

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

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (SST) są wymagania ogólne dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie dla zadania „Przebudowa drogi wewnętrznej - ul. Floriańska w miejscowości Brudzów, gmina Morawica ”

#### 1.2. Zakres stosowania SST

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji Robót wymienionych w p. 1.1.

#### 1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie i obejmują wykonanie podbudowy zasadniczej pod nawierzchnie drogi

Zakres robót – zgodnie z Dokumentacją Projektową i ZESTAWIENIEM POZYCJI KOSZTORYSOWYCH

#### 1.4. Określenia podstawowe

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

Podbudowa z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie - jedna lub więcej warstw zagęszczonej mieszanki, która stanowi warstwę nośną nawierzchni drogowej.

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.4

#### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

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

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.5.

### 2. MATERIAŁY

#### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

#### 2.2. Rodzaje materiałów

Podbudowa z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie powinna być wykonana z kruszywa łamanego o uziarnieniu ciągłym, zgodnie z wymogami normy PN-S-06102 [20].

#### 2.3. Wymagania dla materiałów

##### 2.3.1. Uziarnienie kruszywa

Kruszywa uziarnienia kruszywa, określona według PN-EN 933-1 [3] powinna odpowiadać wymogom normy PN-S-06102 [20].

Kruszywa uziarnienia kruszywa powinna być ciągła i nie może przebiegać od dolnej krzywej granicznej uziarnienia do górnej krzywej granicznej uziarnienia na sąsiednich sitach. Wymiar największego ziarna

kruszywa nie może przekraczać 2/3 grubości warstwy układanej jednorazowo.

### 2.3.2. Właściwości kruszywa

Każde z kruszyw oraz mieszanka mineralna z nich złożona przeznaczona do stabilizacji mechanicznej powinny spełniać wymagania określone w Tablicy 1.

Tablica 1. Wymagania właściwości kruszyw łamanych do stabilizacji mechanicznej

Lp.	Wyszczególnienie właściwości	Podbudowa zasadnicza z kruszywa łamanego	Badania według
1	Zawartość ziarn mniejszych niż 0,063mm, % (m/m)	od 2 do 10	PN-EN 933-1 [3]
2	Zawartość nadziarna, % (m/m), nie więcej niż	5	PN-EN 933-1[3]
3	Zawartość ziarn nieforemnych % (m/m), nie więcej niż	35	PN-EN 933-4 [4]
4	Zawartość zanieczyszczeń organicznych, % (m/m), nie więcej niż	1	PN-B 04481 [1]
5	Wskaźnik piaskowy po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą I lub II wg PN-B-04481, %	od 30 do 70	PN-EN 933-8 [24]
6	Ścieralność w bębnie Los Angeles a) ścieralność całkowita po pełnej liczbie obrotów, nie więcej niż	35	PN-EN1097-2 [12]
7	Nasiąkliwość, % (m/m), nie więcej niż	3	PN-EN 1097-6 [6]
8	Mrozoodporność, nie więcej niż	5	PN-EN 1367-1 [7]
9	Rozpad krzemianowy i żelazawy łącznie, % (m/m), nie więcej niż	-	PN-EN 1744-1[8]
10	Zawartość związków siarki w przeliczeniu na SO <sub>3</sub> , % (m/m), nie więcej niż	1	PN-B-06714-39[11] PN-EN 1744-1[8]
11	Wskaźnik nośności $w_{nos}$ mieszanki kruszywa, %, nie mniejszy niż: przy zagęszczeniu $I_s \geq 1,00$	80	PN-EN 1744-1[8]

Jeżeli kruszywo nie będzie spełniało któregoś z wymagań z tablicy 1 Inspektor Nadzoru może zalecić stabilizację tego kruszywa dodatkiem do 2 % cementem lub do 3 % wapnem.

### 2.3.3. Materiały do ulepszania właściwości kruszyw

Do ulepszania właściwości kruszyw stosuje się:

- cement portlandzki wg PN-EN 197-1 [17],
- wapno wg PN-EN 459-1[18]

### 2.3.4. Woda

Do zwilżania kruszywa stosuje się wodę czystą, wodociągową wg PN-EN 1008 [19].

