

SZCZEGÓŁOWE SPECYFIKACJE TECHNICZNE

D.04.04.02

**PODBUDOWA Z KRUSZYWA ŁAMANEGO STABILIZOWANEGO
MECHANICZNIE 0-31,5mm**

Opracował: inż. Daniel Łukiańczyk

maj 2020r.

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy zasadniczej z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie w ramach projektu *Przebudowa dróg gminnych w Gardei*.

1.2. Zakres stosowania ST

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

1.3. Zakres Robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej ST dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie. W zakres robót wchodzi wykonanie:

- warstwy podbudowy z kruszywa łamanego 0/31,5mm stabilizowana mechanicznie,

1.4. Określenia podstawowe

- 1.4.1. 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, z recyklingu lub mieszaniny tych kruszyw w określonych proporcjach.
- 1.4.2. Kategoria** - charakterystyczny poziom właściwości kruszywa lub mieszanki niezwiązanej, wyrażony, jako przedział wartości lub wartość graniczna. Nie ma zależności pomiędzy kategoriami różnych właściwości.
- 1.4.3. Kategoria ruchu (KR1-KR6)** - obciążenie drogi ruchem samochodowym, wyrażone w osiach obliczeniowych (100 kN) według „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych - Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 1997.
- 1.4.4. Kruszywo** - materiał ziarnisty stosowany w budownictwie, który może być naturalny, sztuczny lub z recyklingu.
- 1.4.5. Kruszywo naturalne** - kruszywo ze złóż naturalnych pochodzenia mineralnego, które może być poddane wyłącznie obróbce mechanicznej. Kruszywo naturalne jest uzyskiwane z mineralnych surowców naturalnych występujących w przyrodzie, jak żwir, piasek, żwir kruszony, kruszywo z mechanicznie rozdrobnionych skał, nadziarna żwirowego lub otoczków.
- 1.4.6. Kruszywo z recyklingu** - kruszywo powstałe w wyniku przeróbki materiału zastosowanego uprzednio w budownictwie.
- 1.4.7. Kruszywo kamienne** - kruszywo z mineralnych surowców jak żwir kruszony, mechanicznie rozdrobnione skały, nadziarno żwirowe.
- 1.4.8. Kruszywo grube (wg PN-EN 13242)** - oznaczenie kruszywa o wymiarach ziaren d (dolnego) równym lub większym niż 2 mm oraz D (górnego) większym niż 4 mm.
- 1.4.9. Kruszywo drobne (wg PN-EN 13242)** - oznaczenie kruszywa o wymiarach ziaren d równym 0 oraz D równym 4,0 mm lub mniejszym.
- 1.4.10. Kruszywo o ciągłym uziarnieniu (wg PN-EN 13242)** - kruszywo stanowiące mieszankę kruszyw grubych i drobnych, w której D jest większe niż 6,3 mm.
- 1.4.11. Podbudowa** - dolna część konstrukcji nawierzchni drogi, służąca do przenoszenia obciążeń z ruchu na podłoże. Podbudowa może składać się z podbudowy zasadniczej i pomocniczej, które mogą być wykonywane w kilku warstwach technologicznych. W przypadku wzmocnienia, konstrukcję istniejącej nawierzchni drogi uważa się za podbudowę.
- 1.4.12. Podbudowa z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie** – jedna lub więcej warstw zagęszczonej mieszanki, która stanowi warstwę nośną nawierzchni drogowej.
- 1.4.13. Podbudowa zasadnicza** - warstwa zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstw wyżej leżących na podłoże.
- 1.4.14. Stabilizacja mechaniczna** – proces technologiczny, polegający na odpowiednim zagęszczeniu w optymalnej wilgotności kruszywa o właściwie dobranym uziarnieniu.
- 1.4.15. Podsypka kolejowa** – kruszywo używane do budowy drogi kolejowej, w którym 100% powierzchni ziaren można opisać jako całkowicie przekruszone

Pozostałe określenia podstawowe podane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi normami i z definicjami zamieszczonymi w ST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące Robót

Ogólne wymagania dotyczące Robót podano w ST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 1.5.

