

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

### 1. WSTĘP

#### 1.1. PRZEDMIOT ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie na zadaniu: **"Rozbudowa istniejącego budynku remizy Ochotniczej Straży Pożarnej w zakresie dobudowy garażu z jednym miejscem postojowym na pojazd pożarniczy wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną w Trzcielu"**.

#### 1.2. Zakres stosowania ST

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

#### 1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem:

- podbudowy zasadniczej z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie o gr. 20 cm warstwy po zagęszczeniu zgodnie z dokumentacją projektową.

#### 1.4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE

Określenia podane w niniejszej Specyfikacji są zgodne z normą podstawową PN-S-06102, normami związanymi, wytycznymi i określeniami podanymi w ST D-00.00.00. "Wymagania ogólne".

**Destrukt asfaltowy** - materiał drogowy z frezowania istniejących warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych (mma) lub z przekruszenia kawałków warstw nawierzchni asfaltowych oraz nie wbudowanych partii mma, który został ujednolicony pod względem składu oraz co najmniej przesiany, w celu odrzucenia dużych kawałków mma (nadziarno nie większe niż 1,4  $D$  mieszanki niezwiązanej).

**Kategoria** - charakterystyczny poziom właściwości kruszywa lub mieszanki niezwiązanej, wyrażony jako przedział wartości lub wartość graniczna. Nie ma zależności między kategoriami różnych właściwości. Właściwości oznaczone symbolem NR oznaczają, że nie jest wymagane badanie danej cechy.

Konstrukcję wzmacnianej nawierzchni drogowej uważa się za podbudowę.

**Mieszanka niezwiązana** - ziarnisty materiał o określonym składzie ziarnowym ( $d=0$  do  $D$ ), który jest stosowany do wykonywania podłoża ulepszanego oraz konstrukcji nawierzchni drogowej.

Mieszanka niezwiązana może być wytworzona z kruszyw: naturalnych, sztucznych, z recyklingu lub mieszaniny tych kruszyw w określonych proporcjach.

**Nawierzchnia z mieszanki niezwiązanej** - nawierzchnia drogowa, której wierzchnia warstwa, poddawana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych, jest wykonana z mieszanki kruszyw niezwiązanych o ciągłym uziarnieniu.

**Partia** - wielkość produkcji, wielkość dostawy, dostawa dzielona (np. ładunek wagonowy, ładunek samochodu ciężarowego, ładunek barki) lub hałda, która została wyprodukowana w okresie występowania jednakowych warunków. Przy ciągłym procesie produkcyjnym jako partię należy przyjmować ilość wyprodukowaną w ustalonym czasie.

**Podbudowa** - dolna część konstrukcji nawierzchni drogowej przeznaczona do przenoszenia obciążeń ruchu na podłoże. Podbudowa może składać się z podbudowy zasadniczej i pomocniczej. Podbudowa może być wykonywana w kilku warstwach technologicznych.

**Podbudowa pomocnicza** - warstwa zapewniająca przenoszenie obciążenia z podbudowy zasadniczej na podłoże. Podbudowa pomocnicza może składać się z kilku warstw o różnych właściwościach.

**Podbudowa zasadnicza** - warstwa zapewniająca przenoszenie obciążenia z warstw wyżej leżących na podbudowę pomocniczą lub podłoże.

**Podłoże ulepszone** - warstwa lub zespół warstw leżących pod konstrukcją nawierzchni drogowej w wypadku, gdy podłoże gruntowe (grunt rodzimy lub nasypowy) nie spełnia warunku nośności, mrozoodporności lub przepuszczalności. Podłoże ulepszone może zawierać następujące warstwy: mrozoochronną, odsączającą, odcinającą i wzmacniającą, a w wypadku podłoża ulepszanego

jednowarstwowego, może spełniać funkcje wszystkich tych warstw jednocześnie. Grubość warstwy podłoża ulepszanego jest zależna od rodzaju i grubości konstrukcji nawierzchni, kategorii obciążenia ruchem (KRj) oraz grupy nośności (Gj) podłoża gruntowego i głębokości przemarzania gruntu.