## 2.4. Źródła materiałów

Wszystkie materiały użyte do budowy powinny pochodzić tylko ze źródeł uzgodnionych i zaakceptowanych przez Inżyniera. Źródła materiałów powinny być wybrane przez Wykonawcę z wyprzedzeniem, przed rozpoczęciem robót. Nie później niż 15 dnia przed rozpoczęciem robót Wykonawca powinien dostarczyć Inżyniera wyniki badań laboratoryjnych łącznie z projektowaną krzywą uziarnienia i ewentualnie reprezentatywne próbki materiałów w przypadku jeżeli Inżynier tego zażąda. Materiały z zaproponowanego źródła będą zaakceptowane do wbudowania przez Inżyniera, jeżeli wyniki badań dostarczone przez Wykonawcę będą zgodne z wynikami badań ewentualnie przeprowadzonymi przez Inspektora Nadzoru i wykażą zgodność cech materiałowych z wymaganiami. Zatwierdzenie źródła

materiałów nie oznacza, że wszystkie materiały z tego źródła będą przez Inżyniera dopuszczone do wbudowania. Materiały, które nie spełniają wymagań zostaną odrzucone.

### 2.5. Składowanie kruszyw

Kruszywo powinno być składowane, na utwardzonym i dobrze odwodnionym placu, w warunkach zabezpieczających przed zanieczyszczeniem i przed wymieszaniem różnych rodzajów kruszyw.

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 3.

### 3.2. Sprzęt do wykonania robót

Wykonawca przystępujący do wykonania podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- a) mieszarek do wytwarzania mieszanki, wyposażonych w urządzenia dozujące wodę. Mieszarki powinny zapewnić wytworzenie jednorodnej mieszanki o wilgotności optymalnej,
- b) równiarek albo układarek do rozkładania mieszanki,
- c) walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania. W miejscach trudno dostępnych powinny być stosowane zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne.

## 4. TRANSPORT

### 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

### 4.2. Transport materiałów

Kruszywa można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed wysypaniem, zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem i zawilgoceniem. Kruszywo drobne należy zabezpieczyć przed rozpyleniem.

Wydajność środków transportowych musi być dostosowana do wydajności sprzętu stosowanego do mieszania oraz wbudowywania mieszanki kruszywa stabilizowanego mechanicznie.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

### 5.2. Przygotowanie podłoża

Podłoże pod warstwę podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie stanowi ulepszone podłoże gruntowe stabilizowane cementem

Podłoże pod podbudowę powinno spełniać wymagania określone w SST D 04.05.01 „Ulepszenie podłoża gruntowego przez stabilizację cementem”, SST D-04.01.01 „Koryto wraz z profilowaniem i zagęszczeniem podłoża” i SST D-02.00.00 „Roboty ziemne”.

### 5.3. Wytwarzanie mieszanki kruszywa

Mieszanek 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 nie dopuszcza się wytwarzania mieszanki przez mieszanie poszczególnych frakcji na drodze. Mieszanka po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w taki sposób, aby nie uległa rozsegregowaniu i wysychaniu.

#### 5.4. Wbudowywanie i zagęszczanie mieszanki kruszywa

Mieszanka kruszywa powinna być rozkładana w warstwie o jednakowej grubości, takiej, aby jej ostateczna grubość po zagęszczeniu była równa grubości projektowanej. Grubość pojedynczo układanej warstwy nie może przekraczać 20 cm po zagęszczeniu. Warstwa podbudowy powinna być rozłożona w sposób zapewniający osiągnięcie wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. Jeżeli podbudowa składa się z więcej niż jednej warstwy kruszywa, to każda warstwa powinna być wyprofilowana i zagęszczona z zachowaniem wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. Rozpoczęcie budowy każdej następnej warstwy może nastąpić po odbiorze poprzedniej warstwy przez Inżyniera.

Wilgotność mieszanki kruszywa podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481:1988 [1] (metoda II). Materiał nadmiernie nawilgocony, powinien zostać osuszony przez mieszanie i napowietrzanie. Jeżeli wilgotność mieszanki kruszywa jest niższa od optymalnej o 20% jej wartości, mieszanka powinna być zwilżona określoną ilością wody i równomiernie wymieszana. W przypadku, gdy wilgotność mieszanki kruszywa jest wyższa od optymalnej o 10% jej wartości, mieszankę należy osuszyć.

Zagęszczanie podbudowy o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się, od krawędzi i przesuwając pasami podłużnymi w stronę osi. Zagęszczanie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niżej położonej krawędzi i przesuwając pasami podłużnymi w stronę wyżej położonej krawędzi.

W pierwszej fazie zagęszczania, należy stosować sprzęt lżejszy, a w końcowej - sprzęt cięższy, początkowe przejścia walców wibracyjnych należy wykonać bez uruchamiania wibratorów.