2. MATERIAŁY

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

2.1. Podstawowe wymagania dotyczące materiałów

Wszystkie materiały użyte do budowy powinny pochodzić tylko ze źródeł uzgodnionych i zatwierdzonych przez Inżyniera.

2.2. Kruszywo

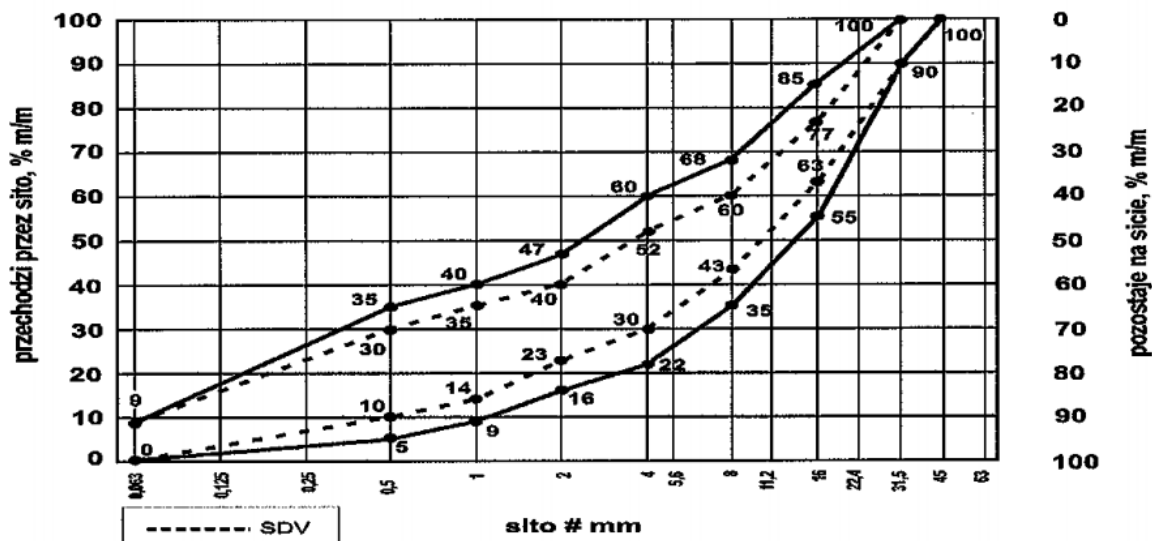
Materiałem do wykonania podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie będzie kruszywo łamane, uzyskane w wyniku przekruszenia surowca skalnego lub kamieni narzutowych i otoczków albo ziaren żwiru większych od 8mm.

Kruszywo powinno być jednorodne bez zanieczyszczeń obcych i bez domieszek gliny zgodne z wymogami normy PN-EN 13242+A1:2010.

2.2.1. Uziarnienie kruszywa

Krzywa uziarnienia mieszanki powinna być ciągła i nie może przebiegać od dolnej krzywej granicznej uziarnienia do górnej krzywej uziarnienia na sąsiednich sitach. Wymiar największego ziarna nie może przekraczać 2/3 grubości warstwy układanej jednorazowo.

Krzywa uziarnienia kruszywa, określona według wg PN-EN 933-1, powinna mieścić się pomiędzy krzywymi granicznymi pół dobrego uziarnienia podanymi na rysunku 1.