**Pył** - cząstki kruszywa przechodzące przez sito 0,063 mm.

**Warstwa mrozochronną** - warstwa zapewniająca ochronę konstrukcji nawierzchni drogowej przed skutkami oddziaływania mrozu.

**Warstwa odcinająca** - warstwa stosowana w celu uniemożliwienia przedostania się cząstek gruntu podłoża do warstw wyżej położonych. Warstwa ta powinna spełniać warunek szczelności ( $D_{15}/d_{85} \leq 5$ ).

**Warstwa odsączająca** - warstwa służąca do odprowadzenia wody, która przedostaje się do konstrukcji nawierzchni drogowej. W podłożu ulepszonym jest warstwą najniżej położoną. W wypadku stosowania warstwy odcinającej, jest ułożona bezpośrednio na niej. Warstwa ta po zagęszczeniu charakteryzuje się wymaganą przepuszczalnością.

**Warstwa wzmacniająca** - warstwa zapewniająca przeniesienie ruchu technologicznego w okresie budowy drogi, nazywana również warstwą technologiczną (ang. *plate form*).

## 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 "Wymagania ogólne".

## 2. MATERIAŁY

Materiałem do wykonania podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie powinna być mieszanka:

- nowego materiału w postaci kruszywa łamanego uzyskanego w wyniku przekruszenia surowca skalnego lub kamieni narzutowych i otoczków albo ziarn żwiru większych od 8 mm.

Kruszywo powyższe powinno spełniać wymagania zawarte w wytycznych „**Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych. WT-4 2010 Wymagania Techniczne**”.

Kruszywo powinno być jednorodne, bez zanieczyszczeń obcych i bez domieszek gliny.

### 2.1. RODZAJE STOSOWANYCH MATERIAŁÓW

Do wykonania podbudowy należy zastosować mieszankę kruszywa łamanego niesortowanego o uziarnieniu 0/31,5 mm o wymaganiach przedstawionych w tablicy nr 1.

Tablica 1. Wymagania dla kruszywa do mieszanek niezwiązanych dla ruchu KR-2

Punkt w normie PN-EN 13242	Właściwość	Wymagane właściwości kruszywa do mieszanek niezwiązanych (kategorie według PN-EN 13242)	
		podbudowa zasadnicza nawierzchni drogowej obciążonej ruchem KR2	Odniesienie do tablicy w PN-EN 13242
4.1.- 4.2.	Zestaw sit #	0,063; 0,5; 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5	Tabl. 1
		Wszystkie frakcje dozwolone	
4.3.1.	Uziarnienie wg PN-EN 933-1, kategoria nie niższa niż	G <sub>c</sub> 80/20, G <sub>F</sub> 80, G <sub>A</sub> 75	Tabl. 2
4.3.2.	Wartości graniczne i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1, odchylenia nie większe niż według kategorii	GT <sub>C</sub> 20/15	Tabl. 3
4.3.3.	Tolerancje uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1, odchylenie nie większe niż według kategorii	GT <sub>F</sub> N10, GT <sub>A</sub> 20	Tabl. 4
4.4.	Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-3 <sup>a)</sup> a) wskaźnik płaskości, kategoria nie wyższa niż	FI <sub>50</sub>	Tabl. 5

