

D.04.04.02b PODBUDOWA I NAWIERZCHNIA Z MIESZANKI KRUSZYWA NIEZWIĄZANEGO

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót w ramach zadania pn.:

„Przebudowa drogi powiatowej Nr 1 183R Łączki Brzeskie – Nagoszyn
od km 0+600.00 do km 1+200.00 w miejscowości Łączki Brzeskie”.

1.2. Zakres stosowania STWiORB

STWiORB jest stosowana, jako Dokument Kontraktowy przy realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem warstwy nawierzchni, poboczy, zjazdów i podbudowy z mieszanki niezwiązanej, wg lokalizacji wskazanej w Dokumentacji Projektowej.

W zakres robót wchodzi wykonanie:

- warstwy podbudowy z mieszanki niezwiązanej z kruszywa stabilizowanego mechanicznie gr. 25 cm oraz nawierzchni gr. 15 cm na zjazdach,
- warstwy podbudowy z mieszanki niezwiązanej z kruszywa stabilizowanego mechanicznie gr. 15 cm pod chodnik,
- warstwy podbudowy z mieszanki niezwiązanej z kruszywa stabilizowanego mechanicznie gr. 20 cm na poszerzeniach istn. jezdni.

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 ulepszanego 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.** Nawierzchnia z kruszywa niezwiązane – nawierzchnia drogowa, której wierzchnia warstwa, poddawana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych, wykonana jest z mieszanki kruszyw niezwiązanych o uziarnieniu ciągłym.
- 1.4.3.** Podbudowa zasadnicza – warstwa zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstw wyżej leżących na warstwę podbudowy pomocniczej lub podłoże.
W przypadku wzmocnienia, konstrukcję istniejącej nawierzchni drogi uważa się za podbudowę.
- 1.4.4.** Podbudowa pomocnicza – warstwa zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstwy podbudowy zasadniczej na warstwę podłoża. Podbudowa pomocnicza może składać się z kilku warstw o różnych właściwościach.
- 1.4.5.** Stabilizacja mechaniczna - proces technologiczny polegający na odpowiednim zagęszczeniu kruszywa o właściwie dobranym uziarnieniu, przy wilgotności optymalnej.
- 1.4.6.** Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w STWiORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.

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

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB DM.00.00.00. „Wymagania ogólne” punkt 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

2.2. Rodzaje materiałów

Materiałami stosowanymi przy wykonywaniu warstw są kruszywa i woda do zraszania kruszywa.

2.3. Wymagania wobec kruszywa

Do wykonania warstw nawierzchni, poboczy, podbudowy należy stosować kruszywo łamane o uziarnieniu ciągłym 0/31,5 mm spełniające wymagania zamieszczone poniżej – Tablica 1. Źródła materiałów powinny być wybrane z wyprzedzeniem 30 dni przed rozpoczęciem robót i zaakceptowane przez Inżyniera na podstawie okazanych w wyników badań przez Wykonawcę.

Tablica 1. Wymagania według WT-4 i PN-EN 13242 wobec kruszyw do mieszanek niezwiązanych w warstwie nawierzchni lub podbudowy pomocniczej/zasadniczej w zależności od kategorii ruchu.

Lp.	Właściwości		Wymagania wobec kruszyw do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do nawierzchni lub podbudowy			
			nawierzchni a KR1 – KR2	podbudow a pomocnicz a KR5 i KR4	podbudowa zasadnicza	
					KR1 – KR2	KR3 – KR5
1	Zestaw sit #mm		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	Uziarnienie wg PN-EN 933-1 (badane na mokro) kategoria nie niższa niż		G _C 80/20; G _F 80; G _A 75	G _C 80/20; G _F 80; G _A 75	G _C 80/20; G _F 80; G _A 75	
3	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	przy D/d<4	GT _C 20/15	GT _{NR}	GT _C 20/15	
		przy D/d≥4	GT _C 20/17,5	GT _{NR}	GT _C 20/17,5	
	kruszywo drobne i kruszywo o ciągłym uziarnieniu, kategoria nie niższa niż:		GT _F 20 GT _A 20	GT _F 10 GT _A 20	GT _F 20 GT _A 20	GT _F 10 GT _A 20
4	Kształt kruszywa grubego lub kruszywa grubego (≥4mm) wydzielonego z kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-3 ^{a)} a) maksymalne wartości wskaźnika płaskości lub b) maksymalne wartości wskaźnika kształtu		Fl ₅₀ Sl ₅₅	Fl _{NR} Sl _{NR}	Fl ₅₀ Sl ₅₅	
5	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym lub w kruszywie grubym (≥4mm) wydzielonym z kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-5, kategoria nie niższa niż:		C _{90/3}	C _{NR}	C _{90/3}	C _{90/3}
6	Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1 ^{b)}		f _{Deklarowana}			
7	Odporność na rozdrobnienie kruszywa grubego lub kruszywa grubego wydzielonego z kruszywa o ciągłym uziarnieniu (frakcja referencyjna do badania #10/14mm) wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż		LA ₄₀	LA ₅₀	LA ₅₀	LA ₄₀

