niż 50% ( d50 > 40 mm);
     11. Grunt gruboziarnisty - wg PN-86/B-02480 grunt, którego zawartość ziaren o średnicy większej niż 2 mm wynosi więcej niż 90% (d90 > 2 mm) oraz zawartość ziaren o średnicy mniejszej niż 40 mm wynosi więcej niż 50% (d50 ≤ 40 mm)
     12. Grunt drobnoziarnisty - wg PN-86/B-02480 grunt, którego zawartość ziaren o średnicy mniejszej niż 2 mm wynosi powyżej 90%
     13. Grupa nośności podłoża gruntowego nawierzchni – klasyfikuje nośność podłoża   
         gruntowego nawierzchni w zależności od rodzaju i stanu gruntu podłoża, warunków   
         wodnych w podłożu, wysadzinowości gruntu oraz od charakterystyki korpusu drogowego zgodnie z Katalogami Typowych Konstrukcji Nawierzchni. Występują cztery grupy nośności podłoża gruntowego oznaczone symbolami: G1, G2, G3, G4. Mogą wystąpić warunki nieodpowiadające żadnej grupie nośności podłoża.
     14. Humus (gleba) – przypowierzchniowa strefa gruntu (zwietrzałej skały) przeobrażona działalnością roślin, drobnoustrojów, zwierząt, stanowiąca grunt organiczny o właściwościach zapewniających prawidłowy rozwój roślinom.
     15. Konstrukcja nawierzchni – zespół odpowiednio dobranych warstw, którego celem jest   
         rozłożenie naprężeń od kół pojazdów na podłoże gruntowe nawierzchni oraz zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu jazdy pojazdów. Konstrukcja nawierzchni spoczywa na podłożu gruntowym lub warstwie ulepszonego podłoża.
     16. Korona drogi – część przekroju poprzecznego drogi, obejmująca jezdnie z poboczami   
         i pasem dzielącym, pasy awaryjnego postoju, chodniki, zatoki oraz ewentualne inne   
         elementy, położona pomiędzy górnymi krawędziami skarp.
     17. Korpus drogowy – cały nasyp oraz ta część wykopu, która jest ograniczona koroną drogi i wewnętrznymi skarpami rowów.
     18. Materiał antropogeniczny – materiał powstały w wyniku bezpośredniej lub pośredniej   
         działalności człowieka (na przykład grunt ulepszony, odpad przemysłowy, materiał z recyklingu).
     19. Materiał nasypowy – grunt lub materiał antropogeniczny użyty do budowy nasypu.
     20. Materiał nieprzydatny – grunt lub materiał antropogeniczny, którego właściwości   
         uniemożliwiają wykorzystanie go jako materiał nasypowy. Nieprzydatność może być trwała, związana z niezmiennymi cechami materiału lub czasowa, związana ze stanem materiału lub innymi właściwościami, które wymagają poprawienia.
     21. Materiał przydatny – grunt lub materiał antropogeniczny, którego właściwości umożliwiają wykorzystanie go jako materiał nasypowy bez stosowania dodatkowych zabiegów.
     22. Materiał ulepszony – grunt lub materiał antropogeniczny, którego właściwości zostały   
         zmienione, w efekcie czego spełnia on wymagania wynikające z przewidzianego   
         zastosowania.
     23. Miejsce zerowe robót ziemnych (przekrój zerowy robót ziemnych) - granica pomiędzy nasypem i wykopem. Przekrój przejściowy, w którym powierzchnie nasypu i wykopu   
         w przekroju poprzecznym są równe (charakter robót ziemnych zmienia się z wykopu   
         na nasyp lub odwrotnie).
     24. Moduł odkształcenia gruntu – wielkość charakteryzująca nośność na powierzchni warstwy gruntu lub materiału antropogenicznego, badana zgodnie z Załącznikiem 2 (procedura według PN-S-02205, załącznik B), określana według wzoru:



gdzie:

Ei moduł odkształcenia gruntu [MPa]

Δp przyrost obciążenia jednostkowego [MPa],

Δs przyrost osiadania odpowiadający przyrostowi obciążenia jednostkowego [mm]

D średnica płyty [mm]

* + 1. Nasyp – budowla ziemna wykonana w obrębie pasa drogowego poprzez wbudowanie   
       materiału nasypowego w kontrolowany sposób polegający na układaniu i zagęszczaniu kolejnych warstw powyżej powierzchni terenu.
    2. Niweleta robót ziemnych (spód konstrukcji nawierzchni) - poziom górnej powierzchni   
       materiału nasypowego w nasypie lub poziom górnej powierzchni gruntu rodzimego   
       w wykopie lub poziom górnej powierzchni warstwy ulepszonego podłoża nawierzchni,   
       o ile taka warstwa występuje. Lokalizację powierzchni robót zimnych pokazano na rysunku 1.1.



Wykop



Nasyp

Rysunek 1.1. Lokalizacja niwelety robót ziemnych

* + 1. Obliczeniowa głębokość przemarzania - umowna głębokość przemarzania w danym rejonie, będąca głębokością przemarzania zredukowaną w zależności od obciążenia ruchem samochodowym i warunków gruntowo-wodnych.
    2. Odkład – miejsce wbudowania lub składowania gruntów pozyskanych w czasie   
       wykonywania wykopów, a nie wykorzystywanych do budowy nasypów lub innych robót.
    3. Pas drogowy - wydzielony teren, przeznaczony pod drogę oraz urządzenia związane   
       z obsługą i ochroną drogi, obsługą ruchu i ochroną środowiska, a także zawierający rezerwę pod przyszłą rozbudowę drogi.
    4. Pochylenie skarpy lub zbocza - kąt nachylenia powierzchni skarpy lub zbocza   
       do rzutu poziomego skarpy lub zbocza.
    5. Podłoże gruntowe budowli ziemnej (nasypu lub wykopu) – strefa gruntu rodzimego poniżej spodu budowli ziemnej, której właściwości mają wpływ na projektowanie,   
       wykonanie i eksploatację budowli ziemnej.
    6. Podłoże gruntowe nawierzchni - strefa gruntu rodzimego lub nasypowego poniżej spodu konstrukcji nawierzchni, której właściwości mają wpływ na projektowanie,   
       wykonanie i eksploatację nawierzchni.
    7. Projekt Geotechniczny – projekt wykonany zgodnie z zasadami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, zapewniający spełnienie wymagań funkcjonalnych, wynikających z przeznaczenia budowli ziemnej.
    8. Projekt robót ziemnych – projekt określający proces technologiczny wykonania budowli ziemnej, spełniającej wymagania wynikające z projektu geotechnicznego (jeżeli   
       był opracowany) i ustaleń Kontraktu.
    9. Roboty ziemne – termin oznaczający wszystkie czynności związane z odspajaniem,   
       selekcjonowaniem, przemieszczaniem, profilowaniem, ulepszaniem oraz zagęszczaniem gruntów lub materiałów antropogenicznych.
    10. Rów przydrożny (boczny) – rów biegnący wzdłuż drogi, służący do odprowadzenia wody z korony drogi, skarp lub przyległego terenu.
    11. Rów stokowy – rów służący do zbierania i odprowadzania wody spływającej ze zbocza, wykonany ponad skarpą wykopu.
    12. Skała – występujący w warunkach naturalnych zespół minerałów, skonsolidowanych,   
        scementowanych lub w inny sposób powiązanych ze sobą, nie dających się rozdrobnić ręcznie po namoczeniu w wodzie.
    13. Skarpa – zewnętrzna boczna powierzchnia nasypu lub wykopu o kształcie i nachyleniu określonym w Dokumentacji Projektowej, spełniająca warunki stateczności i odwodnienia, zabezpieczona przed erozją.
    14. Warunki Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (WWiORB) – dokument opisujący zasady doboru materiałów, wykonania, odbioru, obmiaru oraz zasady płatności za wykonane roboty.
    15. Spoiwo – pojedynczy materiał wiążący lub połączone materiały wiążące, których wymieszanie z gruntem lub materiałem antropogenicznym zapewnia krótkoterminową   
        lub długoterminową poprawę właściwości.
    16. Strefa nasypu – wydzielona część nasypu, na przykład podstawa lub górna część korpusu ziemnego, w odniesieniu do której zostały określone indywidualne wymagania.
    17. Tymczasowa powierzchnia robót ziemnych - powierzchnia korony drogi, skarp i rowów w czasie wykonywania robót ziemnych.
    18. Ukop – miejsce pozyskania gruntu do wykonania nasypów, położone w obrębie pasa robót drogowych
    19. Ulepszone podłoże nawierzchni - wierzchnia warstwa podłoża gruntowego nawierzchni ulepszona w celu zwiększenia nośności gruntu rodzimego w wykopie lub materiału   
        nasypowego albo zwiększenia odporności nawierzchni na powstawanie wysadzin.
    20. Urządzenia odwadniające - urządzenia i konstrukcje umożliwiające odprowadzenie   
        wód powierzchniowych i gruntowych z pasa drogowego.
    21. Wilgotność – stosunek masy wody zawartej w próbce do masy szkieletu gruntu   
        lub materiału antropogenicznego.
    22. Wilgotność optymalna – wilgotność gruntu lub materiału antropogenicznego, w której użycie konkretnej energii zagęszczania powoduje uzyskanie maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu.
    23. Wskaźnik jednorodności uziarnienia – wielkość charakteryzująca zagęszczalność gruntów niespoistych, określona według wzoru:

w którym:

d60 wymiar cząstek, których masa wraz z mniejszymi stanowi 60% masy próbki wysuszonej [mm],

d10 wymiar cząstek, których masa wraz z mniejszymi stanowi 10% masy próbki wysuszonej [mm].

* + 1. Wskaźnik odkształcenia gruntu - wielkość charakteryzująca stan zagęszczenia gruntu, określona według wzoru:



gdzie:

E1 pierwotny moduł odkształcenia [MPa],

E2 wtórny moduł odkształcenia [MPa].

* + 1. Wskaźnik zagęszczenia gruntu – wielkość charakteryzująca stan zagęszczenia gruntu   
       lub materiału antropogenicznego, badana zgodnie z Załącznikiem 2 (procedura według normy BN-77/8931-12), określona według wzoru:



w którym:

ρd gęstość objętościowa szkieletu gruntu w nasypie [kg/m3],

ρds maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntu zagęszczonego wg normalnej próby Proctora [kg/m3].

* + 1. Wykop - budowla ziemna wykonana w obrębie pasa drogowego, w postaci odpowiednio ukształtowanej przestrzeni powstałej w wyniku usunięcia z niej gruntu.
    2. Wysokość nasypu lub głębokość wykopu – różnica rzędnej terenu i rzędnej niwelety robót ziemnych wyznaczona w osi drogi.
    3. Wzmocnione podłoże nasypu - warstwa gruntu rodzimego, lub materiału antropogenicznego, ulepszonego przez działanie mechaniczne, chemiczne lub wykonanie elementów wzmacniających, w celu poprawienia jego stateczności, zmniejszenia osiadań lub ujednolicenia podłoża gruntowego.
    4. Zagęszczanie – zwiększanie gęstości objętościowej szkieletu gruntu lub materiału antropogenicznego z zastosowaniem procesu mechanicznego, w celu uzyskania   
       wymaganych właściwości korpusu ziemnego lub pojedynczej warstwy.
    5. Zbocze (stok) - naturalna pochyła powierzchnia terenu w obrębie pasa drogowego   
       lub przyległego do drogi.

Pozostałe określenia podstawowe podane w niniejszych WWiORB są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w WWiORB D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne" oraz w przepisach związanych wyszczególnionych w pkt. 10 niniejszego WWiORB..

* 1. **Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w WWiORB D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne".

1. **MATERIAŁY**
   1. **Ogólne wymagania dotyczące materiałów**
      1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w WWiORB D-M 00.00.00, Wymagania ogólne" punkt 2.
   2. **Podział gruntów i materiałów nasypowych**
      1. W robotach ziemnych wykorzystuje się grunty i materiały antropogeniczne. Grunty   
         i materiały antropogeniczne wymagają oceny ze względu na wymagania wynikające   
         z Dokumentacji Projektowej.
      2. Stosuje się klasyfikacje gruntów i materiałów antropogenicznych, uwzględniające podstawowe kryteria istotne w robotach ziemnych. W robotach ziemnych podstawowe klasyfikacje dotyczą: uziarnienia, wysadzinowości oraz przydatności do budowy nasypów lub poszczególnych stref nasypów.
      3. Podziału gruntów ze względu na uziarnienie dokonuje się zgodnie z normą PN-86/B-02480 *„Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów”* (klasyfikacja referencyjna) lub zgodnie z normami *PN-EN ISO 14688-1. Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów -- Część 1: Oznaczanie i opis* oraz *PN-EN ISO 14688-2. Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Oznaczanie   
         i klasyfikowanie gruntów -- Część 2: Zasady klasyfikowania*. W przypadku stosowania norm PN-EN ISO 14688-1 oraz PN-EN ISO 14688-2 wymagania WWiORB stosuje się odpowiednio.Na danym kontrakcie wszystkie strony kontraktu powinny stosować jednolity system w zakresie oznaczenia i klasyfikacji gruntów oraz metod badawczych – tj. system referencyjny wg norm PN-B lub wg norm PN-EN ISO.
      4. W Tablicy 2.1. określono podział gruntów ze względu na ich wysadzinowość. Podstawowym kryterium oceny wysadzinowości gruntów jest zawartość drobnych cząstek, a dodatkowym, stosowanym w przypadkach wątpliwych, wskaźnik piaskowy. Wskaźnik piaskowy stanowi kryterium oceny gruntów o zawartości ziaren ≤ 0,063 mm powyżej 6 %, zbliżonych do mało spoistych. Jako informację uzupełniającą w Tablicy 2.1. podano nazwy typowych gruntów niewysadzinowych, wątpliwych i wysadzinowych według normy PN-88/B-04481 oraz przedstawiono podział gruntów pod względem wysadzinowości ze względu na uziarnienie badane wg PN-EN ISO 17892-4, z uwzględnieniem podziału na frakcje wg PN-EN ISO 14688-1.

Wysadzinowość materiałów antropogenicznych należy oceniać na podstawie   
indywidualnych badań, z uwzględnieniem pochodzenia materiału i jego właściwości.

* + 1. W Tablicy 2.2. określono podział gruntów i materiałów antropogenicznych ze względu   
       na ich przydatność do budowy nasypów.
    2. Do budowy nasypów nieprzydatne są materiały nie spełniające wymagań podanych   
       w Tablicy 2.2, z uwzględnieniem zapisów punktu 2.2.8 i 2.2.10. W szczególności nieprzydatne są następujące grunty i materiały antropogeniczne, przy czym nieprzydatność może mieć charakter trwały lub czasowy:

1. organiczne (tj. o zawartości substancji organicznych ponad 2 %)
2. równoziarniste (o wskaźniku jednorodności uziarnienia Cu<2,5),
3. spoiste granicy płynności wL większej od 60 % oraz iły – grunty te należy traktować jako grunty nieprzydatne o charakterze trwałym (dla gruntów tych należy przewidzieć wywóz na odkład),
4. zasolone (o zawartość soli powyżej 2 %),
5. zawierające substancje szkodliwe dla środowiska naturalnego w ilościach większych niż dopuszczono w obowiązujących przepisach,
6. w stanie zamarzniętym,
7. przewilgocone i nawodnione,
8. podatne na samozapalenie (tj. nieodwęglone – zawierające powyżej 20% części palnych), z wyjątkiem przepalonych odpadów z węgla kamiennego,
9. antropogeniczne podatne na przeobrażenia fizyko-chemiczne, w wyniku których   
   dochodzi do zmian objętościowych;
10. grunty trudnozagęszczalne, których maksymalna gęstość objętościowa szkieletu jest mniejsza niż 1,6 g/cm3 (nie dotyczy żużli i popiołów).
    * 1. Można rozważyć czy zastosowanie gruntów i materiałów antropogenicznych, ocenionych jako nieprzydatne, byłoby możliwe po ich ulepszeniu, o ile jest to uzasadnione względami ekonomicznymi lub środowiskowymi. Ulepszenie, zależnie od przyczyny powodującej nieprzydatność gruntu lub materiału antropogenicznego, może obejmować doziarnienie, mieszanie z innym gruntem lub materiałem, ulepszenie spoiwem albo oczyszczenie. Wykonawca dokona wyboru technologii ulepszenia uwzględniającej warunki wykonania robót, posiadane materiały oraz sprzęt jakim dysponuje Wykonawca. Do wybranej technologii Wykonawca opracuje wymagane dokumenty i uzgodni je z Inżynierem/Inspektorem nadzoru.
      2. Grunty o wskaźniku jednorodności uziarnienia 2,5≤Cu<3,0 można stosować pod warunkiem wykazania możliwości uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia Is. Metodę doprowadzenia gruntów o wskaźniku jednorodności uziarnienia 2,5≤Cu<3,0 do wymaganego wskaźnika zagęszczenia opracuje Wykonawca i przedstawi Inżynierowi/Inspektorowi nadzoru do akceptacji wraz z wynikami odpowiednich badań. W przypadku zastosowania gruntów o wskaźniku jednorodności uziarnienia 2,5≤Cu<3,0 należy wykonać dodatkowe przeciwerozyjne wzmocnienie skarp (w miejscach występowania humusowania) oraz obliczeniowo sprawdzić czy jest spełniony warunek stateczności skarp. W wyjątkowych sytuacjach za zgodą Inżyniera/Inspektora nadzoru mogą być stosowane materiały o Cu<2,5 (np. keramzyt). Zasady zastosowania takich materiałów należy określić indywidualnie.
      3. Materiały niebezpieczne, o właściwościach chemicznych lub fizycznych wymagających specjalnych środków w celu odspojenia, składowania, transportu i usunięcia stanowią   
         szczególną kategorie i są klasyfikowane oddzielnie.
      4. Kruszywo pochodzące z recyklingu nawierzchni betonowych może być stosowane w mieszankach z kruszywem naturalnym, gruntem lub samodzielnie do budowy nasypów. Wymagania dla kruszywa pochodzącego z recyklingu nawierzchni betonowych należy przyjmować jako analogiczne do wymagań dla kruszyw naturalnych. Dla innych kruszyw pochodzących z recyklingu należy postępować zgodnie z zapisami punktów: nr 2.2, nr 2.3 i nr 5.4.5 niniejszego WWiORB.
      5. Łupek (grunt skalisty, w szczególności pozyskany ze skał fliszowych Karpat), z uwagi na charakterystykę skał oraz znaczne zróżnicowanie cech fizyko-mechanicznych, może zostać zastosowany wyłącznie do budowy dolnych warstw nasypów oraz pod warunkiem opracowania Projektu Technologicznego lub PZJ z zastrzeżeniem punktu 2.2.12.
      6. Projekt Technologiczny/PZJ dotyczący wykorzystania łupka do budowy nasypów m.in. powinien określać:

