

## D - 04.04.02 PODBUDOWA Z KRUSZYW

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem zadania:

„Budowa chodnika wzdłuż drogi powiatowej 3553W granica województwa – Jasieniec Łżecki Górny – Pastwiska”

#### 1.2 Zakres stosowania ST

Zakres stosowania ST jest zgodny z ustaleniami SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

#### 1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem podbudowy z kruszyw.

Grubości podbudów podano w dokumentacji technicznej.

ST dotyczy również kruszyw łamanych stabilizowanych innych występujących w projekcie.

*W niniejszej specyfikacji przyjęto, że kruszywa do mieszanek przeznaczonych do wykonania podbudowy powinny spełniać wymagania normy PN – EN 13242:2004, natomiast same mieszanki będą spełniać wymagania PN-EN 13285. W związku z tym, że norma PN-EN 13285 jest normą kwalifikacyjną i nie ma wydanego normowego krajowego dokumentu aplikacyjnego, niniejszą specyfikację opracowano w oparciu o - WT-4 2010 Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych.*

*W porozumieniu z Inżynierem Budowy/ Zamawiającym, Wykonawca do wykonania podbudowy może zastosować wymagania nadal obowiązującej na dzień dzisiejszy normy PN-S-06102:1997, przy czym nie dopuszcza się zastosowania obu norm jednocześnie, ponieważ wyniki jak i metody badań materiałów wg w/w norm są nieporównywalne.*

#### 1.4.Określenia podstawowe

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

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

Kruszywo drobne – oznaczenie kruszywa o wymiarach ziarn  $d = 0$  oraz  $D \leq 6,3\text{mm}$

Kruszywo grube - oznaczenie kruszywa o wymiarach ziarn  $d \geq 1\text{mm}$  oraz  $D > 2\text{mm}$

Kruszywo o ciągłym uziarnieniu – kruszywo stanowiące mieszankę kruszyw drobnych i grubych w której  $D > 6,3\text{mm}$  i  $d = 0$

Wymiar kruszywa – oznaczenie kruszywa poprzez określenie dolnego( $d$ ) i górnego ( $D$ ) wymiaru sita jako  $d/D$  (nie mniejszy niż 1,4)

Oznaczenie dopuszcza obecność pewnej ilości ziarn, które pozostają na górnym sicie (nadziarno-kruszywo pozostaje na większym z granicznych sit) i pewnej ilości ziarn które mogą przejść przez dolne sito (podziarno -kruszywo przechodzi przez mniejsze z granicznych sit). Wymiar dolnego sita  $d$  może wynosić 0.

Mieszanka niezwiązana – ziarnisty materiał, zazwyczaj o określonym składzie ziarnowym (od  $d=0$  do  $D$ ), który jest stosowany do wykonania ulepszonego podłoża gruntowego oraz warstw konstrukcji nawierzchni dróg. Mieszanka niezwiązana może być wytworzona z kruszyw naturalnych, sztucznych

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”

### 2. MATERIAŁY.

#### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w SST 00.00.00

Wykonawca powinien zapewnić miejsce składowania kruszywa w uzgodnieniu z Inżynierem.

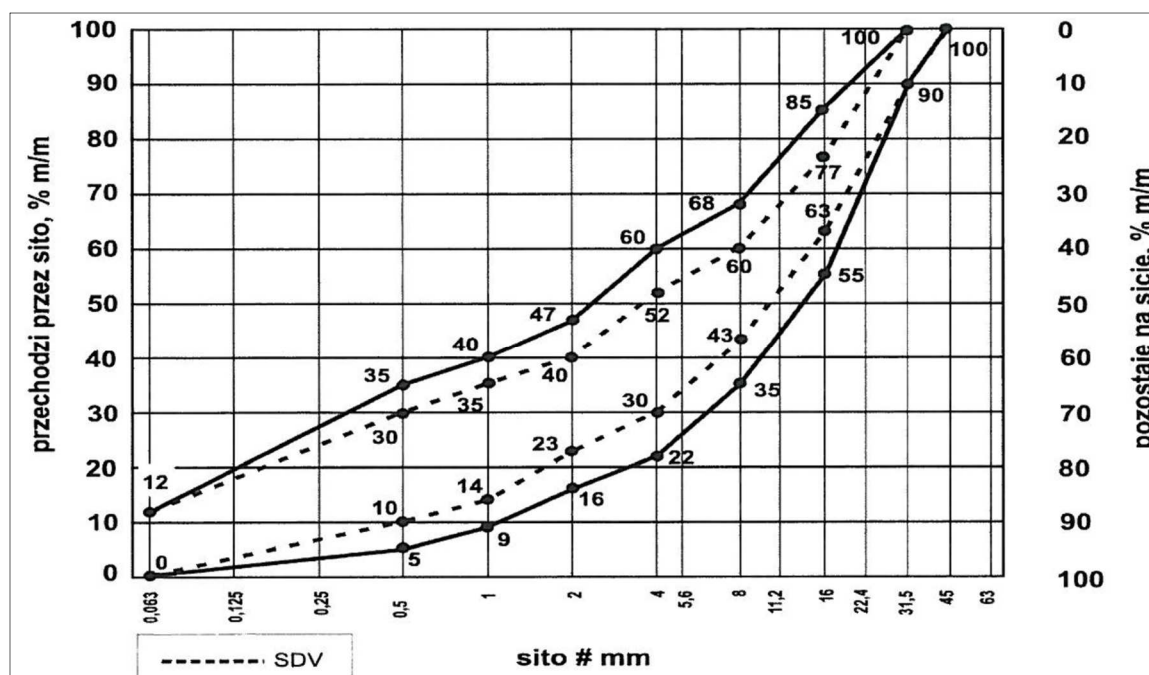
## 2.2. Rodzaje materiałów i wymagania ogólne