	lub b) wskaźnik kształtu wg PN-EN 933-4 <sup>a)</sup> , kategoria nie wyższa niż	SI <sub>55</sub>	Tabl. 6
4.5.	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie gru-bym wg PN-EN933-5	C <sub>90/3</sub>	Tabl. 7
4.6.	Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1 a) w kruszywie grubym	f <sub>Deklarowana</sub>	Tabl. 8
	b) w kruszywie drobnym	f <sub>Deklarowana</sub>	Tabl. 8
5.1.	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN1097-2, kategoria nie wyższa niż	LA <sub>50</sub>	Tabl. 9.
5.3.	Odporność na ścieranie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-1	M <sub>DE Deklarowana</sub>	Tabl. 11.
5.4.	Gęstość wg PN-EN1097-6, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	
5.5.	Nasiąkliwość <sup>b)</sup> wg PN-EN 1097-6, rozdział 7,8 albo 9	WA <sub>242</sub>	
6.2.	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	AS <sub>NR</sub>	Tabl. 12.
6.3.	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	S <sub>NR</sub>	Tabl. 13.
6.4.2.1.	Stalność objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1, p. 19.3, kategoria nie wyższa niż;	V <sub>5</sub>	Tabl. 14.
6.4.2.2.	Rozpad krzemianowy w żużlu wielopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1, p. 19.1	Brak rozpadu	
6.4.2.3.	Rozpad żelazawy w żużlu wielopieczowym kawałkowym wg PN-BN 1744-1, p. 19.2	Brak rozpadu	
6.4.3.	Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3	Brak substancji szkodliwych w stosunku do środowiska wg odrębnych przepisów	
6.4.4.	Zanieczyszczenia	Brak ciał obcych takich jak: drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy	
7.2.	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2, kategoria nie więcej niż [%]	SB <sub>LA</sub>	Tabl. 15.
7.3.3.	Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1, kategoria nie wyższa	F <sub>10</sub>	Tabl. 18.

	niż		
Załącznik C	Skład materiałowy	Deklarowany	
a) Podstawą oznaczania kształtu kruszywa jest badanie wskaźnika płaskości, natomiast dodatkowo można badać wskaźnik kształtu b) Jeżeli kruszywo nie spełnia warunku maksymalnej nasiąkliwości WA242, należy wykonać badanie mrozoodporności			

## 2.2. WYMAGANE WŁAŚCIWOŚCI MIESZANKI NIEZWIĄZANEJ DO PODBUDOWY POMOCNICZEJ

### 2.2.1. Postanowienia ogólne

Do podbudowy zasadniczej powinny być stosowane następujące mieszanki niezwiązane: 0/31,5.

### 2.2.2. Zawartość pyłu

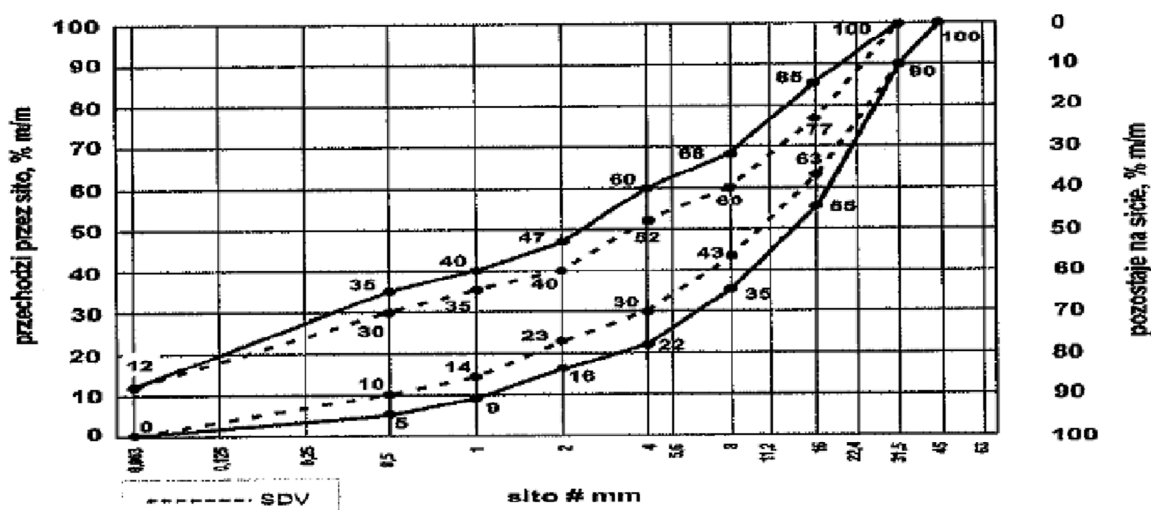
Maksymalna zawartość pyłu w mieszance niezwiązanej do podbudowy powinna spełniać wymagania kategorii podanej w tablicy 4. Zawartość pyłu należy oznaczać według PN-EN 933-1.

