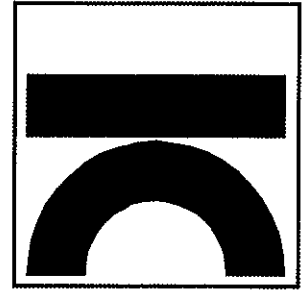


**INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW
ZAKŁAD GEOTECHNIKI I FUNDAMENTOWANIA
LABORATORIUM GEOTECHNIKI**

03-302 Warszawa, ul. Gołędzinowska 10
tel. (0 22) 811 14 46, tel. / fax. (0 22) 814 53 16



**TGF-3/ 2005
BADANIA I ANALIZA PORÓWNAWCZA
WŁAŚCIWOŚCI MIESZANEK ZWIĄZANYCH
WG DOTYCHCZASOWYCH NORM PN I
NOWYCH NORM PN-EN**

(ETAP III, XI 2007 ÷ XI 2008 r.)
WYMAGANIA TECHNICZNE DO NORMY PN-EN 14227-1÷5
MIESZANKI ZWIĄZANE
WT MZ_w - 2008

Kierownik tematu – dr inż. Jadwiga Wilczek

Opracowali:

dr inż. Jadwiga Wilczek
mgr inż. Marcin Dreger
inż. Mieczysław Przygoda

KIEROWNIK ZAKŁADU

mgr inż. Czesław SZYMANKIEWICZ

Współpraca i konsultacje:

dr inż. Krzysztof Błażejowski
dr inż. Marcin Gajewski
mgr inż. Konrad Jabłoński
dr hab. inż. Stanisław Jemioło
dr inż. Cezary Kraszewski
prof. dr hab. inż. Leszek Rafalski
prof. dr inż. Jan Pachowski

Warszawa, listopad 2008 r.

**WYMAGANIA TECHNICZNE
DO NORMY PN-EN 14227-1**

**Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym.
Mieszanki związane cementem**

WT MZ_w-C 2008

Warszawa, listopad 2008

Spis treści

	str.
Wprowadzenie	3
Definicje	4
Symboli i skróty	5
Powołania normatywne	6
1. Wymagania wobec materiałów	7
1.1. Kruszywa.....	7
1.2. Spoiwo.....	9
1.3. Woda zarobowa.....	9
1.4. Dodatki	10
1.5. Domieszki.....	10
2. Specyfikacja mieszanek	10
2.1. Przeznaczenie	10
2.2. Materiały do mieszanek.....	10
2.3. Projektowanie mieszanek	10
2.4. Zawartość spoiwa.....	16
2.5. Zawartość wody	17
2.6. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek	17
2.7. Badanie wytrzymałości	17
2.8. Badanie mrozoodporności.....	18
2.9. Mieszanka standardowa	18
3. Wymagania wobec mieszanek	18
3.1. Postanowienia ogólne.....	18
3.2. Mieszanki do warstwy ulepszonego podłoża	19
3.3. Mieszanki do warstwy podbudowy pomocniczej	20
3.4. Mieszanki do warstwy podbudowy zasadniczej	21
3.5. Przeciwdziałanie spękanom odbitym	21
4. Kontrola produkcji	22
4.1. System oceny zgodności	22
4.2. Kontrola produkcji	22
4.2.1 Postanowienia ogólne.....	22
4.2.2 Księga jakości	22
4.2.3 Organizacja.....	22
4.2.4 Procedury kontrolne	23
4.2.5 Kontrola oraz badania składników i mieszanki podczas produkcji	25
4.2.6 Urządzenia kontrolno-pomiarowe do inspekcji i badań.....	26
4.2.7 Niezgodność	27
4.2.8. Dopuszczalne tolerancje odchyłek produkcji.....	28
4.3. Oznaczenie, opis i znakowanie	28
5. Ustalenia formalne	28

Wprowadzenie

Europejska norma EN 14227-1, została zatwierdzona jako Polska Norma PN-EN 14227-1:2007 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Część 1: Mieszanki związane cementem.

Norma PN-EN 14227-1 określa wymagania techniczne wobec mieszanek związanych cementem, wytworzonych z zastosowaniem kruszywa naturalnego, sztucznego lub z recyklingu, w których cement jest głównym spoiwem. Mieszanki te są przeznaczone do budowy i utrzymania dróg, lotnisk oraz innych powierzchni przeznaczonych do ruchu pojazdów.

Norma PN-EN 14227-1:2007 jest normą klasyfikacyjną, nie określającą wymagań wobec mieszanek związanych cementem do konkretnych zastosowań, lecz wymieniającą jedynie szereg właściwości służących do oceny jakości wyrobu (mieszanki) oraz podającą szereg kategorii (poziomów) tych właściwości.

Wprowadzenie postanowień normy PN-EN 14227-1:2007 do praktycznego stosowania wymaga przygotowania odpowiednich dokumentów technicznych, aplikujących jej postanowienia do przepisów i potrzeb naszego kraju. Takim dokumentem technicznym są niniejsze Wymagania Techniczne oznaczone jako: **WT MZw-C 2008**.

Niniejsze Wymagania Techniczne składają się z następujących części:

- Część 1 zawiera wymagania wobec materiałów, szczególnie wybrane z normy PN-EN 13242 właściwości kruszyw (poziomy wymagań oznaczone jako kategorie), które powinny być stosowane w Polsce. Wyboru dokonano, uwzględniając dotychczas stosowane w Polsce wymagania wobec kruszyw i wypełniaczy, wzorując się również częściowo na wymaganiach zawartych w innych europejskich dokumentach aplikacyjnych.
- Część 2 zawiera wskazówki i wymagania dotyczące projektowania mieszanek związanych cementem do warstw nawierzchni.
- Część 3 zawiera wymagania wobec właściwości użytkowych mieszanek związanych cementem.
- Część 4 obejmuje opis Kontroli Produkcji mieszanek wg PN-EN 14227-1.

Niniejsze Wymagania Techniczne (zwane dalej w skrócie **WT MZw-C 2008**) adaptują postanowienia normy PN-EN 14227-1:2007 do warunków krajowych.

W **WT MZw-C 2008** przyjęto zasady:

- stosowania terminologii, zgodnej z dotychczasową praktyką i literaturą techniczną,
- stosowania metodyki badawczej zgodnej z dotychczas stosowaną w kraju lub najbardziej zbliżoną do niej.

Definicje

Mieszanka związana cementem (CBGM) - oznacza

mieszankę związaną hydraulicznie, składającą się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu i cementu; wymieszaną w sposób zapewniający uzyskanie jednorodnej mieszanki.

Mieszanka standardowa - oznacza

mieszankę (uwzględniającą określoną wielkość produkcji i/lub potrzeby określonego kontraktu) przeznaczoną do zagęszczenia do określonej gęstości, o składzie ustalonym na podstawie procedury projektowej, która zapewni zgodność mieszanki z normą PN-EN 14227-1.

Kategoria - oznacza

charakterystyczny poziom właściwości kruszywa lub mieszanki związanej cementem, wyrażony jako przedział wartości lub wartość graniczna. Nie ma zależności pomiędzy kategoriami różnych właściwości. Właściwości oznaczone symbolem kategorii NR oznaczają brak konieczności badania danej cechy.

Partia - oznacza

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

Podłoże ulepszone z mieszanki związanej hydraulicznie - oznacza

warstwę zawierającą kruszywo naturalne lub sztuczne albo z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniającą umożliwienie ruchu technologicznego i właściwego wykonania nawierzchni. Do warstwy podłoża ulepszanego zaliczamy także warstwę mrozochronną, odsączającą, wzmocniającą i wzmacniającą, które powinny spełniać dodatkowe wymagania. ?

Podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej hydraulicznie - oznacza

warstwę zawierającą kruszywo naturalne lub sztuczne a także z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniającą przenoszenie obciążeń z warstwy podbudowy zasadniczej na warstwę podłoża ulepszanego. Podbudowa pomocnicza może składać się z kilku warstw o różnych właściwościach. *lub granitowego*

Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej hydraulicznie - oznacza

warstwę zawierającą kruszywo naturalne lub sztuczne a także z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniającą przenoszenie obciążeń z warstw jezdnych na warstwę podbudowy pomocniczej.

Układ warstw w konstrukcji nawierzchni drogowej, podatnej i sztywnej przedstawia rys. 1.

warstwa ścieralna	podbudowa	nawierzchnia
warstwa wiążąca		
podbudowa zasadnicza		
podbudowa pomocnicza		
podłoże ulepszone (warstwa mrozochronna, odsączająca, odcinająca, wzmacniająca)		podłoże
podłoże gruntowe		

a) podatna i półsztywna

warstwa ścieralna	podbudowa	nawierzchnia
podbudowa zasadnicza		
podbudowa pomocnicza		
podłoże ulepszone (warstwa mrozochronna, odsączająca, odcinająca, wzmacniająca)		podłoże
podłoże gruntowe		

b) sztywna

Rys.1. Układ warstw w konstrukcji nawierzchni drogowej

Symbole i skróty

W niniejszym dokumencie stosuje się następujące symbole i skróty:

CBGM	mieszanka związana cementem
GGBS	mielony granulowany żużel wielkopiecowy
HRB	hydrauliczne spoiwo drogowe
R_t	wytrzymałość na rozciąganie bezpośrednio otrzymana z badań próbek związanych, w megapaskalach (MPa)

R_{it}	wytrzymałość na rozciąganie pośrednie próbek związanych otrzymana przez obliczenia, w megapaskalach (MPa)
E	moduł sprężystości próbek związanych, w megapaskalach (MPa)
R_{ck}	charakterystyczna wytrzymałość na ściskanie, w megapaskalach (MPa)
R_{ck}^{z-0}	charakterystyczna wytrzymałość na ściskanie próbek po 28 dniowej pielęgnacji i 14 cyklach zamrażania i odmrażania, w megapaskalach (MPa)
R_{th}	charakterystyczna wytrzymałość na rozciąganie bezpośrednie otrzymana z badań, w megapaskalach (MPa)
R_{ith}	charakterystyczna wytrzymałość na rozciąganie pośrednie otrzymana z obliczeń, w megapaskalach (MPa)
R_{cs}	wytrzymałość na ściskanie standardowej mieszanki, w megapaskalach (MPa)

Powołania normatywne

PN-EN 197-1 *Cement -- Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku*

PN-EN 933-1 *Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie składu ziarnowego -- Metoda przesiewania*

PN-EN 934-2 *Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu -- Domieszki do betonu -- Definicje i wymagania*

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 13242 *Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym*

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

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

PN-EN 13286-41,– *Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Część 41: Metoda badań dla określenia wytrzymałości na ściskanie mieszanek mineralnych związanych spoiwami hydraulicznymi.*

PN-EN 13286-50, - *Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Metody sporządzenia próbek badawczych – Część 50: Sporządzanie próbek stosując sprzęt Proctora lub zagęszczenie na stole wibracyjnym.*

ENV 13282, *Hydraulic road binders — Composition, specifications and conformity criteria.*

1. Wymagania wobec materiałów

Materiały stosowane do wytwarzania mieszanek związanych cementem powinny spełniać wymagania dotyczące określonych właściwości.

1.1. Kruszywa

Wymagania wobec kruszywa oparte są na specyfikacji zgodnej z normą PN-EN 12522. W mieszanek dopuszcza się stosowanie kruszywa łamanego, nie łamanego albo kombinacji obydwu. Można stosować następujące rodzaje:

- kruszywo naturalne lub sztuczne, lub,
- kruszywo z recyklingu, lub,
- połączenie a) i b). Specyfikacja techniczna powinna określać proporcje kruszyw a) i b) z dokładnością $\pm 5\%$ m/m.

Wymagania wobec kruszywa do warstw podbudowy i podłoża ulepszanego z mieszanek związanych cementem przedstawia tablica 1.

Tablica 1.

	Właściwość	Przy oznaczaniu znakiem CE deklarowane kategorie ¹⁾ lub wartości		Odniesienie do PN-EN 13242:2004
Rozdział		w odniesieniu do zastosowania kruszywa do warstwy:		
		związanej warstwy podbudowy pomocniczej i podłoża ulepszanego wszystkie kategorie ruchu (KR1-KR6)	związanej warstwy podbudowy zasadniczej wszystkie kategorie ruchu (KR1-KR6)	
4.1	Fracje/zestaw sit #	0, 1, 2, 4, 8, 11,2; 16, 22,4; 31,5; 45, 63, i 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1)		Tabl. 1
		wszystkie frakcje dozwolone	wszystkie frakcje dozwolone	
4.3.1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	GC80/20, GF80, GA75	GC80/20, GF80, GA75	Tabl. 2
4.3.2	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	GT _C NR	GT _C NR	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	Tabl. 4
4.4	Kształt kruszywa grubego- maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4	FI Deklarowana	FI50	Tabl.5.
4.4	Kształt kruszywa	SI Deklarowana	SI50	Tabl. 6.

	grubego- maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4			
4.5	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierz. przekrusz. lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5	C_{NR}	C_{NR}	Tabl. 7.
4.6	Zawartość pyłów ^{*)} w kruszywie grubym wg PN-EN 933-1	$f_{deklarowana}$	$f_{deklarowana}$	Tabl. 8
4.6	Zawartość pyłów ^{*)} w kruszywie drobnym wg PN-EN 933-1	$f_{deklarowana}$	$f_{deklarowana}$	Tabl. 8
4.7	Jakość pyłów	Brak wymagań	Brak wymagań	
5.2	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-1	$LA 60$	$LA 50$	Tabl. 9
5.3	Odporność na ścieranie wg PN-EN 1097-1	M_{DENR}	M_{DENR}	Tabl. 11
5.4	Gęstość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	Deklarowana	
5.5	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	Deklarowana	
6.2	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam. AS0,2 - Żużel kawałkowy wielkopieczowy.:AS1,0	- Kruszywo kam. AS0,2 - Żużel kawałkowy wielkopieczowy.:AS1,0	Tabl. 12
6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam.:SNR; - Żużel kawałkowy wielkopieczowy: S2	- Kruszywo kam.:SNR; - Żużel kawałkowy wielkopieczowy: S2	Tabl. 13
6.4.1	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie	deklarowana	deklarowana	
6.4.2.1	Stażość objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998. rozdział 19.3	V_s	V_s	Tabl. 14
6.4.2.2	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.1	Brak rozpadu	Brak rozpadu	
6.4.2.3	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.2	Brak rozpadu	Brak rozpadu	

6.4.3	Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3	Brak substancji szkodliwych dla środowiska wg odrębnych przepisów	Brak substancji szkodliwych dla środowiska wg odrębnych przepisów	
6.4.4	Zanieczyszczenia	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy	
7.2	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2	SB_{LA}	SB_{LA}	
7.3.2	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6:2000, rozdział 7 (Jeśli kruszywo nie spełni warunku $WA_{24,2}$, to należy zbadać jego mrozoodporność wg p.7.3.3. tablicy 1.)	$WA_{24}NR$	$WA_{24}NR$	Tabl. 16.
7.3.3	Mrozoodporność na kruszywa frakcji 8/16 wg PN-EN 1367-1 (Badanie wykonywane tylko w przypadku, gdy nasiąkliwość kruszywa przekracza $WA_{24,2}$)	- skały magmowe i przeobrażone: F4 - skały osadowe: F10 - kruszywa z recyklingu: F10 (F25**)	F4	Tabl. 18
Załącznik C, pkt. C.3.4	Skład mineralogiczny	deklarowany	deklarowany	
Załącznik C, pkt. C.3.4	Istotne cechy środowiskowe	Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuję w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego. Jednak w odniesieniu do kruszyw sztucznych i odpadowych należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów		

*) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 2.3.1.

**) Pod warunkiem, gdy zawartość w mieszance nie przekracza 50% m/m

1.2. Spoiwo

Jako spoiwo główne stosuje się cement wg PN-EN 197-1 klasy CEM I: 32,5N; 42,5N; 52,5N. W przypadku stosowania cementów innej klasy wymagane wytrzymałości mieszanki związanej cementem po 28 dniach pozostają bez zmian.

W mieszankach może być stosowane hydrauliczne spoiwo drogowe zgodne z ENV 13282, o klasie wytrzymałości HRB 22,5 E lub HRB 32,5 E. W przypadku stosowania spoiw drogowych wg ENV 13282 mają zastosowanie Warunki Techniczne do normy PN-EN 14227-5.

1.3. Woda zarobowa

Woda zarobowa powinna być zgodna z PN-EN 1008.

1.4. Dodatki

Zastosowanie wielkopieczowego mielonego żużla granulowanego jest możliwe pod warunkiem, że odpowiada on wymaganiom Europejskiej Aprobaty Technicznej lub Aprobaty Technicznej IBDiM. Składnik ten powinien zostać uwzględniony w projekcie mieszanki standardowej. W przypadku stosowania wielkopieczowego mielonego żużla granulowanego ma zastosowanie Krajowy Dokument Aplikacyjny do normy PN-EN 14227-2.

Jeśli w mieszance ma być zastosowany popiół lotny, powinien zostać on zmieszany z cementem zgodnym z PN-EN 197-1. Mieszanki zawierające cement i popiół lotny, dodawany dopiero na placu budowy w czasie lub bezpośrednio przed mieszaniem z kruszywem, powinny być zgodne z Krajowym Dokumentem Aplikacyjnym do normy PN-EN 14227-3.

1.5. Domieszki

*Mieszanki związane cementem zgodnym z normą specyfikacyjną
mieszanki związane popiołami lotnymi*

Domieszki powinny być zgodne z PN-EN 934-2.

Jeśli w mieszance mają być zastosowane środki przyspieszające lub opóźniające wiązanie, należy to uwzględnić przy projektowaniu składu mieszanki.

2. Specyfikacja mieszanek

2.1. Przeznaczenie

Mieszanki związane cementem mogą być stosowane do warstw nawierzchni drogowej i lotniskowej: podbudowy pomocniczej i podbudowy zasadniczej.

Mieszanki związane cementem mogą być stosowane do wymienionych warstw nawierzchni drogowych przenoszących ruch kategorii od KR1 do KR6. Stosowanie do nawierzchni lotniskowych o różnym obciążeniu podlega decyzji projektanta.

2.2. Materiały do mieszanek

Do projektowania mieszanek stosuje się wyłącznie materiały spełniające wymagania wymienione w p. 1.1. do 1.5.

2.3. Projektowanie mieszanek

Procedura projektowa powinna być oparta na próbach laboratoryjnych i/lub polowych przeprowadzonych na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach jak te, które będą zastosowane w określonej ilości wyrobu lub kontrakcie.

Skład mieszanek projektuje się ze względu na wytrzymałość na ściskanie próbek (System I), zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych lub sześciennych $H/D = 1$. Klasy wytrzymałości przyjmuje się wg tablicy 2.

Wytrzymałość na ściskanie R_{cs} określonej mieszanki standardowej oznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 powinna być równa lub większa od wytrzymałości na ściskanie wymaganej dla danej klasy wytrzymałości podanej w tablicy 2.

Tablica 2. Klasy wytrzymałości wg normy PN-EN 14227-1.

Kolumna	1		2		3
Wiersz	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, MPa				Klasa wytrzymałości
	Wytrzymałość charakterystyczna R_{ck}				
	Próbki walcowe $H/D^a=2,0$	Próbki walcowe lub sześciennie $H/D^a=1,0^b$			
1	brak wymagań				C_0
2	1,5	2,0		$C_{1,5/2,0}$	
3	3,0	4,0		$C_{3/4}$	
4	5,0	6,0		$C_{5/6}$	
5	8,0	10,0		$C_{8/10}$	
6	12	15		$C_{12/15}$	
7	16	20		$C_{16/20}$	
8	20	25		$C_{20/25}$	

^a H/D = stosunek wysokości do średnicy próbki
^b H/D = 0,8 do 1,21

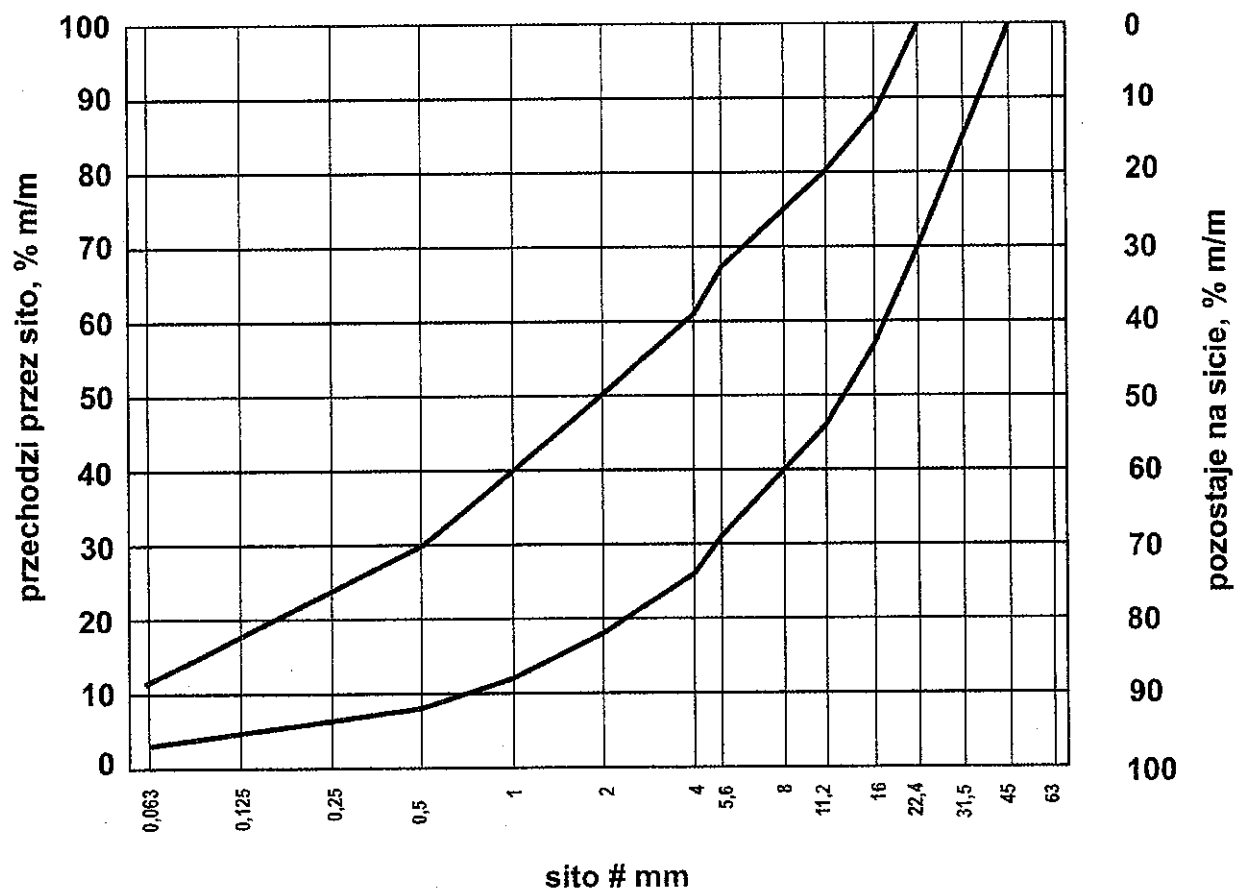
Określone w badaniu progowe ilości wody powinny uwzględniać właściwe zagęszczenie i oczekiwane parametry mechaniczne mieszanki. Należy określić procentowy udział składników w stosunku do całkowitej masy mieszanki w stanie suchym oraz uziarnienie i gęstość objętościową. Proporcję należy określić laboratoryjnie lub/i na podstawie praktycznych doświadczeń z mieszankami wykonywanymi z tych samych składników i w tych samych warunkach, spełniające wymagania niniejszego Krajowego Dokumentu Aplikacyjnego do normy PN-EN 14227-1.

2.3.1. Uziarnienie mieszanki mineralnej

Sprawdzenie uziarnienia mieszanki mineralnej należy wykonać zgodnie z metodą wg PN-EN 933-1. Do analizy stosuje się zestaw sit podstawowy +1, składający się z następujących sit o oczkach kwadratowych w mm: 0,063; 0,50; 1,0; 2,0; 4,0; 5,6; 8,0; 11,2; 16,0; 22,4; 31,5; 45,0.

Krzywa uziarnienia mieszanki powinna zawierać się w obszarze między krzywymi granicznymi uziarnienia przedstawionych na rys. 2÷6 i w tablicach 3÷7, odpowiednio dla każdego rodzaju mieszanki.

Mieszanka 0/31,5

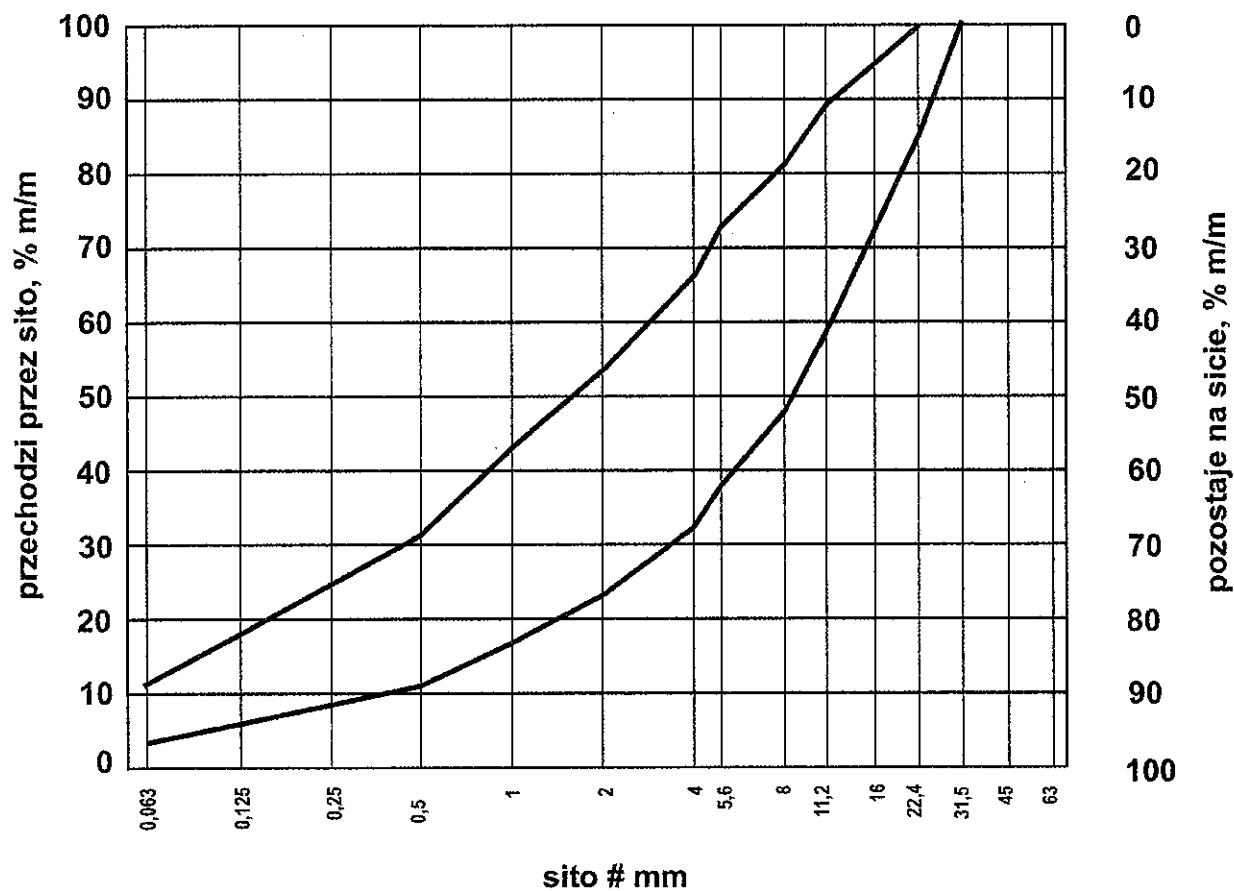


Rys. 2. Uziarnienie mieszanki 0/31,5

Tablica 3. Uziarnienie kruszywa do mieszanki związanej cementem CBGM 0/31,5

Sito mm	Procent przesianej masy	
	minimum	maksimum
45	100	100
31,5	85	100
22,4	70	100
16	57	88
11,2	46	80
5,6	31	67
4	26	61
2	18	50
1	12	40
0,5	8	30
0,063	3	11

Mieszanka 0/22,4

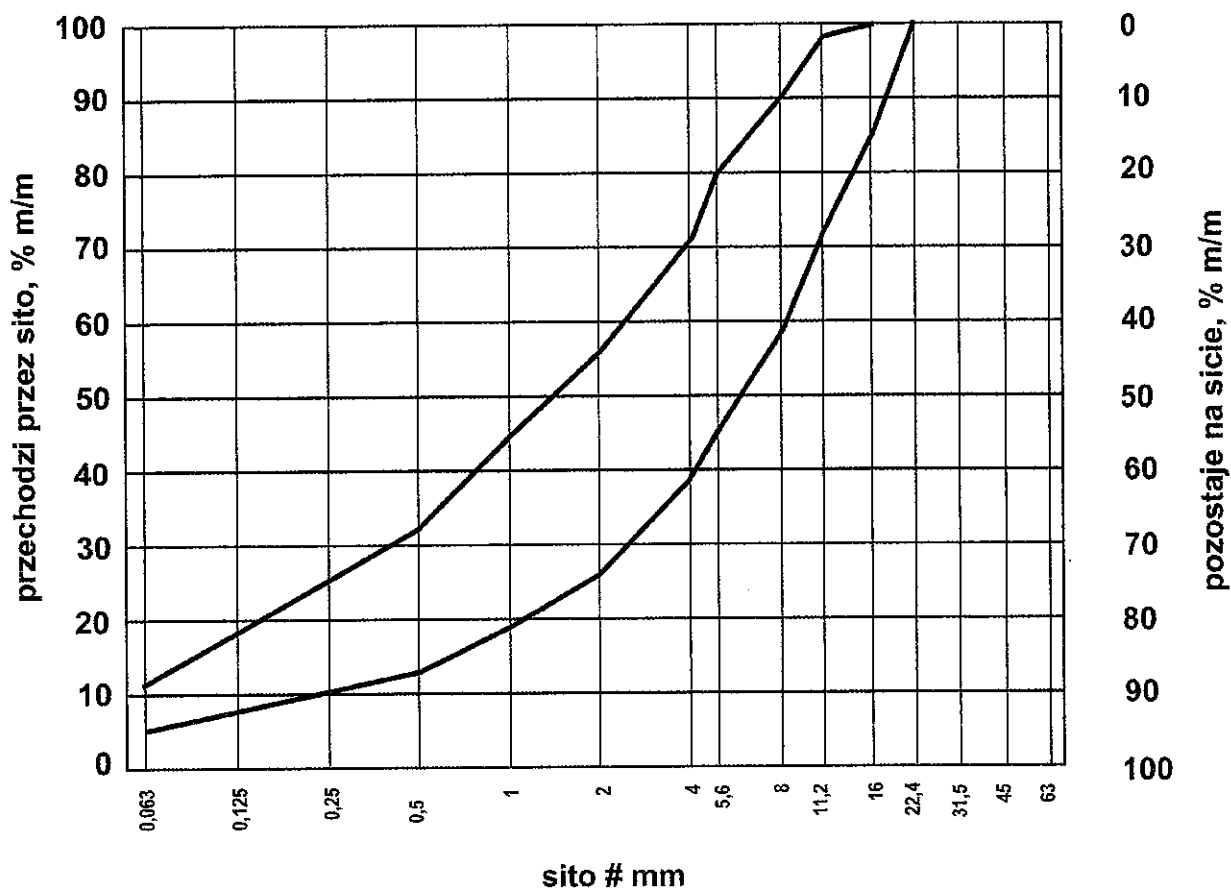


Rys. 3. Uziarnienie mieszanki 0/22,4

Tablica 4. Uziarnienie kruszywa do mieszanki związanej cementem CBGM 0/22,4

Sito mm	Procent przesianej masy	
	minimum	maksimum
31,5	100	
22,4	85	100
11,2	59	89
8	48	81
5,6	38	73
4	32	66
2	23	54
1	17	43
0,5	11	31
0,063	3,5	11

