

**Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych
i Autostrad**

MIESZANKI NIEZWIĄZANE DO DRÓG KRAJOWYCH

**WT-4 2025
Wymagania Techniczne**

Spis treści

Powołania normatywne	4
Inne dokumenty związane.....	5
Definicje	6
Postanowienia ogólne.....	8
1. Wymagania wobec materiałów.....	8
1.1 Kruszywo.....	8
1.2 Wymagania wobec wody do zraszania kruszywa	8
2. Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych	14
2.1. Postanowienia ogólne	14
2.1.1. Wartości graniczne i tolerancje.....	14
2.1.2. Mieszanki kruszyw	14
2.1.3. Istotne cechy środowiskowe.....	14
2.2. Wymagane właściwości mieszanki niezwiązanej do warstwy mrozoochronnej/odsączającej.....	14
2.2.1. Postanowienia ogólne.....	14
2.2.2. Zawartość pyłów	14
2.2.3. Zawartość nadziarna	14
2.2.4. Uziarnienie	15
2.2.5. Wodoprzepuszczalność i wrażliwość na mróz	18
2.2.6. Zawartość wody	18
2.2.7. Wskaźnik nośności CBR.....	18
2.2.8. Zagęszczenie i nośność warstwy	18
2.2.9. Istotne cechy środowiskowe.....	19
2.3. Wymagania wobec mieszanek do warstw podbudowy pomocniczej	20
2.3.1. Postanowienia ogólne.....	20
2.3.2. Zawartość pyłów	20
2.3.3. Zawartość nadziarna	20
2.3.4. Uziarnienie	20
2.3.5. Wodoprzepuszczalność i wrażliwość na mróz	22
2.3.6. Zawartość wody	22
2.3.7. Wskaźnik nośności CBR.....	22
2.3.8. Zagęszczenie i nośność warstwy	23
2.3.9. Istotne cechy środowiskowe.....	23
2.4. Wymagane właściwości mieszanki niezwiązanej do podbudowy zasadniczej	24
2.4.1. Postanowienia ogólne.....	24
2.4.2. Zawartość pyłów	24
2.4.3. Zawartość nadziarna	24
2.4.4. Uziarnienie	24
2.4.5. Wodoprzepuszczalność i wrażliwość na mróz	26
2.4.6. Zawartość wody	26
2.4.7. Wskaźnik nośności CBR.....	26
2.4.8. Zagęszczenie i nośność warstwy	27
2.4.9. Istotne cechy środowiskowe.....	27
2.5. Wymagania wobec mieszanek do nawierzchni/poboczy z kruszywa niezwiązanego	28
2.5.1. Postanowienia ogólne.....	28

2.5.2.	Zawartość pyłów	28
2.5.3.	Zawartość nadziarna	28
2.5.4.	Uziarnienie	28
2.5.5.	Wodoprzepuszczalność i wrażliwość na mróz	29
2.5.6.	Zawartość wody	30
2.5.7.	Wskaźnik nośności CBR	30
2.5.8.	Zagęszczenie i nośność warstwy	30
2.5.9.	Istotne cechy środowiskowe	30
3.	Kontrola produkcji	34
3.1.	System oceny zgodności	34
3.2.	Kontrola procesu produkcyjnego	34
3.2.1.	Pobieranie próbek	34
3.2.2.	Zakładowa kontrola produkcji	34
3.2.3.	Gęstość szkieletu mieszanki	34
4.	Opis i oznaczenie	34
5.	Oznakowanie	35
6.	Ustalenia formalne	35
	Załącznik A Zakładowa kontrola produkcji mieszanek niezwiązanych	36
	Załącznik B Procedura oznaczania współczynnika filtracji na podstawie PN-EN ISO 17892-11	41
	Załącznik C Procedura oznaczania modułu odkształcenia warstw konstrukcyjnych nawierzchni/poboczy z kruszywa niezwiązanego przez obciążenie płytą VSS ...	46
	Załącznik D Procedura wykonania badania oraz korelacji płyty dynamicznej	50
	Załącznik E Procedura przygotowania próbki do badania wskaźnika piaskowego wg PN-EN 933-8 Załącznik A	55

Powołania normatywne

Niniejsze zestawienie obejmuje Polskie Normy niedatowane. Przyjęto zasadę, że w wypadku powołań niedatowanych należy stosować ostatnie wydanie normy.

PN-EN 13242	Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
PN-EN 13285	Mieszanki niezwiązane – Specyfikacje
PN-EN 932-3	Badania podstawowych właściwości kruszyw - Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego
PN-EN 932-5	Badania podstawowych właściwości kruszyw - Część 5: Wyposażenie podstawowe i wzorcowanie
PN-EN 933-1	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie składu ziarnowego - Metoda przesiewania
PN-EN 933-3	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości
PN-EN 933-4	Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 4: Oznaczanie kształtu ziaren – Wskaźnik kształtu
PN-EN 933-5	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 5: Oznaczanie procentowej zawartości ziarn przekruszonych w kruszywie o grubym i o ciągłym uziarnieniu
PN-EN 933-8	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek - Badania wskaźnika piaskowego
PN-EN 933-9	Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Ocena zawartości drobnych cząstek - Badania błękitem metylenowym
PN-EN 1008	Woda zarobowa do betonu - Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
PN-EN 1097-1	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)
PN-EN 1097-2	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
PN-EN 1097-6	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 6: Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości
PN-EN 1367-1	Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
PN-EN 1367-2	Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Badanie w siarczanie magnezu
PN-EN 1367-3	Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania
PN-EN 1744-1	Badania chemicznych właściwości kruszyw - Analiza chemiczna
PN-EN 1744-3	Badania chemicznych właściwości kruszyw - Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw

- PN-ISO 565 Sita kontrolne - Tkanina z drutu, blacha perforowana i blacha cienka perforowana elektrochemicznie - Wymiary nominalne oczek
- PN-EN 13286-1 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 1: Laboratoryjne metody oznaczania referencyjnej gęstości i wilgotności. Wprowadzenie, wymagania ogólne i pobieranie próbek
- PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora
- PN-EN 13286-47 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 47: Metoda badania do określenia kalifornijskiego wskaźnika nośności, natychmiastowego wskaźnika nośności i pęcznienia liniowego
- PN-EN 13286-50 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Metody sporządzenia próbek badawczych — Część 50: Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proctora lub zagęszczania na stole wibracyjnym
- PN-EN 13877-2 Nawierzchnie betonowe -- Część 2: Wymagania funkcjonalne dla nawierzchni betonowych
- PN-B-06714-37 Kruszywa mineralne -- Badania -- Oznaczanie rozpadu krzemianowego
- PN-B-06714-38 Kruszywa mineralne -- Badania -- Oznaczanie rozpadu wapniowego
- PN-B-06714-39 Kruszywa mineralne -- Badania -- Oznaczanie rozpadu żelazawego

Inne dokumenty związane

Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych; GDDKiA 2014
 Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych; GDDKiA 2014

Definicje

D – wymiar górnego sita [mm].

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

Kruszywo – ziarnisty materiał stosowany w budownictwie; kruszywo może być naturalne, sztuczne lub z recyklingu.

Kruszywo naturalne – kruszywo pochodzenia mineralnego, które poza obróbką mechaniczną nie zostało poddane innej obróbce.

Kruszywo sztuczne – kruszywo pochodzenia mineralnego, uzyskane w wyniku procesu przemysłowego obejmującego termiczną lub inną modyfikację.

Kruszywo z recyklingu – kruszywo powstałe w wyniku przeróbki materiału zastosowanego poprzednio w budownictwie (np. kruszywo z recyklingu betonu lub kruszywo z recyklingu nawierzchni mineralno-asfaltowej).

Kruszywo z recyklingu betonu – materiał pochodzący z przekruszenia betonu cementowego z warstw nawierzchni betonowych, betonowych elementów konstrukcji budowlanych lub drogowych albo gruzu betonowego, o określonym uziarnieniu.

Kruszywo z recyklingu nawierzchni mineralno-asfaltowej - materiał pochodzący z przekruszenia warstw nawierzchni mineralno-asfaltowych, o określonym uziarnieniu.

Mieszanka niezwiązana - ziarnisty materiał, zazwyczaj o określonym składzie ziarnowym (od $d=0$ do D), który jest stosowany do wykonania warstw konstrukcji nawierzchni oraz nawierzchni drogowej. Mieszanka niezwiązana może być wytworzona z kruszyw naturalnych lub mieszaniny tych kruszyw z kruszywami sztucznymi i z recyklingu w określonych proporcjach.

Nawierzchnia z kruszywa niezwiązanego - nawierzchnia drogowa, której wierzchnia warstwa, poddawana bezpośrednio oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych, wykonana jest z mieszanki kruszyw niezwiązanymi o uziarnieniu ciągłym.

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

Podbudowa - dolna część nawierzchni służąca do przenoszenia obciążeń od ruchu na podłoże. Podbudowa może składać się z podbudowy zasadniczej i podbudowy pomocniczej.

Podbudowa pomocnicza - warstwa tworząca platformę umożliwiającą prawidłowe wbudowanie podbudowy zasadniczej, a w czasie eksploatacji nawierzchni wspomagająca warstwy górne konstrukcji nawierzchni w rozłożeniu naprężeń od kół pojazdów oraz ochronę nawierzchni przed wysadzinami powodowanymi przez szkodliwe działanie mrozu.

Podbudowa zasadnicza - warstwa konstrukcji nawierzchni spełniająca podstawową funkcję w rozłożeniu naprężeń od kół pojazdów. Podbudowa zasadnicza może być jednowarstwowa lub dwuwarstwowa.

Pyły - cząstki kruszywa przechodzące przez sito 0,063 mm.

Warstwa mrozoochronna – warstwa, której głównym zadaniem jest ochrona nawierzchni przed wysadzinami powodowanymi przez szkodliwe działanie mrozu i zwiększenie nośności warstw dolnych konstrukcji nawierzchni.

W szczególnych przypadkach (bliskie sąsiedztwo zwierciadła wody gruntowej od spodu konstrukcji nawierzchni) warstwa mrozoochronna może pełnić funkcję warstwy odsączającej.

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

Warstwa odsączająca - warstwa zapewniająca odprowadzenie wody przedostającej się do spodu nawierzchni. Rolę warstwy odsączającej może pełnić warstwa mrozochronna. Aby warstwa ta mogła pełnić funkcję warstwy odsączającej musi być wykonana z materiału ziarnistego o odpowiednim uziarnieniu i o współczynniku filtracji.

Ogólny schemat konstrukcji nawierzchni drogowej wraz z podłożem - schemat konstrukcji nawierzchni drogowej: podatnej, półsztywnej i sztywnej wraz z podłożem przedstawiono na rys. 1.

Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia)	Warstwy górne konstrukcji nawierzchni	Warstwa ścieralna	
		Warstwa wiążąca	
		Podbudowa zasadnicza	Górna warstwa podbudowy zasadniczej
	Dolna warstwa podbudowy zasadniczej		
Warstwy dolne konstrukcji nawierzchni	Podbudowa pomocnicza		
	Warstwa mrozochronna/odsączająca		
Podłoże gruntowe nawierzchni	Warstwa ulepszanego podłoża		
	Grunt rodzimy w wykopie lub grunt nasypowy w nasypie, zakwalifikowany do jednej z grup nośności podłoża		

a) podatna i półsztywna

Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia)	Warstwy górne konstrukcji nawierzchni	Warstwa nawierzchniowa	
		Warstwa poślizgowa	
		Podbudowa zasadnicza	
	Warstwy dolne konstrukcji nawierzchni	Podbudowa pomocnicza	
Warstwa mrozochronna/odsączająca			
Podłoże gruntowe nawierzchni	Warstwa ulepszanego podłoża		
	Grunt rodzimy w wykopie lub grunt nasypowy w nasypie, zakwalifikowany do jednej z grup nośności podłoża		

b) sztywna

Rys.1. Układ warstw w konstrukcji nawierzchni drogowej

Postanowienia ogólne

Wymagania wobec kruszywa do mieszanek niezwiązanych oparte są na klasyfikacji zgodnej z normą PN-EN 13242.

Wszystkie rodzaje kruszyw do mieszanek niezwiązanych są wyrobami budowlanymi zgodnie z Rozporządzeniem (UE) Nr 305/2011. Rozporządzenie (UE) Nr 305/2011 określa warunki wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku wyrobów budowlanych. Dla wyrobów budowlanych zgodnie z Rozporządzeniem (UE) Nr 305/2011 Producent musi przedstawić Deklarację Właściwości Użytkowych oraz prowadzić Zakładową Kontrolę Produkcji.

Wymagania wobec mieszanek kruszyw niezwiązanych oparte są na klasyfikacji zgodnej z normą PN-EN 13285. Mieszanki o górnym wymiarze ziaren (D) większym niż 90 mm nie są objęte tą normą i niniejszymi Wymaganiami Technicznymi.

1. Wymagania wobec materiałów

1.1 Kruszywo

Wymagania wobec kruszywa przeznaczonego do wytwarzania mieszanek niezwiązanych do warstw podbudowy, nawierzchni/poboczy ~~z kruszywa niezwiązanego~~ i warstwy mrozoochronnej/odsączającej przedstawia Tabela 1.

1.2 Wymagania wobec wody do zraszania kruszywa

Do produkcji i zwilżania kruszywa stosuje się wodę spełniającą wymagania PN-EN 1008 lub wodę wodociągową.

Tabela 1. Wymagania dla kruszyw do mieszanek niezwiązanych

Punkt w normie PN-EN 13242	Właściwość	Wymagane właściwości kruszywa do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do: (kategorie wg PN-EN 13242)				Odniesienie do tablicy w PN-EN 13242
		warstwy mrozoochronnej/odsączającej	podbudowy pomocniczej	podbudowy zasadniczej	nawierzchni/poboczy	
		≤ KR7	KR3÷KR7	≤ KR7	Nawierzchnia ≤ KR2 Pobocza ≤ KR7	
4.1.÷4.2.	Zestaw sit #	0,063; 0,5; 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 56; 63 i 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1)				Tabl. 1
Wszystkie frakcje dozwolone						
4.3.1.	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	G _C 80-20, G _F 80, G _A 75	G _C 80-20, G _F 80, G _A 75	G _C 85-15, G _F 85, G _A 85	G _C 80-20, G _F 80, G _A 75	Tabl. 2
4.3.2.	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	GT _{NR}	GT _{NR}	GT _C 20/15 (dla D/d <4) GT _C 20/17,5 (dla D/d ≥4)	GT _C 20/15 (dla D/d <4) GT _C 20/17,5 (dla D/d ≥4)	Tabl. 3
4.3.3.	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1	GT _F NR, GT _A NR	GT _F NR, GT _A NR	GT _F 10, GT _A 20	GT _F 10, GT _A 20	Tabl. 4
4.4	Kształt kruszywa grubego lub kruszywa grubego (≥ 4 mm) wydzielonego z kruszywa o ciągłym uziarnieniu a) maksymalne wartości wskaźnika płaskości wg PN-EN 933-3	FI _{NR}	FI _{NR}	FI ₅₀	FI ₅₀	Tabl. 5
	lub b) maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4	SI _{NR}	SI _{NR}	SI ₅₅	SI ₅₅	Tabl. 6

Punkt w normie PN-EN 13242	Właściwość	Wymagane właściwości kruszywa do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do: (kategorie wg PN-EN 13242)				Odniesienie do tablicy w PN-EN 13242
		warstwy mrozoochronnej/odsączającej	podbudowy pomocniczej	podbudowy zasadniczej	nawierzchni/poboczy	
		≤ KR7	KR3+KR7	≤ KR7	Nawierzchnia ≤ KR2 Pobocza ≤ KR7	
4.5	Kategorie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach przekruszonych w kruszywie grubym lub w kruszywie grubym (≥ 4 mm) wydzielonym z kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-5	C_{NR}	C_{NR}	$C_{90/3}^{1)}$ $C_{50/30}^{1)}$	nawierzchnia $C_{90/3}$ pobocza $C_{90/3}^{1)}$ $C_{50/30}^{1)}$	Tabl. 7
4.6.	Zawartość pyłów w kruszywie wg PN-EN 933-1	$f_{Deklarowana}$	$f_{Deklarowana}$	$f_{Deklarowana}$	$f_{Deklarowana}$	Tabl. 8
4.7	Jakość pyłów	Właściwość niebadana na pojedynczych frakcjach, a tylko w mieszankach				
5.2.	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego lub kruszywa grubego (≥ 4 mm) wydzielonego z kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż	LA_{60}	$LA_{40} (KR5-7)$ $LA_{50} (≤ KR4)$	$LA_{35} (KR5-7)$ $LA_{40} (≤ KR4)$	LA_{40}	Tabl. 9
5.3.	Odporność na ścieranie kruszywa grubego lub kruszywa grubego (≥ 4 mm) wydzielonego z kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 1097-1	$M_{DE}Deklarowana$	$M_{DE}Deklarowana$	$M_{DE}Deklarowana$	$M_{DE}Deklarowana$	Tabl. 11

Punkt w normie PN-EN 13242	Właściwość	Wymagane właściwości kruszywa do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do: (kategorie wg PN-EN 13242)				Odniesienie do tablicy w PN-EN 13242
		warstwy mrozoochronnej/odsączającej	podbudowy pomocniczej	podbudowy zasadniczej	nawierzchni/poboczy	
		≤ KR7	KR3+KR7	≤ KR7	Nawierzchnia ≤ KR2 Pobocza ≤ KR7	
5.4.	Gęstość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	Deklarowana	Deklarowana	Deklarowana	-
5.5.	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7, 8 albo 9 (w zależności od frakcji)	WA ₂₄₂ ²⁾	WA ₂₄₂ ²⁾	WA ₂₄₂ ²⁾	WA ₂₄₂ ²⁾	Tabl. 18
6.2.	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	AS _{NR}	AS _{NR}	AS _{NR}	AS _{NR}	Tabl. 13
6.3.	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	S _{NR}	S _{NR}	S _{NR}	S _{NR}	Tabl. 14
6.5.2.1.	Stażność objętości żużła stalowniczego wg PN-EN 1744-1, rozdział 19.3 ³⁾	V ₅	V ₅	V ₅ ⁵⁾	V ₅	Tabl. 16
6.5.2.2.	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym ⁴⁾ wg PN-EN 1744-1, p.19.1	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	-
6.5.2.3.	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym ⁴⁾ wg PN-EN 1744-1, p.19.2	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	-
6.5.3.	Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3	Brak substancji szkodliwych w stosunku do środowiska wg odrębnych przepisów				
6.5.4.	Zanieczyszczenia	Brak ciał obcych takich, jak: drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy				

Punkt w normie PN-EN 13242	Właściwość	Wymagane właściwości kruszywa do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do: (kategorie wg PN-EN 13242)				Odniesienie do tablicy w PN-EN 13242
		warstwy mrozoochronnej/odsączającej	podbudowy pomocniczej	podbudowy zasadniczej	nawierzchni/poboczy	
		≤ KR7	KR3+KR7	≤ KR7	Nawierzchnia ≤ KR2 Pobocza ≤ KR7	
7.2.	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3	SB_{LA} Deklarowana	SB_{LA}	SB_{LA}	SB_{LA}	Tabl. 17
7.3.3.	Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1	$F_{Deklarowana}$ (≤10%) - kruszywa z recyklingu: $F_{Deklarowana}$ (≤15%)	$F_{Deklarowana}$ (≤7%) - kruszywa z recyklingu: $F_{Deklarowana}$ (≤10%)	F_4 - kruszywa z recyklingu: $F_{Deklarowana}$ (≤10%)(≤ KR4)	Nawierzchnia/pobocza: F_4 Pobocza: - kruszywa z recyklingu: $F_{Deklarowana}$ (≤10%)	Tabl. 20
Załącznik C	Skład materiałowy	Deklarowany	Deklarowany	Deklarowany	Deklarowany	-
Zał. C podrozdział C.3.4	Istotne 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 odpadów należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów				-

- 1) Kategoria w zależności od przyjętego rozwiązania konstrukcyjnego, dla podbudowy zasadniczej dla kategorii ruchu ≤KR2 dopuszcza się stosowanie kruszywa o kategorii C_{NR} .
- 2) W przypadku, gdy wymaganie nie jest spełnione, należy sprawdzić mrozoodporność.
- 3) W przypadku żużli stalowniczych oprócz badania oznaczenia stałości objętości żużla stalowniczego wskazanego w PN-EN 13242 pkt 6.5.2.1., należy dodatkowo wykonać badanie rozpadów: wapniowego (wg PN-B-06714-38, rozpad nie więcej niż 1 %) i żelazawego (wg PN-B-06714-39, rozpad nie więcej niż 1 %).
- 4) Wymaganie dotyczy również innych żużli metalurgicznych (w przypadku żużli stalowniczych należy badać rozpad: wapniowy wg norm PN-B-06714-38, rozpad nie większy niż 1% oraz żelazawy wg PN-B-06714-39, rozpad nie większy niż 1%).
- 5) Nie stosuje się do podbudowy zasadniczej kruszywa z żużla stalowniczego dla kategorii ruchu ≤KR2.