### 2.2.3. Zawartość nadziarna

Określona według PN-EN 933-1 zawartość nadziarna w mieszance niezwiązanej powinna spełniać wymagania podane w tablicy 4.

### 2.2.4. Uziarnienie

Określone według PN-EN 933-1 uziarnienie mieszanki niezwiązanej przeznaczonej do podbudowy pomocniczej powinno spełniać wymagania przedstawione na rysunku 1.



Rys. 1. Mieszanka niezwiązana 0/31,5 do warstw podbudowy pomocniczej

Krzywa uziarnienia (S) /dla podbudowy zasadniczej/ powinna mieścić się w krzywych uziarnienia podanych na rys. 2 ograniczonych przerywanymi liniami (SDV) z uwzględnieniem dopuszczalnych tolerancji podanych w tablicy nr 2 oraz spełniać wymagania ciągłości uziarnienia zawarte w tablicy nr 3.

Tablica nr 2. Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych – porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S)

Mieszanka niezwiązana	Porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S) Tolerancje przesiewu przez sito (mm), %9m/m									
	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
0/31,5	±5	±5	±7	±8	-	±8	-	±8		

Tablica nr 3. Wymagania wobec ciągłości uziarnienia na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach podczas badań kontrolnych produkowanych mieszanek

Mieszanka niezwiązana	Porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S) Tolerancje przesiewu przez sito (mm), %9m/m															
	1/2		2/4		2/5,6		4/8		5,6/11,2		8/16		11,2/22,4		16/31,5	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
0/31,5	4	15	7	20	-	-	10	25	-	-	10	25	-	-	-	-

#### 2.2.5. Wodoprzepuszczalność i wrażliwość na mróz

Mieszanka niezwiązana do podbudowy powinna spełniać wymagania wg tablicy 4. Podbudowa nie powinna być wrażliwa na mróz. Wrażliwość mieszanki na mróz należy określać na podstawie wskaźnika piaskowego SE.

#### 2.2.6. Wskaźnik nośności CBR

Wymagane wartości wskaźnika CBR podano w tablicy 4. Badanie CBR mieszanki do podbudowy zasadniczej należy wykonać po jej zagęszczeniu do wskaźnika zagęszczenia  $I_s = 1,03$  i po 96 godzinach przechowywania w wodzie. CBR należy oznaczyć według PN-EN 13286-47.

Tablica nr 4. Wymagane właściwości mieszanki niezwiązanej do podbudowy dla ruchu KR-1 i 3

Rozdział w normie PN-EN 13285	Właściwość	Wymagane właściwości mieszanki niezwiązanej przeznaczonej do:	
		podbudowy zasadniczej obciążonej ruchem KR2	Odniesienie do tablicy w PN-EN 13285
4.3.1.	Uziarnienie mieszanki niezwiązanej	0/31,5	Tabl. 4.
4.3.2.	Maksymalna zawartość pyłu, kategoria nie wyższa niż	$UF_9$	Tabl. 2.
4.3.2.	Minimalna zawartość pyłu	$LF_{NR}$	Tabl. 3.
4.3.3.	Zawartość nadziarna, kategoria nie niższa niż:	$OC_{90}$	Tabl. 4. i 6.
4.4.1.	Uziarnienie	Krzywe uziarnienia wg rys. 1	Tabl. 5. i 6.
4.4.2.	Wymagania wobec jednorodności uziarnienia poszczególnych partii - porównanie z wartością S deklarowaną przez producenta	Wg tab. 2	Tabl. 7.
4.4.2.	Wymagania wobec jednorodności uziarnienia w sitach kontrolnych – różnice w przesiewach	Wg tab. 3	Tabl. 8.