- Założono że materiałem do wykonania podbudowy z kruszyw jest kruszywo naturalne łamane (wg normy PN-EN 12620:2004), uzyskane w wyniku przekruszenia skał magmowych i osadowych. W celu podwyższenia stabilności podbudowy można zastosować mieszanki kruszyw naturalnych z żużlem, popiołem, z kruszywem łamanym (skalnym) lub z przekruszonym nadziarnem kruszywa naturalnego.
- Mieszanka kruszyw powinna być tak wyprodukowana aby zachować jej jednorodność, ciągłość uziarnienia i równomierną wilgotność.
- Założono że mieszanki będą wytwarzane w centralnych wytwórniach zlokalizowanych możliwie blisko miejsca wbudowania, aby zminimalizować rozsegregowanie mieszanki podczas transportu. W przypadku rozsegregowania mieszanki Wykonawca należy je ponownie wymieszać tak aby jej uziarnienie było zgodne z deklarowanymi przez producenta/dostawcę.
- Do skropienia podbudowy z kruszywa będącej częścią nawierzchni należy zastosować kationową emulsję asfaltową. Zakres prac i opis zastosowanych materiałów ujęto w specyfikacji dotyczącej oczyszczenia i skropienia warstw konstrukcyjnych.

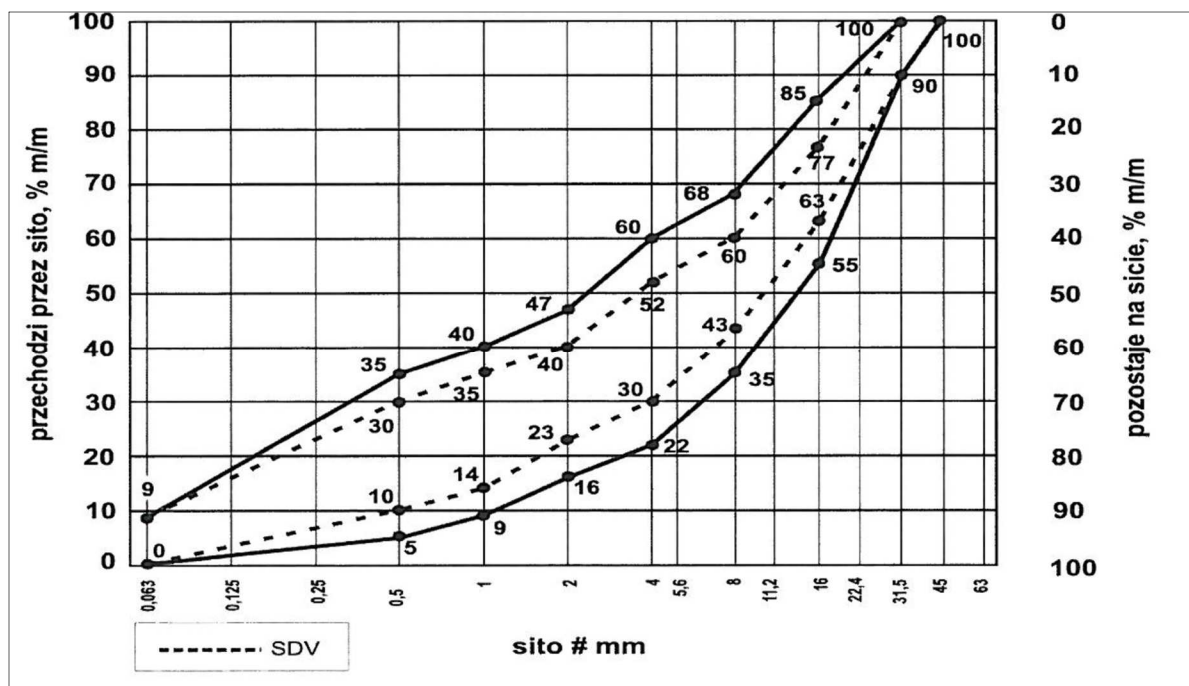
## 2.3 Wymagania dla kruszywa

### 2.3.1. Uziarnienie kruszywa wg normy PN-EN 933-1

Uziarnienie mieszanek powinny spełniać wymagania przedstawione na poniższych rysunkach. Jako obowiązujące wymagania należy traktować wartości liczbowe określone pomiędzy krzywymi SDV dla mieszanki 0/31,5.



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



Rys.2 Mieszanka niezwiązana 0/31,5 do warstwy podbudowy zasadniczej

Tablica nr 1. Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych – porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S)

Mieszanka niezwiązana	Porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S)									
	Tolerancja przesiewu przez sito (mm), %(m/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	-	-

Mieszanka oprócz odpowiedniego uziarnienia powinna spełniać wymagania ciągłości uziarnienia zawarte poniżej w tablicy nr 2

Tablica nr 2. Wymagania wobec ciągłości uziarnienia na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach podczas badań kontrolnych produkowanych mieszank.

Mieszanka	Minimalna i maksymalna zawartość frakcji w mieszankach: {różnica przesiewów w %(m/m) przez sito (mm)}															
	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	-	-	-	-

### 2.3.2. Właściwości kruszywa

Poniżej podano właściwości kruszyw wg WT-4.

Tablica 3

Lp	Wyszczególnienie właściwości	Wymagania WT-4				
		Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Nawierzchnia	Podłoże	Badania kruszywa