* sposób rozdrobnienia oraz uziarnienie mieszanki wytworzonej ze skały o odpowiedniej różnoziarnistości pozwalającej na uzyskanie odpowiednich parametrów zagęszczenia i nośności,
* badania laboratoryjne (Wykonawca powinien wykonać m.in. badania: uziarnienie oraz spójności i kąta tarcia wewnętrznego wytworzonej mieszanki w wielkowymiarowym aparacie bezpośredniego ścinania - aparat skrzynkowy o wymiarach min. 1x1m lub warunkowo 30x30 cm z zastrzeżeniem odpowiedniego przygotowania próbek /zastosowanie aparatu o wymiarach 30x30 cm wymaga przedstawienia przez Wykonawcę analizy wpływu zastosowanej metody na uzyskane wyniki/) oraz częstotliwość badań laboratoryjnych (nie rzadziej niż 1 raz na 3000 m3 oraz zgodnie z zaleceniem Inspektora Nadzoru);
* rodzaj spoiw, ich ilość oraz zakres ich stosowania,
* stosowany sprzęt do wytworzenia mieszanki, wykonania stabilizacji oraz zagęszczenia warstwy,
* wymagania w zakresie zagęszczenia i nośności, które nie powinny być niższe niż określone w WWiORB (z uwagi na nietypowy charakter materiału stosowanego może zachodzić konieczność zastosowania wyższych parametrów odbiorowych niż podane w WWiORB) przy badaniu płytą statyczną VSS zgodnie z PN-S-02205 oraz częstotliwość badań (przynajmniej 1 raz na 1000 m2, dodatkowo w miejscach wątpliwych oraz zgodnie ze wskazaniami Inspektora Nadzoru) oraz czas ich wykonania (np. bezpośrednio po rozpoczęciu procesu wiązania jednak nie później niż do 12 godz. od rozpoczęcia ww. procesu oraz/lub bezpośrednio po zagęszczeniu jeżeli próby na poletku doświadczalnym wykażą taką możliwość),
* wszelkie reżimy technologiczne stosowania mieszanek ze skał tj.: możliwość stosowania ww. materiału dopuszcza się z zastrzeżeniem gdy będą wbudowywane w miejsca suche lub zabezpieczone od wód gruntowych i powierzchniowych oraz pod warunkiem ulepszenia tych gruntów spoiwami hydraulicznymi oraz inne,
* analizę stateczności nasypu dla najbardziej niekorzystnego przypadku, dla którego nasyp zostanie zbudowany z zastosowaniem technologii opracowanej w PT/PZJ.
  + 1. Technologia opracowana i przedstawiona w PT/PZJ, przed dopuszczeniem do stosowania, powinna zostać potwierdzona badaniami wykonanymi na poletkach doświadczalnych (poprzez ocenę zagęszczenia i nośności w badaniu płytą VSS zgodnie z zasadami określonymi w załączniku Z2.C) oraz uzyskać akceptację Inżyniera/Inspektora Nadzoru/Zamawiającego.
    2. Do budowy warstw nasypów dopuszcza się wykorzystanie gruntów skalistych twardych np. piaskowiec, pod warunkiem poddania ich odpowiedniej obróbce mechanicznej w kruszarkach stacjonarnych oraz wytworzeniu mieszanek o ciągłym uziarnieniu pozwalającym na osiągnięcie odpowiednich parametrów zagęszczenia i nośności na wykonanej z nich warstwie. W przypadku nie osiągnięcia wymaganych parametrów zagęszczenia i nośności, należy podjąć zabiegi uszlachetniające warstwę zgodnie z zaleceniami Inżyniera/Inspektora Nadzoru.
    3. W przypadku wykorzystania specjalistycznego sprzętu kruszącego dopuszcza się wbudowanie do górnych warstw nasypów gruntów skalistych i kamienistych po rozkruszeniu do uziarnienia odpowiadającego pospółkom i żwirom w zakresie 0-125 mm. Grunt po rozkruszeniu nie powinien zawierać ziaren > 40 mm w ilości ponad 50%. Do górnych warstw nasypów bez uszlachetnienia dopuszcza się rozdrobnione grunty skaliste o zawartości frakcji pyłowo-iłowej ≤ 15% oraz wytrzymałości ≥ 5 MPa. W przypadku wątpliwości należy dokonać laboratoryjnego badania wytrzymałości na próbkach wg PN-B-04110.

Tablica 2.1 Podział gruntów pod względem wysadzinowości

| L.p. | Wyszczególnienie właściwości/norma badania | Jednostki | Grupy gruntów | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| niewysadzinowe | wątpliwe | wysadzinowe |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Zawartość cząstek  ≤ 0,075 mm1)  ≤ 0,02 mm  badanie wg załącznika Z.2.H | % | < 15  < 3 | od 15 do 30  od 3 do 10 | > 30  > 10 |
| 2 | Wskaźnik piaskowy WP  badanie wg załącznika Z.2.F |  | > 35 | od 25 do 35 | < 25 |
| *Informacja uzupełniająca:*  ***Rodzaj gruntu wg PN-88/B-04481*** | |  | *rumosz niegliniasty*  *żwir*  *pospółka*  *piasek gruby*  *piasek średni*  *piasek drobny* | *piasek pylasty*  *zwietrzelina gliniasta*  *rumosz gliniasty*  *żwir gliniasty*  *pospółka gliniasta* | *mało wysadzinowe*  *glina piaszczysta zwięzła, glina zwięzła, glina pylasta zwięzła*  *ił, ił piaszczysty, ił pylasty*  *bardzo wysadzinowe*  *piasek gliniasty*  *pył, pył piaszczysty*  *glina piaszczysta, glina, glina pylasta*  *ił warwowy* |
| *Informacja uzupełniająca:*  ***Podział gruntów pod względem wysadzinowości ze względu na uziarnienie badane wg PN-EN ISO 17892-4 i klasyfikację gruntów wg PN-EN ISO 14688-1*** | |  | *Grunty kamieniste, gruboziarniste i drobnoziarniste, zawierające:*  *f'i < 2% oraz f'n < 10%* | *Grunty kamieniste i gruboziarniste, zawierające: f'i>2%*  *oraz*  *grunt drobnoziarnisty zawierający:*  *f'i > 0% i f'i < 2 % f'n > 10% i f'n < 30% f'p > 68% i f'p < 90 %* | *mało wysadzinowe grunty zawierające: f'i > 20 i f'i < 100 % f'n > 0 i f'n < 100% f'p > 0 i f'p< 80 %*  *bardzo wysadzinowe: grunty zawierające: f'i > 2% i f'i < 20 % f'n > 0% i f'n<100% f'p > 0% i f'p < 98% oraz grunty zawierające: f'i > 0% i f'i < 2 % f'n > 30% i f'n<100% f'p > 68% i f'p < 100%* |

* + 1. *należy odczytać z krzywej uziarnienia*

Tablica 2.2. Przydatność gruntów i materiałów antropogenicznych do budowy nasypów (nazewnictwo gruntów wg PN-86/B-02480)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Przeznaczenie | Przydatne | Przydatne z zastrzeżeniami | Treść zastrzeżenia |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Na dolne warstwy nasypów poniżej strefy przemarzania | 1. Rozdrobnione grunty skaliste twarde oraz grunty kamieniste, zwietrzelinowe, rumosze i otoczaki  2. Żwiry i pospółki, również gliniaste  3. Piaski grubo, średnio i drobnoziarniste, naturalne i łamane  4. Piaski gliniaste z domieszką frakcji żwirowo-kamienistej (morenowe) o wskaźniku jednorodności uziarnienia Cu≥15,0  5. Żużle wielkopiecowe i inne metalurgiczne ze starych zwałów (powyżej 5 lat)  6. Łupki przywęgłowe przepalone  7. Wysiewki kamienne o zawartości frakcji iłowej poniżej 2% | 1. Rozdrobnione grunty skaliste miękkie | gdy pory w gruncie skalistym będą wypełnione gruntem lub materiałem drobnoziarnistym |
| 2. Zwietrzeliny i rumosze gliniaste  3. Piaski pylaste, piaski gliniaste, pyły piaszczyste  i pyły | gdy będą wbudowane w miejsca suche lub zabezpieczone od wód gruntowych i powierzchniowych |
| 4. Piaski próchniczne, z wyjątkiem pylastych piasków próchnicznych | do nasypów nie wyższych niż 3 m, zabezpieczonych przed zawilgoceniem |
| 5. Gliny piaszczyste, gliny i gliny pylaste oraz inne o  wL< 35% | w miejscach suchych  lub przejściowo zawilgoconych |
| 6. Gliny piaszczyste zwięzłe, gliny zwięzłe i gliny pylaste zwięzłe oraz inne grunty o granicy płynności wL od 35 do 60% | do nasypów nie wyższych niż 3 m: zabezpieczonych przed zawilgoceniem lub po ulepszeniu spoiwami |
| 7. Wysiewki kamienne gliniaste o zawartości frakcji iłowej ponad 2% | gdy zwierciadło wody gruntowej znajduje się na głębokości większej od kapilarności biernej gruntu podłoża |
| 8. Żużle wielkopiecowe i inne metalurgiczne z nowego studzenia (do 5 lat) | o ograniczonej podatności na rozpad - łączne straty masy do 5% |
| 9. Iłołupki przywęglowe  nieprzepalone o zawartości substancji organicznej ≤20% | gdy wolne przestrzenie zostaną wypełnione materiałem drobnoziarnistym |
| 10. Popioły lotne i mieszaniny popiołowo-żużlowe | gdy zalegają w miejscach suchych lub są izolowane od wody |
| Na górne warstwy nasypów w strefie przemarzania\* | 1. Żwiry i pospółki  2. Piaski grubo i średnio-  ziarniste  3. Iłołupki przywęglowe przepalone zawierające mniej niż 15% ziaren mniejszych od 0,075 mm  4. Wysiewki kamienne o uziarnieniu odpowiadającym pospółkom lub żwirom | 1. Żwiry i pospółki gliniaste  2. Piaski pylaste i gliniaste  3. Pyły piaszczyste i pyły  4. Gliny o granicy płynności mniejszej niż 35%  5. Mieszaniny popiołowo-żużlowe z węgla kamiennego  6. Wysiewki kamienne gliniaste o zawartości frakcji iłowej >2% | pod warunkiem ulepszenia tych gruntów spoiwami, takimi jak: cement, wapno, aktywne popioły, spoiwa drogowe itp. |
| 7.Żużle wielkopiecowe i inne metalurgiczne | drobnoziarniste i nie rozpadowe: straty masy do 1% |
| 8.Piaski drobnoziarniste | o wskaźniku nośności wnoś ≥ 10 |
| W wykopach i miejscach zerowych do głębokości przemarzania | Grunty niewysadzinowe | Grunty wątpliwe i wysadzinowe | gdy są ulepszane spoiwami (cementem, wapnem, aktywnymi popiołami, spoiwami drogowymi itp.) |

*\*W przypadku zaprojektowania warstwy ulepszonego podłoża jest ona włączona do górnej warstwy nasypu.*

* 1. **Zasady wykorzystania gruntów oraz materiałów antropogenicznych**
     1. Do budowy nasypów można stosować grunty pochodzące z wykopu, ukopu lub dokopu   
        albo materiały antropogeniczne. Zasady wykorzystania pozyskiwanych gruntów oraz materiałów antropogenicznych do budowy nasypów podano w punkcie 5.4.
     2. Wyboru materiału nasypowego należy dokonać z uwzględnieniem wymagań podanych   
        w punkcie 2.2. Właściwości materiału nasypowego nie powinny być gorsze od parametrów podanych w Projekcie Geotechnicznym, o ile występuje, lub w Dokumentacji Projektowej.
     3. Do budowy nasypów należy stosować grunty lub materiały antropogeniczne o potwierdzonej przydatności. Przydatność gruntów lub materiałów antropogenicznych do budowy nasypów należy określać z uwzględnieniem :

1. właściwości stałych (wewnętrznych) związanych z pochodzeniem (np. uziarnienie,   
   stopień plastyczności, zawartość części organicznych, stabilność fizyczna i chemiczna związana ze składem chemicznym i fazowym materiału),
2. właściwości zmiennych, związanych ze stanem (np. wilgotność, gęstość).

Wykonawca musi uwzględniać w ocenie gruntu lub materiału, czy stwierdzone właściwości (stałe lub zmienne) umożliwiają wbudowanie go w strefę nasypu, do których został przewidziane.

* + 1. Przydatność gruntów z wykopów do budowy nasypów we wstępnej fazie powinna zostać oceniona makroskopowo, natomiast przeznaczenie ich do dedykowanej warstwy powinno odbyć się na podstawie parametrów zbadanych metodami laboratoryjnymi.
    2. W górnej warstwie nasypu, do głębokości przemarzania, należy stosować materiały   
       nasypowe odporne na działanie mrozu - grunty niewysadzinowe lub odporne materiały   
       antropogeniczne (na przykład inne grunty po ulepszeniu, żużle nierozpadowe, kruszywa pochodzące z recyklingu nawierzchni betonowych). Ocenę wysadzinowości należy przeprowadzić na podstawie ustaleń punktu 2.2.4. Jako głębokość przemarzania należy przyjąć obliczeniową głębokość przemarzania, określoną zgodnie z zasadami podanymi w punkcie 2.3.6.
    3. Obliczeniową głębokość przemarzania podłoża nawierzchni należy określić jako głębokość przemarzania hz na danym terenie, podaną w KTKNPiP oraz KTNS, zredukowaną odpowiednio do występujących warunków gruntowo-wodnych (grupy nośności podłoża) oraz projektowej kategorii ruchu. W przypadku stosowania warstw ochronnych z materiałów o małym współczynniku przewodności cieplnej uwzględnia się zmniejszenie głębokości przemarzania hz na podstawie obliczeń, przy czym zmniejszona wartość, wynikająca z zastosowania warstw ochronnych, powinna być równoważna głębokości przemarzania hz podanej w KTKNPiP oraz KTNS.
    4. Wielkość ziaren materiału nasypowego stosowanego do budowy korpusu ziemnego   
       nie powinna przekraczać 200 mm. Dopuszcza się stosowanie materiału zawierającego   
       kamienie (kawałki) o wymiarach do 500 mm pod warunkiem wypełnienia przestrzeni   
       między nimi gruntem o drobniejszym uziarnieniu według zasad określonych w punkcie 5.12.3. WWiORB D-02.03.01. „Roboty ziemne. Wykonywanie nasypów”.
    5. Zastosowanie materiałów antropogenicznych wymaga jednoznacznego ustalenia   
       dopuszczalności ich użycia w świetle obowiązujących przepisów prawa. W szczególności konieczne jest spełnienie warunku ograniczonej wymywalności związków chemicznych i metali ciężkich do wód gruntowych. Wymagania oraz zasady stosowania materiałów antropogenicznych powinny być określone w Projekcie Geotechnicznym, o ile występuje, lub w Dokumentacji Projektowej.
  1. **Materiały do wykonania warstwy ulepszonego podłoża pod konstrukcję nawierzchni**
     1. Warstwa ulepszonego podłoża może być wykonana z następujących materiałów: mieszanek niezwiązanych, gruntów lub materiałów antropogenicznych stabilizowanych spoiwem, gruntów niewysadzinowych.
     2. Do wykonania warstwy ulepszonego podłoża z mieszanek niezwiązanych należy stosować lokalne materiały. Mieszanki niezwiązane do warstwy ulepszonego podłoża powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy PN-EN-13285 „Mieszanki niezwiązane. Wymagania” oraz wymagania określone w WWiORB dedykowanych mieszankom do ulepszenia podłoża gruntowego.
     3. Do wykonania warstwy ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem można   
        stosować wapno lub/i spoiwa hydrauliczne. Grunty stabilizowane spoiwami do warstwy ulepszonego podłoża powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy   
        z zakresu normy PN-EN 14227-15 oraz wymagania opisane w WWiORB, dedykowanych gruntom stabilizowanym spoiwem hydraulicznym lub wapnem. W STWiORB należy dostosować wymagania do specyfiki procesu wiązania poszczególnych spoiw oraz określić sposób pielęgnacji próbek w zależności od zastosowanego spoiwa.
     4. Mieszanki niezwiązane oraz grunty stabilizowane spoiwem mogą zawierać w swoim składzie materiały antropogeniczne. Zawartość materiałów antropogenicznych nie upoważnia do zmniejszenia wymagań w odniesieniu do wykonanej warstwy, wymaga jednak uwzględnienia specyfiki stosowanych materiałów w ustaleniu zakresu badań i ocenie.
     5. Gruntami niewysadzinowymi do warstwy ulepszonego podłoża mogą być grunty   
        lub materiały antropogeniczne spełniające wymagania opisane w WWiORB, dedykowanych gruntom lub materiałom przeznaczonym do ulepszenia podłoża.
  2. **Geosyntetyki**
     1. Właściwości geosyntetyków stosowanych w robotach ziemnych powinny być zgodne   
        z wymaganiami normy PN-EN ISO 13251 oraz szczegółowymi wymaganiami określonymi w Dokumentacji Projektowej.
  3. **Materiały antropogeniczne**
     1. **Zastosowanie materiałów poelektrownianych: mieszanin popiołowo-żużlowych, popiołów lotnych**
        1. Mieszaniny popiołowo-żużlowe stosować można z zastrzeżeniem gdy zalegają w miejscach suchych lub są izolowane od wody oraz pod warunkiem spełnienia wymagań określonych w tabeli 2.3. Zaleca się stosować mieszaniny popiołowo-żużlowe o możliwie najgrubszym uziarnieniu.