8	Odporność na ścieranie kruszywa grubego lub kruszywa grubego wydzielonego z kruszywa o ciągłym uziarnieniu (frakcja referencyjna do badania #10/14mm) wg PN-EN 1097-1, kategoria nie wyższa niż	M_{DENR}	M_{DE35}
9	Gęstość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7,8 albo 9	Deklarowana	
10	Nasiąkliwość, kategoria nie wyższa niż ^{c)} oznaczona wg PN-EN 1097-6:2001 rozdział 7,8 albo 9	WA ₂₄₂	
11	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	AS _{NR}	
12	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	S _{NR}	
13	Stalość objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1 rozdział 19.3, wymagana kategoria	V ₅	
14	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1 p. 19.1	Brak rozpadu	
15	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1 p. 19.2	Brak rozpadu	
16	Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3	Brak substancji szkodliwych w stosunku do środowiska wg odrębnych przepisów	
17	Zanieczyszczenia	Brak ciał obcych takich, jak: drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy (dotyczy kruszyw naturalnych)	
18	Zawartość składników kruszyw grubych z recyklingu, oznaczona wg PN-EN 933-11, wymagane kategorie nie wyższe niż:	R _C Deklarowana R _{cug} Deklarowana R _b Deklarowana R _a Deklarowana R _g Deklarowana X ₁ FL ₁₀	
19	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3 pkt 7.3 oraz pkt 8.3, (frakcja referencyjna do badania #10/14mm) wymagana kategoria	SB _{LA}	
20	Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1, kategoria nie wyższa niż	F _{Deklarowana} (ubytek masy nie więcej niż 10% dla kruszyw naturalnych) F _{Deklarowana} (ubytek masy nie więcej niż 15% dla kruszyw sztucznych i z recyklingu)	
21	Skład mineralogiczny wg załącznika C, p. C.3.4	Deklarowany	

a) Podstawą oznaczania kształtu kruszywa jest badanie wskaźnika płaskości, natomiast dodatkowo można badać wskaźnik kształtu

b) Łączna zawartość pyłów w złożonej mieszance z kruszyw powinna się mieścić w krzywych dla poszczególnych warstw rys. 1÷20

c) Jeżeli kruszywo nie spełnia warunku nasiąkliwości WA242, należy wykonać dodatkowo badanie mrozoodporności, wg PN-EN 1367-1. Mrozoodporność kruszywa powinna wykazywać % ubytek masy nie większy od zawartego w punkcie 20 Tablicy 1.

Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna być zgodna z tablicą 4 L.p. 2 niniejszej STWiORB.
Jeżeli kruszywo nie spełnia warunku nasiąkliwości należy sprawdzić mrozoodporność.
W razie konieczności składowania na budowie kruszywo powinno być zabezpieczone przed zanieczyszczeniem i mieszaniami z innymi materiałami kamiennymi.

Podłoże w miejscu składowania powinno być równe, utwardzone i dobrze odwodnione.

2.4. Woda do zraszania kruszywa

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

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB DM.00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 3.

3.2. Sprzęt do wykonania robót

Sprzęt użyty do wykonania warstw nawierzchni lub podbudowy powinien być zaakceptowany przez Inżyniera, tzn. powinien zapewnić spełnienie wymogów jakościowych odnośnie robót do których ma być zastosowany. Powinien również spełniać wymagania BHP.

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

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

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

4.2. Transport materiału

Dowóz kruszywa na budowę powinien odbywać się samochodami ciężarowymi samowyladowczymi. Rozładunek na budowie bezpośrednio na miejsce wbudowania lub rozwożenie z miejsca składowania. Transport kruszywa powinien się odbywać w sposób przeciwdziałający jego zanieczyszczeniu i rozsegregowaniu.