Rys. 1. Uziarnienie mieszanki niezwiązanej 0/31,5 do podbudowy zasadniczej

Tablica 6.1. Porównanie uziarnienia mieszanki niezwiązanej z uziarnieniem SDV deklarowanym przez producenta

Mieszanka niezwiązana	Porównanie z deklarowanym SDV - tolerancja przesiewu przez sito [% (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		
0/45	± 5	± 5	± 7	-	± 8	-	± 8	-	± 8	
0/63	-	± 5	± 5	± 7	-	± 8	-	± 8		± 8

Tablica 6.2. Różnice przesiewów przy badaniu ciągłości uziarnienia mieszanki niezwiązanej

Mieszanka	Minimalna i maksymalna zawartość frakcji w mieszance - różnice przesiewów [% (m/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	-	-	-	-
0/45	4	15	-	-	7	20	-	-	10	25	-	-	10	25		--
0/63	-	-	4	15	-	-	7	20	-	-	10	25	-	-	10	25

Uziarnienie podsypki kolejowej należy oznaczać wg EN 933-1 i deklarować zgodnie z odpowiednią kategorią określona w tablicy 1.

Tablica 1 – Kategorie uziarnienia

Wymiar sita mm	Podsypka kolejowa o wymiarze ziarn od 31,5 mm do 50 mm			Podsypka kolejowa o wymiarze ziarn od 31,5 mm do 63 mm		
	Procent przechodzącej masy					
	Kategoria uziarnienia					
	A	B	C	D	E	F
80	100	100	100	100	100	100
63	100	od 97 do 100	od 95 do 100	od 97 do 99	od 95 do 99	od 93 do 99
50	od 70 do 99	od 70 do 99	od 70 do 99	od 65 do 99	od 55 do 99	od 45 do 70
40	od 30 do 65	od 30 do 70	od 25 do 75	od 30 do 65	od 25 do 75	od 15 do 40
31,5	od 1 do 25	od 1 do 25	od 1 do 25	od 1 do 25	od 1 do 25	od 0 do 7
22,4	od 0 do 3	od 0 do 3	od 0 do 3	od 0 do 3	od 0 do 3	od 0 do 7
31,5 do 50	≥ 50	≥ 50	≥ 50	–	–	–
31,5 do 63	–	–	–	≥ 50	≥ 50	≥ 85

UWAGA 1 Wymaganie dotyczące przechodzenia przez sito 22,4 mm odnosi się do próbek podsypki kolejowej pobieranych w miejscu jej wytwarzania.

UWAGA 2 Alternatywnie, w pewnych przypadkach zamiast sita 22,4 mm może być użyte sito 25 mm z tolerancją od 0 do 5 (dla kategorii F od 0 do 7).

2.2.2. Właściwości kruszywa

Kruszywa powinny spełniać wymagania określone w tablicy 1, 2 i 3.

Tablica 1. Wymagania wobec kruszywa do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do podbudowy

Rozdział w PN-EN 13242	Właściwość	Wymagania wobec kruszywa do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do podbudowy:	
		pomocnicza	zasadnicza
	Kruszywo do mieszanki niezwiązanej na warstwę		
	Kategoria ruchu	KR1, KR2 KR3-KR6	KR1, KR2 KR3-KR6
4.1-4.2	Zestaw sit # mm	0.063; 0.5; 1; 2; 4; 5.6; 8; 11.2; 16; 22.4; 31.5; 45; 63 i 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1)	
4.3.1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	G _C 85/15 G _F 85 G _A 85	G _C 80/20 G _F 80 G _A 75
4.3.2	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 13242+A1	GT _C NR	GT _C 20/15
4.3.3	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1	GT _F NR	GT _F 10
		GT _A NR	GT _A 20
4.4	Kształt kruszywa grubego – wg PN-EN 933-4 a) maksymalne wartości wskaźnika lub b) maksymalne wartości wskaźnika kształtu	FI _{NR} SI _{NR}	FI ₅₀ SI ₅₅