Tabela 2.3 Właściwości mieszanin popiołowo-żużlowych.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Badanie/cecha materiałowa | Metodyka badawcza | Jednostka | Wymaganie |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  | Uziarnienie:  - zawartość frakcji piaskowo-żwirowej  - zawartość ziaren poniżej 0,075 mm | PN-B-04481 | % | ≥35  ≤75 |
|  |
|  | Zawartość niespalonego węgla | PN-B-04481 Oznaczanie strat masy przy prażeniu | % | ≤10 |
|  | Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu po zagęszczeniu w aparacie Proctora wg metody I lub II | PN-B-04481:1988 | g/cm3 | ≥1,0 |
|  | Wilgotność optymalna w aparacie Proctora wg metody I lub II | PN-B-04481:1988 | % | - |
|  | Wskaźnik nośności po 4 dobach nasycania wodą | PN-S-02205 zał. A | % | ≥10 |
|  | Pęcznienie liniowe materiału  - bez obciążenia  - z obciążeniem 2,5 - 3 kN/m2 | PN-S-02205zał. A | % | ≤2,0  ≤0,5 |
|  | Kąt tarcia wewnętrznego | PN-B-04481 | Ø | ≥20 |
|  | Kapilarność bierna Hkb[[1]](#footnote-1) | PN-B-04492 | m | ≤2,0 |
|  | Zawartość siarczanów  (w przeliczeniu na SO3) | Zawartość siarczanów można określać dowolną metodą zapewniającą uzyskanie wyniku (wartości bezwzględnej) o dokładności nie mniejszej niż ± 0,1%. PN-B-06714-28 - metoda referencyjna PN-EN 1744-1 | % | <3,0 |

* + - 1. Nasypy z mieszanin popiołowo-żużlowych oraz popiołów lotnych należy wykonywać przy zachowaniu następujących zasad:

1. jeżeli poziom wody gruntowej jest co najmniej 1 m poniżej spodu nasypu i występują grunty niespoiste – budować nasyp bezpośrednio na podłożu;
2. jeżeli poziom wody gruntowej znajduje się płytko pod powierzchnią terenu lub gdy zalegają tam grunty spoiste - pod warstwą wykonaną z popiołów należy wykonać warstwę odcinającą o grubości co najmniej 50 cm z materiałów o współczynniku filtracji k10 ≥ 6\*10-5 m/s (5 m/dobę); zamiast warstwy odcinającej z gruntu można użyć inny materiał trwale zabezpieczający przed kapilarnym podsiąkaniem wody;
3. jeżeli występują tereny zalewowe – warstwę odsączającą wykonać co najmniej 50 cm powyżej najwyższego stanu wód zalewowych;
4. górnej powierzchni warstwy popiołowej należy nadać spadku poprzeczne około 4%;
5. skarpy zabezpieczyć tymczasową warstwą przeciwerozyjną do czasu wytworzenia się okrywy roślinnej.
   * + 1. Górną warstwę nasypu wykonać tak, aby zabezpieczała niżej leżące popioły przed nadmiernym zawilgoceniem (wykonanie stabilizacji spoiwami lub zastosowanie geomembrany przykrytej 10 cm warstwą piasku).
       2. W przypadku stosowania popiołów lotnych / MPŻ do budowy nasypów należy obligatoryjnie wykonać analizę stateczności skarp nasypów.
       3. Wskaźnik zagęszczenia powinien wynosić co najmniej Is≥1,00, natomiast wskaźnik odkształcenia dla badania metodą VSS powinien wynosić Io≤2,2 – wymagania te obowiązują dla wszystkich warstw nasypowych niezależnie od strefy wbudowania.
       4. Ocenie nośności podlega każda warstwa nasypu wykonana z popiołów lotnych/MPŻ. Wymaganie dla nośności wyrażonej wtórnym modułem odkształcenia E2 należy określić indywidualnie na poletku próbnym, przy czym nośność dla dolnych warstw nasypów (DWN) nie może być mniejsza od wymagań wskazanych w tabeli 5.4 WWiORB D-02.03.01.
       5. Mieszanki MPŻ można stosować pod warunkiem utrzymania w procesie produkcyjnym jednorodności (tj. spełnienia wymagań minimalnych wszystkich parametrów wyszczególnionych) oraz zastosowania reżimów technologicznych.
       6. W zależności od pH (obojętny, zasadowy lub kwaśny) należy zweryfikować sposób oddziaływania na stosowane wspólnie z nimi inne materiały konstrukcyjne takie jak: beton, stal, geosyntetyki.
       7. Przed zastosowaniem należy wykonać ocenę ekologiczną.
       8. Badania MPŻ w zakresie badań przydatności i badań kontrolnych należy wykonywać w pełnym zakresie oraz z częstotliwością podstawową tj. 3000 m3 lub zwiększoną zgodnie z zaleceniami Inspektora Nadzoru (w przypadku tych materiałów częstotliwość nie podlega zmniejszeniu do 4500 m3).
     1. **Zastosowanie łupka przywęglowego surowego nieprzepalonego (czarny, iłołupki)**
        1. Łupki przywęglowe surowe nieprzepalone (czarne) lub słabo przepalone stosować można do dolnych warstw nasypów pod warunkiem utrzymania w procesie produkcyjnym jednorodności tj. spełnienia wymagań minimalnych wszystkich parametrów wyszczególnionych w tabeli 2.4.

Tabela 2.4 Właściwości łupków przywęglowych surowych nieprzepalonych (czarne)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Badanie/cecha materiałowa | Metodyka badawcza | Jednostka | Wymaganie |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  | Uziarnienie - analiza sitowa | CEN ISO/TS 17892-4  PN-B-04481 | % | - |
|  | Uziarnienie - zawartość ziaren <0,075 mm | PN-B-04481 CEN ISO/TS 17892-4 | % | ≤15 |
|  | Wskaźnik różnoziarnistości | PN-86/B-02480 | - | ≥3,0 |
|  | Zanieczyszczenia obce | PN-76/B-06714-12 PN-EN 1744-1 | % | brak |
|  | Zawartośc części organicznych - straty masy przy prażeniu | PN-B-04481 | % | <20 |
|  | Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu po zagęszczeniu w apracie Proctora wg metody I lub II | PN-B-04481 lub PN-EN 13286-2  - w zależności od uziarnienia | g/cm3 | ≥1,6 |
|  | Wilgotność optymalna w aparacie Proctora wg metody I lub II | PN-S-02205 zał. A PN-EN 13286-47  - w zależności od uziarnienia | % | - |
|  | Wskaźnik nośności po 4 dobach nasycania wodą | % | ≥10 |
| Badania opcjonalne | | | | |
|  | Wskaźnik piaskowy SE4 | PN-EN 933-8 zał. A (frakcja 0/4) | - | - |

* + - 1. Ocenę przydatności materiału w zakresie wszystkich cech badawczych należy wykonać na materiale po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-B-04481 lub wg PN-EN 13286-2 - kruszywo traktować jako słabe/zmieniające swoją charakterystykę po zagęszczeniu.
      2. Są to materiały podatne na destrukcje uziarnienia spowodowaną czynnikami atmosferycznymi lub mechanicznymi (zagęszczenie). Stosować je można w nasypach poniżej strefy przemarzania gruntów i powyżej strefy oddziaływania wód gruntowych i powierzchniowych tj. z zastrzeżeniem gdy zalegają w miejscach suchych lub są izolowane od wody oraz gdy wolne przestrzenie zostaną wypełnione materiałem drobnoziarnistym.
      3. Ze względu na niski wskaźnik filtracji/niską wodoprzepuszczalność oraz wysoką kapilarność łupków nieprzepalonych lub słabo przepalonych, wymaga się wykonania i utrzymania odpowiedniego odwodnienia warstw nasypowych wykonywanych z ww. materiałów. Dodatkowo w miejscach podmokłych nasyp taki należy zabezpieczyć przed podsiąkaniem kapilarnym poprzez wykonanie warstwy odcinającej o określonej grubości z gruntu lub kruszywa o współczynniku filtracji k10≥6\*10-5 m/s.
      4. W zależności od potrzeb wbudowywać w systemie warstwowym z dodatkowym zabezpieczeniem zewnętrznych powierzchni gotowych warstw nasypu warstwą okrywową z wykorzystaniem kruszyw lub gruntów spełniających wymagania norm PN, EN, KOT/EOT - celem zabezpieczenia przed wpływem czynników atmosferycznych.
      5. W wyniku przesuszania i nasiąkania, działania wody i mrozu oraz mechanicznego rozdrobnienia kruszywa w procesie zagęszczenia – łupek ulega zmianom granulometrycznym, z czasem zlasowaniu, a przy dużej ilości części ilastych może ulegać rozmyciu i uplastycznieniu lub pęcznieniu (wykazuje cechy zbliżone do gruntów spoistych i mało spoistych). Zmianę właściwości ww. materiałów należy oceniać na bieżąco i stosować odpowiednie do zmiany charakterystyki reżimy technologiczne np. stabilizację spoiwami hydraulicznymi itp.
      6. W ocenie materiału stosować podejście indywidualne uwzględniające rozpoznanie ich specyficznych właściwości oraz zakresy zmienności poszczególnych cech materiałów w powiązaniu z konkretnymi warunkami geotechnicznymi, budowlanymi i eksploatacyjnymi realizowanego obiektu.
      7. W zależności od pH (obojętny, zasadowy lub kwaśny) należy zweryfikować sposób oddziaływania na stosowane wspólnie z nimi inne materiały konstrukcyjne takie jak: beton, stal, geosyntetyki.
      8. Przed zastosowaniem należy wykonać ocenę ekologiczną.
      9. Ograniczenie zawartości części organicznych do 20%, jak również wzrost wartości zagęszczenia i nośności wpływa korzystnie na cechy stabilności łupków oraz zapobiega powstaniu samozapłonu. W związku z powyższym wskaźnik zagęszczenia powinien wynosić co najmniej Is≥1,00, natomiast wskaźnik odkształcenia dla badania metodą VSS powinien wynosić Io≤2,2 – wymagania te obowiązują dla wszystkich warstw nasypowych niezależnie od strefy wbudowania.
      10. Badania łupka surowego w zakresie badań przydatności i badań kontrolnych należy wykonywać w pełnym zakresie oraz z częstotliwością podstawową tj.   
          3000 m3 lub zwiększoną zgodnie z zaleceniami Inspektora Nadzoru (w przypadku tych materiałów częstotliwość nie podlega zmniejszeniu do 4500 m3).
    1. **Zastosowanie łupka przywęglowego przepalonego (czerwony, łupkoporyty)** 
       1. Łupki przywęglowe przepalone (czerwone) stosować można do dolnych (DWN) i górnych (GWN) warstw nasypów oraz do warstwy ulepszonego podłoża (WUP) pod warunkiem utrzymania w procesie produkcyjnym jednorodności tj. spełnienia wymagań minimalnych wszystkich parametrów wyszczególnionych w tabeli 2.5. oraz tabeli 2.6.

Tabela 2.5. Właściwości łupków przywęglowych przepalonych (czerwone) – do warstw nasypowych.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Badanie/cecha materiałowa | Metodyka badawcza | Jednostka | Wymaganie |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  | Uziarnienie - analiza sitowa | PN-B-04481 CEN ISO/TS 17892-4 | % | - |
|  | Uziarnienie - zawartość ziaren <0,075 mm | PN-B-04481 CEN ISO/TS 17892-4 | % | ≤15 |
|  | Wskaźnik różnoziarnistości | PN-86/B-02480 | - | ≥3,0 - dla DWN ≥5,0 - dla GWN |
|  | Zanieczyszczenia obce | PN-76/B-06714-12 PN-EN 1744-1 | % | brak |
|  | Zawartość części organicznych - straty masy przy prażeniu (zawartość części palnych) | PN-B-04481 | % | <20 |
|  | Wskaźnik piaskowy SE4 | PN-EN 933-8:2012 zał. A (frakcja 0/4) | - | ≥35 |
|  | Wskaźnik wodoprzepuszczalności k10 | PKN-CEN ISO/TS 17892-11 | m/s | ≥6\*10-5 |
|  | Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu po zagęszczeniu w apracie Proctora wg metody I lub II | PN-B-04481 lub PN-EN 13286-2 w zależności od uziarnienia | g/cm3 | ≥1,6 |
|  | Wilgotność optymalna w aparacie Proctora wg metody I lub II | % | - |
|  | Wskaźnik nośności po 4 dobach nasycania wodą | PN-S-02205 zał. A PN-EN 13286-47  w zależności od uziarnienia | % | ≥10 |

Tabela 2.6. Właściwości łupków przywęglowych przepalonych (czerwone) - do warstwy ulepszonego podłoża.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Badanie/cecha materiałowa: | Metodyka badawcza: | Jednostka: | Wymagania: |
|  | Rodzaj materiału | - | - | od 0/8 do 0/63 Krzywe uziarnienia wg WT-4 2010 wg rys 2-8 (odniesienie do tablicy 5 i 6 w PN-EN 13285) - dla warstwy ulepszonego podłoża |
|  |
|  | Uziarnienie - analiza sitowa | PN-EN 933-1 | % |
|  | Maksymalna zawartość pyłów w warstwie - w typowych zastosowaniach | PN-EN 933-1 | % | ≤UF15 |
|  | Zawartość nadziarna | PN-EN 933-1 | % | OC90 |
|  | Zanieczyszczenia obce | PN-76/B-06714-12 PN-EN 1744-1 | % | brak |
|  | Zawartość części organicznych - straty masy przy prażeniu (zawartość części palnych) | PN-B-04481 | % | <20 |
|  | Odporność na rozdrabnianie LA  (wymiar kruszywa 10/14mm sito pośrednie 11,2 mm) | PN-EN 1097-2:2020-09E | - | ≤LANR |
|  | Wskaźnik piaskowy SE4 | PN-EN 933-8 zał. A (frakcja 0/4) | - | ≥35 |
|  | Mrozoodporność w wodzie | PN-EN 1367-1 | % | ≤F10 |
| opis kruszywa pozostającego na sicie | - | - | - |
|  | Wartość CBR po zagęszczeniu do wskaźnika zagęszczenia Is=1,00 i moczeniu w wodzie 96h | PN-EN 13286-47 | % | ≥20 dla KR1-7 |
|  | Maksymalna zawartość pyłów w warstwie - w typowych zastosowaniach | PN-EN 933-1 | % | ≤UF15 ≤15 |

* + - 1. Ocenę przydatności materiału w zakresie wszystkich cech badawczych należy wykonać na materiale po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-B-04481 lub wg PN-EN 13286-2.
      2. Łupki przywęglowe przepalone stosować z zastrzeżeniem w miejscach poza strefą występowania aktywnego podciągania wody gruntowej,
      3. W zależności od pH (obojętny, zasadowy lub kwaśny) należy zweryfikować sposób oddziaływania na stosowane wspólnie z nimi inne materiały konstrukcyjne takie jak: beton, stal, geosyntetyki.
      4. Wskaźnik zagęszczenia powinien wynosić co najmniej Is≥1,00, natomiast wskaźnik odkształcenia dla badania metodą VSS powinien wynosić Io≤2,2 – wymagania te obowiązują dla wszystkich warstw nasypowych niezależnie od strefy wbudowania.
      5. Badania łupka przepalonego w zakresie badań przydatności i badań kontrolnych należy wykonywać w pełnym zakresie oraz z częstotliwością podstawową tj. 3000 m3 lub zwiększoną zgodnie z zaleceniami Inspektora Nadzoru (w przypadku tych materiałów częstotliwość nie podlega zmniejszeniu do 4500 m3).
    1. **Zastosowanie odpadów hutniczych – żużli** 
       1. Dopuszcza się zastosowanie żużli: wielkopiecowych kawałkowych i granulowanych, stalowniczych i metali kolorowych o ograniczonej podatności na rozpad. W tym celu należy wykonać badania zgodnie z normą: PN-B-06714-37 dla rozpadu krzemianowego, PN-B-06714-38 dla rozpadu wapniowego oraz PN-B-06714 dla rozpadu żelazawego. W przypadku żużli stalowniczych należy dodatkowo dokonać oceny stałości objętości tj. podatności na pęcznienie, wynikającej z opóźnionej hydratacji tlenku magnezu i/lub tlenku wapnia. Oznaczenie pęcznienia żużla stalowniczego należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 1744-1. Maksymalna wartość pęcznienia niezwiązanego żużla stalowniczego powinna odpowiadać kategorii V5 (pęcznienie ≤ 5%) wg PN-EN 13242.
       2. Dopuszcza się do nasypów w terenach niezalewowych.
       3. Podstawa nasypu powinna być posadowiona na nośnym podłożu naturalnym.
       4. Badania żużli w zakresie badań przydatności i badań kontrolnych należy wykonywać w pełnym zakresie oraz z częstotliwością podstawową tj. 3000 m3 lub zwiększoną zgodnie z zaleceniami Inspektora Nadzoru (w przypadku tych materiałów częstotliwość nie podlega zmniejszeniu do 4500 m3).