Ruch po przygotowanym podłożu powinien być tak zorganizowany, aby nie dopuścić do jego uszkodzeń i skoleinowania. Przy ruchu po drogach publicznych poza sprawnością pojazdów ważne jest spełnianie przepisów o dopuszczalnych naciskach na osie pojazdów.

Woda może być dostarczana wodociągiem lub przewożnymi zbiornikami wody.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB DM.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

5.2. Przygotowanie podłoża

Podłoże stanowi odebrana przez Inżyniera warstwa zgodna z dokumentacją projektową i odpowiednią STWiORB. Paliki stanowiące szablon do wykonania warstwy powinny być ustawione w osi drogi i przy jej krawędziach tak, aby było możliwe rozciągnięcie sznurków między nimi w odstępach, co min. 10,0m.

5.3. Projektowanie mieszanki z kruszywa niezwiązane

5.3.1. Postanowienia ogólne

Przed przystąpieniem do robót, w terminie uzgodnionym z Inżynierem, Wykonawca dostarczy Inżynierowi do akceptacji projekt składu mieszanki kruszywa niezwiązane oraz wyniki badań

laboratoryjnych poszczególnych składników i próbki materiałów pobrane w obecności Inżyniera do wykonania badań kontrolnych przez Inżyniera.

Projektowanie mieszanki polega na doborze kruszywa do mieszanki oraz ilości wody. Procedura projektowa powinna być oparta na próbach laboratoryjnych i/lub polowych przeprowadzonych na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach jak te, które będą stosowane do wykonania nawierzchni lub podbudowy pomocniczej/zasadniczej.

Skład mieszanki projektuje się zgodnie z wymaganiami wobec mieszanek niezwiązanych do nawierzchni lub podbudowy pomocniczej/zasadniczej, określonych w tablicy 4. Wartości graniczne i tolerancje zawierają rozrzut wynikający z pobierania i dzielenia próbki, przedział ufności (precyzja w porównywalnych warunkach) oraz nierównomierności warunków wykonawczych.

Mieszanki kruszyw powinny być tak produkowane i składowane, aby wykazywały zachowanie jednakowych właściwości, spełniając wymagania z tablicy 4. Mieszanki kruszyw powinny być jednorodnie wymieszane i powinny charakteryzować się równomierną wilgotnością. Kruszywa powinny odpowiadać wymaganiom tablicy 1, przy czym w mieszankach wyprodukowanych z różnych kruszyw, każdy ze składników musi spełniać wymagania tablicy 1.

5.3.2. Wymagania wobec mieszanek

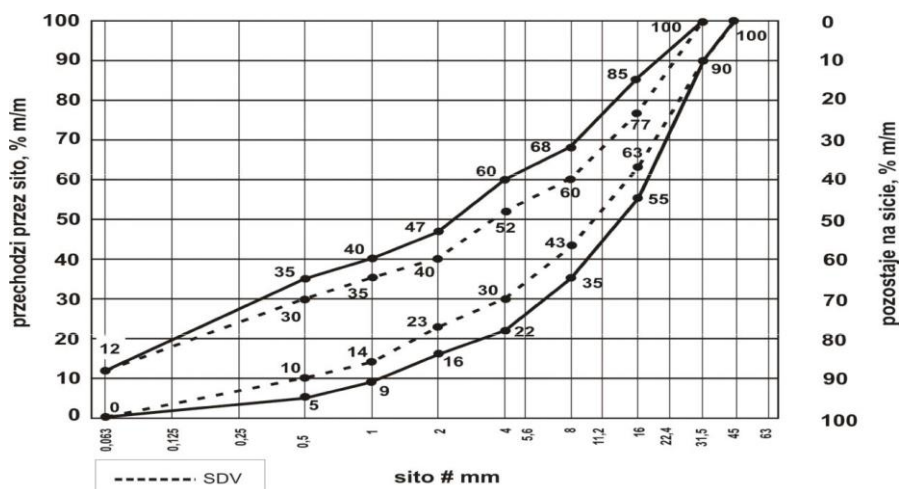
Do warstw podbudowy zasadniczej i nawierzchni zjazdów i poboczy należy stosować mieszankę kruszyw 0/31,5 mm. Wymagania wobec mieszanek przeznaczonych do nawierzchni zjazdów i poboczy lub podbudowy pomocniczej/zasadniczej, podane w tablicy 4, odnośnie wrażliwości na mróz mieszanek kruszyw, dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu w aparacie Proctora według PN-EN 13286-2.