Jakiegokolwiek nierówności lub zagłębienia powstałe w czasie zagęszczania powinny być wyrównane przez spulchnienie warstwy kruszywa, dodanie lub usunięcie materiału, aż do otrzymania równej powierzchni.

Warstwę podbudowy należy zagęszczać do momentu, gdy nie będą widoczne ślady przejść sprzętu zagęszczającego, oraz do uzyskania własności wg PN-S-06102[20].

Zagęszczenie należy prowadzić aż do uzyskania wskaźnika zagęszczenia  $I_s \geq 1,0$  lub wskaźnika odkształcenia  $I_o \leq 2,2$ .

#### 5.5. Utrzymanie podbudowy

Podbudowa po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, gotową podbudowę do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia podbudowy, spowodowane przez ten ruch. Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania podbudowy obciąża Wykonawcę robót.

### 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

#### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

#### 6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania kruszyw przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi w celu akceptacji materiałów. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości określone w pkt 2.3 niniejszej SST.

#### 6.3. Badania w czasie robót

##### 6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Zakres i częstotliwość badań wg PN-S-06102:1997 [16] lub wg wskazań Inżyniera.

##### 6.3.2. Uziarnienie mieszanki

Uziarnienie mieszanki powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w pkt 2.3. Próbkę należy pobierać w sposób losowy, z rozłożonej warstwy, przed jej zagęszczeniem. Wyniki badań powinny być na bieżąco przekazywane Inżynierowi.

### 6.3.3. Wilgotność mieszanki

Wilgotność materiału kontroluje się po jego rozłożeniu, bezpośrednio przed przystąpieniem do zagęszczania.

Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481:1988 [1] (metoda II), z tolerancją +10% -20%.

### 6.3.4. Zagęszczenie podbudowy

Zagęszczenie podbudowy należy kontrolować na każdej dziennej działce roboczej, co najmniej w dwóch przekrojach, bezpośrednio po zakończeniu zagęszczenia. Wskaźnik zagęszczenia podbudowy nie powinien być mniejszy niż 1,00.

### 6.3.5. Właściwości kruszywa

Badania kruszywa powinny obejmować ocenę wszystkich właściwości określonych w pkt 2.3.2. Próbki do badań pełnych powinny być pobierane przez Wykonawcę w sposób losowy w obecności Inżyniera.

## 6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy

### 6.4.1. Częstotliwość oraz zakres pomiarów

Częstotliwość oraz zakres pomiarów dotyczących cech geometrycznych podbudowy podano w tablicy 2.

Tablica 2. Częstotliwość oraz zakres pomiarów wykonanej podbudowy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość pomiarów
1	Szerokość podbudowy	co 50 m
2	Równość podłużna	co 50 m
3	Równość poprzeczna	co 50 m
4	Spadki poprzeczne <sup>*)</sup>	co 50 m na odcinkach prostych i co najmniej w 5 miejscach na odcinkach łukowych
5	Rzędne wysokościowe	na wszystkich hektometrach oraz na łukach pionowych
6	Ukształtowanie osi w planie <sup>*)</sup>	co 100 m
7	Grubość podbudowy	co 50 m
8	Nośność podbudowy: - moduł odkształcenia - ugięcie sprężyste	co najmniej w dwóch przekrojach na każde 1000 m co najmniej w 20 punktach na każde 1000 m

<sup>\*)</sup> Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych.

### 6.4.2. Szerokość podbudowy

Szerokość podbudowy nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +5 cm.

### 6.4.3. Równość podbudowy

Nierówności podłużne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łatą lub planografem, zgodnie z BN-68/8931-04 [22].

Nierówności poprzeczne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łatą.

Nierówności podbudowy nie mogą przekraczać:

- 10 mm dla podbudowy zasadniczej,
- 20 mm dla podbudowy pomocniczej.

## 6.4.4. Spadki poprzeczne podbudowy

Spadki poprzeczne podbudowy na prostych i łukach powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową z tolerancją  $\pm 0,5$  %.

## 6.4.5. Rzędne wysokościowe podbudowy

Różnice pomiędzy rzędnymi wysokościowymi podbudowy i rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać + 1 cm, -2 cm.

## 6.4.6. Grubość podbudowy i ulepszonego podłoża

Grubość warstwy podbudowy po zagęszczeniu powinna być nie mniejsza od grubości projektowanej. Grubość warstwy Wykonawca powinien mierzyć natychmiast po zagęszczeniu, co najmniej w dwóch miejscach na każdej dziennej działce roboczej.