WT-4 2010	Wrażliwość na mróz; wskaźnik piaskowy SE <sub>4</sub> [%], nie mniejszy niż: - w nasypie: - w wykopie:	45	Tabl. 6.
WT-4	Odporność na rozdrabnianie (dotyczy frakcji 12/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż:	LA <sub>35</sub>	Tabl. 6.
WT-4	Odporność na ścieranie (dotyczy frakcji 10/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1, kategoria M <sub>DE</sub>	Deklarowana	Tabl. 6.
WT-4	Mrozoodporność wg PN-EN 1367-1, jako wartość średnia ważona, kategoria nie wyższa niż:	F <sub>4</sub>	Tabl. 6.
WT-4	Wartość CBR [%] po zagęszczeniu wg metody Proctora do wskaźnika zagęszczenia wymaganego dla danej warstwy, przy energii 0,59 J/cm <sup>3</sup> i moczeniu w wodzie 96 h, co najmniej:	≥80	Tabl. 6.
WT-4	Wodoprzepuszczalność mieszanki w warstwie odsączającej po zagęszczeniu wg metody Proctora do wskaźnika zagęszczenia I <sub>s</sub> = 1,0, przy energii 0,59 J/cm <sup>3</sup> , współczynnik filtracji k [cm/s], co najmniej:	Brak wymagań	Tabl. 6.
WT-4	Zawartość wody w mieszance zagęszczanej, [% (m/m)], według wilgotności optymalnej metodą Proctora	80 ÷ 100	Tabl. 6.
<p><b>Badanie wskaźnika piaskowego SE<sub>4</sub> według normy PN-EN 993-8:2012, załącznik A</b></p> <p>Badanie wskaźnika piaskowego SE<sub>4</sub> należy przeprowadzić według normy PN-EN 993-8 załącznik A. po wcześniejszym 5-cio krotnym ubiciu pojedynczej próbki mieszanki w wymaganej liczbie warstw przy użyciu aparatu Proctora, według normy PN-EN 13286-2 (przy wilgotności optymalnej mieszanki ustalonej uprzednio podczas standardowego badania Proctora wg PN-EN 13286-2 dla badanej mieszanki niezwiązanej). Dla mieszanek o D&lt;31,5mm stosuje się formę Proctora B i ubijak A, a dla mieszanek D&gt;31,5mm formę Proctora C i ubijak C. Po 5-cio krotnym ubiciu mieszanki w aparacie Proctora należy przygotować próbkę zgodnie z normą PN-EN 993-8 załącznik A i wykonać badanie wskaźnika piaskowego dla frakcji 0/4mm.</p>			
<p><b>Badanie wskaźnika nośności CBR według normy PN-EN 13286-47:2012</b></p> <p>Badanie wskaźnika nośności CBR dla mieszanek niezwiązanych do warstw przywołanych w SST. należy wykonać po ich zagęszczeniu metodą Proctora zgodnie z normą PN-EN 13286-2 do wskaźnika zagęszczenia I<sub>s</sub> = 1,0. Próba do badania CBR powinna być przygotowana zgodnie z pkt 6 i 7 normy PN-EN 13286-47 (materiał odsiany przez sito #22,4 mm). Zagęszczenie mieszanki powinno zostać wykonane zgodnie z pkt 7.1 normy PN-EN 13286-47 (odwołanie do normy PN-EN 13286-2). Zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 13286-2 pkt 5. powinna zostać wybrana forma B z ubiakiem A. Po przygotowaniu próbki do badania CBR, mieszanka powinna zostać przebadana zgodnie z procedurą zawartą w pkt 7. 8.1 i 9 normy PN-EN 13286-47. Przy postępowaniu wg pkt 8.3.2 powinien zostać użyty obciążnik o masie 2 kg.</p>			

### 2.3. WODA

Do zwilżania kruszywa należy stosować wodę wg PN-EN 1008:2004.