Zawartość pyłów w mieszankach kruszyw do warstwy nawierzchni lub podbudowy pomocniczej/zasadniczej, określana wg PN-EN 933-1, powinna być zgodna z wymaganiami tablicy 4. W przypadku słabych kruszyw, zawartość pyłów w mieszance kruszyw należy również badać i deklarować, po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Zawartość pyłów w takiej mieszance po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora powinna również spełniać wymagania podane w tablicy 2. Nie określa się wymagań wobec minimalnej zawartości pyłów <0,063 mm w mieszankach kruszyw do warstwy podbudowy zasadniczej i nawierzchni poboczy.

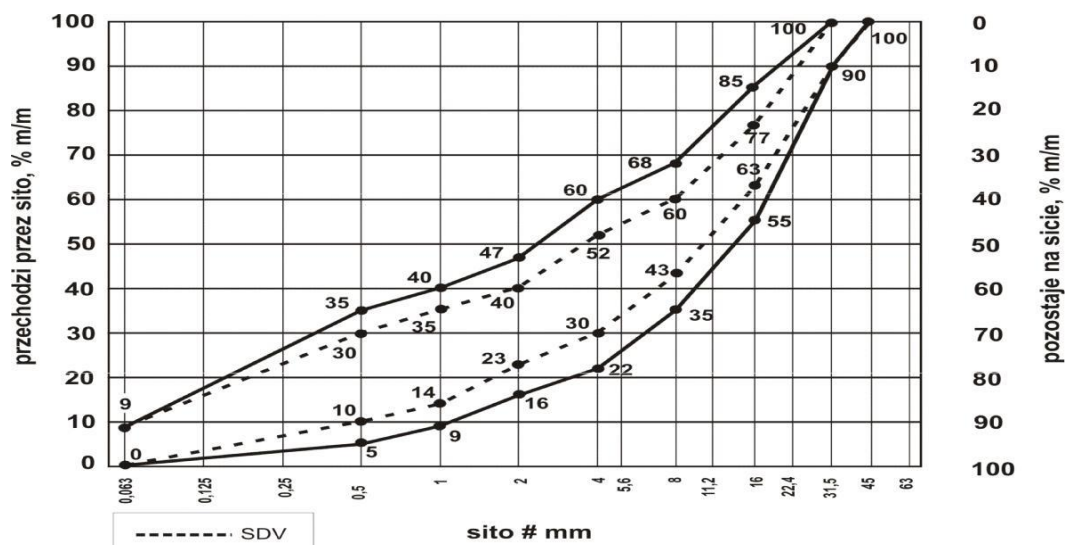
Zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw, określana według PN-EN 933-1 powinna spełniać wymagania podane w tablicy 4. W przypadku słabych kruszyw decyduje zawartość nadziarna w mieszance kruszyw po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora.

Uziarnienie mieszanek kruszyw o wymiarach ziaren D należy określić według PN-EN 933-1. Krzywe uziarnienia mieszanki kruszyw powinny zawierać się w obszarze między krzywymi granicznymi uziarnienia przedstawionymi na rysunkach A+B, odpowiednio dla każdego rodzaju mieszanki.

Na rysunkach pokazano również liniami przerywanymi obszar uziarnienia SDV, w którym powinna się mieścić krzywa uziarnienia mieszanki „S” deklarowana przez dostawcę/producenta. W przypadku słabych kruszyw uziarnienie mieszanki kruszyw należy również badać i deklarować po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Kryterium przydatności takiej mieszanki, pod względem uziarnienia, jest spełnione, jeżeli uziarnienie mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora mieści się w krzywych granicznych podanych na odpowiednich rysunkach A+B.



Rys. A. Uziarnienie mieszanki niezwiązanej 0/31,5 dla nawierzchni poboczy, zjazdów indywidualnych



Rys. B. Uziarnienie mieszanki niezwiązanej 0/31,5 dla podbudowy zasadniczej

Oprócz wymagań podanych na rysunkach A-B wymaga się, aby 90% uziarnień mieszanek zbadanych w ramach ZKP w okresie 6 miesięcy spełniało wymagania kategorii podanych w tablicach 2 i 3, aby zapewnić jednorodność i ciągłość uziarnienia mieszanek.

Tablica 2. Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych – porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S). Wymagania dotyczą produkowanej i dostarczanej mieszanki. Jeśli mieszanka zawiera nadmierną zawartość ziaren słabych, wymaganie dotyczy deklarowanego przez producenta uziarnienia mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora.

Mieszanka niezwiązana, mm	Porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S) Tolerancje 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		

Krzywa uziarnienia (S) deklarowana przez producenta mieszanek powinna nie tylko mieścić się w odpowiednich krzywych uziarnienia (rys. A+B) ograniczonych przerywanymi liniami (SDV) z uwzględnieniem dopuszczalnych tolerancji podanych w tablicy 2, ale powinna spełniać także wymagania ciągłości uziarnienia zawarte w tablicy 3.

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

Mieszanka mm	Minimalna i maksymalna zawartość frakcji w mieszkankach; [różnice przesiewów w % (m/m) przez sito (mm)]													
	1/2		2/4		2/5,6 5,6/11,2		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
	0/31.5	4	15	7	20	-	-	10	25	-	-	10	25	-

Mieszanki kruszyw stosowane do warstw nawierzchni poboczy i podbudów pomocniczych/zasadniczych powinny spełniać wymagania wg tablicy 4. Wymagania wobec mieszanek przeznaczonych do warstw nawierzchni i podbudowy pomocniczej/zasadniczej odnośnie wrażliwości na mróz (wskaźnik SE), dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora

według PN-EN 13286-2. Nie stawia się wymagań wobec wodoprzepuszczalności zagęszczonej mieszanki niezwiązanej, o ile szczegółowe rozwiązania nie przewidują tego.

Zawartość wody w mieszankach kruszyw powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej metodą Proctora według PN-EN 13286-2, w granicach podanych w tablicy 4.

Badanie CBR mieszanek należy wykonać na mieszance zagęszczonej metodą Proctora do wskaźnika zagęszczenia $Is = 1,0$ i po 96 godzinach przechowywania jej w wodzie. CBR należy oznaczyć wg PN-EN 13286-47, a wymaganie przyjąć wg tablicy 4.

5.3.3. Istotne cechy środowiskowe

Zgodnie z dotychczasowymi doświadczeniami, dotyczącymi stosowania w drogownictwie mieszanek z kruszyw naturalnych oraz gruntów, można je zaliczyć do wyrobów budowlanych, które nie oddziałują szkodliwie na środowisko. Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w takich mieszankach.

W przypadku stosowania w mieszankach kruszyw w stosunku, do których brak jest jeszcze ustalonych zasad, np. kruszywa z recyklingu i kruszywa z pewnych odpadów przemysłowych, zaleca się zachowanie ostrożności. Przydatność takich kruszyw, jeśli jest to wymagane, może być oceniona zgodnie z wymaganiami w miejscu ich stosowania. W przypadkach wątpliwych należy uzyskać ocenę takiej mieszanki przez właściwe jednostki.

W tablicy 4 przedstawia się zbiorcze zestawienie wymagań wobec mieszanek kruszywa niezwiązane w warstwie nawierzchni i podbudowy pomocniczej/zasadniczej.

Lp.	Właściwości	Wymagania wobec mieszanek kruszyw niezwiązanych przeznaczonych do nawierzchni i podbudowy		
		podbudowa pomocnicza KR5 i KR4	podbudowa zasadnicza	
			KR1 – KR2	KR3 – KR5
1	Uziarnienie mieszanek niezwiązanej	0/31,5	0/31,5	
2	Maksymalna zawartość pyłów, kategoria nie wyższa niż	UF_{12}	UF_9	
3	Minimalna zawartość pyłów	LF_{NR}	LF_{NR}	
4	Zawartość nadziarna: kategoria nie niższa niż	OC_{90}		
5	Wymagania wobec uziarnienia	Krzywe uziarnienia według rys. A-D		
6	Tolerancja przesiewu - porównanie z wartością S deklarowaną przez dostawcę	G_B		
7	Jednorodność uziarnienia - różnice w przesiewach	G_B		
8	Jakość pyłów oznaczona wg PN-EN 933-8 załącznik A ^a) na frakcji 0/4 (SE ₄), po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora według PN-EN 13286-2, wartość nie niższa niż	35	30	35
9	Odporność na rozdrabnianie (dotyczy frakcji 10/14 mm odsianej z mieszanki), kategoria nie wyższa niż	LA ₄₀	LA ₃₅	
10	Odporność na ścieranie (frakcja referencyjna do badania #10/14 mm) kategoria nie wyższa niż	M _{DE} Deklarowana	M _{DE} 35	
11	Mrozoodporność jako wartość średnia ważona, kategoria nie wyższa niż:	F _{Deklarowana} (ubytek masy nie więcej niż 7%)	F4	

12	Wartość CBR ^{c)} [%] po zagęszczeniu wg metody Proctora do wskaźnika zagęszczenia wymaganego dla danej warstwy, przy energii 0,59 J/cm ³ i moczeniu w wodzie 96 h, co najmniej	60	60	80
13	Wodoprzepuszczalność mieszanki w warstwie odsączającej po zagęszczeniu wg metody Proctora do wskaźnika zagęszczenia $I_s = 1,0$, przy energii 0,59 J/cm ³ ; współczynnik filtracji k_{10} [cm/s], co najmniej	NR		
14	Zawartość wody w mieszance zagęszczanej; % (m/m) wilgotności optymalnej metodą Proctora	80 - 120		

a) Badanie wskaźnika piaskowego SE4 według normy PN-EN 933-8:2012, załącznik A

Badanie wskaźnika piaskowego SE4 należy przeprowadzić według normy PN-EN 933-8 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 $D \leq 31,5$ mm stosuje się formę Proctora B i ubijak A, a dla mieszanek o $D > 31,5$ mm formę Proctora C i ubijak C.

Po 5-cio krotnym ubiciu mieszanki w aparacie Proctora należy przygotować próbkę zgodnie z normą PN-EN 933-8 załącznik A i wykonać badanie wskaźnika piaskowego dla frakcji 0/4 mm.

b) Badanie wskaźnika nośności CBR według normy PN-EN 13286-47:2012

Badanie wskaźnika nośności CBR dla mieszanek niezwiązanych do warstw przywołanych w niniejszej OST należy wykonać po ich zagęszczeniu metodą Proctora zgodnie z normą PN-EN 13286-2 do wskaźnika zagęszczenia $I_s = 1,0$. 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 ubijakiem A.

Po przygotowaniu próby do badania CBR, mieszanka powinna zostać przebadana zgodnie z procedurą zawartą w pkt 7, 8.1, 8.3 i 9 normy PN-EN 13286-47. Przy postępowaniu wg pkt 8.3.2 powinien zostać użyty obciążnik o masie 2 kg.

5.3.4. Wbudowanie i zagęszczanie mieszanki

Całkowita grubość warstwy po zagęszczeniu ma być zgodna z wymaganiami podanymi w Dokumentacji Projektowej. Należy ją rozłożyć w dwóch warstwach. Grubość pojedynczo układanej warstwy nie może przekraczać 20 cm po zagęszczeniu. Warstwy powinny być rozłożone w sposób zapewniający osiągnięcie wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. Każda warstwa powinna być wyprofilowana i zagęszczona z zachowaniem wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. Rozpoczęcie budowy następnej warstwy może nastąpić po odbiorze poprzedniej warstwy przez Inżyniera.

Ostateczna grubość warstw po zagęszczeniu powinna być równa grubości projektowanej.

Wilgotność mieszanki kruszywa podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora, zgodnie z PN-EN 13286-1 i 2. Materiał nadmiernie nawilgocony, powinien zostać osuszony przez mieszanie i napowietrzanie. Jeżeli wilgotność mieszanki kruszywa jest niższa od optymalnej o 20% jej wartości, mieszanka powinna być zwilżona określoną ilością wody i równomiernie wymieszana. W przypadku, gdy wilgotność mieszanki kruszywa jest wyższa od optymalnej o 10% jej wartości, mieszankę należy osuszyć.

Zagęszczenie każdej warstwy powinno odbywać się aż do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

Kontrolę zagęszczenia i nośności podbudowy należy oprzeć na metodzie obciążeń płytowych. Wynik modułu należy obliczyć w zakresie obciążeń jednostkowych 0,15-0,25 MPa, doprowadzając obciążenie końcowe do 0,45 MPa. W obliczeniach modułu należy zastosować mnożnik $\frac{3}{4}$.

Badanie należy przeprowadzać wg Instrukcji Badań Podłoża Gruntowego Budowli Drogowych i Mostowych – załącznik 2, GDDP 1998, nie rzadziej niż 3 razy na 1000m², 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.

5.3.5. Utrzymanie podbudowy i nawierzchni z mieszanki niezwiązanej

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

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWiORB DM.00.00.00 'Wymagania ogólne' pkt 6.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania kruszyw przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi w celu akceptacji materiałów. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości określone w pkt 2 niniejszych STWiORB.

6.3. Badania w czasie robót.

6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

W czasie budowy wykonawca powinien prowadzić systematyczne badania kontrolne i dostarczać kopie wyników Inżynierowi. Częstotliwość i zakres badań powinny gwarantować zachowanie wymagań jakościowych i nie powinny schodzić poniżej zakresu i częstotliwości podanej poniżej.

Tablica 5. Częstotliwość oraz zakres badań przy budowie podbudowy i nawierzchni z kruszyw stabilizowanych mechanicznie.

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstość badań	
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Max powierzchnia podbudowy przypadająca na jedno badanie (m ²)
1	Uziarnienie mieszanki	2	600 *
2	Wilgotność mieszanki		
3	Zagęszczenie warstwy metodą obciążeń płytowych VSS	10 **	100 **
4	Badania właściwości kruszywa zgodnie z tablicą 1	Dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa	

* w przypadku przekroczenia powierzchni 600 m² dziennego ułożenia warstwy podbudowy, należy wykonać, co najmniej 1 badanie na 1000 m²

** w przypadku przekroczenia powierzchni 100 m² dziennego ułożenia warstwy podbudowy, należy wykonać, co najmniej 1 badanie na 1000 m² bez określania liczby badań na dziennej działce roboczej

6.3.2. Uziarnienie mieszanki

Uziarnienie mieszanki powinno być zgodne z wymaganiami niniejszych STWiORB. 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 próby Proctora, zgodnie z PN-EN 13286-2 z tolerancją +10% -20%.

6.3.4. Zagęszczenie

Zagęszczenie każdej warstwy powinno odbywać się aż do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

Kontrolę zagęszczenia i nośności podbudowy należy oprzeć na metodzie obciążeń płytowych. Wynik modułu należy obliczyć w zakresie obciążeń jednostkowych 0,15-0,25 MPa, doprowadzając obciążenie końcowe do 0,45 MPa. W obliczeniach modułu należy zastosować mnożnik $\frac{3}{4}$.

Badanie należy przeprowadzać wg Instrukcji Badań Podłoża Gruntowego Budowli Drogowych i Mostowych – załącznik 2, GDDP 1998, nie rzadziej niż 3 razy na 1000m², 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.

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

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.

6.3.6. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy i nawierzchni

Częstotliwość oraz zakres pomiarów dotyczących cech geometrycznych podbudowy i nawierzchni podano w tablicy 6.

Tablica 6. Częstotliwość oraz zakres pomiarów wykonanej warstwy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie.

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstość pomiarów
1	Szerokość warstwy	10 razy na 1 km
2	Równość podłużna	w sposób ciągły planografem albo, co 20 m łątą na każdym pasie ruchu
3	Równość poprzeczna	10 razy na 1 km
4	Spadki poprzeczne ^{*)}	10 razy na 1 km
5	Rzędne wysokościowe	co 20 m, a na odcinkach krzywoliniowych co 10 m
6	Ukształtowanie osi w planie ^{*)}	co 100 m
7	Grubość warstwy	Podczas budowy: w 3 punktach na każdej działce roboczej lecz nie rzadziej niż raz na 400 m ² Przed odbiorem: w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ²
8	Nośność – moduł odkształcenia	co najmniej 1 raz na 1000 m ² lub ugięcie sprężyste co 50m

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

Dla warstw z mieszanki kruszywa niezwiązanego na zjazdach należy wykonać badania wyszczególnione w tablicy 6 z częstotliwością 1 raz na dziennej działce roboczej.

6.3.7. Szerokość warstwy

Szerokość warstwy nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż + 10 cm, - 5 cm.

Na jezdniach bez krawężników szerokość warstwy powinna być większa od szerokości warstwy wyżej leżącej o wartość wskazaną w Dokumentacji Projektowej.

6.3.8. Równość warstwy

Nierówności podłużne warstwy należy mierzyć 4-metrową łata lub planografem, zgodnie z BN-68/8931-04. Nierówności poprzeczne warstwy należy mierzyć 4-metrową łata. Nierówności warstwy nie mogą przekraczać:

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

6.3.9. Spadki poprzeczne warstwy

Spadki poprzeczne warstwy na prostych i łukach powinny być zgodne z dokumentacją projektową, z tolerancją $\pm 0,5$ %.

6.3.10. Rzędne wysokościowe warstwy

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

Różnice pomiędzy rzędnymi wysokościowymi warstwy i rzędnymi projektowanymi nawierzchni nie powinny przekraczać ± 1 cm.

6.3.11. Ukształtowanie osi warstwy

Oś warstwy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż ± 5 cm.

6.3.12. Grubość warstwy

Grubość warstwy nie może się różnić od grubości projektowanej o więcej niż:

- dla podbudowy zasadniczej i nawierzchni ± 10 %,
- dla podbudowy pomocniczej +10%, -15%.

6.3.13. Nośność podbudowy i nawierzchni

Podbudowa zasadnicza, pomocnicza i nawierzchnia z kruszywa powinna charakteryzować się cechami przedstawionymi w poniżej.

Tablica 5. Cechy podbudowy zasadniczej dla dróg kategorii KR2, KR3, KR5.

Lp.	Podbudowa z kruszywa o wskaźniku $W_{noś}$ nie mniejszym niż, %	Wymagane cechy podbudowy				
		Wskaźnik zagęszczenia I_s nie mniejszy niż	Maksymalne ugięcie sprężyste pod kołem, mm		Minimalny moduł odkształcenia mierzony płytą o średnicy 30 cm, MPa	
			40 kN	50 kN	od pierwszego obciążenia E_1	od drugiego obciążenia E_2
1 ^{a)}	60	1,0	1,40	1,60	60	130
2 ^{b)}	80	1,0	1,25	1,40	80	160
3 ^{c)}	120	1,03	1,10	1,20	100	180

Wartości E_2 dobrane z Zarządzenia nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2014 roku w sprawie Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych.

1^a)- dotyczy podbudowy zasadniczej dla dróg kategorii KR2 oraz nawierzchni z kruszywa na tych drogach

2^b)- dotyczy podbudowy zasadniczej dla dróg kategorii KR3

3^c)- dotyczy podbudowy zasadniczej dla dróg kategorii KR5

6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami

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

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości Wykonawca wykona naprawę. 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.

Jeżeli nośność będzie mniejsza od wymaganej, to Wykonawca przedstawi program naprawczy do akceptacji Inżyniera i wykona wszelkie roboty niezbędne do zapewnienia wymaganej nośności.

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

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót.

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB DM.00.00.00. pkt 7 „Wymagania ogólne”.

7.2. Jednostka obmiarowa.

Jednostką obmiarową jest m^2 (metr kwadratowy) wykonanej warstwy podbudowy i nawierzchni z mieszanki kruszywa niezwiązanego o projektowanej grubości.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót.

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

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, STWiORB i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji według pkt. 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności.

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

9.2. Cena jednostki projektowej

Cena wykonania 1 m^2 warstwy podbudowy i nawierzchni z mieszanki kruszywa niezwiązanego o projektowanej grubości obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,

- oznakowanie robót,
- koszt zapewnienia niezbędnych czynników produkcji,
- zakup, dostarczenie i składowanie potrzebnych materiałów,
- przeprowadzenie wymaganych badań związanych z dopuszczeniem materiałów do robót,
- wytworzenie mieszanki kruszywowej wraz z transportem na miejsce wbudowania,
- oczyszczenie podłoża,
- rozłożenie i zagęszczenie warstwy,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w STWiORB,
- utrzymanie warstwy w czasie robót,
- odwiezienie sprzętu.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

1. PN-B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
2. PN-S-06102 Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie
3. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą
4. BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć podatnych ugięciomierzem belkowym
5. BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu
6. PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
7. PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 4: Oznaczanie kształtu ziarn. Wskaźnik kształtu
8. PN-EN 933-5 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
9. PN-EN 933-8 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek. Badanie wskaźnika piaskowego
10. PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Metody oznaczania odporności na rozdrabianie
11. PN-EN 1097-5 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją
12. PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
13. PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
14. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna
15. PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 2: Metody określania gęstości w odniesieniu do zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora.

10.2. Inne dokumenty

1. Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (KTKNPiP) - GDDKiA 2014. Zarządzenie nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2014 roku w sprawie Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych
2. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.
3. Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych. WT-4 2010. Wymagania techniczne. Załącznik do Zarządzenia Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad nr 102 z dnia 19 listopada 2010 r.