## 6.4.7. Nośność podbudowy

- moduł odkształcenia wg BN-64/8931-02 [21] powinien być zgodny z podanym w tablicy 4,
- ugięcie sprężyste wg BN-70/8931-06 [23] powinno być zgodne z podanym w tablicy 4.

Tablica 4. Cechy podbudowy

Podbudowa z kruszywa o wskaźniku $w_{noś}$ nie mniejszym niż, %	Wymagane cechy podbudowy			
	Wskaźnik zagęszczenia $I_s$ nie mniejszy niż	Maksymalne ugięcie sprężyste pod kołem, mm	Minimalny moduł odkształcenia mierzony płytą o średnicy 30 cm, MPa	
		50 kN	od pierwszego obciążenia $E_1$	od drugiego obciążenia $E_2$
80	1,0	1,40	80	140

## 7. OBMIAR ROBÓT

## 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

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

## 7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiaru jest  $m^2$  (metr kwadratowy) wykonanej zgodnie z Dokumentacją Projektową podbudowy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie. Obmiar odbywa się w obecności Inspektora Nadzoru i wymaga jego akceptacji.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

Do odbioru Wykonawca przedstawia wszystkie wyniki pomiarów i badań z bieżącej kontroli materiałów i robót. Odbioru podbudowy dokonuje Inspektor Nadzoru na podstawie wyników badań Wykonawcy i ewentualnych uzupełniających badań i pomiarów.

Roboty uznaje się za zgodne z dokumentacją projektową, SST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie

pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pkt 6 dały wyniki pozytywne.

W przypadku stwierdzenia wad Inspektor Nadzoru ustali zakres robót poprawkowych i termin ich wykonania a Wykonawca wykona je na własny koszt.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

### 9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

### 9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m<sup>2</sup> podbudowy obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- sprawdzenie i ewentualną naprawę podłoża,
- przygotowanie mieszanki z kruszywa, zgodnie z receptą,
- dostarczenie mieszanki na miejsce wbudowania,
- rozłożenie mieszanki,
- zagęszczenie rozłożonej mieszanki,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w specyfikacji technicznej,
- utrzymanie podbudowy w czasie robót.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. Normy

- |     |                    |  |
|-----|--------------------|--|
| 1.  | PN-B-04481         | Grunty budowlane. Badania próbek gruntu  |
| 2.  |                    |  |
| 3.  | PN-EN 933-1:2012   | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.   |
| 4.  | PN-EN 933-4:2008   | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 4: Oznaczanie kształtu ziarn. Wskaźnik kształtu.   |
| 5.  | PN-EN 1097-5:2008  | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Cz. 5: Oznaczenie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją.                  |
| 6.  | PN-EN 1097-6:2002  | Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 6. Oznaczenie gęstości ziarna i nasiąkliwości  |
| 7.  | PN-EN 1367-1:2007  | Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Cz. 1: Oznaczanie mrozoodporności                       |
| 8.  | PN-EN 1744-1:2010  | Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna.  |
| 9.  | PN-EN 1097-2:2010  | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 2. Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie.                                    |
| 10. | PN-EN 1097-3:2000  | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczenie gęstości nasypowej i jamistości   |
| 11. | PN-B 06714-22:1984 | Kruszywa mineralne. Badanie. Oznaczenie przyczepności bitumów  |
| 12. | PN-EN 13043:2004   | Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utwardzeń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu |
| 13. | PN-EN 197-1:2012   | Cement. Część 1. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów.   |

- |     |                  |   |
|-----|------------------|---|
| 14. | PN-EN 459-1:2010 | Wapno budowlane. Część 1. Definicje, wymagania, kryteria zgodności.   |
| 15. | PN-EN 1008:2004  | 1. Woda zarobowa do betonów. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskiwanej z procesów produkcyjnych. |
| 16. | PN-S-06102       | Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie   |
| 17. | PN-S-96023       | Konstrukcje drogowe. Podbudowa i nawierzchnia z tłucznia kamiennego   |
| 18. | PN-EN 933-8:2012 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek -- Badanie wskaźnika piaskowego  |
| 19. | BN-64/8931-02    | Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą   |
| 20. | BN-68/8931-04    | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą   |
| 21. | BN-70/8931-06    | Drogi samochodowe. Pomiar ugięć podatnych ugięciomierzem belkowym   |
| 22. | BN-77/8931-12    | Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu  |

## 10.2. Inne dokumenty

2. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, IBDiM - Warszawa 1997.