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

4.5	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanej oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5	C_{NR}	$C_{90/30}$
4.6	Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1 a) w kruszywie grubym b) w kruszywie drobnym	v $f_{deklarowana}$	$f_{deklarowana}$ $f_{deklarowana}$
4.7	Zawartość pyłów	Właściwość niebadana na pojedynczych frakcjach, a tylko w mieszankach	
5.2	Odporność na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż	LA_{50}	LA_{40} LA_{40}^{***}
5.3	Odporność na ścieranie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-1	M_{DE} Deklarowana	
5.4	Gęstość wg PN-EN 1097-6:2001 rozdział 7,8 albo 9	Deklarowana	Deklarowana
5.5	Nasiąkliwość wg PN- EN 1097-6:2001, rozdział 7,8 albo 9 (w zależności od frakcji)	W_{cmNR}	W_{cmNR}
		$WA_{24}I$	
6.2	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	AS_{NR}	
6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	S_{NR}	
6.4.2.1	Stołość objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1755-1:1998 rozdział 19.3	V_5	
6.4.2.2	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym wg PN-EN 1744-1:1998, p. 19.1	brak rozpadu	
6.4.2.2	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawalkowym wg PN-EN 1744-1:1998, 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 żadnych ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy	

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

7.2	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2	SB _{LA}	
7.3.3	Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1	F1	F1
Załącznik C	Skład materiałowy	deklarowany	
Załącznik C podrozdział C.3.4	Inne cechy środowiskowe	Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego. Jednak w odniesieniu do kruszywa sztucznych I odpardowych należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów	
<p>^{*)} Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna mieścić się w wybranych krzywych granicznych ^{**)} Pod warunkiem, gdy zawartość w mieszance nie przekracza 50% m/m ^{***)} Do warstwy podbudów zasadniczych na drogach obciążonych ruchem KR5-6 dopuszcza się jedynie krzywa charakteryzujące się odpornością na rozdrabnianie LA_{≤35}</p>			

Tablica 2. Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do podbudowy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie

Rozdział w PN-EN 13242	Właściwość	Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do podbudowy:			
		pomocnicza		zasadnicza	
Kategoria ruchu KR		1-2	3-6	1-2	3-6
4.3.1	Uziarnienie mieszanki niezwiązanej wg PN-EN 933-1	0/31.5, 0/45, 0/63			
4.3.2	Maksymalna zawartość pyłów: kategoria UF	UF12		UF9	
4.3.2	Minimalna zawartość pyłów: kategoria UF	LF _{NR}			
4.3.3	Zawartość nadziarna: kategoria OC	OC ₉₀			
4.4.1	Wymagania wobec uziarnienia	Krzywe uziarnienia wg rys. 9-11		Krzywe uziarnienia wg rys. 9-12-14	

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

4.4.2	Wymagania wobec jednorodności uziarnienia poszczególnych partii, porównanie z deklarowana przez producenta wartością (S)	wg tab.3	wg tab. 5
4.4.2	Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych (różnice w przesiewach)	wg tab.4	wg tab. 6
4.5	Wrażliwość na mróz: wskaźnik piaskowy SE ^{**} co najmniej	40	45
	Odporność na rozdrabnianie (dotyczy frakcji 10/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1, kategoria nie większa niż	LA40	LA35
	Odporność na ścieranie (dotyczy frakcji 10/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1, kategoria M _{DE}	deklarowana	deklarowana
	Mrozoodporność (dotyczy frakcji kruszywa 8/16 odsianej mieszanki) wg PN-EN 1367-1	F ₁	F ₁
	Wartość CBR [%] po zagęszczeniu do wskaźnika zagęszczenia I _s =1,0 i moczeniu w wodzie 96 h, co najmniej:	≥60	≥80
4.5	Wodoprzepuszczalność mieszanki w warstwie odsączającej po zagęszczeniu wg metody Proctora do wskaźnika zagęszczenia I _s =1,0; współczynnik filtracji k. co najmniej cm/s	Brak wymagań	Brak wymagań
	Zawartość wody w mieszance zagęszczanej, % (m/m) wilgotności optymalnej wg Proctora	80-100	80-100
4.5	Inne cechy środowiskowe	Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego. Jednak w odniesieniu do kruszyw sztucznych I odpadowych należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów	
*) Mieszanki 0/45 i 0/63 dopuszcza się tylko wyjątkowo, w przypadkach przewidywanego wykonania powierzchniowego utwardzenia, na nawierzchni z tych mieszanek, w ciągu najbliższego sezonu budowlanego			
**) Badanie wskaźnika piaskowego SE należy wykonać na mieszance po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2			