1. **SPRZĘT**
   1. **Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**
      1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w WWiORB D-M 00.00.00, Wymagania ogólne" punkt 3.
   2. **Sprzęt do robót ziemnych**
      1. Wykonawca przystępujący do wykonania robót ziemnych powinien wykazać   
         się możliwością korzystania ze sprzętu zapewniającego wykonanie robót ziemnych zgodnie z Dokumentacją Projektową w ilości i rodzaju gwarantującym wykonanie robót zgodnie z harmonogramem i terminem zakończenia inwestycji.
      2. Wykonawca przystępujący do wykonania robót ziemnych powinien wykazać   
         się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

* do odspajania i wydobywania gruntów (narzędzia mechaniczne, młoty pneumatyczne, zrywarki, koparki, koparki do gruntów nawodnionych, ładowarki, wiertarki mechaniczne itp.),
* do jednoczesnego wydobywania i przemieszczania gruntów (spycharki, zgarniarki, równiarki, urządzenia do hydromechanizacji itp.),
* do transportu mas ziemnych (samochody wywrotki, samochody skrzyniowe, wozidła, taśmociągi itp.),
* zagęszczającego (walce, ubijaki, płyty wibracyjne itp.),
* do ręcznego odspajania gruntów,
* do układania geosyntetyków, o ile jest wymagany.
  + 1. Wykonawca przystępujący do wykonania robót w gruntach skalistych powinien wykazać się dodatkowo, możliwością korzystania z następującego sprzętu:
* sprężarek spalinowych,
* młotów mechanicznych,
* zrywarek mechanicznych,
* wiertarek mechanicznych i wiertnic,
* środków do załadunku i transportu gruntu skalistego.
  + 1. Wykonawca dokona wyboru sprzętu do odspajania i transportu materiałów przeznaczonych do wbudowania w nasyp z uwzględnieniem: odległości transportowych, rodzaju i stanu odspajanego gruntu lub materiału antropogenicznego, objętości materiału do przemieszczenia oraz charakterystyki dróg transportowych (pochylenia, podatność na zmianę stanu).
    2. Dobór sprzętu zagęszczającego powinien być uzależniony od rodzaju zagęszczanego gruntu oraz zakresu prac. W tablicy 3.1 podano, dla różnych rodzajów gruntów, orientacyjne dane przy doborze podstawowego sprzętu zagęszczającego.
    3. Do zagęszczania gruntów można stosować również inny sprzęt, który pozwoli   
       na uzyskanie wymaganego zagęszczenia korpusu ziemnego lub podłoża pod nasypami.   
       Do bieżącej kontroli stanu zagęszczenia dopuszcza się stosowanie walców wibracyjnych wyposażonych w system umożliwiający ciągłą kontrolę stanu zagęszczenia. Wykonawca przedstawi do akceptacji Inżyniera/Inspektora nadzoru sprzęt i metodę, która ma być wykorzystana i wykaże jej przydatność w istniejących warunkach.
    4. Sprzęt wykorzystywany przez Wykonawcę do prowadzenia robót ziemnych powinien   
       być sprawny, posiadać aktualne wszelkie przeglądy oraz dokumenty wymagane   
       do dopuszczenia do użytkowania.
    5. Do wykonania warstwy ulepszonego podłoża Wykonawca powinien stosować sprzęt   
       odpowiedni do technologii wykonania ulepszenia, spełniający wymagania, określone w WWiORB dotyczącej tych robót.
    6. Do transportu, składowania, przenoszenia i układania geosyntetyków Wykonawca powinien stosować sprzęt i środki nie powodujące uszkodzeń geosyntetyków.
    7. Sprzęt wykorzystywany do prowadzenia robót ziemnych musi być zatwierdzony   
       przez Inżyniera/Inspektora nadzoru.

Tablica 3.1. Orientacyjne dane przy doborze sprzętu zagęszczającego

| Rodzaje urządzeń  zagęszczających | Rodzaje gruntu wg PN-86/B-02480: | | | | Uwagi o przydatności maszyn |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| piaski, żwiry, pospółki | | pyły gliny, iły | |
| 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 | Do zagęszczania górnych warstw podłoża. Zalecane do codziennego wygładzania (przywałowania) gruntów spoistych w miejscu pobrania i w nasypie |
| Walce statyczne okołkowane \* | - | - | 0,2 do 0,3 | 8 do 12 | Nie nadają się do gruntów nawodnionych |
| Walce statyczne ogumione \* | 0,2 do 0,5 | 6 do 8 | 0,2 do 0,4 | 6 do 10 | Mało przydatne w gruntach spoistych. |
| Walce wibracyjne gładkie \*\* | 0,4 do 0,7 | 4 do 8 | 0,2 do 0,4 | 3 do 4 | Do gruntów spoistych przydatne są walce średnie i ciężkie. |
| Walce wibracyjne okołkowane \*\* | 0,3 do 0,6 | 3 do 6 | 0,2 do 0,4 | 6 do 10 | Zalecane do piasków pylastych i gliniastych, pospółek gliniastych i glin piaszczystych. |
| Zagęszczarki wibracyjne \*\* | 0,3 do 0,5 | 4 do 8 | - | - | Zalecane do zasypek wąskich przekopów |
| Ubijaki szybkouderzające | 0,2 do 0,4 | 2 do4 | 0,1 do 0,3 | 3 do 5 | Zalecane do zasypek wąskich przekopów |

*\*) 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 próbnym.*

1. **TRANSPORT**
   1. **Ogólne wymagania dotyczące transportu**
      1. Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w WWiORB D-M 00.00.00, Wymagania ogólne" punkt 4.
   2. **Transport gruntów**
      1. Wybór środków transportowych oraz metod transportu powinien być dostosowany   
         do rodzaju gruntu lub materiału, jego objętości, technologii odspajania i załadunku   
         oraz do odległości transportu. Wydajność środków transportowych powinna być ponadto dostosowana do wydajności sprzętu stosowanego do wbudowania gruntu (materiału).
      2. Wykonawca powinien zapewnić minimalizację odległości transportowych przy zachowaniu wymagań projektowych. Organizację transportu mas ziemnych należy przeprowadzić z uwzględnieniem zmienności w dostępności dróg i powierzchni do prowadzenia transportu (przemieszczania materiałów do wykonania nasypu).
      3. W organizacji transportu mas ziemnych Wykonawca uwzględni: typowe warunki   
         klimatyczne i pogodowe, wymagania wynikające z harmonogramu prac, ograniczenia   
         dotyczące ładunku przez czynniki zewnętrzne (instalacje, konstrukcje, dopuszczalne   
         obciążenia), wymagania ochrony środowiska oraz rodzaj maszyn stosowanych   
         do załadunku, w przypadku samochodów.
      4. Należy przestrzegać ograniczeń dotyczących ruchu budowlanego, podanych w punkcie 5.7. WWiORB D-02.01.01. „Roboty ziemne. Wykonanie wykopów” i w punkcie 5.16 WWiORB D-02.03.01. „Roboty ziemne. Wykonywanie nasypów”.
      5. Zwiększenie odległości transportu ponad odległości zatwierdzone nie może być podstawą roszczeń Wykonawcy, dotyczących dodatkowej zapłaty za transport.
      6. Materiały sypkie należy przewozić w sposób eliminujący możliwość wysypywania,   
         pylenia oraz innego zanieczyszczenia środowiska.
   3. **Transport i składowanie geosyntetyków**
      1. Wykonawca powinien zadbać, aby transport, przenoszenie i przechowywanie   
         geosyntetyków były wykonywane w sposób oraz w warunkach nie powodujących   
         mechanicznych lub chemicznych uszkodzeń.
      2. Jeżeli w WWiORB lub w dokumentach Producenta określono wymaganie, dotyczące   
         maksymalnego okresu czasu, w którym geosyntetyk może być poddany oddziaływaniu   
         promieniowania ultrafioletowego i powinien być zakryty poprzez wbudowanie,   
         to geosyntetyki nie zakryte poprzez wbudowanie we wskazanym czasie powinny   
         być usunięte z placu budowy.
2. **WYKONANIE ROBÓT**
   1. **Ogólne zasady dotyczące wykonania robót**
      1. Ogólne zasady prowadzenia robót podano w WWiORB D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne", punkt 5. Do robót ziemnych odnoszą się w szczególności zapisy dotyczące ochrony środowiska w czasie wykonywania robót oraz zasad postępowania w przypadku odkrycia materiałów niebezpiecznych i stanowisk geologicznych lub archeologicznych.
      2. Przed przystąpieniem do wykonywania robót ziemnych należy zakończyć wszelkie roboty przygotowawcze. Zakres robót przygotowawczych i zasady ich wykonania określono w WWiORB „Roboty Przygotowawcze”. Przed rozpoczęciem robót ziemnych Wykonawca dokona obmiaru terenu po zdjęciu warstwy humusu.
      3. Roboty ziemne powinny być wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, zapisami Kontraktu, zapisami WWiORB D-02.01.01. ”Roboty ziemne. Wykonanie wykopów”   
         i WWiORB D-02.03.01 ”Roboty ziemne. Wykonanie nasypów” oraz poleceniami   
         Inżyniera/Inspektora nadzoru.
      4. Przed rozpoczęciem robót ziemnych należy ocenić wpływ warunków   
         atmosferycznych na roboty. Podczas opadów, zależnie od ich intensywności, należy  
         rozważyć wstrzymanie robót ziemnych, prowadzonych w gruntach lub materiałach wrażliwych na działanie wody.
      5. Na Wykonawcy spoczywa obowiązek wykonania robót ziemnych z zastosowaniem metod odpowiednich do występujących gruntów oraz do materiałów stosowanych do budowy nasypów. Zachowanie przydatności przez grunty i materiały stosowane do budowy nasypów spoczywa na Wykonawcy.
      6. Obciążanie nasypów oraz skarp wykopów obciążeniami większymi niż określone   
         w Dokumentacji Projektowej jest niedopuszczalne.
      7. Wykonawca musi prowadzić roboty ziemne z uwzględnieniem wymagań, wynikających   
         z przepisów obowiązujących w zakresie ochrony środowiska. Podstawowe czynniki,   
         które należy uwzględnić to: hałas, sposób prowadzenia robót w gruntach lub materiałach stwarzających zagrożenie zanieczyszczeniem środowiska, lub z zastosowaniem takich gruntów lub materiałów, pylenie, ochrona wód gruntowych oraz wpływ wibracji i użycia materiałów wybuchowych na otoczenie, w tym na istniejące obiekty budowlane.
      8. Jeżeli w czasie prowadzenia robót ziemnych zostanie stwierdzone występowanie   
         zanieczyszczonych gruntów, materiałów lub wody to Wykonawca przedstawi do akceptacji Inżyniera/Inspektora nadzoru sposób postępowania, obejmujący ich zbadanie, odspojenie, usunięcie, transport i utylizację lub składowanie albo ich remediację na miejscu. Wykonawca uzyska zgodę właściwych organów Ochrony Środowiska, dotyczącą sposobu postępowania z zanieczyszczonymi gruntami, materiałami lub wodą.
   2. **Projekt geotechniczny**
      1. O ile jest wymagane wykonanie Projektu Geotechnicznego budowli ziemnej, to do robót ziemnych związanych z jej wykonaniem można przystąpić po opracowaniu takiego projektu, zgodnie z zasadami określonymi w normie PN-EN 1997-1. Powinny zostać rozwiązane wszystkie elementy projektowe, włączając w to określenie stateczności (z uwzględnieniem wyparcia gruntu spod nasypu), osiadań i zabezpieczenia przeciwerozyjnego budowli ziemnej.
      2. Wszystkie wątpliwe lub nierozwiązane kwestie związane z projektowaniem   
         geotechnicznym powinny być jednoznacznie określone przed rozpoczęciem robót   
         ziemnych, a odpowiedzialność za ich rozwiązanie ponosi Wykonawca.
   3. **Projekt robót ziemnych**
      1. Roboty ziemne należy wykonać w planowy sposób, w oparciu o projekt robót ziemnych, który zapewni spełnienie wymagań, wynikających z projektu geotechnicznego. Projekt   
         robót ziemnych musi być ukończony przed ich rozpoczęciem lub przed rozpoczęciem   
         ich wydzielonego etapu, o ile zachodzi taka sytuacja, włączając ocenę dostępnych gruntów i materiałów oraz ich przydatności.
      2. Przez projekt robót ziemnych rozumie się określenie procesu wykonania budowli ziemnych, będących przedmiotem Kontraktu, w oparciu o następujące główne elementy: STWiORB, wymagania dla materiału nasypowego, rysunki, bilans mas ziemnych, plan organizacji robót ziemnych, harmonogram robót i ocenę wpływu robót ziemnych   
         na środowisko. Projekt robót ziemnych może zawierać dodatkowo inne elementy,   
         w tym ocenę ryzyka związanego z robotami ziemnymi.
      3. Projekt robót ziemnych przedstawi Wykonawca. Forma i zakres projektu robót ziemnych zostaną ustalone miedzy Wykonawcą i Inżynierem/Inspektorem nadzoru. Projekt robót ziemnych podlega zatwierdzeniu przez Inżyniera/Inspektora nadzoru.
   4. **Zasady wykorzystania gruntów i materiałów do budowy nasypów**
      1. Grunty uzyskane podczas wykonania wykopów powinny być przez Wykonawcę   
         wykorzystane w maksymalnym stopniu do budowy nasypów. Zakres wykorzystania   
         gruntów z wykopów Wykonawca przedstawi w Projekcie robót ziemnych.
      2. Grunty przydatne do budowy nasypów mogą być wywiezione poza teren budowy,   
         za zezwoleniem lub na polecenie Inżyniera/Inspektora nadzoru, tylko wówczas, gdy stanowią nadmiar objętości robót ziemnych i nie zostaną zagospodarowane na placu budowy.
      3. Jeżeli grunty przydatne, uzyskane podczas wykonania wykopów, nie będąc nadmiarem   
         objętości robót ziemnych, zostały za zgodą Inżyniera/Inspektora nadzoru wywiezione   
         przez Wykonawcę poza teren budowy z przeznaczeniem innym niż budowa nasypów   
         lub wykonanie prac objętych Kontraktem, Wykonawca jest zobowiązany do dostarczenia na własny koszt równoważnej objętości gruntów przydatnych ze źródeł własnych, zaakceptowanych przez Inżyniera/Inspektora nadzoru.
      4. Grunty i materiały nieprzydatne do budowy nasypów, określone w punkcie 2 oraz materiały przydatne po ulepszeniu, które jednak nie są przewidziane do ulepszenia, powinny być wywiezione przez Wykonawcę na odkład. Zapewnienie terenów na odkład należy do obowiązków Wykonawcy, o ile nie określono tego inaczej w Kontrakcie, Wykonawca proponuje i przedstawia do akceptacji Inżyniera/Inspektora nadzoru sposób zagospodarowania gruntów przeznaczonych na odkład wraz z miejscem odkładu. Inżynier/Inspektora nadzoru może nakazać pozostawienie na terenie budowy gruntów, których czasowa nieprzydatność wynika jedynie z powodu zamarznięcia lub nadmiernej wilgotności. Zasady wykonania odkładu określono w punkcie 5.17. WWiORB D-02.03.01. „Roboty ziemne. Wykonanie nasypów.”
      5. O ile jest to uzasadnione bilansem robót ziemnych albo innymi względami, do budowy   
         nasypów mogą być wykorzystane materiały odpadowe oraz materiały pochodzące   
         z recyklingu. Zastosowanie takich materiałów wymaga jednoznacznego ustalenia   
         dopuszczalności ich użycia w świetle obowiązujących przepisów prawa oraz wiarygodnego określenia parametrów geotechnicznych, z uwzględnieniem ewentualnej ich zmiany w okresie eksploatacji budowli ziemnej.
   5. **Zasady składowania gruntów i materiałów do budowy nasypów**
      1. Wykonawca powinien we własnym zakresie przygotować i zapewnić oddzielne składowanie gruntów i materiałów przydatnych oraz gruntów i materiałów przydatnych   
         po ulepszeniu przewidzianych do wykorzystania.
      2. Składowanie gruntów i materiałów przez Wykonawcę nie może powodować zagrożenia   
         stateczności wykopów i nasypów.
      3. Jeżeli Wykonawca tymczasowo składuje grunt lub materiał przydatny, jest zobowiązany chronić je przed negatywnym wpływem czynników atmosferycznych w celu uniknięcia ich degradacji.
   6. **Dokładność wykonania wykopów i nasypów**
      1. Odchylenie osi korpusu ziemnego, w wykopie lub nasypie, od osi projektowanej   
         oraz różnica w stosunku do projektowanych rzędnych robót ziemnych nie może przekraczać wymagań określonych w tablicy 6.1
      2. Szerokość górnej powierzchni korpusu nie może różnić się od szerokości projektowanej   
         o więcej niż określono to w tablicy 6.1, a krawędzie korony drogi nie powinny mieć   
         wyraźnych załamań w planie.
      3. Maksymalne nierówności na powierzchni skarp nie powinny przekraczać ± 10 cm   
         przy pomiarze łatą 3-metrową, albo powinny być spełnione inne wymagania dotyczące   
         nierówności, wynikające ze sposobu umocnienia powierzchni skarpy.
      4. W gruntach skalistych wymagania, dotyczące równości powierzchni dna wykopu   
         oraz pochylenia i równości skarp, mogą różnić się od podanych w punktach 5.6.1., 5.6.2. i 5.6.3. i mogą być określone indywidualnie.
   7. **Odwodnienie pasa robót ziemnych**
      1. Niezależnie od budowy urządzeń, stanowiących elementy systemów odwadniających,   
         ujętych w Dokumentacji Projektowej, Wykonawca jest zobowiązany, o ile wymagają tego warunki terenowe, do wykonania urządzeń, które zapewnią skuteczne odprowadzenie wód gruntowych i opadowych poza obszar robót ziemnych tak, aby zabezpieczyć grunty przed przewilgoceniem i nawodnieniem. W tym celu Wykonawca przedstawi projekt odwodnienia placu budowy. Forma i zakres projektu odwodnienia placu budowy zostaną ustalone miedzy Wykonawcą i Inżynierem/Inspektorem nadzoru. Projekt odwodnienia placu budowy podlega zatwierdzeniu przez Inżyniera/Inspektora nadzoru.
      2. Wykonawca ma obowiązek takiego wykonywania wykopów i nasypów, aby powierzchni gruntu, skały oraz innych materiałów nadawać w całym okresie trwania robót spadki,   
         zapewniające prawidłowe odwodnienie.
      3. Jeżeli wskutek zaniedbania Wykonawcy lub niewłaściwego zaplanowania robót, grunty lub materiały do budowy nasypu ulegną nawodnieniu, które spowoduje ich długotrwałą nieprzydatność, Wykonawca ma obowiązek usunięcia tych gruntów lub materiałów i zastąpienia ich gruntami lub materiałami przydatnymi, na własny koszt bez jakichkolwiek dodatkowych opłat ze strony Zamawiającego za te czynności, jak również za dowieziony grunt lub materiały. Dopuszcza się uzdatnienie przewilgoconych gruntów lub materiałów za zgodą Inżyniera/Inspektora nadzoru, jeżeli zaproponowany przez Wykonawcę sposób jest poprawny technicznie i zapewni przywrócenie właściwości umożliwiających wbudowanie gruntów lub materiałów.
      4. Odprowadzenie wód do istniejących zbiorników naturalnych i urządzeń odwadniających musi być poprzedzone uzgodnieniem z odpowiednimi instytucjami i uwzględnione   
         w projekcie odwodnienia placu budowy.
      5. Szczegółowe wymagania w zakresie odwodnienia robót ziemnych podczas wykonywania wykopów i nasypów określono w WWiORB D-02.01.01. „Roboty ziemne. Wykonanie wykopów”, punkt 5.5 i w WWiORB D-02.03.01 „Roboty ziemne. Wykonanie nasypów”, punkt 5.
   8. **Rowy**
      1. Rowy boczne i rowy stokowe powinny być wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową i WWiORB.
      2. Szerokość dna i głębokość rowu nie mogą różnić się od wymiarów projektowanych o więcej niż ± 5 cm.
      3. Pochylenie podłużne dna rowu nie powinno różnić się od projektowanego o więcej   
         niż 0,05%.
      4. Dokładność wykonania skarp rowów powinna być zgodna z określoną w punkcie 5.6.
      5. Wykonawca jest zobowiązany utrzymywać drożność rowów w czasie realizacji inwestycji w zakresie wynikającym z wpływu robót na funkcjonowanie istniejącego układu odwodnienia.
   9. **Układanie geosyntetyków**
      1. Geosyntetyki należy układać zgodnie z zasadami określonymi w Dokumentacji Projektowej i WWiORB. Jakość użytych geosyntetyków musi być potwierdzona Deklaracją Właściwości Użytkowych oraz innymi dokumentami, określającymi dodatkowe właściwości geosyntetyku, o ile jest to wymagane.
      2. Warstwa, na której przewiduje się ułożenie geosyntetyku powinna być równa i pozbawiona ostrych elementów, mogących spowodować uszkodzenie geosyntetyku w czasie układania lub pracy. Metoda układania powinna zapewnić przyleganie geosyntetyku do warstwy, na której jest układany, na całej jej powierzchni. Geosyntetyków nie należy naciągać lub powodować ich zawieszenia na wzgórkach (garbach) lub nad wklęsłościami terenu. Warstwa geosyntetyków po ułożeniu powinna być pozbawiona fałd, załamań oraz rozdarć.
      3. Pasma geosyntetyków, pełniących funkcję warstwy odcinającej albo zbrojenia w podstawie nasypu należy układać łącząc je na zakład, z ewentualnym kotwieniem do podłoża, zgodnie z zasadami określonymi w WWiORB. Jeżeli brak takiej informacji, wówczas Wykonawca zaproponuje do akceptacji przez Inżyniera/Inspektora nadzoru sposób połączenia pasm geosyntetyku. Wielkość zakładu pasm geosyntetyku, układanych na stabilnym podłożu nie powinna być mniejsza niż 30 cm. W przypadku obniżonej nośności warstwy, na której jest układany geosyntetyk, wielkość zakładu powinna być odpowiednio zwiększona, aby w całym okresie wykonania i eksploatacji budowli ziemnej została zachowana ciągłość warstwy geosyntetyku.
      4. Pasma geosyntetyków, pełniących funkcję zbrojenia skarp, należy układać zgodnie   
         z zasadami określonymi w Dokumentacji Projektowej i WWiORB. Konieczna jest jednoznaczna informacja, dotycząca kierunku ułożenia pasm geosyntetyku, z uwzględnieniem kierunku jego produkcji, długości pasm oraz sposobu ich łączenia (na styk, z zakładem lub z odstępem). Jeżeli brak takiej pełnej informacji, zostanie ona uzupełniona przez Projektanta.
      5. W przypadku uszkodzenia geosyntetyku, pełniącego funkcję warstwy odcinającej należy, w uzgodnieniu z Inżynierem/ Inspektorem nadzoru , przykryć uszkodzone miejsce pasem geosyntetyku na długości i szerokości większej o co najmniej 1 metr od obszaru uszkodzonego.
      6. W przypadku uszkodzenia geosyntetyku pełniącego funkcję zbrojenia sposób postępowania należy ustalić w porozumieniu z Projektantem.
      7. Nie dopuszcza się ruchu pojazdów bezpośrednio po ułożonych geosyntetykach. Warstwę geosyntetyków należy, niezwłocznie po ułożeniu, przykryć gruntem lub materiałem stosowanym do budowy nasypu. W przeciętnych warunkach minimalna grubość warstwy, ułożonej na warstwie geosyntetyków, umożliwiająca dopuszczenie ruchu pojazdów wynosi 15 cm.
   10. **Powierzchnia podłoża gruntowego nawierzchni** 
       1. Szczegółowe wymagania dotyczące robót związanych z ostatecznym ukształtowaniem   
          powierzchni podłoża gruntowego nawierzchni w wykopach i nasypach podano w WWiORB D-02.01.01. „Roboty ziemne. Wykonanie wykopów”, punkt 5 i w WWiORB D-02.03.01 „Roboty ziemne. Wykonanie nasypów”, punkt 5.
       2. Ostatecznie ukształtowana powierzchnia podłoża gruntowego nawierzchni nie może być narażona na działanie wody i mrozu. Jeżeli warunek ten nie zostanie spełniony, powierzchnia wymaga sprawdzenia i oceny i ewentualnych napraw (powtórne profilowanie i zagęszczenie, stabilizacja, wymiana).
       3. Jeżeli występuje warstwa ulepszonego podłoża z gruntu lub materiału antropogenicznego stabilizowanego spoiwem to należy ją wykonać zgodnie z zasadami, określonymi w odpowiednich WWiORB.
       4. Jeżeli występuje warstwa ulepszonego podłoża z gruntu niewysadzinowego, materiału   
          antropogenicznego lub mieszanki niezwiązanej to należy ją wykonać zgodnie z zasadami, określonymi w odpowiednich WWiORB.
   11. **Wymagania dotyczące zagęszczenia** 
       1. Roboty ziemne należy wykonać w sposób zapewniający uzyskanie wymaganych wskaźników zagęszczenia Is korpusu ziemnego, określonych w WWiORB. Wskaźnik zagęszczenia należy badać zgodnie z zasadami podanymi w Załączniku 2 i obliczać według wzoru określonego w p. 1.6.51.
       2. Wskaźnik zagęszczenia Is należy określić w odniesieniu do całej objętości nasypu i do głębokości 0,5 metra w podłożu nasypu oraz w wykopach i miejscach zerowych robót ziemnych do głębokości 0,5 metra (gdy brak warstwy ulepszonego podłoża) lub do głębokości równej warstwie ulepszonego podłoża od spodu konstrukcji nawierzchni. Szczegółowe wymagania dotyczące wartości wskaźników zagęszczenia Is w wykopach podano w WWiORB D-02.01.01. ”Roboty ziemne. Wykonanie wykopów”. Szczegółowe wymagania dotyczące wartości wskaźników zagęszczenia Is w nasypach podano w WWiORB D-02.01.03. ”Roboty ziemne. Wykonanie nasypów” oraz na rysunkach Z1.1 oraz Z.1.2. w załączniku 1.
       3. Dopuszcza się kontrolę i ocenę stanu zagęszczenia warstw gruntów lub materiałów na podstawie wskaźnika odkształcenia Io. Dopuszczenie tej metody wymaga potwierdzenia na odcinku próbnym i akceptacji przez Inżyniera/ Inspektora nadzoru wartości wskaźnika odkształcenia, stanowiących kryterium akceptacji stanu zagęszczenia, w odniesieniu do gruntów i materiałów stosowanych w konkretnym przypadku przy czym wartości te nie mogą być wyższe niż maksymalne podane w tabeli 5.1.
       4. Wskaźnik odkształcenia należy obliczać według wzoru określonego w p. 1.6.50   
          na podstawie wartości modułów odkształcenia określonych według zasad podanych   
          w Załączniku 2. Wartości modułów można uznać za miarodajne, jeżeli wilgotność gruntu/materiału warstwy w czasie badania nie jest wyższa od wilgotności jaką miał   
          on w czasie zagęszczania oraz jest od niej niższa nie więcej niż o 2%. W przypadku badania warstwy o wilgotności poza wymienionym przedziałem należy wprowadzić odpowiednie współczynniki korygujące wartości modułów. Zagęszczenie uznaje się za wystarczające, jeżeli jednocześnie jest spełnione wymaganie dotyczące maksymalnej wartości wskaźnika odkształcenia Io oraz minimalnej wartości wtórnego modułu odkształcenia E2.
       5. Maksymalne wartości wskaźnika odkształcenia, w zależności od rodzaju gruntu lub innego materiału w badanej warstwie, określono w Tablicy 5.1.   
          Inżynier/ Inspektor nadzoru może dopuścić stosowanie wartości określonych w Tablicy 5.1 w przypadku niewielkiego zakresu robót i dużej jednorodności gruntu/materiału w ocenianej warstwie, z zastrzeżeniem treści punktu 6.1.3. niniejszych WWiORB.