Mieszanka 0/16

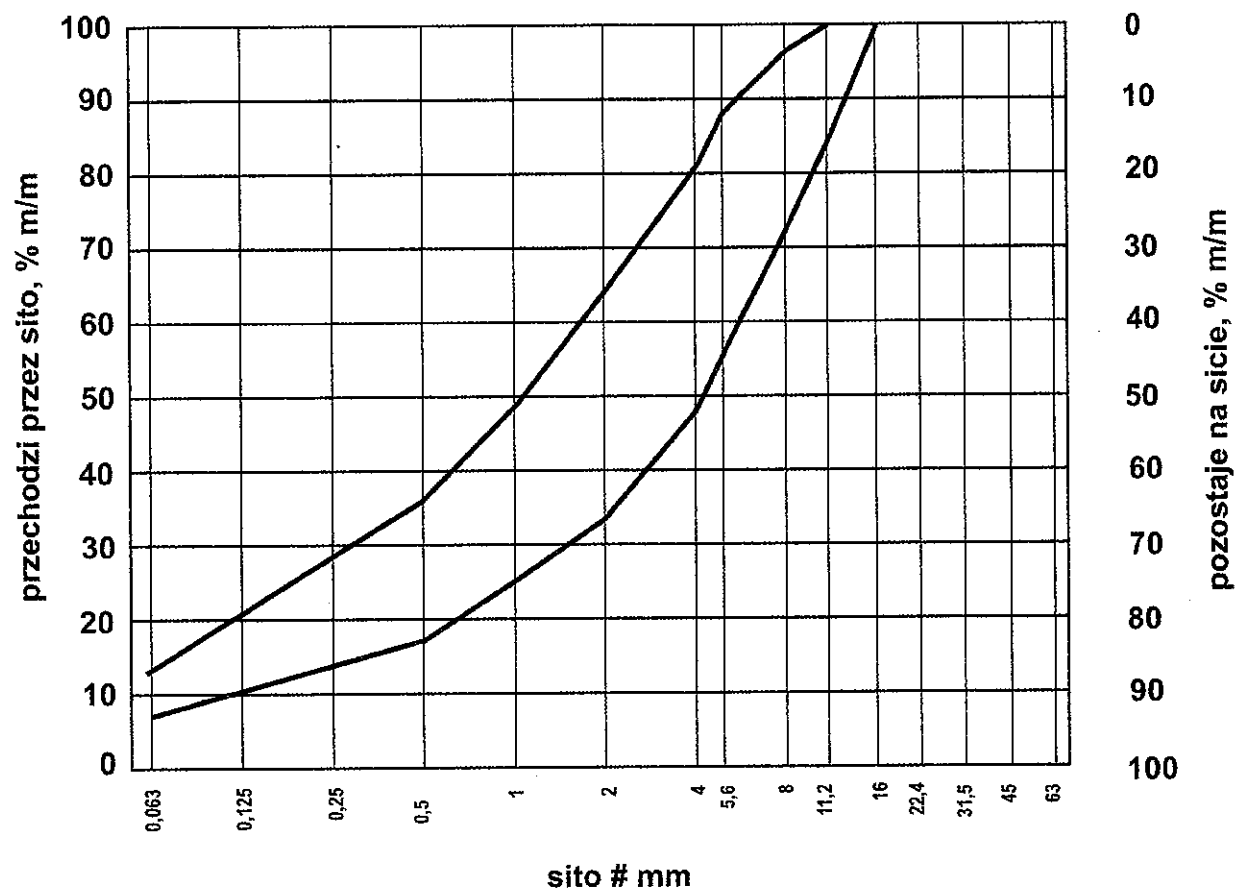


Rys. 4. Uziarnienie mieszanki 0/16

Tablica 5. Uziarnienie kruszywa do mieszanki związanej cementem CBGM 0/16

Sito mm	Procent przesianej masy	
	minimum	maksimum
22,4	100	
16	85	100
11,2	72	98
8	59	90
5,6	45	80
4	38	71
2	26	56
1	19	44
0,5	13	32
0,25	10	23
0,063	4,5	11

Mieszanka 0/11,2



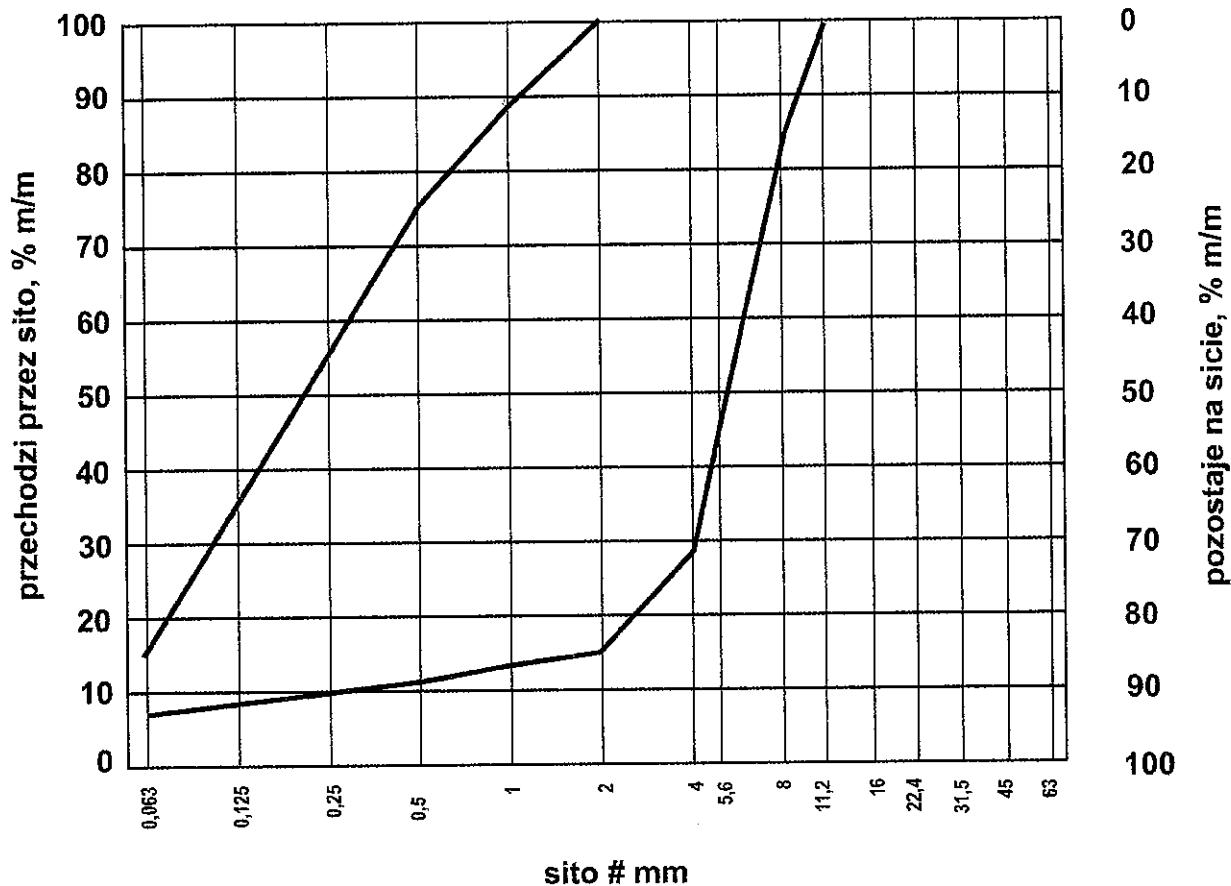
Rys. 5. Uziarnienie mieszanki 0/11,2

Tablica 6. Uziarnienie kruszywa do mieszanki związanej cementem CBGM 0/11,2

Sito mm	Procent przesianej masy	
	minimum	maksimum
16	100	
11,2	85	100
8	72	96
5,6	56	88
4	48	81
2	33	64
1	25	49
0,5	17	36
0,25	12	25
0,063	6,5	13

??

Mieszanka 0/8



Rys. 6. Uziarnienie mieszanki 0/8

Tablica 7. Uziarnienie kruszywa do mieszanki związanej cementem CBGM 0/8

Sito mm	Procent przesianej masy	
	minimum	maksimum
11,2	100	100
8	85	100
5,6	45	100
4	28	100
2	15	100
1	14	88
0,5	12	75
0,063	6,5	15

2.4. Zawartość spoiwa

Zawartość spoiwa w mieszance (mieszance standardowej) powinna być określona na podstawie procedury projektowej i/lub doświadczenia z mieszankami wyprodukowanymi przy użyciu proponowanych składników.

Zawartość spoiwa nie powinna być mniejsza od minimalnych wartości przedstawionych w tablicy 8.

Tablica 8. Minimalna zawartość spoiwa w mieszance

Maksymalny nominalny wymiar kruszywa, mm	Minimalna zawartość spoiwa, % m/m
> 8,0 do 31,5	3
2,0 do 8,0	4
<2,0	5

Jeśli podczas procesu produkcyjnego stwierdzone zostanie, że zachowana jest zgodność z wymaganiami tablicy 9. lub 10 albo 11. niniejszego Krajowego Dokumentu Aplikacyjnego do normy PN-EN 14227-1 pomimo zastosowania mniejszej ilości spoiwa niż podano w tablicy 8., dopuszczalne jest zastosowanie mniejszej ilości spoiwa.

2.5. Zawartość wody

Zawartość wody w mieszance (mieszance standardowej) powinna być określona na podstawie procedury projektowej wg metody Proctora i/lub doświadczenia z mieszankami wyprodukowanymi przy użyciu proponowanych składników.

Zawartość wody należy określić zgodnie z PN-EN 13286-2.

2.6. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek

Próbki sześciennie lub walcowe powinny być przygotowanych zgodnie z PN-EN 13286-50.

Próbki należy przechowywać przez 14 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności powyżej 95% - 100% lub w wilgotnym piasku) i następnie zanurzyć na 14 dni do wody o temperaturze pokojowej. Nasycanie próbek wodą odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym ich zanurzeniu w wodzie.

2.7. Badanie wytrzymałości

Badanie wytrzymałości na ściskanie (System I) należy przeprowadzić na próbkach sześciennych lub walcowych przygotowanych zgodnie z PN-EN 13286-50, przy wykorzystaniu metody badawczej zgodnej z PN-EN 13286-41. Próbki powinny być pielęgnowane zgodnie z p.2.6.

Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki standardowej powinno być oznaczane zgodnie z PN-EN 13286-41 **po 28 dniach pielęgnacji.**

2.8. Badanie mrozoodporności

Wskaźnik mrozoodporności mieszanki związanej cementem określany jest stosunkiem wytrzymałości na ściskanie R_{ck}^{z-o} próbki po 28 dniach pielęgnacji i po 14 cyklach zamrażania i odmrażania do wytrzymałości na ściskanie R_{ck} próbki po 28 dniach pielęgnacji wg p.2.6.

$$\text{Wskaźnik mrozoodporności} = \frac{R_{ck}^{z-o}}{R_{ck}}$$

Próbki do oznaczenia wskaźnika mrozoodporności należy przechowywać przez 28 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności 95% ÷ 100% lub w wilgotnym piasku). Następnie zanurzyć należy je całkowicie na 1 dobę w wodzie, a następnie w ciągu kolejnych 14 dni poddać cyklom zamrażania i odmrażania.

Jeden cykl zamrażania i odmrażania polega na zamrażaniu próbki w temp $-23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ przez 8 godz. i odmrażania w wodzie o temp. $+18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ przez 16 godz.

Oznaczenie wskaźnika mrozoodporności należy przeprowadzać na 3 próbkach i do obliczeń przyjmować średnią. Wynik badania różniący się od średniej o więcej niż 20% należy odrzucić a jako miarodajną wartość wytrzymałości na ściskanie R_{ck}^{z-o} , R_{ck} należy przyjąć średnią obliczoną z pozostałych dwóch wyników, z dokładnością 0,1.

2.9. Mieszanka standardowa

Po ustaleniu składu mieszanki spełniającej wymagania tablicy odpowiednio 9 lub 10 albo 11, należy określić skład mieszanki związanej cementem jako uziarnienie kruszywa i cementu rozdzielone na sita wg PN-EN 933-1 wyrażone w procentach masowych.

Tak ustalone uziarnienie mieszanki związanej cementem będzie stanowiło odniesienie do kontroli produkowanej mieszanki wg p. 4.1.

3. Wymagania wobec mieszanek

3.1. Postanowienia ogólne

Mieszanki związane cementem klasyfikuje się pod względem właściwości wytrzymałościowych mieszanki standardowej przez wytrzymałość charakterystyczną na ściskanie R_{ck} próbek zgodnie z przyjętym Systemem I.

3.2. Mieszanki do warstwy ulepszonego podłoża

Tablica 9. Specyfikacja mieszanek związanych cementem do warstwy ulepszonego podłoża

Lp.	Właściwość	WYMAGANIA			Uwagi
		KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6	
		Ulepszone podłoże	Ulepszone podłoże	Ulepszone podłoże	
1.0	Składniki				
1.1	Cement	wg PN-EN 197-1 klasa 32,5N	wg PN-EN 197-1 klasa 32,5N; 42,5N	wg PN-EN 197-1 klasa 32,5N; 42,5N; 52,5N	Cement innego rodzaju może być stosowany wg decyzji projektanta mieszanki związanej
1.3	Kruszywo	PN-EN 13242	PN-EN 13242	PN-EN 13242	Wg tablicy 1.
1.6	Woda zarobowa	PN-EN 1008	PN-EN 1008	PN-EN 1008	
2.0	Mieszanka				
2.1.1	Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:			
	- mieszanka 0/8 mm	rys. 6	--	--	
	- mieszanka 0/11,2 mm	rys. 5	rys. 5	rys. 5	
	- mieszanka 0/16 mm	rys. 4	rys. 4	rys. 4	
	- mieszanka 0/22,4 mm	rys. 3	rys. 3	rys. 3	
	- mieszanka 0/31,5 mm	rys. 2	rys. 2	rys. 2	
	Minimalna zawartość cementu	wg tablicy 8	wg tablicy 8	wg tablicy 8	
	Zawartość wody	wg projektu	wg projektu	wg projektu	Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2
	Wytrzymałość na ściskanie (system I) - klasa wytrzymałości Rck wg tablicy 2	klasa C 1,5/2,0	klasa C 1,5/2,0	klasa C 1,5/2,0	Badanie wg PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji

3.3. Mieszanki do warstwy podbudowy pomocniczej

Tablica 10. Specyfikacja mieszanek związanych cementem do warstwy podbudowy pomocniczej

Lp.	Właściwość	WYMAGANIA			Uwagi
		KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6	
		Podbudowa pomocnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa pomocnicza	
1.0	Składniki				
1.1	Cement	wg PN-EN 197-1 klasa 32,5N	wg PN-EN 197-1 klasa 32,5N; 42,5N	wg PN-EN 197-1 klasa 32,5N; 42,5N; 52,5N	Cement innego rodzaju może być stosowany wg decyzji projektanta mieszanki związanej
1.3	Kruszywo	PN-EN 13242	PN-EN 13242	PN-EN 13242	Wg tablicy I.
1.6	Woda zarobowa	PN-EN 1008	PN-EN 1008	PN-EN 1008	
2.0	Mieszanka				
2.1.1	Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:			
	- mieszanka 0/8 mm	rys. 6	--	--	
	- mieszanka 0/11,2 mm	rys. 5	rys. 5	rys. 5	
	- mieszanka 0/16 mm	rys. 4	rys. 4	rys. 4	
	- mieszanka 0/22,4 mm	rys. 3	rys. 3	rys. 3	
	- mieszanka 0/31,5 mm	rys. 2	rys. 2	rys. 2	
	Minimalna zawartość cementu	wg tablicy 8	wg tablicy 8	wg tablicy 8	
	Zawartość wody	wg projektu	wg projektu	wg projektu	Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2
	Wytrzymałość na ściskanie (system I) - klasa wytrzymałości Rck wg tablicy 2	klasa C 1,5/2,0	klasa C 3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa) ^{*)}	klasa C 5/6 (nie więcej niż 10,0 MPa) ^{*)}	Badanie wg PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji
	Mrozoodporność	≥ 0,6	≥ 0,6	≥ 0,6	Badanie wg p.2.8

^{*)} W przypadku przekroczenia górnej granicy wytrzymałości na ściskanie należy stosować rozwiązania przeciwspekaniowe wg p. 3.4.

3.4. Mieszanki do warstwy podbudowy zasadniczej

Tablica 11. Specyfikacja mieszanek związanych cementem do warstwy podbudowy zasadniczej

Lp.	Właściwość	WYMAGANIA			Uwagi
		KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6	
		Podbudowa zasadnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa zasadnicza	
1.0	Składniki				
1.1	Cement	wg PN-EN 197-1 klasa 32,5N	wg PN-EN 197-1 klasa 32,5N; 42,5N	wg PN-EN 197-1 klasa 32,5N; 42,5N; 52,5N	Cement innego rodzaju może być stosowany wg decyzji projektanta mieszanki związanej
1.3	Kruszywo	PN-EN 13242	PN-EN 13242	PN-EN 13242	Wg tablicy 1.
1.6	Woda zarobowa	PN-EN 1008	PN-EN 1008	PN-EN 1008	
2.0	Mieszanka				
2.1.1	Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:	krzywe graniczne uziarnienia:	krzywe graniczne uziarnienia:	
	- mieszanka 0/8 mm	rys. 6	--	--	
	- mieszanka 0/11,2 mm	rys. 5	rys. 5	--	
	- mieszanka 0/16 mm	rys. 4	rys. 4	rys. 4	
	- mieszanka 0/22,4 mm	rys. 3	rys. 3	rys. 3	
	- mieszanka 0/31,5 mm	rys. 2	rys. 2	rys. 2	
	Minimalna zawartość cementu	wg tablicy 8	wg tablicy 8	wg tablicy 8	
	Zawartość wody	wg projektu	wg projektu	wg projektu	Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2
	Wytrzymałość na ściskanie (system I) - klasa wytrzymałości R _{ck} wg tablicy 2	klasa C 3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa) ^{*)}	klasa C 5/6 (nie więcej niż 10,0 MPa) ^{*)}	klasa C 8/10 (nie więcej niż 20,0 MPa) ^{*)}	Badanie wg PN-EN 13286-41 po 28 dniach pielęgnacji
	Mrozoodporność	≥ 0,7	≥ 0,7	≥ 0,7	Badanie wg p.2.8

^{*)} W przypadku przekroczenia górnej granicy wytrzymałości na ściskanie należy stosować rozwiązania przeciwspekaniowe wg p. 3.4.

3.5. Przeciwdziałanie spękaniom odbitym

Dla warstw podbudów zasadniczych z mieszanek związanych cementem o wytrzymałości na ściskanie R_{ck} od 5 do 10 MPa należy stosować technologie przeciwspekaniowe z zastosowaniem geosyntetyków lub membran, zgodnie z wydanymi krajowymi lub Europejskimi Aprobatami Technicznymi.

Dla warstw podbudów zasadniczych z mieszanek związanych cementem o wytrzymałości na ściskanie R_{ck} powyżej 10 MPa należy stosować dylatowanie poprzeczne i podłużne, w zależności od szerokości warstwy.

Wybór technologii przeciwspekaniowej i jej szczegółowy opis należy do projektanta nawierzchni.

4. Kontrola produkcji

4.1. System oceny zgodności

Przy produkcji mieszanek związanych cementem należy stosować system 4.

4.2. Kontrola produkcji

4.2.1 Postanowienia ogólne

Niniejszy załącznik zawiera zalecenia dotyczące systemu kontroli produkcji dla producentów mieszanek związanych hydraulicznie (np. kruszyw i gruntów ulepszonych wapnem, spoiwami hydraulicznymi lub ich połączeniem).

Kontrola produkcji ma na celu zapewnienie zgodności mieszanki z wymaganiami.

4.2.2 Księga jakości

Producent powinien ustalić i na bieżąco aktualizować politykę i procedury dotyczące kontroli produkcji w księdze jakości, która powinna zawierać:

- strukturę organizacyjną producenta odnoszącą się do jakości;
- kontrolę składników i mieszanek;
- kontrolę procesu produkcyjnego, wzorcowania i konserwacji;
- wymagania dotyczące transportowania i magazynowania mieszanek, jeśli jest to istotne;
- sprawdzenie, wzorcowanie i kontrolę sprzętu pomiarowego używanego w procesie produkcyjnym i sprzętu badawczego w laboratorium;
- procedury postępowania z mieszankami niezgodnymi.

4.2.3 Organizacja

4.2.3.1 Odpowiedzialność i uprawnienia

W księdze jakości powinna być zdefiniowana odpowiedzialność, uprawnienia oraz wewnętrzne relacje personelu zajmującego się kierowaniem, produkcją oraz kontrolą, w szczególności personelu posiadającego uprawnienia do identyfikowania, rejestrowania i usuwania wszystkich niezgodności związanych z jakością mieszanki.

4.2.3.2 Przedstawiciel kierownictwa

Aby zapewnić właściwe wdrażanie wymagań zawartych w księdze jakości producent powinien wyznaczyć osobę odpowiedzialną, z odpowiednimi uprawnieniami, wiedzą i doświadczeniem.

4.2.3.3 Wewnętrzne audyty jakości

Producent powinien przeprowadzać wewnętrzne audyty jakości w celu zweryfikowania zgodności i skuteczności działania systemu jakości. Audyty powinny być planowane w zależności od statusu i znaczenia działalności. Audyty i działania korygujące, które z niego wynikają, powinny być przeprowadzone według udokumentowanych procedur. Wyniki auditów jakości powinny być udokumentowane i przekazane do wiadomości personelowi odpowiedzialnemu za auditowany obszar. Personel kierowniczy odpowiedzialny za ten obszar powinien we właściwym czasie przedsięwziąć działania korygujące w celu usunięcia wad, stwierdzonych podczas auditu i przechowywać zapisy o podjętych działaniach korygujących.

4.2.3.4 Ocena przez kierownictwo

Kierownictwo powinno przeprowadzać w odpowiednich odstępach czasu ocenę systemu jakości produkcji w celu zapewnienia stałej jego przydatności i skuteczności. Zapisy takich ocen należy przechowywać.

4.2.3.5 Usługi podwykonawców

W przypadku usług zleczanych podwykonawcom należy ustalić zasady kontroli.

4.2.3.6 Zapisy

System kontroli produkcji powinien zawierać stosowną dokumentację procedur i instrukcji. Planowana przez producenta częstość wykonywania badań oraz inspekcji powinny być udokumentowane a rezultaty badań i inspekcji zarejestrowane.

Miejsce pobierania próbek, data i czas, a także szczegółowe wyniki badań mieszanek i składników powinny być rejestrowane razem z innymi istotnymi informacjami.

Jeżeli badane składniki lub mieszanka nie spełniają wymagań określonej specyfikacji i niniejszej normy, należy zachować zapisy mówiące o przeprowadzonych działaniach korygujących zapewniających, że jakość mieszanki jest zachowana.

Zapisy powinny być przechowywane w taki sposób, aby były łatwo dostępne, zwykle przez okres trzech lat lub dłużej, jeśli wymaga tego prawo.

4.2.3.7 Szkolenia

Producent powinien ustalić procedurę dotyczącą szkolenia pracowników odpowiedzialnych za jakość produkowanych mieszanek. Kwalifikacje personelu odpowiedzialnego za przydzielone im zadania powinno się podnosić poprzez szkolenia i zdobywanie doświadczenia. Należy prowadzić zapisy dotyczące szkoleń.

4.2.4 Procedury kontrolne

4.2.4.1 Zarządzanie produkcją

System kontroli produkcji powinien uwzględniać:

- a) skład produkowanej mieszanki,
- b) procedury korygowania składu mieszanki,

- c) procedury zapewniające zgodność składników mieszanki z wymaganiami,
- d) procedury zapewniające zachowanie ustalonego składu, jednorodności i konsystencji mieszanki przy zastosowaniu określonego sprzętu produkcyjnego i sprzętu do magazynowania mieszanki;
- e) procedury dla:
- f) wzorcowania, konserwacji i ustawiania sprzętu produkcyjnego i badawczego;
- g) pobierania próbek składników i mieszanek;
- h) zapisu danych w trakcie procesu produkcyjnego;
- i) regulowania produkcji ze względu na warunki atmosferyczne;
- j) instrukcje identyfikacji mieszanki aż do miejsca dostarczenia, ze względu na pochodzenie i typ.

4.2.4.2 Skład mieszanki

Skład mieszanki powinien być ustalony na podstawie procedury laboratoryjnego projektowania mieszanki, wprowadzonej w celu zapewnienia zgodności mieszanki z wymaganiami niniejszej normy.

W stosownych przypadkach, skład produkowanej mieszanki będzie zawarty w katalogu składów mieszanek i przyjmowany jako wzorcowy lub docelowy.

W przypadku znaczących zmian składników, skład mieszanki należy przeprojektować i cyklicznie kontrolować w celu zapewnienia zgodności mieszanki z wymaganiami, uwzględniając wszelkie zmiany właściwości składników.

4.2.4.3 Składniki

Dokumentacja produkcji powinna zawierać szczegóły dotyczące źródła pochodzenia oraz rodzaju każdego składnika użytego do produkcji mieszanki, która może być zastosowana na budowie.

Należy zapewnić odpowiedni zapas składników, aby zagwarantować utrzymanie zaplanowanej wielkości produkcji i dostawy.

Wymagania zamawianych składników powinny być określone i przedstawione dostawcom pisemnie na zamówieniu.

Procedury nadzoru powinny obejmować kontrolę składników pod względem zgodności z żadaną jakością.

Składniki powinny być transportowane i składowane w sposób uniemożliwiający zanieczyszczenie, pogorszenie właściwości lub mieszanie się, mogące mieć negatywny wpływ na ich jakość.

4.2.4.4 Kontrola przebiegu produkcji

Księga jakości powinna zawierać:

- opis sprzętu i jego instalacji;
 - opis przepływu składników i procesów jakim są poddawane, przedstawiony najlepiej w formie schematu technologicznego;
- harmonogram nadzoru procesu produkcyjnego (systemy ręczne lub automatyczne), zawierający zapisy dotyczące sprawdzeń charakterystyk urządzeń ze względu na zadeklarowane odchylenia graniczne.

4.2.4.5 Inspekcja, wzorcowanie i kontrola urządzeń produkcyjnych

Księga jakości powinna zawierać informacje dotyczące sprzętu pomiarowego wymagającego wzorcowania wraz z określeniem częstotliwości tego wzorcowania.

Księga jakości powinna zawierać procedury wzorcowania wraz z dopuszczalnymi dokładnościami sprzętu pozostającego w użyciu oraz podawać wymaganą dokładność wszystkich wzorcowań.

Sprzęt powinien być odpowiednio utrzymywany w celu zapewnienia produkcji mieszanki o wymaganych właściwościach.

4.2.4.6 Załadunek i dostawa

Księga jakości powinna zawierać procedury zapewniające zminimalizowanie degradacji i segregacji mieszanki oraz utrzymanie odpowiedniej zawartości wody w określonym przedziale czasowym podczas załadunku i dostawy mieszanki.

W miejscu dostawy, mieszanka powinny być możliwa do zidentyfikowania i stwierdzenia zgodności z danymi z produkcji. Producent powinien prowadzić zapisy istotnych danych związanych z produkcją, które, jeśli to stosowne, mogą być podane w dokumencie dostawy.

W księdze jakości producent powinien opisać właściwości każdego z systemów magazynowania mieszanek i ustalić ich wykorzystanie. Producent powinien zapewnić poprzez sprawdzania, kontrole i zapisy, że systemy funkcjonują poprawnie i zapewniają przydatność użytkową mieszanek.

4.2.5 Kontrola oraz badania składników i mieszanki podczas produkcji

4.2.5.1 Postanowienia ogólne

W momencie rozpoczęcia produkcji należy ocenić jednorodność mieszanki z uwzględnieniem wymagań, typu i jakości wytwórni oraz jakości i jednorodności składników mieszanki. Powyższe można oszacować na podstawie doświadczeń uzyskanych w trakcie wcześniejszej produkcji lub przeprowadzając odpowiednie badania.

Księga jakości produkcji powinna określać częstość badań/sprawdzeń/kontroli prowadzonych w trakcie produkcji. Producent powinien opracować harmonogram zawierający:

- częstotliwość wykonywania badań bieżących w zależności od rzeczywistego czasu produkcji każdej mieszanki,
- częstotliwość wykonywania badań w przypadku prowadzenia automatycznego nadzoru i kontroli produkcji,
- statystyczne metody analizy wyników badań.

W księdze jakości produkcji należy określić zasady zmiany częstotliwości wykonywania badań i analiz.

UWAGA Jeżeli założono, powinno być brane pod uwagę długoterminowe doświadczenie co do zgodności ustalonych właściwości oraz określonych mieszanek z ustalonym oznakowaniem zgodności.

4.2.5.2 Właściwości wymagające kontroli w trakcie produkcji

Kontrola może obejmować:

- właściwości składników z uwzględnieniem zawartości wody (przed produkcją),
- dozowanie składników z uwzględnieniem dodanej wody,
- uziarnienie wytworzonej mieszanki,
- zawartość wody w wytworzonej mieszance.

Gotowa mieszanka powinna spełniać wymagania mieszanki docelowej.

4.2.5.3 Częstotliwość pobierania próbek

Podczas regularnej produkcji mieszanki częstość pobierania próbek może być następująca:

- w przypadku wytwórni z walidowanym i przyjętym systemem automatycznej kontroli i zbierania danych, komputerowo określającym skład dla każdej ciężarówki lub partii, należy pobrać jedną próbkę z każdych 2 000 ton lub 1 000 m³ lub jedna dziennie w przypadku mniejszych ilości.
- w przypadku innych wytwórni lub produkcji, należy pobrać jedną próbkę z każdych 300 ton lub 150 m³, lecz nie mniej niż jedną próbkę dziennie.
- alternatywnie i niezależnie od typu wytwórni, częstość pobierania próbek jest bardziej powiązana z czasem niż z ilością, dlatego też należy pobrać minimum jedną próbkę na tydzień lub jedną próbkę dziennie w zależności od właściwości która ma być oznaczona.

W przypadku sporadycznej produkcji standardowej mieszanki, wyprodukowaną partię należy ocenić w ten sam sposób co wcześniej wyprodukowaną partię przyjmując te same lub zbliżone kryteria. Częstość obierania próbek może być zmieniona dla potrzeb zawartego kontraktu z uwzględnieniem wymagań co do ogólnej jakości produkcji.

4.2.6 Urządzenia kontrolno-pomiarowe do inspekcji i badań

4.2.6.1 Postanowienia ogólne

Wymaga się, aby były do dyspozycji wszystkie urządzenia, sprzęt i personel, które są niezbędne do przeprowadzenia wymaganych inspekcji i badań.

Badania powinny być przeprowadzane zwykle według metod badań podanych we właściwych dokumentach.

Mogą być także zastosowane inne metody badań, o ile pomiędzy wynikami tych metod badań ustalono korelację z wynikami uzyskanymi metodą wzorcową (referencyjną), albo ustalono między nimi ścisłe zależności.

4.2.6.2 Urządzenia kontrolno-pomiarowe

Odpowiedzialność za kontrolę, wzorcowanie i konserwację sprzętu i urządzeń do inspekcji, pomiarów i badań spoczywa na producencie.

4.2.6.3 Urządzenia kontrolno-pomiarowe w procesie produkcyjnym

Wszystkie fazy procesu, w których wymagane jest zastosowanie urządzeń pomiarowych, powinny być wyszczególnione w księdze jakości.

W księdze jakości należy także wskazać, czy kontrole będą prowadzone automatycznie czy ręcznie. Należy opisać, jak powinny być utrzymywane i jak wzorcowane urządzenia.

4.2.6.4 Urządzenia kontrolno-pomiarowe w laboratorium

Urządzenia powinny mieć znany stan wzorcowania i znaną dokładność odpowiadającą wymaganym możliwościom pomiarowym.

Należy wziąć pod uwagę:

- dokładność i częstotliwość wzorcowania, które powinny być zgodne z właściwymi normami metod badań,
- zastosowanie urządzeń według udokumentowanych procedur,
- jednoznaczne oznakowanie urządzeń i zachowywanie zapisów wzorcowania,
- prowadzenie zapisów z wzorcowań.

4.2.7 Niezgodność

4.2.7.1 Postanowienia ogólne

Niezgodność może się pojawić w następujących etapach:

- dostawa składników,
- magazynowanie składników,
- produkcja mieszanki,
- magazynowanie, załadunek i dostawa mieszanki, jeżeli występują.

W przypadku pojawienia się niezgodności co do składników, produkcji lub mieszanki, należy przeprowadzić działania mające na celu określenie przyczyn powstania niezgodności i przeprowadzić działania korygujące zgodne z procedurami księgi jakości zapobiegające powtórnemu wystąpieniu niezgodności.

4.2.7.2 Niezgodność składników

W przypadku niezgodności składników, działania korygujące mogą polegać na:

- przeklasyfikowaniu składnika,
- przetworzeniu,
- modyfikacji procedury kontrolnej uwzględniającej niezgodność składnika,
- odrzuceniu i pozbyciu się niezgodnego składnika.

4.2.7.3 Niezgodność mieszanki

Należy ocenić niezgodność mieszanki i podjąć odpowiednie działania.

Księga jakości powinna określać sposób działania w przypadku pojawienia się niezgodności produktu, jak również powinna określać warunki, w których klient zostanie poinformowany o wynikach niezgodności.

Działania te mogą obejmować:

- działania korygujące (np. modyfikację mieszanki i/lub regulację sprzętu),
- akceptację mieszanki poprzez zgodę klienta na przyjęcie mieszanki niezgodnej,
- jeżeli wyprodukowano mieszankę niezgodną, może ona zostać przekazana innemu klientowi,
- odrzucenie mieszanki.

4.2.8. Dopuszczalne tolerancje odchyłek produkcji

Mieszanka standardowa wg p. 2.9. powinna być kontrolowana na wytwórni mieszanek związanych cementem w zakresie uziarnienia. Uziarnienie mieszanki należy kontrolować uwzględniając uziarnienie kruszywa i zawartość spoiwa.

Dopuszczalne tolerancje podczas produkcji mieszanki związanej cementem od mieszanki zaprojektowanej przedstawia tablica 11.

Tablica 11. Dopuszczalne tolerancje podczas produkcji mieszanki związanej cementem od mieszanki zaprojektowanej

Sito, mm	Dopuszczalne tolerancje, % m/m
D	±5
D/2	±20
0,063	±4

4.3. Oznaczenie, opis i znakowanie

Mieszanki związane cementem powinny być zidentyfikowane co najmniej przez następujące dane:

- a) powołanie na normę PN-EN 14227-1
- b) pochodzenie mieszanki, nazwa producenta i/lub miejsce wytwarzania
- c) rodzaj i maksymalny wymiar ziaren kruszywa
- d) klasa wytrzymałości na ściskanie (wg Systemu I)
- e) metoda formowania próbek i sposób pielęgnacji próbek
- f) zawartość cementu w mieszance
- g) zawartość wody w mieszance
- h) gęstość mieszanki wg recepty

5. Ustalenia formalne

Niniejsze Wymagania Techniczne do normy PN-EN 14227-1 „Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Część 1: Mieszanki związane cementem” nie stanowi przepisu techniczno-budowlanego w rozumieniu prawa.

**WYMAGANIA TECHNICZNE
DO NORMY PN-EN 14227-2**

**Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym.
Mieszanki związane żużlem.**

WT MZw-Z 2008

Warszawa, listopad 2008

Spis treści:

Wprowadzenie	4
Definicje	5
Symbole i skróty	7
Powołania normatywne	8
1. Wymagania wobec materiałów	10
1.1. Kruszywa.....	10
1.2. Żużel granulowany.....	12
1.2.1. Granulowany żużel wielkopiecowy	12
1.2.2. Granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony	13
1.2.3. Mielony granulowany żużel wielkopiecowy.....	13
1.2.4. Aktywność hydrauliczna	13
1.2.4.1. Aktywność hydrauliczna	13
1.2.4.2. Iloczyn C.A	13
1.2.4.3. Granulowany żużel wielkopiecowy	14
1.2.4.4. Częściowo mielony żużel granulowany.....	14
1.2.4.5. Mielony granulowany żużel wielkopiecowy.....	14
1.3. Woda zarobowa.....	15
1.4. Aktywatory.....	15
2. Specyfikacja mieszanek	15
2.1. Przeznaczenie	15
2.2. Projektowanie mieszanek	16
2.2.1. Mieszanki typu A	16
2.2.1.1. Mieszanka A1	17
2.2.1.2. Mieszanka A2.....	18
2.2.1.3. Mieszanka A3.....	18
2.2.1.4. Mieszanka A4.....	19
2.2.1.5. Mieszanka A5.....	19
2.2.2. Mieszanki typu B	19
2.2.2.1. Mieszanki typu B1	20
2.2.2.2. Mieszanka typu B2.....	20
2.2.2.3. Mieszanka typu B3.....	23
2.2.2.4. Mieszanka typu B4.....	23
2.3. Zawartość żużla granulowanego	23
2.4. Zawartość wody	23
2.5. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek	24
2.6. Wskaźnik CBR.....	24
2.6.1. Wskaźniki.....	24
2.6.2. Badanie.....	25
2.6.2.1. Przygotowanie próbek do badania	25
2.6.2.2. Wykonanie i przechowywanie próbek	25
2.6.2.3. Obliczenie i przedstawienie wyników.....	26

2.6.3. Klasyfikacja wyniku.....	26
2.7. Badanie wytrzymałości na ściskanie.....	27
2.7.1. Badanie.....	27
2.7.2. Klasyfikacja wyniku.....	27
2.8. Badanie mrozoodporności.....	28
2.9. Natychmiastowy wskaźnik nośności.....	29
2.10. Szczelność mieszanki.....	29
3. Wymagania wobec mieszanek.....	30
3.1. Postanowienia ogólne.....	30
3.2. Mieszanki typu A.....	31
3.3. Mieszanki typu B.....	31
4. Kontrola produkcji.....	33
4.1. System oceny zgodności.....	33
4.2. Kontrola produkcji.....	33
4.2.1. Postanowienia ogólne.....	33
4.2.2. Księga jakości.....	33
4.2.3. Organizacja.....	34
4.2.4. Procedury kontrolne.....	35
4.2.5. Kontrola oraz badania składników i mieszanki podczas produkcji.....	36
4.2.6. Urządzenia kontrolno-pomiarowe do inspekcji i badań.....	37
4.2.7. Niezgodność.....	38
4.2.8. Dopuszczalne tolerancje odchyłek produkcji.....	39
4.3. Oznaczenie, opis i znakowanie.....	39
5. Ustalenia formalne.....	40

Wprowadzenie

Europejska norma EN 14227-2, została zatwierdzona jako Polska Norma PN-EN 14227-2:2007 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Część 2: Mieszanki związane żużlem.

Norma PN-EN 14227-2 określa wymagania techniczne wobec mieszanek związanych żużlem, wytworzonych z zastosowaniem kruszywa naturalnego, sztucznego lub z recyklingu, w których spoiwem jest żużel granulowany. Mieszanki te są przeznaczone do budowy i utrzymania dróg, lotnisk oraz innych powierzchni przeznaczonych do ruchu pojazdów. Przyjęto, że żużel pochodzi z produkcji żelaza i stali.

Norma PN-EN 14227-2:2007 jest normą klasyfikacyjną, nie określającą wymagań wobec mieszanek związanych żużlem do konkretnych zastosowań, lecz wymieniającą jedynie szereg właściwości służących do oceny jakości wyrobu (mieszanki) oraz podającą szereg kategorii (poziomów) tych właściwości.

Wprowadzenie postanowień normy PN-EN 14227-2:2007 do praktycznego stosowania wymaga przygotowania odpowiednich przepisów technicznych, aplikujących jej postanowienia do przepisów i potrzeb naszego kraju. Takim dokumentem są niniejsze Wymagania Techniczne oznaczone jako: **WT MZw-Z 2008**.

Niniejsze Wymagania Techniczne składają się z następujących części:

- Część 1 zawiera wymagania wobec materiałów, szczególnie wybrane z normy PN-EN 13242 właściwości kruszyw (poziomy wymagań oznaczone jako kategorie), które powinny być stosowane w Polsce. Wyboru dokonano, uwzględniając dotychczas stosowane w Polsce wymagania wobec kruszyw i wypełniaczy, wzorując się również częściowo na wymaganiach zawartych w innych europejskich dokumentach aplikacyjnych.
- Część 2 zawiera wskazówki i wymagania dotyczące projektowania mieszanek związanych żużlem do warstw nawierzchni.
- Część 3 zawiera wymagania wobec właściwości użytkowych mieszanek związanych żużlem.
- Część 4 obejmuje opis Kontroli Produkcji mieszanek wg PN-EN 14227-2.

Niniejsze Wymagania Techniczne (zwane dalej w skrócie **WT MZw-Z 2008**) adaptują postanowienia normy PN-EN 14227-2:2007 do warunków krajowych.

W **WT MZw-Z 2008** przyjęto zasady:

- stosowania terminologii, zgodnej z dotychczasową praktyką i literaturą techniczną,
- stosowania metodyki badawczej zgodnej z dotychczas stosowaną w kraju lub najbardziej zbliżoną do niej.

Definicje

Mieszanka związana hydraulicznie - oznacza

mieszankę, w której następuje wiązanie i twardnienie na skutek reakcji hydraulicznych.

Mieszanka związana żużłem - oznacza

mieszankę składającą się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, z jednego lub więcej rodzajów żużla i wody, utwardzaną przez reakcję hydrauliczną lub/i karbonatyzację. Utwardzanie może być przyspieszone przez dodanie aktywatora.

Żużel wielkopiecowy chłodzony powietrzem (ang. *air-cooled blast furnace slag*) - oznacza

kruszywo składające się głównie ze skryształizowanego krzemianu oraz glinokrzemianu wapnia i magnezu uzyskane przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żużla wielkopiecowego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody. Chłodzony powietrzem żużel wielkopiecowy utwardza się poprzez reakcję hydrauliczną lub karbonatyzację.

Żużel stalowniczy chłodzony powietrzem (ang. *air-cooled steel slag*) - oznacza

kruszywo składające się głównie z skryształizowanego krzemianu wapniowego i ferrytu zawierającego CaO, SiO₂, MgO oraz tlenek żelaza. Kruszywo otrzymuje się przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żużla stalowniczego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody. Chłodzony powietrzem żużel stalowniczy utwardza się głównie poprzez reakcję karbonatyzacji.

Granulowany żużel wielkopiecowy (ang. *granulated blast furnace slag*) - oznacza

szklisty, piaszczysty materiał składający się głównie z CaO, SiO₂, Al₂O₃ i MgO, otrzymywany zwykle przez gwałtowne schłodzenie wodą ciekłego żużla wielkopiecowego. Granulowany żużel wielkopiecowy utwardza się poprzez reakcję hydrauliczną. Peletyzowany i suchy granulowany żużel wielkopiecowy mogą mieć zbliżone właściwości hydrauliczne.

Granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony (ang. *partially ground granulated blast furnace slag*) - oznacza

granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony w celu zwiększenia proporcji ziaren mniejszych od 0,063 mm. Powoduje to wzrost szybkości twardnienia i wytrzymałości mieszanki.

Mielony granulowany żużel wielkopiecowy (ang. *ground granulated blast furnace slag*) - oznacza

granulowany żużel wielkopiecowy mielony w celu dodatkowego zwiększenia udziału ziaren mniejszych od 0,063 mm.

Wskaźnik smukłości (ang. *slenderness ratio*) - oznacza

stosunek wysokości do średnicy próbki.

Szczelność (ang. *compacity*) - oznacza

stosunek objętości ziaren do objętości mieszanki zawierającej ziarna i wolne przestrzenie między nimi. Szczelność oblicza się ze stosunku maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu mieszanki (ρ_d wg PN-EN 13286-2 zmodyfikowana metoda Proctora) do gęstości objętościowej ziaren mieszanki (ρ_p wg PN-EN 1097-6 załącznik A).

Kategoria - oznacza

charakterystyczny poziom właściwości kruszywa lub mieszanki związanej żużlem, wyrażony jako przedział wartości lub wartość graniczna. Nie ma zależności pomiędzy kategoriami różnych właściwości. Właściwości oznaczone symbolem kategorii NR oznaczają brak konieczności badania danej cechy.

Partia - oznacza

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

Podłoże ulepszone z mieszanki związanej hydraulicznie - oznacza

warstwę zawierającą kruszywo naturalne lub sztuczne albo z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniającą umożliwienie ruchu technologicznego i właściwego wykonania nawierzchni. Do warstwy podłoża ulepszanego zaliczamy także warstwę mrozochronną, odsączającą, wzmacniającą i wzmacniającą, które powinny spełniać dodatkowe wymagania. ✓

Podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej hydraulicznie - oznacza

warstwę zawierającą kruszywo naturalne lub sztuczne lub z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniającą przenoszenie obciążeń z warstwy podbudowy zasadniczej na warstwę podłoża ulepszanego. Podbudowa pomocnicza może składać się z kilku warstw o różnych właściwościach.

Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej hydraulicznie - oznacza

warstwę zawierającą kruszywo naturalne lub sztuczne lub z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniającą przenoszenie obciążeń z warstw jezdnych na warstwę podbudowy pomocniczej.

Układ warstw w konstrukcji nawierzchni drogowej, podatnej i sztywnej przedstawia rys. 1.

warstwa ścieralna		nawierzchnia
warstwa wiążąca		
podbudowa zasadnicza	podbudowa	
podbudowa pomocnicza		
podłoże ulepszone (warstwa mrozochronna, odsączająca, odcinająca, wzmacniająca)		podłoże
podłoże gruntowe		

b) podatna i półsztywna

warstwa ścieralna		nawierzchnia
podbudowa zasadnicza	podbudowa	
podbudowa pomocnicza		
podłoże ulepszone (warstwa mrozochronna, odsączająca, odcinająca, wzmacniająca)		podłoże
podłoże gruntowe		

b) sztywna

Rys.1. Układ warstw w konstrukcji nawierzchni drogowej

Symbole i skróty

W niniejszym dokumencie stosuje się następujące symbole i skróty:

- C** zawartość CaO w granulowanym żużlu wielkopieczowym, w procentach masy (% m/m)
- A** zawartość Al₂O₃ w granulowanym żużlu wielkopieczowym, w procentach masy (% m/m)
- C.A** iloczyn C i A

<i>CBR</i>	kalifornijski wskaźnik nośności, w procentach (%)
<i>CBR₀</i>	kalifornijski wskaźnik nośności oznaczony natychmiast po wykonaniu próbek, w procentach (%)
<i>IPI</i>	natychmiastowy wskaźnik nośności, w procentach (%)
<i>R_c</i>	wytrzymałość na ściskanie, w megapaskalach (MPa)
<i>R_c^{z-0}</i>	wytrzymałość na ściskanie po cyklach zamrażania, w megapaskalach (MPa)
<i>R_t</i>	wytrzymałość na rozciąganie bezpośrednie, w megapaskalach (MPa)
<i>R_{it}</i>	wytrzymałość na rozciąganie pośrednie, w megapaskalach (MPa)
<i>E</i>	moduł sprężystości, w megapaskalach (MPa)
<i>E_C</i>	E określony w ściskaniu, w megapaskalach (MPa)
<i>E_t</i>	E określony w rozciąganiu natychmiastowym, w megapaskalach (MPa)
<i>E_{it}</i>	E określony w rozciąganiu pośrednim, w megapaskalach (MPa)

Powołania normatywne

PN-EN 196-6 *Metody badania cementu -- Oznaczanie stopnia zmielenia*

PN-EN 197-1 *Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku*

PN-EN 933-1 *Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie składu ziarnowego -- Metoda przesiewania*

PN-EN 934-2 *Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu: Część 2 – Domieszki do betonu – Definicje i wymagania*

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 1097-6 *Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości*

PN-EN 1097-7, *Badanie mechanicznych i fizycznych cech kruszywa – Część 7: Oznaczanie gęstości właściwej wypełniacza – Metoda piknometryczna.*

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

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*

-EN 13286-2 *Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody – Zagęszczanie metodą Proctora.*

-EN 13286-41 *Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 41: Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym*

PN-EN 13286-44 *Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym -- Część 44: Metoda oznaczania wskaźnika alfa granulowanego żużla wielkopieczowego*

PN-EN 13286-50 *Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 50: Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proctora lub zagęszczania na stole wibracyjnym*

PN-EN 14227-11 - *Mieszanki związane hydraulicznie – Specyfikacje -Część 11: Grunty stabilizowane wapnem.*

1. Wymagania wobec materiałów

Materiały stosowane do wytwarzania mieszanek związanych żużłem powinny spełniać wymagania dotyczące określonych właściwości.

1.1. Kruszywa

Wymagania wobec kruszywa oparte są na specyfikacji zgodnej z normą PN-EN 13242.

Wymagania wobec kruszywa do warstw podbudowy i ulepszonego podłoża z mieszanek związanych żużłem przedstawia tablica 1.

Tablica 1.

	Właściwość	Deklarowane kategorie ¹⁾ lub wartości		Odniesienie do PN-EN 13242:2004
Rozdział		w odniesieniu do zastosowania kruszywa do warstwy:		
		związanej warstwy podbudowy pomocniczej i ulepszonego podłoża wszystkie kategorie ruchu (KR1-KR6)	związanej warstwy podbudowy zasadniczej wszystkie kategorie ruchu (KR1-KR6)	
4.1	Fracje/zestaw sit #	0, 1, 2, 4, 5,6; 8, 11,2; 16, 22,4; 31,5; 45, 63, i 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1)		Tabl. 1
		wszystkie frakcje dozwolone	wszystkie frakcje dozwolone	
4.3.1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	GC80/20, GF80, GA75	GC80/20, GF80, GA75	Tabl. 2
4.3.2	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	GT _C NR	GT _C NR	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	Tabl. 4
4.4	Kształt kruszywa grubego- maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4	FI Deklarowana	FI50	Tabl.5.
4.4	Kształt kruszywa grubego- maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4	SI Deklarowana	SI50	Tabl. 6.
4.5	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierz. przekrusz. lub łamanych oraz ziaren	C _{NR}	C _{NR}	Tabl. 7.

	całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5			
4.6	Zawartość pyłów ^{*)} w kruszywie grubym wg PN-EN 933-1	$f_{\text{deklarowana}}$	$f_{\text{deklarowana}}$	Tabl. 8
4.6	Zawartość pyłów ^{*)} w kruszywie drobnym wg PN-EN 933-1	$f_{\text{deklarowana}}$	$f_{\text{deklarowana}}$	Tabl. 8
4.7	Jakość pyłów	Brak wymagań	Brak wymagań	
5.2	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-1	LA_{60}	LA_{50}	Tabl. 9
5.3	Odporność na ścieranie wg PN-EN 1097-1	M_{DENR}	M_{DENR}	Tabl. 11
5.4	Gęstość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	Deklarowana	
5.5	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	Deklarowana	
6.2	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam. AS0,2 - Żużel kawałkowy wielkopieczowy.:AS1,0	- Kruszywo kam. AS0,2 - Żużel kawałkowy wielkopieczowy.:AS1,0	Tabl. 12
6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam.:S _{NR} ; - Żużel kawałkowy wielkopieczowy: S ₂	- Kruszywo kam.:S _{NR} ; - Żużel kawałkowy wielkopieczowy: S ₂	Tabl. 13
6.4.1	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie	deklarowana	deklarowana	
6.4.2.1	Stołość objętości żużła stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998. rozdział 19.3	V_5	V_5	Tabl. 14
6.4.2.2	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.1	Brak rozpadu	Brak rozpadu	
6.4.2.3	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.2	Brak rozpadu	Brak rozpadu	
6.4.3	Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3	Brak substancji szkodliwych dla środowiska wg odrębnych przepisów	Brak substancji szkodliwych dla środowiska wg odrębnych przepisów	
6.4.4	Zanieczyszczenia	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy	
7.2	Zgorzel słoneczna	SB_{LA}	SB_{LA}	

	bazaltu wg PN-EN 1367-3, wg PN-EN 1097-2			
7.3.2	Nasiąkliwość jako wskaźnik mrozoodporności wg PN-EN 1097-6:2000, rozdział 7 (Jeśli kruszywo nie spełni warunku WA_{242} , to należy zbadać jego mrozoodporność wg p.7.3.3. tablicy 1.)	WA_{242}	WA_{242}	Tabl. 16.
7.3.3	Mrozoodporność na kruszywa frakcji 8/16 wg PN-EN 1367-1 (Badanie wykonywane tylko w przypadku, gdy nasiąkliwość kruszywa przekracza WA_{242})	- skały magmowe i przeobrażone: F4 - skały osadowe: F10 - kruszywa z recyklingu: F10 (F25**)	F4	Tabl. 18
Załącznik C, pkt. C.3.4	Skład mineralogiczny	deklarowany	deklarowany	
Załącznik C, pkt. C.3.4	Istotne cechy środowiskowe	Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występują w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego. Jednak w odniesieniu do kruszyw sztucznych i odpadowych należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów		

*) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 2.3.1.

***) Pod warunkiem, gdy zawartość w mieszance nie przekracza 50% m/m

1.2. Żużel granulowany

1.2.1. Granulowany żużel wielkopieczowy

Zawartość poszczególnych składników wyrażona procentowo w stosunku do całkowitej masy suchego żużla powinna być następująca:

- SiO₂ od 27% do 41%
- Al₂O₃ od 7% do 20%
- CaO od 30% do 50%
- MgO < 20%

Właściwości żużla określa iloczyn C.A oraz współczynnik alfa. Kategorię iloczynu C.A należy określić według tablicy 2. natomiast współczynnik alfa według tablicy 3., zgodnie z opisem w p. 1.2.4.

1.2.2. Granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony

Skład granulowanego żużla wielkopiecowego częściowo mielonego powinien być zgodny ze składem podanym w punkcie 1.2.1.

Zgodnie z p.1.2.4. należy zadeklarować kategorię iloczynu C.A (wg tablicy 2.) oraz kategorię zawartości ziaren mniejszych od 0,063 mm (wg tablicy 3.). Należy również, zgodnie z tabelą 3., zadeklarować kategorię współczynnika alfa niezmielonego granulowanego żużla wielkopiecowego.

1.2.3. Mielony granulowany żużel wielkopiecowy

Skład mielonego granulowanego żużla wielkopiecowego powinien być zgodny ze składem podanym w punkcie 1.2.1.

Zgodnie z p.1.2.4. należy zadeklarować kategorię iloczynu C.A (wg tablicy 2.) oraz kategorię powierzchni właściwej wg Blaine'a wg tablicy 5.

1.2.4. Aktywność hydrauliczna

1.2.4.1. Aktywność hydrauliczna

Aktywność hydrauliczna granulowanego żużla wielkopiecowego zależy od składu chemicznego, zawartości cząstek drobnych i aktywatorów w ten sposób, że wzrost zawartości ziaren drobnych może zwiększać reaktywność żużli uważanych ze względu na ich skład chemiczny za względnie niereaktywne.

1.2.4.2. Iloczyn C.A

Iloczyn C.A jest ważnym wskaźnikiem składu chemicznego żużla, gdzie C oznacza zawartość CaO, natomiast A zawartość Al_2O_3 . Im wyższa wartość C.A tym żużel jest bardziej reaktywny. W zależności od zawartości C.A wyróżnia się trzy kategorie wymienione w tablicy 2. Wartość liczbowa iloczynu C.A jest wynikiem mnożenia zawartości CaO i Al_2O_3 oznaczonych analitycznie w granulowanym żużlu wielkopiecowym wyrażonych w procentach masy suchego żużla.

Tablica 2. Kategorie C.A

Iloczyn C.A	Kategoria
> 550	CA 1
425 – 550	CA 2
< 425	CA 3

1.2.4.3. Granulowany żużel wielkopieczowy

Zawartość procentowa drobnych ziaren w zagęszczonej mieszance związanej granulowanym żużlem wielkopieczowym jest funkcją kruchości użytego żużla. Im bardziej miękki żużel, tym więcej drobnych ziaren powstaje podczas wałowania i tym większa reaktywność żużla.

Kruchość żużla należy oceniać przez określenie współczynnika alfa zgodnie z normą PN-EN 13286-44. Im mniejszy współczynnik alfa tym mniejsza kruchość granulowanego żużla wielkopieczowego. Klasyfikacji współczynnika alfa dokonuje się na podstawie tablicy 3.

Tablica 3. Kategorie współczynnika alfa granulowanego żużla wielkopieczowego

Współczynnik alfa	Kategoria
< 20	α 1
20 do 40	α 2
40 do 60	α 3
> 60	α 4

1.2.4.4. Częściowo mielony żużel granulowany

Częściowo mielony żużel granulowany klasyfikowany jest na podstawie zawartości ziaren przechodzących przez sito 0,063 mm.

Badanie należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 933-1. Wyróżnia się cztery kategorie zgodnie z podziałem wg tablicy 4.

Tablica 4. Kategorie zawartości ziaren mniejszych od 0,063 mm w częściowo mielonym żużlu granulowanym

Zawartość ziaren mniejszych od 0,063 mm % m/m	Kategoria
1 do < 5	PG 1
≥ 5 do < 8	PG 2
≥ 8 do < 14	PG 3
≥ 14	PG 4

1.2.4.5. Mielony granulowany żużel wielkopieczowy

Mielony granulowany żużel wielkopieczowy klasyfikuje się na podstawie stopnia przemiału, określanego metodą powierzchni właściwej wg Blaine'a.

Badanie należy wykonać według normy PN-EN 196-6. Wyróżnia się cztery kategorie określone wg tablicy 5.

Tablica 5. Kategorie powierzchni właściwej wg Blaine'a do mielonego żużla granulowanego

Powierzchnia właściwa wg Blaine'a m ² /kg	Kategoria
< 150	GG 1
≥ 150 do < 300	GG 2
≥ 300 do < 400	GG 3
≥ 400	GG 4

1.3. Woda zarobowa

Woda nie powinna zawierać składników opóźniających efekt twardnienia i pogarszających własności mieszanki związanej żużlem.

1.4. Aktywatory

Aktywatory obejmują wapno (zgodnie z PN-EN 14227-11), gips i inne podobne produkty zawierające wapno i/lub siarczany.

2. Specyfikacja mieszanek

2.1. Przeznaczenie

Mieszanki związane żużlem mogą być stosowane do warstw ulepszonych podłoża, podbudowy pomocniczej oraz podbudowy zasadniczej nawierzchni drogowej przenoszących ruch kategorii od KR1 do KR6. Szczegółowe przeznaczenie przedstawia tablica 6.

Tablica 6. Przeznaczenie mieszanek związanych żużlem

Mieszanka	Warstwa ulepszonych podłoża	Warstwa podbudowy pomocniczej			Warstwa podbudowy zasadniczej		
		KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6	KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6
A 1	+	+	+	nie dopuszcza się	*)	nie dopuszcza się	
A 2	+	+	+		*)		
A 3	+	+	+		*)		
A 4	+	+	+		*)		
A 5	+	-	-		-		
B 1-1	+	+	+		*)		
B 1-2	+	+	+		*)		
B 1-3	+	+	+		*)		
B 1-4	+	+	+		*)		
B 2 - 0/22,4	+	+	+		*)		
B 2 - 0/16	+	+	+		*)		
B 2 - 0/11,2	+	+	+		*)		
B 3	+	-	-		-		
B4	+	+	+		+		

*) tylko do kategorii ruchu KR1

Stosowanie do nawierzchni lotniskowych o różnym obciążeniu podlega decyzji projektanta.

2.2. Projektowanie mieszanek

Procedura projektowa powinna być oparta na próbach laboratoryjnych i/lub polowych przeprowadzonych na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach jak te, które będą zastosowane w określonej ilości wyrobu lub kontrakcie.

Określone w badaniu progowe ilości wody powinny uwzględniać właściwe zagęszczenie i oczekiwane parametry mechaniczne mieszanki. Należy określić procentowy udział składników w stosunku do całkowitej masy mieszanki w stanie suchym oraz uziarnienie i gęstość objętościową. Proporcję należy określić laboratoryjnie lub/i na podstawie praktycznych doświadczeń z mieszankami wykonywanymi z tych samych składników i w tych samych warunkach, spełniające wymagania niniejszych Warunków Technicznych do normy PN-EN 14227-2.

Sprawdzenie uziarnienia mieszanki mineralnej należy wykonać zgodnie z metodą wg PN-EN 933-1. Do analizy stosuje się zestaw sit podstawowy +1, składający się z następujących sit o oczkach kwadratowych w mm: 0,063; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0; 4,0; 5,6; 8,0; 11,2; 16,0; 22,4; 31,5; 45,0; 63.

2.2.1. Mieszanki typu A

Mieszanka związana żużlem typu A powinna być mieszanką ziarnistą, w której proces wiązania i twardnienia może być długi. Wyróżnia się pięć podtypów w zależności od uziarnienia mieszanki i rodzaju zastosowanego żużla wielkopieczowego.

Mieszanki związane żużlem typu A można stosować, gdy nie jest wymagana wysoka sztywność warstwy.

Mieszanka powinna być wybrana spośród typów i rodzajów opisanych w p. 2.3.1. oraz powinna odpowiadać określonym w p. 3. wymaganiom danej mieszanki.

Mieszanka związana żużlem typu A4 powinna zawierać granulowany żużel wielkopieczowy, którego udział w mieszance nie powinien przekraczać 70%. Nie mają zastosowania wymagania zawarte w punkcie 1.2 wobec podtypu A4 i pozostałych podtypów mieszanek (typu A), zawierających granulowany żużel wielkopieczowy, częściowo mielony lub mielony granulowany żużel wielkopieczowy.

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki typu A, określone według normy EN 933-1 powinno być zgodne z tabelą 6. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunkach 2÷5.

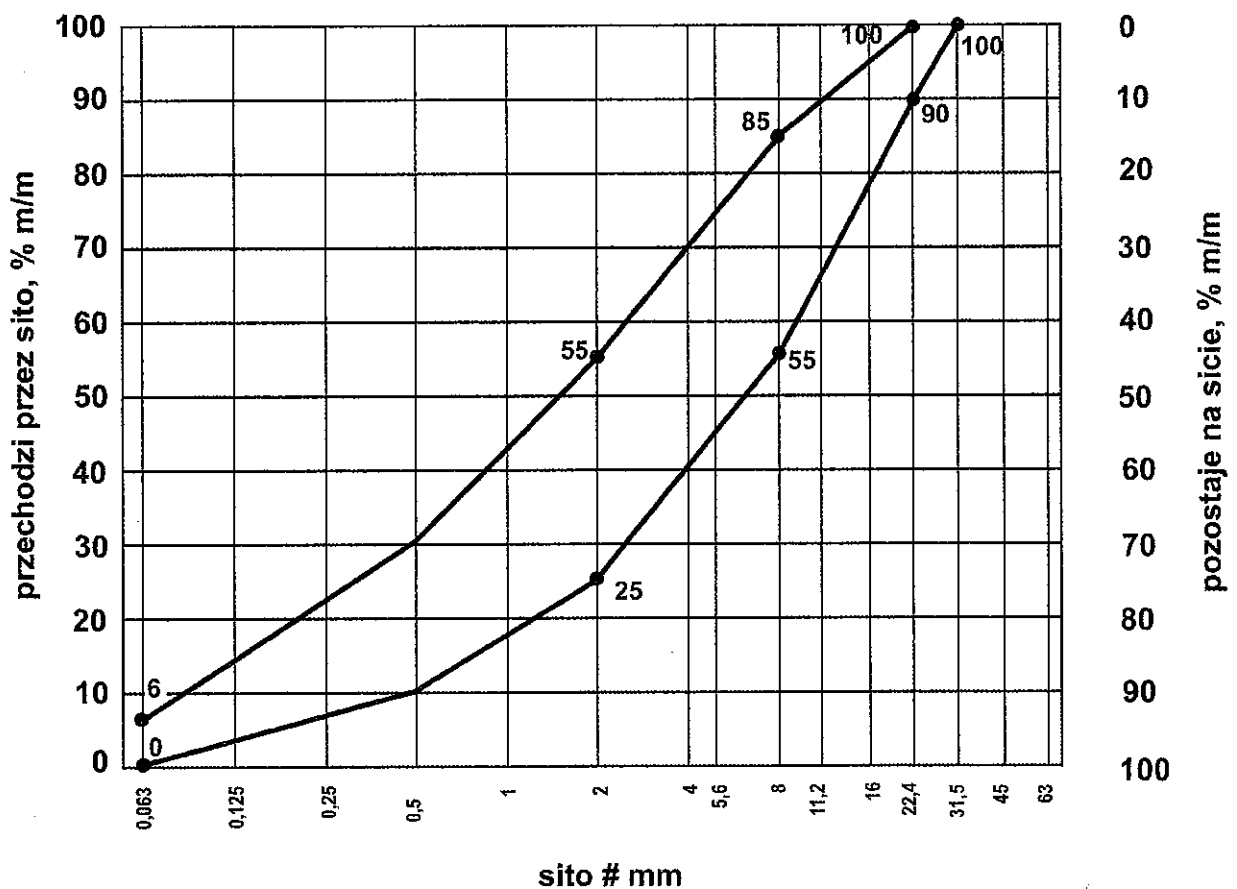
Laboratoryjna ocena właściwości mechanicznych mieszanki powinna opierać się na badaniu CBR, na podstawie klasyfikacji podanej w tablicy 10. Wymagania wobec mieszanek typu A przedstawia tablica 14.

Tablica 6. Uziarnienie mieszanki związanej żużlem typu A

Mieszanka związana żużlem	Uziarnienie	Krzywe graniczne uziarnienia
A1	0/22,4 mm	rysunek 2
A2	0/31,5 mm	rysunek 3
A3	0/45 mm	rysunek 4
A4	0/31,5 mm	rysunek 5
A5	Uziarnienie deklarowane przez producenta/dostawcę	

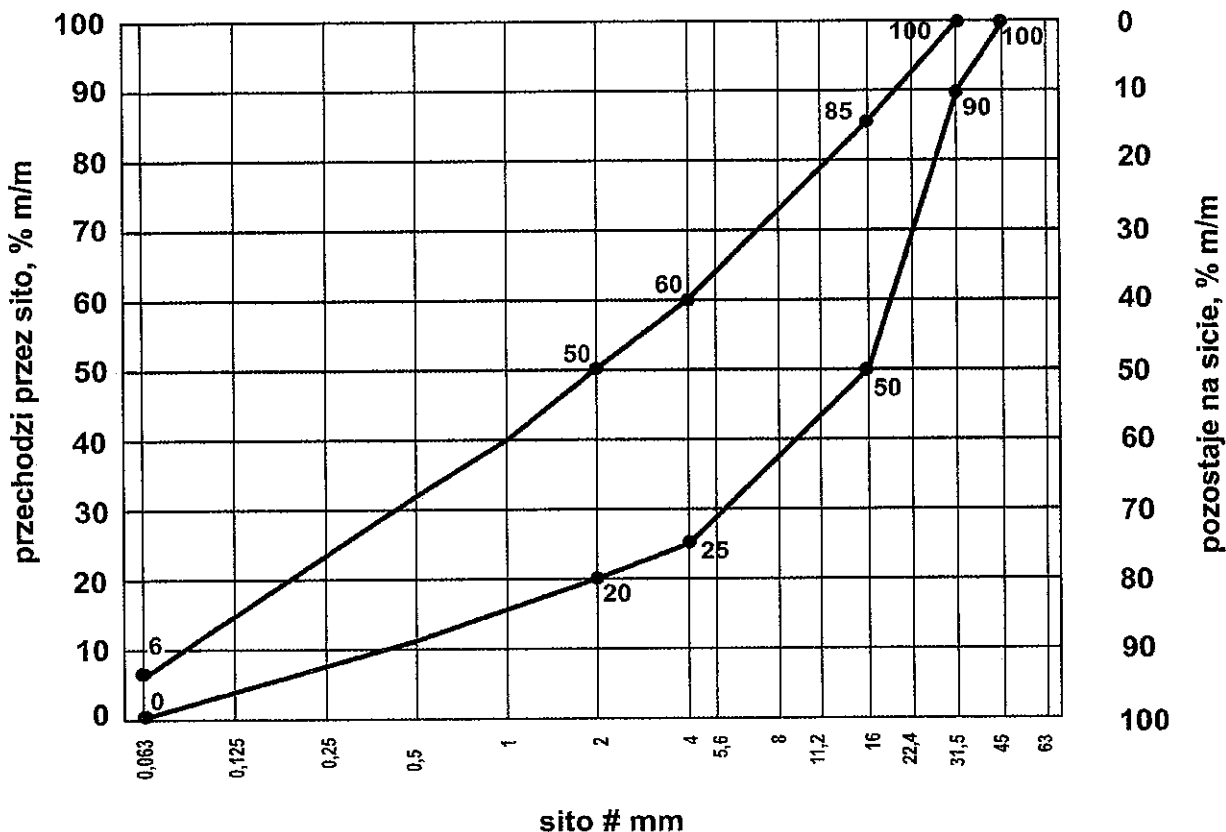
22

2.2.1.1. Mieszanka A1



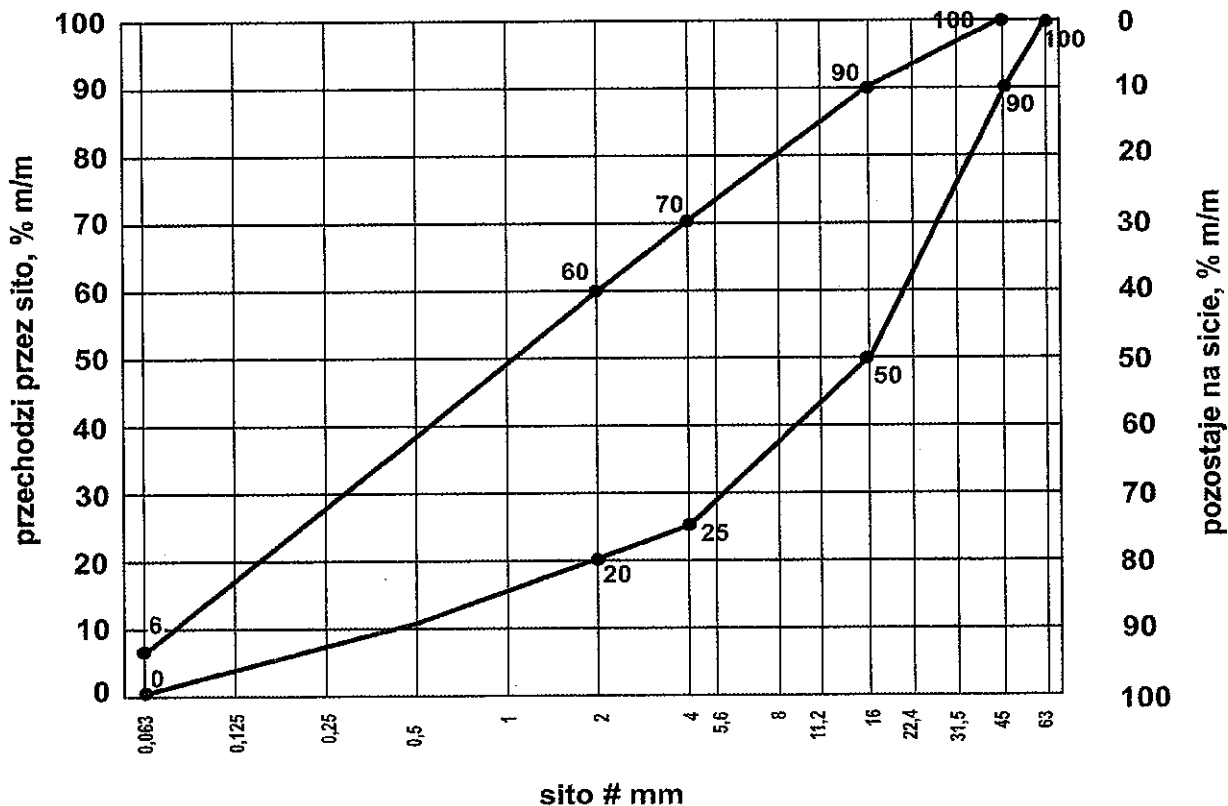
Rys. 2. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem 0/22,4 typu A1 i B1-1

2.2.1.2. Mieszanka A2



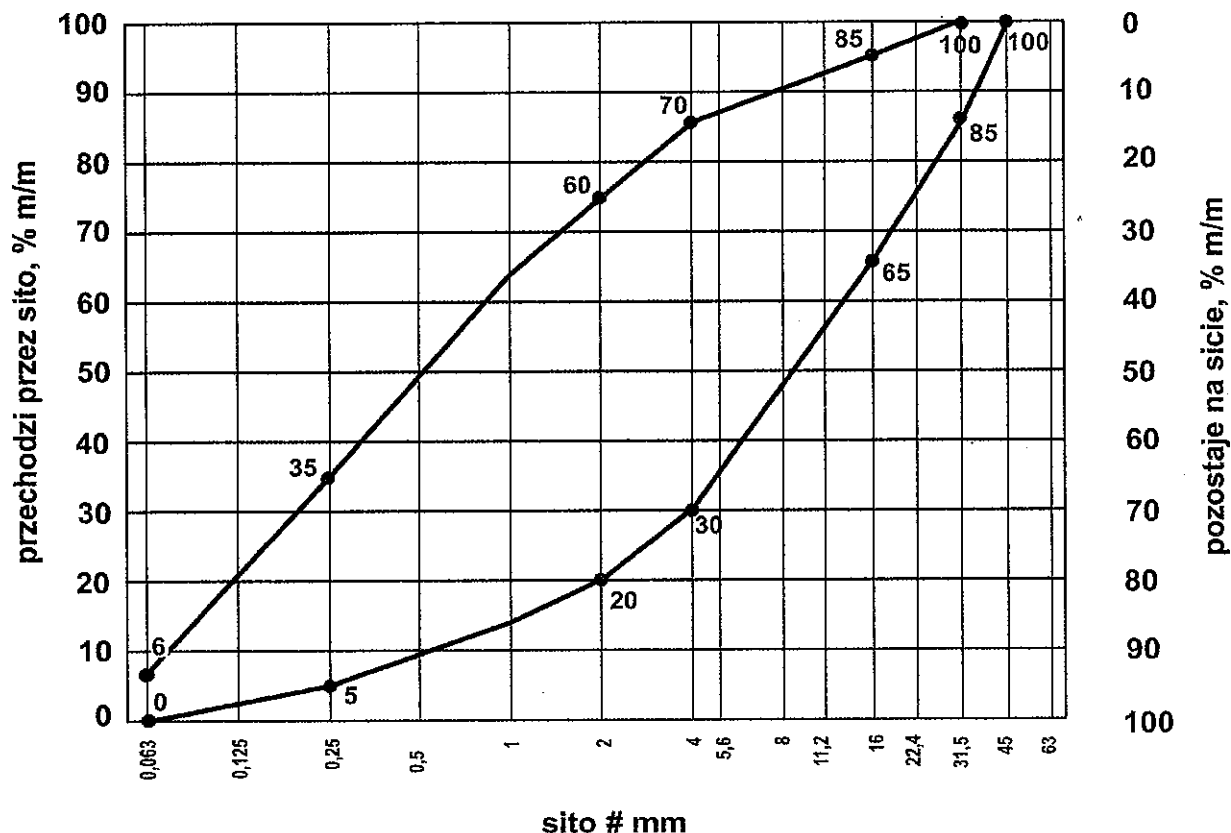
Rys. 3. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem 0/31,5 typu A2 i B1-2

2.2.1.3. Mieszanka A3



Rys. 4. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem 0/45 typu A3 i B1-3

2.2.1.4. Mieszanka A4



Rys. 5. Krzywe graniczne mieszanki związanej żuzłem 0/31,5 typu A4 i B1-4

2.2.1.5. Mieszanka A5

Mieszanka typu A5 jest mieszanką o uziarnieniu deklarowanym przez producenta/dostawcę na podstawie jego własnej specyfikacji.

2.2.2. Mieszanki typu B

Mieszanka związana żuzłem typu B powinna być mieszanką kruszywa, granulowanego żuźla wielkopiecowego oraz aktywatora i wody zgodnie z rozdziałem 1.

Mieszanka związana żuzłem typu B uzyskuje znaczącą sztywność po średnim lub długim czasie.

Granulowany żuźel wielkopiecowy powinien spełniać kryteria podane w punkcie 1.2.1. Częściowo mielony granulowany żuźel wielkopiecowy powinien spełniać kryteria podane w punkcie 1.2.2.

Mielony granulowany żuźel wielkopiecowy powinien spełniać kryteria podane w punkcie 1.2.3.

Laboratoryjna ocena właściwości mechanicznych mieszanki powinna opierać się na badaniu CBR na podstawie klasyfikacji podanej w tablicy 10.

W przypadku mieszanki B4 zawierającej bardzo aktywny żużel można także stosować deklarowaną wytrzymałość na ściskanie R_c na podstawie klasyfikacji podanej w tabelicy 11.

Wymagania wobec mieszanek typu B przedstawia tablica 15.

2.2.2.1. Mieszanki typu B1

Uziarnienie mieszanki typu B1 (od B1-1 do B1-4) powinno być zgodne z wymaganiami wobec odpowiednich mieszanek typu A (od A1 do A4), ale powinno zawierać granulowany, częściowo mielony lub mielony żużel wielkopiecowy odpowiadający wymaganiom określonym w punkcie 1.2.1, 1.2.1 lub 1.2.3.

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w tabelicy 7. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunkach 2÷5.

Tablica 7. Uziarnienie mieszanki związanej żużlem typu B1

Mieszanka związana żużlem	Uziarnienie	Krzywa uziarnienia
B1-1	0/22,4 mm	rysunek 2
B1-2	0/31,5 mm	rysunek 3
B1-3	0/45 mm	rysunek 4
B1-4	0/31,5 mm	rysunek 5

2.2.2.2. Mieszanka typu B2

Mieszanka typu B2 jest to mieszanka spełniająca wymaganie szczelności.

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z tabelicą 8.

Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunkach 2÷5.

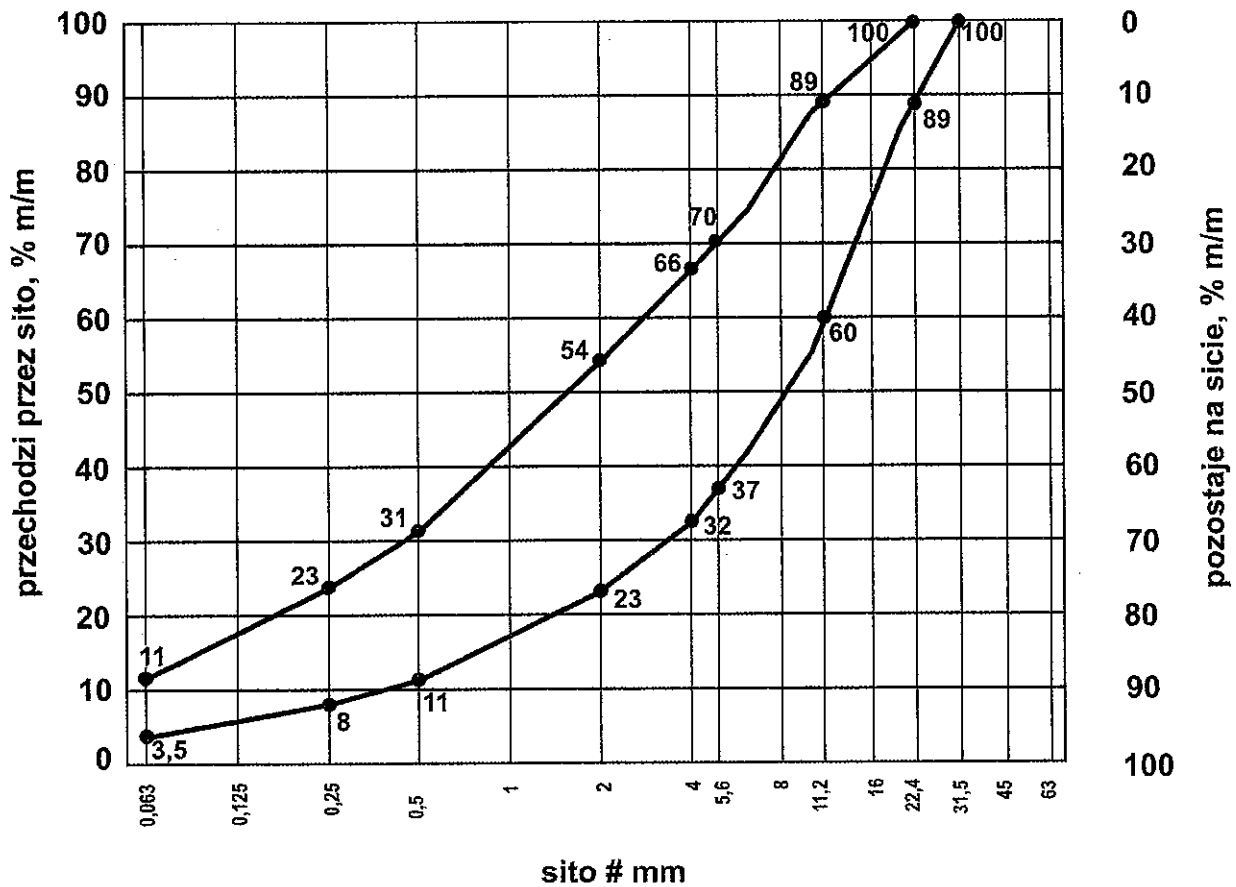
Tablica 8. Uziarnienie mieszanki związanej żużlem typu B 2

Mieszanka związana żużlem	Krzywa uziarnienia
B 2 – 0/22,4	rysunek 6
B 2 – 0/16	rysunek 7
B 2 – 0/11,2	rysunek 8

Minimalna szczelność mieszanki przy maksymalnej gęstości objętościowej wg zmodyfikowanej metody Proctora powinna wynosić 0,8 zgodnie z p. 2.11.

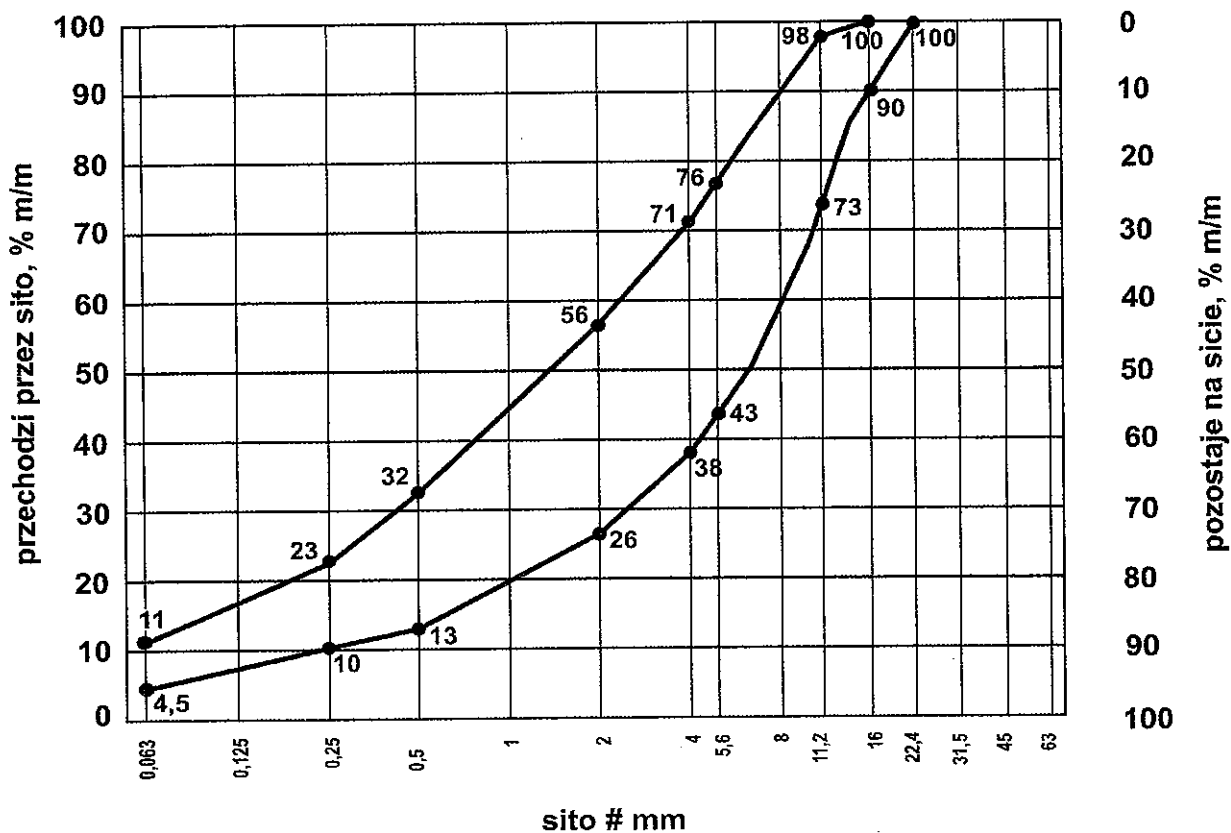
W przypadku mieszanki B2-0/11,2 natychmiastowy wskaźnik nośności określony zgodnie z normą PN-EN 13286-47 w zmodyfikowanym badaniu w aparacie Proctora nie powinien być mniejszy od 50.

Mieszanka B2 - 0/22,4



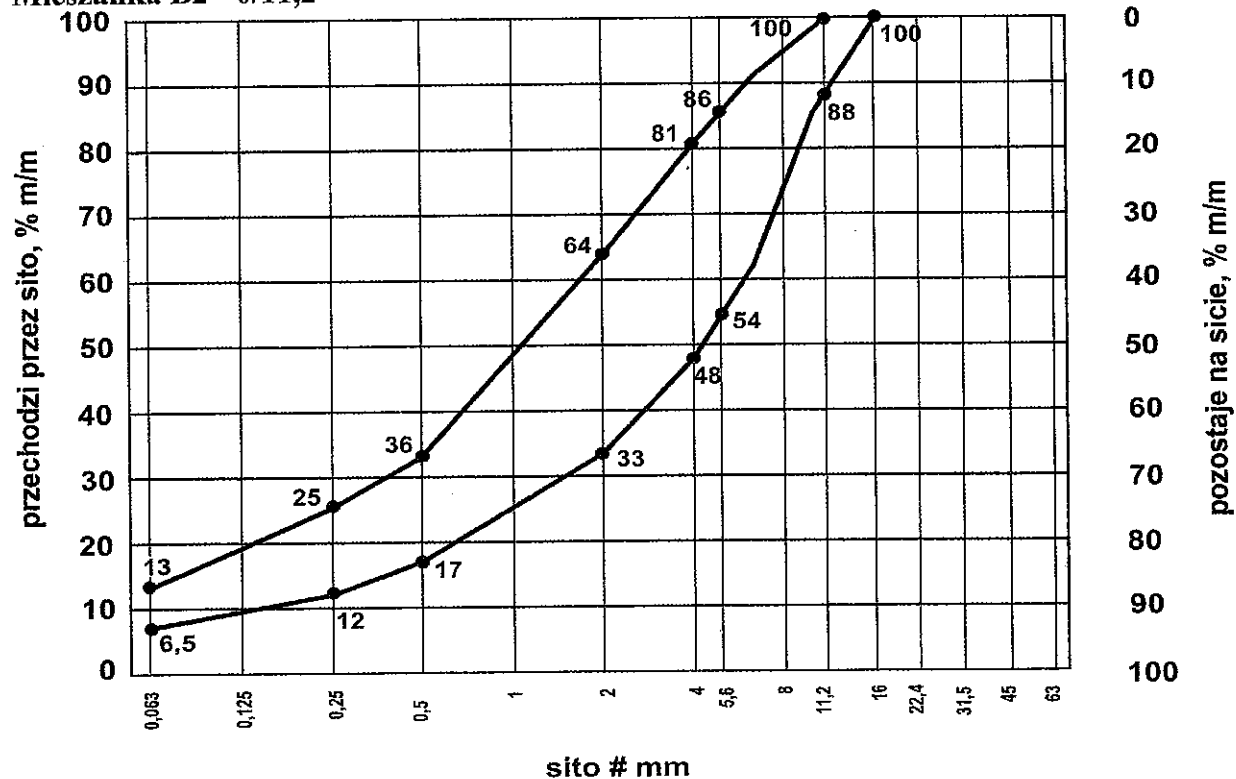
Rys. 6. Krzywe graniczne mieszanki związanej żuzłem B2 - 0/22,4

Mieszanka B2 - 0/16



Rys. 7. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem B2 - 0/16

Mieszanka B2 - 0/11,2



Rys. 8. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem B2 - 0/11,2

2.2.2.3. Mieszanka typu B3

Mieszanka typu B3 powinna być mieszanką składającą się z mieszanki kruszyw drobnych, spełniającą wymaganie wobec natychmiastowego wskaźnika nośności.

Uziarnienie mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno odpowiadać podanemu w tabelicy 9.

Tablica 9. Uziarnienie mieszanki typu B3

Sito [mm]	11,2	5,6	0,063
Procent przechodzącej masy	100	≥ 85	≤ 35

Natychmiastowy wskaźnik nośności stosuje się w celu określenia wymaganych właściwości mieszanki umożliwiających prowadzenie ruchu technologicznego po warstwie, oraz ułatwienia zagęszczenia kolejnej warstwy.

Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki, określony zgodnie z normą PN-EN 13286-47, powinien być oparty na klasyfikacji podanej w tabelicy 12.

Wymagania wobec mieszanek typu B3 przedstawia tablica 15.

2.2.2.4. Mieszanka typu B4

Uziarnienie mieszanki typu B4, określone zgodnie z normą EN 933-1, deklarowane jest przez dostawcę.

Jeżeli jest to konieczne, dostawca może zadeklarować dodatkowo inne właściwości mieszanki takie jak np. natychmiastowy wskaźnik nośności, wytrzymałość na ściskanie i CBR.

2.3. Zawartość żużla granulowanego

Zawartość żużla granulowanego w mieszance uwzględniana jest w uziarnieniu mieszanek podanych w punkcie 2.3.

Zawartość żużla granulowanego powinna być dobrana w odniesieniu do wymaganych właściwości mieszanki.

2.4. Zawartość wody

Zawartość wody powinna być tak dobrana, aby możliwe było zagęszczanie mieszanki w miejscu wbudowania poprzez wałowanie oraz aby uzyskać jej optymalne właściwości mechaniczne.

Zawartość wody w mieszance powinna być określona na podstawie procedury projektowej wg metody Proctora zgodnie z PN-EN 13286-2 i/lub doświadczenia z mieszankami wyprodukowanymi przy użyciu proponowanych składników. Określone w badaniu progowe ilości wody powinny uwzględniać właściwe zagęszczenie i oczekiwane parametry mechaniczne mieszanki.

2.5. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek

Klasyfikacja wg CBR

Badanie kalifornijskiego wskaźnika nośności CBR wykonać zgodnie z PN EN 13286-47 zagęszczając próbki metodą Proctora wg PN EN 13286-2.

Klasyfikacja wg R_c (dotyczy mieszanek B4)

Próbki sześciennie lub walcowe powinny być przygotowanych zgodnie z PN-EN 13286-50 zagęszczone metodą Proctora wg PN EN 13286-2.

Próbki należy przechowywać przez 76 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności 95% - 100% lub w wilgotnym piasku) i następnie zanurzyć na 14 dni do wody o temperaturze pokojowej. Sumaryczny czas pielęgnacji próbki powinien wynosić 90 dni. Nasycanie próbek wodą odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym ich zanurzeniu w wodzie.

2.6. Wskaźnik CBR

2.6.1. Wskaźniki

Mieszanka związana żużlem powinna być scharakteryzowana przez:

$$\Delta CBR_{28} = ((CBR_{28} - CBR_0) / CBR_0) 100$$

w którym:

ΔCBR_{28} - procentowa zmiana wskaźnika CBR po 28 dniach,

CBR_{28} - wartość CBR oznaczona po 28 dniach,

CBR_0 - wartość CBR oznaczonego bezpośrednio po zagęszczeniu próbki.

lub

$$\Delta CBR_{91} = ((CBR_{91} - CBR_0) / CBR_0) 100$$

w którym:

ΔCBR_{91} - procentowa zmiana wskaźnika CBR po 91 dniach,

CBR₉₁ - wartość CBR oznaczona po 91 dniach,

CBR₀ - wartość CBR oznaczonego bezpośrednio po zagęszczeniu próbki.

2.6.2. Badanie

2.6.2.1. Przygotowanie próbek do badania

Próbki mieszanki wysuszone do stałej masy w suszarce, w temperaturze $60\pm 5^{\circ}\text{C}$, lub na powietrzu w temperaturze pokojowej, powinny być przesiane przez sito 22,4 mm. Materiał przesiany należy wymieszać do uzyskania jednorodnej mieszanki. Tak przygotowany materiał należy podzielić na 10, lub jeśli to konieczne, na 15 reprezentatywnych próbek, każda o masie wystarczającej do przeprowadzenia badania CBR.

2.6.2.2. Wykonanie i przechowywanie próbek

Próbkę należy umieścić w mieszalniku. Następnie dodać wymaganą ilość żuźla granulowanego. Aby osiągnąć oszacowaną wilgotność optymalną wodę należy dodać według zaleceń zamieszczonych w normie PN-EN 13286-2, jak dla jednego punktu zagęszczenia ubijakiem Proctora. Materiał z wodą należy dokładnie wymieszać przy pomocy szufli aż do otrzymania jednorodnej mieszanki.

Należy zważyć pustą formę do próbek CBR wraz z podstawą.

Przymocować formę do płyty podstawy i całość zważyć. Na formę nałożyć nadstawkę. Na płycie podstawy umieścić krążek z gruboziarnistego papieru filtracyjnego (średnicy $150,8\pm 1,00$).

Wymieszany materiał należy zagęścić w formie do badań w trzech równych warstwach, każda o wysokości około 40 mm. W trakcie wsypywania materiału do formy należy zapobiegać segregacji materiału. Powierzchnię każdej warstwy należy zagęścić 56 uderzeniami młota swobodnie opadającego z wysokości (305 ± 5) mm. Uderzenia powinny być równomiernie rozmieszczone na powierzchni każdej warstwy w następujący sposób:

- 18 uderzeń na obwodzie próbki,
- 10 uderzeń w środku,
- 18 uderzeń na obwodzie.

Inny sposób zagęszczenia próbki jest dopuszczalny pod warunkiem osiągnięcia odpowiedniego stopnia zagęszczenia. Zagęszczanie należy przeprowadzić w miejscu wykluczającym powstanie wibracji.

Po zagęszczeniu należy usunąć nadstawkę i wyrównać materiał używając stalowego zgarniaka. Powstałe pustki należy wypełnić materiałem drobniejszym i całość zważyć. Odwrócić formę zawierającą zagęszczoną próbkę i przymocować do perforowanej płyty podstawy, na której wcześniej ułożono papier filtracyjny. Powyższy tok postępowania należy zastosować do każdej wydzielonej próbki.

W celu obliczenia procentowej zmiany wskaźnika CBR, należy wykonać badanie pięciu próbek dla każdego okresu pielęgnacji (0 dni, po 28 dniach i jeżeli jest to konieczne po 91 dniach) według procedury opisanej w normie PN-EN 13286-47.

Wartość CBR_0 powinna zostać określona bezpośrednio po przygotowaniu próbki.

Pozostałe próbki należy pielęgnować w komorze lub pomieszczeniu, w którym wilgotność względna powietrza wynosi co najmniej 90%, tak aby zapobiec zmniejszeniu się wilgotności próbki przez parowanie. Temperatura podczas przechowywania próbek powinna wynosić $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Po 28 i/lub 91 dniach wartość CBR powinna być określona według zaleceń opisanych powyżej z zastosowaniem obciążenia.

2.6.2.3. Obliczenie i przedstawienie wyników

Wartości CBR po 0, 28 i/lub 91 dniach należy obliczyć jako średnią z wyników pięciu próbek. Należy obliczyć wzrost wartości CBR po 28 i/lub 91 dniach lub wcześniej jak opisano w punkcie 2.7.1.

2.6.3. Klasyfikacja wyniku

Mieszanka powinna być sklasyfikowana następująco (pierwsza liczba oznacza minimalną wartość CBR_0 , druga minimalną wartość ΔCBR_{28}):

CBR 50/25; CBR 30/25; CBR 50/35; CBR 30/35; CBR 50/50; CBR 30/50.

Klasa CBR powinna być wybrana według tablicy 10.

Tablica 10. Klasyfikacja według CBR

Klasa	Typ mieszanki	CBR_0 %	ΔCBR_{28} %
CBR 50/25	A1 do A3, B1, B2, B4	≥ 50	≥ 25
CBR 30/25	A4, B3	≥ 30	≥ 25
CBR 50/35	A1 do A3, B1, B2, B4	≥ 50	≥ 35
CBR 30/35	A4, B3	≥ 30	≥ 35
CBR 50/50	A1 do A3, B1, B2, B4	≥ 50	≥ 50
CBR 30/50	A4, B3	≥ 30	≥ 50

W przypadku, gdy ΔCBR po 28 dniach nie spełnia wymagań wybranej klasy CBR, należy określić również CBR po maksymalnie 91 dniach. Po tym czasie ΔCBR powinien odpowiadać wymaganym wartościom ΔCBR_{28} .

2.7. Badanie wytrzymałości na ściskanie

2.7.1. Badanie

Badanie wytrzymałości na ściskanie należy przeprowadzić na próbkach sześciennych lub walcowych przygotowanych zgodnie z PN-EN 13286-50 wg metody Proctora, przy wykorzystaniu metody badawczej zgodnej z PN-EN 13286-41. Próbki powinny być pielęgnowane zgodnie z p.2.6.

Wykonywane są próbki o smukłości 1,0.

Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki powinno być oznaczane zgodnie z PN-EN 13286-41 **po 90 dniach pielęgnacji**.

2.7.2. Klasyfikacja wyniku

Mieszanki klasyfikuje się według wytrzymałości na ściskanie R_c określonej zgodnie z normą PN-EN 13286-41 na próbce przygotowanej zgodnie z normą PN-EN 13286-50 i pielęgnowanej wg p. 2.6.

Klasa R_c powinna być wybrana z tablicy 11 z uwzględnieniem wybranej metody przygotowania próbki.

Próbki wykonywane według dozwolonych metod różnią się pod względem kształtu i gęstości, co wpływa na uzyskiwane wytrzymałości dla tej samej mieszanki. Dlatego też ważne jest, aby uwzględniać sposób przygotowania próbki w odniesieniu do wyników wytrzymałości.

W ocenie lub projektowaniu mieszanek w laboratorium, wartość R_c powinna być średnią z badań dla co najmniej trzech próbek. Wynik badania różniący się od średniej o więcej niż 20% należy odrzucić a jako miarodajne R_c należy przyjąć średnią obliczoną dla pozostałych dwóch wyników.

Tablica 11. – Klasyfikacja R_c

Klasa R_c	Minimalne R_c [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 2 ^a	Minimalne R_c [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 1 ^a i sześcianów
C 0,4 / 0,5	0,4	0,5
C 0,8 / 1	0,8	1
C 1,5 / 2	1,5	2
C 3 / 4	3	4
C 6 / 8	6	8
C 9 / 12	9	12
C 12 / 16	12	16
C 15 / 20	15	20
C 18 / 24	18	24

C 21 / 28	21	28
C 24 / 32	24	32
C 27 / 36	27	36
C_{DV}	wartość deklarowana	wartość deklarowana
^a jeżeli wykorzystano cylindry o wskaźniku smukłości innym niż 1 lub 2 należy przed użyciem określić ich korelację z cylindrami o wskaźnikach smukłości 1 lub 2.		

2.8. Badanie mrozoodporności

Mrozoodporność dla klasyfikacji CBR.

CBR określać należy zgodnie z normą PN-EN 13286-47 po 43 dniach (28+1+14) w tym ostatnie 14 dni próbka poddana cyklowi zamrażania i odmrażania w wodzie. Przez pierwsze 28 dni cylinder z próbką należy przechowywać w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności 95% ÷ 100% lub w wilgotnym piasku). Następnie cylinder zanurzyć całkowicie na 1 dobę w wodzie o temperaturze pokojowej, a następnie w ciągu kolejnych 14 dni poddać cyklowi zamrażania i odmrażania. Jeden cykl zamrażania i odmrażania polega na zamrażaniu próbki w temp $-23 \pm 2^{\circ} \text{C}$ przez 8 godz. i odmrażania w wodzie o temp. $+18 \pm 2^{\circ} \text{C}$ przez 16 godz.

W celu określenia wskaźnika CBR po cyklach zamrażania, należy wykonać badanie pięciu próbek. Jako wynik badania należy przyjąć średnią obliczoną z wszystkich uzyskanych wyników.

Miarą mrozoodporności mieszanki żuźlowej będzie wskaźnik CBR po cyklach zamrażania, a jego wartość powinna być nie mniejsza niż podana w tablicach 14 i 15.

W przypadku, gdy mrozoodporność po 43 dniach nie spełnia wymagań CBR określonych w tablicach 14 lub 15 odpowiednio do mieszanki i jej zastosowania, należy określić CBR po 91 dniach (76+1+14). Po tym czasie ΔCBR powinien odpowiadać wymaganym wartościom jak po cyklu 43 dniowym.

Mrozoodporność do klasyfikacji R_c

Wskaźnik mrozoodporności mieszanki związanej żuźlem określane jest stosunkiem wytrzymałości na ściskanie R_{ck}^{z-0} próbki po 90 dniach pielęgnacji i po 14 cyklach zamrażania i odmrażania do wytrzymałości na ściskanie R_{ck} próbki po 90 dniach pielęgnacji wg p.2.6.

$$\text{Wskaźnik mrozoodporności} = \frac{R_{ck}^{z-0}}{R_{ck}}$$

Próbki do oznaczenia wskaźnika mrozoodporności należy przechowywać przez 90 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności 95% ÷ 100% lub w wilgotnym piasku). Następnie zanurzyć należy je całkowicie na 1 dobę w wodzie o temperaturze pokojowej, a następnie w ciągu kolejnych 14 dni poddać cyklowi zamrażania i odmrażania.

Jeden cykl zamrażania i odmrażania polega na zamrażaniu próbki w temp $-23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ przez 8 godz. i odmrażania w wodzie o temp. $+18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ przez 16 godz.

Oznaczenie wskaźnika mrozoodporności należy przeprowadzać na 3 próbkach i do obliczeń przyjmować średnią. Wynik badania różniący się od średniej o więcej niż 20% należy odrzucić a jako miarodajną wartość wytrzymałości na ściskanie R_{ck}^{z-o} , R_{ck} należy przyjąć średnią obliczoną z pozostałych dwóch wyników, z dokładnością 0,1 MPa.

2.9. Natychmiastowy wskaźnik nośności

Badanie wykonywane jest na mieszankach B2-0/11,2 i B3. Natychmiastowy wskaźnik nośności stosuje się w celu określenia wymaganych właściwości mieszanki umożliwiających prowadzenie ruchu technologicznego po warstwie, oraz ułatwienia zagęszczenia kolejnej warstwy.

Wskaźnik określany jest według normy PN-EN 13286-47 (próbki zagęszczone metodą Proctora bez stosowania obciążników) i klasyfikowany na podstawie tablicy 12.

Tablica 12. Kategorie natychmiastowego wskaźnika nośności IPI dla mieszanek typu B2-0/11,2 i B3

Kategoria	Wymagany natychmiastowy wskaźnik nośności
IPI ₄₀	≥ 40
IPI ₂₅	≥ 25
IPI _{NR}	brak wymagań

Mieszanki z natychmiastowym wskaźnikiem nośności IPI mniejszym niż 40 mogą nie przenieść natychmiastowego obciążenia ruchem i powinny być używane z uwagą. W przypadku konieczności użycia takiej mieszanki może być konieczne dodanie innego kruszywa w celu osiągnięcia żądanego natychmiastowego wskaźnika nośności.

2.10. Szczelność mieszanki

Szczelność określa się dla mieszanki B2.

Szczelność mieszanki przed związaniem definiuje się jako stosunek objętości ziaren do objętości mieszanki zawierającej ziarna i wolne przestrzenie między nimi. Szczelność oblicza się ze stosunku maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu mieszanki (ρ_d wg PN-EN 13286-2 zmodyfikowana metoda Proctora) do gęstości objętościowej ziaren mieszanki (ρ_p wg PN-EN 1097-6 załącznik A).

Szczelność oblicza się według następującego równania:

$$C = \left(\frac{\rho_d}{100} \right) \cdot \left(\frac{a}{\rho_{pA}} + \frac{b}{\rho_{pB}} + \frac{c}{\rho_{pC}} \dots \right)$$

w którym:

- C szczelność
- ρ_d maksymalna gęstość objętościowa mieszanki w stanie suchym (Mg/m^3)
- ρ_{pA} gęstość objętościowa ziaren składnika A (Mg/m^3)
- ρ_{pB} gęstość objętościowa ziaren składnika B (Mg/m^3)
- ρ_{pC} gęstość objętościowa ziaren składnika C (Mg/m^3)
- a zawartość składnika A w mieszance (% masy)
- b zawartość składnika B w mieszance (% masy)
- c zawartość składnika C w mieszance (% masy)

Gęstość objętościową ziaren składników (ρ_{pA} , ρ_{pB} , ρ_{pC} ,...) należy określić w zależności od wielkości ziaren zgodnie z normą PN-EN 1097-6 Załącznik A (ρ_p) lub PN-EN 1097-7.

Przykład obliczenia szczelności C przy maksymalnej gęstości objętościowej w zmodyfikowanym Proctorze mieszanki przedstawiono w tablicy 13.

Tablica 13. Przykład obliczenia szczelności

Składnik	% masy mieszanki	Gęstość objętościowa ziaren (Mg/m^3)
Kruszywo grube 6,3/20 mm	49	$\rho_{pA} = 2,69$
Kruszywo drobne 0/6,3 mm	38	$\rho_{pB} = 2,65$
Częściowo rozdrobniony lub rozdrobniony żużel wielkopiecowy	12	$\rho_{pC} = 2,78$
Aktywator	1	$\rho_{pD} = 2,61$
Maksymalna gęstość objętościowa mieszanki w zmodyfikowanym Proctorze (Mg/m^3)		$\rho_d = 2,19$

$$C = (2,19/100) \times (49/2,69 + 38/2,65 + 12/2,78 + 1/2,61) = 0,82$$

3. Wymagania wobec mieszanek

3.1. Postanowienia ogólne

W zależności od typu mieszanki oraz od jej przeznaczenia wg tablicy 6, wymagania odczytuje się z tablicy 14. lub 15.

3.2. Mieszanki typu A

Tablica 14. Specyfikacja mieszanek typu A

	WYMAGANIA			Uwagi
	KR1-KR2	KR3-KR4	KR1-KR6	
	Podbudowy zasadnicza i pomocnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa ulepszanego podłoża (warstwa mrozochronna, odcinająca i wzmacniająca)	
Składniki				
Granulowany żużel wielkopiecowy (wszystkie rodzaje)	Zawartość w mieszance: A4≤70%, A1, A2, A3, A5 bez ograniczeń	Zawartość w mieszance: A4≤70%, A1, A2, A3, A5 bez ograniczeń	Zawartość w mieszance: A4≤70%, A1, A2, A3, A5 bez ograniczeń	
Kruszywo	tablica 1	tablica 1	tablica 1	
Woda	wg p. 1.3	wg p. 1.3	wg p. 1.3	
Mieszanki typu A				
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:	krzywe graniczne uziarnienia:	krzywe graniczne uziarnienia:	
- mieszanka A1, 0/22,4 mm	rys. 2	rys. 2	rys. 2	
- mieszanka A2, 0/31,5 mm	rys. 3	rys. 3	rys. 3	
- mieszanka A3, 0/45 mm	rys. 4	rys. 4	rys. 4	
- mieszanka A4, 0/31,5 mm	rys. 5	rys. 5	rys. 5	
- mieszanka A5, D deklarowane	deklarowana	deklarowana	deklarowana	
Klasyfikacja CBR				
- mieszanki A1, A2, A3	CBR 50/50	CBR 50/50	CBR 50/25	wg. p.2.7.
- mieszanka A4, A5	nie stosuje się	nie stosuje się	CBR 30/25	wg. p.2.7.

3.3. Mieszanki typu B

Tablica 15. Specyfikacja mieszanek typu B

Właściwość	WYMAGANIA			Uwagi
	KR1-KR2	KR3-KR4	KR1-KR6	
	Podbudowy zasadnicze i pomocnicze	Podbudowy pomocnicze	Warstwy mrozochronne, wzmacniające i ulepszone podłoża drogowe	
Składniki				
Granulowany żużel wielkopiecowy	Skład wg p.1.2.1. C.A. deklarowana α deklarowana	Skład wg p.1.2.1. C.A. deklarowana α deklarowana	Skład wg p.1.2.1. C.A. deklarowana α deklarowana	C.A. określone wg p. 1.2.4.2 α określone wg PN-EN 13286-44 i p. 1.2.4.3.
Granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony	Skład wg p.1.2.2 C.A. deklarowana PG deklarowana α deklarowana	Skład wg p.1.2.2 C.A. deklarowana PG deklarowana α deklarowana	Skład wg p.1.2.2 C.A. deklarowana PG deklarowana α deklarowana	PG określone wg PN-EN 933-1 i p. 1.2.4.4.

Mielony granulowany żużel wielkopieczowy	Skład wg 1.2.3. C.A. deklarowana GG deklarowana	Skład wg 1.2.3. C.A. deklarowana GG deklarowana	Skład wg 1.2.3. C.A. deklarowana GG deklarowana	GG określone wg PN-EN 196 i p. 1.2.4.5.
Kruszywo	wg tablicy 1	wg tablicy 1	wg tablicy 1	
Aktywatory	wg p. 1.4.	wg p. 1.4.	wg p. 1.4.	
Woda	wg p. 1.3.	wg p. 1.3.	wg p. 1.3.	
Mieszanki typu B1				
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:			
- mieszanka B1-1, 0/22,4 mm	rys. 2.	rys. 2.	rys. 2.	
- mieszanka B1-2, 0/31,5 mm	rys. 3.	rys. 3.	rys. 3.	
- mieszanka B1-3, 0/45 mm	rys. 4.	rys. 4.	rys. 4.	
- mieszanka B1-4, 0/31,5 mm	rys. 5.	rys. 5.	rys. 5.	
- klasyfikacja CBR	CBR 50/50	CBR 50/50	CBR 50/25	
Mieszanki typu B2				
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:			
- mieszanka B2 - 0/22,4 mm	rys. 6.	rys. 6.	rys. 6.	
- mieszanka B2 - 0/16 mm	rys. 7.	rys. 7.	rys. 7.	
- mieszanka B2 - 0/11,2 mm	rys. 8.	rys. 8.	rys. 8.	
- Szczelność	$C \geq 0.8$	$C \geq 0.8$	$C \geq 0.8$	wg p. 2.11.
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI (dotyczy tylko mieszanki B2 - 0/11,2)	IPI 50	IPI 50	IPI 50	wg p.2.10.
- Klasyfikacja CBR	CBR 50/50	CBR 50/50	CBR 50/25	wg. p.2.7.
- Mrozoodporność	CBR \geq 50	CBR \geq 50	CBR \geq 40	wg. p.2.9.
Mieszanka typu B3				
Uziarnienie: 0/11,2 mm	Nie stosuje się	Nie stosuje się	tablica 9.	
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI	Nie stosuje się	Nie stosuje się	IPI 40	wg p.2.10.
- CBR	Nie stosuje się	Nie stosuje się	CBR 30/35	wg. p.2.7.
- Mrozoodporność	Nie stosuje się	Nie stosuje się	CBR \geq 30	wg. p.2.9.
Mieszanka typu B4***)				
Uziarnienie:	- deklarowane przez dostawcę	- deklarowane przez dostawcę	- deklarowane przez dostawcę	Zastosowanie mieszanki w warstwie drogowej określa projektant na podstawie deklarowanych właściwości
- klasyfikacja CBR	CBR deklarowany*)	CBR deklarowany*)	CBR deklarowany*)	wg. p.2.7.
- mrozoodporność	CBR deklarowany*)	CBR deklarowany*)	CBR deklarowany*)	wg. p.2.9.
- klasyfikacja Rc	C_{Dv} Wartości minimalne: p. pomocnicza: C1,5/2; p. zasadnicza: C3/4	C_{Dv} Wartości minimalne: p. pomocnicza: C3/4;	C_{Dv} Wartość minimalna: C0,4/0,5	wg. p.2.8.

		p. zasadnicza: C6/8**)		
- mrozoodporność	≥0,6	≥0,7	Nie bada się	
- Szczelność	C deklarowane*)	C deklarowane*)	C deklarowane*)	wg p. 2.11.
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI	IPI deklarowane*)	IPI deklarowane*)	IPI deklarowane*)	wg p.2.10.
- Mrozoodporność	CBR deklarowany*)	CBR deklarowany*)	CBR deklarowany*)	wg. p.2.9.

*) minimalne wymagane wartości jak dla mieszanki B2

**) dopuszcza się wykonanie podbudowy zasadniczej dla ruchu KR3-KR4 z mieszanki B4

***) do klasyfikacji mieszanki B4 należy wybrać jednej z systemów: albo oparty o badanie CBR i mrozoodporności CBR, albo oparty na wytrzymałości na ściskanie R_c i mrozoodporności $R_c^{z^0}/R_c$

4. Kontrola produkcji

4.1. System oceny zgodności

Przy produkcji mieszanek związanych żużlem należy stosować system 4.

4.2. Kontrola produkcji

4.2.1. Postanowienia ogólne

Niniejszy załącznik zawiera zalecenia dotyczące systemu kontroli produkcji dla producentów mieszanek związanych hydraulicznie (np. kruszyw i gruntów ulepszonych wapnem, spoiwami hydraulicznymi lub ich połączeniem).

Kontrola produkcji ma na celu zapewnienie zgodności mieszanki z wymaganiami.

4.2.2. Księga jakości

Producent powinien ustalić i na bieżąco aktualizować politykę i procedury dotyczące kontroli produkcji w księdze jakości, która powinna zawierać:

- strukturę organizacyjną producenta odnoszącą się do jakości;
- kontrolę składników i mieszanek;
- kontrolę procesu produkcyjnego, wzorcowania i konserwacji;
- wymagania dotyczące transportowania i magazynowania mieszanek, jeśli jest to istotne;
- sprawdzenie, wzorcowanie i kontrolę sprzętu pomiarowego używanego w procesie produkcyjnym i sprzętu badawczego w laboratorium;
- procedury postępowania z mieszankami niezgodnymi.

4.2.3. Organizacja

4.2.3.1. Odpowiedzialność i uprawnienia

W księdze jakości powinna być zdefiniowana odpowiedzialność, uprawnienia oraz wewnętrzne relacje personelu zajmującego się kierowaniem, produkcją oraz kontrolą, w szczególności personelu posiadającego uprawnienia do identyfikowania, rejestrowania i usuwania wszystkich niezgodności związanych z jakością mieszanki.

4.2.3.2. Przedstawiciel kierownictwa

Aby zapewnić właściwe wdrażanie wymagań zawartych w księdze jakości producent powinien wyznaczyć osobę odpowiedzialną, z odpowiednimi uprawnieniami, wiedzą i doświadczeniem.

4.2.3.3. Wewnętrzne audyty jakości

Producent powinien przeprowadzać wewnętrzne audyty jakości w celu zweryfikowania zgodności i skuteczności działania systemu jakości. Audyty powinny być planowane w zależności od statusu i znaczenia działalności. Audyty i działania korygujące, które z niego wynikają, powinny być przeprowadzone według udokumentowanych procedur. Wyniki auditów jakości powinny być udokumentowane i przekazane do wiadomości personelowi odpowiedzialnemu za auditowany obszar. Personel kierowniczy odpowiedzialny za ten obszar powinien we właściwym czasie przedsięwziąć działania korygujące w celu usunięcia wad, stwierdzonych podczas auditu i przechowywać zapisy o podjętych działaniach korygujących.

4.2.3.4. Ocena przez kierownictwo

Kierownictwo powinno przeprowadzać w odpowiednich odstępach czasu ocenę systemu jakości produkcji w celu zapewnienia stałej jego przydatności i skuteczności. Zapisy takich ocen należy przechowywać.

4.2.3.5. Usługi podwykonawców

W przypadku usług zleczanych podwykonawcom należy ustalić zasady kontroli.

4.2.3.6. Zapisy

System kontroli produkcji powinien zawierać stosowną dokumentację procedur i instrukcji. Planowana przez producenta częstość wykonywania badań oraz inspekcji powinny być udokumentowane a rezultaty badań i inspekcji zarejestrowane.

Miejsce pobierania próbek, data i czas, a także szczegółowe wyniki badań mieszanek i składników powinny być rejestrowane razem z innymi istotnymi informacjami.

Jeżeli badane składniki lub mieszanka nie spełniają wymagań określonej specyfikacji i niniejszej normy, należy zachować zapisy mówiące o przeprowadzonych działaniach korygujących zapewniających, że jakość mieszanki jest zachowana.

Zapisy powinny być przechowywane w taki sposób, aby były łatwo dostępne, zwykle przez okres trzech lat lub dłużej, jeśli wymaga tego prawo.

4.2.3.7. Szkolenia

Producent powinien ustalić procedurę dotyczącą szkolenia pracowników odpowiedzialnych za jakość produkowanych mieszanek. Kwalifikacje personelu odpowiedzialnego za przydzielone im zadania powinny się podnosić poprzez szkolenia i zdobywanie doświadczenia. Należy prowadzić zapisy dotyczące szkoleń.

4.2.4. Procedury kontrolne

4.2.4.1. Zarządzanie produkcją

System kontroli produkcji powinien uwzględniać:

- k) skład produkowanej mieszanki,
- l) procedury korygowania składu mieszanki,
- m) procedury zapewniające zgodność składników mieszanki z wymaganiami,
- n) procedury zapewniające zachowanie ustalonego składu, jednorodności i konsystencji mieszanki przy zastosowaniu określonego sprzętu produkcyjnego i sprzętu do magazynowania mieszanki;
- o) procedury dla:
- p) wzorcowania, konserwacji i ustawiania sprzętu produkcyjnego i badawczego;
- q) pobierania próbek składników i mieszanek;
- r) zapisu danych w trakcie procesu produkcyjnego;
- s) regulowania produkcji ze względu na warunki atmosferyczne;
- t) instrukcje identyfikacji mieszanki aż do miejsca dostarczenia, ze względu na pochodzenie i typ.

4.2.4.2. Skład mieszanki

Skład mieszanki powinien być ustalony na podstawie procedury laboratoryjnego projektowania mieszanki, wprowadzonej w celu zapewnienia zgodności mieszanki z wymaganiami niniejszej normy.

W stosownych przypadkach, skład produkowanej mieszanki będzie zawarty w katalogu składów mieszanek i przyjmowany jako wzorcowy lub docelowy.

W przypadku znaczących zmian składników, skład mieszanki należy przeprojektować i cyklicznie kontrolować w celu zapewnienia zgodności mieszanki z wymaganiami, uwzględniając wszelkie zmiany właściwości składników.

4.2.4.3. Składniki

Dokumentacja produkcji powinna zawierać szczegóły dotyczące źródła pochodzenia oraz rodzaju każdego składnika użytego do produkcji mieszanki, która może być zastosowana na budowie.

Należy zapewnić odpowiedni zapas składników, aby zagwarantować utrzymanie zaplanowanej wielkości produkcji i dostawy.

Wymagania zamawianych składników powinny być określone i przedstawione dostawcom pisemnie na zamówieniu.

Procedury nadzoru powinny obejmować kontrolę składników pod względem zgodności z żadaną jakością.

Składniki powinny być transportowane i składowane w sposób uniemożliwiający zanieczyszczenie, pogorszenie właściwości lub mieszanie się, mogące mieć negatywny wpływ na ich jakość.

4.2.4.4. Kontrola przebiegu produkcji

Księga jakości powinna zawierać:

- opis sprzętu i jego instalacji;
- opis przepływu składników i procesów jakim są poddawane, przedstawiony najlepiej w formie schematu technologicznego; harmonogram nadzoru procesu produkcyjnego (systemy ręczne lub automatyczne), zawierający zapisy dotyczące sprawdzeń charakterystyk urządzeń ze względu na zadeklarowane odchylenia graniczne.

4.2.4.5. Inspekcja, wzorcowanie i kontrola urządzeń produkcyjnych

Księga jakości powinna zawierać informacje dotyczące sprzętu pomiarowego wymagającego wzorcowania wraz z określeniem częstotliwości tego wzorcowania.

Księga jakości powinna zawierać procedury wzorcowania wraz z dopuszczalnymi dokładnościami sprzętu pozostającego w użyciu oraz podawać wymaganą dokładność wszystkich wzorcowań.

Sprzęt powinien być odpowiednio utrzymywany w celu zapewnienia produkcji mieszanki o wymaganych właściwościach.

4.2.4.6. Załadunek i dostawa

Księga jakości powinna zawierać procedury zapewniające zminimalizowanie degradacji i segregacji mieszanki oraz utrzymanie odpowiedniej zawartości wody w określonym przedziale czasowym podczas załadunku i dostawy mieszanki.

W miejscu dostawy, mieszanka powinny być możliwa do zidentyfikowania i stwierdzenia zgodności z danymi z produkcji. Producent powinien prowadzić zapisy istotnych danych związanych z produkcją, które, jeśli to stosowne, mogą być podane w dokumencie dostawy.

W księdze jakości producent powinien opisać właściwości każdego z systemów magazynowania mieszanek i ustalić ich wykorzystanie. Producent powinien zapewnić poprzez sprawdzania, kontrole i zapisy, że systemy funkcjonują poprawnie i zapewniają przydatność użytkową mieszanek.

4.2.5. Kontrola oraz badania składników i mieszanki podczas produkcji

4.2.5.1. Postanowienia ogólne

W momencie rozpoczęcia produkcji należy ocenić jednorodność mieszanki z uwzględnieniem wymagań, typu i jakości wytwórni oraz jakości i jednorodności składników mieszanki. Powyższe można oszacować na podstawie doświadczeń uzyskanych w trakcie wcześniejszej produkcji lub przeprowadzając odpowiednie badania.

Księga jakości produkcji powinna określać częstość badań/sprawdzeń/kontroli prowadzonych w trakcie produkcji. Producent powinien opracować harmonogram zawierający:

- częstość wykonywania badań bieżących w zależności od rzeczywistego czasu produkcji każdej mieszanki,
- częstość wykonywania badań w przypadku prowadzenia automatycznego nadzoru i kontroli produkcji,
- statystyczne metody analizy wyników badań.

W księdze jakości produkcji należy określić zasady zmiany częstości wykonywania badań i analiz.

UWAGA Jeżeli założono, powinno być brane pod uwagę długoterminowe doświadczenie co do zgodności ustalonych właściwości oraz określonych mieszanek z ustalonym oznakowaniem zgodności.

4.2.5.2. Właściwości wymagające kontroli w trakcie produkcji

Kontrola może obejmować:

- właściwości składników z uwzględnieniem zawartości wody (przed produkcją),
- dozowanie składników z uwzględnieniem dodanej wody,
- uziarnienie wytworzonej mieszanki,
- zawartość wody w wytworzonej mieszance.

Gotowa mieszanka powinna spełniać wymagania mieszanki docelowej.

4.2.5.3. Częstość pobierania próbek

Podczas regularnej produkcji mieszanki częstość pobierania próbek może być następująca:

- w przypadku wytwórni z walidowanym i przyjętym systemem automatycznej kontroli i zbierania danych, komputerowo określającym skład dla każdej ciężarówki lub partii, należy pobrać jedną próbkę z każdych 2 000 ton lub 1 000 m³ lub jedna dziennie w przypadku mniejszych ilości.
- w przypadku innych wytwórni lub produkcji, należy pobrać jedną próbkę z każdych 300 ton lub 150 m³, lecz nie mniej niż jedną próbkę dziennie.
- alternatywnie i niezależnie od typu wytwórni, częstość pobierania próbek jest bardziej powiązana z czasem niż z ilością, dlatego też należy pobrać minimum jedną próbkę na tydzień lub jedną próbkę dziennie w zależności od właściwości która ma być oznaczona.

W przypadku sporadycznej produkcji standardowej mieszanki, wyprodukowaną partię należy ocenić w ten sam sposób co wcześniej wyprodukowaną partię przyjmując te same lub zbliżone kryteria. Częstość pobierania próbek może być zmieniona dla potrzeb zawartego kontraktu z uwzględnieniem wymagań co do ogólnej jakości produkcji.

4.2.6 Urządzenia kontrolno-pomiarowe do inspekcji i badań

4.2.6.1. Postanowienia ogólne

Wymaga się, aby były do dyspozycji wszystkie urządzenia, sprzęt i personel, które są niezbędne do przeprowadzenia wymaganych inspekcji i badań.

Badania powinny być przeprowadzane zwykle według metod badań podanych we właściwych dokumentach.

Mogą być także zastosowane inne metody badań, o ile pomiędzy wynikami tych metod badań ustalono korelację z wynikami uzyskanymi metodą wzorcową (referencyjną), albo ustalono między nimi ścisłe zależności.

4.2.6.2. Urządzenia kontrolno-pomiarowe

Odpowiedzialność za kontrolę, wzorcowanie i konserwację sprzętu i urządzeń do inspekcji, pomiarów i badań spoczywa na producencie.

4.2.6.3. Urządzenia kontrolno-pomiarowe w procesie produkcyjnym

Wszystkie fazy procesu, w których wymagane jest zastosowanie urządzeń pomiarowych, powinny być wyszczególnione w księdze jakości.

W księdze jakości należy także wskazać, czy kontrole będą prowadzone automatycznie czy ręcznie. Należy opisać, jak powinny być utrzymywane i jak wzorcowane urządzenia.

4.2.6.4. Urządzenia kontrolno-pomiarowe w laboratorium

Urządzenia powinny mieć znany stan wzorcowania i znaną dokładność odpowiadającą wymaganym możliwościom pomiarowym.

Należy wziąć pod uwagę:

- dokładność i częstotliwość wzorcowania, które powinny być zgodne z właściwymi normami metod badań,
- zastosowanie urządzeń według udokumentowanych procedur,
- jednoznaczne oznakowanie urządzeń i zachowywanie zapisów wzorcowania,
- prowadzenie zapisów z wzorcowań.

4.2.7. Niezgodność

4.2.7.1. Postanowienia ogólne

Niezgodność może się pojawić w następujących etapach:

- dostawa składników,
- magazynowanie składników,
- produkcja mieszanki,
- magazynowanie, załadunek i dostawa mieszanki, jeżeli występują.

W przypadku pojawienia się niezgodności co do składników, produkcji lub mieszanki, należy przeprowadzić działania mające na celu określenie przyczyn powstania niezgodności i przeprowadzić działania korygujące zgodne z procedurami księgi jakości zapobiegające powtórnemu wystąpieniu niezgodności.

4.2.7.2. Niezgodność składników

W przypadku niezgodności składników, działania korygujące mogą polegać na:

- przeklasyfikowaniu składnika,
- przetworzeniu,
- modyfikacji procedury kontrolnej uwzględniającej niezgodność składnika,

- odrzuceniu i pozbyciu się niezgodnego składnika.

4.2.7.3. Niezgodność mieszanki

Należy ocenić niezgodność mieszanki i podjąć odpowiednie działania.

Księga jakości powinna określać sposób działania w przypadku pojawienia się niezgodności wyrobu, jak również powinna określać warunki, w których klient zostanie poinformowany o wynikach niezgodności.

Działania te mogą obejmować:

- działania korygujące (np. modyfikację mieszanki i/lub regulację sprzętu),
- akceptację mieszanki poprzez zgodę klienta na przyjęcie mieszanki niezgodnej,
- jeżeli wyprodukowano mieszankę niezgodną, może ona zostać przekazana innemu klientowi,
- odrzucenie mieszanki.

4.2.8. Dopuszczalne tolerancje odchyłek produkcji

Mieszanka standardowa wg p. 2.8. powinna być kontrolowana na wytwórni mieszanek związanych żuzłem w zakresie uziarnienia. Uziarnienie mieszanki należy kontrolować uwzględniając uziarnienie kruszywa i zawartość spoiwa.

Dopuszczalne tolerancje podczas produkcji mieszanki związanej żuzłem od mieszanki zaprojektowanej przedstawia tablica 16.

Tablica 16. Dopuszczalne tolerancje podczas produkcji mieszanki związanej żuzłem od mieszanki zaprojektowanej

Sito, mm	Dopuszczalne tolerancje, % m/m
D	±5
D/2	±20
0,063	±4

4.3. Oznaczenie, opis i znakowanie

Mieszanki związane żuzłem powinny być zidentyfikowane przez następujące dane.

Oznaczenie:

- kod mieszanki nadany przez producenta
- powołanie na normę PN-EN 14227-2
- pochozenie mieszanki, nazwa producenta i/lub miejsce wytwarzania
- typ i charakterystyka mieszanki związanej żuzłem (np. mieszanka związana żuzłem B2 0/22,4 CBR 30/35)

Opis:

- opis składników
- procentowa zawartość składników mieszanki (% masy)
- metoda formowania i sposób pielęgnacji próbek

- d) gęstość mieszanki w stanie suchym
- e) wyniki badań wytrzymałościowych przeprowadzonych w laboratorium
- f) inne dane deklарowane

List przewozowy powinien zawierać co najmniej:

- a) oznaczenie
- b) datę wysłania
- c) ilość materiału
- d) numer seryjny listu

5. Ustalenia formalne

Niniejsze Wymagania Techniczne do normy PN-EN 14227-2 „Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Część 2: Mieszanki związane żużlem” nie stanowią przepisu techniczno-budowlanego w rozumieniu prawa.

**WYMAGANIA TECHNICZNE
DO NORM PN-EN 14227-3 i PN-EN 14227-4**

**Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym.
Mieszanki z popiołem lotnym.**

WT MZw-PL 2008

Warszawa, listopad 2008

Spis treści:

str.

Wprowadzenie	4
Definicje	6
Symbole i skróty	8
Powołania normatywne	9
1. Wymagania wobec materiałów	10
1.1. Kruszywa.....	10
1.2. Popioły lotne	12
1.2.1. Krzemionkowe popioły lotne	12
1.2.1.1. Uziarnienie	12
1.2.1.2. Strata przy prażeniu.....	13
1.2.1.3. Bezwodnik siarkowy (trójtlenek siarki)	13
1.2.1.4. Wolny tlenek wapnia i stałość objętości	13
1.2.1.5. Zawartość wody	13
1.2.1.6. Aktywność pucolanowa krzemionkowych popiołów lotnych	13
1.2.2. Wapienne popioły lotne	14
1.2.2.1. Uziarnienie	14
1.2.2.2. Stałość objętości	14
1.2.2.3. Reaktywny tlenek wapnia	14
1.2.2.4. Zawartość wody	14
1.2.2.5. Aktywność hydrauliczna wapiennych popiołów lotnych.....	14
1.3. Wapno	14
1.4. Cement	14
1.5. Gips	15
1.6. Granulowany żużel wielkopiecowy	15
1.7. Inne składniki	15
1.8. Woda	15
2. Specyfikacja mieszanek	15
2.1. Przeznaczenie	15
2.2. Projektowanie mieszanek	16
2.2.1. Mieszanka typu 1	16
2.2.2. Mieszanki typu 2	18
2.2.2.1. Mieszanki typu 2 0/22,4	18
2.2.2.2. Mieszanka typu 2 0/16	20
2.2.2.3. Mieszanka typu 2 0/11,2	21
2.2.3. Mieszanka typu 3	23
2.2.4. Mieszanka typu 4	23
2.2.5. Mieszanka typu 5	23
2.3. Zawartość popiołu lotnego	24
2.4. Zawartość wody	24
2.5. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek	24
2.6. Badanie wytrzymałości na ściskanie	25
2.6.1. Badanie.....	25

2.6.2. Klasyfikacja wyniku.....	25
2.7. Badanie mrozoodporności.....	26
2.8. Natychmiastowy wskaźnik nośności.....	26
2.9. Szczelność mieszanki.....	27
3. Wymagania wobec mieszanek.....	28
3.1. Postanowienia ogólne.....	28
3.2. Mieszanka typu 1	28
3.3. Mieszanki typu 2	29
3.4. Mieszanka typu 3	30
3.5. Mieszanka typu 4	31
3.6. Mieszanka typu 5	32
3.7. Przeciwdziałanie spękaniom odbitym.....	32
4. Kontrola produkcji	33
4.1. System oceny zgodności	33
4.2. Kontrola produkcji mieszanek związanych popiołem lotnym	33
4.2.1. Postanowienia ogólne.....	33
4.2.2. Księga jakości	33
4.2.3. Organizacja.....	33
4.2.4. Procedury kontrolne	35
4.2.5. Kontrola oraz badania składników i mieszanki podczas produkcji	36
4.2.6. Urządzenia kontrolno-pomiarowe do inspekcji i badań.....	37
4.2.7. Niezgodność	38
4.2.8. Dopuszczalne tolerancje odchyłek produkcji.....	39
4.2.9. Oznaczenie, opis i znakowanie	39
4.3. Kontrola popiołów lotnych.....	40
4.3.1. Częstość badań	40
4.3.2. Znakowanie i oznaczenie	40
5. Ustalenia formalne	41

Wprowadzenie

Europejska norma EN 14227-3, została zatwierdzona jako Polska Norma PN-EN 14227-3 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Część 2: Mieszanki związane popiołem lotnym.

Norma PN-EN 14227-3 określa klasyfikację wymagań technicznych wobec mieszanek związanych popiołem lotnym, wytworzonych z zastosowaniem kruszywa naturalnego, sztucznego lub z recyklingu, w których spoiwem są popioły lotne. Mieszanki te są przeznaczone do budowy i utrzymania dróg, lotnisk oraz innych powierzchni przeznaczonych do ruchu pojazdów.

Niniejsze Wymagania Techniczne do normy PN-EN 14227-3 dotyczą mieszanek związanych popiołami lotnymi krzemionkowymi i wapiennymi wg PN-EN 14227-4. Kiedy popioły lotne stanowią część cementu wg PN-EN 197-1 lub hydraulicznego spoiwa drogowego wg ENV 13282 wtedy należy zastosować odpowiednio Krajowy Dokument Aplikacyjny do PN-EN 14227-1 lub PN-EN 14227-5.

Norma PN-EN 14227-3 jest normą klasyfikacyjną, nieokreślającą wymagań wobec mieszanek związanych popiołem lotnym do konkretnych zastosowań, lecz wymieniającą jedynie szereg właściwości służących do oceny jakości wyrobu (mieszanki) oraz podającą szereg kategorii (poziomów) tych właściwości.

Wprowadzenie postanowień normy PN-EN 14227-3 do praktycznego stosowania wymaga przygotowania odpowiednich przepisów technicznych, aplikujących jej postanowienia do przepisów i potrzeb naszego kraju. Takim dokumentem są niniejsze Wymagania Techniczne oznaczone jako: **WT MZw-PL 2008**.

Niniejsze Wymagania Techniczne składają się z następujących części:

- Część 1 zawiera wymagania wobec materiałów, szczególnie wybrane z normy PN-EN 13242 właściwości kruszyw (poziomy wymagań oznaczone jako kategorie), które powinny być stosowane w Polsce. Wyboru dokonano, uwzględniając dotychczas stosowane w Polsce wymagania wobec kruszyw i wypełniaczy, wzorując się również częściowo na wymaganiach zawartych w innych europejskich dokumentach aplikacyjnych. W części tej znajdują się także wymagania wobec popiołów lotnych wg PN-EN 14227-4.
- Część 2 zawiera wskazówki i wymagania dotyczące projektowania mieszanek związanych popiołem lotnym do warstw nawierzchni.
- Część 3 zawiera wymagania wobec właściwości użytkowych mieszanek związanych popiołem lotnym.
- Część 4 obejmuje opis Kontroli Produkcji mieszanek wg PN-EN 14227-3.

Niniejsze Wymagania Techniczne (zwane dalej w skrócie **WT MZw-PL 2008**) adaptują postanowienia norm PN-EN 14227-3 oraz PN-EN 14227-4 do warunków krajowych.

W **WT MZw-PL 2008** przyjęto zasady:

- stosowania terminologii, zgodnej z dotychczasową praktyką i literaturą techniczną,
- stosowania metodyki badawczej zgodnej z dotychczas stosowaną w kraju lub najbardziej zbliżoną do niej.

Definicje

Mieszanka związana hydraulicznie - oznacza

mieszankę, w której następuje wiązanie i twardnienie na skutek reakcji hydraulicznych.

Mieszanka z popiołem lotnym - oznacza

mieszankę składającą się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, popiołu lotnego wapiennego lub krzemionkowego i wody, utwardzaną przez reakcję hydrauliczną.

Popiół lotny - oznacza

drobny proszek powstały w wyniku spalania w elektrowniach energetycznych pyłu węglowego lub lignitu, uzyskany w trakcie mechanicznego lub elektrostatycznego procesu wytrącania.

Krzemionkowy popiół lotny (glinowo-krzemianowy popiół lotny) - oznacza

popiół lotny, w którym podstawowymi składnikami chemicznymi są krzemiany, gliniany i tlenki żelaza wyrażone jako SiO_2 , Al_2O_3 i Fe_2O_3 , charakteryzujące się właściwościami hydraulicznymi i pucolanowymi. Popiół lotny krzemionkowy może być składowany, dostarczany i używany zarówno w warunkach mokrych jak i suchych.

Wapienny popiół lotny (siarczanowo-wapienny popiół lotny) - oznacza

popiół lotny, w którym podstawowymi składnikami chemicznymi są krzemiany, gliniany, tlenki wapna i siarczany, wyrażone jako SiO_2 , Al_2O_3 , CaO i SO_3 , charakteryzujące się właściwościami hydraulicznymi i pucolanowymi. Popiół lotny wapienny może być składowany i dostarczany w warunkach suchych.

Materiał pucolanowy - oznacza

materiał, który zmieszany z wapnem [$\text{Ca}(\text{OH})_2$ lub CaO] w obecności wody wiąże i twardnieje, tworząc stabilne i trwałe struktury.

Materiał hydrauliczny - oznacza

materiał, który wiąże i twardnieje w obecności wody, tworząc stabilne i trwałe struktury.

Suche popioły lotne - oznacza

popioły lotne z zawartością wody poniżej 1,0% m/m. Suche popioły lotne zazwyczaj dostarczane bezpośrednio z suchych magazynów.

Wskaźnik smukłości (ang. *slenderness ratio*) - oznacza

stosunek wysokości do średnicy próbki.

Szczelność (ang. *compacity*) - oznacza

stosunek objętości ziaren do objętości mieszanki zawierającej ziarna i wolne przestrzenie między nimi. Szczelność oblicza się ze stosunku maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu mieszanki (ρ_d wg PN-EN 13286-2 zmodyfikowana metoda Proctora) do gęstości objętościowej ziaren mieszanki (ρ_p wg PN-EN 1097-6 załącznik A).

Kategoria - oznacza

charakterystyczny poziom właściwości kruszywa lub mieszanki z popiołem lotnym, wyrażony jako przedział wartości lub wartość graniczna. Nie ma zależności pomiędzy kategoriami różnych właściwości. Właściwości oznaczone symbolem kategorii NR oznaczają brak konieczności badania danej cechy.

Partia - oznacza

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

Podłoże ulepszone z mieszanki z hydraulicznie - oznacza

warstwę zawierającą kruszywo naturalne lub sztuczne albo z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniającą umożliwienie ruchu technologicznego i właściwego wykonania nawierzchni. Do warstwy podłoża ulepszonych zaliczamy także warstwę mrozochronną, odsączającą, wzmacniającą i wzmacnianą, które powinny spełniać dodatkowe wymagania.

Podbudowa pomocnicza z mieszanki z hydraulicznie - oznacza

warstwę zawierającą kruszywo naturalne lub sztuczne lub z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniającą przenoszenie obciążeń z warstwy podbudowy zasadniczej na warstwę podłoża ulepszonych. Podbudowa pomocnicza może składać się z kilku warstw o różnych właściwościach.

Podbudowa zasadnicza z mieszanki z hydraulicznie - oznacza

warstwę zawierającą kruszywo naturalne lub sztuczne lub z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniającą przenoszenie obciążeń z warstw jezdnych na warstwę podbudowy pomocniczej.

Układ warstw w konstrukcji nawierzchni drogowej, podatnej i sztywnej przedstawia rys. 1.

warstwa ścieralna		nawierzchnia
warstwa wiążąca		
podbudowa zasadnicza	podbudowa	
podbudowa pomocnicza		
podłoże ulepszone (warstwa mrozochronna, odsączająca, odcinająca, wzmacniająca)		podłoże
podłoże gruntowe		

a) podatna i półsztywna

warstwa ścieralna		nawierzchnia
podbudowa zasadnicza	podbudowa	
podbudowa pomocnicza		
podłoże ulepszone (warstwa mrozochronna, odsączająca, odcinająca, wzmacniająca)		podłoże
podłoże gruntowe		

b) sztywna

Rys.1. Układ warstw w konstrukcji nawierzchni drogowej

Symbole i skróty

W niniejszym dokumencie stosuje się następujące symbole i skróty:

R_c	wytrzymałość na ściskanie, w megapaskalach (MPa)
R_c^{z-0}	wytrzymałość na ściskanie po cyklach zamrażania, w megapaskalach (MPa)
R_t	wytrzymałość na rozciąganie bezpośrednie, w megapaskalach (MPa)
R_{it}	wytrzymałość na rozciąganie pośrednie, w megapaskalach (MPa)
E	moduł sprężystości, w megapaskalach (MPa)

E_c	E określony w ściskaniu, w megapaskalach (MPa)
E_t	E określony w rozciąganiu natychmiastowym, w megapaskalach (MPa)
E_{II}	E określony w rozciąganiu pośrednim, w megapaskalach (MPa)
% m/m	procent masy

Powołania normatywne

PN-EN 196-6 *Metody badania cementu -- Oznaczanie stopnia zmielenia*

PN-EN 197-1 *Popioły lotne -- Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku*

PN-EN 933-1 *Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie składu ziarnowego -- Metoda przesiewania*

PN-EN 934-2 *Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu -- Domieszki do betonu -- Definicje i wymagania*

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 1097-6, *Badanie mechanicznych i fizycznych cech kruszywa - Część 6: Określenie gęstości właściwej i nasiąkliwości.*

PN-EN 1097-7, *Badanie mechanicznych i fizycznych cech kruszywa - Część 7: Określenie gęstości właściwej wypełniacza – Metoda piknometryczna.*

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

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

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

PN-EN 13286-41 – *Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Część 41: Metoda badań dla określenia wytrzymałości na ściskanie mieszanek mineralnych związanych spoiwami hydraulicznymi.*

PN-EN 13286-50 - *Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Metody sporządzenia próbek badawczych – Część 50: Sporządzanie próbek stosując sprzęt Proctora lub zagęszczenie na stole wibracyjnym.*

PN-EN 14227-11 - *Mieszanki związane hydraulicznie – Specyfikacje -Część 11: Grunty stabilizowane wapnem.*

ENV 13282, *Hydraulic road binders — Composition, specifications and conformity criteria.*

1. Wymagania wobec materiałów

Materiały stosowane do wytwarzania mieszanek związanych popiołem lotnym powinny spełniać wymagania dotyczące określonych właściwości.

1.1. Kruszywa

Wymagania wobec kruszywa oparte są na specyfikacji zgodnej z normą PN-EN 13242.

Wymagania wobec kruszywa do warstw podbudowy i ulepszonego podłoża z mieszanek z popiołem lotnym przedstawia tablica 1.

Tablica 1.

	Właściwość	Deklarowane kategorie ¹⁾ lub wartości		Odniesienie do PN-EN 13242:2004
	Rozdział	w odniesieniu do zastosowania kruszywa do warstwy:		
		z warstwy podbudowy pomocniczej i ulepszonego podłoża	z warstwy podbudowy zasadniczej	
		wszystkie kategorie ruchu (KR1-KR6)	wszystkie kategorie ruchu (KR1-KR6)	
4.1	Fracje/zestaw sit #	0, 1, 2, 4, 5,6; 8, 11,2; 16, 22,4; 31,5; 45, 63, i 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1)		Tabl. 1
		wszystkie frakcje dozwolone	wszystkie frakcje dozwolone	
4.3.1	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	GC80/20, GF80, GA75	GC80/20, GF80, GA75	Tabl. 2
4.3.2	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	GT _C NR	GT _C NR	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	Tabl. 4
4.4	Kształt kruszywa grubego- maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4	FI Deklarowana	FI50	Tabl.5.
4.4	Kształt kruszywa grubego- maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4	SI Deklarowana	SI50	Tabl. 6.
4.5	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierz. przekrusz. lub łamanych oraz ziaren całkowicie	C _{NR}	C _{NR}	Tabl. 7.

rukn
cipilli?

	zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5			
4.6	Zawartość pyłów ^{*)} w kruszywie grubym wg PN-EN 933-1	$f_{\text{deklarowana}}$	$f_{\text{deklarowana}}$	Tabl. 8
4.6	Zawartość pyłów ^{*)} w kruszywie drobnym wg PN-EN 933-1	$f_{\text{deklarowana}}$	$f_{\text{deklarowana}}$	Tabl. 8
4.7	Jakość pyłów	Brak wymagań	Brak wymagań	
5.2	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-1	LA_{60}	LA_{50}	Tabl. 9
5.3	Odporność na ścieranie wg PN-EN 1097-1	M_{DENR}	M_{DENR}	Tabl. 11
5.4	Gęstość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	Deklarowana	
5.5	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	Deklarowana	
6.2	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam. AS0,2 - Popioły lotne kawałkowy wielkopiecowy.:AS1,0	- Kruszywo kam. AS0,2 - Popioły lotne kawałkowy wielkopiecowy.:AS1,0	Tabl. 12
6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam.:SNR; - Popioły lotne kawałkowy wielkopiecowy: S ₂	- Kruszywo kam.:SNR; - Popioły lotne kawałkowy wielkopiecowy: S ₂	Tabl. 13
6.4.1	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie	deklarowana	deklarowana	
6.4.2.1	Stałość objętości żuźla stałowniczego wg PN-EN 1744-1:1998. rozdział 19.3	V_5	V_5	Tabl. 14
6.4.2.2	Rozpad krzemianowy w żuźlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.1	Brak rozpadu	Brak rozpadu	
6.4.2.3	Rozpad żelazawy w żuźlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.2	Brak rozpadu	Brak rozpadu	
6.4.3	Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3	Brak substancji szkodliwych dla środowiska wg odrębnych przepisów	Brak substancji szkodliwych dla środowiska wg odrębnych przepisów	
6.4.4	Zanieczyszczenia	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy	
7.2	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN	SB_{LA}	SB_{LA}	

	1367-3, wg PN-EN 1097-2			
7.3.2	Nasiąkliwość jako wskaźnik mrozoodporności wg PN-EN 1097-6:2000, rozdział 7 (Jeśli kruszywo nie spełni warunku WA_{242} , to należy zbadać jego mrozoodporność wg p.7.3.3. tablicy 1.)	WA_{242}	WA_{242}	Tabl. 16.
7.3.3	Mrozoodporność na kruszywa frakcji 8/16 wg PN-EN 1367-1 (Badanie wykonywane tylko w przypadku, gdy nasiąkliwość kruszywa przekracza WA_{242})	- skały magmowe i przeobrażone: F4 - skały osadowe: F10 - kruszywa z recyklingu: F10 (F25**)	F4	Tabl. 18
Załącznik C, pkt. C.3.4	Skład mineralogiczny	deklarowany	deklarowany	
Załącznik C, pkt. C.3.4	Istotne cechy środowiskowe	Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuję w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego. Jednak w odniesieniu do kruszyw sztucznych i odpadowych należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów		

*) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 2.3.1.

**) Pod warunkiem, gdy zawartość w mieszance nie przekracza 50% m/m

1.2. Popioły lotne

Skład chemiczny, charakteryzujący właściwości popiołu lotnego, powinien być wyrażany w procentach masowych składników w jego suchej masie, otrzymanej przez suszenie próbki laboratoryjnej w piecu wentylowanym w temperaturze $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ do uzyskania stałej masy i ochłodzeniu w suchym powietrzu.

W przypadku suchych popiołów lotnych próbki powinny być pobierane i przygotowywane zgodnie z normą PN-EN 196-7. W przypadku wilgotnych popiołów lotnych próbki powinny być przygotowywane zgodnie z normą PN-EN 13286-1.

1.2.1. Krzemionkowe popioły lotne

1.2.1.1. Uziarnienie

Uziarnienie powinno być zgodne z tablicą 2.

Analiza składu ziarnowego powinna być wykonana zgodnie z normą PN-EN 451-2.

Tablica 2. Uziarnienie krzemionkowych popiołów lotnych

Sito	Procent przesianej masy
90 μm	≥ 70
45 μm	≥ 40

1.2.1.2. Strata przy prażeniu

Strata przy prażeniu oznaczana zgodnie z normą PN-EN 196-2 przy 1 godzinnym czasie prażenia lub inną, równoważną metodą nie powinna przekraczać 10% m/m. Celem tego wymagania jest ograniczenie pozostałości nie spalonego węgla w popiołach lotnych. Dlatego wystarczające jest pokazanie przez bezpośredni pomiar pozostałości nie spalonego węgla, którego wielkość powinna być mniejsza niż określona powyżej.

1.2.1.3. Bezwodnik siarkowy (trójtlenek siarki)

Zawartość trójtlenku siarki SO_3 , powinna być określona zgodnie z normą EN 196-2 i nie powinna być większa niż 4,0 % m/m.

1.2.1.4. Wolny tlenek wapnia i stałość objętości

Jeżeli, określona zgodnie z normą PN-EN 451-1, zawartość wolnego tlenku wapnia przekracza 1% m/m, stałość objętości powinna być mierzona zgodnie z PN-EN 196-3 a rozszerzalność nie powinna przekraczać 10 mm w mieszance popiołu lotnego i cementu o proporcjach 30:70.

1.2.1.5. Zawartość wody

Zawartość wody w suchych krzemionkowych popiołach lotnych nie powinna przekraczać 1,0% m/m. Krzemionkowe popioły lotne mogą być składowane, dostarczane i używane zarówno w mokrych jak i suchych warunkach

1.2.1.6. Aktywność pucolanowa krzemionkowych popiołów lotnych

Właściwość tę określa się w zależności od wymagań konkretnego zastosowania (miejsca użycia), a wynik powinien być deklarowany. Aktywność tą określa się na podstawie pomiarów wytrzymałości na ściskanie mieszanek wapna, popiołów lotnych i standardowego kruszywa w funkcji czasu. Do czasu określenia metody badania deklarowanie tej właściwości popiołu lotnego nie jest wymagane w Polsce.

1.2.2. Wapienne popioły lotne

1.2.2.1. Uziarnienie

Uziarnienie powinno być zgodne z tablicą 3. Przesiewanie powinno być wykonane zgodnie z normą EN 196-6, część 3.

Tablica 3. Uziarnienie wapiennych popiołów lotnych

Sito	Procent przesianej masy
315 μm	≥ 95
90 μm	≥ 70

1.2.2.2. Stałość objętości

Rozszerzalność wapiennych popiołów lotnych powinna być mniejsza niż 10 mm. Badanie należy wykonać zgodnie z PN-EN 196-3 na mieszance, w której 30% masy stanowią mielone popioły lotne a 70% cement porównawczy (CEM I 42,5 N).

1.2.2.3. Reaktywny tlenek wapnia

Całkowita zawartość reaktywnego tlenku wapnia określonego według EN 197-1 nie powinna być mniejsza niż 5% m/m.

1.2.2.4. Zawartość wody

Suchy wapienny popiół lotny nie powinien zawierać więcej niż 1% m/m wody. Wapienne popioły lotne powinny być magazynowane i dostarczane w warunkach suchych.

1.2.2.5. Aktywność hydrauliczna wapiennych popiołów lotnych

Właściwość tę określa się w zależności od wymagań konkretnego zastosowania (miejsca użycia), a wynik powinien być deklarowany. Aktywność tą określa się przez pomiar wytrzymałości na ściskanie mieszanek popiołu lotnego i standardowego kruszywa w funkcji czasu.

1.3. Wapno

Wapno palone (CaO) lub wapno hydratyzowane $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ powinno spełniać wymagania normy PN-EN 14227-11.

1.4. Cement

Cement powinien być zgodny z normą PN-EN 197-1.

1.5. Gips

Zawartość procentowa ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) powinna być większa od 90% m/m. Maksymalna wielkość ziarna nie powinna być większa od 5 mm.

Gips naturalny i sztuczny jest aktywatorem twardnienia. Jeśli składniki jak i mieszanka nie są znane lub nie zostały dokładnie zbadane, konieczne jest sprawdzenie rozszerzalności mieszanki zawierającej gips. Do oceny rozszerzalności należy zastosować metodę badania i kryterium jak w p. 1.2.2.2.

1.6. Granulowany żużel wielkopiecowy

Granulowany żużel wielkopiecowy powinien spełniać wymagania określone w Krajowym Dokumencie Aplikacyjnym do normy PN-EN 14227-2.

1.7. Inne składniki

Do polepszenia wiązania i procesu twardnienia mieszanki z popiołem lotnym mogą zostać użyte składniki zawierające chlorek wapniowy i węgiel sodowy.

1.8. Woda

Woda nie powinna zawierać składników niekorzystnie wpływających na efekt twardnienia i pogarszających właściwości mieszanki z popiołem lotnym.

2. Specyfikacja mieszanek

2.1. Przeznaczenie

Mieszanki związane popiołem lotnym mogą być stosowane do warstw ulepszonych podłoża i podbudowy pomocniczej nawierzchni drogowej przenoszących ruch kategorii od KR1 do KR6. Szczegółowe przeznaczenie przedstawia tablica 4.

Tablica 4. Przeznaczenie mieszanek związanych popiołem lotnym

Mieszanka	Warstwa podbudowy pomocniczej			Warstwa podbudowy zasadniczej			Warstwa ulepszonych podłoża
	KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6	KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6	KR1-KR6
Typ 1 0/31,5	+	+	+	+	+	+	+
Typ 2 0/22,4	+	+	+	+	+	+	+
Typ 2 0/16	+	+	+	+	+	+	+
Typ 2 0/11,2	+	+	+	+	+	+	+
Typ 3 0/11,2	-	-	-	-	-	-	+
Typ 4	±	±	±	±	±	±	±
Typ 5	±	±	±	-	-	-	±

Stosowanie mieszanek związanych popiołem lotnym do nawierzchni lotniskowych o różnym obciążeniu podlega decyzji projektanta.

2.2. Projektowanie mieszanek

Procedura projektowa powinna być oparta na próbach laboratoryjnych i/lub polowych przeprowadzonych na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach jak te, które będą zastosowane w określonej ilości wyrobu lub kontrakcie.

Do projektowania mieszanek stosuje się składniki wymienione w p. 1.

Określone w badaniu progowe ilości wody powinny uwzględniać właściwe zagęszczenie i oczekiwane parametry mechaniczne mieszanki. Należy określić procentowy udział składników w stosunku do całkowitej masy mieszanki w stanie suchym oraz uziarnienie i gęstość objętościową. Proporcje należy określić laboratoryjnie lub/i na podstawie praktycznych doświadczeń z mieszankami wykonywanymi z tych samych składników i w tych samych warunkach, spełniające wymagania niniejszego Krajowego Dokumentu Aplikacyjnego do normy PN-EN 14227-3.

Sprawdzenie uziarnienia mieszanki mineralnej należy wykonać zgodnie z metodą wg PN-EN 933-1. Do analizy stosuje się zestaw sit podstawowy +1, składający się z następujących sit o oczkach kwadratowych w mm: 0,063; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0; 4,0; 5,6; 8,0; 11,2; 16,0; 22,4; 31,5; 45,0; 63.

Zawartość popiołu lotnego w mieszance nie jest uwzględniana w uziarnieniu mieszanek podanych w punkcie 2.3. z wyjątkiem mieszanki typu 5.

2.2.1. Mieszanka typu 1

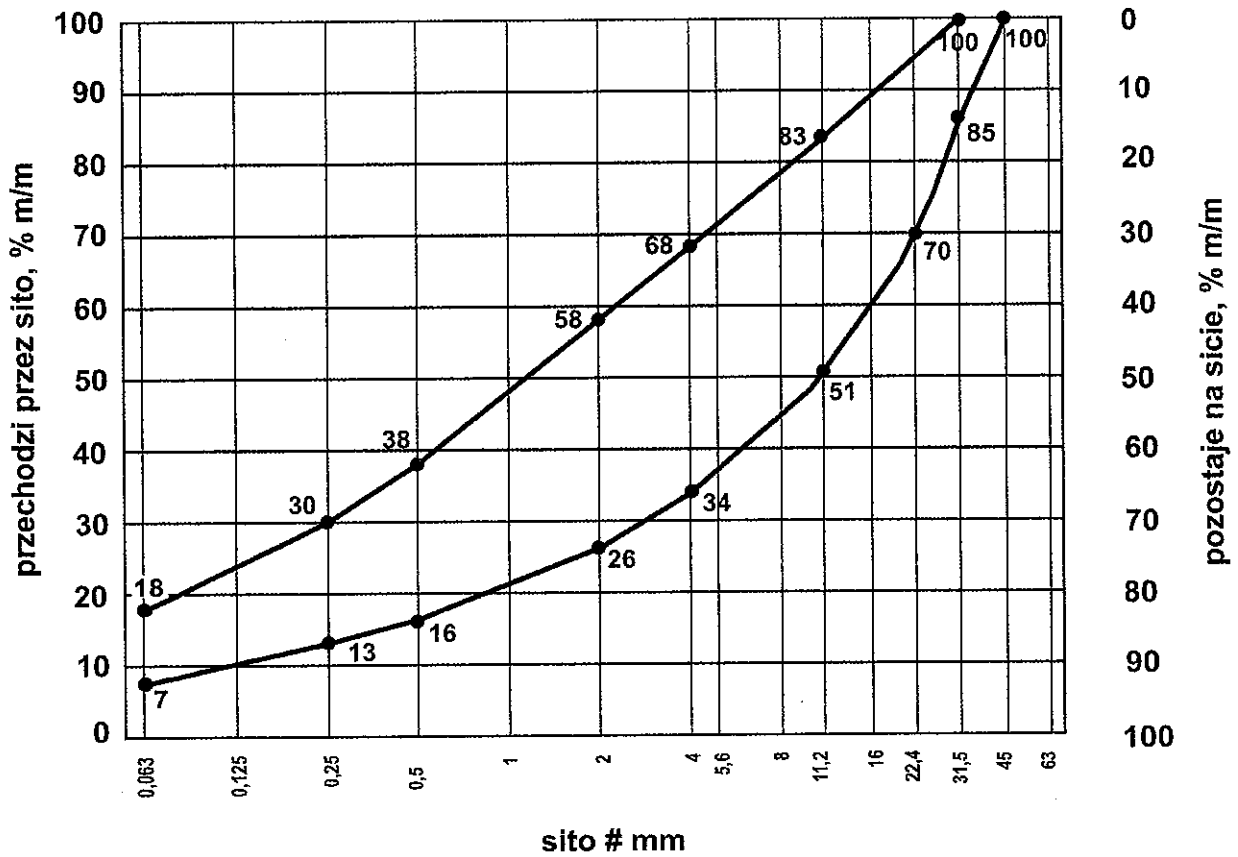
Mieszanka związana popiołem lotnym typu 1 powinna być mieszanką o uziarnieniu 0/31,5 mm.

Uziarnienie mieszanki typu 1, określone według normy EN 933-1, w zależności od rodzaju popiołu lotnego, powinno być zgodne z:

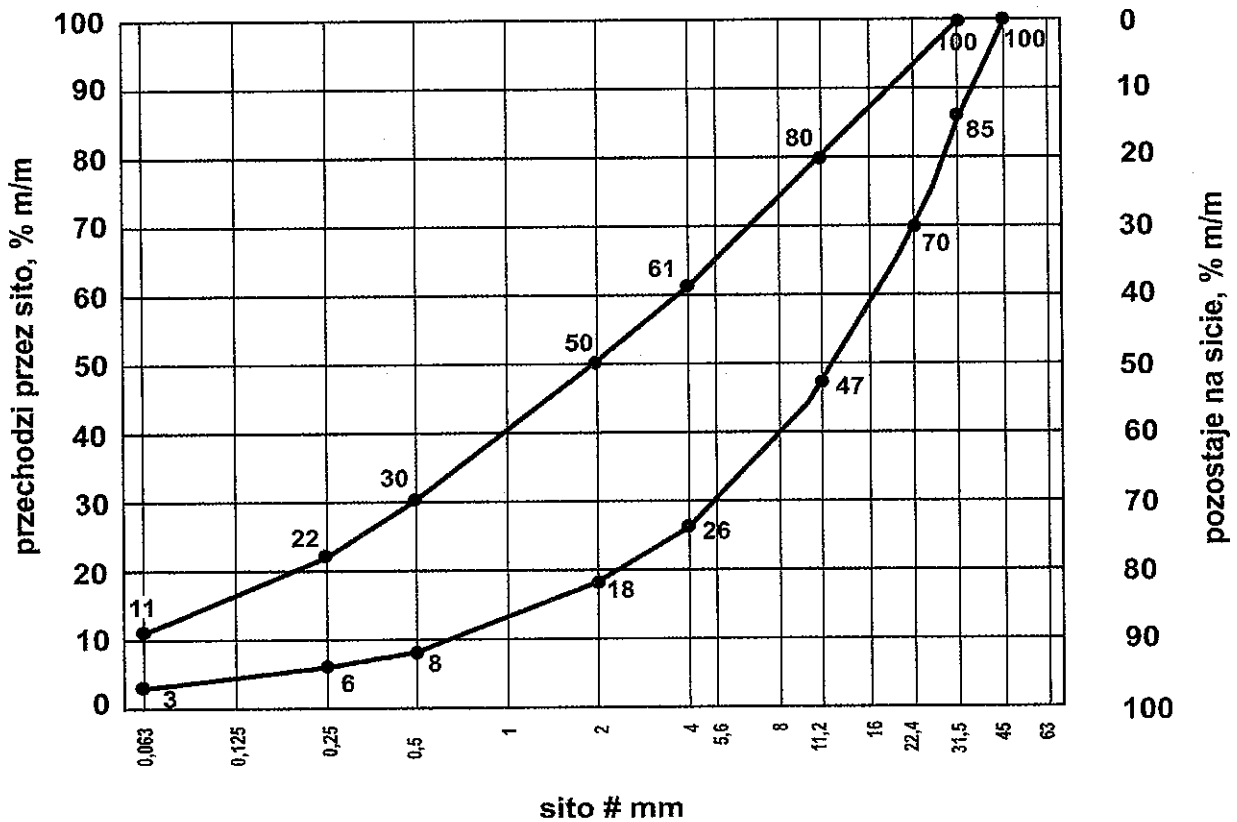
- rys. 2 w przypadku zastosowania krzemionkowego popiołu lotnego,
- rys. 3. w przypadku zastosowania wapiennego popiołu lotnego.

Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunku 2. lub 3.

Laboratoryjna ocena właściwości mechanicznych mieszanki powinna opierać się na badaniu wytrzymałości na ściskanie, na podstawie klasyfikacji podanej w tablicy 7. Wymagania wobec mieszanek typu 1 przedstawia tablica 10.



Rys. 2. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki typu 1 0/31,5 z krzemionkowym popiołem lotnym



Rys. 3. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki typu 1 0/31,5 z wapiennym popiołem lotnym

2.2.2. Mieszanki typu 2

Mieszanka związana popiołem lotnym typu 2 powinna składać się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, gdzie popioły lotne stanowią część spoiwa. Mieszanka związana popiołem lotnym typu 2 powinna być mieszanką spełniającą wymaganie szczelności.

Mieszanka typu 2 powinna być wybrana spośród podtypów: 2-0/22,4; 2-0/16; 2-0/11,2, opisanych w p. 2.2.2.1.+2.2.2.3.

Wymagania wobec mieszanek typu 2 przedstawia tablica 11.

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki typu 2, określone według normy EN 933-1 powinno być zgodne z tablicą 5.

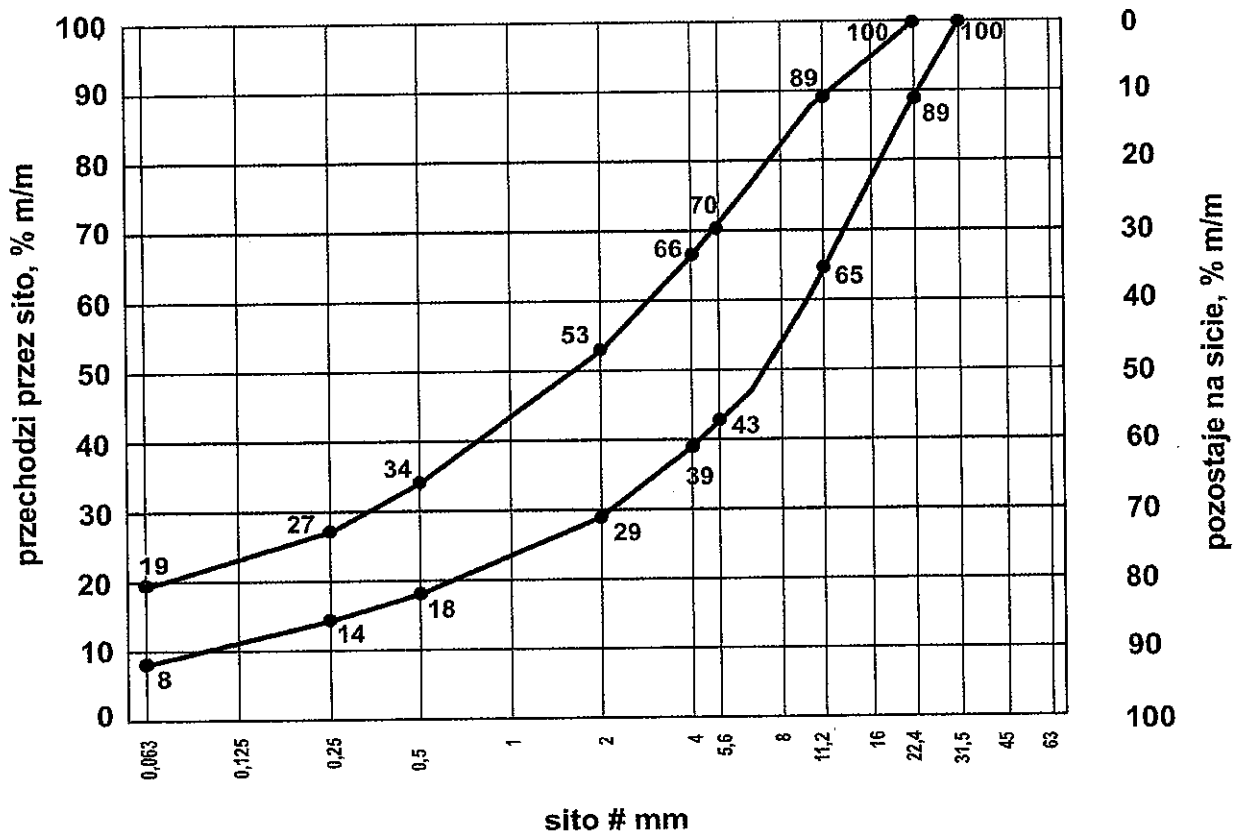
Tablica 5. Uziarnienie mieszanki z popiołem lotnym typu 2

Mieszanka związana popiołem lotnym	Uziarnienie	Krzywe graniczne uziarnienia	
		Mieszanki związane krzemionkowym popiołem lotnym	Mieszanki związane wapiennym popiołem lotnym
Typ 2 0/22,4	0/22,4 mm	rysunek 4	rysunek 5
Typ 2 0/16	0/16 mm	rysunek 6	rysunek 7
Typ 2 0/11,2	0/11,2 mm	rysunek 8	rysunek 9

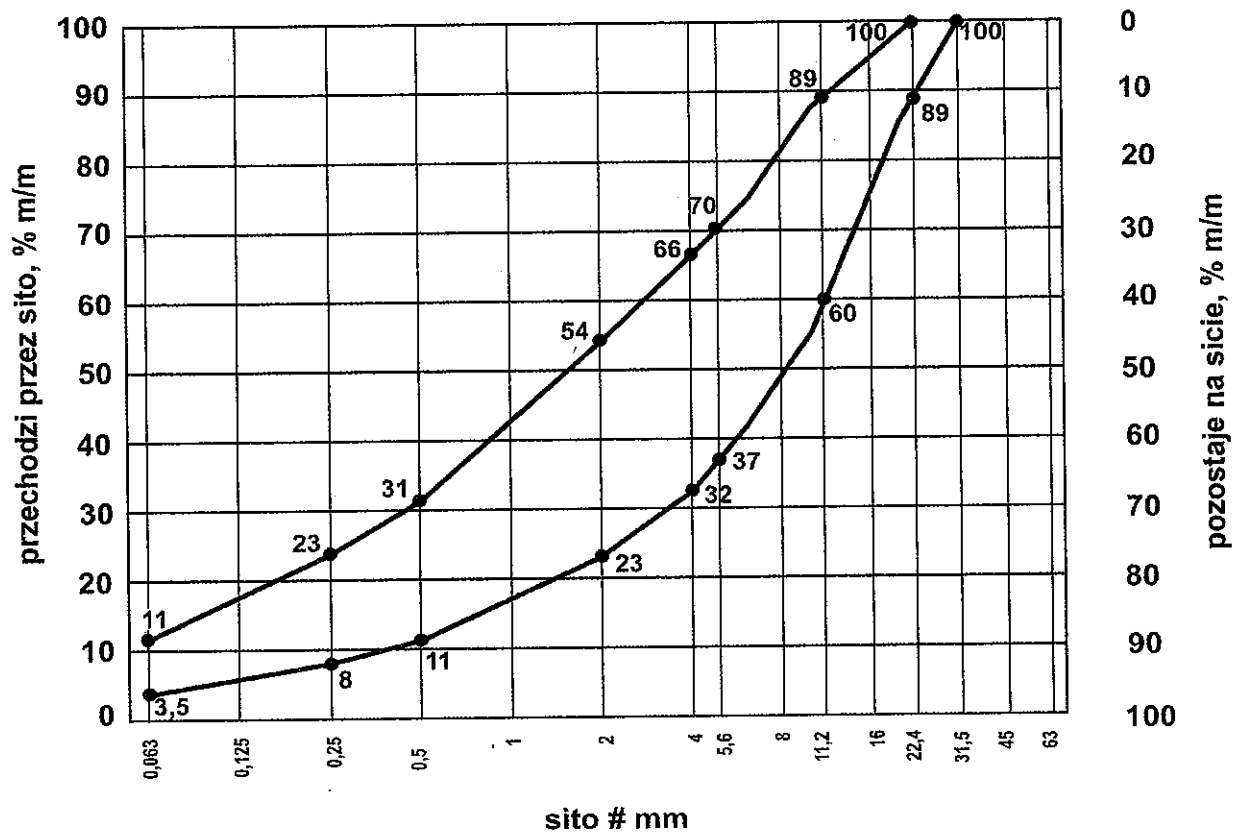
Minimalna szczelność każdej mieszanki typu 2 przy maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu wg zmodyfikowanej metody Proctora powinna wynosić nie mniej niż 0,8. Badanie szczelności wykonuje się wg p. 2.9.

2.2.2.1. Mieszanki typu 2 0/22,4

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z rys. 4 lub rys. 5. w zależności od rodzaju zastosowanego popiołu lotnego. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunku 4. lub 5.



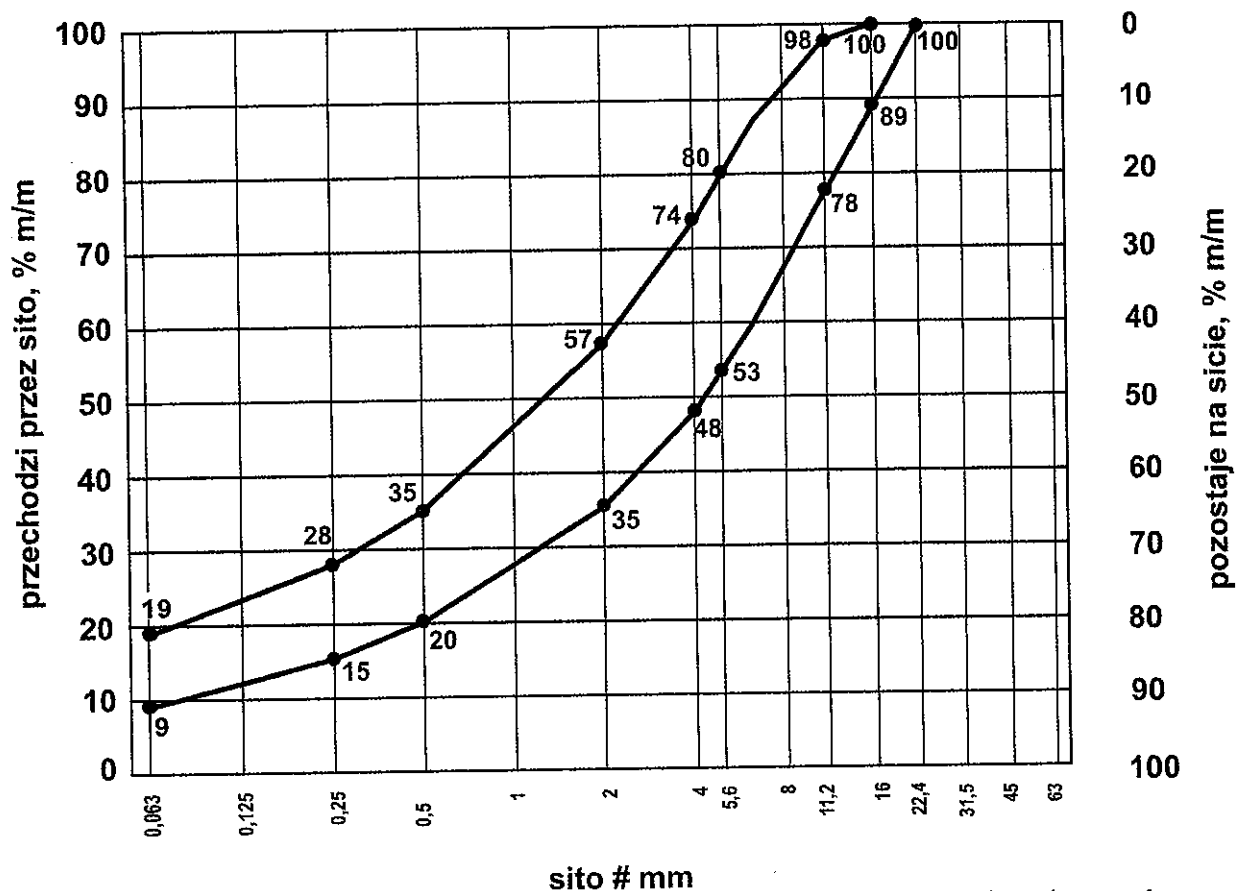
Rys. 4. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki 2 0/22,4 dla mieszanek związanych krzemionkowym popiołem lotnym



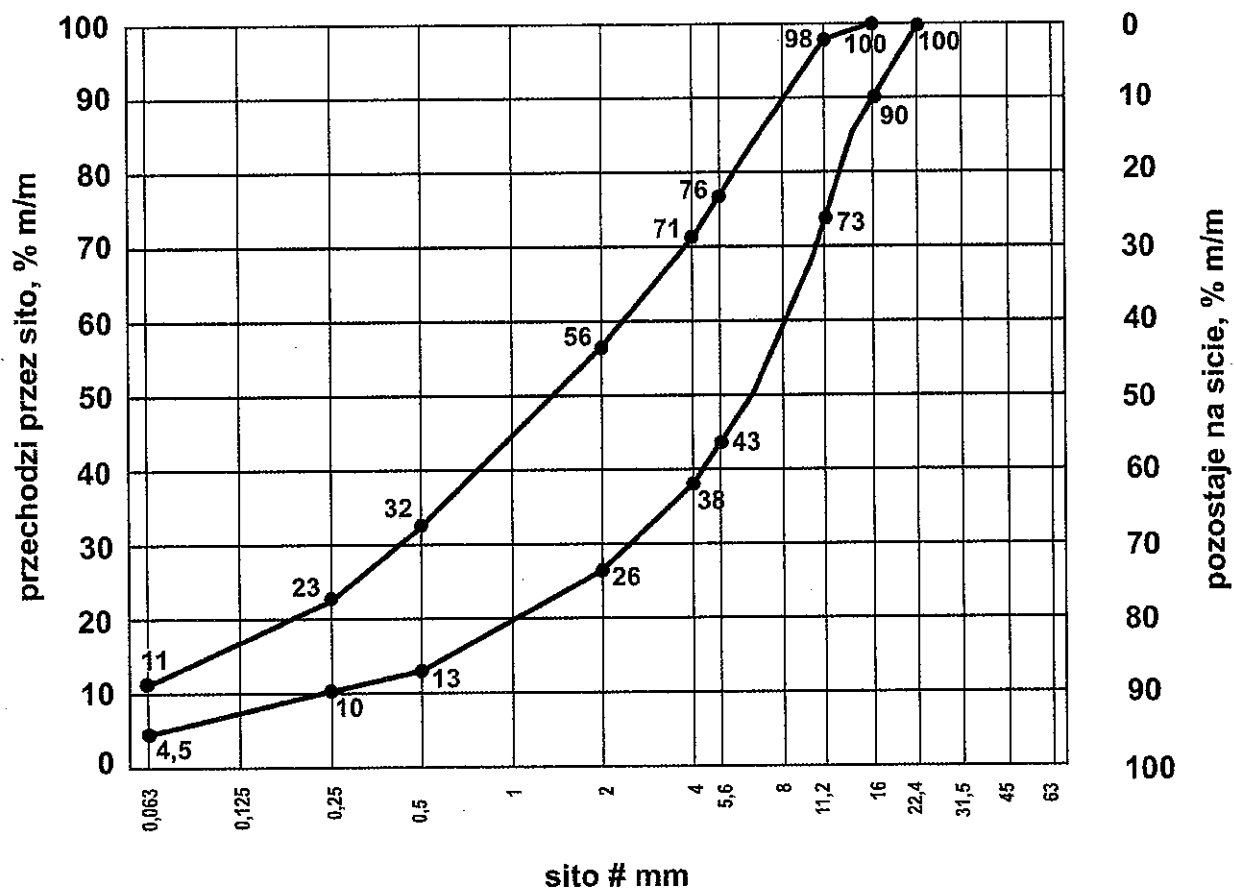
Rys. 5. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki 2 0/22,4 dla mieszanek związanych wapiennym popiołem lotnym

2.2.2.2. Mieszanka typu 2 0/16

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z rys. 6. lub rys. 7. w zależności od rodzaju zastosowanego popiołu lotnego. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunku 6. lub 7.



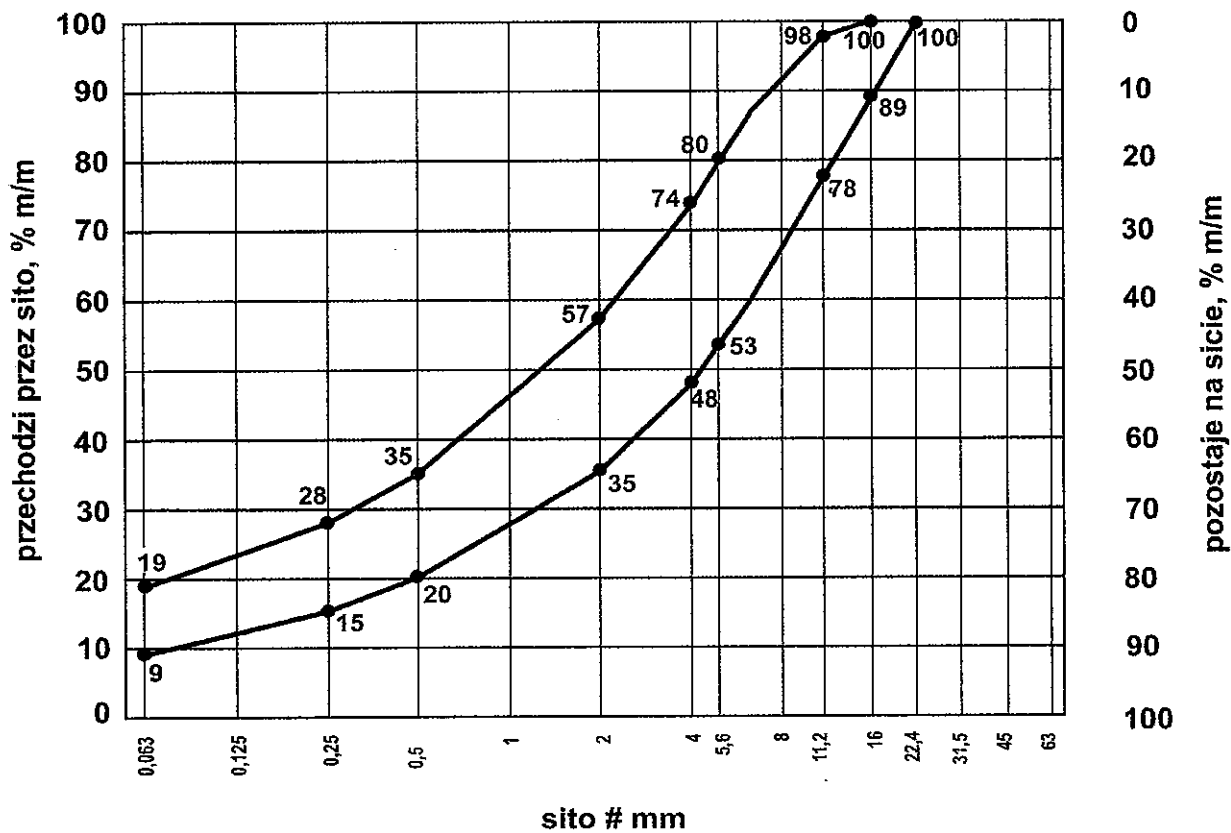
Rys. 6. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki 2 0/16 dla mieszanek związanych krzemionkowym popiołem lotnym



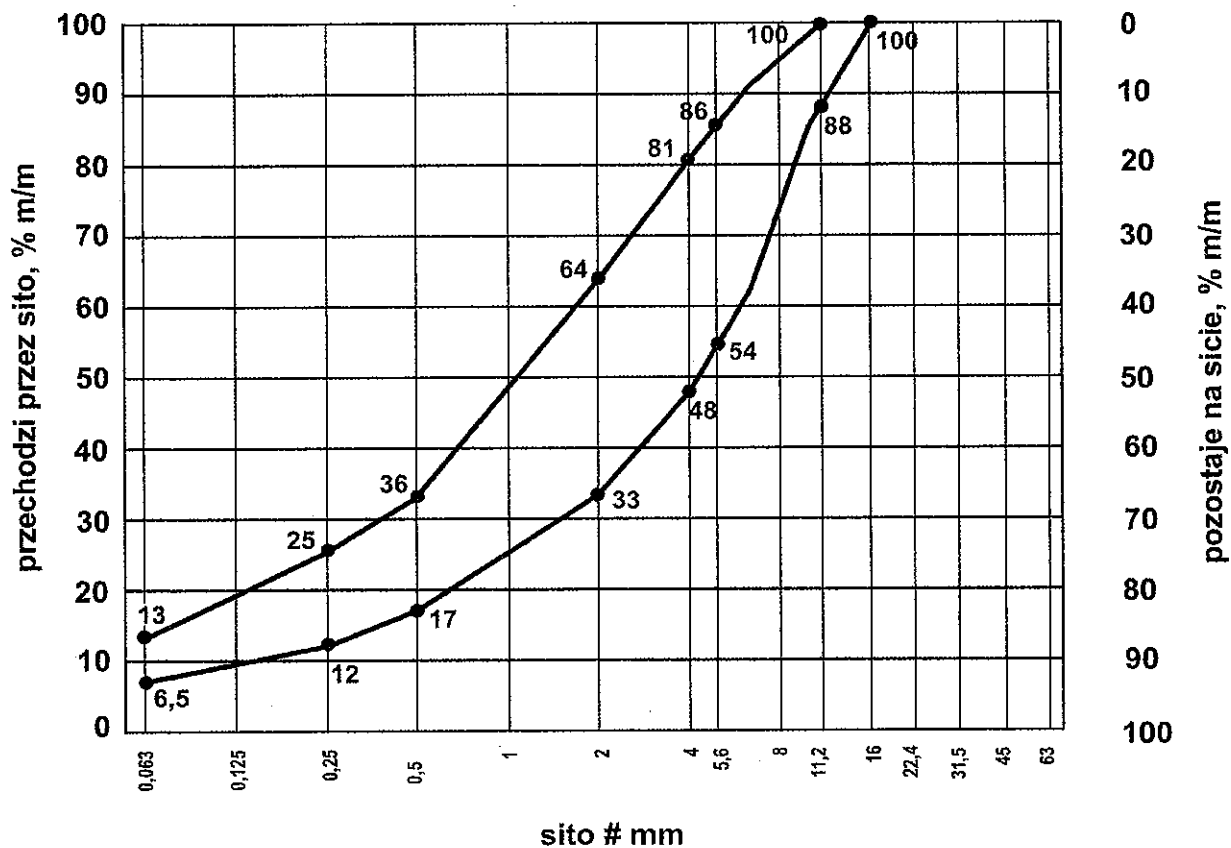
Rys. 7. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki 2 0/16 dla mieszanek związanych wapiennym popiołem lotnym

2.2.2.3. Mieszanka typu 2 0/11,2

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z rys. 8. lub rys. 9. w zależności od rodzaju zastosowanego popiołu lotnego. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunku 8. lub 9.



Rys. 8. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki 2 0/11,2 dla mieszanek związanych krzemionkowym popiołem lotnym



Rys. 9. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki 2 0/11,2 dla mieszanek związanych wapiennym popiołem lotnym

W przypadku mieszanki 2-0/11,2 natychmiastowy wskaźnik nośności określony zgodnie z normą PN-EN 13286-47 w zmodyfikowanym badaniu w aparacie Proctora nie powinien być mniejszy od 50.

2.2.3. Mieszanka typu 3

Mieszanka typu 3 powinna być mieszanką składającą się z mieszanki kruszyw drobnych oraz spoiwa, którego część stanowią popioły lotne, spełniającą wymaganie wobec natychmiastowego wskaźnika nośności.

Uziarnienie mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno odpowiadać podanemu w tabelicy 6.

Tablica 6. Uziarnienie mieszanki typu 3

Sito [mm]	11,2	5,6	0,063
Procent przechodzącej masy	100	≥ 85	≤ 35

Natychmiastowy wskaźnik nośności stosuje się w celu określenia wymaganych właściwości mieszanki umożliwiających prowadzenie ruchu technologicznego po warstwie, oraz ułatwienia zagęszczenia kolejnej warstwy.

Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki, określony zgodnie z normą PN-EN 13286-47, powinien być oparty na klasyfikacji podanej w tabelicy 8.

Wymagania wobec mieszanki typu 3 przedstawia tablica 12.

2.2.4. Mieszanka typu 4

Uziarnienie mieszanki typu 4, określone zgodnie z normą EN 933-1, deklaruwane jest przez producenta.

Jeżeli jest to konieczne, producent może zadeklarować dodatkowo inne właściwości mieszanki takie jak np. natychmiastowy wskaźnik nośności, wytrzymałość na ściskanie (Rc) itp.

Wymagania wobec mieszanki typu 4 przedstawia tablica 13.

2.2.5. Mieszanka typu 5

Mieszanka związana popiołem lotnym typu 5, to mieszanka, w której popiół lotny jest podstawowym składnikiem mieszanki i częścią spoiwa.

Popiół lotny powinien być popiołem krzemionkowym zgodnym z p. 1.2.1.

W przypadku mieszanek aktywowanych:

- gipsem - jego zawartość w mieszance nie powinna być większa niż 7% m/m suchej mieszanki,
- wapnem palonym CaO - jego zawartość w mieszance nie powinna być większa niż 5% m/m suchej mieszanki,
- wapnem hydratyzowanym - jego zawartość w mieszance nie powinna być większa niż 6% m/m suchej mieszanki.

W przypadku, gdy składniki mieszanki lub mieszanka nie są znane lub nie zostały wcześniej dokładnie zbadane, konieczne jest sprawdzenie rozszerzalności mieszanki (stałości objętości).

Wymagania wobec mieszanki typu 5 przedstawia tablica 14.

2.3. Zawartość popiołu lotnego

Zawartość popiołu lotnego powinna być dobrana w odniesieniu do wymaganych właściwości mieszanki.

2.4. Zawartość wody

Zawartość wody powinna być tak dobrana, aby możliwe było zagęszczanie mieszanki w miejscu wbudowania poprzez wałowanie oraz aby uzyskać jej optymalne właściwości mechaniczne.

Zawartość wody w mieszance powinna być określona na podstawie procedury projektowej wg metody Proctora zgodnie z PN-EN 13286-2 i/lub doświadczenia z mieszankami wyprodukowanymi przy użyciu proponowanych składników. Określone w badaniu progowe ilości wody powinny uwzględniać właściwe zagęszczenie i oczekiwane parametry mechaniczne mieszanki.

2.5. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek

Próbki sześciennie lub walcowe powinny być przygotowanych zgodnie z PN-EN 13286-50. Próbki należy przechowywać przez 28 (76) dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności 95% ÷ 100% lub w wilgotnym piasku) i następnie zanurzyć na 14 dni do wody o temperaturze pokojowej. Łączny czas pielęgnacji wynosi: 28+14=42 dni (76+14=90 dni). Nasycanie próbek wodą odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym ich zanurzeniu w wodzie.

Wytrzymałość 90 dniowa jest wytrzymałością informacyjną, jako wartość deklarowaną, wskazującą charakter wytrzymałości w dłuższym czasie, co powinno być uwzględnione w projekcie warstwy nośnej.

2.6. Badanie wytrzymałości na ściskanie

2.6.1. Badanie

Badanie wytrzymałości na ściskanie (System I) należy przeprowadzić na próbkach sześciennych lub walcowych przygotowanych zgodnie z PN-EN 13286-50, przy wykorzystaniu metody badawczej zgodnej z PN-EN 13286-41. Próbki powinny być pielęgnowane zgodnie z p.2.5.

Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki standardowej powinno być oznaczane zgodnie z PN-EN 13286-41 **po 42 dniach pielęgnacji**. W fazie projektowania mieszanki należy dodatkowo oznaczyć wytrzymałość na ściskanie po 90 dniach pielęgnacji.

2.6.2. Klasyfikacja wyniku

Mieszanki klasyfikuje się według wytrzymałości na ściskanie R_c po 42 dniach określonej zgodnie z normą PN-EN 13286-41 na próbce przygotowanej zgodnie z normą PN-EN 13286-50 i pielęgnowanej wg p. 2.5.

W ocenie lub projektowaniu mieszanek w laboratorium, wartość R_c powinna być średnią z wyników badań co najmniej trzech próbek. Wynik badania różniący się od średniej o więcej niż 20% należy odrzucić a jako miarodajne R_c należy przyjąć średnią obliczoną z pozostałych dwóch wyników.

Tablica 7. – Klasyfikacja R_c

Klasa R_c	Minimalne R_c [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 2 ^a	Minimalne R_c [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 1 ^a i sześciątów
C 0,4 / 0,5	0,4	0,5
C 0,8 / 1	0,8	1
C 1,5 / 2	1,5	2
C 3 / 4	3	4
C 6 / 8	6	8
C 9 / 12	9	12
C 12 / 16	12	16
C 15 / 20	15	20
C 18 / 24	18	24
C 21 / 28	21	28
C 24 / 32	24	32
C 27 / 36	27	36
C _{DV}	wartość deklarowana	wartość deklarowana

^a jeżeli wykorzystano cylindry o wskaźniku smukłości innym niż 1 lub 2 należy przed użyciem określić ich korelację z cylindrami o wskaźnikach smukłości 1 lub 2.

2.7. Badanie mrozoodporności

Mrozoodporność do klasyfikacji R_c .

Wskaźnik mrozoodporności mieszanki popiołowej określany jest stosunkiem wytrzymałości na ściskanie R_c^{z-o} próbki po 42 dniach pielęgnacji i po 14 cyklach zamrażania i odmrażania do wytrzymałości na ściskanie R_c próbki po 42 dniach pielęgnacji wg p.2.5.

$$\text{Wskaźnik mrozoodporności} = \frac{R_c^{z-o}}{R_c}$$

Próbki do oznaczenia wskaźnika mrozoodporności należy przechowywać przez 42 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności 95% ÷ 100% lub w wilgotnym piasku). Następnie zanurzyć należy je całkowicie na 1 dobę w wodzie, a następnie w ciągu kolejnych 14 dni poddać cyklom zamrażania i odmrażania.

Jeden cykl zamrażania i odmrażania polega na zamrażaniu próbki w temp $-23 \pm 2^{\circ} \text{C}$ przez 8 godz. i odmrażania w wodzie o temp. $+18 \pm 2^{\circ} \text{C}$ przez 16 godz.

Oznaczenie wskaźnika mrozoodporności należy przeprowadzać na 3 próbkach i do obliczeń przyjmować średnią. Wynik badania różniący się od średniej o więcej niż 20% należy odrzucić a jako miarodajną wartość wytrzymałości na ściskanie R_c^{z-o} , R_c należy przyjąć średnią obliczoną z pozostałych dwóch wyników, z dokładnością 0,1 MPa.

2.8. Natychmiastowy wskaźnik nośności

Badanie wykonywane jest na mieszankach typu 2-0/11,2 i typu 3. Natychmiastowy wskaźnik nośności stosuje się w celu określenia wymaganych właściwości mieszanki umożliwiających prowadzenie ruchu technologicznego po warstwie, oraz ułatwienia zagęszczenia kolejnej warstwy.

Wskaźnik określany jest według normy PN-EN 13286-47 (bez stosowania obciążników) i klasyfikowany na podstawie tablicy 8.

Tablica 8. Kategorie natychmiastowego wskaźnika nośności IPI

Kategoria	Wymagany natychmiastowy wskaźnik nośności
IPI ₄₀	≥ 40
IPI ₂₅	≥ 25
IPI _{NR}	brak wymagań

Mieszanki z natychmiastowym wskaźnikiem nośności IPI mniejszym niż 40 mogą nie wytrzymać natychmiastowego obciążenia ruchem i powinny być używane z uwagą. W przypadku konieczności użycia takiej mieszanki może być konieczne dodanie innego kruszywa w celu osiągnięcia żądanego natychmiastowego wskaźnika nośności.

2.9. Szczelność mieszanki

Szczelność określa się dla mieszanek typu 2.

Szczelność mieszanki przed związaniem definiuje się jako stosunek objętości ziaren do objętości mieszanki zawierającej ziarna i wolne przestrzenie między nimi. Szczelność oblicza się ze stosunku maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu mieszanki (ρ_d wg PN-EN 13286-2 zmodyfikowana metoda Proctora) do gęstości objętościowej ziaren mieszanki (ρ_p wg PN-EN 1097-6 załącznik A).

Szczelność oblicza się według następującego równania:

$$C = \left(\frac{\rho_d}{100} \right) \cdot \left(\frac{a}{\rho_{pA}} + \frac{b}{\rho_{pB}} + \frac{c}{\rho_{pC}} \dots \right)$$

w którym:

- C szczelność
- ρ_d maksymalna gęstość objętościowa mieszanki w stanie suchym (Mg/m^3)
- ρ_{pA} gęstość objętościowa ziaren składnika A (Mg/m^3)
- ρ_{pB} gęstość objętościowa ziaren składnika B (Mg/m^3)
- ρ_{pC} gęstość objętościowa ziaren składnika C (Mg/m^3)
- a zawartość składnika A w mieszance (% masy)
- b zawartość składnika B w mieszance (% masy)
- c zawartość składnika C w mieszance (% masy)

Gęstość objętościową ziaren składników (ρ_{pA} , ρ_{pB} , ρ_{pC} ,...) należy określić w zależności od wielkości ziaren zgodnie z normą PN-EN 1097-6 Załącznik A (ρ_p) lub PN-EN 1097-7.

Przykład obliczenia szczelności C przy maksymalnej gęstości objętościowej w zmodyfikowanym Proctorze mieszanki przedstawiono w tablicy 9.

Tablica 9. Przykład obliczenia szczelności

Składnik	% masy mieszanki	Gęstość objętościowa ziaren (Mg/m^3)
Kruszywo grube 5,6/22,4 mm	50	$\rho_{pA} = 2,69$
Kruszywo 0/5,6 mm	36	$\rho_{pB} = 2,65$
Popioły lotne krzemionkowe	12	$\rho_{pC} = 2,20$
Wapno hydratyzowane	2	$\rho_{pD} = 2,25$
Maksymalna gęstość objętościowa mieszanki w zmodyfikowanym Proctorze (Mg/m^3)		$\rho_d = 2,11$

$$C = (2,11/100) \times (50/2,69 + 36/2,65 + 12/2,20 + 2/2,25) = 0,81$$

3. Wymagania wobec mieszanek

3.1. Postanowienia ogólne

W zależności od typu mieszanki oraz od jej przeznaczenia wg tablicy 4, wymagania odczytuje się z tablic 10÷14.

3.2. Mieszanka typu 1

Tablica 10. Wymagania wobec mieszanki typu 1 0/31,5

	WYMAGANIA							Uwagi	
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6		
	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Warstwa ulepszonego podłoża		
Składniki									
Popioły lotne					wg p. 1.2				
Kruszywo					tablica 1				
Wapno					wg p. 1.3				
Cement					wg p. 1.4				
Gips					wg p. 1.5				
Granulowany żużel wielkopiecowy					wg p. 1.6				
Woda					wg p. 1.8				
Inne składniki					deklarowane przez producenta				
Mieszanka typu 1									
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:		
- mieszanka typu 1, 0/31,5 mm	rys. 2		rys. 2		rys. 2		rys. 2		
Wytrzymałość na ściskanie *) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 5	C 3/4 ale nie więcej niż 8 MPa	C 1.5/2 ale nie więcej niż 4 MPa	C 6/8 ale nie więcej niż 12 MPa	C 3/4 ale nie więcej niż 12 MPa	C9/12 ale nie więcej niż 16 MPa	C 6/8, ale nie więcej niż 16 MPa	C 0.4/0.5, ale nie więcej niż 4 MPa	wg. p.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji	

*) W przypadku przekroczenia górnej granicy wytrzymałości na ściskanie należy stosować rozwiązania przeciwspekaniowe wg p. 3.7.

3.3. Mieszanki typu 2

Tablica 11. Wymagania wobec mieszanek typu 2

WYMAGANIA								Uwagi
KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6		
Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Warstwa ulepszonego podłoża		
Składniki								
Popioły lotne				wg p. 1.2				
Kruszywo				tablica 1				
Wapno				wg p. 1.3				
Cement				wg p. 1.4				
Gips				wg p. 1.5				
Granulowany żużel wielkopiecowy				wg p. 1.6				
Woda				wg p. 1.8				
Inne składniki				deklarowane przez producenta				
Mieszanka typu 2 0/22,4								
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:	
- mieszanka 2 - 0/22,4 mm	rys. 4. lub rys. 5		rys. 4. lub rys. 5		rys. 4. lub rys. 5		rys. 4. lub rys. 5	
- Szczelność	$C \geq 0,8$		$C \geq 0,8$		$C \geq 0,8$		$C \geq 0,8$	
Wytrzymałość na ścislenie*) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 5	C 3/4 ale nie więcej niż 8 MPa	C 1.5/2 ale nie więcej niż 4 MPa	C 6/8 ale nie więcej niż 12 MPa	C 3/4 ale nie więcej niż 12 MPa	C9/12 ale nie więcej niż 16 MPa	C 6/8, ale nie więcej niż 16 MPa	C 0.4/0.5, ale nie więcej niż 4 MPa	wg. p.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Mrozoodporność	$\geq 0,6$	$\geq 0,7$	$\geq 0,6$	$\geq 0,7$	$\geq 0,6$	$\geq 0,7$	NR - nie określa się	
Mieszanka typu 2 0/16								
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:	
- mieszanka 2 - 0/16 mm	rys. 6. lub rys. 7		rys. 6. lub rys. 7		rys. 6. lub rys. 7		rys. 6. lub rys. 7	
- Szczelność	$C \geq 0,8$		$C \geq 0,8$		$C \geq 0,8$		$C \geq 0,8$	
Wytrzymałość na ścislenie*) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 5	C 3/4 ale nie więcej niż 8 MPa	C 1.5/2 ale nie więcej niż 4 MPa	C 6/8 ale nie więcej niż 12 MPa	C 3/4 ale nie więcej niż 12 MPa	C9/12 ale nie więcej niż 16 MPa	C 6/8, ale nie więcej niż 16 MPa	C 0.4/0.5, ale nie więcej niż 4 MPa	wg. p.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Mrozoodporność	$\geq 0,6$	$\geq 0,7$	$\geq 0,6$	$\geq 0,7$	$\geq 0,6$	$\geq 0,7$	NR - nie określa się	
Mieszanka typu 2 0/11,2								

Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:		krzywe graniczne uziarnienia:	
Uziarnienie: 0/11,2 mm	rys. 8. lub rys. 9		rys. 8. lub rys. 9		rys. 8. lub rys. 9		rys. 8. lub rys. 9	
- Szczelność	C ≥ 0,8		C ≥ 0,8		C ≥ 0,8		C ≥ 0,8	
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI	IPI 50		IPI 50		IPI 50		IPI 50	
Wytrzymałość na ściskanie*) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 5	C 3/4 ale nie więcej niż 8 MPa	C 1,5/2 ale nie więcej niż 4 MPa	C 6/8 ale nie więcej niż 12 MPa	C 3/4 ale nie więcej niż 12 MPa	C9/12 ale nie więcej niż 16 MPa	C 6/8, ale nie więcej niż 16 MPa	C 0,4/0,5, ale nie więcej niż 4 MPa	wg. p.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Mrozoodporność	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	NR - nie określa się	

3.4. Mieszanka typu 3

Tablica 12. Wymagania wobec mieszanki typu 3

	WYMAGANIA						Uwagi	
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6			KR1-KR6
	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Warstwa ulepszonego podłoża	
Składniki								
Popioły lotne	wg p. 1.2							
Kruszywo	tablica 1							
Wapno	wg p. 1.3							
Cement	wg p. 1.4							
Gips	wg p. 1.5							
Granulowany żużel wielkopiccowy	wg p. 1.6							
Woda	wg p. 1.8							
Inne składniki	deklarowane przez producenta							
Mieszanka typu 3 0/11,2								
Uziarnienie:	Nie stosuje się		Nie stosuje się		Nie stosuje się		krzywe graniczne uziarnienia:	
- mieszanka typu 1, 0/31,5 mm							tablica 6	
Wytrzymałość na ściskanie *) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 5							klasa C 1,5/2,0 (nie więcej niż 6,0 MPa)	wg. p.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Natychmiastowy wskaźnik							IPI 40	wg p.2.8.

nośności mieszanki IPI								
- Mrozoodporność								CBR \geq 40 wg. p.2.7.

3.5. Mieszanka typu 4

Tablica 13. Wymagania wobec mieszanki typu 4

	WYMAGANIA							Uwagi
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6	
	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Warstwa ulepszonego podłoża	
Składniki								
Popioły lotne	wg p. 1.2							
Kruszywo	tablica 1							
Wapno	wg p. 1.3							
Cement	wg p. 1.4							
Gips	wg p. 1.5							
Granulowany żużel wielkopiecowy	wg p. 1.6							
Woda	wg p. 1.8							
Inne składniki	deklarowane przez producenta							
Mieszanka typu 4								
Uziarnienie:	Deklarowana przez producenta							
Wytrzymałość na ściskanie*) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 5	Rc deklarowana ale nie mniej niż 4 MPa	Rc deklarowana a ale nie mniej niż 2 MPa	Rc deklarowana a ale nie mniej niż 8 MPa	Rc deklarowana a ale nie mniej niż 4 MPa	Rc deklarowana a ale nie mniej niż 12 MPa	Rc deklarowana a ale nie mniej niż 8 MPa	Rc deklarowana ale nie mniej niż 0,5 MPa	wg. p.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Szczelność	C deklarowane	C deklarowane	C deklarowane	C deklarowane	C deklarowane	C deklarowane	C deklarowane	
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI	IPI deklarowany	IPI deklarowany	IPI deklarowany	IPI deklarowany	IPI deklarowany	IPI deklarowany	IPI deklarowany	
- Mrozoodporność	$\geq 0,6$	$\geq 0,7$	$\geq 0,6$	$\geq 0,7$	$\geq 0,6$	$\geq 0,7$	NR - nie określa się	

3.6. Mieszanka typu 5

Tablica 14. Wymagania wobec mieszanki typu 5

	WYMAGANIA							Uwagi
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6	
	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Warstwa ulepszonego podłoża	
Składniki								
Popioły lotne	wg p. 1.2							
Kruszywo	tablica 1							
Wapno	wg p. 1.3							
Cement	wg p. 1.4							
Gips	wg p. 1.5							
Granulowany żużel wielkopiecowy	wg p. 1.6							
Woda	wg p. 1.8							
Inne składniki	deklarowane przez producenta							
Mieszanka typu 5								
Uziarnienie:	Deklarowana przez producenta							
Wytrzymałość na ściskanie *) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 5	klasa C 3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa)	Nie stosuje się	klasa C 3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa)	Nie stosuje się	klasa C 3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa)	Nie stosuje się	klasa C 1,5/2,0 (nie więcej niż 6,0 MPa)	wg p.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI	IPI deklarowany		IPI deklarowany		IPI deklarowany		IPI deklarowany	wg p.2.8.
- Wytrzymałość na ściskanie - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 5	Rc deklarowany		Rc deklarowany		Rc deklarowany		Rc deklarowany	wg p. 2.6.
- Szczelność	C deklarowane		C deklarowane		C deklarowane		C deklarowane	wg. p.2.9.
- Mrozoodporność	≥0,6		≥0,6		≥0,6		NR - nie określa się	wg. p.2.7.

3.7. Przeciwdziałanie spękaniom odbitym

Do warstw podbudów zasadniczych z mieszanek związanych popiołem lotnym o wytrzymałości na ściskanie R_c od 5 do 10 MPa należy stosować technologie przeciwspekaniowe z zastosowaniem geosyntetyków lub membran, zgodnie z wydanymi krajowymi lub Europejskimi Aprobatami Technicznymi.

Dla warstw podbudów zasadniczych z mieszanek związanych popiołem lotnym o wytrzymałości na ściskanie R_c powyżej 10 MPa należy stosować dylatowanie podłużne i, w zależności od szerokości warstwy, dylatowanie poprzeczne.

Wybór technologii przeciwspekaniowej i jej szczegółowy opis należy do projektanta nawierzchni.

4. Kontrola produkcji

4.1. System oceny zgodności

Przy produkcji mieszanek związanych popiołem lotnym należy stosować system 4.

4.2. Kontrola produkcji mieszanek związanych popiołem lotnym

4.2.1. Postanowienia ogólne

Niniejszy załącznik zawiera zalecenia dotyczące systemu kontroli produkcji dla producentów mieszanek związanych hydraulicznie (np. kruszyw i gruntów ulepszonych wapnem, spoiwami hydraulicznymi lub ich połączeniem).

Kontrola produkcji ma na celu zapewnienie zgodności mieszanki z wymaganiami.

4.2.2. Księga jakości

Producent powinien ustalić i na bieżąco aktualizować politykę i procedury dotyczące kontroli produkcji w księdze jakości, która powinna zawierać:

- strukturę organizacyjną producenta odnoszącą się do jakości;
- kontrolę składników i mieszanek;
- kontrolę procesu produkcyjnego, wzorcowania i konserwacji;
- wymagania dotyczące transportowania i magazynowania mieszanek, jeśli jest to istotne;
- sprawdzenie, wzorcowanie i kontrolę sprzętu pomiarowego używanego w procesie produkcyjnym i sprzętu badawczego w laboratorium;
- procedury postępowania z mieszankami niezgodnymi.

4.2.3. Organizacja

4.2.3.1. Odpowiedzialność i uprawnienia

W księdze jakości powinna być zdefiniowana odpowiedzialność, uprawnienia oraz wewnętrzne relacje personelu zajmującego się kierowaniem, produkcją oraz kontrolą, w

szczegółności personelu posiadającego uprawnienia do identyfikowania, rejestrowania i usuwania wszystkich niezgodności związanych z jakością mieszanki.

4.2.3.2. Przedstawiciel kierownictwa

Aby zapewnić właściwe wdrażanie wymagań zawartych w księdze jakości producent powinien wyznaczyć osobę odpowiedzialną, z odpowiednimi uprawnieniami, wiedzą i doświadczeniem.

4.2.3.3. Wewnętrzne audyty jakości

Producent powinien przeprowadzać wewnętrzne audyty jakości w celu zweryfikowania zgodności i skuteczności działania systemu jakości. Audyty powinny być planowane w zależności od statusu i znaczenia działalności. Audyty i działania korygujące, które z niego wynikają, powinny być przeprowadzone według udokumentowanych procedur. Wyniki auditów jakości powinny być udokumentowane i przekazane do wiadomości personelowi odpowiedzialnemu za auditowany obszar. Personel kierowniczy odpowiedzialny za ten obszar powinien we właściwym czasie przedsięwziąć działania korygujące w celu usunięcia wad, stwierdzonych podczas auditu i przechowywać zapisy o podjętych działaniach korygujących.

4.2.3.4. Ocena przez kierownictwo

Kierownictwo powinno przeprowadzać w odpowiednich odstępach czasu ocenę systemu jakości produkcji w celu zapewnienia stałej jego przydatności i skuteczności. Zapisy takich ocen należy przechowywać.

4.2.3.5. Usługi podwykonawców

W przypadku usług zleczonych podwykonawcom należy ustalić zasady kontroli.

4.2.3.6. Zapisy

System kontroli produkcji powinien zawierać stosowną dokumentację procedur i instrukcji. Planowana przez producenta częstość wykonywania badań oraz inspekcji powinny być udokumentowane a rezultaty badań i inspekcji zarejestrowane.

Miejsce pobierania próbek, data i czas, a także szczegółowe wyniki badań mieszanek i składników powinny być rejestrowane razem z innymi istotnymi informacjami.

Jeżeli badane składniki lub mieszanka nie spełniają wymagań określonej specyfikacji i niniejszej normy, należy zachować zapisy mówiące o przeprowadzonych działaniach korygujących zapewniających, że jakość mieszanki jest zachowana.

Zapisy powinny być przechowywane w taki sposób, aby były łatwo dostępne, zwykle przez okres trzech lat lub dłużej, jeśli wymaga tego prawo.

4.2.3.7. Szkolenia

Producent powinien ustalić procedurę dotyczącą szkolenia pracowników odpowiedzialnych za jakość produkowanych mieszanek. Kwalifikacje personelu odpowiedzialnego za przydzielone im zadania powinno się podnosić poprzez szkolenia i zdobywanie doświadczenia. Należy prowadzić zapisy dotyczące szkoleń.

4.2.4. Procedury kontrolne

4.2.4.1. Zarządzanie produkcją

System kontroli produkcji powinien uwzględniać:

- a) skład produkowanej mieszanki,
- b) procedury korygowania składu mieszanki,
- c) procedury zapewniające zgodność składników mieszanki z wymaganiami,
- d) procedury zapewniające zachowanie ustalonego składu, jednorodności i konsystencji mieszanki przy zastosowaniu określonego sprzętu produkcyjnego i sprzętu do magazynowania mieszanki;
- e) procedury dla:
- f) wzorcowania, konserwacji i ustawiania sprzętu produkcyjnego i badawczego;
- g) pobierania próbek składników i mieszanek;
- h) zapisu danych w trakcie procesu produkcyjnego;
- i) regulowania produkcji ze względu na warunki atmosferyczne;
- j) instrukcje identyfikacji mieszanki aż do miejsca dostarczenia, ze względu na pochodzenie i typ.

4.2.4.2. Skład mieszanki

Skład mieszanki powinien być ustalony na podstawie procedury laboratoryjnego projektowania mieszanki, wprowadzonej w celu zapewnienia zgodności mieszanki z wymaganiami niniejszej normy.

W stosownych przypadkach, skład produkowanej mieszanki będzie zawarty w katalogu składów mieszanek i przyjmowany jako wzorcowy lub docelowy.

W przypadku znaczących zmian składników, skład mieszanki należy przeprojektować i cyklicznie kontrolować w celu zapewnienia zgodności mieszanki z wymaganiami, uwzględniając wszelkie zmiany właściwości składników.

4.2.4.3. Składniki

Dokumentacja produkcji powinna zawierać szczegóły dotyczące źródła pochodzenia oraz rodzaju każdego składnika użytego do produkcji mieszanki, która może być zastosowana na budowie.

Należy zapewnić odpowiedni zapas składników, aby zagwarantować utrzymanie zaplanowanej wielkości produkcji i dostawy.

Wymagania zamawianych składników powinny być określone i przedstawione dostawcom pisemnie na zamówieniu.

Procedury nadzoru powinny obejmować kontrolę składników pod względem zgodności z żądaną jakością.

Składniki powinny być transportowane i składowane w sposób uniemożliwiający zanieczyszczenie, pogorszenie właściwości lub mieszanie się, mogące mieć negatywny wpływ na ich jakość.

4.2.4.4. Kontrola przebiegu produkcji

Księga jakości powinna zawierać:

- opis sprzętu i jego instalacji;
- opis przepływu składników i procesów jakim są poddawane, przedstawiony najlepiej w formie schematu technologicznego; harmonogram nadzoru procesu produkcyjnego (systemy ręczne lub automatyczne), zawierający zapisy dotyczące sprawdzeń charakterystyk urządzeń ze względu na zadeklarowane odchylenia graniczne.

4.2.4.5. Inspekcja, wzorcowanie i kontrola urządzeń produkcyjnych

Księga jakości powinna zawierać informacje dotyczące sprzętu pomiarowego wymagającego wzorcowania wraz z określeniem częstotliwości tego wzorcowania.

Księga jakości powinna zawierać procedury wzorcowania wraz z dopuszczalnymi dokładnościami sprzętu pozostającego w użyciu oraz podawać wymaganą dokładność wszystkich wzorcowań.

Sprzęt powinien być odpowiednio utrzymywany w celu zapewnienia produkcji mieszanki o wymaganych właściwościach.

4.2.4.6. Załadunek i dostawa

Księga jakości powinna zawierać procedury zapewniające zminimalizowanie degradacji i segregacji mieszanki oraz utrzymanie odpowiedniej zawartości wody w określonym przedziale czasowym podczas załadunku i dostawy mieszanki.

W miejscu dostawy, mieszanka powinny być możliwa do zidentyfikowania i stwierdzenia zgodności z danymi z produkcji. Producent powinien prowadzić zapisy istotnych danych związanych z produkcją, które, jeśli to stosowne, mogą być podane w dokumencie dostawy.

W księdze jakości producent powinien opisać właściwości każdego z systemów magazynowania mieszanek i ustalić ich wykorzystanie. Producent powinien zapewnić poprzez sprawdzania, kontrole i zapisy, że systemy funkcjonują poprawnie i zapewniają przydatność użytkową mieszanek.

4.2.5. Kontrola oraz badania składników i mieszanki podczas produkcji

4.2.5.1. Postanowienia ogólne

W momencie rozpoczęcia produkcji należy ocenić jednorodność mieszanki z uwzględnieniem wymagań, typu i jakości wytwórni oraz jakości i jednorodności składników mieszanki. Powyższe można oszacować na podstawie doświadczeń uzyskanych w trakcie wcześniejszej produkcji lub przeprowadzając odpowiednie badania.

Księga jakości produkcji powinna określać częstość badań/sprawdzeń/kontroli prowadzonych w trakcie produkcji. Producent powinien opracować harmonogram zawierający:

- częstotliwość wykonywania badań bieżących w zależności od rzeczywistego czasu produkcji każdej mieszanki,

- częstotliwość wykonywania badań w przypadku prowadzenia automatycznego nadzoru i kontroli produkcji,
- statystyczne metody analizy wyników badań.

W księdze jakości produkcji należy określić zasady zmiany częstotliwości wykonywania badań i analiz.

UWAGA Jeżeli założono, powinno być brane pod uwagę długoterminowe doświadczenie co do zgodności ustalonych właściwości oraz określonych mieszanek z ustalonym oznakowaniem zgodności.

4.2.5.2. Właściwości wymagające kontroli w trakcie produkcji

Kontrola może obejmować:

- właściwości składników z uwzględnieniem zawartości wody (przed produkcją),
- dozowanie składników z uwzględnieniem dodanej wody,
- uziarnienie wytworzonej mieszanki,
- zawartość wody w wytworzonej mieszance.

Gotowa mieszanka powinna spełniać wymagania mieszanki docelowej.

4.2.5.3. Częstotliwość pobierania próbek

Podczas regularnej produkcji mieszanki częstość pobierania próbek może być następująca:

- w przypadku wytwórni z walidowanym i przyjętym systemem automatycznej kontroli i zbierania danych, komputerowo określającym skład dla każdej ciężarówki lub partii, należy pobrać jedną próbkę z każdych 2 000 ton lub 1 000 m³ lub jedna dziennie w przypadku mniejszych ilości.
- w przypadku innych wytwórni lub produkcji, należy pobrać jedną próbkę z każdych 300 ton lub 150 m³, lecz nie mniej niż jedną próbkę dziennie.
- alternatywnie i niezależnie od typu wytwórni, częstość pobierania próbek jest bardziej powiązana z czasem niż z ilością, dlatego też należy pobrać minimum jedną próbkę na tydzień lub jedną próbkę dziennie w zależności od właściwości która ma być oznaczona.

W przypadku sporadycznej produkcji standardowej mieszanki, wyprodukowaną partię należy ocenić w ten sam sposób co wcześniej wyprodukowaną partię przyjmując te same lub zbliżone kryteria. Częstotliwość obierania próbek może być zmieniona dla potrzeb zawartego kontraktu z uwzględnieniem wymagań co do ogólnej jakości produkcji.

4.2.6. Urządzenia kontrolno-pomiarowe do inspekcji i badań

4.2.6.1. Postanowienia ogólne

Wymaga się, aby były do dyspozycji wszystkie urządzenia, sprzęt i personel, które są niezbędne do przeprowadzenia wymaganych inspekcji i badań.

Badania powinny być przeprowadzane zwykle według metod badań podanych we właściwych dokumentach.

Mogą być także zastosowane inne metody badań, o ile pomiędzy wynikami tych metod badań ustalono korelację z wynikami uzyskanymi metodą wzorcową (referencyjną), albo ustalono między nimi ściśle zależności.

4.2.6.2. Urządzenia kontrolno-pomiarowe

Odpowiedzialność za kontrolę, wzorcowanie i konserwację sprzętu i urządzeń do inspekcji, pomiarów i badań spoczywa na producencie.

4.2.6.3. Urządzenia kontrolno-pomiarowe w procesie produkcyjnym

Wszystkie fazy procesu, w których wymagane jest zastosowanie urządzeń pomiarowych, powinny być wyszczególnione w księdze jakości.

W księdze jakości należy także wskazać, czy kontrole będą prowadzone automatycznie czy ręcznie. Należy opisać, jak powinny być utrzymywane i jak wzorcowane urządzenia.

4.2.6.4. Urządzenia kontrolno-pomiarowe w laboratorium

Urządzenia powinny mieć znany stan wzorcowania i znaną dokładność odpowiadającą wymaganym możliwościom pomiarowym.

Należy wziąć pod uwagę:

- dokładność i częstotliwość wzorcowania, które powinny być zgodne z właściwymi normami metod badań,
- zastosowanie urządzeń według udokumentowanych procedur,
- jednoznaczne oznakowanie urządzeń i zachowywanie zapisów wzorcowania,
- prowadzenie zapisów z wzorcowań.

4.2.7. Niezgodność

4.2.7.1. Postanowienia ogólne

Niezgodność może się pojawić w następujących etapach:

- dostawa składników,
- magazynowanie składników,
- produkcja mieszanki,
- magazynowanie, załadunek i dostawa mieszanki, jeżeli występują.

W przypadku pojawienia się niezgodności co do składników, produkcji lub mieszanki, należy przeprowadzić działania mające na celu określenie przyczyn powstania niezgodności i przeprowadzić działania korygujące zgodne z procedurami księgi jakości zapobiegające powtórnemu wystąpieniu niezgodności.

4.2.7.2. Niezgodność składników

W przypadku niezgodności składników, działania korygujące mogą polegać na:

- przeklasyfikowaniu składnika,
- przetworzeniu,
- modyfikacji procedury kontrolnej uwzględniającej niezgodność składnika,
- odrzuceniu i pozbyciu się niezgodnego składnika.

4.2.7.3. Niezgodność mieszanki

Należy ocenić niezgodność mieszanki i podjąć odpowiednie działania.

Księga jakości powinna określać sposób działania w przypadku pojawienia się niezgodności wyrobu, jak również powinna określać warunki, w których klient zostanie poinformowany o wynikach niezgodności.

Działania te mogą obejmować:

- działania korygujące (np. modyfikację mieszanki i/lub regulację sprzętu),
- akceptację mieszanki poprzez zgodę klienta na przyjęcie mieszanki niezgodnej,
- jeżeli wyprodukowano mieszankę niezgodną, może ona zostać przekazana innemu klientowi,
- odrzucenie mieszanki.

4.2.8. Dopuszczalne tolerancje odchyłek produkcji

Mieszanka powinna być kontrolowana na wytwórni mieszanek związanych popiołem lotnym w zakresie uziarnienia. Uziarnienie mieszanki należy kontrolować uwzględniając uziarnienie kruszywa i zawartość spoiwa.

Dopuszczalne tolerancje podczas produkcji mieszanki z popiołem lotnym od mieszanki zaprojektowanej przedstawia tablica 16.

Tablica 16. Dopuszczalne tolerancje podczas produkcji mieszanki z popiołem lotnym od mieszanki zaprojektowanej

Sito, mm	Dopuszczalne tolerancje, % m/m
D	±5
D/2	±20
0,063	±4

4.2.9. Oznaczenie, opis i znakowanie

Mieszanki związane popiołem lotnym powinny być zidentyfikowane przez następujące dane.

Oznaczenie:

- a) kod mieszanki nadany przez producenta
- b) powołanie na normę PN-EN 14227-3
- c) pochodzenie mieszanki, nazwa producenta i/lub miejsce wytwarzania
- d) typ i charakterystyka mieszanki z popiołem lotnym (np. mieszanka związana krzemionkowym popiołem lotnym typ 2 0/22,4 C5/6)

Opis:

- a) opis składników
- b) procentowa zawartość składników mieszanki (% masy)
- c) metoda formowania i sposób pielęgnacji próbek
- d) gęstość mieszanki w stanie suchym
- e) wyniki badań wytrzymałościowych przeprowadzonych w laboratorium
- f) inne dane deklarowane

List przewozowy powinien zawierać co najmniej:

- a) oznaczenie
- b) datę wysłania
- c) ilość materiału
- d) numer seryjny listu

4.3. Kontrola popiołów lotnych

4.3.1. Częstość badań

Kontrola popiołów lotnych powinna być przeprowadzana zgodnie z tablicą 17. Producent powinien określić i prowadzić kontrolę określając procedury, poprzez które zostaną spełnione wymagania kontroli produkcji.

Tablica 17 - Kontrola produkcji

Właściwość	Minimalna częstotliwość pomiaru ¹⁾	punkt normy PN-EN 14227-4	
		krzemionkowe popioły lotne	wapienne popioły lotne
Wielkość cząstek	2 razy na miesiąc lub 1 pomiar na 5 000 ton	4.2.1	4.3.1
Strata prażenia	2 razy na miesiąc lub 1 pomiar na 5 000 ton	4.2.2	n.s.
Trójtlenek siarki	1 raz na miesiąc lub 1 pomiar na 10 000 ton	4.2.3	n.s.
Wolny tlenek wapnia	1 raz na miesiąc lub 1 pomiar na 10 000 ton	4.2.4	n.s.
Stołość objętości ²⁾	1 raz na miesiąc lub 1 pomiar na 10 000 ton	4.2.4	4.3.2
Reaktywny tlenek wapnia	1 raz na miesiąc lub 1 pomiar na 10 000 ton	n.s.	4.3.3
Zawartość wody	2 razy na miesiąc lub 1 pomiar na 5 000 ton	4.2.5	4.3.4
Aktywność pucolanowa ²⁾	2 razy w roku lub 1 pomiar na 50 000 ton	4.2.6	n.s.
Aktywność hydrauliczna ²⁾	2 razy w roku lub 1 pomiar na 50 000 ton	n.s.	4.3.5

n.s. – nie stosuje się

1) pomiary zwykle przeprowadza się częściej

2) jeśli jest wymagany

4.3.2. Znakowanie i oznaczenie

Oznakowanie gotowego produktu powinno zawierać:

- typ popiołu lotnego oraz numer normy europejskiej PN-EN 14227-4,
- pochodzenie,
- producent.

5. Ustalenia formalne

Niniejsze Wymagania Techniczne do normy PN-EN 14227-3 „Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Część 2: Mieszanki związane popiołem lotnym” nie stanowią przepisu techniczno-budowlanego w rozumieniu prawa.