2.2.3. Właściwości fizyczne kruszywa – mieszanka 31,5-50mm i 31,5-63mm

Odporność na rozdrabnianie

Jeśli jest to wymagane, odporność na rozdrabnianie podsypki kolejowej (współczynnik Los Angeles LA_{RB} , w warunkach podanych w załączniku C), należy oznaczać wg EN 1097-2:1998, rozdział 5 i deklarować zgodnie z odpowiednią kategorią określoną w tabelicy 7.

Tablica 7 – Kategorie maksymalnych wartości współczynnika Los Angeles

Współczynnik Los Angeles	Kategoria LA_{RB}
≤ 12	$LA_{RB} 12$
≤ 14	$LA_{RB} 14$
≤ 16	$LA_{RB} 16$
≤ 20	$LA_{RB} 20$
≤ 24	$LA_{RB} 24$
> 24	LA_{RB} Deklarowana
Brak wymagania	LA_{RB} NR

Odporność na uderzenie

Jeśli jest to wymagane, odporność na uderzenie podsypki kolejowej (SZ_{RB} , w warunkach podanych w załączniku D), należy oznaczać wg EN 1097-2:1998, rozdział 6 i deklarować zgodnie z odpowiednią kategorią określoną w tabelicy 8.

Tablica 8 – Kategorie maksymalnych wartości odporności na uderzenie

Odporność na uderzenie %	Kategoria SZ_{RB}
≤ 14	$SZ_{RB} 14$
≤ 18	$SZ_{RB} 18$
≤ 22	$SZ_{RB} 22$
> 22	SZ_{RB} Deklarowana
Brak wymagania	SZ_{RB} NR

Odporność na ścieranie

Jeśli jest to wymagane, odporność na rozdrabnianie podsypki kolejowej (współczynnik mikro-Devala $M_{DE}RB$, w warunkach podanych w załączniku E), należy oznaczać wg EN 1097-1 i deklarować zgodnie z odpowiednią kategorią określoną w tabelicy 9.

Tablica 9 – Kategorie maksymalnych wartości odporności na ścieranie

Współczynnik mikro-Devala	Kategoria $M_{DE} RB$
≤ 5	$M_{DE} RB 5$
≤ 7	$M_{DE} RB 7$
≤ 11	$M_{DE} RB 11$
≤ 15	$M_{DE} RB 15$
> 15	$M_{DE} RB$ Deklarowana
Brak wymagania	$M_{DE} RB$ NR

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

Mrozoodporność

Jeśli jest to wymagane, trwałość podsypki kolejowej, (definiowaną jako mrozoodporność, należy oceniać albo za pomocą badania zamrażania/rozmarzania wg EN 1367-1 albo za pomocą badania w siarczanie magnezu wg EN 1367-2.

2.2.4. Wartość CBR

Badanie CBR mieszanek do podbudowy zasadniczej należy wykonać na mieszance zagęszczonej metodą Proctora do wskaźnika zagęszczenia $I_s=1,0$ i po 96 godzinach przechowywania jej w wodzie. CBR oznaczyć wg. PN-EN 13286-47. Wymaganie wg. tablicy 2.

2.2.5. 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 kruszywa łącznie z projektowaną krzywą uziarnienia.

2.2.6. Woda

Do zwilżania kruszywa stosuje się wodę spełniającą wymagania PN-EN 1008.

3. SPRZĘT

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 3.