1	Zestaw sit	0,063; 0,5; 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63; 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1)				-
2	Zawartość pyłów w kruszywie drobnym i grubym	f*deklarowana	f*deklarowana	f*deklarowana	f*deklarowana	PN-EN 933-1:2000
3	Zawartość nadziarna, % (m/m), nie więcej niż	G <sub>c</sub> 80/20, G <sub>F</sub> 80 GA <sub>75</sub>	G <sub>c</sub> 85/15, G <sub>F</sub> 85 GA <sub>85</sub>	G <sub>c</sub> 80/20,  G <sub>F</sub> 80  GA <sub>75</sub>	G <sub>c</sub> 80/20, G <sub>F</sub> 80 GA <sub>75</sub>	Jw.

4	Kształt kruszywa grubego maksymalne wartości wskaźnika płaskości	$FI_{50}$	$FI_{NR}$	$FI_{50}$	$FI_{NR}$	<b>PN-EN 933-4:2001</b> (kruszywo grube)
5	Zawartość ziarn nieforemnych (wskaźnik kształtu) nie więcej niż	$SI_{55}$	$SI_{NR}$	$SI_{55}$	$SI_{NR}$	<b>PN-EN 933-4:2001</b> (kruszywo grube)
6	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich	$GT_{c20/15}$	$GT_{cNR}$	$GT_{c20/15}$	$GT_{cNR}$	<b>PN-EN 933-1:2000</b>
7	Tolerancja typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu	$GT_{F10}$ $GT_{A20}$	$GT_{FNR}$ $GT_{ANR}$	$GT_{F10}$ $GT_{A20}$	$GT_{FNR}$ $GT_{ANR}$	<b>Jw.</b>
8	Zgorzel słoneczna bazaltu	$SB_{LA8}$		$SB_{LA8}$	$SB_{LAdek.}$	<b>PN-EN 1367-3:2002, PN-En 1097-2</b>
9	Składniki rozpuszczalne w wodzie	Brak substancji szkodliwych				
10	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym	Brak rozpadu				<b>PN-EN 1744-1:1998</b>
11	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym	Brak rozpadu				<b>PN-EN 1744-1:1998</b>
12	Stalność objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998	$V_5$				
13	Zawartość zanieczyszczeń organicznych, %(m/m), nie więcej niż	Brak żadnych ciał obcych takich jak drewno, szkło, plastik mogących pogorszyć wyrób końcowych				-
14	Odporność na ścieranie kruszywa grubego, kategoria nie wyższa niż		$M_{DE}$ deklarowana	$M_{DE}$ deklarowana	$M_{DE}$ deklarowana	<b>PN-EN 1097-1</b>
	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym	$C_{90/3}$	$C_{NR}$	$C_{90/3}$	$C_{NR}$	<b>PN-EN 933-5</b>
	Odporność na rozdrabnianie, kategoria nie wyższa niż	$LA_{40}$	$LA_{50}$	$LA_{40}$	$LA_{NR}$	<b>PN-EN 1097-2</b>
15	Nasiąkliwość, %(m/m), nie więcej niż	$WA_{242^{**}}$ , $W_{cmNR}$				<b>PN-EN 1097-6:2001</b>
16	Mrozoodporność, ubytek masy po n cyklach zamrażania, %(m/m), nie więcej niż	Jak w tabeli nr 4				<b>PN-EN 1367-1:2001</b>
17	Zawartość związków siarki w przeliczeniu na $SO_3$ , %(m/m), nie więcej niż	$A_S$ deklarowana				<b>PN-EN 17441:2000</b>

\*) – zawartość pyłów w mieszance w kruszywie grubym i drobnym – powinna mieścić się w krzywych granicznych podanych w WT-4

\*\*) – w przypadku gdy kruszywo nie spełnia warunku nasiąkliwości należy wykonać badanie mrozoodporności

W gotowej mieszance należy ocenić jakość pyłów.

W przypadku zastosowania kruszyw sztucznych i odpadowych należy zbadać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów.

### 2.3.3 Właściwości mieszanki

Tablica 4

Ip	Właściwości	Wymagania wobec mieszank				Badanie wg
		Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Nawierzchnia	Podłoże ulepszone	
1	Uziarnienie	0/31,5; 0/45;0/63	0/31,5; 0/45;0/63	0/8;0/11,2;0/16;0/31,5	0/8;0/11,2;0/16;0/31,5	PN-EN 933-1:2000
2	Maksymalna zawartość pyłów – kategoria UF	UF <sub>12</sub>	UF <sub>9</sub>	UF <sub>15</sub>	UF <sub>15</sub>	PN-EN 933-1:2000
3	Minimalna zawartość pyłów – kategoria LF	LF <sub>NR</sub>	LF <sub>NR</sub>	LF <sub>8</sub>	LF <sub>NR</sub>	PN-EN 933-1:2000
4	Zawartość nadziarna – kategoria OC	OC <sub>90</sub>			OC <sub>90</sub>	PN-EN 933-1:2000
5	Wym. wobec uziarnienia	Wg krzywych uziarnień				-
6	Wym. wobec jednorodności uziarnienia poszczególnych partii – porównanie z deklarowaną przez producenta	Tabl. Nr 1 dot. 0/31,5 Dla 0/63 -G <sub>B</sub>			G <sub>v</sub>	-
7	Wym. wobec ciągłości uziarnienia na sitach kontrolnych- różnice w przesiewach podczas badań kontrolnych mieszank	Tabl. Nr 2 –dot. 0/31,5 Dla 0/63 -G <sub>B</sub>			G <sub>v</sub>	-
8	Wrażliwość na mróz – wskaźnik piaskowy SE( po pięciokrotnym zagęszczeniu metoda Proctora) – co najmniej	SE <sub>40</sub>	SE <sub>45</sub>	SE <sub>35</sub>	SE <sub>35</sub>	PN-EN 933-8:
9	Odporność na rozdrabnianie- dot. frakcji 10/14 odsianej z mieszanki- PN-EN 1097-1, kategoria nie wyższa niż	LA <sub>40</sub>	LA <sub>35</sub>	LA <sub>35</sub>	LA <sub>35</sub>	PN-EN 1097-2:
10	Kategoria procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym odsianym z mieszanki (PN-EN 933-5)	C <sub>NR</sub>	C <sub>90/3</sub>	C <sub>90/3</sub>	C <sub>NR</sub>	PN-EN 933-5:2000
11	Mrozoodporność (dot. frakcji kruszywa 8/16 odsianej z mieszanki)	F4-kruszywa s.magmowe i przeobr. F10 - kruszywa s.osadowe i kruszywa z recyklingu F-7 dot. mieszanki	F4-kruszywa s.magmowe i przeobr. F10 - kruszywa s.osadowe i kruszywa z recyklingu F-4 dot. mieszanki	F4-dot. kruszywa i mieszanki	F4-kruszywa s.magmowe i przeobr. F10 - kruszywa s.osadowe i kruszywa z recyklingu F-10 dot. mieszanki	PN-EN 1367-1
12	Wartość CBR po zagęszczeniu I <sub>s</sub> =1,0 i moczeniu w wodzie 96h co najmniej	≥60	≥80	-	≥40-w-wa wzmacniająca ≥35-w-wa odcinająca, odsączająca, mrozoochronna	PN-EN 13286-47

13	Wartość CBR po zagęszczeniu $I_s=1,03$ i moczeniu w wodzie 96h co najmniej	-	$\geq 120$	$\geq 120$	-	PN-EN 13286-47
14	Zawartość wody w mieszance zagęszczanej % (m/m) wilgotności optymalnej wg metody Proctora	80-100	80-100	80-100	70-100	PN-EN 13286-2
15	Wodoprzepuszczalność mieszanki w w-wie odsączającej po zagęszczeniu wg Proctora do wskaźnika $I_s=1,0$ , współczynnik filtracji $k$ co najmniej cm/s	-	-	-	$\geq 0,0093$ ( $k \geq 8m/dobe$ )	PN-EN 13286-2

\* dot. materiału wymagającego przewilgocenia – za miarodajne uznaje się: uziarnienie mieszanki, zawartość pyłu, zawartość nadziarna, wskaźnik plastyczności, wskaźnik piaskowy i wodoprzepuszczalność – określone po 5- krotnym rozdrobnieniu w aparacie Proctora lub mieszanki pobranej na budowie z zagęszczonej warstwy.

Uwaga. Jeżeli mieszanka do podbudowy nie pochodzi z mieszania kruszyw drobnych i grubych a powstaje w jednym ciągu technologicznym w czasie kruszenia, kruszywo grube odsiane z tej mieszanki powinno spełniać parametry z tabl. 3, których nie ma w tablicy 4.

### 2.3.4. Woda

Do zraszania kruszywa należy stosować wodę nie zawierającą składników wpływających szkodliwie na mieszankę kruszywa, ale umożliwiającą właściwe zagęszczenie mieszanki niezwiązanej.

## 3. SPRZĘT

**3.1. Ogólne wymagania** dotyczące sprzętu podano w SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 3.2. Sprzęt do wykonania robót

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

- walców ogumionych i stalowych, kombinowanych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania. W miejscach trudno dostępnych powinny być stosowane zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne.
- Beczkowozy i węże - w celu zapewnienia optymalnej wilgotności podbudowy. Wykonawca powinien zapewnić dostęp do wody ( np. z hydrantu miejskiego) po uzgodnieniu z właścicielem sieci wodociągowej co do warunków korzystania z urządzeń wodociągowych.
- sprzęt brukarski, łopaty
- równiarka, spychacz – jeżeli pozwalają na wykorzystanie takiego sprzętu warunki terenowe ew. ładowarki i koparki z szeroką łyżką
- innego typu sprzęt, który wykonawca uzna za właściwy

## 4. TRANSPORT

### 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 4.2. Transport materiałów

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

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 5.2. Przygotowanie podłoża pod podbudowę

Podłoże pod podbudowę powinno spełniać wymagania określone w SST dotyczące ułożenia stabilizacji technologicznej oraz wykonania koryta wraz z profilowaniem i zagęszczeniem podłoża.

Materiały stosowane do wykonania podbudowy ( w miejscach gdzie nie ma wzmocnienia gruntu stabilizacją) powinny spełniać wymagania dotyczące nieprzenikania cząstek pomiędzy podbudową oraz podłożem zgodnie z zależnością:

$D_{15}/d_{85} \leq 5$ , gdzie	
$D_{15}$ - wymiar boku oczka sita, przez które przechodzi 15% ziarn warstwy podbudowy lub warstwy odsączającej, w milimetrach,	
$d_{85}$ - wymiar boku oczka sita, przez które przechodzi 85% ziarn gruntu podłoża, w milimetrach.	

Jeżeli warunek nie może być spełniony to należy ułożyć dodatkowo warstwę odcinającą lub odpowiednio dobraną geowłókninę.

Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania podbudowy powinny być wcześniej przygotowane. Paliki lub szpilki powinny być ustawione i w rzędach równoległych do osi drogi, lub w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera. Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków lub linek do wytyczenia robót w odstępach nie większych niż co 10 m.

### 5.3. Wytwarzanie mieszanki kruszywa

Założono zakup i dostawę mieszanki kruszywa z kopalni. Mieszanka po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w taki sposób, aby nie uległa rozsegregowaniu i wysychaniu.