## **2.4. 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 łamanych stabilizowanych mechanicznie należy stosować:
- mieszarki stacjonarne do wytwarzania mieszanki kruszyw, wyposażone w urządzenia dozujące wodę, zapewniające wytworzenie jednorodnej mieszanki o wilgotności optymalnej,
  - środki transportu,
  - równiarki albo układarki do rozkładania mieszanki,
  - walce ogumione i stalowe wibracyjne lub statyczne do zagęszczania; w miejscach trudno dostępnych powinny być stosowane zagęszczarki płytowe, bijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne.

## **4. TRANSPORT**

### **4.1. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST „Wymagania ogólne”

### **4.2. TRANSPORT MATERIAŁÓW**

Kruszywa można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem i zawilgoceniem.

Transport pozostałych materiałów powinien odbywać się zgodnie z wymaganiami norm przedmiotowych.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA**

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**

Mieszanke 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 I ZAGĘSZCZANIE**

Mieszanke kruszywa należy rozkładać warstwą o jednakowej grubości, takiej, aby jej ostateczna grubość po zagęszczeniu była równa wartościom podanym w dokumentacji projektowej. Układana warstwa powinna być wyprofilowana i zagęszczona z zachowaniem wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. Grubość zagęszczanej warstwy nie może być większa niż 20 cm. Rozpoczęcie budowy następnej warstwy może nastąpić po odbiorze przez Inżyniera poprzedniej. Nie należy rozpoczynać wbudowywania mieszanki, jeżeli prognoza meteorologiczna wskazuje na możliwy spadek temperatury poniżej 0°C w czasie układania.

Po końcowym wyprofilowaniu warstwy kruszywa należy przystąpić do jej zagęszczania. Wilgotność mieszanki kruszywa podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej,

określonej wg próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481 (metoda II). materiał nadmiernie zawilgocony, 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.

Jakiegolwiek nierówności lub zagłębienia powstałe w czasie zagęszczenia powinny być wyrównane przez spulchnianie warstwy kruszywa i dodanie lub usunięcie materiału aż do otrzymania równej powierzchni. Zagęszczanie powinno postępować stopniowo od zewnętrznej do wewnętrznej krawędzi podbudowy. Zagęszczenie podbudowy powinno odpowiadać przyjętemu poziomowi wskaźnika nośności podbudowy wg tablicy 10.

#### 5.4. 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. BADANIA PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO ROBÓT

Przed przystąpieniem o robót Wykonawca powinien wykonać badania kruszyw na reprezentatywnych próbkach. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości określone w Tablicy 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 6.

Tablica 6. Częstotliwość badań kontrolnych w czasie budowy warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie

Lp	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań	Maksymalna powierzchnia podbudowy przypadająca na jedno badanie (m <sup>2</sup> )
1	Uziarnienie mieszanki	2	600
2	Wilgotność mieszanki	2	600
3	Zagęszczenie warstwy	10 próbek na 10 000 m <sup>2</sup>	
4	Badanie właściwości kruszywa wg tab. 2	Dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa	

##### 6.2.1. BADANIA WŁAŚCIWOŚCI MIESZANKI

Uziarnienie mieszanki 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. WILGOTNOŚĆ MIESZANKI

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

Wilgotność należy określić według PN-B-06714-17.

##### 6.2.3. ZAGĘSZCZENIE PODBUDOWY

Kontrolę zagęszczenia i nośności każdej warstwy, należy oprzeć na metodzie obciążeń płytowych. Do kontroli modułów  $W$  i wskaźnika i wskaźnika odkształcenia  $I_0$  warstwy z mieszanki niezwiązanej należy stosować metodę obciążeń płytowych wg załącznika B do normy PN-S-02205 (w zakresie przyrostu obciążenia jednostkowego od 0,25 MPa do 0,35 MPa, maksymalne obciążenie przy oznaczaniu  $E_1$  do 0,45 MPa) albo inne metody zaakceptowane przez Inżyniera.