3.1. Do wykonania warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie należy stosować następujące rodzaje sprzętu:

- mieszarki stacjonarne do wytwarzania mieszanki kruszyw, wyposażone w urządzenia dozujące wodę. Mieszarki powinny zapewnić wytworzenie jednorodnej mieszanki o wilgotności optymalnej. Wymaganie to jest zbędne w przypadku, gdy producent kruszywa gwarantuje dostawę jednorodnej mieszanki o wymaganym uziarnieniu i odpowiedniej wilgotności;
- równiarki lub układarki do rozłożenia mieszanki. Za zgodą Inżyniera do rozkładania mieszanki na drogach o ruchu mniejszym od ciężkiego można dopuścić spycharki czy koparko-ładowarki;
- walce samojezdne do zagęszczania;
- ptyły wibracyjne lub ubijaki mechaniczne do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 4.

Transport kruszywa może odbywać się samochodami samowyladowczymi w sposób zabezpieczający je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem lub zawilgoceniem.

5. WYKONANIE ROBÓT

Ogólne zasady wykonania Robót podano w ST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt.5

5.1. Przygotowanie podłoża

Podłoże pod podbudowę powinno spełniać wymagania określone w ST D.04.01.01 „Profilowanie i zagęszczanie podłoża”.

Jeżeli podłoże ulepszone, wykonane z materiałów związanych spoiwami lub lepiszczami wykazuje jakiegokolwiek wady, to powinny być one usunięte wg zasad akceptowanych przez Inżyniera.

Podbudowa powinna być wytyczona w sposób umożliwiający jej wykonanie zgodnie z Dokumentacją Projektową lub wg zaleceń Inżyniera z tolerancjami określonymi w niniejszej ST.

Paliki i szpilki do prawidłowego ukształtowania podbudowy powinny być przygotowane wcześniej. Paliki lub szpilki powinny być ustawione wzdłuż osi drogi i w rzędach równoległych do osi drogi lub w inny sposób uzgodniony z Inżynierem. Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków do wytyczania robót w odstępach nie większych niż 10m.

5.2. Wytwarzanie mieszanki kruszywa

Mieszanek kruszywa o ściśle określonym uziarnieniu i wilgotności optymalnej należy wytwarzać w mieszarkach stacjonarnych gwarantujących otrzymanie jednorodnej mieszanki. Ze względu na konieczność zapewnienia jednorodności materiału nie dopuszcza się 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. Wbudowanie 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 20cm 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. W miejscach, gdzie widoczna jest segregacja kruszywa należy przed zagęszczeniem wymienić kruszywo na materiał o odpowiednich właściwościach.

5.4. Zagęszczenie mieszanki

Podbudowę należy zagęszczać w jednej warstwie o grubości projektowanej po zagęszczeniu, odpowiednim sprzętem zgodnie z p.3. przy zachowaniu wilgotności optymalnej. Zagęszczenie podbudowy powinno być równomierne na całej szerokości. Wskaźnik zagęszczenia podbudowy wg BN-77/8931-12 powinien wynosić: 1,00.

Wartość pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia dla jezdni i zjazdów indywidualnych $E_1 \geq 100\text{MPa}$, $E_2 \geq 160\text{MPa}$.

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.

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

5.5. Odcinek próbny

Jeżeli Inżynier uzna to za konieczne, to co najmniej 10 dni przed rozpoczęciem robót, Wykonawca wykona odcinek próbny w celu:

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

- stwierdzenia, czy sprzęt budowlany do mieszania, rozkładania i zagęszczania kruszywa jest właściwy,
- określenia grubości warstwy materiału z w stanie luźnym koniecznej do osiągnięcia wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- ustalenia liczby przejść sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu, jakie będą stosowane do wykonania podbudowy na budowie. Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić od 40m² do 80m². Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Inżyniera. Wykonawca może przystąpić do wykonania podbudowy po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Inżyniera.

5.6. 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

Ogólne zasady kontroli jakości Robót podano w ST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 6.

6.1. Badania przed rozpoczęciem robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania kruszyw przeznaczonych do wykonania podbudowy i wyniki tych badań przedstawić Inżynierowi w celu akceptacji materiałów. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości kruszywa określone w pkt. 2.1.

6.2. Badania w czasie robót

Tablica 2. Częstotliwość oraz zakres badań przy wykonywaniu 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 ²)
1	Uziarnienie mieszanki	1	100
2	Wilgotność mieszanki		
3	Zagęszczenie warstwy	1	100
4	Badanie właściwości kruszywa wg tab. 1, pkt 2.2.1	dla każdej partii kruszywa (poz. 1÷5) i przy każdej zmianie kruszywa (badania pełne)	

6.2.1. Uziarnienie mieszanki

Kontrola uziarnienia rozłożonego kruszywa powinna być przeprowadzana 2 razy na każdej dziennej działce roboczej za pomocą analizy sitowej. Próbkę należy pobierać losowo z rozłożonej warstwy, przed jej zagęszczeniem. Wyniki powinny być zgodne z p. 2.2.1.

6.2.2. Wilgotność mieszanki

Wilgotność materiału kontroluje się wg PN-B-06714/17; do kontroli należy pobierać 2 próbki z każdej dziennej działki roboczej. Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej wg próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481 (metoda II) z tolerancją +10%, -20%.

6.2.3. Zagęszczenie podbudowy

Zagęszczenie każdej warstwy powinno odbywać się aż do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia jak w pkt. 5.4.

Zagęszczenie podbudowy należy sprawdzać według BN-77/8931-12. W przypadku, gdy przeprowadzenie badania jest niemożliwe ze względu na gruboziarniste kruszywo, kontrolę zagęszczenia należy oprzeć na metodzie obciążeń płytowych, wg BN-64/8931-02 i nie rzadziej niż raz na 500m², lub według zaleceń Inżyniera.

Zagęszczenie podbudowy stabilizowanej mechanicznie należy uznać za prawidłowe, gdy stosunek wtórnego modułu E₂ do pierwotnego modułu odkształcenia E₁ jest nie większy od 2,2 dla każdej warstwy konstrukcyjnej podbudowy.

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

Wartość pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia: E₁ ≥ 100MPa, E₂ ≥ 160MPa.

6.2.4. Grubość podbudowy

Kontrola grubości poszczególnych warstw podbudowy polega na bezpośrednim pomiarze w końcowej fazie zagęszczenia w 3 miejscach na dziennej działce roboczej i miejscach wątpliwych. Dopuszczalne odchylenie w grubości w przekroju ± 10% grubości projektowanej,

6.2.5. Właściwości kruszywa

Właściwości kruszywa obejmujące ocenę wszystkich właściwości określonych w pkt. 2.2.2. należy badać dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa. Próbkę do badań pełnych powinny być pobierane losowo w obecności Inżyniera.

6.3. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy

Tabela 3. Częstotliwość oraz zakres pomiarów wykonanej podbudowy:

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość pomiarów
1	Szerokość podbudowy	10 razy na 0,1km
2	Równość podłużna	w sposób ciągły planografem albo co 20 m łatą na każdym pasie ruchu
3	Równość poprzeczna	co 25 m
4	Spadki poprzeczne*)	co 25 m
5	Rzędne wysokościowe	co 25 m
6	Ukształtowanie osi w planie*)	co 25 m
7	Nośność podbudowy: - moduł odkształcenia - ugięcie sprężyste	co najmniej w dwóch przekrojach na każde 100m co najmniej w 2 punktach na każde 100m

*) Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych.

6.3.1. Szerokość podbudowy

Kontrola szerokości podbudowy i jej obramowania polega na bezpośrednich pomiarach co 100m. Szerokość podbudowy nie może różnić się od

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

szerokości projektowanej o więcej niż +10cm, -5cm.

6.3.2. Równość podbudowy

Kontrola równości w przekroju podłużnym mierzona 4-metrową łatą zgodnie z BN-68/8931-04 co 100m; dopuszczalne nierówności pod łatą 10mm. Kontrola równości poprzecznej mierzona 4-metrową łatą zgodnie z BN-68/8931-04 co 100m; dopuszczalne odchyłki pod łatą 10mm.