UWAGA 1:

W przypadku, gdy jedno kruszywo stanowi 100% mieszanki niezwiązanej należy stosować wymagania zgodnie z Tabelą 10 przy jednoczesnym spełnieniu wymagań ujętych w Tabeli 1 w zakresie gęstości i nasiąkliwości.

UWAGA 2:

Kruszywo z recyklingu może być stosowane w mieszankach z kruszywem naturalnym, pod warunkiem spełnienia wymagań Tabeli 1. Zawartość kruszywa z recyklingu w mieszance nie może przekraczać 30% m/m.

UWAGA 3:

W przypadku wykorzystania kruszyw z recyklingu betonu do warstwy mrozoochronnej, podbudowy pomocniczej zaleca się stosowanie kruszywa pozyskanego z betonu o granicznej klasie wytrzymałości na ściskanie CC20, przy jednoczesnej wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu SC1,7 (badania wytrzymałości na ściskanie oraz wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu wykonać wg PN-EN 13877-2).

Do podbudowy zasadniczej zaleca się stosowanie kruszywa pozyskanego z betonu o granicznej klasie wytrzymałości na ściskanie CC30, przy jednoczesnej wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu SC2,0 (badania wytrzymałości na ściskanie oraz wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu wykonać wg PN-EN 13877-2).

W przypadku niespełnienia lub braku możliwości określenia cech wytrzymałościowych betonu przed kruszeniem, za nadrzędne uznaje się spełnienie wymagań podanych w tabeli 1.

UWAGA 4:

Do mieszanek niezwiązanych nie dopuszcza się stosowania kruszywa z recyklingu nawierzchni z mieszanek mineralno-asfaltowych zawierających smołę.

2. Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych

2.1. Postanowienia ogólne

2.1.1. Wartości graniczne i tolerancje

Podane w dalszej części WT wartości graniczne i tolerancje zawierają nie tylko rozrzut wynikający z pobierania i dzielenia próbki, lecz także przedział ufności (precyzja w porównywalnych warunkach), jak również nierównomierność warunków wykonawczych, o ile w wypadkach odosobnionych żadne inne uregulowanie nie wystąpi. Zestawienie wymagań wobec mieszanek niezwiązanych zawiera Tabela 10.

2.1.2. Mieszanki kruszyw

Mieszanki kruszyw powinny być tak produkowane i składowane, aby wykazywały zachowanie jednakowych właściwości i spełniały wymagania z Tabeli 10. Wyprodukowane mieszanki kruszyw powinny być jednorodnie wymieszane i charakteryzować się równomierną wilgotnością.

Kruszywa powinny odpowiadać wymaganiom wg Tabeli 1, w zależności od rodzaju warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej i obciążenia ruchem (KR).

W mieszankach, które są wyprodukowane z różnych kruszyw, każdy ze składników musi spełniać wymagania z Tabeli 1.

2.1.3. Istotne cechy środowiskowe

Mieszanki z kruszyw naturalnych można zaliczyć do materiałów budowlanych, które nie oddziałują szkodliwie na środowisko. Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w takich mieszankach. W wypadku stosowania w mieszankach kruszywa sztucznego lub z recyklingu, zaleca się sprawdzenie ich oddziaływania na środowisko w miejscu zastosowania.

2.2. Wymagane właściwości mieszanki niezwiązanej do warstwy mrozoochronnej/odsączającej

2.2.1. Postanowienia ogólne

Do warstwy mrozoochronnej/odsączającej powinny być stosowane następujące mieszanki kruszyw:

0/8; 0/11,2; 0/16; 0/22,4; 0/31,5; 0/45; 0/63.

W przypadku zastosowania mieszanki o uziarnieniu 0/8 dla dróg KR 3-7 konieczne jest wykonanie odcinka próbnego potwierdzającego spełnienie wymagań nośności warstwy.

2.2.2. Zawartość pyłów

Maksymalna zawartość pyłów < 0,063 mm w mieszankach kruszyw do warstwy mrozoochronnej/odsączającej powinna spełniać wymagania kategorii podanej w Tabeli 10. W przypadku kiedy warstwa mrozoochronna pełni funkcję warstwy odsączającej to zawartość pyłów powinna wynosić max. 6 %. Zawartość pyłów należy określać wg PN-EN 933-1.

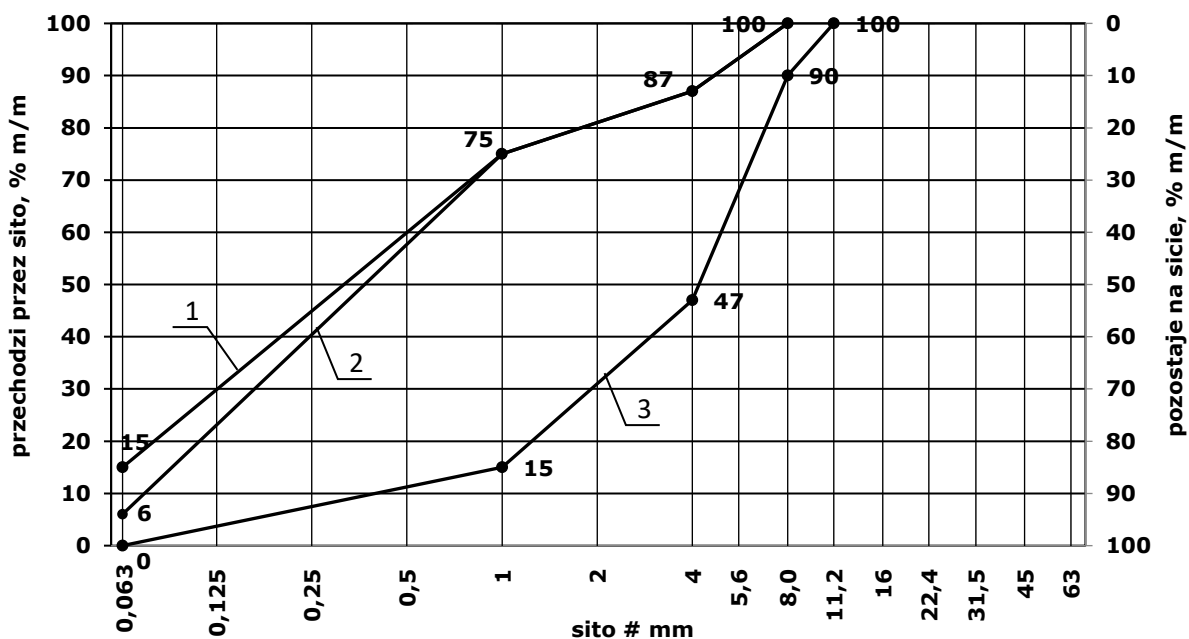
Nie określa się wymagania wobec minimalnej zawartości pyłów 0,063 mm w mieszankach kruszyw do warstwy mrozoochronnej/odsączającej.

2.2.3. Zawartość nadziarna

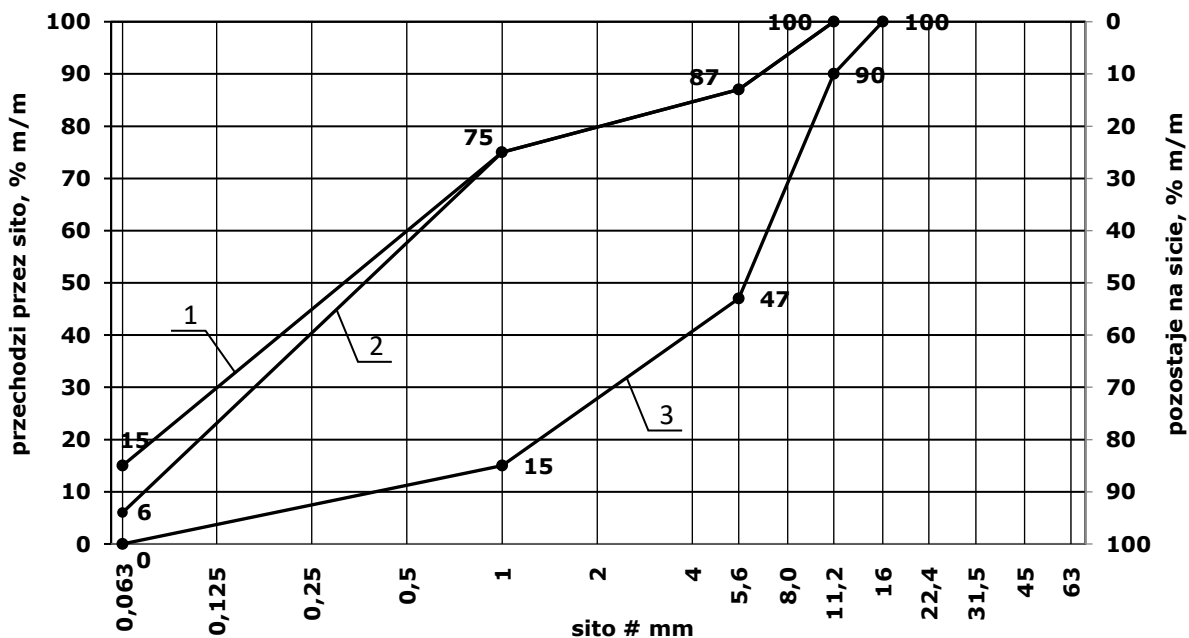
Określona wg PN-EN 933-1 zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw powinna spełniać wymagania podane w Tabeli 10.

2.2.4. Uziarnienie

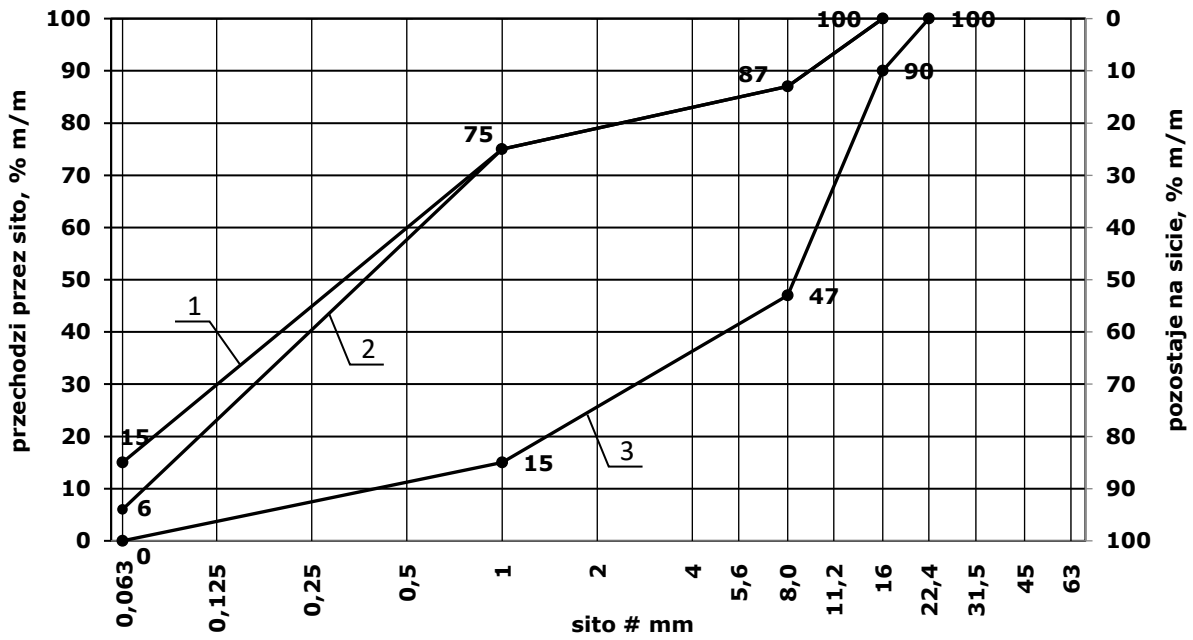
Określone wg PN-EN 933-1 uziarnienia mieszanek kruszyw, (kategoria Gv), o wymiarach ziaren D od 8 do 63 mm, przeznaczonych do warstwy mrozochronnej/odsączającej muszą spełniać wymagania przedstawione na rysunkach od 2 do 8. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe na tych rysunkach.



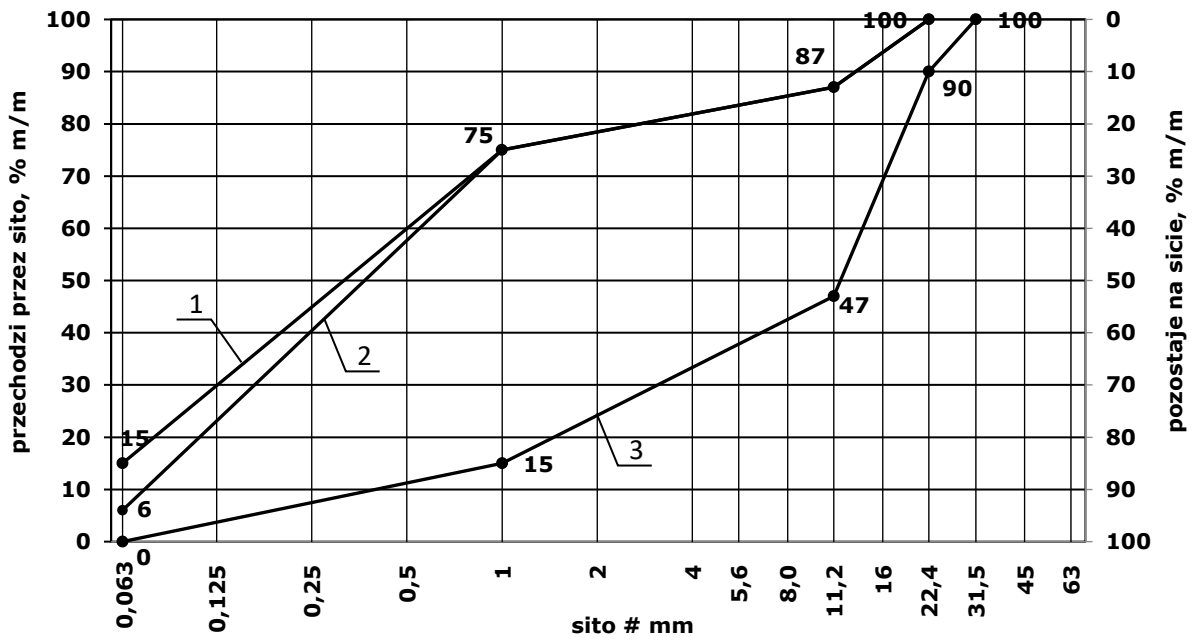
Rys. 2. Mieszanka kruszyw 0/8 do warstwy mrozochronnej (1-3)/odsączającej (2-3)



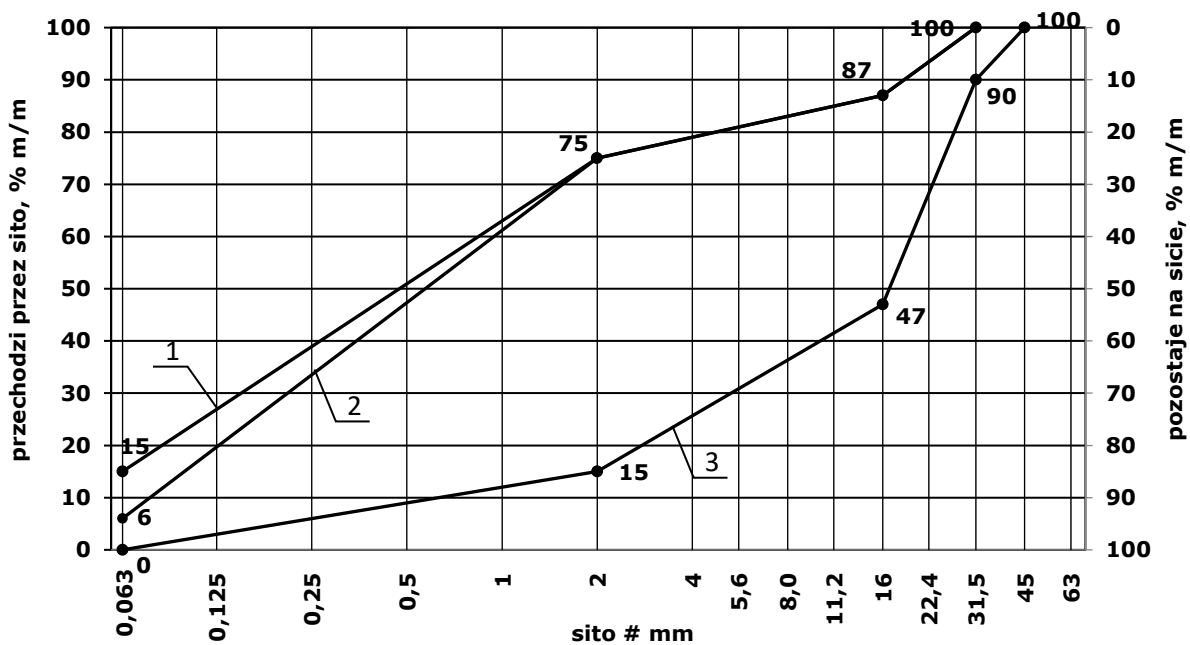
Rys. 3. Mieszanka kruszyw 0/11,2 do warstwy mrozochronnej (1-3)/odsączającej (2-3)



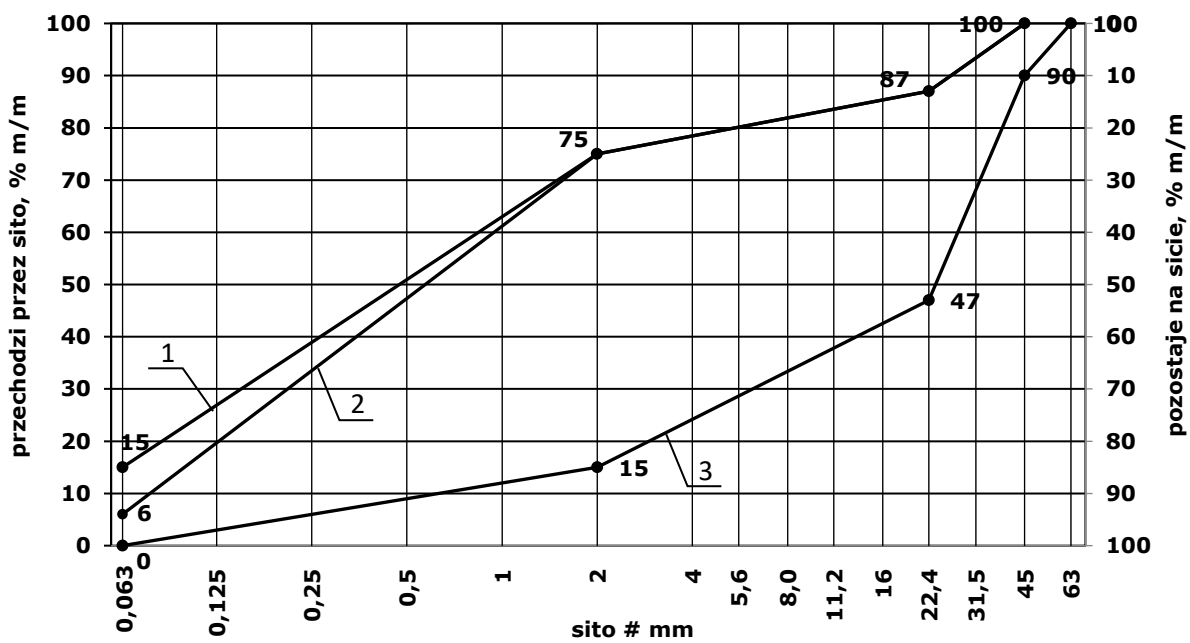
Rys. 4. Mieszanka kruszyw 0/16 do warstwy mrozoochronnej (1-3)/odsączającej (2-3)



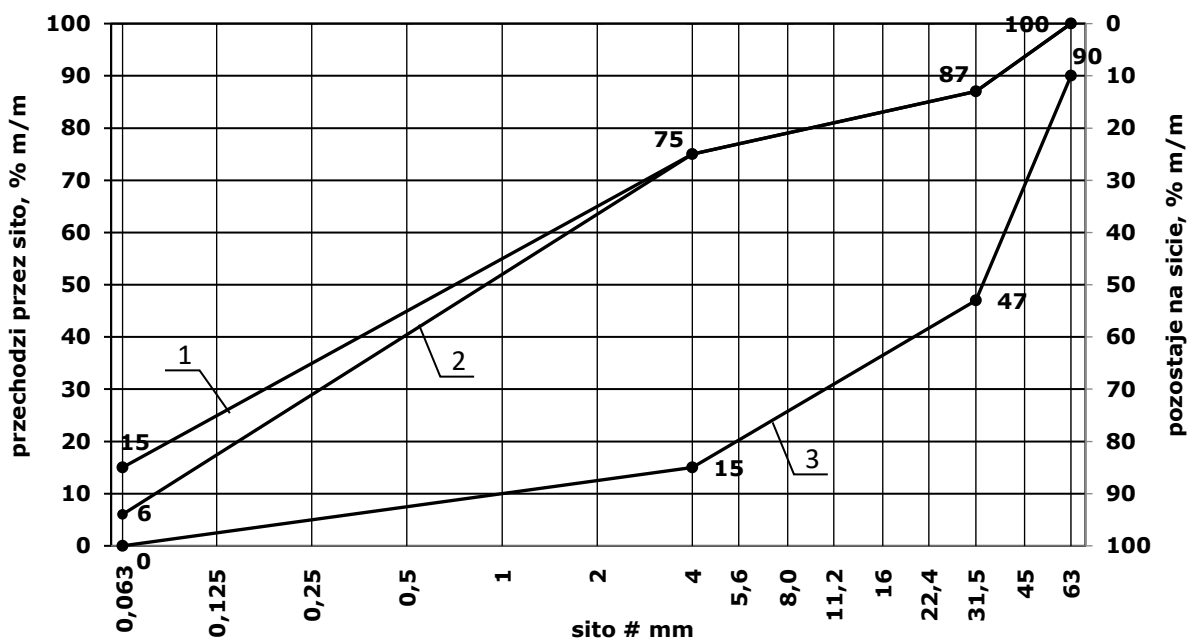
Rys. 5. Mieszanka kruszyw 0/22,4 do warstwy mrozoochronnej (1-3)/odsączającej (2-3)



Rys. 6. Mieszanka kruszyw 0/31,5 do warstwy mrozoochronnej (1-3)/odsączającej (2-3)



Rys. 7. Mieszanka kruszyw 0/45 do warstwy mrozoochronnej (1-3)/odsączającej (2-3)



Rys. 8. Mieszanka kruszyw 0/63 do warstwy mroзоochronnej (1-3)/odsączającej (2-3)

2.2.5. Wodoprzepuszczalność i wrażliwość na mróz

Wymagania wobec mieszank przeznaczonych do warstwy mroзоochronnej/odsączającej odnośnie wrażliwości na mróz (wskaźnik SE_4), dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu w aparacie Proctora wg PN-EN 13286-2.

Nie stawia się wymagań wobec wodoprzepuszczalności zagęszczonej mieszanki niezwiązanej do warstwy mroзоochronnej, o ile nie przewidują tego szczegółowe rozwiązania.

W przypadkach, kiedy podbudowa nawierzchni może być narażona na działanie wody gruntowej, należy zapewnić odwodnienie konstrukcji nawierzchni przez zastosowanie warstwy odsączającej. Wtedy warstwa ta powinna być wykonana z mieszanki odpornej na działanie mroзу, która po zagęszczeniu do wymaganego wskaźnika zagęszczenia $I_s=1,00$ powinna charakteryzować się wodoprzepuszczalnością mierzoną współczynnikiem filtracji $k_{10} \geq 5$ m/dobę.

2.2.6. Zawartość wody

Zawartość wody w mieszankach kruszyw powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej wg PN-EN 13286-2, w granicach podanych w Tabeli 10.

2.2.7. Wskaźnik nośności CBR

Badanie CBR mieszank do warstwy mroзоochronnej/odsączającej należy wykonać na mieszance zagęszczonej do wskaźnika zagęszczenia $I_s=1,00$ i po 96 godzinach przechowywania jej w wodzie. Wskaźnik nośności CBR oznaczyć wg PN-EN 13286-47 (waga obciążnika/ów ok. 2,5kg). Wymaganie wg Tabeli 10.

2.2.8. Zagęszczenie i nośność warstwy

Zagęszczenie warstwy powinno odbywać się aż do osiągnięcia wymaganego wskaźnika odkształcenia I_0 .

Kontrolę zagęszczenia oraz nośności warstwy należy oprzeć na metodzie obciążen płytą statyczną VSS zgodnie z procedurą opisaną w Załączniku C.

Zagęszczenie warstwy należy uznać za prawidłowe, gdy wskaźnik odkształcenia I_0 , określony stosunkiem wtórnego modułu odkształcenia E_2 do pierwotnego modułu odkształcenia E_1 jest $\leq 2,2$. Nośność warstwy należy uznać za prawidłową, gdy wtórny moduł odkształcenia E_2 jest nie mniejszy niż wymagana wartość zgodna z tabelą 2.

Tabela 2. Wymagania dla nośności

<i>Badanie</i>	drogi o ruchu $\leq KR2$	drogi o ruchu KR3 – KR4	drogi o ruchu KR5 – KR7
Wskaźnik odkształcenia I_0 dla warstwy mrozochronnej/odsączającej	$\leq 2,2$	$\leq 2,2$	$\leq 2,2$
Wtórny moduł odkształcenia E_2 dla warstwy mrozochronnej/odsączającej	≥ 80 MPa	≥ 100 MPa*	≥ 100 MPa

* W przypadku występowania w projekcie konstrukcji podbudowy pomocniczej wymaganie wtórnego modułu odkształcenia $E_2 \geq 80$ MPa

Alternatywnie dopuszcza się kontrolę oraz ocenę zagęszczenia i nośności na powierzchni warstwy materiału na podstawie oznaczenia wartości modułu dynamicznego E_{vd} z zastosowaniem płyty dynamicznej. Dopuszczenie tej metody wymaga wykonania korelacji zgodnie z Załącznikiem D.

Badanie płytą statyczną VSS jest badaniem rekomendowanym i w przypadkach wątpliwych badaniem rozstrzygającym. Dla mieszanek o uziarnieniu 0/8 mm w zakresie zagęszczenia badaniem rozstrzygającym może być oznaczenie wskaźnika zagęszczenia I_s metodami objętościowymi z wymaganiem dla kategorii ruchu $\leq KR4$ $I_s \geq 1,00$; dla KR5–KR7 $I_s \geq 1,03$.

2.2.9. Istotne cechy środowiskowe

Mieszanki z kruszyw naturalnych można zaliczyć do materiałów budowlanych, które nie oddziałują szkodliwie na środowisko. Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w takich mieszankach. W wypadku stosowania w mieszankach kruszywa sztucznego lub z recyklingu, zaleca się sprawdzenie ich oddziaływania na środowisko w miejscu zastosowania.

2.3. Wymagania wobec mieszanek do warstw podbudowy pomocniczej

2.3.1. Postanowienia ogólne

Do warstw podbudowy z mieszanek niezwiązanych mogą być stosowane następujące mieszanki:

0/31,5; 0/45; 0/63

2.3.2. Zawartość pyłów

Maksymalna zawartość pyłów < 0,063 mm w mieszankach kruszyw do podbudowy pomocniczej powinna spełniać wymagania kategorii podanej w Tabeli 10. Zawartość pyłów należy oznaczać wg PN-EN 933-1.

Nie określa się wymagania wobec minimalnej zawartości pyłów 0,063 mm w mieszankach kruszyw do warstwy podbudowy pomocniczej.

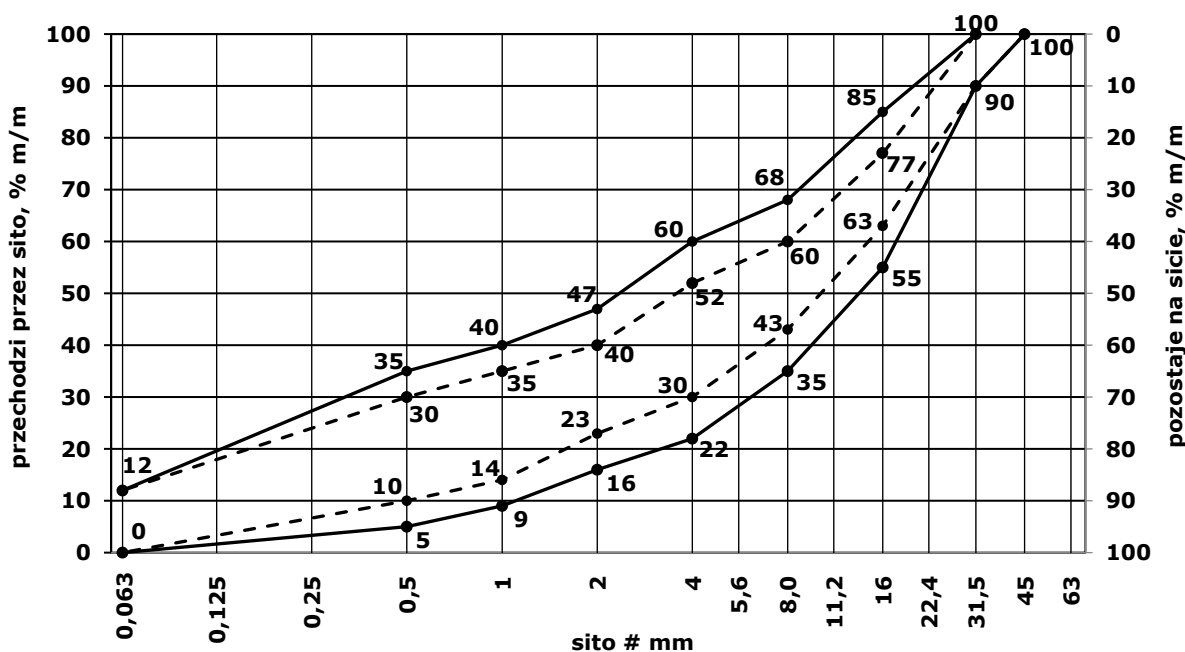
2.3.3. Zawartość nadziarna

Określona wg PN-EN 933-1 zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw powinna spełniać wymagania podane w Tabeli 10.

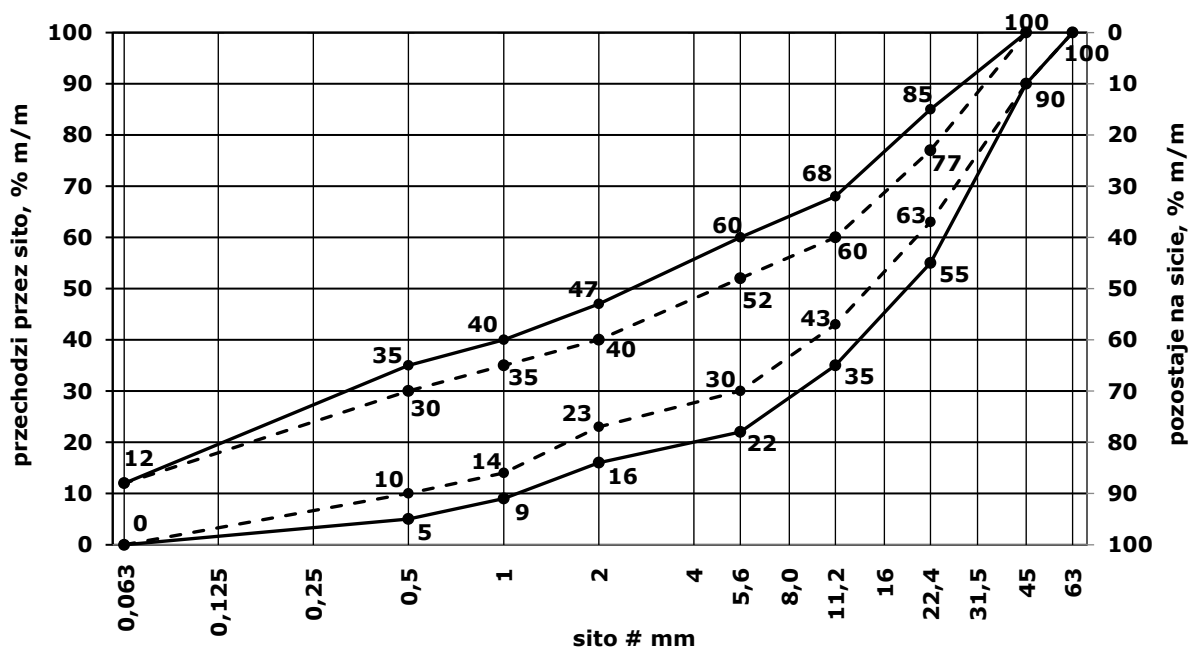
2.3.4. Uziarnienie

Określone wg PN-EN 933-1 uziarnienia mieszanek kruszyw przeznaczonych do warstw podbudowy pomocniczej powinny spełniać wymagania przedstawione na rysunkach od 9 do 11. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe na tych rysunkach.

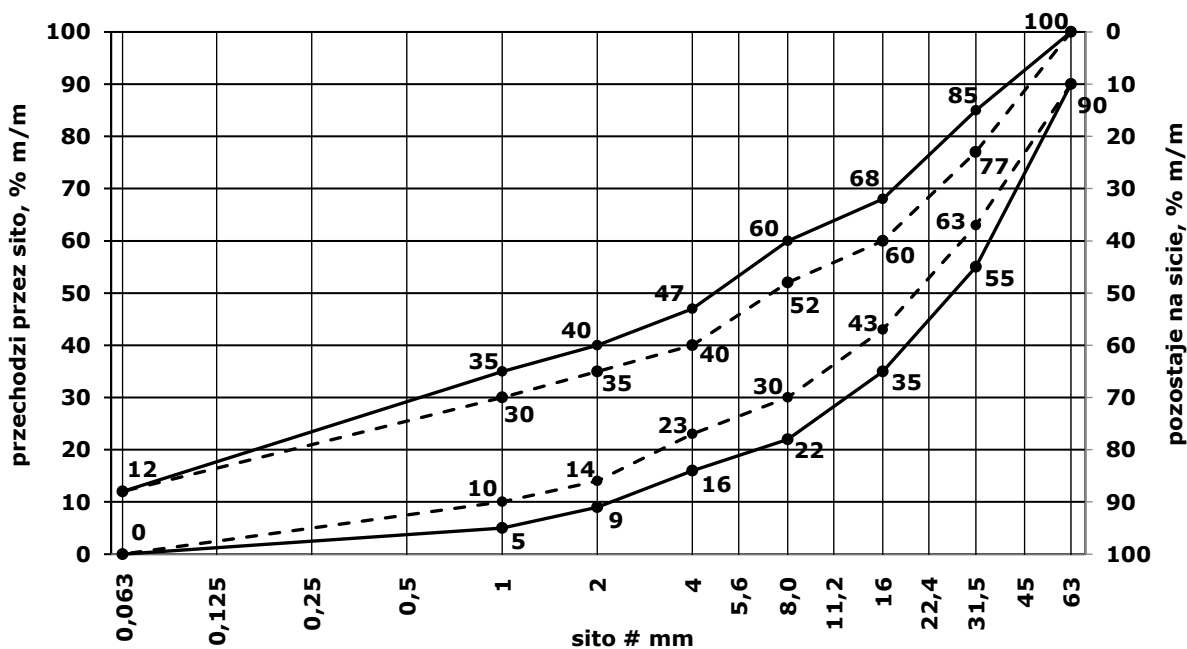
Na rysunkach od 9 do 11 liniami przerywanymi zaznaczono zakres uziarnienia, w którym powinna się mieścić krzywa uziarnienia mieszanki deklarowana przez producenta/wykonawcę (MDV). Liniami ciągłymi zaznaczono zakres uziarnienia uwzględniający tolerancję przesiewu zgodnie z Tabelą 3.



Rys. 9. Mieszanka niezwiązana 0/31,5 do warstw podbudowy pomocniczej



Rys. 10. Mieszanka niezwiązana 0/45 do podbudowy pomocniczej



Rys. 11. Mieszanka niezwiązana 0/63 do warstw podbudowy pomocniczej

Oprócz wymagań podanych na rysunkach od 9 do 11, wymaga się, aby 90 % uziarnień mieszanek zbadanych w ramach ZKP w okresie 6 miesięcy spełniało wymagania kategorii podanych w Tabelach 3 i 4, aby zapewnić jednorodność i ciągłość uziarnienia mieszanek.

Tabela 3: Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych – porównanie z deklarowaną przez producenta/wykonawcę wartością (MDV). Wymagania dotyczą produkowanej i dostarczanej mieszanki.

Mieszanka niezwiązana	Porównanie z deklarowaną wartością (MDV) 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	-	-
0/45	± 5	± 5	± 7	-	± 8	-	± 8	-	± 8	-
0/63	-	± 5	± 5	± 7	-	± 8	-	± 8	-	± 8

Deklarowana krzywa uziarnienia MDV mieszanek powinna nie tylko mieścić się w odpowiednich krzywych uziarnienia (9-11) ograniczonych przerywanymi liniami z uwzględnieniem dopuszczalnych tolerancji podanych w Tabeli 3, ale powinna spełniać także wymagania ciągłości uziarnienia zawarte w Tabeli 4.

Tabela 4: Wymagania wobec ciągłości uziarnienia na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach podczas badań kontrolnych produkowanych mieszanek

Mieszanka	Minimalna i maksymalna zawartość frakcji w mieszankach [różnice 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	-	-	-	-
0/45	4	15	-	-	7	20	-	-	10	25	-	-	10	25	-	-
0/63	-	-	4	15	-	-	7	20	-	-	10	25	-	-	10	25

2.3.5. Wodoprzepuszczalność i wrażliwość na mróz

Mieszanki kruszyw stosowane do warstw podbudów pomocniczych powinny spełniać wymagania wg Tabeli 10.

Wymagania wobec mieszanek przeznaczonych do warstw podbudowy pomocniczej odnośnie wrażliwości na mróz (wskaźnik SE_4), dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN EN 13286-2 .

Nie stawia się wymagań wobec wodoprzepuszczalności zagęszczonej mieszanki niezwiązanej do podbudowy pomocniczej, o ile szczegółowe rozwiązania konstrukcyjne nie przewidują tego.

2.3.6. Zawartość wody

Zawartość wody w mieszankach kruszyw powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej wg PN-EN 13286-2, w granicach podanych w Tabeli 10.

2.3.7. Wskaźnik nośności CBR

Badanie CBR mieszanek do podbudowy pomocniczej należy wykonać na mieszance zagęszczonej do wskaźnika zagęszczenia $I_s=1,00$ i po 96 godzinach przechowywania jej w wodzie. Wskaźnik nośności CBR oznaczyć wg PN-EN 13286-47 (waga obciążnika/ów ok. 2,5kg). Wymaganie wg Tabeli 10.

2.3.8. Zagęszczenie i nośność warstwy

Zagęszczenie warstwy powinno odbywać się aż do osiągnięcia wymaganego wskaźnika odkształcenia I_0 .

Kontrolę zagęszczenia oraz nośności warstwy należy oprzeć na metodzie obciążeń płytą statyczną VSS zgodnie z procedurą opisaną w Załączniku C.

Zagęszczenie warstwy należy uznać za prawidłowe, gdy wskaźnik odkształcenia I_0 , określony stosunkiem wtórnego modułu odkształcenia E_2 do pierwotnego modułu odkształcenia E_1 jest $\leq 2,2$. Nośność warstwy należy uznać za prawidłową, gdy wtórny moduł odkształcenia E_2 jest nie mniejszy niż wymagana wartość zgodna z tabelą 5.

Tabela 5. Wymagania dla nośności

<i>Badanie</i>	drogi o ruchu KR3 ÷ KR4	drogi o ruchu KR5 ÷ KR7
Wskaźnik odkształcenia I_0 dla podbudowy pomocniczej	$\leq 2,2$	$\leq 2,2$
Wtórny moduł odkształcenia E_2 dla podbudowy pomocniczej	≥ 100 MPa	≥ 120 MPa

Alternatywnie dopuszcza się kontrolę oraz ocenę zagęszczenia i nośności na powierzchni warstwy materiału na podstawie oznaczenia wartości modułu dynamicznego E_{vd} z zastosowaniem płyty dynamicznej. Dopuszczenie tej metody wymaga wykonania korelacji zgodnie z Załącznikiem D.

Badanie płytą statyczną VSS jest badaniem rekomendowanym i w przypadkach wątpliwych badaniem rozstrzygającym.

2.3.9. Istotne cechy środowiskowe

Mieszanki z kruszyw naturalnych można zaliczyć do materiałów budowlanych, które nie oddziałują szkodliwie na środowisko. Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w takich mieszankach. W wypadku stosowania w mieszankach kruszywa sztucznego lub z recyklingu, zaleca się sprawdzenie ich oddziaływania na środowisko w miejscu zastosowania.

2.4. Wymagane właściwości mieszanki niezwiązanej do podbudowy zasadniczej

2.4.1. Postanowienia ogólne

Do warstw podbudowy zasadniczej z mieszanek niezwiązanych mogą być stosowane następujące mieszanki:

0/31,5; 0/45; 0/63.

2.4.2. Zawartość pyłów

Maksymalna zawartość pyłów < 0,063 mm w mieszankach kruszyw przeznaczonych do warstwy podbudowy zasadniczej, powinna spełniać wymagania kategorii podanej w Tabeli 10. Zawartość pyłów należy oznaczać wg PN-EN 933-1.

Nie określa się wymagania wobec minimalnej zawartości pyłów < 0,063 mm w mieszankach kruszyw do warstwy podbudowy zasadniczej.

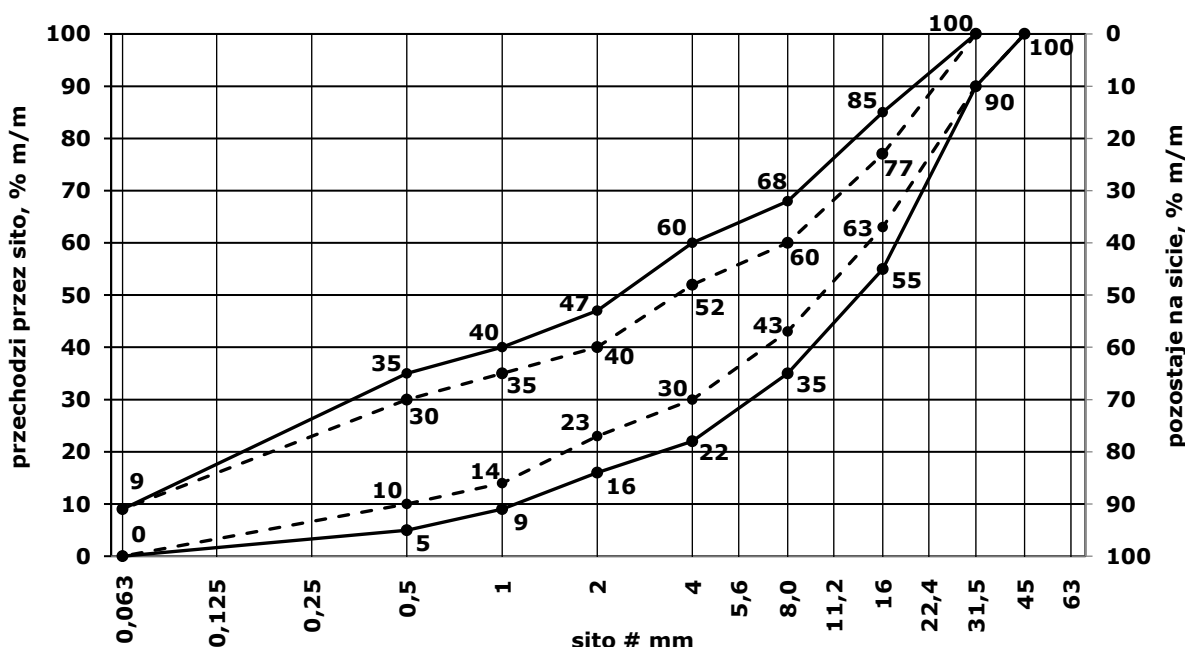
2.4.3. Zawartość nadziarna

Określona wg PN-EN 933-1 zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw powinna spełniać wymagania podane w Tabeli 10.

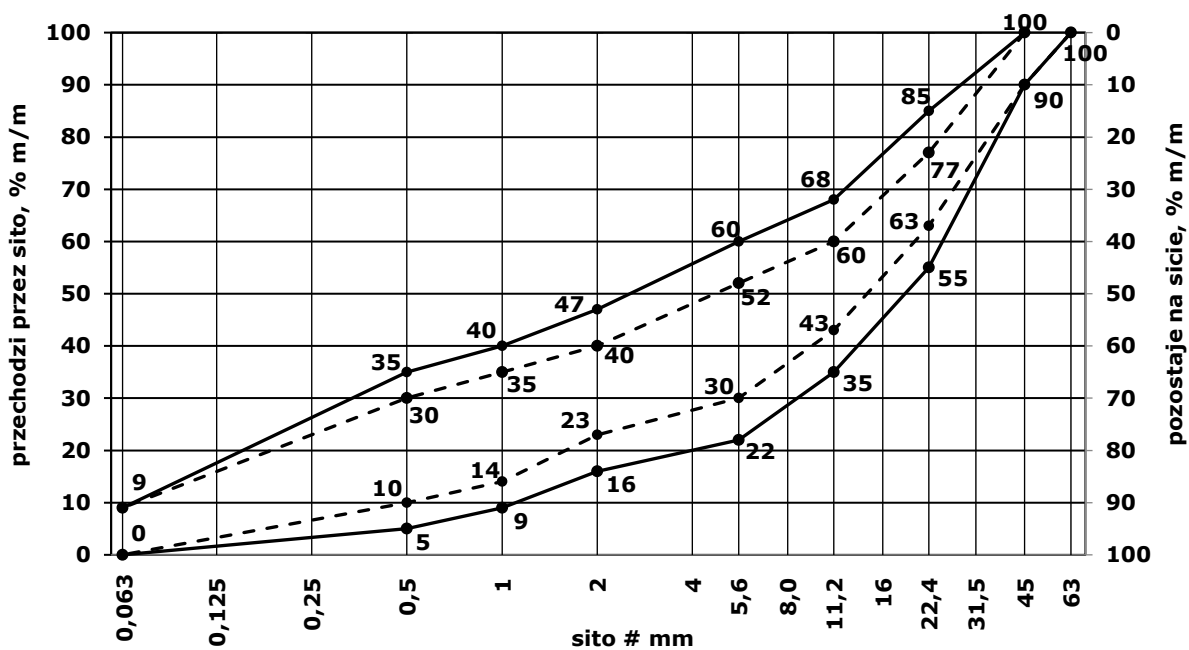
2.4.4. Uziarnienie

Określone wg PN-EN 933-1 uziarnienia mieszanek kruszyw, przeznaczonych do warstw podbudowy zasadniczej muszą spełniać wymagania przedstawione na rysunkach od 12 do 14. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe na tych rysunkach.

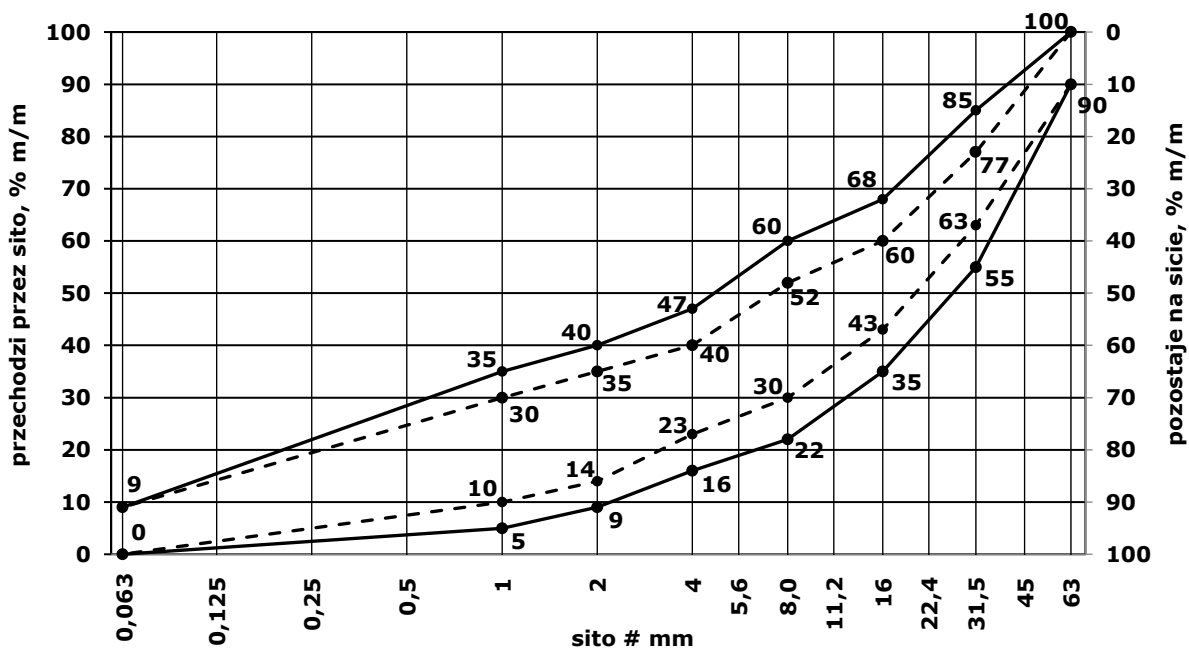
Na rysunkach od 12 do 14 liniami przerywanymi zaznaczono zakres uziarnienia, w którym powinna się mieścić krzywa uziarnienia mieszanki deklarowana przez producenta/wykonawcę (MDV). Liniami ciągłymi zaznaczono zakres uziarnienia uwzględniający tolerancję przesiewu zgodnie z Tabelą 6.



Rys. 12. Mieszanka niezwiązana 0/31,5 do warstw podbudowy zasadniczej



Rys. 13. Mieszanka niezwiązana 0/45 do warstw podbudowy zasadniczej



Rys. 14. Mieszanka niezwiązana 0/63 do warstw podbudowy zasadniczej

Oprócz wymagań podanych na rysunkach od 12 do 14, wymaga się, aby 90 % uziarnień mieszanek zbadanych w ramach ZKP w okresie 6 miesięcy spełniało wymagania kategorii podanych w Tabelach 6 i 7, aby zapewnić jednorodność i ciągłość uziarnienia mieszanek.

Tabela 6: Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych - porównanie z deklarowaną przez producenta/wykonawcę wartością (MDV). Wymagania dotyczą produkowanej i dostarczanej mieszanki.

Mieszanka niezwiązana	Porównanie z deklarowaną wartością (MDV) 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	-	-
0/45	± 5	± 5	± 7	-	± 8	-	± 8	-	± 8	-
0/63	-	± 5	± 5	± 7	-	± 8	-	± 8	-	± 8

Deklarowana krzywa uziarnienia MDV mieszanki powinna nie tylko mieścić się w odpowiednich krzywych uziarnienia (12-14) ograniczonych przerywanymi liniami z uwzględnieniem dopuszczalnych tolerancji podanych w Tabeli 6, ale powinna spełniać także wymagania ciągłości uziarnienia zawarte w Tabeli 7.

Tabela 7: Wymagania wobec ciągłości uziarnienia na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach podczas badań kontrolnych produkowanych mieszank

Mieszanka	Minimalna i maksymalna zawartość frakcji w mieszankach [różnice 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	-	-	-	-
0/45	4	15	-	-	7	20	-	-	10	25	-	-	10	25	-	-
0/63	-	-	4	15	-	-	7	20	-	-	10	25	-	-	10	25

2.4.5. Wodoprzepuszczalność i wrażliwość na mróz

Mieszanki kruszyw stosowane do warstw podbudów zasadniczych powinny spełniać wymagania wg Tabeli 10.

Wymagania wobec mieszanki przeznaczonych do warstw podbudowy zasadniczej odnośnie wrażliwości na mróz (wskaźnik SE₄), dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2 .

Nie stawia się wymagań wobec wodoprzepuszczalności zagęszczonej mieszanki niezwiązanej do podbudowy zasadniczej, o ile szczegółowe rozwiązania nie przewidują tego.

2.4.6. Zawartość wody

Zawartość wody w mieszankach kruszyw powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej metodą Proctora wg PN-EN 13286-2, w granicach podanych w Tabeli 10.

2.4.7. Wskaźnik nośności CBR

Badanie CBR mieszanki do podbudowy zasadniczej należy wykonać na mieszance zagęszczonej metodą Proctora do wskaźnika zagęszczenia I_s = 1,00 i po 96 godzinach przechowywania w wodzie. Wskaźnik nośności CBR należy oznaczyć wg PN-EN 13286-47 (waga obciążnika/ów ok. 2,5kg). Wymaganie wg Tabeli 10.

2.4.8. Zagęszczenie i nośność warstwy

Zagęszczenie warstwy powinno odbywać się aż do osiągnięcia wymaganego wskaźnika odkształcenia I_0 .

Kontrolę zagęszczenia oraz nośności warstwy należy oprzeć na metodzie obciążeń płytą statyczną VSS zgodnie z procedurą opisaną w Załączniku C.

Zagęszczenie warstwy należy uznać za prawidłowe, gdy wskaźnik odkształcenia I_0 , określony stosunkiem wtórnego modułu odkształcenia E_2 do pierwotnego modułu odkształcenia E_1 jest $\leq 2,2$. Nośność warstwy należy uznać za prawidłową, gdy wtórny moduł odkształcenia E_2 jest nie mniejszy niż wymagana wartość zgodna z tabelą 8.

Tabela 8. Wymagania dla nośności

<i>Badanie</i>	drogi o ruchu $\leq KR2$	drogi o ruchu $KR3 \div KR4$	drogi o ruchu $KR5 \div KR7$
Wskaźnik odkształcenia I_0 dla podbudowy zasadniczej	$\leq 2,2$	$\leq 2,2$	$\leq 2,2$
Wtórny moduł odkształcenia E_2 dla podbudowy zasadniczej dla nawierzchni podatnej i półsztywnej	≥ 130 MPa	≥ 160 MPa	≥ 180 MPa
Wtórny moduł odkształcenia E_2 dla podbudowy zasadniczej dla nawierzchni sztywnej	≥ 180 MPa		

Alternatywnie dopuszcza się kontrolę oraz ocenę zagęszczenia i nośności na powierzchni warstwy materiału na podstawie oznaczenia wartości modułu dynamicznego E_{vd} z zastosowaniem płyty dynamicznej. Dopuszczenie tej metody wymaga wykonania korelacji zgodnie z Załącznikiem D.

Badanie płytą statyczną VSS jest badaniem rekomendowanym i w przypadkach wątpliwych badaniem rozstrzygającym.

2.4.9. Istotne cechy środowiskowe

Mieszanki z kruszyw naturalnych można zaliczyć do materiałów budowlanych, które nie oddziałują szkodliwie na środowisko. Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w takich mieszankach.

W wypadku stosowania w mieszankach kruszywa sztucznego lub z recyklingu, zaleca się sprawdzenie ich oddziaływania na środowisko w miejscu zastosowania.

2.5. Wymagania wobec mieszanek do nawierzchni/poboczy z kruszywa niezwiązanego

2.5.1. Postanowienia ogólne

Do wykonywania nawierzchni/poboczy z kruszywa niezwiązanego mogą być stosowane następujące mieszanki:

0/31,5; 0/45*; 0/63*.

*) Mieszanki 0/45 i 0/63 dopuszcza się wyjątkowo, w wypadku przewidywanego wykonania powierzchniowego utrwalenia na nawierzchni z tych mieszanek, w ciągu najbliższego sezonu budowlanego.

2.5.2. Zawartość pyłów

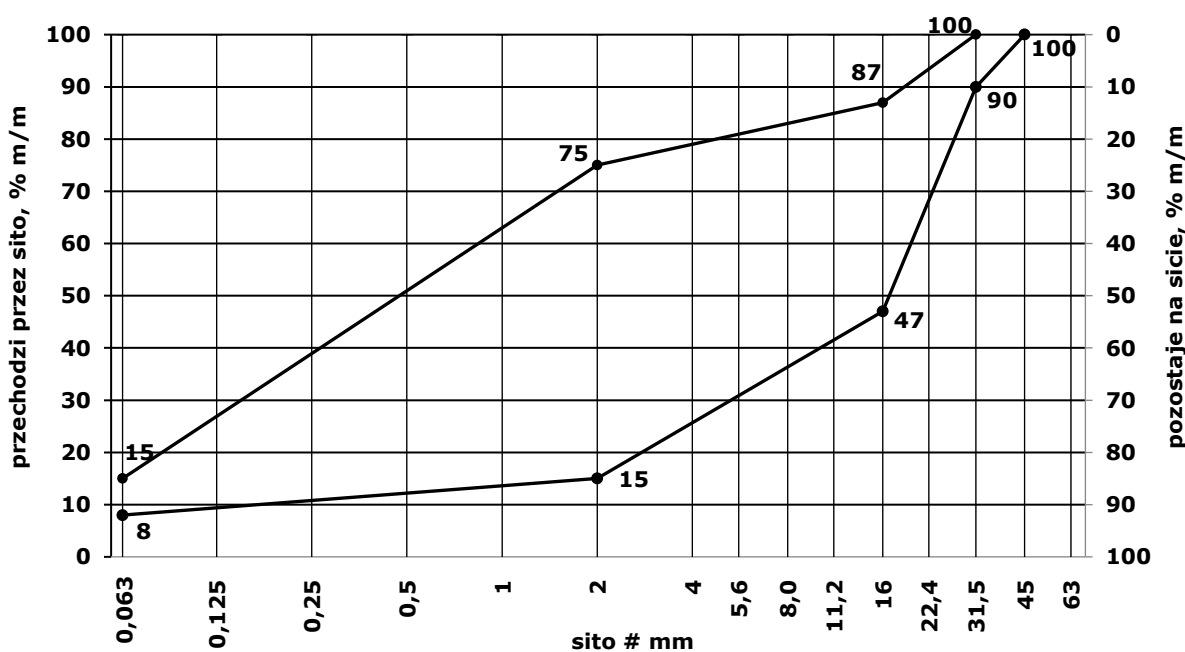
Określona wg PN EN 933-1 zawartość pyłów < 0,063 mm w mieszankach musi spełniać wymagania kategorii podanej w Tabeli 10.

2.5.3. Zawartość nadziarna

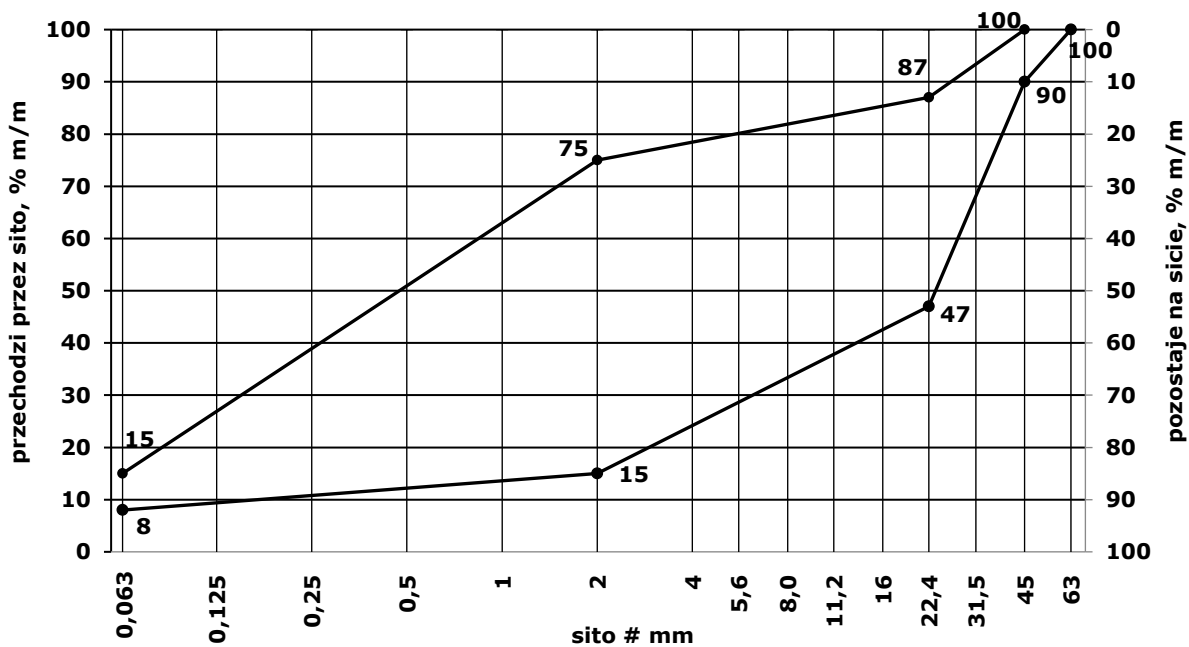
Określona wg PN-EN 933-1 zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw powinna spełniać wymagania podane w Tabeli 10.

2.5.4. Uziarnienie

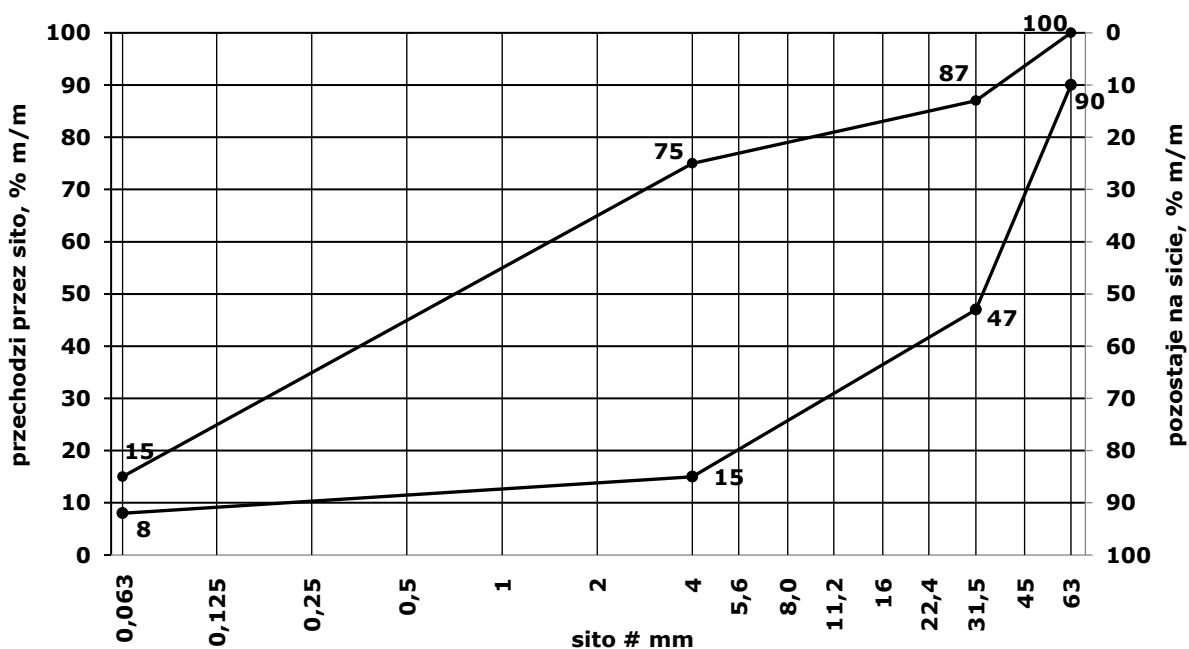
Określone wg PN-EN 933-1 uziarnienia mieszanek kruszyw, przeznaczonych do warstwy nawierzchni/poboczy z kruszywa niezwiązanego powinny spełniać wymagania podane na rysunkach od 15 do 17. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe na tych rysunkach.



Rys. 15. Mieszanka niezwiązana 0/31,5 do nawierzchni/poboczy



Rys. 16. Mieszanka niezwiązana 0/45 do nawierzchni/poboczny



Rys. 17. Mieszanka niezwiązana 0/63 do nawierzchni/poboczny

2.5.5. Wodoprzepuszczalność i wrażliwość na mróz

Mieszanki kruszyw niezwiązanych stosowane do nawierzchni/poboczny z kruszywa niezwiązanego powinny spełniać wymagania wg Tabeli 10.

Wymagania wobec wrażliwości na mróz (wskaźnik SE_4), mieszanek przeznaczonych do nawierzchni/poboczny, dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2.

Nie stawia się wymagań wobec wodoprzepuszczalności zagęszczonej mieszanki niezwiązanej do nawierzchni/poboczny z kruszywa niezwiązanego, o ile szczegółowe rozwiązania tego nie przewidują.

2.5.6. Zawartość wody

Zawartość wody w mieszankach kruszyw powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej wg PN-EN 13286-2, w granicach podanych w Tabeli 10.

2.5.7. Wskaźnik nośności CBR

Badanie CBR mieszanek do nawierzchni/poboczy należy wykonać na mieszance zagęszczonej do wskaźnika zagęszczenia $I_s=1,00$ i po 96 godzinach przechowywania jej w wodzie. Wskaźnik nośności CBR oznaczyć wg PN-EN 13286-47 (waga obciążnika/ów ok. 2,5kg). Wymaganie wg Tabeli 10.

2.5.8. Zagęszczenie i nośność warstwy

Zagęszczenie warstwy powinno odbywać się aż do osiągnięcia wymaganego wskaźnika odkształcenia I_0 .

Kontrolę zagęszczenia oraz nośności warstwy należy oprzeć na metodzie obciążeń płytą statyczną VSS zgodnie z procedurą opisaną w Załączniku C.

Zagęszczenie warstwy należy uznać za prawidłowe, gdy wskaźnik odkształcenia I_0 , określony stosunkiem wtórnego modułu odkształcenia E_2 do pierwotnego modułu odkształcenia E_1 jest $\leq 2,2$. Nośność warstwy należy uznać za prawidłową gdy wtórny moduł odkształcenia E_2 jest nie mniejszy niż wymagana wartość zgodna z tabelą 9.

Tabela 9. Wymagania dla nośności

<i>Badanie</i>	Nawierzchnia \leq KR2 Pobocza \leq KR7
Wskaźnik odkształcenia I_0 dla nawierzchni/poboczy	$\leq 2,2$
Wtórny moduł odkształcenia E_2 dla nawierzchni	≥ 130 MPa
Wtórny moduł odkształcenia E_2 dla poboczy	≥ 100 MPa

Alternatywnie dopuszcza się kontrolę oraz ocenę zagęszczenia i nośności na powierzchni warstwy materiału na podstawie oznaczenia wartości modułu dynamicznego E_{vd} z zastosowaniem płyty dynamicznej. Dopuszczenie tej metody wymaga wykonania korelacji zgodnie z Załącznikiem D.

Badanie płytą statyczną VSS jest badaniem rekomendowanym i w przypadkach wątpliwych badaniem rozstrzygającym.

UWAGA:

W przypadku braku możliwości wykonania badań płytą statyczną VSS wraz z korelacją dla umocnienia poboczy kruszywem, dopuszcza się kontrolę oceny nośności na powierzchni badanej warstwy na podstawie oznaczenia wartości dynamicznego modułu odkształcenia przy wymaganiu: wartość pojedynczego $E_{vd} \geq 50$ MPa.

2.5.9. Istotne cechy środowiskowe

Mieszanki z kruszyw naturalnych można zaliczyć do materiałów budowlanych, które nie oddziałują szkodliwie na środowisko. Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w takich mieszankach. W wypadku stosowania w mieszankach kruszywa sztucznego lub z recyklingu, zaleca się sprawdzenie ich oddziaływania na środowisko w miejscu zastosowania.

Tabela 10. Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych do warstwy mrozoochronej/odsączającej, warstw podbudowy i nawierzchni/poboczy

Rozdział w PN-EN 13285	Właściwość	Wymagane właściwości mieszanki niezwiązanej przeznaczonej do:				Odniesienie do Tabeli w PN-EN 13285
		warstwy mrozoochronej / odsączającej	podbudowy pomocniczej	podbudowy zasadniczej	nawierzchni/poboczy	
		≤ KR7	KR3÷KR7	≤ KR7	Nawierzchnia ≤ KR2 Pobocza ≤ KR7	
4.3.1	Uziarnienie mieszanki niezwiązanej	≤ KR 2 od 0/8 do 0/63 KR 3-7 od 0/11,2 do 0/63	0/31,5 0/45 0/63	0/31,5 0/45 0/63	0/31,5 0/45 ¹⁾ 0/63 ¹⁾	Tabela 1
4.3.2	Maksymalna zawartość pyłów: kategoria UF	mrozoochronna UF ₁₅ odsączająca UF ₆	UF ₁₂	UF ₉	UF ₁₅	Tabela 2
4.3.2	Minimalna zawartość pyłów: kategoria LF	LF _{NR}	LF _{NR}	LF _{NR}	LF ₈	Tabela 3
4.3.3	Zawartość, nadziarna: kategoria OC:	OC ₉₀	OC ₉₀	OC ₉₀	OC ₉₀	Tabela 4 i 6
4.3.4.1	Wymagania wobec uziarnienia:	rys. 2-8	rys. 9-11	rys. 12-14	rys. 15-17	Tabela 5 i 6
-	Kształt kruszywa grubego (≥4 mm) wydzielonego z mieszanki a) maksymalne wartości wskaźnika płaskości wg PN-EN 933-3	FI _{NR}	FI _{NR}	FI ₅₀	FI ₅₀	-
-	lub b) maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4	SI _{NR}	SI _{NR}	SI ₅₅	SI ₅₅	-
-	Kategorie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach przekruszonych w kruszywie grubym lub w kruszywie grubym (≥ 4 mm) wydzielonym z mieszanki wg PN-EN 933-5, kategoria nie niższa niż	C _{NR}	C _{NR}	C _{90/3} ²⁾ C _{50/30} ²⁾	nawierzchnia C _{90/3} pobocza C _{90/3} ²⁾ C _{50/30} ²⁾	-
4.3.4.2	Wymagania wobec jednorodności uziarnienia poszczególnych partii - porównanie z deklarowaną wartością (MDV)	-	wg Tabeli 3	wg Tabeli 6	brak wymagań	Tabela 7
4.3.4.2	Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych - różnice w przesiewach	-	wg Tabeli 4	wg Tabeli 7	brak wymagań	Tabela 8

Rozdział w PN-EN 13285	Właściwość	Wymagane właściwości mieszanki niezwiązanej przeznaczonej do:				Odniesienie do Tabeli w PN-EN 13285
		warstwy mrozoochronnej / odsączającej	podbudowy pomocniczej	podbudowy zasadniczej	nawierzchni/ poboczy	
		≤ KR7	KR3÷KR7	≤ KR7	Nawierzchnia ≤ KR2 Pobocza ≤ KR7	
4.3.6	Wrażliwość na mróz; wskaźnik piaskowy SE ₄ ³⁾ wg PN-EN 933-8, co najmniej	35	40	45	40	-
-	Odporność na rozdrabnianie (dotyczy frakcji 10/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż:	LA ₆₀	LA ₄₀	LA ₃₅	LA ₄₀	-
-	Odporność na ścieranie (dotyczy frakcji 10/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1, kategoria M _{DE}	Deklarowana	Deklarowana	Deklarowana	Deklarowana	-
-	Mrozoodporność (dotyczy frakcji kruszywa 8/16 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1367-1	F _{deklarowana} (≤10)	F _{deklarowana} (≤7)	F ₄	F ₄	-
-	Wartość CBR po zagęszczeniu do wskaźnika zagęszczenia I _S =1,00 i moczeniu w wodzie 96h, badanie wg PN-EN 13286-47	≥ 35 (KR3-7) ≥ 25 (≤ KR2)	≥ 60	≥ 80 (KR3-7) ≥ 60 (≤ KR2)	≥ 60	-
4.3.6	Wodoprzepuszczalność mieszanki w warstwie odsączającej po zagęszczeniu wg metody Proctora do wskaźnika zagęszczenia I _S =1,00, współczynnik filtracji, wg zał. B, co najmniej	mrozoochronna brak wymagań odsączająca 5 m/dobę	brak wymagań	brak wymagań	brak wymagań	-
-	Zawartość wody w mieszance zagęszczanej,% (m/m), wilgotności optymalnej wg metody Proctora	70 - 100	80 - 100	80 - 100	80 - 100	-
-	Stołość objętości żuźla stalowniczego wg PN-EN 1744-1, rozdział 19.3	V ₅	V ₅	V ₅	V ₅	-

Rozdział w PN-EN 13285	Właściwość	Wymagane właściwości mieszanki niezwiązanej przeznaczonej do:				Odniesienie do Tabeli w PN-EN 13285
		warstwy mrozoochronnej / odsączającej	podbudowy pomocniczej	podbudowy zasadniczej	nawierzchni/ poboczy	
		≤ KR7	KR3÷KR7	≤ KR7	Nawierzchnia ≤ KR2 Pobocza ≤ KR7	
-	Rozpad wapniowy żuźła stalowniczego wg PN-B-06714- 38	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	-
-	Rozpad żelazawy żuźła stalowniczego wg PN-B-06714- 39	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	-
-	Rozpad krzemianowy w żuźlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1 p. 19.1	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	-
-	Rozpad żelazawy w żuźlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1 p. 19.2	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	-

- 1) Mieszanki 0/45 i 0/63 dopuszcza się wyjątkowo, w wypadku przewidywanego wykonania powierzchniowego utrwalenia na nawierzchni z tych mieszanek, w ciągu najbliższego sezonu budowlanego
- 2) Kategoria w zależności od przyjętego rozwiązania konstrukcyjnego, dla podbudowy zasadniczej dla kategorii ruchu ≤KR2 dopuszcza się stosowanie kruszywa o kategorii C_{NR}.
- 3) Badanie wskaźnika piaskowego SE₄ wg PN-EN 933-8 należy wykonać na próbce przygotowanej zgodnie z Załącznikiem E.

3. Kontrola produkcji

3.1. System oceny zgodności

Zgodnie z wymaganiami prawnymi i normowymi, producent kruszywa powinien dokonać oceny zgodności wyrobu wg systemu 2+ lub 4, w zależności od zamierzonego zastosowania kruszywa. System 2+ powinien być stosowany do oceny zgodności kruszyw grubych oraz kruszyw o ciągłym uziarnieniu (0/31,5mm, 0/45mm lub 0/63mm) do mieszanek niezwiązanych do podbudowy zasadniczej dróg obciążonych ruchem KR5 – KR7. System 4 powinien być stosowany do oceny zgodności innych kruszyw do pozostałych zastosowań zgodnie z WT-4 2025.

3.2. Kontrola procesu produkcyjnego

3.2.1. Pobieranie próbek

Pobieranie próbek i ich przygotowanie do badań powinno być zgodne z PN-EN 13286-1.

3.2.2. Zakładowa kontrola produkcji

Producent/wykonawca musi prowadzić zakładową kontrolę produkcji (ZKP) opisaną w Załączniku A, aby zapewnić, że wyrób spełnia wymagania niniejszych Wymagań Technicznych.

3.2.3. Gęstość szkieletu mieszanki

W ramach ZKP należy określać gęstość szkieletu i optymalną zawartość wody w badaniu Proctora wg PN-EN 13286-2.

W przeprowadzonym badaniu Proctora uziarnienie pobranej próbki musi spełniać tolerancję $\pm 5\%$, m/m w stosunku do deklarowanej przez producenta/wykonawcę wartości MDV na każdym sicie. Zawartość pyłów w próbce należy również podawać.

4. Opis i oznaczenie

Jeżeli kruszywo o ciągłym uziarnieniu będzie stosowane bez mieszania z innym kruszywem jako „mieszanka niezwiązana”, producent powinien znakować swój wyrób (kruszywo o ciągłym uziarnieniu) znakiem CE na zgodność z PN-EN 13242+A1, a wykonawca powinien potwierdzić wszystkie parametry tego wyrobu, który uzyskuje nazwę „mieszanka niezwiązana”, zgodnie z Tabelą 10 WT-4 2025 na podstawie badań własnych lub badań dostarczonych przez producenta kruszywa.

Jeżeli wykonawca będzie komponował mieszankę niezwiązaną z kruszyw dostarczanych przez producenta lub producentów (z deklaracjami CE dla poszczególnych kruszyw), powinien on dodatkowo deklarować wszystkie parametry wyprodukowanej „mieszanki niezwiązanej” zgodnie z Tabelą 10 WT-4 2025 na podstawie badań własnych.

Mieszanki kruszywa muszą być identyfikowalne przez następujące informacje:

- a) powołanie na niniejsze Wymagania Techniczne,
- b) źródło i producent, — jeśli materiał został przemieszczony, powinno być podane zarówno źródło jak i lokalizacja składowiska,
- c) wymiar górnego sita (D),
- d) rodzaj(e) kruszywa zawartego w mieszance
- e) krzywa uziarnienia mieszanki niezwiązanej zgodnie z wymaganiami opisanymi w normie PN-EN 13285,
- f) gęstość szkieletu i optymalną zawartość wody w badaniu Proctora wg PN-EN 13286-2,
- g) wartość CBR po zagęszczeniu do wskaźnika zagęszczenia $I_s=1,00$ i moczeniu w wodzie 96h, badanie wg PN-EN 13286-47,

- h) wrażliwość na mróz; wskaźnik piaskowy SE₄ wg PN-EN 933-8 na próbce przygotowanej zgodnie z Załącznikiem E,
- i) współczynnik filtracji w przypadku przeznaczenia mieszanki do warstwy odsączającej wg załącznika B,
- j) informacje na temat kruszyw wykorzystywanych w mieszance, zgodnie z wymaganiami opisanymi w normie PN-EN 13242 (DWU).

5. Oznakowanie

Dokument dostawy powinien zawierać, co najmniej następujące dane:

- a) oznaczenie wg asortymentu
- b) datę wysyłki i pochodzenie
- c) wielkość dostawy
- d) kolejny numer dokumentu dostawy.

6. Ustalenia formalne

Niniejsze Wymagania Techniczne do normy PN-EN 13285 *Mieszanki niezwiązane - Specyfikacje* nie stanowią przepisu techniczno-budowlanego w rozumieniu prawa.

Zakładowa kontrola produkcji mieszanek niezwiązanych

A.1 Informacje ogólne

Niniejszy Załącznik określa zakładową kontrolę produkcji mieszanek niezwiązanych, która powinna zapewnić spełnienie odpowiednich wymagań normy PN-EN 13285. Skuteczność zakładowej kontroli produkcji należy oceniać według zasad określonych w niniejszym Załączniku.

A.2 Organizacja

A.2.1. Odpowiedzialność i uprawnienia

Należy określić zakres odpowiedzialności, uprawnienia i wzajemne relacje całego personelu zarządzającego, wykonującego i kontrolującego czynności związane z jakością mieszanki (dotyczy to także personelu niezależnego organizacyjnie od kierownictwa), w celu:

- a) inicjowania działań zapobiegających pojawianiu się wadliwych wyrobów,
- b) identyfikacji i rejestracji każdej odchyłki jakości wyrobu i podjęcia odpowiednich środków.

A.2.2. Pełnomocnik kierownictwa zakładu lub firmy do spraw zakładowej kontroli produkcji

W zakładzie wytwarzającym mieszanki niezwiązane producent/wykonawca powinien wyznaczyć osobę, która ma odpowiednie uprawnienia i dba o to, aby wymagania określone w niniejszym Załączniku były wprowadzone i stosowane.

A.2.3. Ocena ze strony kierownictwa zakładu

System zakładowej kontroli produkcji powinien być w odpowiednich odstępach czasu audytowany i kontrolowany przez kierownictwo zakładu, w celu potwierdzenia jego ciągłej przydatności i skuteczności w zakresie spełnienia wymagań niniejszego Załącznika. Zapisy z tych kontroli powinny być przechowywane.

A.2.4. Procedury kontrolne

Producent/wykonawca powinien opracować, wdrożyć i prowadzić księgę zakładowej kontroli produkcji, zawierającą ustalone procedury, według których będzie prowadzona zakładowa kontrola produkcji.

A.2.5. Zarządzanie dokumentami i danymi

Zarządzanie dokumentami i danymi powinno obejmować te dokumenty i dane, które są istotne do spełnienia wymagań niniejszych WT-4 i dokumenty dotyczące zaopatrzenia i nadzorowania produkcji oraz zakładowej kontroli produkcji.

Księga zakładowej kontroli produkcji powinna zawierać procedurę regulującą postępowanie z dokumentami i danymi, w której będzie określony sposób i odpowiedzialność za przyjmowanie, wydawanie, dystrybucję i administrowanie dokumentami i danymi, jak również przygotowanie, publikację oraz rejestrację wszystkich zmian w dokumentacji.

A.2.6. Udzielanie podzleceń

Jeśli część procesu produkcyjnego producent/wykonawca powierzy podwykonawcy, to powinna być zapewniona możliwość kontroli jego działalności. Producent/wykonawca przejmuje całkowitą odpowiedzialność za wszystkie wykonywane przez podwykonawcę elementy procesu.

A.2.7. Informacje na temat składników mieszanki

Pochodzenie i rodzaj wszystkich składników mieszanki, które są do dyspozycji w miejscu jej wytwarzania, powinny być udokumentowane.

Producent/wykonawca ponosi odpowiedzialność za to, aby w żadnym wypadku zawartość występujących substancji niebezpiecznych nie przekroczyła obowiązujących granic ustalonych dla miejsca, w którym będą wykorzystywane mieszanki niezwiązane.

A.3 Zarządzanie procesem produkcyjnym

System zakładowej kontroli produkcji powinien spełniać następujące wymagania:

- a) powinny być wdrożone procedury dotyczące identyfikacji i kontroli materiałów. Mogą to być procedury dotyczące utrzymania i dostosowywania urządzeń produkcyjnych, procedury kontroli lub badań próbek materiałów pobieranych w trakcie produkcji i procedury modyfikacji procesu produkcyjnego w razie złej pogody.
- b) powinny być zastosowane procedury dotyczące identyfikacji i kontroli wszystkich substancji niebezpiecznych tak, aby nie doszło do przekroczenia obowiązujących granic ustalonych dla miejsca, w którym będą wykorzystywane mieszanki niezwiązane.
- c) powinny być zastosowane procedury, których przestrzeganie zapewni, że wszystkie mieszanki będą składowane w sposób kontrolowany, a składowiska i magazynowane mieszanki będą odpowiednio oznaczone.
- d) powinny być stosowane procedury, których przestrzeganie zapewni, że w mieszankach pobieranych ze składowiska nie zaszły żadne zmiany ich właściwości w zakresie, który stanowiłby zagrożenie ich przydatności.
- e) Wyroby powinny być możliwe do zidentyfikowania pod względem pochodzenia i rodzaju do momentu ich sprzedaży/wbudowania.

A.4 Kontrola i badania

A.4.1. Informacje ogólne

Producent/wykonawca powinien zagwarantować, aby do prowadzenia wymaganego nadzoru i badań były do dyspozycji wszystkie niezbędne urządzenia, wyposażenie i przeszkolony personel.

A.4.2. Urządzenia do badań

Producent/wykonawca jest odpowiedzialny za wzorcowanie (kalibrację) i utrzymanie wyposażenia do pomiarów i kontroli. Dokładność i częstość wzorcowania (kalibracji) powinna być zgodna z wymaganiami odnośnej metody badania. Wyposażenie do badań powinno być stosowane zgodnie z udokumentowanymi procedurami. Wyposażenie do badań musi być w sposób jednoznaczny oznaczone. Zapisy z wzorcowania (kalibracji) muszą być zachowywane.

A.4.3. Częstość i miejsce kontroli, pobierania próbek i badań

W księdze systemu zakładowej kontroli produkcji musi być podana częstość i rodzaj kontroli. Podane minimalne częstości badań stosowane są przy niezmiennym składzie mieszanki. W przypadku zmiany surowca lub jego właściwości do produkcji mieszanki należy każdorazowo wykonać wymieniony w p. 1-9 zakres badań.

Częstość pobierania próbek i wykonywania badań w celu określenia najważniejszych, niżej wyszczególnionych właściwości musi być nie mniejsza niż:

1. Uziarnienie mieszanki, zawartość pyłów i nadziarna: raz na każde 5000 ton i nie mniej niż raz na tydzień.
2. Kształt kruszywa grubego: raz w miesiącu,
3. Zawartości ziaren o powierzchniach przekruszonych w kruszywie grubym lub w kruszywie grubym (≥ 4 mm) wydzielonym z mieszanki: raz w miesiącu,
4. Mrozoodporność: jeden raz na rok; dotyczy każdorazowo mieszanki produkowanej przez cały okres wg tego samego składu (recepty),
5. Odporność na rozdrabnianie: jeden raz na rok; dotyczy każdorazowo mieszanki produkowanej przez cały okres wg tego samego składu (recepty),
6. Wrażliwość mieszanki na działanie mrozu, wskaźnik SE₄: raz w miesiącu,
7. Badanie Proctora wg PN-EN 13286-2, (wilgotność optymalna i gęstość szkieletu mieszanki): 2 razy na rok; dotyczy każdorazowo mieszanki produkowanej przez cały okres wg tego samego składu (recepty),
8. Wskaźnik nośności CBR wg PN-EN 13286-47: 2 razy na rok;,,
9. Współczynnik filtracji, w przypadku mieszanek stosowanych do warstw odsączających powinien być kontrolowany, wg Załącznika B, po zagęszczeniu, z częstością ustaloną przez projektanta, ale nie rzadziej niż 2 razy na rok; dotyczy każdorazowo mieszanki produkowanej przez cały okres wg tego samego składu (recepty),
10. Istotne cechy środowiskowe: w odniesieniu do mieszanek z kruszyw sztucznych i z recyklingu powinny być ustalone przez projektanta wymagania wobec zawartości siarczanów, jeśli mieszanka będzie się stykała z betonem cementowym, a także wymagania wobec składników ulegających wymywaniu z mieszanki, jeśli w opinii ekologicznej stwierdzono możliwość przekroczenia stężeń przekraczających dopuszczalne granice.

Uwaga 1: Częstość badań odnoszona jest generalnie do okresów produkcji. Jest ona definiowana jako, liczony w dniach roboczych, cały tydzień, miesiąc lub rok.

Uwaga 2: W ramach systemu zakładowej kontroli produkcji może być wymagana kontrola wizualna. Wszelkie nieprawidłowości stwierdzone podczas kontroli wizualnej mogą być podstawą do zwiększenia częstości badań.

Uwaga 3: Jeśli mierzona wartość jest bliska wartości granicznej, ustalonej do danej właściwości, to może być konieczne zwiększenie częstości badań.

Uwaga 4: W określonych warunkach, częstości badań podane w punktach 1-5, mogą ulec zmniejszeniu. Do takich warunków mogą należeć:

- a) wysoko zautomatyzowane urządzenia produkcyjne;
- b) długotrwałe doświadczenia w uzyskiwaniu jednorodności określonych właściwości;
- c) źródła dostaw o dużej jednorodności;
- d) funkcjonujący system zarządzania jakością z dodatkowymi środkami nadzoru i obserwacji procesu produkcyjnego.

Producent/wykonawca musi sporządzić plan badań uwzględniający minimalne wymagania podane w punktach 1-10. Uzasadnienie zmniejszenia częstości badań musi być zarejestrowane w dokumentacji zakładowej kontroli produkcji.

A.5 Zapisy

Wyniki zakładowej kontroli produkcji powinny być rejestrowane, w tym z podaniem miejsca, daty i godziny pobrania próbki oraz wskazaniem badanego materiału, a także podaniem wszelkich innych odnośnych informacji, np. warunków atmosferycznych.

Uwaga: Niektóre właściwości mogą ewentualnie dotyczyć kilku materiałów i w takim przypadku producent/wykonawca, na podstawie swoich doświadczeń, może skorzystać z możliwości odniesienia wyników jednego badania do kilku materiałów. Przypadek ten występuje zwłaszcza wtedy, gdy mieszanka jest produkowana z dwóch lub więcej różnych frakcji. Istnieje możliwość, że właściwości materiałowe nie zmieniają się, ale uziarnienie lub czystość powinny być zbadane.

Gdy kontrolowany lub badany materiał nie odpowiada wartości deklarowanej przez producenta/wykonawcę lub gdy istnieją oznaki, że wartość deklarowana może nie być osiągnięta, to w zapisach należy podać informację o podjętych krokach (np. przeprowadzenie nowego badania i/lub skorygowanie procesu produkcji).

Należy sporządzać zapisy wymagane we wszystkich rozdziałach niniejszego Załącznika. Zapisy powinny być przechowywane co najmniej przez okres wyznaczony przez przepisy prawne.

Uwaga: „Wyznaczony przez przepisy prawne” jest okres, w którym wymagane jest przechowywanie zapisów zgodnie z przepisami obowiązującymi w miejscu produkcji mieszanki.

A.6 Nadzorowanie wadliwych materiałów

Po przeprowadzeniu kontroli lub badania, które wykazało, że materiał nie spełnia przewidzianych wymagań, powinien on być:

- a) przetworzony lub
- b) skierowany do innego zastosowania, do którego jest odpowiedni lub
- c) odrzucony i oznaczony jako wadliwy.

Producent/wykonawca powinien rejestrować i rozpoznawać wszystkie wypadki niezgodności i w miarę potrzeby podjąć działania korygujące. Działania korygujące mogą polegać na:

- a) rozpoznaniu przyczyny niezgodności łącznie ze sprawdzeniem przebiegu badania i wprowadzeniem niezbędnych zmian;
- b) analizie procesu, operacji roboczych, zapisów dotyczących jakości, raportów zakładowych, skarg klientów, w celu wykrycia i wyeliminowania potencjalnych przyczyn niezgodności;
- c) spowodowaniu, adekwatnych do stwierdzonego zagrożenia, działań zapobiegawczych dotyczących występujących problemów;
- d) podjęciu kontroli w celu sprawdzenia czy przeprowadzono skuteczne działania korygujące;
- e) wprowadzeniu i rejestrowaniu w procedurach zmian wynikających z działań korygujących.

A.7 Przemieszczanie, składowanie i przechowywanie w zakładzie

Producent/wykonawca powinien zastosować niezbędne środki zapewniające utrzymanie jakości wyrobu podczas jego transportu i składowania.

Działania te powinny uwzględniać:

- a) zanieczyszczenie wyrobu;
- b) segregację;
- c) czystość maszyn i urządzeń oraz powierzchni składowania.

A.8 Transport i pakowanie

A.8.1. Transport

System zakładowej kontroli produkcji powinien określać zakres odpowiedzialności producenta/wykonawca za składowanie i transport wyrobów.

Uwaga: Jeśli mieszanka jest przewożona luzem, niezbędne może być jej przykrycie lub zastosowanie pojemników w celu zredukowania zanieczyszczeń.

A.8.2. Pakowanie

Jeśli mieszanka zostanie zapakowana, to zastosowane sposoby i materiały do jej zapakowania nie mogą spowodować zanieczyszczenia mieszanki lub pogorszenia jej jakości w takim stopniu, że właściwości mieszanki ulegną znacznej zmianie jeszcze przed usunięciem opakowania. Wszelkie wskazówki dotyczące przeznaczenia i składowania opakowanej mieszanki powinny być określone na opakowaniu lub w dołączonych dokumentach towarzyszących.

A.9 Szkolenie personelu

Producent/wykonawca powinien wprowadzić i stale przestrzegać procedury szkolenia całego personelu uczestniczącego w systemie zakładowej kontroli produkcji. Powinny być prowadzone odpowiednie zapisy dotyczące szkolenia.

KONIEC PROCEDURY

Procedura oznaczania współczynnika filtracji na podstawie PN-EN ISO 17892-11

B.1 Zakres

Niniejszą procedurę opracowano na podstawie normy PN-EN ISO 17892-11 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 11: Badania filtracji. Przedmiotowa norma ma zastosowanie do laboratoryjnego określania współczynnika filtracji gruntu w zakresie rozpoznania geotechnicznego.

Procedurę należy stosować do mieszanek niezwiązanych w budownictwie drogowym przeznaczonych do wykonania warstwy odsączającej. Niniejszą procedurę opracowano celem dostosowania przebiegu badania do właściwości fizycznych mieszanek kruszyw i wymaganego zagęszczenia mieszanki po wbudowaniu w warstwę.

Procedura określa metodę badania współczynnika filtracji mieszanek kruszyw nasyconych wodą. W przedstawionych badaniach próbki poddaje się przepływowi wody. Do obliczenia współczynnika filtracji, są mierzone ciśnienie i objętość wody przechodzącej przez próbkę. Uzyskane wyniki służą wyliczeniu przepływu wody oraz oceny przepuszczalności wykonywanych warstw odsączających.

B.2 Terminy i definicje

W niniejszej procedurze badania stosuje się następujące terminy i definicje.

Natężenie przepływu Q - ilość wody przechodząca przez próbkę w jednostce czasu t

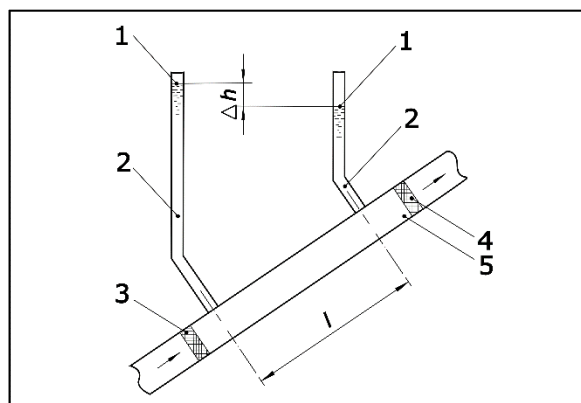
Prędkość przepływu v - prędkość przepływu wody na jednostkę powierzchni gruntu (włącznie z cząstkami i porami) prostopadle do kierunku przepływu

Spadek hydrauliczny i - stosunek różnicy wysokości (ciśnienia hydraulicznego) Δh pomiędzy dwoma punktami pomiarowymi do długości drogi przepływu l (odległość między punktami mierzona w kierunku przepływu, patrz rys. B.1).

Współczynnik filtracji k - zgodnie z prawem Darcy'ego do przepływu laminarnego, współczynnik filtracji do gruntu nasyconego wodą, jest to stosunek prędkości przepływu v do spadku hydraulicznego i .

Objaśnienia:

- 1 spadek hydrauliczny pomiędzy punktami pomiarowymi
 - 2 rurka ciśnieniowa (pomiarowa)
 - 3 blok filtracyjny
 - 4 blok filtracyjny
 - 5 próbka
- Δh różnica wysokości (ciśnienia hydraulicznego) pomiędzy dwoma punktami pomiarowymi
- l długość drogi przepływu (odległość między punktami mierzona w kierunku przepływu)



Rys. B.1. Przepływ wody w próbce gruntu

B.3 Ogólna procedura badania

Badanie można wykonać wykorzystując formy z aparatu Proctora oraz prosty zestaw filtracyjny, umożliwiający zachowanie stałego spadku hydraulicznego.

B.3.1 Ogólne wymagania

B.3.1.1. Uziarnienie, struktura uziarnienia i objętość

Uziarnienie, struktura uziarnienia i objętość próbki nie powinny się zmieniać w czasie pomiarów filtracji.

B.3.1.2. Właściwości wody

Woda użyta do badania nie powinna wymywać składników próbki, ani osadzać jakichkolwiek rozpuszczonych lub zawieszonych substancji. Należy stosować wodę o cechach zbliżonych do wody, jaka znajduje się w porach. Z reguły wystarcza odpowietrzona woda z kranu.

B.3.1.3. Stopień nasycenia

W celu wyeliminowania pęcherzyków powietrza podczas pomiarów filtracji próbka powinna pozostać nasycona. Nasycenie próbki można uzyskać np. przez przepłukanie próbki wodą lub stosując odwrócony przepływ wody z dołu do góry.

B.3.1.4. Spadek hydrauliczny

Do celów badania spadek hydrauliczny należy dobrać tak, aby charakterystyka przepływu uzyskana przy obranym spadku odpowiadała prawu Darcy'ego. W przypadku wątpliwości czy warunki są zgodne z prawem Darcy'ego, należy różnicować spadek hydrauliczny. Gdy przepływ jest nieliniowy, spadek hydrauliczny w trakcie badania powinien być w przybliżeniu taki, jak w terenie. Zaleca się przyjmowanie spadku hydraulicznego w zakresie $0,3 \div 0,8$. Stabilność przepływu wody w próbce można potwierdzić przez pomiar współczynnika filtracji tej samej próbki dla różnych gradientów hydraulicznych w dłuższym przedziale czasowym.

B.3.1.5. Temperatura

Badanie należy przeprowadzać przy w miarę stałej temperaturze otoczenia $\pm 2^\circ\text{C}$, w której temperatura próbki oraz wody powinna być w równowadze. Temperaturę należy mierzyć i odnotowywać. Aby uzyskać powtarzalne wyniki, wartości k oznaczone w trakcie badania należy przeliczyć do temperatury odniesienia 10°C używając poniższego wzoru (B.1) Poiseuille:

$$k_{10} = \alpha \times k_T \quad (\text{B.1})$$

$$\alpha = \frac{1,359}{1 + 0,0337 \times T + 0,00022 \times T^2} \quad (\text{B.2})$$

w którym:

T - temperatura wody [$^\circ\text{C}$] w czasie badania;

k_T - współczynnik filtracji w temperaturze otoczenia [m/s];

α - parametr obliczony lub przyjęty wg tabeli B.1.; dla wartości pośrednich można wykorzystać liniową interpolację.

Tabela B.1. Parametr α związany z lepkością wody

Temperatura T [$^\circ\text{C}$]	5	10	15	20	25
α [-]	1,158	1,000	0,874	0,771	0,686

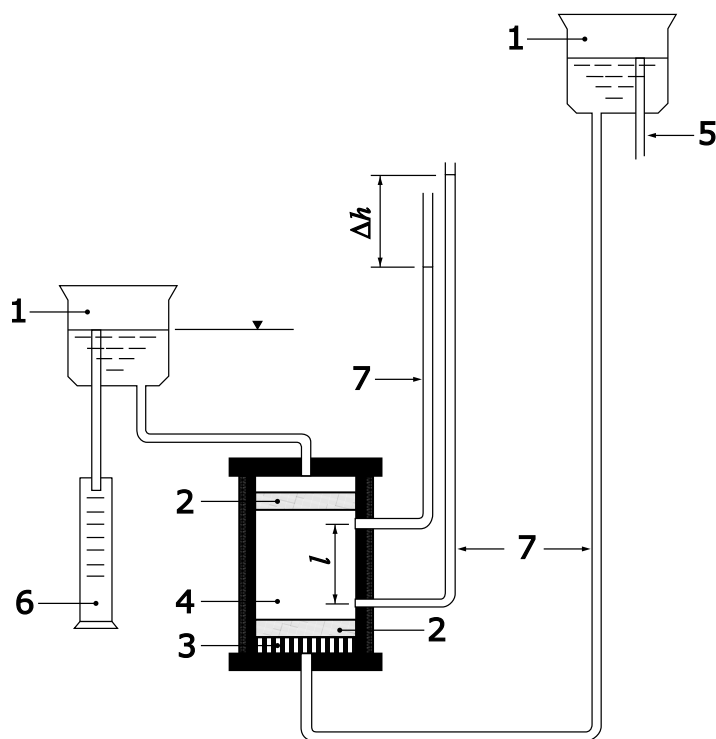
B.3.1.6 Wymiary próbki

Średnica i wysokość próbki powinna być dobrana tak, aby zapobiec jakiegokolwiek niejednorodności wpływającej na wyniki badań. Największy rozmiar ziaren mieszanki nie powinien przekraczać 1/6 minimalnej średnicy wewnętrznej formy. W zależności od wymiaru ziarna D należy stosować formy Proctora zgodnie z PN-EN 13286-2 typu B ($d_1 = 150,0 \pm 1,0$ mm, $h_1 = 120,0 \pm 1,0$ mm) lub C ($d_1 = 250,0 \pm 1,0$ mm, $h_1 = 200,0 \pm 1,0$ mm). Jeśli brak jest możliwości spełnienia warunku 1/6 minimalnej średnicy wewnętrznej formy w przypadku zastosowania formy C, to należy usunąć większe ziarna, a proporcję tych usuniętych ziaren należy udokumentować.

B.3.1.7. Aparatura

Schemat przykładowej aparatury do badania wodoprzepuszczalności przedstawiono na rys. B.2

- 1 zbiornik
 - 2 dysk porowaty
 - 3 perforowana podstawa
 - 4 próbka
 - 5 przelew
 - 6 cylinder pomiarowy
 - 7 rurka pomiarowa
- Δh różnica poziomów piezometrycznych
 l długość filtracji



Rys. B.2. Przykład zestawu do badania filtracji przy stałym spadku hydraulicznym

B.3.1.8. Przygotowanie próbki

Gęstość objętościową należy ustalić wg PN-EN 13286-2 w aparacie Proctora.

Za pomocą metody przesiewania wg PN-EN 933-1 należy oznaczyć z próbki mieszanki masę ziarn przechodzących przez sito o największym deklarowanym wymiarze ziarna, a następnie skorygować uzyskaną gęstość i wilgotność kruszywa z uwagi na nadziarno (materiał pozostający na górnym sicie) w oparciu o wzory C.1 i C.2 wg PN-EN 13286-2 Załącznik C.

1. Z wysuszonej i wystudzonej próbki należy odsiać nadziarno, dodać ilość wody obliczoną wg ww. metody, doprowadzając próbkę do wilgotności optymalnej, wymieszać dokładnie uzyskując zhomogenizowaną próbkę w ilości dostosowanej do wielkości formy;
2. Przygotować odpowiednią formę zgodną z PN-EN ISO 17892-11, gdzie stosunek ziarn do wysokości lub średnicy formy jest nie mniejszy niż 1:6;
3. Wyznaczyć objętość formy oraz wyznaczyć wagę formy z podstawą;
4. Wyznaczyć ilość kruszywa potrzebnego do uzyskania gęstości objętościowej ($I_s=1,00$);
5. Zagęścić próbkę przy skorygowanej wilgotności optymalnej z energią $0,6 \text{ MJ/m}^3$, zgodnie z PN-EN 13286-2 do wskaźnika zagęszczenia $I_s = 1,00$;
6. Zważyć formę z kruszywem w celu sprawdzenia poprawności zagęszczenia mieszanki.

B.3.1.9. Wykonanie badania

Przed wykonaniem badania wodę należy odpowietrzyć. Formę z próbką należy umieścić w aparaturze, podłączyć rury, zostawiając delikatnie otwarty wlot wody i całkowicie otwarty wylot wody aby jej poziom wzrastał powoli bez możliwości uwięzienia powietrza w porach. Aby usunąć niewielkie ilości powietrza, należy pozwolić by woda przepływała przez próbkę przez pewien czas (efekt odpowietrzania będzie bardziej skuteczny przy przepływie wody z dołu do góry).

Przed rozpoczęciem właściwego badania należy ponownie zamknąć zacisk. Poziomy w rurach piezometrycznych powinny być takie same jak w zbiorniku wypływowym. W przeciwnym razie rury piezometryczne nie będą właściwie funkcjonować.

Jeżeli próbka zostanie odpowietrzona, a rury przygotowane do właściwego funkcjonowania, zacisk przy podstawie komory powinien zostać zwolniony, a wpływ wody kontrolowany poprzez dostosowanie drugiego zacisku tak, aby woda przepływała przez pozostały zacisk stałym strumieniem. Jeśli to nie jest możliwe należy zredukować różnicę poziomów między dwoma zbiornikami.

Aby wyznaczyć współczynnik filtracji k_{10} , należy określić ilość wody zebraną w cylindrze miarowym w regularnych odstępach czasu. Podczas badania należy mierzyć także temperaturę wody.

Badanie należy rozpoczynać przy bardzo małej różnicy poziomów Δh (patrz rys. B.2.) i powtarzać z coraz większą różnicą.

Najprostszym sposobem na uzyskanie stałego poziomu wody wpływającej do próbki jest użycie zbiornika z przelewem, do którego wprowadza się więcej wody niż przechodzi przez próbkę. Poziom wody opuszczającej próbkę utrzymuje się na stałej wysokości dzięki danemu ciśnieniu nasycającemu lub zapewniając przelew, przy pomiarze ilości wody przelewającej się.

B.4 Obliczanie wyników

Wydatek wody należy obliczyć na podstawie równania:

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (\text{B.3})$$

w którym:

ΔV - ilość wody zebranej w określonym przedziale czasu [m^3],

Δt - określony przedział czasu [s].

Współczynnik filtracji uzyskuje się z równania:

$$k = \frac{Q \times l}{A \times \Delta h} \quad (\text{B.4})$$

w którym:

Δh - różnica poziomów wody w rurkach [m];

l - odległość między punktami do których są przyłączone rurki piezometryczne [m];

A - przekrój poprzeczny próbki [m^2].

B.5 Sprawozdanie z badań

Sprawozdanie z badań powinno potwierdzać, że badanie przeprowadzono zgodnie z niniejszą procedurą i powinno zawierać następujące informacje:

- a) metodę badania,
- b) identyfikację próbki (numer próbki, numer badania itp.),
- c) opis mieszanki kruszywa zawierający maksymalny rozmiar ziaren,
- d) wymiary próbki,
- e) typ próbki (o nienaruszonej strukturze, o naruszonej strukturze lub ponownie uformowana),
- f) gęstość lub współczynnik porowatości przed i po badaniu,
- g) wilgotność przed i po badaniu,
- h) spadek hydrauliczny lub w wypadku zmiennego spadku, maksymalny i minimalny poziom, wartości Δh odpowiadające różnym wartościom i ,
- i) temperaturę otoczenia,
- j) temperaturę odniesienia,
- k) kierunek przepływu,
- l) współczynnik filtracji w temperaturze odniesienia,
- m) poziom ciśnienia, jeśli zadane,
- n) wszelkie odchylenia od procedury,
- o) uwagi o rodzaju badania i aparatu.

KONIEC PROCEDURY

Procedura oznaczania modułu odkształcenia warstw konstrukcyjnych nawierzchni/poboczy z kruszywa niezwiązanego przez obciążenie płytą VSS

C.1 Cel metody badawczej

Metoda badawcza stosowana jest do określania modułów odkształcenia E_1 i E_2 oraz wskaźnika odkształcenia I_0 warstw konstrukcyjnych nawierzchni/poboczy z kruszywa niezwiązanego.

Metodę badania stosuje się do warstw z mieszanek niezwiązanymi z kruszyw o uziarnieniu do 63 mm.

C.2 Badane cechy - definicje

Moduł odkształcenia E - iloraz przyrostu obciążenia jednostkowego Δp do przyrostu odkształcenia Δs badanej warstwy w ustalonym zakresie obciążeń pomnożony przez 0,75 średnicy płyty obciążającej D .

Wartość modułu odkształcenia wyznacza się ze wzoru (1.1):

$$E_{1,2}^{(p_1, p_2)} = 0,75D \frac{\Delta p}{\Delta s} \quad (1.1)$$

gdzie:

E_1, E_2 - pierwotny i wtórny moduł odkształcenia, [MPa]

Δp - przyrost obciążenia przy pierwszym (powtórny) obciążeniu, [MPa]

Δs - przyrost osiadań odpowiadający przyjętemu zakresowi obciążeń przy pierwszym (powtórny) obciążeniu, [mm]

p_1, p_2 - obciążenia przyjętego zakresu obciążeń, [MPa]

D - średnica płyty [mm]

Pierwotny moduł odkształcenia E_1 - moduł odkształcenia oznaczony w pierwszym obciążeniu badanej warstwy.

Wtórny moduł odkształcenia E_2 - moduł odkształcenia oznaczony w powtórny obciążeniu badanej warstwy.

Wskaźnik odkształcenia I_0 - stosunek wtórnego modułu odkształcenia E_2 do pierwotnego modułu odkształcenia E_1 .

C.3 Aparatura badawcza

Przykładowa aparatura do oznaczania modułu odkształcenia przedstawiona jest na rysunku nr C.1, C.2. W skład jej wchodzi:

- płyta stalowa o średnicy (300 ± 1) mm (1) z prętami do mocowania czujnika (2) do zainstalowania uchwytów (3) czujników oraz górnym pierścieniem usztywniającym (4) - w przypadku zestawu z trzema czujnikami,
- płyta stalowa o średnicy (300 ± 1) mm (1), centralny uchwyt do mocowania czujnika (3),
- ramię pompy (5), pompa (6) z manometrem (7) o skali z działką elementarną 0,01

MPa,

- przegub sferyczny (8) łączący siłownik (12) z przeciwwagą,
- czujnik zegarowy (9) lub inny (np. elektroniczny z wyświetlaczem cyfrowym) z działką elementarną 0,01 mm,
- przedłużacz (10) do wstawiania pomiędzy siłownik (12) a przeciwwagą,
- statyw (11) stanowiący poziom odniesienia pomiarów przemieszczenia.



Rys. C.1. Przykładowa aparatura VSS z trzypunktowym pomiarem przemieszczenia płyty



Rys. C.2 Przykładowa aparatura VSS z jednopunktowym pomiarem przemieszczenia płyty

C.4 Metoda badania i wykonanie badania

C.4.1. Metoda badania

Badanie polega na pomiarze przemieszczeń pionowych (osiadań) badanej warstwy pod wpływem nacisku statycznego wywieranego za pomocą stalowej okrągłej płyty o średnicy $D=300$ mm. Nacisk na płytę wywierany jest za pośrednictwem zmiany ciśnienia oleju w pompie hydraulicznej poprzez przemieszczanie tłoczyska wywołany ruchem dźwignika. Dźwignik oparty jest o przeciwwagę (np. obciążony samochód ciężarowy, ciężki walec drogowy) o masie większej od wywieranej siły. Pomiar modułu odkształcenia należy przeprowadzić, gdy temperatura badanej warstwy jest większa od 0°C .

C.4.2. Przygotowanie zestawu badawczego

W celu przygotowania aparatury do wykonania badania należy przeprowadzić następujące czynności:

- ustawić płytę na wyrównanej powierzchni badanej warstwy (w przypadku nierównej powierzchni należy miejsce przeznaczone do badań wyrównać cienką warstwą drobnego suchego piasku),
- dociskając rękoma, wykonać kilkakrotny obrót płyty,
- ustawić statyw tak, aby punkty podparcia były w jak największej odległości od płyty i jak najdalej od kół pojazdu stanowiącego przeciwwagę,
- zamontować dźwignik oraz przedłużacz,
- czujniki zamocować w uchwytach opierając je na stelażu.

C.4.3. Oznaczenie dla warstwy mrozoochronnej/odsączającej, podbudowy pomocniczej i zasadniczej z mieszanki niezwiązanej i nawierzchni z kruszywa niezwiązanego

C.4.3.1 Oznaczenie pierwotnego modułu odkształcenia E_1

W celu określenia wartości pierwotnego modułu odkształcenia E_1 należy ustawić aparaturę badawczą na stanowisku, a następnie wykonać następujące czynności:

- ruchem dźwigni pompy tłoczącej doprowadzić ciśnienie w układzie hydraulicznym do osiągnięcia nacisku na badaną warstwę do wartości $0,02$ MPa (obciążenie wstępne),
- wykonać odczyt wartości początkowej lub ustawić wskazania czujnika/czujników pomiarowych na poziomie $0,00$ mm dla obciążenia wstępnego,
- ruchem dźwigni pompy tłoczącej doprowadzić ciśnienie w układzie hydraulicznym do osiągnięcia nacisku na badaną warstwę do wartości $0,05$ MPa,
- utrzymywać stałą wartość zadanego ciśnienia poprzez powolne ruchy dźwigni pompy (regulację ciśnienia należy prowadzić w zależności od zaistniałej potrzeby),
- po zadaniu obciążenia, w razie potrzeby należy odczekać do momentu ustabilizowania się wskazań na czujniku/czujnikach i zapisać wartość przemieszczenia początkowego, następnie co 2 min. wykonać odczyty wskazań przemieszczeń płyty obciążającej przy stałym zadanym ciśnieniu,
- po stwierdzeniu, że kolejne dwa odczyty wartości przemieszczeń wykonane w odstępach 2 min nie różnią się od siebie więcej niż $0,04$ mm należy przejść do następnego stopnia obciążenia, większego od poprzedniego o $0,05$ MPa,
- każdy odczyt wskazań przemieszczeń płyty obciążającej przy zadanym stopniu obciążenia należy zanotować w karcie / formularzu z badania,
- końcowe obciążenia badanej warstwy należy doprowadzić do $0,45$ MPa,

- przeprowadzić odciążenie badanej warstwy stopniami po 0,10 MPa do 0,00 MPa z równoczesnym zapisywaniem kolejnych wskazań czujników co 2 min i z odczekaniem 5 min przed ostatnim odczytem.

C.4.3.2 Oznaczenie wtórnego modułu odkształcenia E₂

Oznaczenie wartości wtórnego modułu odkształcenia E₂ należy wykonać po całkowitym odciążeniu badanej warstwy:

- pozostawić bez zmian wskazania czujników określających przemieszczenie płyty obciążającej,
- ruchem dźwigni pompy tłoczącej doprowadzić ciśnienie w układzie hydraulicznym do osiągnięcia nacisku na badaną warstwę do wartości 0,05 MPa,
- prowadzić dalsze badanie zgodnie z punktem C.4.3.1 do końcowego obciążenia 0,45 MPa z pominięciem zapisów dla odciążenia.

C.5 Wyniki badań

C.5.1. Określenie wartości modułów odkształcenia

Wartość pierwotnego modułu odkształcenia E₁ i wtórnego modułu odkształcenia E₂ obliczyć należy zgodnie z zależnością (1.1) przyjmując:

- **dla warstwy mrozoochronnej/odsączającej, podbudowy pomocniczej i zasadniczej oraz nawierzchni/poboczy z kruszywa niezwiązanego**

$\Delta p = p_2 - p_1$ - przyrost obciążenia w zakresie 0,25-0,35 [MPa]

Δs - przemieszczenie odpowiadające przyjętemu zakresowi obciążeń ($\Delta s = s_{0,35} - s_{0,25}$), [mm], przy końcowym obciążeniu 0,45 MPa,

Wynik należy podać z dokładnością do 1 MPa.

C.5.2. Obliczenie wartości wskaźnika odkształcenia

Wartość wskaźnika odkształcenia oblicza się wg wzoru (1.2):

$$I_o = E_2/E_1 \quad (1.2)$$

gdzie: I_o - wskaźnik odkształcenia - liczba niemianowana

E₂ - wtórny moduł odkształcenia [MPa]

E₁ - pierwotny moduł odkształcenia [MPa]

Wynik należy podać z dokładnością do 1 cyfry znaczącej po przecinku.

KONIEC PROCEDURY

Procedura wykonania badania oraz korelacji płyty dynamicznej

D.1 Cel metody badawczej

Badanie płytą dynamiczną wykonuje się w celu określenia dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd} . Pomiar należy przeprowadzić na wbudowanej i zagęszczonej warstwie mrozochronnej/odsączającej*, podbudowie pomocniczej i zasadniczej oraz nawierzchni z mieszanki niezwiązanej o maksymalnej wielkości ziaren do 63 mm.

Ze względu na uziarnienie, grubość oraz wysoką nośność badanej warstwy konstrukcyjnej nawierzchni do określania dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd} należy stosować obciążnik (wolnospad) o masie 15 kg.

Badanie ma na celu ustalenie korelacji między dynamicznym modułem odkształcenia E_{vd} , a wtórnym modułem odkształcenia E_2 oraz wskaźnikiem odkształcenia I_0 zagęszczonej warstwy konstrukcyjnej nawierzchni z mieszanki niezwiązanej i dopuszczenie do stosowania płyty dynamicznej do oceny jej nośności i zagęszczenia.

D.2 Badane cechy - definicje

Dynamiczny moduł odkształcenia E_{vd} jest parametrem określającym odkształcalność warstwy pod wpływem zdefiniowanego pionowego obciążenia uderzeniowego o określonym czasie oddziaływania. Wartość dynamicznego modułu odkształcenia oblicza się na podstawie maksymalnego przemieszczenia pionowego S_{max} płyty obciążeniowej wg wzoru (D.1):

$$E_{vd} = 1,5 \cdot r \cdot \frac{\sigma_{max}}{S_{max}} \quad (D.1)$$

gdzie:

E_{vd} - dynamiczny moduł odkształcenia w MPa,

S_{max} - średnia wartość przemieszczenia pionowego z 3 uderzeń pomiarowych, wykonanych po 3 uderzeniach wstępnych w mm,

r - promień płyty obciążeniowej w mm,

σ_{max} - naprężenie normalne pod płytą obciążeniową (0,15 MPa).

D.3 Aparatura badawcza

W skład zestawu aparatury badawczej do określania dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd} wchodzi trzy moduły urządzeń:

- mechanicznego obciążenia,
- płyty obciążającej,
- rejestracji wyników badań.

Moduł mechanicznego obciążenia składa się z:

- ruchomego obciążnika o masie 15 kg z trójkątnym lub okrągłym uchwytem oraz blokadą zabezpieczającą,
- zestawu sprężyn amortyzujących z osłoną,
- prowadnicy,

- mechanizmu spustowego,
- uchwytu.

Moduł płyty obciążającej składa się z:

- płyty obciążającej z uchwytami i sensorem przemieszczenia oraz przyłączem rejestratora,
- kuli centrującej.

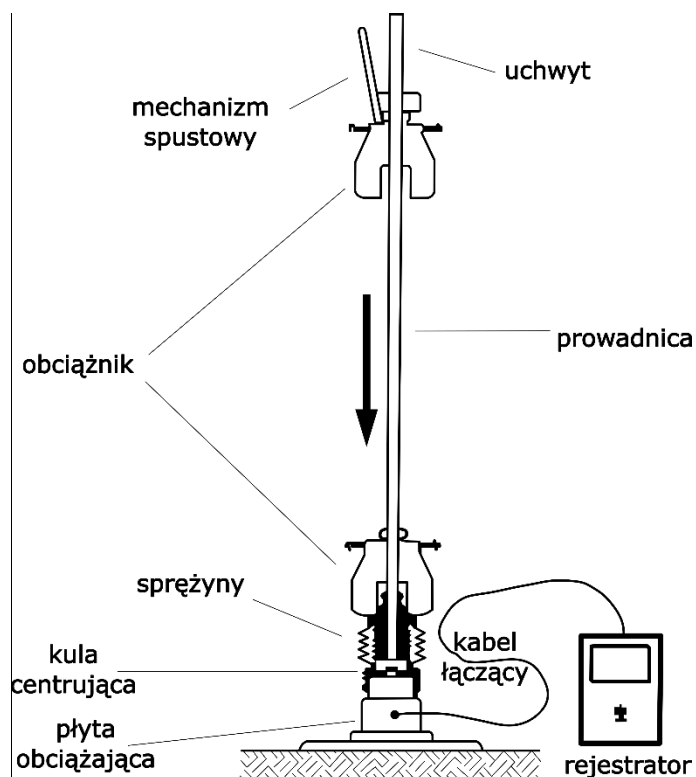
Moduł rejestracji danych pozwala na zapis wyników poszczególnych etapów badań i wyniku końcowego.

W tabeli D.1 przedstawiono podstawowe parametry głównych elementów zestawu płyty dynamicznej.

* W przypadku drobnoziarnistych mieszanek niezwiązanych o uziarnieniu 0/8 mm, 0/11,2 mm, 0/16 mm dopuszcza się zastosowanie płyty dynamicznej o masie wolnospadu 10 kg zgodnie z zależnością $E_{vd} = \frac{22,5}{s_{max}}$ (D.2)

Tabela D.1. Podstawowe parametry głównych elementów zestawu płyty dynamicznej.

Rodzaj zestawu	Ciężka, 15 kg
Zakres pomiarowy	do 115 MPa
Średnica płyty	300 mm
Waga płyty obciążającej	15 kg
Masa ciężarka	15 kg



Rys. D.1. Płyta dynamiczna - zestaw badawczy i jego poszczególne elementy.

D.4 Metoda badania - założenia

W celu określenia dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd} , przyjmuje się dwa upraszczające założenia:

- wartość dynamicznego modułu odkształcenia płytą obciążeniową określa się wg wzoru (D.1) przy założeniu, że badana warstwa stanowi izotropową półprzestrzeń sprężystą,
- przyjmuje się, że występujący podczas przeprowadzania badań maksymalny generowany nacisk na warstwę σ_{max} jest stały (0,15 MPa).

Po uwzględnieniu powyższego równanie dynamicznego modułu odkształcenia:

- dla płyty obciążeniowej o masie obciążnika 15 kg i o średnicy 30 cm wyraża zależność (D.3):

$$E_{vd} = \frac{33,75}{s_{max}} \quad (D.3)$$

gdzie:

s_{max} – maksymalne przemieszczenie płyty obciążającej w mm.

D.4.1. Przygotowanie zestawu badawczego

Przed przystąpieniem do wykonania badania należy wykonać następujące czynności:

- z przeznaczonej do badań warstwy z mieszanki niezwiązanej należy zdjąć warstwę rozluźnioną jeżeli zachodzi taka potrzeba,
- w przypadku nierównej powierzchni lub występowania pojedynczych kruszyw grubych na badaną powierzchnię ułożyć wyrównującą ciekłą warstwę z piasku drobnego w celu uzupełnienia występujących wolnych przestrzeni między ziarnami,
- chwytając oburącz poziomo położyć płytę obciążającą na badanej powierzchni i przy lekkim nacisku wykonać kilka obrotów w celu zapewnienia dokładnego jej przylegania do badanej powierzchni,
- połączyć płytę obciążającą z elektronicznym rejestratorem za pomocą przewodu znajdującego się w zestawie,
- umieścić prowadnicę z ciężarkiem na kuli centrującej płyty obciążającej i zwolnić blokadę ciężarka,
- podnieść na prowadnicy ciężarek obciążający i zablokować go w górnym położeniu,
- po doprowadzeniu prowadnicy do pionu zwalniając zabezpieczenie ciężarka wykonać pierwsze z trzech wstępnych obciążeń płyty,
- po pierwszym wstępnym obciążeniu podłóża w analogiczny sposób wykonać dwukrotnie wstępne obciążenie.

Po wykonaniu powyższych czynności można przystąpić do wykonania badania.

D.4.2. Oznaczenie dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd}

Oznaczenie dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd} z zastosowaniem płyty dynamicznej realizowane jest w następujący sposób:

- w celu przejścia do pomiaru należy włączyć zasilanie rejestratora,
- podnieść ciężarek na prowadnicy i zablokować w górnym położeniu,
- ustawić w pionie i zwolnić zaczep mocujący ciężarek,
- po przekazaniu energii na płytę obciążającą i odbiciu chwycić samoczynnie podnoszący się ciężarek i zablokować go w górnym położeniu,

- na ekranie rejestratora wyświetlona zostanie wartość przemieszczenia płyty obciążającej s_1 w mm od pierwszego obciążenia i potwierdzenie gotowości do wykonania kolejnego obciążenia,
- jak poprzednio wykonać dwa kolejne obciążenia, po ich zakończeniu na ekranie wyświetlone zostaną wartości przemieszczeń płyty od każdego z trzech obciążeń s_1 , s_2 i s_3 w mm.

D.5 Wyniki badań

Po zakończeniu badania na wyświetlaczu przedstawiony zostanie wynik pomiaru czyli wartość E_{vd} w MPa oraz średnia wartość przemieszczenia płyty obciążającej s_m w mm. Dodatkowo, w zależności od modelu zastosowanej aparatury badawczej wyświetlane mogą być: stosunek przemieszczenia do prędkości przemieszczenia płyty obciążającej s/v , lokalizacja punktu badawczego, data i czas wykonania badania oraz numer pod jakim został zapisany wynik badania na karcie pamięci.

D.6 Postępowanie z badaniami niezgodnymi z wymaganiami

Przebieg badania lub jego wynik należy uznać za niezgodny gdy:

- aparatura badacza nie pozwala przejść do następnego etapu pomiaru (pojedynczy sygnał dźwiękowy lub brak wyświetlenia wyniku osiadania pomiaru na wyświetlaczu),
- jeden z trzech pomiarów przemieszczenia płyty obciążającej odbiega o więcej niż 20% od wartości średniego przemieszczenia,
- brak potwierdzenia przez aparaturę badawczą prawidłowego zakończenia badania.

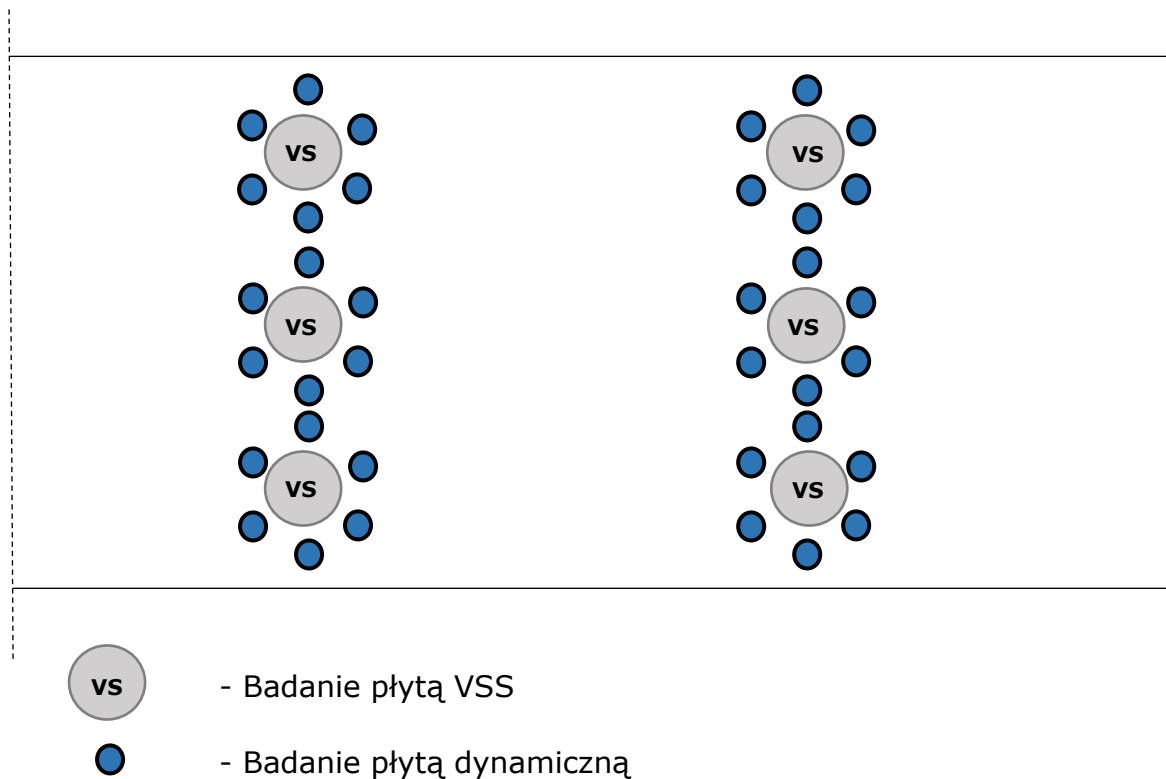
W przypadku zaistnienia jednego z powyższych przypadków badanie należy powtórzyć w innym miejscu.

Badanie również należy uznać za niezgodne z wymaganiami w przypadku braku lokalizacji punktu badawczego i gdy aparatura badawcza nie posiada aktualnego świadectwa kontroli metrologicznej.

D.7 Procedura korelacyjna

Celem procedury jest ustalenie korelacji między dynamicznym modułem odkształcenia E_{vd} , a wtórnym modułem odkształcenia E_2 oraz wskaźnikiem odkształcenia I_0 zagęszczonej warstwy konstrukcyjnej nawierzchni z mieszanki niezwiązanej i dopuszczenie do stosowania płyty dynamicznej do oceny nośności i zagęszczenia przy badaniach odbiorowych.

Badania należy wykonać na poletku doświadczalnym min. 500 m², w przypadku jeżeli nie będzie to możliwe (krótkie i wąskie odcinki, drogi lokalne, remonty) wielkość odcinka testowego powinna być ustalona indywidualnie. Ze względu na ograniczenia czasowe (badania powinny być wykonane w tym samym dniu przy możliwie zbliżonych warunkach) oraz konieczność zastosowania przeciwwagi do wykonania badań płytą VSS należy wyznaczyć min. 6 punktów badawczych wg schematu:



Rys. D.2. Przykładowy schemat ustawienia punktów badawczych.

W każdej lokalizacji należy wykonać oznaczenie:

- wtórnego modułu odkształcenia E_2 oraz wskaźnika odkształcenia I_0 płytą VSS wg Procedury z Załącznika nr C do WT-4
- 6 pomiarów dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd} płytą dynamiczną (15 kg) wokół wyznaczonego punktu wg pkt D.4.1 oraz D.4.2, za wynik badania należy przyjąć średnią arytmetyczną z 6 pomiarów.
Jeżeli jeden z modułów E_{vd} różni się znacząco (>20% od średniej arytmetycznej z pozostałych 5 pomiarów) można go odrzucić i przyjąć średnią z 5 pomiarów.

Wyniki badań wtórnego modułu E_2 oraz wskaźnika odkształcenia I_0 służące do opracowania korelacji muszą spełniać wymagania określone w niniejszym dokumencie. W przypadku uzyskania negatywnych wyników oznaczeń należy ponownie przygotować poletko próbne i przeprowadzić pomiary.

Po zakończonych badaniach polowych, należy sporządzić zestawienie tabelaryczne oraz graficzne uzyskanych wyników badań (wykres zależności dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd} do wskaźnika odkształcenia I_0 oraz wykres zależności dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd} do wtórnego modułu odkształcenia E_2), wyznaczyć linię trendu i wyznaczyć wartość współczynnika korelacji, który będzie podstawą akceptacji ustalonej współzależności. Minimalna wartość współczynnika korelacji powinna wynosić 0,7.

KONIEC PROCEDURY

Procedura przygotowania próbki do badania wskaźnika piaskowego wg PN-EN 933-8 Załącznik A

E.1 Zakres

Niniejszą procedurę opracowano na podstawie normy:

- PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie -
Część 2: Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody -
Zagęszczanie metodą Proctora,

Procedurę należy stosować do mieszanek kruszyw niezwiązanych w budownictwie drogowym przeznaczonych do wykonania następujących warstw konstrukcyjnych: mrozoochronnej/odsączającej, podbudowy pomocniczej, podbudowy zasadniczej oraz nawierzchni/poboczy z kruszywa niezwiązanego.

Niniejszą procedurę opracowano celem ujednolicenia przebiegu badania mieszanek kruszyw.

Procedura określa metodę przygotowania próbki poprzez pięciokrotne zagęszczanie mieszanki kruszywa.

E.2 Aparatura

E.2.1. Zagęszczarka składająca się z ubijaka swobodnie opadającego z założonej wysokości na określoną część górnej powierzchni mieszanki znajdującą się w formie.

E.2.2. Ubijaki

Tabela E.1 Wymagania dotyczące ubijaków

Ubijak	Masa ubijaka (kg)	Średnica podstawy (mm)	Wysokość upadku (mm)
A	2,50±0,02	50,0±0,5	305±3
B	4,50±0,04	50,0±0,5	457±3
C	15,0±0,04	125,0±0,5	600±3

Uwaga: Załącznik A PN-EN 13286-2 zawiera szczegółowe informacje na temat innych ubijaków, które mogą być obecnie stosowane

E.2.3. Formy Proctora

Tabela E.2 Wymiary form testowych

Forma Proctora	Średnica wewnętrzna (mm)	Wysokość (mm)	Grubość	
			Ścianka (mm)	Płyta podstawy (mm)
A	100,0±1,0	120,0±1,0	7,5±0,5	11,0±0,5
B	150,0±1,0	120,0±1,0	9,0±0,5	14,0±0,5
C	250,0±1,0	200,0±1,0	14,0±0,5	20,0±0,5

Uwaga: Załącznik A PN-EN 13286-2 zawiera szczegółowe informacje na temat innych form, które mogą być obecnie stosowane

E.2.4. Sita badawcze 63; 31,5; 16; 4; 0,063 mm spełniające wymagania określone w PN-EN 933-2

E.2.5. Kuweta wykonana z materiału odpornego na działanie korozji i wielkości odpowiedniej do ilości materiału przeznaczanego do badania

E.2.6. Szufelka, kielnia lub podobne narzędzie

E.2.7. Stalowy pręt lub podobne narzędzie do usuwania zagęszczonej próbki z formy.

E.2.8. Waga, z dokładnością do 0,1 % ważonej masy.

E.3 Przygotowanie

Za pomocą przesiewania wg PN-EN 933-1 określić procent ziaren mieszanki przechodzący przez sita: 16, 31,5 lub 63 mm (w stosunku do deklarowanego uziarnienia mieszanki). W zależności od uzyskanych wyników na podstawie tabeli E.3 należy dobrać masę próbki oraz rozmiar formy badawczej. Następnie na podstawie tabeli E.4 ustalić pozostałe parametry zagęszczania próbki.

Zagęszczanie próbki mieszanki powinno odbywać się w cylindrycznej formie testowej, której wymiary są uzależnione od wielkości ziaren danej próbki mieszanki.

Tabela E.3 Zestawienie metod przygotowania próbek

Procent ziaren przechodzący przez sita badawcze			Masa próbki (kg)	Forma Proctora
16 (mm)	31,5 (mm)	63 (mm)		
100	-	-	3	A
			6	B
75 do 100	100	-	6	B
< 75	75 do 100	100	6	B
-	< 75	75 do 100	40	C

Tabela E.4 Zestawienie parametrów sprzętu do zagęszczania próbki wg metody Proctora

Opis parametru	Jednostka	Forma Proctora		
		A	B	C
Masza ubijaka	kg	2,5	2,5	15,0
Średnica ubijaka	mm	50	50	125
Wysokość spadku	mm	305	305	600
Liczba warstw	-	3	3	3
Liczba uderzeń na jedną warstwę	-	25	56	22

UWAGA Załącznik A PN-EN 13286-2 zawiera szczegółowe informacje na temat alternatywnych urządzeń i pozostałych parametrów, które mogą być obecnie stosowane.

E.4 Procedura pięciokrotnego zagęszczania próbki

E.4.1. Przy pomocy 2,5 kg ubijaka (A) w formie Proctora (A).

- zastosować 2,5 kg ubijak (A) opadający z wysokości 305 mm w celu zagęszczenia mieszanki w trzech warstwach w formie (A).
- założyć odpowiedni pierścień przedłużający na formę i umieścić zestaw w zagęszczarce.
- przygotowaną próbkę mieszanki o wilgotności zbliżonej do optymalnej należy umieścić w formie, tak aby podczas zagęszczania zajmowała ona około jednej trzeciej wysokości formy.

- wykonać 25 uderzeń ubijakiem na umieszczonej w formie mieszankę. Uderzenia powinny rozkładać się równomiernie na całej powierzchni, a ubijak opadać swobodnie.
- umieścić drugą porcję mieszanki w formie aby podczas zagęszczania zajmowała ona około dwóch trzecich wysokości formy.
- wykonać 25 uderzeń ubijakiem na umieszczonej w formie mieszankę.
- powtórzyć ww. czynności, tak aby mieszanka po zagęszczeniu trzeciej warstwy wypełniła w całości formę.
- wyjąć formę z zagęszczonej mieszanką, wysypać i zmieszać z pozostałą resztą niezagęszczoną próbką.
- całość procedury powtórzyć jeszcze cztery razy.

E.4.2. Przy pomocy 2,5 kg ubijaka (A) w dużej formie Proctora (B).

- zastosować 2,5 kg ubijak (A) opadający z wysokości 305 mm w celu zagęszczenia mieszanki w trzech warstwach w dużej formie Proctora (B).
- założyć odpowiedni pierścień przedłużający na formę i umieścić zestaw w zagęszczarce.
- przygotowaną próbkę mieszanki o wilgotności zbliżonej do optymalnej należy umieścić w formie, tak aby podczas zagęszczania zajmowała ona około jednej trzeciej wysokości formy.
- wykonać 56 uderzeń ubijakiem na umieszczonej w formie mieszankę. Uderzenia powinny rozkładać się równomiernie na całej powierzchni, a ubijak opadać swobodnie.
- umieścić drugą porcję mieszanki w formie, aby podczas zagęszczania zajmowała ona około dwóch trzecich wysokości formy.
- wykonać 56 uderzeń ubijakiem na umieszczonej w formie mieszankę.
- powtórzyć ww. czynności, tak aby mieszanka po zagęszczeniu trzeciej warstwy wypełniła w całości formę.
- wyjąć formę z zagęszczonej mieszanką, wysypać i zmieszać z pozostałą resztą niezagęszczoną próbką.
- całość procedury powtórzyć jeszcze cztery razy.

E.4.3. Przy pomocy 15 kg ubijaka (C) w bardzo dużej formie Proctora (C).

- zastosować 15 kg ubijak (C) opadający z wysokości 600 mm w celu zagęszczenia mieszanki w trzech warstwach w bardzo dużej formie Proctora (C).
- założyć odpowiedni pierścień przedłużający na formę i umieścić zestaw w zagęszczarce.
- przygotowaną próbkę mieszanki o wilgotności zbliżonej do optymalnej należy umieścić w formie, tak aby podczas zagęszczania zajmowała ona około jednej trzeciej wysokości formy.
- wykonać 22 uderzeń ubijakiem na umieszczonej w formie mieszankę. Uderzenia powinny rozkładać się równomiernie na całej powierzchni, a ubijak opadać swobodnie.
- umieścić drugą porcję mieszanki w formie, aby podczas zagęszczania zajmowała ona około dwóch trzecich wysokości formy.
- wykonać 22 uderzeń ubijakiem na umieszczonej w formie mieszankę.
- powtórzyć ww. czynności, tak aby mieszanka po zagęszczeniu trzeciej warstwy wypełniła w całości formę.

- wyjąć formę z zagęszczoną mieszanką, wysypać i zmieszać z pozostałą resztą niezagęszczonej próbki.
- całość procedury powtórzyć jeszcze cztery razy.

UWAGA Załącznik A PN-EN 13286-2 zawiera szczegółowe informacje na temat innych form, ubijaków oraz warunków zagęszczania, które mogą być obecnie stosowane.

**E.5 Badanie wskaźnika piaskowego należy wykonać zgodnie z PN-EN 933-8
Załącznik A**

KONIEC PROCEDURY