Do obliczania modułów  $E$  należy stosować następujący wzór:



$$E_{1,2} = \frac{3x\Delta p}{4x\Delta s} xD$$

gdzie:

$E_1$  - pierwotny moduł odkształcenia [MPa]

$E_2$  - wtórny moduł odkształcenia [MPa]

$\Delta p$  - różnica nacisków z zakresu 0.25 - 0.35 [MPa]

$\Delta s$  - przyrost osiadania odpowiadający  $\Delta p$  [mm]

$D$  - średnica płyty [mm].

Za zgodą Inżyniera dopuszcza się alternatywne metody badań.

Zagęszczenie podbudowy stabilizowanej mechanicznie należy uznać za prawidłowe, gdy stosunek wtórnego modułu  $E_2$  do pierwotnego modułu odkształcenia  $E_1$  jest nie większy od 2,2 dla każdej warstwy konstrukcyjnej podbudowy.

$$I_0 = \frac{E_2}{E_1} \leq 2,2$$

gdzie:

$I_0$  - wskaźnik odkształcenia.

#### 6.2.4. WŁAŚCIWOŚCI KRUSZYWA

Badania kruszywa powinny obejmować ocenę wszystkich właściwości określonych w tab. 4.

### 6.3. BADANIA I POMIARY WYKONANEJ PODBUDOWY.

#### 6.3.1. GRUBOŚĆ WARSTWY

Grubość warstwy powinna być zgodna z Dokumentacją Projektową. Grubość warstwy należy mierzyć po jej zagęszczeniu:

- podczas budowy w trzech losowo wybranych punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 400m<sup>2</sup>,
- przed odbiorem w trzech punktach lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m<sup>2</sup>.

Dopuszczalne odchyłki od grubości projektowanej nie powinny przekraczać  $\pm 10\%$ .

#### 6.3.2. RZĘDNE WYSOKOŚCIOWE PODBUDOWY

Rzędne należy sprawdzać co 100 m na krawędziach jezdni. Różnice pomiędzy rzędnymi wykonanej podbudowy a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać +1 cm i - 2 cm.

#### 6.3.3. SZEROKOŚĆ PODBUDOWY

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

#### 6.3.4. NOŚNOŚĆ PODBUDOWY

Tablica 9. Wymagania dla nośności warstwy podbudowy

Podbudowa z kruszywa o wskaźniku CBR po zagęszczeniu do IS=1,00 i moczeniu w wodzie przez 96 h, wnos nie mniejszym niż, %	Wymagane cechy podbudowy		
	Wskaźnik zagęszczenia $I_s$ nie mniejszy niż	Minimalny moduł odkształcenia mierzony płyta o średnicy 30 cm, MPa	
		od pierwszego obciążenia E1	od drugiego obciążenia E2
60 <sup>1)</sup>	1,0	60	120
80 <sup>2)</sup>	1,0	80	140

1) Dotyczy podbudowy pomocniczej KR 1-2 i KR 3-6 (WT- 4 Tablica 6)

2) Dotyczy podbudowy zasadniczej KR 1-2 i KR 3-6 (WT- 4 Tablica 6)

### 6.4 ZASADY POSTĘPOWANIA Z WADLIWIE WYKONANYMI ODCINKAMI PODBUDOWY

#### 6.4.1. NIEWŁAŚCIWE CECHY GEOMETRYCZNE PODBUDOWY

Wszystkie powierzchnie podbudowy, które wykazują większe odchylenia od określonych w punkcie 6.3 powinny być naprawione przez spulchnienie lub zerwanie do głębokości co najmniej 10 cm., wyrównane i powtórnie zagęszczone. Dodanie nowego materiału bez spulchnienia wykonanej warstwy jest niedopuszczalne.