6.3.3. Spadki poprzeczne

Kontroli spadków poprzecznych dokonuje się łatą profilową z poziomnicą co 25m.

Dopuszczalne odchyłki spadku $\pm 0,5\%$.

6.3.4. Rzędne wysokościowe

Kontrola rzędnych niwelety za pomocą instrumentu niwelacyjnego co 25m; dopuszczalne odchyłki -2cm, +1cm.

6.3.5. Ukształtowanie osi podbudowy

Kontrola ukształtowania osi podbudowy w planie sprawdzana co 25 m oraz dodatkowo w punktach głównych łuków poziomych. Oś podbudowy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż ± 5 cm.

6.3.6. Nośność podbudowy

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

Tabela 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 30cm, MPa	
		40 kN	50 kN	od pierwszego obciążenia E_1	od drugiego obciążenia E_2
80	1,0	1,25	1,40	100	160
120	1,03	1,10	1,20	120	180

6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami podbudowy

6.4.1. Niewłaściwe cechy geometryczne podbudowy

Wszystkie powierzchnie podbudowy, które wykazują większe odchylenia cech geometrycznych od określonych w pkt. 6.2. powinny być naprawione przez spulchnienie lub zerwanie do głębokości co najmniej 10cm, wyrównanie i powtórne zagęszczenie. Dodanie nowego materiału bez spulchnienia wykonanej warstwy jest niedopuszczalne.

Jeżeli szerokość podbudowy jest mniejsza od szerokości projektowanej to Wykonawca powinien na własny koszt poszerzyć podbudowę przez spulchnienie warstwy na pełną głębokość do połowy szerokości pasa ruchu, dołożenie materiału i ponowne 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 i ponownie zagęszczone.

Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy 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 dodatkowych robót poniesie Wykonawca podbudowy tylko wtedy, gdy zaniżenie nośności podbudowy wynikało z niewłaściwego wykonania robót przez Wykonawcę.

7. OBMIAR ROBÓT

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

7.1 Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest 1m² (metr kwadratowy) wykonanej podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie o określonej grubości.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru Robót podano w ST D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 8.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową i ST jeżeli wszystkie badania i pomiary z zachowaniem tolerancji wg pkt. 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

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

9.1. Cena jednostki obmiarowej

Cena jednostkowa wykonania 1 m² podbudowy uwzględnia:

- prace pomiarowe i przygotowawcze,
- oznakowanie miejsca robót,
- zakup i transport mieszanki lub kruszywa na miejsce składowania,
- przygotowanie mieszanki,
- wykonanie odcinka próbnego,
- transport i rozłożenie mieszanki,
- profilowanie,
- zagęszczenie,
- utrzymanie podbudowy,
- badania materiałów, ewentualnie opracowanie recepty, wykonanie niezbędnych badań i pomiarów.

SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

PN-B-06714/12	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych.
PN-EN 13450	Kruszywa na podsypkę kolejową.
PN-EN 933-1	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.
PN-EN 933-4	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziarn. Wskaźnik kształtu
PN-EN 1097-5	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją.
PN-EN 1097-6	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości.
PN-EN 1367-1	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie mrozoodporności.
PN-EN 1744-1	Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna.
PN-EN 1097-2	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Metoda oznaczania odporności na rozdrobnienie.
PN-B-11112	Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych.
PN-S-06102	Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie.
PN-B-32250	Materiały budowlane. Woda do betonu i zapraw.
PN-EN 933-8	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Badanie wskaźnika piaskowego.
BN-64/8931-02	Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą.
BN-68/8931-04	Pomiar równości nawierzchni planografem i łata.
BN-77/8931-12	Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu.

10.2. Inne dokumenty

Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych . IBDiM 1997.
Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dz.U. Nr 43 z dnia 14 maja 1999 r.