Pomimo, że zaleca się wbudowanie mieszanki od razu po dostarczeniu w praktyce, materiał najczęściej gromadzony jest w hałdzie na odkładzie w miejscu budowy.

### 5.4 Odcinek próbny

Nie przewiduje się wykonania odcinka próbnego.

### 5.5. Wbudowywanie i zagęszczanie mieszanki

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. W przypadku gdy ułożona i zagęszczona podbudowa miejscami jest „niezamknięta” należy zastosować doziarnienie kruszywem o mniejszym ziarnie w celu zaklinowania.

Wilgotność mieszanki kruszywa podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora, zgodnie z PN-EN 13286-2 ( wg WT-4 po pięciokrotnym zagęszczeniu).

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. W przypadku, gdy wilgotność mieszanki kruszywa jest wyższa od optymalnej o 10% jej wartości, mieszankę należy osuszyć.

Zagęszczenie podbudowy należy sprawdzać według BN-77/8931-12. W przypadku, gdy przeprowadzenie badania jest niemożliwe ze względu na gruboziarniste kruszywo (powyżej 20mm), kontrolę zagęszczenia należy przeprowadzić pośrednio metodą obciążenia płytą statyczną(VSS) lub innych wymienionych w dalszej części SST.

### 5.6. Utrzymanie podbudowy

Podbudowa po wykonaniu, 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 SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”. Materiał powinien spełniać wymagania z punktu 2.3. Każdy użyty materiał powinien posiadać deklarację producenta lub/i aprobatę techniczną, oraz receptę bądź świadectwo orzeczenia jakości ( w zależności od miejsca zastosowania kruszywa).

O zakresie, rodzaju, częstotliwości badań na każdym etapie robót decyduje Inżynier Robót.

### 6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wskazać źródło dostarczanego kruszywa oraz przedłożyć Inżynierowi dokumenty wymienione w ustawie o wyrobach budowlanych.

### 6.3. Badania w czasie robót

#### 6.3.1 Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Tablica 5. Częstotliwość oraz zakres badań

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań Maksymalna powierzchnia podbudowy przypadająca na jedno badanie (m2)
1	Uziarnienie mieszanki	min. jedno badanie kontrolne uziarnienia na jeden rodzaj kruszywa zastosowanego do wbudowania. Ze względu na występowanie stabilizacji nie jest konieczne sprawdzenie warunku szczelności. Badanie uziarnienia należy też przeprowadzić w przypadku wątpliwości co do kruszywa
2	Wilgotność mieszanki	jw.
3	Zagęszczenie warstwy	Badanie wskaźnika zagęszczenia lub oznaczenie stosunków modułów odkształcenia $E_2/E_1$  Badanie min. 1 badanie na każdą powierzchnię 1000m2 W przypadku chodnika, ścieżek i innych konstrukcji nawierzchni wg wskazań Inżyniera Budowy.

#### 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 mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według metody Proctora.

#### 6.3.4 Zagęszczenie podbudowy

Zagęszczenie każdej warstwy podbudowy powinno odbywać się aż do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia. Wskaźnik zagęszczenia  $I_s$ , będzie wyznaczany na podstawie badań gęstości objętościowej mieszanki na próbkach pobranych z budowy oraz maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu mieszanki określonej laboratoryjnie (badanie Proctora). Badanie należy wykonać wg PN-EN 13286-2. Wskaźnik zagęszczenia powinien wynosić 1,0 dla dróg KR 1-2.

#### 6.3.4a Określenie modułu odkształcenia – metoda obciążenia płytą VSS.

W przypadku niemożności wykonania pomiarów wskaźnika zagęszczenia zagęszczenie powinno odbywać się do osiągnięcia wymaganego wskaźnika odkształcenia  $I_0$ , przy zachowaniu wymaganych parametrów modułu odkształcenia pierwotnego  $E_1$  i wtórnego  $E_2$ .

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. Minimalne moduły odkształcenia należy określić poprzez obciążenia płytą statyczną (VSS).



Badanie polega na pomiarze odkształceń pionowych (osiadań) badanej warstwy podbudowy pod wpływem nacisku statycznego wywieranego za pomocą stalowej okrągłej płyty o średnicy  $D=300\text{mm}$ . Nacisk na płytę wywierany jest za pośrednictwem dźwignika hydraulicznego. Dźwignik oparty jest o przeciwwagę, której masa powinna być większa od wywieranej siły (samochód obciążony min. 5 T na tylną oś).

