

## **D-02.03.01. Wykonanie nasypów**

### **1. Wstęp**

Przedmiotem niniejszych Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania dla robót związanych z wykonaniem nasypów, które zostaną zrealizowane w ramach zadania „Wykonanie dokumentacji projektowej na budowę skrzyżowania wielopoziomowego linii kolejowej z przejściem pod linią kolejową w km 41,740 linii kolejowej nr 3 Warszawa-Kunowice, w ciągu drogi powiatowej nr 3837W w Teresinie” z udziałem finansowym PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w ramach projektu inwestycyjnego POLiŚ 5.1-35 pn. „Poprawa bezpieczeństwa na skrzyżowaniach linii kolejowych z drogami - Etap III”.

Poziom niwelety robót ziemnych pokrywa się ze spodem konstrukcji nawierzchni.

Spód konstrukcji nawierzchni, jest to spód jej najniższej warstwy, tj. warstwy mrozochronnej i/lub podbudowy pomocniczej spoczywającej na podłożu gruntowym lub na warstwie ulepszanego podłoża.

### **2. Materiały**

#### **2.1 Przydatność gruntów i materiałów do budowy nasypów**

Dopuszcza się wykonanie nasypów wyłącznie z gruntów i materiałów przydatnych do tego celu tzn. takich, które spełniają szczegółowe wymagania określone w tabeli 1 zamieszczonej w D-02.00.00. oraz PN-S-02205:1998 p.2.8 i są zaakceptowane przez Inżyniera.

Górna warstwa nasypu o grubości co najmniej 0,5m powinna być wykonana z materiału niewysadzinowego o współczynniku filtracji niemniejszym niż  $k_{10} \geq 6 \times 10^{-5}$  m/s i wskaźniku różnoziarnistości  $U \geq 3,5$ . Materiały do budowy nasypów muszą być zaakceptowane przez Inżyniera. Jeżeli Wykonawca nie dysponuje gruntem o takich właściwościach, Inżynier może wyrazić zgodę na ulepszenie górnej warstwy nasypu poprzez stabilizację cementem, wapnem itp. (minimalna grubość ulepszenia wynosi 40 cm).

Wykonawca jest odpowiedzialny za wbudowanie gruntów przydatnych z dokopu/ukopu w nasyp.

### **3. Sprzęt**

Wybór sprzętu do wykonania robót związanych z wykonaniem nasypów należy do Wykonawcy. Jakikolwiek sprzęt, nie gwarantujący spełnienia wymagań jakościowych robót i bezpieczeństwa zostanie przez Inżyniera zdyskwalifikowany i niedopuszczony do wykonywania prac. Wykonawca przystępujący do wykonania robót ziemnych powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu do:

- odspajania i wydobywania gruntów
- jednoczesnego wydobywania i przemieszczania gruntów (spycharki, zgarniarki, równiarki, itp.), transportu mas ziemnych (samochody wywrotki, samochody skrzyniowe, itp.),
- sprzętu zagęszczającego (walce, ubijaki, płyty wibracyjne itp.),
- sprzętu do wykonania ewentualnego ulepszenia podłoża gruntowego.

### **4. Transport**

Dobór środków transportowych oraz metod transportu powinien być dostosowany do kategorii gruntu, jego objętości, wydajności sprzętu stosowanego do jego urabiania i wbudowywania, technologii odspajania i załadunku oraz odległości transportu. Transport wyrobów oraz materiałów przeznaczonych do wbudowania i wykonania robót nie mogą powodować zanieczyszczenia materiałów i wyrobów, a także obniżenia ich jakości lub uszkodzeń. Wybór środków transportu należy do Wykonawcy.

Materiały transportowane luzem należy przewozić pojazdami wyposażonymi w plandeki.

Materiały sypkie powinny być przewożone w sposób zabezpieczający przed pyleniem i zanieczyszczeniem środowiska.

### **5. Wykonanie nasypów**

#### **5.1 Przygotowanie podłoża w obrębie podstawy nasypów**

Wykonawca przy użyciu widocznych palików wyznaczy zarysy skarp nasypów.

#### **5.2 Odwodnienie pasa robót ziemnych**

Ogólne zasady odwodnienia pasa robót ziemnych podano w STWiORB D-02.00.00. „Roboty ziemne”.

### 5.3 Ogólne zasady wykonania robót

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

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

- w miejscach zalegania w podłożu gruntów słabonośnych Wykonawca zobowiązany jest zaprojektować wzmocnienie podłoża pod nasyp. Podstawą wyboru metody wzmocniania podłoża jest szczegółowe jego rozpoznanie, które powinno być dostosowane do lokalnych warunków wzmocnianego obiektu oraz do potrzeb związanych z przewidywaną metodą wzmocnienia. Projekt wzmocnienia podłoża powinien być poparty stosownymi obliczeniami, oraz przedstawiony do akceptacji IK.
- grunt przewieziony w miejsce wbudowania musi być bezzwłocznie wbudowany w nasyp i zagęszczony. Inżynier może dopuścić czasowe składowanie gruntu pod warunkiem jego zabezpieczenia przed nadmiernym zawilgoceniem.
- jeżeli pochylenie poprzeczne terenu w stosunku do osi nasypu jest większe niż 1:5 należy dla zabezpieczenia przed zsuwaniem się nasypu wykonać w zboczu stopnie zgodnie z PN-S-02205:1998;
- nasypy należy wykonywać metodą warstwową z gruntów przydatnych do budowy nasypów. Nasypy powinny być wznoszone równomiernie na całej szerokości.
- grubość warstwy w stanie luźnym powinna być odpowiednio dobrana w zależności od rodzaju gruntu i sprzętu używanego do zagęszczania. Przystąpienie do układania kolejnej warstwy nasypu może nastąpić dopiero po stwierdzeniu przez Inżyniera prawidłowego wykonania warstwy poprzedniej (oraz odbiorze tej warstwy).

Grubość warstwy zagęszczonego gruntu oraz wybór sprzętu i liczba przejazdów sprzętu zagęszczającego powinna być ustalona przez Wykonawcę doświadczalnie przed przystąpieniem do wykonywania nasypów.

- grunty o różnych właściwościach należy układać w oddzielnych warstwach. Grunty spoiste należy wbudowywać w dolne (pod warunkiem zachowania zastrzeżeń tab.1 zawartej w STWiORB D-02.00.00), a grunty niespoiste w górne warstwy nasypu.
- dopuszcza się także metodę „sandwich” (przemienne warstwy gruntu spoistego i niespoistego).
- warstwy gruntu przepuszczalnego należy układać poziomo, a warstwy gruntu mało przepuszczalnego (o współczynniku filtracji  $k_{10} \geq 6 \times 10^{-5}$  m/s) ze spadkiem górnej powierzchni około 4% ( $\pm 1\%$ ). Kiedy nasyp jest budowany w terenie płaskim spadek powinien być obustronny, gdy nasyp jest budowany na zboczu spadek powinien być jednostronny, zgodny z jego pochyleniem. Ukształtowanie powierzchni warstwy powinno uniemożliwiać lokalne gromadzenie się wody.
- na każdym etapie wykonania nasypów należy zagwarantować odpowiednie odwodnienie terenu robót.
- w przypadku nasypów wyższych niż 3m należy przewidzieć zabezpieczenie skarp przed rozmywaniem i erozją poprzez zastosowanie: geosyntetyków, prefabrykatów itp. Projekt zabezpieczenia skarp należy przedstawić do akceptacji IK.
- przy poszerzeniu istniejącego nasypu należy wykonywać w jego skarpie stopnie o szerokości 1,0m i wysokości dostosowanej do zagęszczonej warstwy. Spadek górnej powierzchni stopni powinien wynosić 4%  $\pm 1\%$  w kierunku zgodnym z pochyleniem skarpy. Wycięcie stopni obowiązuje zawsze przy wykonywaniu styku dwóch przyległych części nasypu, wykonanych z gruntów o różnych właściwościach lub w różnym czasie.

#### 5.3.1 Zagęszczenie gruntu i nośność w-nasypach

Zarówno podłoża nasypu jak i każda kolejna wykonana warstwa powinny spełniać wymagania dotyczące zagęszczenia  $I_s$  i nośności wyrażonej przy pomocy modułu odkształcenia  $E_2$  zgodnie z wartościami podanymi w tabeli 1 i rysunku 1. Jeżeli wskaźnik zagęszczenia  $I_s$  nie może być określony metodami bezpośrednimi ze względu na rodzaj gruntu, należy określić zagęszczenie metodą obciążeń płytowych poprzez wskaźnik odkształcenia  $I_o$ .

Wskaźnik odkształcenia  $I_o$  nie powinien być większy niż:

- dla żwirów, pospółek i piasków:
  - 2,2 przy wymaganej wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_s \geq 1.0$
  - 2,5 przy wymaganej wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_s < 1.0$

- dla gruntów drobnoziarnistych o równomiernym uziarnieniu (pyłów, glin, glin ilastych, glin zwięzłych) - 2,0
- dla gruntów różnoziarnistych (żwirów gliniastych, pospólek gliniastych, pyłów piaszczystych, piasków gliniastych, glin piaszczystych, glin piaszczystych zwięzłych) - 3,0
- dla narzutów kamiennych, rumoszy - 4,0
- dla gruntów antropogenicznych - na podstawie badań poligonowych.

Wymagane jest sprawdzenie:

- W podłożu nasypu –  $I_s$ ,  $E_2$  ( $I_s$  do głębokości 0,2 metra od powierzchni terenu.)
- W kolejnych warstwach nasypu –  $I_s$ ,  $E_2$  ( $E_2$  w miejscach wątpliwych i wskazanych przez Nadzór)
- Na warstwie leżącej poniżej ulepszanego podłoża (jeżeli taka warstwa występuje) –  $I_s$ ,  $E_2$
- Na podłożu gruntowym nawierzchni (ostatnia warstwa nasypu, która może być warstwą ulepszanego podłoża) –  $I_s$ ,  $E_2$

Jeżeli wartość wskaźnika zagęszczenia nie może być osiągnięta przez bezpośrednie zagęszczenie, to należy podjąć działania w celu ulepszenia warstwy, umożliwiające uzyskanie wymaganych wartości wskaźnika zagęszczenia i modułu odkształcenia. Sposób doprowadzenia warstwy do odpowiednich wymagań inny niż dogęszczenie, Wykonawca ma obowiązek uzgodnić z Inżynierem.

Warstwy należy układać z odpowiednim poszerzeniem koniecznym do prawidłowego zagęszczenia warstw kolejnych. Zagęszczenie należy wykonywać od krawędzi nasypu w kierunku jego osi.

Tabela 1. Minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  gruntu w nasypach i podłożu nasypów do głębokości 0,5 m od powierzchni terenu

Strefa nasypu pod powierzchnią (niweletą) robót ziemnych	KR1 – KR2, zjazdy, chodniki, ścieżki rowerowe, ciągi pieszojezdne	KR3 – KR4
do głębokości równej grubości górnej warstwy nasypu lub równej grubości warstwy ulepszanego podłoża o ile występuje	1,00	1,00
niżej do głębokości 1,2 m	0,97	1,00
1,2 m – 2,0 m	0,95	0,97–
Poniżej 2,0 m	0,95	0,97

Częstotliwość badań wskaźnika zagęszczenia i nośności nasypu należy wykonać zgodnie z pkt 6.2.4. Jeżeli badania kontrolne wykażą, że zagęszczenie warstwy nie jest wystarczające, to Wykonawca powinien spulchnić warstwę, doprowadzić grunt do wilgotności optymalnej i powtórnie zagęścić. Jeżeli powtórne zagęszczenie nie spowoduje uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia Wykonawca powinien usunąć warstwę i wbudować nowy materiał, o ile Inżynier nie zezwoli na ponowienie próby prawidłowego zagęszczenia warstwy.

### 5.3.2 Wykonanie nasypów w okresie deszczów

Nie zezwala się na wbudowanie gruntów przewilgoconych, których stan uniemożliwia osiągnięcie wymaganego wskaźnika zagęszczenia. Na warstwie gruntu spoistego, uplastycznionego na skutek nadmiernego zawilgocenia, przed jej osuszeniem i powtórным zagęszczeniem nie wolno układać następnej warstwy gruntu.

### 5.3.3 Wykonanie nasypów w okresie mrozów

Niedopuszczalne jest wykonywanie nasypów w temperaturze, przy której nie jest możliwe osiągnięcie w nasypie wymaganego wskaźnika zagęszczenia gruntów. Nie dopuszcza się wbudowania w nasyp gruntów zamarzniętych lub gruntów przemieszanych ze śniegiem lub lodem. W czasie dużych opadów śniegu wykonywanie nasypów powinno być przerwane. Przed wznowieniem prac należy usunąć śnieg z powierzchni wznoszonego nasypu. Jeżeli warstwa niezagęszczonego gruntu spoistego zamarzła to nie należy jej zagęszczać przed rozmarznieniem ani układać na niej następnych warstw. Po okresie zimowym przed wznowieniem prac konieczne jest ponowne wykonanie badań dla warstwy niezakrytej.

#### **5.4 Grunty z dokopu**

Miejsca dokopów zostaną wybrane przez Wykonawcę i muszą być zaakceptowane przez Inżyniera. Dokopy muszą mieć wszelkie wymagane prawem zezwolenia na eksploatację a po zakończeniu robót należy przeprowadzić rekultywację terenu zgodnie z zezwoleniem na eksploatację. Wykonawca jest odpowiedzialny za wbudowanie gruntów przydatnych w nasyp.

Pozyskiwanie gruntu z dokopu może rozpocząć dopiero po uzyskaniu akceptacji IK.

#### **5.5 Odkłady**

Miejsce odkładu ma zapewnić Wykonawca i musi ono być zaakceptowane przez Inżyniera.

### **6. Kontrola jakości robót**

#### **6.1 Sprawdzenie wykonania dokopu**

Sprawdzenie wykonania dokopu polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w pkt. 5.4. W czasie kontroli należy zwrócić szczególną uwagę na sprawdzenie zgodności rodzaju gruntu z określonym w dokumentacji projektowej.

#### **6.2 Sprawdzenie jakości wykonania nasypów**

##### **6.2.1 Rodzaje pomiarów i badań**

Sprawdzenie jakości wykonania nasypów polega na kontrolowaniu zgodności z wymaganiami określonymi w niniejszej specyfikacji i w dokumentacji projektowej. W czasie kontroli szczególną uwagę należy zwrócić na:

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

Dopuszczalne tolerancje wykonania nasypów powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w STWiORB D-02.00.00.

##### **6.2.2 Badania przydatności gruntów do budowy nasypów**

Badania powinny być przeprowadzane na próbkach pobranych z każdej partii przeznaczonej do wbudowania w korpus ziemny, pochodzącej z nowego źródła, jednak nie rzadziej niż raz na 5000m<sup>3</sup> robót ziemnych. Każde badanie powinno określać:

- skład granulometryczny, wg PN-B-04481,
- zawartość części organicznych wg PN-B-04481,
- wilgotność naturalną, wg PN-B-04481,
- wilgotność optymalną i maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego, wg PN-B-04481,
- kapilarność bierną wg PN-B-04493 (dla gruntów niespoistych),
- wskaźnik filtracji wg BN-76/8950-03 dla gruntów przeznaczonych do wbudowania w górną warstwę nasypu,
- wskaźnik piaskowy gruntu wg BN-64/8931-01,
- granice płynności i plastyczności wg PN-B-04481 (dla gruntów spoistych).

Wszystkie wyniki badań powinny być zgodne z normą PN-S-02205:1998 oraz wymaganiami niniejszego STWiORB.

##### **6.2.3 Prawidłowość wykonania poszczególnych warstw**

Kontrola polega na:

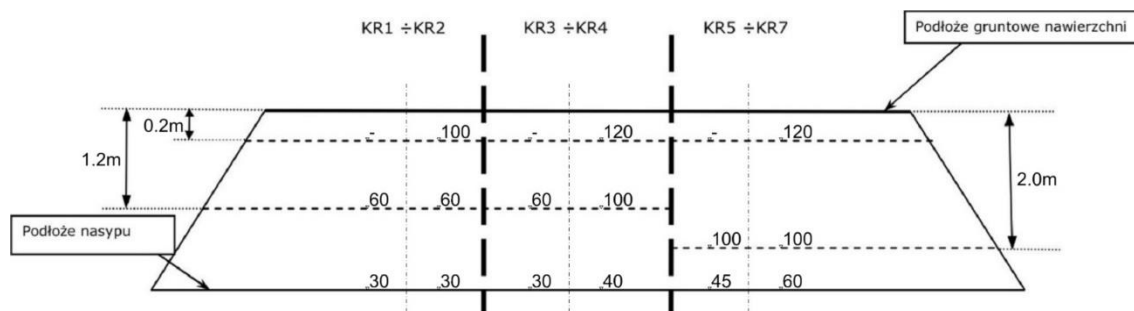
- prawidłowości rozmieszczenia gruntów o różnych właściwościach w nasypie,
- odwodnienia każdej warstwy,
- grubości każdej warstwy; badania należy prowadzić nie rzadziej niż jeden raz na 1000m<sup>2</sup> warstwy (pomiar geodezyjny),
- nadania spadków warstwom z gruntów spoistych,
- przestrzegania ograniczeń dotyczących wbudowania gruntów w okresie deszczów i mrozów.

##### **6.2.4 Badanie zagęszczenia i nośności nasypu oraz podłoża nasypu**

Sprawdzenie polega na skontrolowaniu zgodności wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  (lub  $I_o$ ) oraz modułu odkształcenia  $E_2$  z częstotliwościami:

- wskaźnik zagęszczenia należy określać min jeden raz na 1000m<sup>2</sup> (dla każdej warstwy), dodatkowo w miejscach wątpliwych i wskazanych przez Inżyniera
- wtórny moduł  $E_2$  należy określać z częstotliwością jedno badanie na 2000m<sup>2</sup> wbudowanej warstwy, zgodnie z w pkt.5.3.1 a także w miejscach wątpliwych i wskazanych przez Inżyniera.

Wyniki badań powinny być zgodne z rysunkiem 1



Rysunek 1 Wartości wymagane w nasypach: wtórny moduł odkształcenia  $E_2$  (MPa)

Prawidłowość zagęszczenia konkretnej warstwy nasypu lub podłoża pod nasypem powinna być potwierdzona przez Inżyniera wpisem w Dzienniku Budowy.

### 6.2.5 Pomiary kształtu nasypu

Pomiary kształtu nasypu obejmują kontrole:

- prawidłowości wykonania skarp,
- szerokości korony korpusu.

Sprawdzenie prawidłowości wykonania skarp polega na skontrolowaniu zgodności z wymaganiami dotyczącymi pochyłości i dokładności wykonania skarp. Sprawdzenie szerokości korony korpusu polega na porównaniu szerokości korony korpusu na poziomie wykonywanej warstwy gruntu z szerokością wynikającą z wymiarów geometrycznych korpusu projektowanego.

### 6.2.6 Dokładność wykonania robót

Zgodnie z tabelą 3 zawartą w STWiORB 02.00.00.

## 7. Obmiar robót

### 7.1 Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

### 7.2 Obmiar robót ziemnych

Jednostką obmiarową jest m<sup>3</sup> (metr sześcienny).

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

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

Objętość odkładu będzie określona w metrach sześciennych na podstawie obmiaru jako różnica objętości wykopów, powiększonej o objętość ukopów i objętości nasypów, z uwzględnieniem spulchnienia gruntu i zastrzeżeń sformułowanych w punkcie 5.5.

## 8. Odbiór robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB D-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową i STWiORB, jeżeli wszystkie badania i pomiary wg pkt. 6 z uwzględnieniem tolerancji z PN-S-02205:1998 dały wyniki pozytywne.

## **9. Podstawa płatności**

### **9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D-M 00.00.00 pkt 9.

### **9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Cena wykonania 1 m<sup>3</sup> nasypów obejmuje:

prace pomiarowe, oznakowanie robót,

- pozyskanie gruntu z ukopu lub/i dokopu, j ego odspojenie i załadunek na środki transportowe,
- transport urobku z ukopu lub/i dokopu na miejsce wbudowania,
- wbudowanie dostarczonego gruntu w nasyp,
- zagęszczenie gruntu,
- profilowanie powierzchni nasypu, rowów i skarp,
- wyprofilowanie skarp ukopu i dokopu,
- rekultywację dokopu i terenu przyległego do drogi,
- odwodnienie terenu robót,
- wykonanie dróg dojazdowych na czas budowy, a następnie ich rozebranie,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w specyfikacji technicznej.

## **10. Przepisy związane**

1. PN-B-02480 Grunty budowlane. Określenia. Symbole. Podział i opis gruntów.
2. PN-B-02481 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole, symbole literowe i jednostki miar.
3. PN-B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
4. PN-B-04493 Grunty budowlane. Oznaczanie kapilarności biernej.
5. PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
6. BN-77/8931-12 Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
7. PN-B-04452 Geotechnika. Badania polowe.
8. PN-S-02204 Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg.
9. BN-64/8931-01 Drogi samochodowe, Oznaczenie wskaźnika piaskowego.
10. BN-76/8650-03 Obliczanie współczynnika filtracji gruntów niespoistych na podstawie uziarnienia i porowatości.
11. Wykonanie i odbiór robót ziemnych dla dróg szybkiego ruchu, IBDiM Warszawa 1978.
12. Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych, GDDP Warszawa 1998.
13. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, Warszawa 2014.
14. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych, Warszawa 2014.
15. Wytoczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym, IBDiM Warszawa 2002.
16. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dz.U. Nr 43 z dnia 14 maja 1999r z późniejszymi zmianami.