Tablica 5.1.Maksymalne wartości wskaźnika odkształcenia w drogowych robotach ziemnych

| Grunt lub materiał | **Maksymalna wartość wskaźnika odkształcenia Io** |
| --- | --- |
| Grunty niespoiste[[2]](#footnote-2) oraz wymagane Is ≥ 1.0 | 2,2 |
| Grunty niespoiste1 oraz wymagane Is< 1.0 | 2,5 |
| Grunty ulepszane spoiwami do 12h od zakończenia zagęszczania | 2,2 |
| Grunty drobnoziarniste o równomiernym uziarnieniu[[3]](#footnote-3) | 2,0 |
| Grunty o zróżnicowanym uziarnieniu[[4]](#footnote-4) | 3,0 |
| Grunty kamieniste [[5]](#footnote-5) | 4,0 |
| Grunty i materiały antropogeniczne | wartość należy określić  na podstawie badań |

* + 1. Dopuszcza się ocenę stanu zagęszczenia gruntów i materiałów z zastosowaniem urządzeń do ciągłego pomiaru zagęszczenia na zasadach podanych w WWiORB D 02.03.01 „Wykonywanie nasypów” w p. 5.14.5 i w p.5.14.6, z zastrzeżeniem treści punktu 6.1.3. niniejszych WWiORB.
    2. Inżynier/Inspektor nadzoru może dopuścić zastosowanie w kontroli stanu zagęszczenia gruntów i materiałów lekkiej płyty dynamicznej LPD. Stosując lekką płytę dynamiczną LPD należy zwiększyć liczbę badań w stosunku do określonej w pkt. 6.4.4 częstotliwości wykonywania referencyjnego badania tj. wskaźnika zagęszczenia Is. W takim przypadku konieczne jest potwierdzenie na odcinku próbnym i akceptacja przez Inżyniera/ Inspektora nadzoru korelacji wartości wskaźnika zagęszczenia Is z wartościami modułu dynamicznego Evd w odniesieniu do gruntów i materiałów stosowanych w konkretnym przypadku oraz spełnienie zapisów p. 5.12.5. i p. 6.1.3. niniejszych WWiORB. W przypadku stosowania płyt LPD o różnych konstrukcjach korelację należy ustalić dla każdego typu urządzenia. Procedurę korelacyjną zamieszczono w załączniku Z2.M.
    3. Inżynier/Inspektor nadzoru może dopuścić zastosowanie wyłącznie do dodatkowej kontroli zagęszczenia nasypów z gruntów niespoistych sond dynamicznych. Procedurę badania oraz interpretacji wyników wskazano w załączniku Z.2.L.
    4. Dla dolnych warstw nasypu stabilizowanych spoiwami (niezależnie od ilości dozowanego spoiwa oraz odległości warstwy od powierzchni robót ziemnych) lub z dodatkiem popiołów, w tym nieaktywnych oraz innych dodatków zastosowanych w celu osuszenia  przy ocenie zagęszczenia metodą VSS (wskaźnik odkształcenia) należy przyjmować wymaganie Io ≤ 2,2.  Przy warstwach stabilizowanych spoiwami badanie zagęszczenia powinno zostać wykonane bezpośrednio po zagęszczeniu warstwy.  W przypadku wątpliwości Inżynier może zlecić Wykonawcy wykonanie odcinka próbnego w celu korelacyjnego potwierdzenia czy przyjmowane wymaganie jest wystarczające w odniesieniu do gruntów, spoiw i materiałów stosowanych w konkretnym przypadku. Przy czym przyjęte na podstawie korelacji wymaganie w zakresie wskaźnika odkształcenia Io nie może być wyższe niż 2,2.
  1. **Wymagania dotyczące nośności** 
     1. Wartość wtórnego modułu odkształcenia należy kontrolować na powierzchni warstw,   
        w odniesieniu do których określono wymóg dotyczący minimalnej wartości wtórnego   
        modułu odkształcenia E2. Szczegółowe wymagania dotyczące wartości wtórnego modułu odkształcenia E2 w wykopach podano w WWiORB D-02.01.01. ”Roboty ziemne. Wykonanie wykopów”. Szczegółowe wymagania dotyczące wartości modułu odkształcenia E2 w nasypach podano w WWiORB D-02.03.01. ”Roboty ziemne. Wykonanie nasypów”. Schematy z podanymi wartościami w wykopach i w nasypach podano w załączniku 1.
     2. Roboty ziemne należy wykonać w sposób zapewniający uzyskanie nośności podłoża   
        gruntowego nawierzchni, określonej wartością wtórnego modułu odkształcenia E2,   
        nie gorszej niż przyjęta w projekcie konstrukcji nawierzchni. Nie dopuszcza się redukcji grubości warstw konstrukcji nawierzchni w przypadku stwierdzenia większej wartości E2 niż przyjęta w projekcie konstrukcji nawierzchni.
     3. Moduł odkształcenia należy obliczać według wzoru określonego w p. 1.6.24 na podstawie badania według zasad podanych w Załączniku 2. Wartości modułów można uznać za miarodajne, jeżeli wilgotność gruntu/materiału warstwy w czasie badania nie jest wyższa od wilgotności jaką miał on w czasie zagęszczania oraz jest od niej niższa nie więcej niż o 2%. W przypadku badania warstwy o wilgotności poza wymienionym przedziałem należy wprowadzić odpowiednie współczynniki korygujące wartości modułów.
     4. Alternatywnie dopuszcza się kontrolę i ocenę nośności na powierzchni warstwy   
        gruntu/materiału na podstawie oznaczenia wartości modułu dynamicznego Evd   
        z zastosowaniem lekkiej płyty dynamicznej LPD. Dopuszczenie tej metody wymaga   
        potwierdzenia na odcinku próbnym i akceptacji przez Inżyniera/Inspektora nadzoru oraz Laboratorium Zamawiającego korelacji wartości wtórnego modułu odkształcenia E2, stanowiących kryterium akceptacji nośności, z wartościami modułu dynamicznego Evd w odniesieniu do gruntów i materiałów stosowanych w konkretnym przypadku i określonych z zastosowaniem wybranego typu (konstrukcji) LPD lub w przypadku mieszanek niezwiązanych ciężkiej płyty dynamicznej. W przypadku stosowania płyt LPD o różnych konstrukcjach korelację należy ustalić dla każdego typu urządzenia. Metodami badawczymi referencyjnymi dla wskaźnika zagęszczenia oraz wtórnego modułu odkształcenia w każdym przypadku są metody opisane w załącznikach Z2B oraz Z2C.
     5. W przypadku stosowania płyty LPD należy uwzględnić właściwe dla tej metody   
        ograniczenia w zakresie jej stosowalności. Płytę dynamiczną można stosować wyłącznie dla gruntów niespoistych o uziarnieniu do 63 mm. Wartość modułu Evd można uznać za miarodajną, jeżeli wilgotność gruntu/materiału warstwy w czasie badania nie jest niższa o więcej niż 2% w stosunku do wilgotności jaką miał on w czasie zagęszczania. Dopuszczenie badania z zastosowaniem LPD nie może kolidować z zapisami p. 6.1.3. niniejszych WWiORB.
  2. **Szczególne warunki wykonania robót ziemnych**
     1. Wszelkie roboty ziemne prowadzone w terenie objętym procesami geodynamicznymi, należy zaplanować i prowadzić ze szczególną ostrożnością oraz starannością. Prowadzenie robót ziemnych zarówno w zakresie wykonywania wykopów (szczególnie głębokich wykopów), jak i nasypów (szczególnie wysokich nasypów) - może utrudniać układ i zaleganie warstw gruntów i skał, co jest charakterystyczne dla obszarów o złożonych warunkach gruntowych oraz w rejonach obszarów objętych procesami geodynamicznymi np. tereny osuwiskowe, tereny predysponowane osuwiskowo. Powyższe może mieć istotny wpływ na tempo prowadzonych prac, co należy uwzględnić w planie robót ziemnych.
     2. Roboty prowadzone w sąsiedztwie osuwisk należy prowadzić ze szczególną uwagą i ostrożnością, dołożyć wszelkich starań, aby nie uszkodzić istniejącego monitoringu osuwisk oraz minimalizować niekorzystne zmiany naprężeń terenu (np. podcięcie osuwiska, zwiększenia obciążeń oddziaływujących na osuwisko), co może prowadzić do uruchomienia procesów osuwiskowych. Naturalne czynniki aktywizujące ruchy osuwiskowe to przykładowo opady atmosferyczne, roztopy, warunki hydrogeologiczne, podcięcie zbocza przez ciek wodny. Do czynników antropogenicznych mogących wpłynąć na powstanie ruchów masowych zalicza się np. mechaniczne podcięcie zbocza, dodatkowe obciążenie przez nasyp, czy budynek, zmianę szaty roślinnej stabilizującej zbocze, zmianę stosunków wodnych, roboty strzelnicze przy zastosowaniu dużych ładunków materiału wybuchowego odpalanego równocześnie, jak również intensywny ruch kołowy.
     3. Niekorzystne warunki hydrogeologiczne (np. płytkie występowanie wód gruntowych) w podłożu o złożonej budowie geologicznej, mogą znacząco utrudniać prowadzenie robót ziemnych oraz mieć wpływ na stateczność skarp. W związku z powyższym sposób odwodnienia musi być skuteczny i nie może powodować szkód w obszarze prowadzonych robót, jak również w terenie przyległym.
     4. Spękania i szczeliny w skale podłoża oraz napływ wody (opady atmosferyczne, nieprawidłowe odwodnienie, roztopy, itd.) – mogą powodować infiltrację wody w głąb podłoża, co może mieć wpływ na charakterystykę jego cech geotechnicznych (osłabienie parametrów fizykomechanicznych). Sytuacja taka może również przyczynić się do uruchomienia ruchów osuwiskowych. Szczelne odprowadzenie wody, może okazać się konieczne, szczególnie w miejscach występowania takiego ukształtowania podłoża, które będzie szczególnie podatne na erozyjne działanie wody (zmiana parametrów geotechnicznych podłoża, spływy powierzchniowe). Zapobieganie przed wystąpieniem zjawisk niepożądanych poprzez zastosowanie prawidłowego/szczelnego sposobu odwodnienia w odniesieniu do występujących warunków wodno-gruntowych należy do obowiązków Wykonawcy.
     5. Intensywność dopływów wody w obrębie prowadzonych robót ziemnych w ośrodku skalnym jest trudny do oszacowania ze względu na układ szczelin oraz z uwagi na złożoną budowę geologiczną. Szacując możliwy dopływ wody Wykonawca powinien uwzględnić następujące czynniki, z których część może wystąpić jednocześnie:
* zakłócenia reżimu źródeł poprzez prowadzone roboty,
* naruszenie / przecięcie warstwy wodonośnej,
* występujące swobodne lub/i naporowe ZWG, jak i możliwość wystąpienia różnego rodzaju infiltracji (sączenia wód gruntowych),
* ciśnienie wody w porach wyższe od zakładanego,
* napływ wody ze skarpy/zbocza,
* zmiana reżimu wód gruntowych spowodowana np. wycinką lasu,
* warunki atmosferyczne (opady, roztopy, itp.).
  + 1. Wykonawca jest zobowiązany do prowadzenia robót w zakresie odwodnienia terenu poprzez wykonywanie ich „na bieżąco” tj. dostosowywanie sposobu wykonywania odwodnienia odpowiednio do intensywności napływającej wody, z uwzględnieniem warunków pogodowych oraz innych przeszkód i trudności wynikających np.   
       z ukształtowania podłoża. Wykonawca powinien dołożyć wszelkich starań, aby prowadzone odwodnienie minimalizowało negatywne skutki oddziaływania wody na podłoże gruntowe.

1. **KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**
   1. **Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót**
      1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w WWiORB D-M 00.00.00, Wymagania ogólne".

Badania i pomiary dzielą się na:

* badania i pomiary Wykonawcy – w ramach własnego nadzoru
* badania i pomiary kontrolne – w ramach nadzoru Zamawiającego.

W uzasadnionych przypadkach w ramach badań i pomiarów kontrolnych dopuszcza się wykonanie badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych lub badań i pomiarów arbitrażowych.

Badania obejmują:

* pobranie próbek,
* zapakowanie próbek do wysyłki,
* transport próbek z miejsca pobrania do placówki wykonującej badania,
* przeprowadzenie badania,
* sprawozdanie z badań.

Pomiary obejmują terenową weryfikację zrealizowanych robót.

* + 1. Badania i pomiary Wykonawcy – zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Zakres badań i pomiarów Wykonawcy powinien być:

* nie mniejszy niż określony w Zakładowej Kontroli Produkcji dla dostarczanych na budowę materiałów i wyrobów budowlanych,
* nie mniejszy niż wskazano w niniejszym WWiORB.
  + 1. Podczas kontroli jakości robót badania należy prowadzić zgodnie z metodami   
       i wymaganiami wskazanymi w niniejszych WWiORB. Na wniosek Wykonawcy Inżynier/   
       Inspektor nadzoru – o ile niniejsze WWiORB nie stanowi inaczej – może dopuścić zastosowanie alternatywnych metod, norm, procedur lub reguł określających sposób wykonania badań terenowych i laboratoryjnych i ocenę ich wyników, o ile alternatywne normy, procedury oraz reguły są zgodne z odpowiednimi zasadami określonymi w niniejszych WWiORB oraz są co najmniej równoważne w odniesieniu do przyszłego bezpieczeństwa konstrukcji, oraz jej użytkowalności i trwałości, jakich można byłoby oczekiwać w przypadku zastosowania wymagań wskazanych w niniejszych WWiORB. Każde odstępstwo od wymagań zawartych w niniejszych WWiORB oraz od wymagań określonych w przywołanych normach i procedurach należy szczegółowo uzasadnić i opisać, w szczególności należy poddać ocenie wpływ odstępstwa od wymagań określonych w niniejszych WWiORB, na wyniki poszczególnych badań.
    2. Badania i pomiary kontrolne oraz badania i pomiary kontrolne dodatkowe – zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.
    3. Badania i pomiary arbitrażowe – zgodnie z D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.
  1. **Badania i pomiary przed przystąpieniem do robót ziemnych**
     1. Przed przystąpieniem do robót ziemnych lub wydzielonego ich etapu należy zweryfikować założenia dotyczące przydatności gruntów i materiałów antropogenicznych do zastosowania jako materiał nasypowy, uwzględniając wymagania określone w punkcie 2 oraz w Dokumentacji Projektowej. Ocenę taką należy przeprowadzać w przypadku każdej zmiany rodzaju lub źródła materiału do wykorzystania jako materiał nasypowy.
     2. Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:
* przedstawić Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru do akceptacji źródła poboru materiałów;
* uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B, Certyfikat Zgodności ZKP/Stałości Właściwości Użytkowych, deklarację właściwości użytkowych, KOT/EOT, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
* ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru,
* przedstawić do zatwierdzenia Projekt robót ziemnych zgodnie z pkt. 5.3.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawi Inżynierowi/ Inspektorowi Nadzoru do akceptacji.

* + 1. Przed zastosowaniem geosyntetyków w robotach ziemnych, Wykonawca powinien   
       przedstawić Inżynierowi/Inspektorowi nadzoru dokumenty wskazane w ppkt 6.2.2 oraz inne dokumenty, jeżeli konieczność ich przedłożenia wynika z Dokumentacji Projektowej, potwierdzające spełnienie wymagań w zakresie istotnych właściwości, nie ujętych w dokumentach wskazanych w ppkt 6.2.2 (na przykład wytrzymałość długoterminowa geosyntetyku stosowanego jako zbrojenie).
    2. W przypadku jeżeli grunty lub materiały antropogeniczne, przewidziane do wykorzystania jako materiał nasypowy będą ulepszane to Wykonawca przed przystąpieniem do robót powinien wykazać, że przewidziana do zastosowana metoda ulepszania materiałów, pozwala na uzyskanie wymaganych właściwości oraz spełnienie wymagań dotyczących materiału po wbudowaniu.
    3. W przypadku warstwy ulepszonego podłoża Wykonawca przed przystąpieniem   
       do jej wykonania przedstawi wszystkie niezbędne dokumenty wynikające z wymagań   
       określonych w WWiORB, dotyczące technologii stosowanej do wykonania tej warstwy,   
       a w razie potrzeby wykona odcinek próbny na polecenie Inżyniera/Inspektora nadzoru.
  1. **Badania i pomiary w czasie realizacji robót ziemnych**
     1. Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzania na bieżąco badań i pomiarów w celu sprawdzania czy jakość wykonanych Robót jest zgodna z postawionymi wymaganiami.   
        Badania powinny być wykonywane z niezbędną starannością, zgodnie z obowiązującymi przepisami i w wymaganym zakresie. Badania Wykonawca powinien wykonywać z częstotliwością gwarantującą zachowanie wymagań dotyczących jakości robót, lecz nie rzadziej niż wskazano to w WWiORB. Wyniki badań będą dokumentowane i archiwizowane przez Wykonawcę. Wyniki badań Wykonawca jest zobowiązany przekazywać Inżynierowi/Inspektorowi nadzoru.
     2. W trakcie prowadzenia robót należy sprawdzać na bieżąco odwodnienie korpusu   
        drogowego. Sprawdzanie polega na kontroli zgodności z wymaganiami określonymi   
        w punkcie 5 oraz z Dokumentacją Projektową. Szczególną uwagę należy zwrócić na:
* właściwe ujęcie i odprowadzenie wód opadowych,
* właściwe ujęcie i odprowadzenie wysięków wodnych,
* właściwe prowadzenie prac aby nie powodować nawadniania gruntów w wykopie   
  lub w nasypie.
  + 1. Sprawdzenie wykonania skarp polega na sprawdzeniu zgodności robót z wymaganiami   
       dotyczącymi:
* pochyleń i dokładności wykonania skarp określonych w tablicy 6.1.,
* wykonania umocnień powierzchni skarp,

sformułowanymi w Dokumentacji Projektowej lub w Projekcie Geotechnicznym.

* + 1. Zakres czynności wchodzących w zakres sprawdzenia jakości robót w czasie wykonywania wykopów określono w WWiORB D-02.01.01 „Roboty ziemne. Wykonywanie wykopów”.
    2. Szczegółowy zakres czynności wchodzących w zakres sprawdzenia jakości robót w czasie wykonywania nasypów oraz ukopów, dokopów i odkładów, określono w WWiORB D-02.03.01. „Roboty ziemne. Wykonywanie nasypów”.
    3. Wszystkie roboty ziemne oraz monitoring geotechniczny należy prowadzić pod stałym Nadzorem.
    4. W przypadku natrafienia na warunki gruntowe podłoża znacząco odbiegające od wykazanych w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, należy udokumentować stan istniejący, poprzez komisyjne wykonanie odkrywki przy udziale geologa, geotechnika, geodety reprezentujących Wykonawcę, Nadzór i Zamawiającego oraz sporządzenie odpowiedniej dokumentacji, która w swoim zakresie powinna obejmować m.in.: pomiary geodezyjne, dokumentację fotograficzną, szkic geologiczny, profile geologiczne i badania laboratoryjne.
  1. **Badania do odbioru korpusu ziemnego**
     1. Odbioru korpusu ziemnego dokonuje się na podstawie technicznych dokumentów   
        kontrolnych, zgromadzonych przed przystąpieniem do robót oraz prowadzonych w czasie wykonywania robót ziemnych oraz na podstawie badań i pomiarów wykonanych   
        po zakończeniu wykonania budowli ziemnej, w zakresie wymaganym przez WWiORB.
     2. W zakres badań w czasie odbioru budowli ziemnej wchodzi sprawdzenie: technicznych   
        dokumentów kontrolnych, cech geometrycznych budowli ziemnej, zagęszczenia, nośności oraz odwodnienia. Ponadto należy sprawdzić wykonanie i umocnienie skarp, na podstawie wymagań odrębnej WWiORB.
     3. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów cech geometrycznych budowli ziemnej   
        do odbioru robót ziemnych podano w tablicy 6.1.

Tablica 6.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów geometrycznych wykonanych robót ziemnych

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Badana cecha | Minimalna częstotliwość badań i pomiarów | Tolerancje wykonania robót |
| 1 | Szerokości korpusu drogowego | Pomiar taśmą, szablonem, łatą o długości 3 m i poziomicą lub niwelatorem, w odstępach co 200 m na prostych, w punktach głównych łuku, co 100 m na łukach o R ≥ 100 m co 50 m na łukach o R < 100 m oraz w miejscach, które budzą wątpliwości | ≤ +5 cm |
| 2 | Odchylenie osi korpusu ziemnego | ± 5 cm |
| 3 | Szerokości dna rowów | ± 5 cm |
| 4 | Rzędne powierzchni korpusu drogowego | Nie więcej niż  -3 cm lub +1 cm |
| 5 | Pochylenie skarp | ≤ 10% wartości pochylenia |
| 6 | Równość górnej powierzchni korpusu drogowego | ≤ 3 cm |
| 7 | Równość skarp | ≤ ± 10 cm |
| 8 | Spadek podłużny powierzchni korpusu drogowego lub dna rowu | Pomiar niwelatorem rzędnych w odstępach co 100 m oraz w punktach wątpliwych | Nie więcej niż  -3 cm lub +1 cm |
| 9 | Pochylenie poprzeczne górnej powierzchni korpusu drogowego | Pomiar niwelatorem rzędnych w odstępach co 100 m oraz w punktach wątpliwych | ±0,5% |

*\*) Jeżeli długość elementu podlegającego odbiorowi jest mniejsza niż 1 km, to określając wartość średnią należy uwzględnić wyniki wszystkich pomiarów*

* + 1. Zagęszczenie materiału nasypowego, gruntu podłoża pod nasypem oraz podłoża gruntowego nawierzchni w wykopie określa się na podstawie wskaźnika zagęszczenia Is. Badanie wskaźnika zagęszczenia należy przeprowadzić zgodnie z zasadami określonymi w p. 5.11.1 i 5.11.2 niniejszych WWiORB. W raporcie z badań należy podać wskaźnik zagęszczenia oraz wilgotność badanego gruntu. Wykonawca do odbioru budowli ziemnej przedstawi wyniki badań wskaźnika zagęszczenia każdej warstwy. Częstotliwość badań wskaźnika zagęszczenia powinna być następująca:
* W wykopach i dla górnej warstwy nasypu – nie mniej niż 1 badanie na każde 1000 m2 powierzchni zagęszczonej warstwy, jednak co najmniej 2 badania na dziennej działce roboczej.
* Dla pozostałych partii nasypu – nie mniej niż 1 badanie na każde 2000 m2 powierzchni zagęszczonej warstwy, jednak co najmniej 2 badania na dziennej działce roboczej.

Ponadto badanie wskaźnika zagęszczenia należy wykonać w miejscach wątpliwych wskazanych przez Inżyniera/Inspektora nadzoru. Należy ocenić zgodność wyników badania z wymaganiami STWiORB opracowanych na podstawie niniejszych WWiORB. Kryterium akceptacji zbioru wyników badań wskaźnika zagęszczenia musi być określone w STWiORB.

* + 1. Jeżeli dopuszczono kontrolę zagęszczenia na podstawie wskaźnika odkształcenia Io   
       to wymaga się aby częstotliwość badań była nie mniejsza niż określono w punkcie 6.4.4. w odniesieniu do badania wskaźnika zagęszczenia Is.
    2. Nośność należy badać na górnej powierzchni podłoża gruntowego nawierzchni , na powierzchni warstw określonych w Dokumentacji Projektowej oraz na powierzchni warstw wskazanych przez Inżyniera/Inspektora nadzoru. Nośność określa się na podstawie wartości wtórnego modułu odkształcenia E2. Badanie modułu odkształcenia E2 należy przeprowadzić zgodnie z zasadami określonymi w p. 5.12.3 niniejszych WWiORB. Wykonawca do odbioru budowli ziemnej przedstawi wyniki badań nośności podłoża pod nasypem, na powierzchni warstw wskazanych w dokumentacji projektowej oraz tych, które zostały zakryte wyżej leżącymi warstwami do czasu przeprowadzenia odbioru budowli ziemnej. Nośność na powierzchni podłoża gruntowego nawierzchni może być określona przed lub podczas odbioru budowli ziemnej. Częstotliwość badań nośności powinna być następująca:
* Nie mniej niż jeden raz na 1000 m2 powierzchni w przypadku badania na powierzchni podłoża gruntowego nawierzchni,
* Nie mniej niż jeden raz na 2000 m2 powierzchni w pozostałych przypadkach,
* W miejscach wskazanych przez Inżyniera/Inspektora nadzoru.
  + 1. Za zgodą Inżyniera/Inspektora nadzoru dopuszcza się stosowanie innych metody do oceny stanu zagęszczenia i nośności wykonanych warstw, po skorelowaniu tych metod z metodami określonymi w niniejszych WWiORB, dla warunków wynikających ze stosowanych w robotach ziemnych gruntów i materiałów antropogenicznych. Zasady stosowania innych metod określono w niniejszych WWiORB w punktach 5.11., 5.12. oraz 6.1.3. Zasady wykonania odcinka próbnego określono w WWiORB D-02.03.01. „Roboty ziemne. Wykonanie nasypów”, w punkcie 5.15.
  1. **Sprawdzenie wykonania ukopu, dokopu i odkładu**
     1. Sprawdzenie wykonania ukopu lub dokopu polega na skontrolowaniu zgodności robót   
        i wykonanego ukopu lub dokopu z wymaganiami sformułowanymi w Dokumentacji   
        Projektowej i STWiORB opracowanych na podstawie niniejszych WWiORB. W trakcie kontroli należy zwrócić szczególną uwagę na sprawdzenie:
* zgodności i rodzaju gruntu z Dokumentacją Projektową,
* zachowania kształtu zboczy, zapewniającego ich stateczność,
* odwodnienia,
* zagospodarowania terenu po zakończeniu eksploatacji ukopu.
  + 1. Sprawdzenie wykonania odkładu polega na sprawdzeniu zgodności robót i wykonanego   
       odkładu z wymaganiami sformułowanymi w Dokumentacji Projektowej i WWiORB. W trakcie kontroli należy zwrócić szczególną uwagę na sprawdzenie:
* prawidłowe usytuowanie i kształt geometryczny odkładu,
* odpowiednie wbudowanie gruntu,
* odwodnienie,
* właściwe zagospodarowanie odkładu.

1. **OBMIAR ROBÓT**
   1. **Ogólne zasady obmiaru robót**
      1. Ogólne zasady obmiaru robót podano w WWiORB D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne" punkt. 7
   2. **Jednostka obmiarowa**
      1. Jednostką obmiarową jest metr sześcienny [m3] wykonanych robót ziemnych.
2. **ODBIÓR ROBÓT**
   1. **Ogólne zasady odbioru robót**
      1. Ogólne zasady odbioru robót podano w WWiORB D-M 00.00.00 „Wymagania Ogólne” punkt 8.
      2. Roboty ziemne uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, WWiORB i wymaganiami Inżyniera/Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania   
         wg pkt. 5 i 6 niniejszych WWIORB dały wyniki pozytywne.
      3. Do odbioru końcowego uwzględniane są wyniki badań i pomiarów kontrolnych, badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych oraz badań i pomiarów arbitrażowych do wyznaczonych odcinków częściowych.
   2. **Odbiór robót zanikających lub ulegających zakryciu**
      1. Odbiór tych robót powinien być zgodny z wymaganiami punktu 8.2 WWIORB D-M- 00.00.00 "Wymagania Ogólne" oraz niniejszych WWIORB.
      2. Gotowość danej części robót do odbioru zgłasza Wykonawca wpisem do Dziennika Budowy i jednoczesnym powiadomieniem Inżyniera/Inspektora Nadzoru. Odbiór będzie przeprowadzony niezwłocznie, nie później jednak niż w ciągu 3 dni od daty zgłoszenia wpisem do Dziennika Budowy i powiadomienia o tym fakcie Inżyniera/Inspektora Nadzoru.
      3. Jakość i ilość robót ulegających zakryciu ocenia Inżynier/Inspektor Nadzoru na podstawie dokumentów zawierających komplet wyników badań laboratoryjnych i w oparciu o przeprowadzone pomiary.
   3. **Odbiór częściowy**
      1. Odbiór częściowy polega na ocenie ilości i jakości wykonanych części robót. Odbioru częściowego robót dokonuje się wg zasad jak przy odbiorze ostatecznym robót. Odbioru robót dokonuje Inżynier/Inspektor Nadzoru.
   4. **Odbiór końcowy**
      1. Roboty objęte niniejszymi WWIORB podlegają odbiorowi na zasadzie robót zanikających i ulegających zakryciu, który jest dokonywany na podstawie wyników pomiarów, badań i oceny wizualnej.
      2. Do odbioru Wykonawca przedstawia wszystkie dokumenty z bieżącej kontroli jakości robót oraz Dokumentację Projektową z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót (dokumentację powykonawczą).
      3. Podstawą odbioru końcowego jest pisemne stwierdzenie przez Inspektora Nadzoru w Dzienniku Budowy zakończenia wszystkich robót związanych z niniejszymi WWIORB, a także spełnienie wymagań określonych w dokumentacji projektowej i niniejszych Warunków Wykonania.
   5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami
      1. Jeżeli wystąpią wyniki negatywne dla materiałów i robót (nie spełniające wymagań określonych w WWiORB i opracowanych na ich podstawie STWiORB), to Inżynier/Inspektor Nadzoru/Zamawiający wydaje Wykonawcy polecenie przedstawienia Programu Naprawczego, chyba że na wniosek jednej ze Stron Kontraktu zostaną wykonane badania lub pomiary arbitrażowe (zgodnie z pkt. 6.1.5 niniejszego WWiORB), a ich wyniki będą pozytywne. Wykonawca w Programie Naprawczym jest zobowiązany dokonać oceny wpływu na trwałość, przedstawić sposób naprawienia wady lub wnioskować o zredukowanie Ceny Kontraktowej.
      2. Na zastosowanie Programu Naprawczego wyraża zgodę Inżynier/Inspektor Nadzoru/Zamawiający.
      3. W przypadku braku zgody Inżyniera/Inspektora Nadzoru/Zamawiającego na zastosowanie Programu Naprawczego wszystkie materiały i roboty nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach WWiORB zostaną odrzucone. Wykonawca wymieni materiały na właściwe i wykona prawidłowo roboty na własny koszt.
      4. Jeżeli wymiana materiałów niespełniających wymagań lub wadliwie wykonane roboty spowodowują szkodę w innych, prawidłowo wykonanych robotach, to również te roboty powinny być ponownie wykonane przez Wykonawcę na jego koszt.
3. **PODSTAWA PŁATNOŚCI**
   1. **Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**
      1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w WWiORB D-M 00.00.00   
         „Wymagania Ogólne” punkt 9.
   2. **Cena jednostki obmiarowej**
      1. Zakres czynności objętych ceną jednostkową podano w WWiORB D-02.01.01”Wykonanie wykopów” oraz WWiORB D-02.03.01 „Wykonanie nasypów” punkt 9.
4. **PRZEPISY ZWIĄZANE**
   1. **Normy**

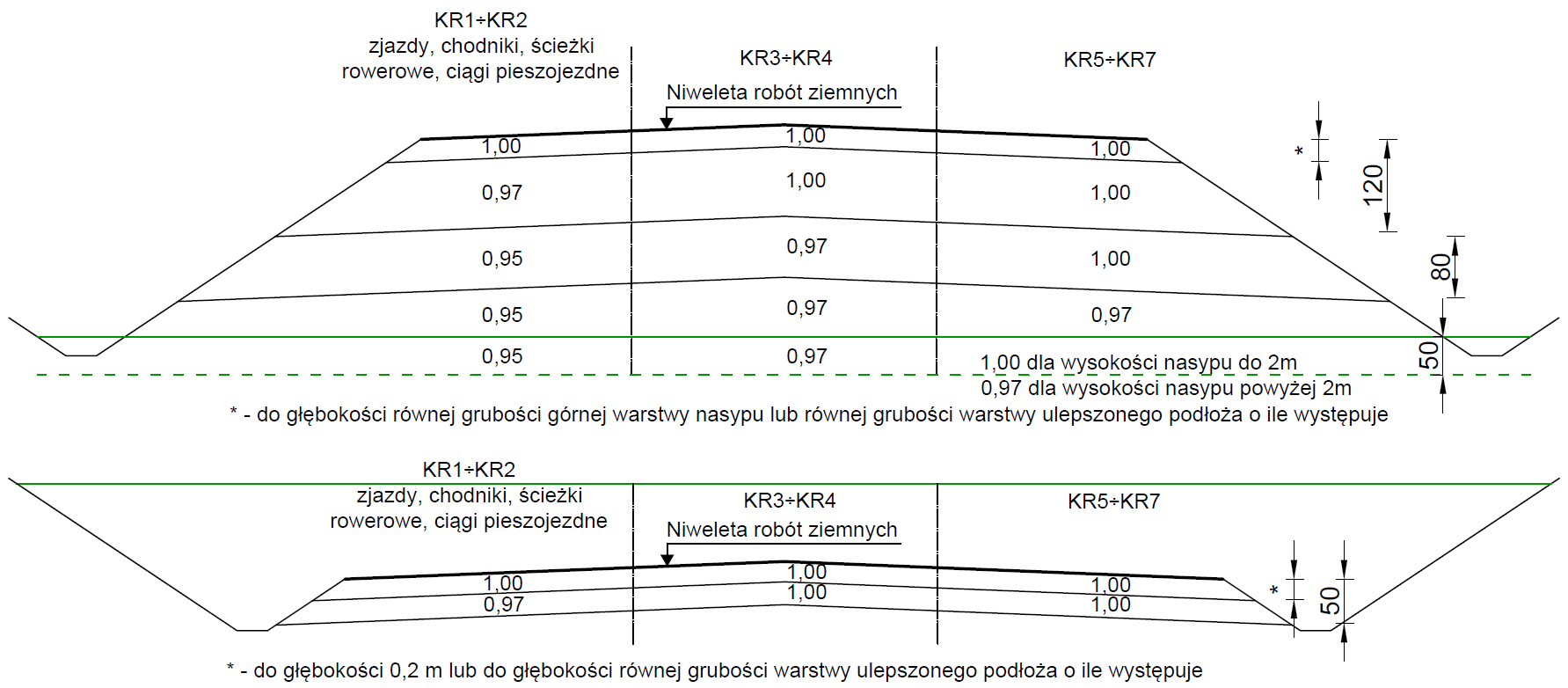
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **L.p.** | **Nr normy** | **Tytuł normy** |
| 1 | PN-EN ISO 14688-1 | Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis. |
| 2 | PN-EN ISO 14688-2 | Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania. |
| 3 | PN-EN ISO 14689-2 | Rozpoznanie i badania geotechniczne. Oznaczenie opis i klasyfikacja skał. |
| 4 | PN-EN ISO 17892-1 | Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 1: Oznaczanie wilgotności naturalnej. |
| 5 | PN-EN ISO 17892-4 | Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 4: Badanie uziarnienia gruntów. |
| 6 | PN-EN ISO 17892-1 | Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 11: Badanie filtracji przy stałym i zmiennym gradiencie hydraulicznym. |
| 7 | PN-EN ISO 17892-12 | Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 12: Oznaczanie granic Atterberga. |
| 8 | PN-B-04481 | Grunty budowlane. Badania próbek gruntów |
| 9 | BN-77/8931-12 | Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu |
| 10 | PN-S-02205 | Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania. |
| 11 | BN-64/8931-01 | Drogi samochodowe. Oznaczenie wskaźnika piaskowego |
| 12 | PN-60/B-04493 | Oznaczenie kapilarności biernej. |
| 13 | PN-55/B04492 | Grunty budowlane. Badania właściwości fizycznych. Oznaczenie wskaźnika wodoprzepuszczalności. |
| 14 | PN-EN-13285 | Mieszanki niezwiązane. Wymagania. |
| 15 | PN-EN 933-1 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 1: Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania. |
| 16 | PN-EN 933-8 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek. Badanie wskaźnika piaskowego. |
| 17 | PN-EN 1097-5 | Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 5: Oznaczenie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją. |
| 18 | PN-EN 13286-2 | Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie. Część 2: Metody  badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora. |
| 19 | PN-EN 13286-47 | Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie. Część 47: Metoda badania do określenia kalifornijskiego wskaźnika nośności, natychmiastowego wskaźnika nośności i pęcznienia liniowego |
| 20 | PN-EN-14227-15 | Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym -- Specyfikacje -- Część 15: Grunty stabilizowane hydraulicznie |
| 21 | PN-EN ISO 10318-1 | Geosyntetyki. Część 1: Terminy i definicje. |
| 22 | PN-EN ISO 13251 | Geotekstylia i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych w robotach ziemnych, fundamentowaniu i konstrukcjach oporowych. |
| 23 | PN-EN 1997-1 | Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne . Część 1: Zasady ogólne. |
| 24 | PN-EN 1997-2 | Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne . Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego. |
| 25 | PN-EN 1744-1 | Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna |
| 26 | PN-86/B-02480 | Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów |
| 27 | PN-B-06714-37 | Kruszywa mineralne -- Badania -- Oznaczanie rozpadu krzemianowego |
| 28 | PN-B-06714-38 | Kruszywa mineralne -- Badania -- Oznaczanie rozpadu wapniowego |
| 29 | PN-B-06714-39 | Kruszywa mineralne -- Badania -- Oznaczanie rozpadu żelazawego |
| 30 | PN-EN 16907-3 | Roboty ziemne. Procedury budowlane |
| 31 | PN-EN 16907-5 | Roboty ziemne. Kontrola Jakości |
| 32 | PN-EN 13242 +A1 | Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym. |

* 1. **Inne dokumenty**

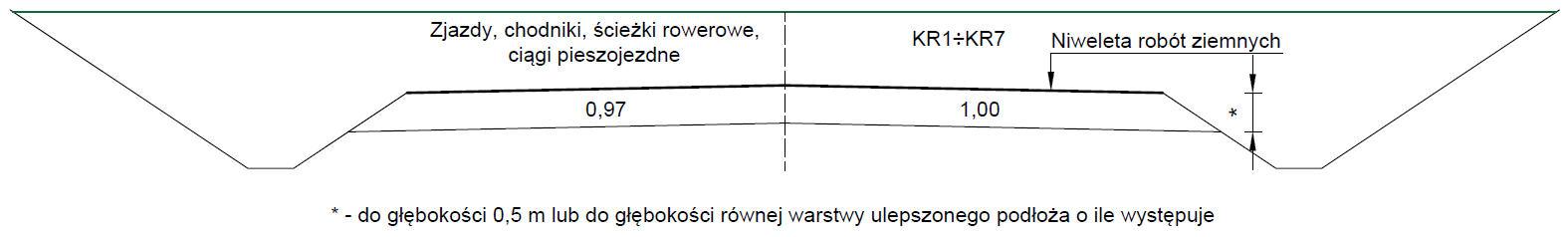
|  |  |
| --- | --- |
| **L.p.** | **Tytuł** |
| 1 | ZTV E-StB Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Wydanie 2017. |
| 2 | Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego. Załącznik do zarządzenia nr 22 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 27.06.2019 r., |
| 3 | Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych, IBDiM, Warszawa, 1998. |
| 4 | Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym, IBDiM, Warszawa 2002. |
| 5 | Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych. Załącznik do zarządzenia Nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r. |
| 6 | Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych. Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r. |
| 7 | Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. |
| 8 | Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 27 października 2022 r. w sprawie określenia szczegółowych warunków utraty statusu odpadów dla odpadów powstających w procesie energetycznego spalania paliw |

# ZAŁĄCZNIK 1

**Z1.A. Wymagany wskaźnik zagęszczania w nasypach i w wykopach.**

****

**Rysunek Z1.1. Nasyp**

****

**Rysunek Z1.2. Wykop i miejsca zerowe robót ziemnych**

**Z1.B. Nośność**

1. Podane schematy uwzględniają typowe rozwiązania występujące w KTKNPiP oraz w KTKNS.
2. W przypadku rozwiązań indywidualnych wymagania dla nośności należy określić   
   w Dokumentacji Technicznej.
3. Oznaczenia:

GWN górna warstwa nasypu,

UPG ulepszone podłoże gruntowe,

H(GWN) grubość górnej warstwy nasypu,

H(UPG) grubość warstwy ulepszonego podłoża gruntowego.

****

**Rysunek Z1.3. Nośność dla wykopów dla kategorii ruchu KR1-KR2**

****

**Rysunek Z1.4. Nośność dla nasypów dla kategorii ruchu KR1-KR2**

****

**Rysunek Z1.5. Nośność dla wykopów i nasypów dla kategorii ruchu KR3-KR4**

****

**Rysunek Z1.6. Nośność dla wykopów dla kategorii ruchu KR5-KR7**

****

1. (b) (c)

**Rysunek Z1.7. Nośność dla nasypów dla kategorii ruchu KR5-KR7**

# ZAŁĄCZNIK 2

**METODY WYKONANIA BADAŃ KONTROLNYCH W ROBOTACH ZIEMNYCH**

**Z2.A OZNACZANIE WILGOTNOŚCI OPTYMALNEJ I MAKSYMALNEJ GĘSTOSCI OBJĘTOŚCIOWEJ SZKIELETU (BADANIE PROCTORA)**

**Z2.B OZNACZANIE WSKAŹNIKA ZAGĘSZCZENIA**

**Z2.C OZNACZANIE MODUŁU ODKSZTAŁCENIA PODŁOŻA PRZEZ OBCIĄŻENIE PŁYTĄ (POD OBCIĄŻENIEM STATYCZNYM)**

**Z2.D OZNACZANIE MODUŁU ODKSZTAŁCENIA PODŁOŻA POD OBCIĄŻENIEM DYNAMICZNYM LEKKĄ PŁYTĄ LPD**

**Z2.E OZNACZANIE WSKAŹNIKA NOŚNOŚCI CBR I PĘCZNIENIA LINIOWEGO**

**Z2.F OZNACZANIE WSKAŹNIKA PIASKOWEGO**

**Z2.G OZNACZANIE WILGOTNOŚCI**

**Z2.H OZNACZANIE UZIARNIENIA**

**Z2.I OZNACZANIE GRANICY PLASTYCZNOŚCI WP I GRANICY PŁYNNOSCI WL**

**Z2.J OZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA WODOPRZEPUSZCZALNOŚCI k**

**Z2.K OZNACZANIE ZAWARTOŚCI SUBSATNCJI ORGANICZNYCH**

**Z2.L POŚREDNIE OZNACZANIE WSKAŹNIKA ZAGĘSZCZENIA NA PODSTAWIE STOPNIA ZAGĘSZCZENIA OKREŚLONEGO W BADANIU SONDĄ DYNAMICZNĄ**

|  |
| --- |
| **UWAGA:**  **Uwzględniając zróżnicowanie gruntów i materiałów, które mogą być zastosowane w robotach ziemnych kontrola właściwości może być oparta o zastosowanie metod badań określonych w odniesieniu do gruntów, kruszyw lub do mieszanek. Metoda badania określonej właściwości konkretnego gruntu/materiału zostanie wybrana na podstawie Załącznika 2 i przedstawiona przez Wykonawcę do akceptacji Inżyniera/Inspektora nadzoru.**  **Dopuszcza się stosowanie innych metod kontroli niż wskazane w niniejszych WWiORB pod warunkiem spełnienia warunków określonych w punkcie 6.1.3. niniejszych WWiORB.** |

**Z2.A OZNACZANIE WILGOTNOŚCI OPTYMALNEJ I MAKSYMALNEJ GĘSTOSCI OBJĘTOŚCIOWEJ SZKIELETU (BADANIE PROCTORA)**

Procedura badania wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntów zawarta jest w normie PN-B-04481 w punkcie 8.

Procedura badania wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętości szkieletu mieszanek kruszyw zawarta jest w normie PN-EN 13286-2.

W oznaczeniu wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntów   
i mieszanek kruszyw oraz wartości wskaźnika zagęszczenia Is należy stosować badanie Proctora   
i energię zagęszczania dobraną odpowiednio do stosowanej metody badawczej.

**Z2.B OZNACZANIE WSKAŹNIKA ZAGĘSZCZENIA**

Procedura oznaczania wskaźnika zagęszczenia Is zawarta jest w normie BN-77/8931-12 i stanowi metodę referencyjną. Maksymalną gęstość objętościową szkieletu należy określić według procedury wskazanej w załączniku Z2.A.

**Z2.C OZNACZANIE MODUŁU ODKSZTAŁCENIA PODŁOŻA PRZEZ OBCIĄŻENIE PŁYTĄ (POD OBCIĄŻENIEM STATYCZNYM)**

Procedura oznaczania modułu odkształcenia podłoża z zastosowaniem płyty obciążonej statycznie zawarta jest w załączniku B do normy PN-S-02205.

Oznaczenie modułu odkształcenia odnosi się do nośności warstwy w chwili przeprowadzenia badania. Wartość modułu można uznać za miarodajną w odniesieniu do kryteriów określonych   
w WWiORB, jeżeli wilgotność gruntu/materiału warstwy w czasie badania nie jest wyższa od wilgotności jaką miał on w czasie zagęszczania oraz jest od niej niższa nie więcej niż o 2%.   
W przypadku badania warstwy o wilgotności poza wymienionym przedziałem należy wprowadzić odpowiednie współczynniki korygujące wartość modułu.

W przypadku badań kontrolnych wykonywanych przez Laboratorium Zamawiającego oznaczenie wilgotności gruntu/materiału warstwy pomija się. Za miarodajne uznaje się wartości modułów określone w momencie badania kontrolnego.

**Z2.D OZNACZANIE MODUŁU ODKSZTAŁCENIA PODŁOŻA POD OBCIĄŻENIEM DYNAMICZNYM LEKKĄ PŁYTĄ (LPD).**

Badanie Lekką Płytą Dynamiczną (LPD) można stosować wyłącznie w kontroli warstw wykonanych z gruntów i materiałów niespoistych. Należy stosować płytę o średnicy 30 cm. Stosowanie płyty o innej średnicy jest możliwe pod warunkiem spełnienia warunków określonych w punkcie 6.1.3. niniejszych WWiORB.

Głębokość oddziaływania LPD jest równa średnicy płyty. Oznacza to, że w przypadku stosowania płyty o średnicy 30 cm nie należy poddawać badaniu warstw grubszych niż 30 cm. W przypadku badania warstw cieńszych niż średnica płyty należy wykluczyć możliwość wpływu warstwy leżącej niżej na wynik oznaczenia.

Oznaczenie modułu odkształcenia odnosi się do nośności warstwy w chwili przeprowadzenia badania. Wartość modułu można uznać za miarodajną w odniesieniu do kryteriów określonych   
w WWiORB, jeżeli wilgotność gruntu/materiału warstwy w czasie badania nie jest wyższa od wilgotności jaką miał on w czasie zagęszczania oraz jest od niej niższa nie więcej niż o 2%. W przypadku badania warstwy o wilgotności poza wymienionym przedziałem należy wprowadzić odpowiednie współczynniki korygujące wartość modułu.

W przypadku badań kontrolnych wykonywanych przez Laboratorium Zamawiającego oznaczenie wilgotności gruntu/materiału warstwy pomija się. Za miarodajne uznaje się wartości modułów określone w momencie badania kontrolnego.

Stosowane urządzenie musi mieć ważny dokument certyfikacji. Uwzględniając zróżnicowanie konstrukcyjne urządzeń pomiarowych, określanych jako Lekka Płyta Dynamiczna (LPD) w kontroli warstwy należy stosować jeden typ urządzenia. Należy ściśle przestrzegać procedury oznaczania modułu odkształcenia podłoża pod obciążeniem dynamicznym, określonej przez producenta w instrukcji stosowania urządzenia.

Badanie LPD może być wykorzystane jako pośrednia metoda oceny zagęszczenia i/lub nośności warstwy na podstawie zaakceptowanych przez Inżyniera/Inspektora nadzoru korelacji wartości dynamicznego modułu odkształcenia Evd z wartościami wskaźnika zagęszczenia Is i/lub wtórnego modułu odkształcenia E2

**Z2.E OZNACZANIE WSKAŹNIKA NOŚNOŚCI CBR I PĘCZNIENIA LINIOWEGO**

Procedura badania wskaźnika nośności CBR i pęcznienia liniowego gruntów zawarta jest   
w załączniku A do normy PN-S-02205.

Procedura badania wskaźnika nośności CBR i pęcznienia liniowego mieszanek kruszyw zawarta jest w normie PN-EN 13286-47. Wilgotność materiału do uformowania próbek należy określić według zasady podanej w załączniku A do normy PN-S-02205. W czasie pomiaru pęcznienia próbkę należy nasycać wodą przez 4 doby. Projektant określi jakie obciążenie zastosować na czas pęcznienia próbki.

**Z2.F OZNACZANIE WSKAŹNIKA PIASKOWEGO**

Procedura oznaczenia oznaczania wskaźnika piaskowego gruntów WP zawarta jest w normie   
BN-64/8931-01.

Możliwe jest zastosowanie do gruntów badania wskaźnika piaskowego SE4 według normy PN-EN 933-8, odnoszącej się do kruszyw, pod warunkiem określenia kryterium oceny wyniku oznaczenia dla nowej normy.

Procedura oznaczenia wskaźnika piaskowego kruszyw (mieszanek kruszyw) zawarta jest   
w normie PN-EN 933-8. Należy stosować badanie wskaźnika piaskowego SE4.

**Z2.G OZNACZANIE WILGOTNOŚCI**

Procedura oznaczenia wilgotności gruntów zawarta jest w normie PN-B-04481(metoda referencyjna) lub w PN-EN ISO 17892-1. Procedura oznaczenia wilgotności mieszanek kruszyw zawarta jest w normie PN-EN 1097-5.

**Z2.H OZNACZANIE UZIARNIENIA**

Procedura oznaczenia uziarnienia gruntów zawarta jest w normie PN-88/B-04481 (metoda referencyjna) lub w PN-EN ISO 17892-4. Procedura oznaczenia uziarnienia mieszanek kruszyw zawarta jest w normie PN-EN 933-1.

**Z2.I OZNACZANIE GRANICY PLASTYCZNOŚCI WP I GRANICY PŁYNNOSCI WL.**

Procedura oznaczenia granicy plastyczności WP i granicy płynności WL (granice Atterberga) gruntów drobnoziarnistych (spoistych) jest określona w normie PN-B-04481(metoda referencyjna) lub w PN-EN ISO 17892-12.

Na podstawie wartości granicy plastyczności WP i granicy płynności WL określa się wskaźnik plastyczności IP = WL – WP, charakteryzujący plastyczność (spoistość) gruntu.

**Z2.J OZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA FILTRACJI k**

W przypadku stosowania kryteriów odnoszących się do wartości współczynnika filtracji k, określonych według metody zawartej w normie PN-55/B-04492, należy stosować procedurę badania próbek i oznaczenia współczynnika filtracji k, określoną w tej normie. Badanie należy przeprowadzić przy wartości wskaźnika zagęszczenia równej minimalnym wymaganiom warunków kontraktowych dla miejsca wbudowania badanego materiału.

Na etapie badań akceptacyjnych współczynnik filtracji należy określić metodami laboratoryjnymi, natomiast na etapie badań kontrolnych się pośrednią metodę oceny właściwości filtracyjnych gruntów gruboziarnistych   
(wg klasyfikacji PN-EN ISO 14688-2) na podstawie obliczenia współczynnika filtracji k   
z zastosowaniem wzoru empirycznego USBSC (amerykańskiego) – dla gruntów niespoistych (piasków drobno- i średnioziarnistych) o średnicy miarodajnej 0,01 mm≤d20≤2,0 mm i temperatury wody 10oC:

gdzie:

k współczynnik filtracji [m/s]

d20 średnica zastępcza [mm], odpowiadająca zawartości 20% ziaren na krzywej uziarnienia gruntu.

W przypadku gruntów niespoistych (piasków i żwirów) o średnicy miarodajnej   
2,0 mm<d20≤5,0 mm (poza zakresem stosowalności wzoru USBSC) dopuszcza się stosowanie wzoru Slichtera:

gdzie:

k współczynnik filtracji [m/d]

d10 średnica zastępcza [mm], odpowiadająca zawartości 10% ziaren na krzywej uziarnienia gruntu

ƞ współczynnik lepkości dynamicznej - ƞ = 0,0131 dla temperatury wody 10oC

*m* współczynnik liczbowy zależny od porowatości gruntu.

Porowatość gruntu należy obliczyć na podstawie wzoru wg normy PN-B 02481:1998, przyjmując parametry gruntu z badania Proctora wg metody badawczej określonej w Załączniku Z2.A:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | m | n | m | n | m |
| 0,26 | 0,01187 | 0,34 | 0,02878 | 0,42 | 0,05789 |
| 0,27 | 0,01350 | 0,35 | 0,03163 | 0,43 | 0,06267 |
| 0,28 | 0,01517 | 0,36 | 0,03473 | 0,44 | 0,06776 |
| 0,29 | 0,01694 | 0,37 | 0,03808 | 0,45 | 0,07295 |
| 0,30 | 0,01905 | 0,38 | 0,04154 | 0,46 | 0,07838 |
| 0,31 | 0,02122 | 0,39 | 0,04254 | 0,47 | 0,08455 |
| 0,32 | 0,02356 | 0,40 | 0,04922 |  |  |
| 0,33 | 0,02601 | 0,41 | 0,05339 |  |  |

Stosowanie w badaniu próbek gruntów procedury oznaczenia współczynnika filtracji k, zawartej   
w normie PN-EN ISO 17892-11 wymaga stosowania wymagań określonych w odniesieniu   
do tej metody badania. Możliwe jest zweryfikowanie lub potwierdzenia kryterium oceny określonego na podstawie badania według normy PN-55/B-04492.

W przypadkach wątpliwych należy wykonać badanie metodami laboratoryjnymi wg normy: PN-55/B-04492 lub PN-EN ISO 17892-11. Za zgodą Inżyniera/Inspektora Nadzoru dopuszcza się ocenę grubookruchowych materiałów/gruntów/ kruszyw na frakcji 0/31,5 mm (po odsianiu nadziarna) wg normy PN-EN ISO 17892-11.

**Z2.K OZNACZANIE ZAWARTOŚCI SUBSTANCJI ORGANICZNYCH**

Procedura oznaczenia zawartości substancji organicznych zawarta jest w normie PN-B-04481:1988 lub w normie PN-EN 1744-1. Metodą referencyjną jest procedura zawarta   
w normie PN-B-04481:1988

**Z2.L POŚREDNIE OZNACZANIE WSKAŹNIKA ZAGĘSZCZENIA NA PODSTAWIE STOPNIA ZAGĘSZCZENIA OKREŚLONEGO W BADANIU SONDĄ DYNAMICZNĄ**

Do dodatkowej kontroli zagęszczenia nasypów wykonanych z gruntów niespoistych można stosować sondy dynamiczne. Procedura wykonywania badania sondą dynamiczną zawarta jest w normie PN-B-04452. Orientacyjną wartość wskaźnika zagęszczenia IS można określić na podstawie zależności korelacyjnej:

gdzie:

ID stopień zagęszczenia gruntów niespoistych wyznaczony w oparciu o liczbę uderzeń młota (NK) potrzebną do zagłębienia końcówki o 0,1 m (sondy DPL, DPM, DPH), 0,2 m (DPSH)   
na podstawie wzorów:

DPL ID = 0,071+0,429 lg NK

DPM ID = 0,176+0,431 lg NK

DPH ID = 0,271+0,441 lg NK

DPSH ID = 0,196+0,441 lg NK

Wyniki sondowania należy interpretować dopiero poniżej głębokości krytycznej (tc) wynoszącej dla sondy DPL tc=0,6 m, dla sond DPM oraz DPH tc=1,0 m, dla sondy DPSH tc=1,5 m.

**Z2.M Procedura korelacyjna**

Celem procedury jest ustalenie korelacji między dynamicznym modułem odkształcenia Evd, a wtórnym modułem odkształcenia E2 oraz wskaźnikiem odkształcenia Io zagęszczonej warstwy nasypu i dopuszczenie do stosowania lekkiej płyty dynamicznej do oceny nośności i zagęszczenia przy badaniach odbiorowych.

Badania należy wykonać na poletku doświadczalnym min. 500 m2, w przypadku jeżeli nie będzie to możliwe (krótkie i wąskie odcinki, drogi lokalne, remonty) wielkość odcinka testowego powinna być ustalona indywidualnie Ze względu na ograniczenia czasowe (badania powinny być wykonane w tym samym dniu przy możliwie zbliżonych warunkach) oraz konieczność zastosowania przeciwwagi do wykonania badań płytą VSS należy wyznaczyć min. 6 punktów badawczych wg schematu:

**VSS**

**VSS**

**VSS**

**VSS**

**VSS**

**VSS**

- Badanie płytą VSS

**VSS**

- Badanie płytą dynamiczną

Rys. Z2.M.1. Przykładowy schemat ustawienia punktów badawczych.

W każdej lokalizacji należy wykonać oznaczenie:

* wtórnego modułu odkształcenia E2 oraz wskaźnika odkształcenia Io płytą VSS;
* 6 pomiarów dynamicznego modułu odkształcenia Evd płytą dynamiczną wokół wyznaczonego punktu, za wynik badania należy przyjąć średnią arytmetyczną z 6 pomiarów.

Jeżeli jeden z modułów Evd różni się znacząco (>20% od średniej arytmetycznej z pozostałych 5 pomiarów) można go odrzucić i przyjąć średnią z 5 pomiarów.

Wyniki badań wtórnego modułu E2 oraz wskaźnika odkształcenia Io służące do opracowania korelacji muszą spełniać wymagania określone w WWiORB. W przypadku uzyskania negatywnych wyników oznaczeń należy ponownie przygotować poletko próbne i przeprowadzić pomiary.

Po zakończonych badaniach polowych, należy sporządzić zestawienie tabelaryczne oraz graficzne uzyskanych wyników badań (wykres zależności dynamicznego modułu odkształcenia Evd do wskaźnika odkształcenia Io oraz wykres zależności dynamicznego modułu odkształcenia Evd do wtórnego modułu odkształcenia E2), wyznaczyć linię trendu i wyznaczyć wartość współczynnika korelacji, który będzie podstawą akceptacji ustalonej współzależności.

1. Badanie uzupełniające [↑](#footnote-ref-1)
2. *wg PN-S-02205: żwiry, pospółki, piaski* [↑](#footnote-ref-2)
3. *wg PN-S-02205:pyły, gliny, gliny pylaste, gliny zwięzłe, iły* [↑](#footnote-ref-3)
4. *wg PN-S-02205:żwiry gliniaste, pospółki gliniaste, pyły piaszczyste, piaski gliniaste, gliny piaszczyste, gliny piaszczyste zwięzłe* [↑](#footnote-ref-4)
5. *wg* *PN-S-02205: narzuty kamienne, rumosze* [↑](#footnote-ref-5)