Dla podbudowy z kruszyw łamanych przyjęto że:

- Obciążenie i odciążenie powinno wynosić odpowiednio w zakresie od 0,00 do 0,55 MPa i 0,55-0,00 MPa.
- Obciążenie w pierwszym cyklu powinno odbywać się stopniowo: 0,00 0,05 0,15 0,25 0,35 0,45 0,55 [MPa], przy czym czas trwania poszczególnych stopni obciążenia wynosi 1 minutę. Jeżeli różnica dwóch kolejnych odczytów na czujniku nie przekroczy 0,02mm można przejść do wyższego stopnia obciążenia jednostkowego,
- Odciążenie w pierwszym cyklu powinno odbywać się stopniowo: 0,55 0,15 0,05 0,00 [MPa], przy czym czas trwania poszczególnych stopni odciążenia wynosi 1 minutę. Jeżeli różnica dwóch kolejnych odczytów na czujniku nie przekroczy 0,02mm można przejść do niższego stopnia obciążenia jednostkowego. Czas trwania ostatniego stopnia odciążenia wynosi 5 minut.
- Obciążenie i odciążenie w cyklu drugim odbywają się stopniowo odpowiednio jak w cyklu pierwszym,

Moduły odkształcenia należy obliczyć wg wzoru  $E_1 = (1,5r \cdot p_1) / \Delta s$ , natomiast  $E_2 = (1,5r \cdot p_2) / \Delta s$ , gdzie:

- $p_1$  – przyrost obciążenia jednostkowego w pierwszym cyklu od 0,25 do 0,35 MPa
- $p_2$  – przyrost obciążenia jednostkowego w drugim cyklu od 0,25 do 0,45 MPa
- $s$  – przyrost odkształcenia odpowiadający przyjętemu zakresowi obciążenia
- $r$  – promień płyty tj. 15 cm

Do badania nośności i zagęszczenia można zastosować (po uzyskaniu akceptacji i opinii Inżyniera Budowy płytę dynamiczną po skalibrowaniu wyników badania w stosunku do VSS bądź zastosować pomiar ugięć sprężystych. Metoda pozwalająca na wyznaczenie dynamicznego modułu odkształcenia ( $E_{vd}$ ) powinna być traktowana jako alternatywna i pomocnicza do metod tradycyjnych.

Wartość dynamicznego modułu odkształcenia  $E_{vd}$  [MN/m<sup>2</sup>] powinna wynosić w przybliżeniu połowę wartości modułu wtórnego.

Dopuszcza się zastosowanie innych metod badania pod warunkiem, że będą one mogły zostać porównane z metodami tradycyjnymi.

Tablica 6:

Dotyczy	Przyjęte KR	Warstwa	Uziarnienie	Moduł wtórny ( $E_2$ ) większy od [MPa]	Wskaźnik zagęszczenia ( $I_s$ ) większy od [MPa]
Chodniki	Przyjęto KR-1	Jw.	0/31,5	chodniki nieobciążone ruchem 100 MPa	1,00

Przy wykonaniu podbudów które nie zostały wymienione w niniejszej specyfikacji, należy przyjąć parametry poprzez analogię w stosunku do powyższej tabeli, przy czym należy każdorazowo zwrócić uwagę na obciążenie danej warstwy konstrukcyjnej.

#### 6.3.5 Właściwości kruszywa

Badania kruszywa powinny obejmować ocenę wszystkich właściwości określonych w pkt 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

O zwiększeniu (lub zmniejszeniu) liczby i rodzaju badań decyduje Inżynier Budowy

Tablica 7. Częstotliwość oraz zakres pomiarów wykonanej podbudowy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość pomiarów	Pomiar i Odchyłki
1	Szerokość podbudowy	W miejscach uzupełnień – w wybranych losowo miejscach – częstotliwość wg Inżyniera Budowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>w stos. do szerokości projektowej nie może się różnić o więcej niż <math>\pm 5</math> cm</li> <li>szersza podbudowa od w-wy leżącej na niej w przypadku braku obramowania krawężnikiem - 25 cm</li> <li>pomiar taśmą mierniczą</li> </ul>
2	Równość podłużna	co 20 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>nierówności nie mogą przekraczać - 20 mm</li> <li>pomiar łatą 4 metrową</li> </ul>
3	Równość poprzeczna	jw	jw
4	Spadki poprzeczne <sup>*)</sup>	Jw.	<ul style="list-style-type: none"> <li>na prostych i łukach powinny być zgodne z dokumentacją projektową, z tolerancją <math>\pm 0,5</math> %.</li> <li>pomiar łatą z poziomica elektroniczną lub niwelatorem</li> </ul>
5	Rzędne wysokościowe	na wszystkich hektometrach i na łukach pionowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>pomiar niwelatorem</li> <li>Różnice pomiędzy rzędnymi wysokościowymi rzeczywistymi podbudowy i rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać od 0 / -2 cm</li> </ul>
6	Ukształtowanie osi w planie <sup>*)</sup>	Nie dotyczy	Oś podbudowy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż $\pm 5$ cm.
7	Grubość podbudowy	co 100m	<ul style="list-style-type: none"> <li>względem projektowej odchyłka nie powinna przekraczać <math>\pm 2</math> cm</li> <li>pomiar niwelatorem lub miarką</li> </ul>
8	Nośność podbudowy: - moduł odkształcenia  lub ugięcia sprężyste	min. 1 badanie na każdą powierzchnię 1000m <sup>2</sup>  wg wskazań Inżyniera Budowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pomiar płytą VSS lub dynamiczną</li> <li>Belka Benkelmana: ugięcie nie powinno być większe niż (przy obciążeniu na 100 kN/oś) : KR1 – 1,2 mm; KR2 – 1,1 mm; KR3 - 0,8mm; KR4 – 0,5mm;</li> </ul>

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

Częstotliwość i zakres badań dla elementów innych niż podbudowa jezdni– wg wskazań Inżyniera Budowy.

## 6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami podbudowy

### 6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne podbudowy z kruszywa

Wszystkie powierzchnie podbudowy, które wykazują większe odchylenia od określonych w punkcie 6.4 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.

#### **6.5.2. 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.

#### **6.5.3. 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 podbudowy tylko wtedy, gdy zniżenie nośności podbudowy wynikało z niewłaściwego wykonania robót przez Wykonawcę podbudowy.

### **7. PRZEDMIAR I OBMIAR ROBÓT**

**7.1. Ogólne zasady przedmiaru i obmiaru robót** podano w SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Jednostką przedmiaru /obmiaru podano w pkt 9.

### **8. ODBIÓR ROBÓT**

Ogólne zasady odbioru robót podano w SST 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

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.

### **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

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

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Cena obejmuje wykonanie wszelkich prac związanych z wykonaniem zadania określonego w przedmiotowej specyfikacji w tym czynności ujęte w SST, Dokumentacji Projektowej oraz określonych wymogach formalno-prawnych.

*Zakres wykonania 1 m<sup>2</sup> podbudowy z kruszywa obejmuje:*

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- przygotowanie mieszanki z kruszywa, zgodnie z receptą w kopalni,
- dostarczenie mieszanki na miejsce wbudowania, lub pośrednio na odkład a potem na miejsce wbudowania.
- rozłożenie mieszanki, wraz z doziarnieniem frakcjami podanymi w dokumentacji projektowej.
- zagęszczenie rozłożonej mieszanki,
- uzupełnienie kruszywem podbudowy w miejscach, gdzie niema zamkniętej struktury
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w specyfikacji technicznej i przywołanych normach,
- utrzymanie podbudowy w czasie robót.

### **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

#### **10.1. Normy**

PN-EN 933-1:2000 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 933-4:2001 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie kształtu ziaren -- Wskaźnik kształtu

PN-EN 1097-5:2001 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją

PN-EN 1097-6:2002 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Część 6 Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją

PN-EN 1367-1:2001 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych -- Część 1: Oznaczanie mrozoodporności

PN-EN 1744-1:2000 Badania chemicznych właściwości kruszyw -- Analiza chemiczna

PN-EN 1744-1:2000 Badania chemicznych właściwości kruszyw -- Analiza chemiczna

PN-EN 1097-2:2000 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Metody oznaczania odporności na rozdrabianie

PN-EN 13242:2004 Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym

PN-EN 13285 Mieszanki niezwiązane – wymagania

PN-EN 13286-1 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym . Część 1 Metody badań dla ustalonej laboratoryjnie referencyjnej gęstości i wilgotności – Wprowadzenie i wymagania ogólne

PN-EN 13286-2 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym . Część 2. Metody badań dla ustalonej laboratoryjnie gęstości i wilgotności – Zagęszczenie aparatem Proctora.

PN-EN 13286-46 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 46. Metoda oznaczenia wskaźnika wilgotności

PN-EN 13286-47 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 47. Metoda badań do określenia nośności , kalifornijski wskaźnik nośności CBR, natychmiastowy wskaźnik nośności i pęcznienia liniowego

PN-S-06102:1997 Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie

Uwaga

Wszelkie wątpliwości dotyczące zastosowania właściwych wymagań normowych należy omówić z Inżynierem Budowy.