Jeżeli szerokość podbudowy jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm. i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien na własny koszt poszerzyć podbudowę przez spulchnienie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu, dołożenie materiału i powtórne zagęszczenie.

#### 6.4.2. NIEWŁAŚCIWA GRUBOŚĆ PODBUDOWY.

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości, Wykonawca wykona naprawę podbudowy. Powierzchnie powinny być naprawione przez spulchnienie lub wybranie warstwy na odpowiednią głębokość, zgodnie z decyzją Inżyniera, uzupełnione nowym materiałem o odpowiednich właściwościach, wyrównane i ponownie zagęszczone.

Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy, według wyżej podanych zasad, na koszt wykonawcy.

#### 6.4.3. NIEWŁAŚCIWA NOŚNOŚĆ PODBUDOWY.

Jeżeli nośność podbudowy będzie mniejsza od wymaganej, to Wykonawca wykona wszelkie roboty niezbędne do zapewnienia wymaganej nośności, zalecone przez Inżyniera.

Koszty tych dodatkowych robót poniesie Wykonawca tylko wtedy, gdy zaniżenie nośności podbudowy wynikało z niewłaściwego wykonania robót przez Wykonawcę podbudowy.

### 7. OBMIAR ROBÓT

Jednostką obmiarową jest ( $m^2$ ) 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

Płaci się za  $m^2$  wykonanej i odebranej warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie wg ceny jednostkowej dla danej grubości.

Cena jednostkowa dla wykonanej podbudowy obejmuje:

- prace pomiarowe roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- 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 rozłożonej mieszanki,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w ST,
- utrzymanie podbudowy w czasie robót.

### 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

#### 10.1. NORMY

PN-EN 13242	Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
PN-EN 13285	Mieszanki niezwiązane - Specyfikacja
PN-EN 932-3	Badania podstawowych właściwości kruszyw - Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego
PN-EN 932-5	Badania podstawowych właściwości kruszyw - Część 5: Wyposażenie podstawowe i wzorcowanie
PN-EN 933-1	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie składu ziarnowego - Metoda przesiewania
PN-EN 933-3	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości

---

PN-EN 933-4	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 4: Oznaczanie kształtu ziaren - Wskaźnik kształtu
PN-EN 933-5	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
PN-EN 933-8	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek - Badania wskaźnika piaskowego
PN-EN 933-9	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Ocena zawartości drobnych cząstek - Badania błękitem metylenowym
PN-EN 1008	Woda zarobowa do betonu - Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
PN-EN 1097-1	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)
PN-EN 1097-2	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
PN-EN 1097-6	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 6: Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości
PN-EN 1367-1	Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
PN-EN 1367-2	Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Badanie w siarczanie magnezu
PN-EN 1367-3	Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania
PN-EN 1744-1	Badania chemicznych właściwości kruszyw - Analiza chemiczna
PN-EN 1744-3	Badania chemicznych właściwości kruszyw - Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw
PN-ISO 565	Sita kontrolne - Tkanina z drutu, blacha perforowana i blacha cienka perforowana elektrochemicznie - Wymiary nominalne oczek PN-EN 13286-1 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 1: Laboratoryjne metody oznaczania referencyjnej gęstości i wilgotności. Wprowadzenie, wymagania ogólne i pobieranie próbek
PN-EN 13286-2	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora
PN-EN 13286-47	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 47: Metoda badania do określenia kalifornijskiego wskaźnika nośności, natychmiastowego wskaźnika nośności i pęcznienia liniowego
PN-88/B-04481	Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu
PN-S-022205	Roboty ziemne. Wymagania i badania - 1998.

## 10.2. INNE DOKUMENTY

Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych z 16.06.2014 r.

Wymagania techniczne „Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych WT-4 2010 Wymagania Techniczne”.

Ogólne specyfikacje techniczne "Warstwy konstrukcyjne nawierzchni z mieszanek kruszyw niezwiązanych zagęszczanych mechanicznie" GDDKiA Warszawa 2012.

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie