

## **D-04.04.02. PODBUDOWA Z KRUSZYWA ŁAMANEGO STABILIZOWANEGO MECHANICZNIE**

### **1. WSTĘP**

#### **1.1. Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie przy przebudowie ulicy Orlej w Pile.

#### **1.2. Zakres stosowania ST**

Szczegółowa specyfikacja techniczna (ST) jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

#### **1.3. Zakres robót objętych ST**

Roboty, których dotyczy ST, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie w związku z realizacją zadania wymienionego w p. 1.1

Zakres robót zgodnie z Dokumentacją Techniczną i przedmiarem robót.

#### **1.4. Określenia podstawowe**

Określenia podane w niniejszej ST są zgodne z normami związanymi, wytycznymi i określeniami podanymi w ST D-00.00.00. "Wymagania ogólne".

**Stabilizacja mechaniczna** - proces technologiczny polegający na odpowiednim zagęszczeniu kruszywa o właściwie dobranym uziarnieniu, przy wilgotności optymalnej.

#### **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót i ich zgodność z Dokumentacją Projektową, ST i poleceniami Inżyniera.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-00.00.00. "Wymagania ogólne".

## **2. MATERIAŁY**

Materiałem do wykonania podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie powinno być kruszywo łamane uzyskane w wyniku przekruszenia surowca skalnego. Kruszywo powinno być jednorodne, bez zanieczyszczeń obcych i bez domieszek gliny.

#### **2.1. Rodzaje stosowanych materiałów**

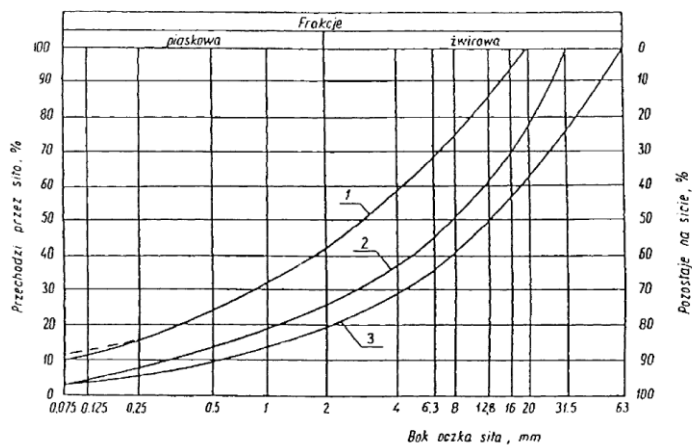
Do wykonania podbudowy należy stosować kruszywo łamane niesortowane o uziarnieniu 0-31,5 mm.

#### **Wymagania dla materiałów**

##### **2.2.1. Kruszywa**

Krzywa uziarnienia kruszywa powinna leżeć pomiędzy krzywymi granicznymi podanymi w tablicy 1.

Tablica 1. Krzywe graniczne uziarnienia kruszywa



Rysunek 1. Pole dobrego uziarnienia kruszyw przeznaczonych na podbudowy wykonywane metodą stabilizacji mechanicznej  
 1-2 kruszywo na podbudowę zasadniczą (górną warstwę) lub podbudowę jednowarstwową  
 1-3 kruszywo na podbudowę pomocniczą (dolną warstwę)

Kruszywo powinno spełniać wymagania podane w tablicy 2

Tablica 2. Wymagane właściwości kruszywa

Lp.	Wyszczególnienie właściwości	Wymagania
1.	Zawartość ziarn nieforemnych, %, nie więcej niż	40
2.	Ścieralność w bębnie Los Angeles a) ścieralność całkowita po pełnej liczbie ortów, nie więcej niż b) ścieralność po 1/5 pełnej liczby obrotów w stosunku do ubytku masy po pełnej liczbie obrotów, nie więcej niż	50 35
3.	Mrozoodporność ziaren większych od 2 mm po 25 cyklach zamrażania i odmrażania, ubytek ma nie większy niż	10
4.	Zawartość zanieczyszczeń obcych	brak
5.	Zawartość zanieczyszczeń organicznych	brak

### 2.2.2. Woda

Do zwilżania kruszywa należy stosować wodę czystą.

### 2.3. Źródła poboru materiałów

Wszystkie materiały użyte do budowy powinny pochodzić ze źródeł uzgodnionych i zatwierdzonych przez Inżyniera. Nie później niż 14 dni przed rozpoczęciem robót. Wykonawca powinien dostarczyć Inżynierowi wyniki badań laboratoryjnych łącznie z projektowaną krzywą uziarnienia.

## 3. SPRZĘT

Dobór sprzętu pod względem jakości i ilości powinien być zgodny z opracowanym przez Wykonawcę PZJ zaakceptowanym przez Inżyniera.

Do wykonania podbudów z kruszyw łamanymi stabilizowanymi należy stosować:

- mieszarki stacjonarne do wytwarzania mieszanki kruszyw, wyposażone w urządzenia dozujące wodę,
- układarki kruszyw,
- walce ogumione, walce stalowe gładkie wibracyjne lub statyczne.

## 4. TRANSPORT

Transport kruszywa powinien się odbywać w sposób przeciwdziałający jego zanieczyszczeniu i rozsegregowaniu.

Frakcje kruszywa łamanego pozostające na sicie o oczkach kwadratowych 4 mm powinny mieć nie mniej niż 75 % wagowo ziarn przekruszonych, posiadających więcej niż jedną przelamaną powierzchnię.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Przygotowanie podłoża

Podłoże pod warstwę podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie stanowi podłoże gruntowe zagęszczone do  $I_s = 0,98$  warstwa gruntu stabilizowanego cementem o wytrzymałości  $R_m = 2,5$  MPa - zgodnie z

Dokumentacją Projektową.

Jeżeli podłoże wykazuje jakiegokolwiek wady, to powinny być one usunięte według zasad zaakceptowanych przez Inżyniera. Podbudowa powinna być wytyczona w sposób umożliwiający jej wykonanie zgodnie z Dokumentacją Projektową. Ukształtowanie podbudowy powinno się odbywać według wcześniej przygotowanych i odpowiednio zamocowanych linek.

### 5.2. Wytwarzanie mieszanki kruszywa

Mieszankę kruszywa o uziarnieniu zgodnym z projektowaną krzywą uziarnienia i wilgotności optymalnej należy wytwarzać w mieszarkach stacjonarnych gwarantujących otrzymanie jednorodnej mieszanki. Ze względu na konieczność zapewnienia jednorodności materiału nie dopuszcza się do wytwarzania mieszanki przez mieszanie poszczególnych frakcji na drodze. Mieszanka po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w sposób przeciwdziałający segregacji i nadmiernemu wysychaniu.

### 5.3. Rozkładanie mieszanki kruszywa

Mieszankę kruszywa należy rozkładać dwoma warstwami o odpowiednich grubościach, aby jej ostateczna grubość była zgodna z Dokumentacją Projektową. Układana warstwa powinna być wyprofilowana i zagęszczona z zachowaniem wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. Rozpoczęcie budowy następnej warstwy może nastąpić po odbiorze przez Inżyniera poprzedniej.

#### 5.4. Zagęszczenie

Po końcowym wyprofilowaniu warstwy kruszywa należy przystąpić do jej zagęszczenia przez wałowanie. Jakiegokolwiek nierówności lub zagłębienia powstałe w czasie zagęszczenia powinny być wyrównane przez spalchnianie warstwy kruszywa i dodanie lub usunięcie materiału, aż do otrzymania równej powierzchni. Wałowanie powinno postępować stopniowo od dolnej do górnej krawędzi podbudowy. Kontrolę zagęszczenia ułożonej warstwy należy przeprowadzić metodą Proctora wg PN-88/B-04481 (metoda II).

##### 5.4.1. Nośność

Nośność należy sprawdzić jedną z podanych metod:

- metodą obciążeń płytowych
- metodą ugięć sprężystych za pomocą belki Benkelmana pod obciążonym kołem 57,5 kN

Wymagane wartości modułów i ugięć na powierzchni zagęszczonej masy podano w tablicy 3.

Tablica 3. Wymagane wartości ugięć i nośności warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie.

Lp.	Wyszczególnienie właściwości	Wymagania
1.	Minimalny moduł odkształcenia mierzony przy użyciu płyty o średnicy min. 30 cm, MPa - wtórny $E_2$ - stosunek modułów $E_2/E_1$	120 2.2
2.	Maksymalne ugięcie sprężyste pod kołem samochodu o obciążeniu 57,5 kN mierzone za pomocą belki Benkelmana, mm	0.7 mm

Sposób oznaczania modułów  $E_2$  i  $E_1$  dla podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie:

- a) obciążenie wstępne do 50 kPa i odciążenie,
- b) obciążenie w 1 cyklu od 100 kPa 5 stopniami do 700 kPa ( $p_1max$ ),
- c) po osiągnięciu  $p_1max$  odciążenie,
- d) obciążenie powtórne do 600 kPa ( $p_2max$ ),
- e) odciążenie do zera.

Przy każdym stopniu prędkość osiadania nie powinna być większa od 0,02 mm/min.

Moduły oblicza się z następujących wzorów:

$$E_1 = \frac{1,5 \Delta p a}{\Delta z_1} \quad [1]$$

$$E_2 = \frac{1,5 p_2max a}{z} \quad [2]$$

gdzie:

- $E_1$  - moduł pierwotny
- $E_2$  - moduł wtórny
- $\Delta p$  - obciążenie dla zakresu 200-400 kPa
- $\Delta z_1$  - przemieszczenie całkowite odpowiadające  $\Delta p$
- $p_2max$  - maksymalne obciążenie w drugim cyklu równe 600 kPa
- $z$  - przemieszczenie w drugim cyklu odpowiadające ( $p_2max - 0,0$ )
- $a$  - promień powierzchni obciążającej.

Wymiar płyty pomiarowej musi być 5-krotnie większy od maksymalnego wymiaru ziarna. Wilgotność kruszywa podczas zagęszczenia powinna być równa wilgotności optymalnej określonej według normalnej próby Proctora, zgodnie z PN-88/B-04481 (metoda II). Materiał nadmiernie nawilgocony powinien zostać osuszony przez mieszanie rozłożonej warstwy i napowietrzenie. Jeżeli wilgotność kruszywa jest niższa od optymalnej, materiał w rozłożonej warstwie powinien być zwilżony

wodą i równomiernie wymieszany. Wilgotność przy zagęszczeniu powinna być równa wilgotności optymalnej z tolerancją - 1 %, + 2 %.

### Odcinek próbny

Wykonawca przed rozpoczęciem robót powinien wykonać odcinek próbny w celu stwierdzenia:

- prawidłowego doboru sprzętu do mieszania, rozkładania i zagęszczenia,
  - określenia koniecznej grubości warstwy materiału w stanie luźnym dla uzyskania wymaganej grubości warstwy w stanie zagęszczonym,
  - określenia potrzebnej liczby przejazdów walców do uzyskania wymaganego zagęszczenia warstwy.
- Wykonawca może przystąpić do wykonywania podbudowy po zaakceptowaniu przez Inżyniera wyników pomiarów uzyskanych z odcinka próbnego.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania kruszyw na reprezentatywnych próbkach. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości określone w tablicy 1, 2, a wyniki należy przedstawić Inżynierowi do zaakceptowania.

### 6.2. Badania w czasie budowy

Rodzaj i częstotliwość badań kontrolnych w czasie robót podano w tablicy 4.

Tablica 4. Częstotliwość badań kontrolnych w czasie budowy warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie

Lp	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia podbudowy przypadająca na jedno badanie (m <sup>2</sup> )
1	Uziarnienie kruszywa	2	600
2	Wilgotność kruszywa	2	600
3	Zagęszczenie warstwy	co najmniej 10 badań na 3000 m <sup>2</sup>	
4	Zawartość zanieczyszczeń obcych	2	600

#### 6.2.1. Badania właściwości kruszywa

Uziarnienie kruszywa i zawartość zanieczyszczeń obcych należy sprawdzać na próbkach pobranych w sposób losowy z rozłożonej warstwy przed jej zagęszczeniem. Badania pełne kruszywa obejmujące ocenę wszystkich właściwości powinny być przeprowadzone przez Wykonawcę w przypadku zmiany źródła poboru materiałów w czasie robót i w innych przypadkach określonych przez Inżyniera.

#### 6.2.2. Badanie wilgotności kruszywa

Wilgotność materiału kontroluje się po jego rozłożeniu bezpośrednio przed przystąpieniem do zagęszczania. Uzyskane wyniki powinny być zgodne z p. 5.4.

#### 6.2.3. Nośność i zagęszczenie warstwy

Wymagania dotyczące oceny nośności i zagęszczenia warstwy podbudowy podano w p. 5.4., Tablica 3. Należy wykonać co najmniej 10 pomiarów na 3000 m<sup>2</sup> lub według zaleceń Inżyniera.

## 6.3. BADANIA I POMIARY WYKONANEJ PODBUDOWY

### 6.3.1. Grubość warstwy

Grubość warstwy powinna być zgodna z Dokumentacją Projektową. Należy mierzyć łączną grubość tych warstw.

Grubość warstwy należy mierzyć po jej zagęszczeniu:

- podczas budowy w trzech losowo wybranych punktach na każdej dziennej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 400 m<sup>2</sup> i co 25 m
  - przed odbiorem w trzech punktach lecz nie rzadziej niż raz na 1000 m<sup>2</sup>.
- Dopuszczalne odchyłki od grubości projektowanej nie powinny przekraczać  $\pm 10$  %.

**6.3.2. Równość podbudowy**

Równość podłużną podbudowy należy mierzyć w osi każdego pasa ruchu planografem w sposób ciągły lub 4-metrową łąką co 25 m. Równość poprzeczną podbudowy należy mierzyć 4-metrową łąką co 25 m. Nierówności podbudowy nie powinny przekraczać 12 mm.

**6.3.3. Spadki poprzeczne podbudowy**

Spadki poprzeczne podbudowy powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową. Pomiar spadków poprzecznych należy przeprowadzać 10 razy na 1 km, a ponadto na początku, w środku i na końcu łuku poziomego. Dopuszczalne różnice w stosunku do wartości projektowanych nie powinny przekraczać więcej niż  $\pm 0,5\%$ .

**6.3.4. Rzędne podbudowy**

Rzędne należy sprawdzać co 25 m w osi jezdni i na jej krawędziach. Różnice pomiędzy rzędnymi wykonanej podbudowy, a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać +1 cm i - 2 cm.

**6.3.5. Ukształtowanie osi podbudowy**

Ukształtowanie osi podbudowy należy sprawdzać nie rzadziej niż co 25 m oraz dodatkowo na początku, w środku i na końcu łuku. Oś podbudowy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż  $\pm 3$  cm.

**6.3.6 Szerokość podbudowy**

Szerokość podbudowy należy sprawdzać co najmniej 10 razy na 1 km. Szerokość podbudowy nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10 cm i - 5 cm.

**7. OBMIAR ROBÓT**

Jednostką obmiarową jest (m<sup>2</sup>)warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie.

**8. ODBIÓR ROBÓT**

Roboty wymienione w ST podlegają zasadom odbioru robót zanikających. Odbiór podbudowy powinien być przeprowadzony w czasie umożliwiającym wykonanie ewentualnych napraw wadliwie wykonanej warstwy bez hamowania postępu robót. Roboty poprawkowe Wykonawca przeprowadzi na własny koszt w terminie i zakresie ustalonym z Inżynierem.

**9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w *ST D-00.00.00*.

Płatność za m<sup>2</sup> ułożonej i zagęszczonej warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie zgodnie z Dokumentacją Projektową, obmiarem robót, atestem producenta materiałów i oceną jakości wykonania robót.

Zgodnie z Dokumentacją Projektową należy wykonać podbudowę z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie:

- warstwa o grubości 20 cm
- warstwa o grubości 10 cm

Cena jednostkowa dla wykonanej podbudowy obejmuje:

- prace pomiarowe,
- sprawdzenie i ewentualna naprawa podłoża,
- zakup materiałów,
- przeprowadzenie badań materiałów i opracowanie składu mieszanki,
- przygotowanie mieszanki zgodnie z recepturą,
- dostarczenie mieszanki na budowę,
- rozłożenie mieszanki,
- zagęszczenie,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w ST,
- utrzymanie podbudowy w czasie robót,
- uzyskanie wymaganej nośności.

**5. PRZEPISY ZWIĄZANE****6. 10.1. Normy**

- |    |               |  |
|----|---------------|--|
| 1. | PN-B-04481    | Grunty budowlane. Badania próbek gruntu                                  |
| 2. | PN-B-06714-12 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych |
| 3. | PN-B-06714-15 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego                |
| 4. | PN-B-06714-16 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie kształtu ziarn                   |

5. PN-B-06714-17 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie wilgotności
6. PN-B-06714-18 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie nasiąkliwości
7. PN-B-06714-19 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie mrozoodporności metodą bezpośrednią
8. PN-B-06714-26 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych
9. PN-B-06714-28 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową
10. PN-B-06714-37 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu krzemianowego
11. PN-B-06714-39 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu żelazawego
12. PN-B-06714-42 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie ścieralności w bębnie Los Angeles
13. PN-B-06731 Żużel wielkopiecowy kawałkowy. Kruszywo budowlane i drogowe. Badania techniczne
14. PN-B-11111 Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Żwir i mieszanka
  
15. PN-B-11112 Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych
16. PN-B-11113 Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Piasek
17. PN-B-19701 Cement. Cement powszechnego użytku. Skład, wymagania i ocena zgodności
18. PN-B-23006 Kruszywo do betonu lekkiego
19. PN-B-30020 Wapno
20. PN-B-32250 Materiały budowlane. Woda do betonu i zapraw
21. PN-S-06102 Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie
22. PN-S-96023 Konstrukcje drogowe. Podbudowa i nawierzchnia z tłuczni kamiennego
23. PN-S-96035 Popioły lotne
24. BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie
25. BN-84/6774-02 Kruszywo mineralne. Kruszywo kamienne łamane do nawierzchni drogowych
26. BN-64/8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego
27. BN-64/8931-02 Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą
28. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą
29. BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć podatnych ugięciomierzem belkowym
30. BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu