

Załącznik Nr 4 do Zarządzenia Nr 102  
Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad  
z dnia 19 listopada 2010r.

# **Mieszanki związane Spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych**

WT-5 2010  
**Wymagania Techniczne**

Warszawa 2010

Wymagania techniczne dotyczące mieszanek związanych do dróg publicznych zostały opracowane w IBDiM pod kierunkiem dr inż. Cezarego Kraszewskiego:

**Zarządzenie Nr 102**  
**Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad**  
**z dnia.....19/11.....2010 roku**  
**w sprawie stosowania wymagań technicznych na drogach krajowych**

Na podstawie § 4 ust. 2 pkt 1 załącznika Nr 1 do Zarządzenia Nr 16 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2008 roku w sprawie nadania Regulaminu Organizacyjnego Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (ze zm.<sup>1</sup>) zarządza się, co następuje:

**§ 1**

W dokumentacji projektowej oraz specyfikacji technicznej wykonywania i odbioru robót budowlanych opisujących przedmiot zamówienia na roboty budowlane na drogach krajowych zaleca się do stosowanie następujące opracowania:

- 1) „Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utrwaleń na drogach krajowych WT-1 2010 Wymagania Techniczne”, stanowiące załącznik nr 1 do zarządzenia;
- 2) „Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych WT-2 2010 Wymagania techniczne”, stanowiące załącznik nr 2 do zarządzenia;
- 3) „Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych WT-4 2010 Wymagania techniczne”, stanowiące załącznik nr 3 do zarządzenia;
- 4) „Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych” WT-5 2010. Wymagania techniczne”, stanowiące załącznik nr 4 do zarządzenia.

**§ 2**

Zarządzenie wchodzi w życie z dniem podpisania



p.o. GENERALNY DYREKTOR  
DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD

*Lech Witecki*

Zm<sup>1</sup> –Zmiany regulaminu Organizacyjnego zostały wprowadzone zarządzeniem Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych Nr 9 z dnia 31 marca 2009r., zarządzenia Nr 15 z dnia 28 kwietnia 2009r., zarządzenia Nr 21 z dnia 1 czerwca 2009r.,zarządzenia Nr 26 z dnia 20 kwietnia 2010r., zarządzenia Nr 60 z dnia 17 czerwca 2010r.,zarządzenia Nr 68 z dnia 30 czerwca 2010r., zarządzenia Nr 95 z dnia 28 października 2010r. oraz zarządzenie Nr 100 z dnia 12 listopada 2010r.

## Spis treści

<b>Wprowadzenie</b> .....	<b>5</b>
<b>Definicje</b> .....	<b>5</b>
<b>Symbole i skróty</b> .....	<b>9</b>
<b>Powołania normatywne</b> .....	<b>10</b>
<b>Część 1. Mieszanki związane cementem wg PN-EN 14227-1</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1. Wymagania wobec materiałów</b> .....	<b>12</b>
1.1.1. Kruszywa.....	12
1.1.2. Spoiwo.....	14
1.1.3. Woda zarobowa.....	14
1.1.4. Dodatki.....	15
1.1.5. Domieszki.....	15
<b>1.2. Specyfikacja mieszanek</b> .....	<b>15</b>
1.2.1. Przeznaczenie.....	15
1.2.2. Materiały do mieszanek.....	15
1.2.3. Projektowanie mieszanek.....	15
1.2.4. Zawartość spoiwa.....	21
1.2.5. Zawartość wody.....	22
1.2.6. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek.....	22
1.2.7. Badanie wytrzymałości.....	22
1.2.8. Badanie mrozoodporności.....	22
<b>1.3. Wymagania wobec mieszanek</b> .....	<b>23</b>
1.3.1. Postanowienia ogólne.....	23
1.3.2. Mieszanki do warstwy ulepszonego podłoża.....	23
1.3.3. Mieszanki do warstwy podbudowy pomocniczej.....	24
1.3.4. Mieszanki do warstwy podbudowy zasadniczej.....	25
1.3.5. Przeciwdziałanie spękaniom odbitym.....	25
<b>Część 2. Mieszanki związane żużlem wg PN-EN 14227-2</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1. Wymagania wobec materiałów</b> .....	<b>26</b>
2.1.1. Kruszywa.....	26
2.1.2. Żużel granulowany.....	28
2.1.2.1. Granulowany żużel wielkopiecowy.....	28
2.1.2.2. Granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony.....	29
2.1.2.3. Mielony granulowany żużel wielkopiecowy.....	29
2.1.2.4. Aktywność hydrauliczna.....	29
2.1.3. Woda zarobowa.....	31
2.1.4. Aktywatory.....	31
<b>2.2. Specyfikacja mieszanek</b> .....	<b>31</b>
2.2.1. Przeznaczenie.....	31
2.2.2. Projektowanie mieszanek.....	32
2.2.2.1. Mieszanki typu A.....	32
2.2.2.2. Mieszanki typu B.....	36
2.2.3. Zawartość żużla granulowanego.....	40

2.2.4. Zawartość wody.....	40
2.2.5. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek.....	41
2.2.6. Wskaźnik CBR.....	41
2.2.6.1. Wskaźniki.....	41
2.2.6.2. Badanie.....	42
2.2.6.3. Klasyfikacja wyniku.....	42
2.2.7. Badanie wytrzymałości na ściskanie.....	43
2.2.7.1. Badanie.....	43
2.2.7.2. Klasyfikacja wyniku.....	43
2.2.8. Badanie mrozoodporności.....	44
2.2.9. Natychmiastowy wskaźnik nośności.....	45
2.2.10. Szczelność mieszanki.....	46
<b>2.3. Wymagania wobec mieszanek.....</b>	<b>47</b>
2.3.1. Postanowienia ogólne.....	47
2.3.2. Mieszanki typu A.....	47
2.3.3. Mieszanki typu B.....	48
<b>Część 3. Mieszanki z popiołem lotnym wg PN-EN 14227-3 oraz PN-EN 14227-4.....</b>	<b>50</b>
<b>3.1. Wymagania wobec materiałów.....</b>	<b>50</b>
3.1.1. Kruszywa.....	50
3.1.2. Popioły lotne.....	52
3.1.2.1. Krzemionkowe popioły lotne.....	53
3.1.2.2. Wapienne popioły lotne.....	54
3.1.2.3. Kontrola popiołów lotnych.....	55
3.1.3. Wapno.....	55
3.1.4. Cement.....	55
3.1.5. Gips.....	56
3.1.6. Granulowany żużel wielkopiecowy.....	56
3.1.7. Inne składniki.....	56
3.1.8. Woda.....	56
<b>3.2. Specyfikacja mieszanek.....</b>	<b>56</b>
3.2.1. Przeznaczenie.....	56
3.2.2. Projektowanie mieszanek.....	57
3.2.2.1. Mieszanka typu 1.....	57
3.2.2.2. Mieszanki typu 2.....	59
3.2.2.3. Mieszanka typu 3.....	64
3.2.2.4. Mieszanka typu 4.....	64
3.2.2.5. Mieszanka typu 5.....	64
3.2.3. Zawartość popiołu lotnego.....	65
3.2.4. Zawartość wody.....	65
3.2.5. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek.....	65
3.2.6. Badanie wytrzymałości na ściskanie.....	66
3.2.6.1. Badanie.....	66
3.2.6.2. Klasyfikacja wyniku.....	66
3.2.7. Badanie mrozoodporności.....	67
3.2.8. Natychmiastowy wskaźnik nośności.....	67
3.2.9. Szczelność mieszanki.....	68
<b>3.3. Wymagania wobec mieszanek.....</b>	<b>69</b>
3.3.1. Postanowienia ogólne.....	69

3.3.2. Mieszanka typu 1 .....	69
3.3.3. Mieszanki typu 2 .....	70
3.3.4. Mieszanka typu 3 .....	71
3.3.5. Mieszanka typu 4 .....	72
3.3.6. Mieszanka typu 5 .....	73
3.3.7. Przeciwdziałanie spękaniom odbitym .....	73
<b>Część 4. Mieszanki związane spoiwem drogowym wg PN-EN 14227-5 .....</b>	<b>74</b>
<b>4.1. Wymagania wobec materiałów .....</b>	<b>74</b>
4.1.1. Kruszywa .....	74
4.1.2. Spoiwo drogowe .....	76
4.1.3. Woda zarobowa .....	77
4.1.4. Środki opóźniające wiązanie .....	77
<b>4.2. Specyfikacja mieszanek .....</b>	<b>77</b>
4.2.1. Przeznaczenie .....	77
4.2.2. Projektowanie mieszanek .....	77
4.2.2.1. Mieszanka typu 1 .....	78
4.2.2.2. Mieszanki typu 2 .....	79
4.2.2.3. Mieszanka typu 3 .....	82
4.2.2.4. Mieszanka typu 4 .....	83
4.2.3. Zawartość spoiwa drogowego .....	83
4.2.4. Zawartość wody .....	83
4.2.5. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek .....	83
4.2.6. Badanie wytrzymałości na ściskanie .....	84
4.2.6.1. Badanie .....	84
4.2.6.2. Klasyfikacja wyniku .....	84
4.2.7. Badanie mrozoodporności .....	85
4.2.8. Natychmiastowy wskaźnik nośności .....	85
4.2.9. Szczelność mieszanki .....	86
<b>4.3. Wymagania wobec mieszanek .....</b>	<b>87</b>
4.3.1. Postanowienia ogólne .....	87
4.3.2. Mieszanka typu 1 .....	87
4.3.3. Mieszanki typu 2 .....	88
4.3.4. Mieszanka typu 3 .....	89
4.3.5. Mieszanka typu 4 .....	90
4.3.6. Przeciwdziałanie spękaniom odbitym .....	90
<b>Część 5. Kontrola produkcji .....</b>	<b>91</b>
5.1. System oceny zgodności .....	91
5.2. Kontrola produkcji .....	91
5.2.1. Postanowienia ogólne .....	91
5.2.2. Księga jakości .....	91
5.2.3. Organizacja .....	91
5.2.4. Procedury kontrolne .....	93
5.2.5. Kontrola oraz badania składników i mieszanki podczas produkcji .....	94
5.2.6. Urządzenia kontrolno-pomiarowe do inspekcji i badań .....	95
5.2.7. Niezgodność .....	96
5.2.8. Dopuszczalne tolerancje odchyłek produkcji .....	97
5.3. Oznaczenie, opis i znakowanie .....	97
<b>Część 6. Ustalenia formalne .....</b>	<b>99</b>

## Wprowadzenie

Europejskie normy serii EN 14227-1...5, zostały zatwierdzone jako Polskie Normy:

- PN-EN 14227-1:2007 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Część 1: Mieszanki związane cementem.
- PN-EN 14227-2:2007 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Część 2: Mieszanki związane żużlem.
- PN-EN 14227-3:2007 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Część 3: Mieszanki związane popiołem lotnym.
- PN-EN 14227-4:2007 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Część 4: Popiół lotny.
- PN-EN 14227-5:2007 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Część 5: Mieszanki związane spoiwem drogowym.

Normy PN-EN 14227-1...5 dotyczą mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym, wytworzonych z zastosowaniem kruszywa naturalnego, sztucznego lub z recyklingu. Mieszanki te są przeznaczone do budowy i utrzymania dróg publicznych oraz innych powierzchni przeznaczonych do ruchu pojazdów.

Normy PN-EN 14227-1...5 są normami klasyfikacyjnymi, nie określającymi bezpośrednio wymagań wobec mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym do konkretnych zastosowań, lecz wymieniającą jedynie szereg właściwości służących do oceny jakości wyrobu (mieszanki) oraz podającą szereg kategorii (poziomów) tych właściwości.

Wprowadzenie postanowień norm PN-EN 14227-1...5 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 M-Zw 2009**.

W **WT M-Zw 2009** 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 spoiwem hydraulicznym** - mieszanka, w której następuje wiązanie i twardnienie na skutek reakcji hydraulicznych.

**Mieszanka związana cementem (CBGM)** - mieszanka związana hydraulicznie, składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu i cementu; wymieszana w sposób zapewniający uzyskanie jednorodnej mieszanki.

**Mieszanka związana żużlem** - mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, z jednego lub więcej rodzajów żużla i wody, twadniejąca dzięki reakcji hydraulicznej lub/i karbonatyzacji. Twardnienie może być przyspieszone przez dodanie aktywatora.

**Żużel wielkopiecowy chłodzony powietrzem** (ang. *air-cooled blast furnace slag*) - kruszywo składające się głównie ze skrystalizowanych krzemianów oraz glinokrzemianów wapnia i magnezu uzyskanych przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żużla wielkopiecowego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody. Chłodzony powietrzem żużel wielkopiecowy twardnieje dzięki reakcji hydraulicznej lub karbonatyzacji.

**Żużel stalowniczy chłodzony powietrzem** (ang. *air-cooled steel slag*) - kruszywo składające się głównie z skrystalizowanego krzemianu wapnia i ferrytu zawierającego CaO, SiO<sub>2</sub>, MgO oraz tlenek żelaza. Kruszywo otrzymuje się przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żużla stalowniczego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody.

**Granulowany żużel wielkopiecowy** (ang. *granulated blast furnace slag*) - szklisty, piaszczysty materiał składający się głównie z CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i MgO, otrzymywany zwykle przez gwałtowne schłodzenie wodą ciekłego żużla wielkopiecowego. Granulowany żużel wielkopiecowy twardnieje reakcją hydrauliczną. Peletyzowany i suchy granulowany żużel wielkopiecowy mogą mieć zbliżone właściwości hydrauliczne.

**Granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony** (ang. *partially ground granulated blast furnace slag*) - 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*) - granulowany żużel wielkopiecowy mielony w celu dodatkowego zwiększenia udziału ziaren mniejszych od 0,063 mm.

**Mieszanka z popiołem lotnym** - mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, popiołu lotnego wapiennego lub krzemionkowego i wody, twadniejąca dzięki reakcji hydraulicznej.

**Popiół lotny** - 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)** - popiół lotny, w którym podstawowymi składnikami chemicznymi są krzemiany, gliniany i tlenki żelaza wyrażone

jako  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 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)** - popiół lotny, w którym podstawowymi składnikami chemicznymi są krzemiany, gliniany, tlenki wapna i siarczany, wyrażone jako  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  i  $\text{SO}_3$ , charakteryzujące się właściwościami hydraulicznymi i pucolanowymi. Popiół lotny wapienny może być składowany i dostarczany w warunkach suchych.

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

**Materiał hydrauliczny** - materiał, który wiąże i twardnieje w obecności wody, tworząc stabilne i trwałe struktury.

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

**Mieszanka związana spoiwem drogowym** - mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, spoiwa drogowego i wody twardniejąca dzięki reakcji hydraulicznej. Twardnienie może być opóźnione przez dodanie środka opóźniającego wiązanie.

**Spoivo drogowe** - spoiwa hydrauliczne do podbudów są gotowymi wyrobami wytwarzanymi w zakładzie produkcyjnym i dostarczane w stanie gotowym do użycia. Określone spoiwa hydrauliczne do podbudów i ulepszonego podłoża, charakteryzują się szczególnymi właściwościami, które mają znaczenie do przewidzianego celu zastosowania.

**Wskaźnik smukłości** (ang. *slenderness ratio*) - stosunek wysokości do średnicy próbki.

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

**Kategoria** - charakterystyczny poziom właściwości kruszywa lub mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym, 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** - 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 spoiwem hydraulicznym** - warstwa zawierająca kruszywo naturalne lub sztuczne albo z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniająca umożliwienie ruchu technologicznego i właściwego wykonania nawierzchni. Do warstwy podłoża ulepszonego zaliczamy także warstwę mrozochronną, odcinającą, i wzmacniającą, które powinny spełniać dodatkowe wymagania.

**Warstwa mrozochronna** - warstwa zapewniająca ochronę konstrukcji nawierzchni drogowej przed skutkami oddziaływania mrozu.

**Podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym** - warstwa zawierająca kruszywo naturalne lub sztuczne a także z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstwy podbudowy zasadniczej na warstwę podłoża. Podbudowa pomocnicza może składać się z kilku warstw o różnych właściwościach.

**Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym** - warstwa zawierająca kruszywo naturalne lub sztuczne a także z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstw jezdnych na warstwę podbudowy pomocniczej lub podłoże.

**Kruszywo słabe** – kruszywo przeznaczone do wykonywania warstw nawierzchni drogowej lub podłoża ulepszonego, które charakteryzuje się różnicami w uziarnieniu, przed i po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora, przekraczającymi  $\pm 8\%$ . Uziarnienie kruszywa należy sprawdzać na sitach przewidzianych do kontroli uziarnienia w PN-EN 14227, części 1-5 i niniejszych WT. O zakwalifikowaniu kruszywa do kruszyw słabych decyduje największa różnica wartości przesiewów na jednym z sit kontrolnych.

Układ warstw w konstrukcji nawierzchni drogowej, podatnej i sztywnej przedstawia rys. 0.1.

warstwa ścieralna		<b>nawierzchnia</b>
warstwa wiążąca		
podbudowa zasadnicza <sup>*)</sup>	podbudowa	
podbudowa pomocnicza <sup>**)</sup>		
podłoże ulepszone (warstwa mrozochronna, odcinająca, wzmacniająca)		<b>podłoże</b>
podłoże gruntowe		

<sup>\*)</sup> w WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2008 ta warstwa nazwana górną podbudową

<sup>\*\*)</sup> w WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2008 ta warstwa nazwana dolną podbudową

a) podatna i półsztywna

warstwa ścieralna		nawierzchnia
podbudowa zasadnicza <sup>*)</sup>	podbudowa	
podbudowa pomocnicza <sup>**)</sup>		
podłoże ulepszone (warstwa mrozochronna, odcinająca, wzmacniająca)		podłoże
podłoże gruntowe		

<sup>\*)</sup> w WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2008 ta warstwa nazwana górną podbudową

<sup>\*\*)</sup> w WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2008 ta warstwa nazwana dolną podbudową

b) sztywna

Rys.0.1. Układ warstw w konstrukcji nawierzchni drogowej

## Symbole i skróty

W niniejszym dokumencie stosuje się następujące symbole i skróty:

<b>% m/m</b>	procent masy
<b>A</b>	zawartość Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> w granulowanym żużlu wielkopieczowym, w procentach masy (% m/m)
<b>C</b>	zawartość CaO w granulowanym żużlu wielkopieczowym, w procentach masy (% m/m)
<b>C.A</b>	iloczyn C i A
<b>CBGM</b>	mieszanka związana cementem
<b>CBR</b>	kalifornijski wskaźnik nośności, w procentach (%)
<b>CBR<sub>0</sub></b>	kalifornijski wskaźnik nośności oznaczony natychmiast po wykonaniu próbek, w procentach (%), w badaniu z obciążnikami
<b>E</b>	moduł sprężystości, w megapaskalach (MPa)
<b>E<sub>c</sub></b>	E określony przy ściskaniu, w megapaskalach (MPa)
<b>E<sub>it</sub></b>	E określony przy rozciąganiu pośrednim, w megapaskalach (MPa)
<b>E<sub>t</sub></b>	E określony w rozciąganiu bezpośrednim, w megapaskalach (MPa)
<b>GGBS</b>	mielony granulowany żużel wielkopieczowy
<b>HRB</b>	hydrauliczne spoiwo drogowe
<b>IPI</b>	natychmiastowy wskaźnik nośności, w procentach (%), oznaczony w badaniu CBR bez obciążników
<b>R<sub>c</sub></b>	wytrzymałość na ściskanie, w megapaskalach (MPa)
<b>R<sub>c</sub><sup>z-0</sup></b>	charakterystyczna wytrzymałość na ściskanie próbek po wymaganym okresie pielęgnacji (w zależności od rodzaju mieszanki) i 14 cyklach zamrażania i odmrażania, w megapaskalach (MPa)

## Powołania normatywne

- PN-EN 196-2 Metody badania cementu - Analiza chemiczna cementu
- 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 932-3 Badania podstawowych właściwości kruszyw - Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego
- PN-EN 932-5 Badania podstawowych właściwości kruszyw - Część 5: Wyposażenie podstawowe i wzorcowanie
- PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie składu ziarnowego - Metoda przesiewania
- PN-EN 933-3 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości
- PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 4: Oznaczanie kształtu ziarn - Wskaźnik kształtu
- PN-EN 933-5 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
- PN-EN 933-8 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek - Badania wskaźnika piaskowego
- PN-EN 933-9 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Ocena zawartości drobnych cząstek. Badania błękitem metylenowym
- PN-EN 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 1097-1 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)
- PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
- PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
- PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
- PN-EN 1367-2 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Badanie w siarczenie magnezu
- PN-EN 1367-3 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metoda gotowania
- PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw - Analiza chemiczna
- PN-EN 1744-3 Badania chemicznych właściwości kruszyw - Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw
- PN-ISO 565 Sita kontrolne - Tkanina z drutu, blacha perforowana i blacha cienka perforowana elektrochemicznie - Wymiary nominalne oczek
- PN-EN 13242:2004 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

PN-EN 13286-2– Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Część 2:  
Metody określania gęstości i zawartości wody -- Zagęszczanie metodą Proctora  
PN-EN 13286-41– Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Część 41:  
Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem  
hydraulicznym Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Część 44:  
Metoda oznaczania wskaźnika alfa granulowanego żużla wielkopieczowego  
PN-EN 13286-47, – Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Część 47:  
Metoda badania do określenia kalifornijskiego wskaźnika nośności, natychmiastowego  
wskaźnika nośności i pęcznienia liniowego  
PN-EN 13286-50 Mieszanki 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  
EN 13282, Hydraulic road binders — Composition, specifications and conformity criteria

## Część 1. Mieszanki związane cementem wg PN-EN 14227-1

### 1.1. Wymagania wobec materiałów

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

#### 1.1.1. Kruszywa

Wymagania wobec kruszywa oparte są na specyfikacji zgodnej z normą PN-EN 13242.. Można stosować następujące rodzaje kruszywa:

- 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 ulepszonego z mieszanek związanych cementem przedstawia tablica 1.1.

Tablica 1.1.

Właściwość		Deklarowane kategorie lub wartości		Odniesienie do PN-EN 13242:2004
		w odniesieniu do zastosowania kruszywa do warstwy:		
Rozdział/punkt w normie PN-EN 13242		związanej warstwy podbudowy pomocniczej i podłoża ulepszonego wszystkie kategorie ruchu (KR1-KR6)	związanej warstwy podbudowy zasadniczej wszystkie kategorie ruchu (KR1-KR6)	
4.1	Fracje/zestaw sit #	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	$G_{C80/20}$ , $G_{F80}$ , $G_{A75}$	$G_{C80/20}$ , $G_{F80}$ , $G_{A75}$	Tabl. 2
4.3.2	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	$GT_{CNR}$	$GT_{CNR}$	Tabl.3
4.3.3	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1	$GT_{FNR}$ $GT_{ANR}$	$GT_{FNR}$ $GT_{ANR}$	Tabl. 4
4.4	Kształt kruszywa grubego- maksymalne	$FI$ Deklarowana	$FI_{50}$	Tabl.5.

	wartości wskaźnika płaskości wg PN-EN 933-3 *)			
	Kształt kruszywa grubego- maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4 *)	$SI_{Deklarowana}$	$SI_{50}$	Tabl. 6.
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 <sup>**)</sup> w kruszywie grubym wg PN-EN 933-1	$f_{deklarowana}$	$f_{deklarowana}$	Tabl. 8
4.6	Zawartość pyłów <sup>**)</sup> 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 1097-2	$LA_{60}$	$LA_{50}$	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	Stalność objętości żużla 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	Brak rozpadu	Brak rozpadu	

	żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.2			
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, 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		

\*) Badaniem wzorcowym oznaczania kształtu kruszywa grubego jest badanie wskaźnika płaskości

\*\*) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 1.2.3.1.

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

### 1.1.2. Spoiwo

Jako spoiwo stosuje się cement wg PN-EN 197-1.

### 1.1.3. Woda zarobowa

Woda zarobowa powinna być zgodna z PN-EN 1008.

#### **1.1.4. Dodatki**

Zastosowanie wielkopiecowego mielonego żużla granulowanego jest możliwe pod warunkiem, że odpowiada on wymaganiom europejskiej lub krajowej Aprobaty Technicznej. Składnik ten powinien zostać uwzględniony w projekcie mieszanki. W przypadku stosowania wielkopiecowego mielonego żużla granulowanego jako głównego spoiwa ma zastosowanie część 2 niniejszych Wymagań Technicznych. Mieszanki zawierające popiół lotny jako główne spoiwo, powinny być zgodne z częścią 3 niniejszych Wymagań Technicznych.

#### **1.1.5. Domieszki**

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.

### **1.2. Specyfikacja mieszanek**

#### **1.2.1. Przeznaczenie**

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

Mieszanki związane cementem mogą być stosowane do wymienionych warstw nawierzchni drogowych przenoszących ruch kategorii od KR1 do KR6.

#### **1.2.2. Materiały do mieszanek**

Do projektowania mieszanek stosuje się wyłącznie materiały spełniające wymagania wymienione w p. 1.1.1. do 1.1.5.

#### **1.2.3. 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 ścislenie próbek (System I), zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych  $H/D = 1$ . Klasy wytrzymałości przyjmuje się wg tablicy 1.2.



Wytrzymałość na ściskanie  $R_c$  określonej mieszanki oznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 powinna być równa lub większa od wytrzymałości na ściskanie wymaganej dla danej klasy wytrzymałości podanej w tabelicy 1.2.

Tablica 1.2. Klasy wytrzymałości wg normy PN-EN 14227-1.

Kolumna	1	2	3
Wiersz	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, MPa		Klasa wytrzymałości
	Wytrzymałość charakterystyczna $R_c$		
	Próbki walcowe $H/D^a=2,0$	Próbki walcowe $H/D^a=1,0^b$	
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	$C_{20/25}$

<sup>a</sup>  $H/D$  = stosunek wysokości do średnicy próbki  
<sup>b</sup>  $H/D$  = 0,8 do 1,21

Dopuszcza się podawanie wytrzymałości na ściskanie  $R_c$  z dodatkowym indeksem informującym o czasie pielęgnacji, np.  $R_{c7}$ ,  $R_{c14}$ ,  $R_{c28}$

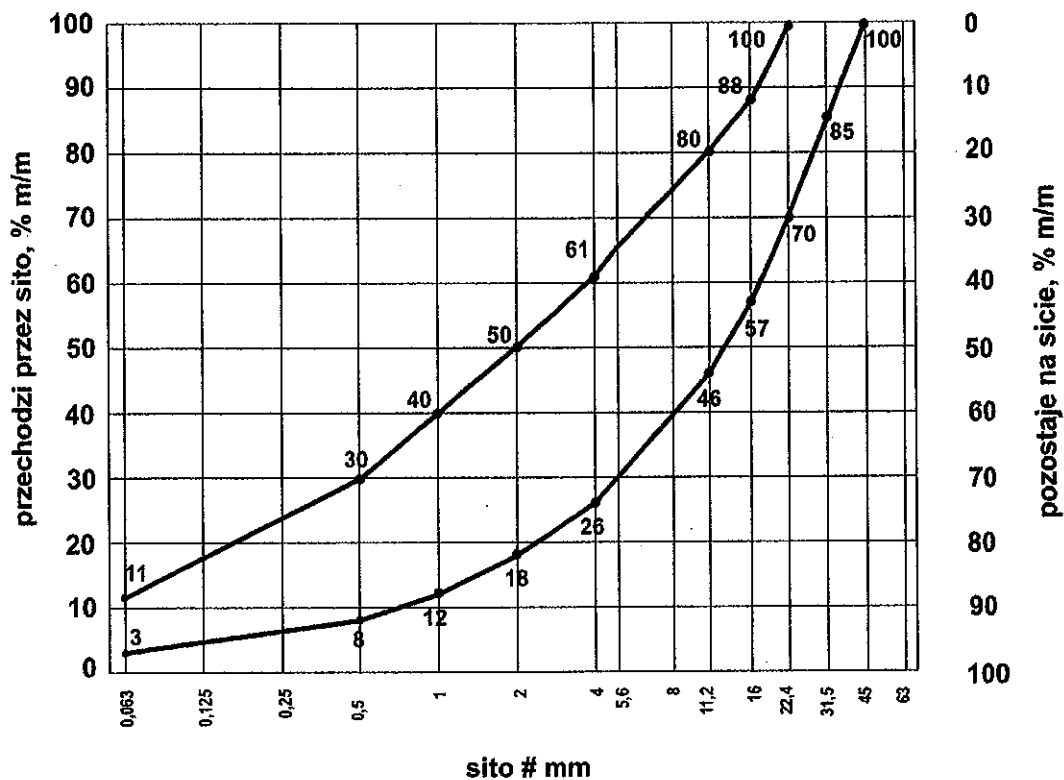
Określone w badaniu progowe ilości wody powinny uwzględniać właściwe zagęszczenie i oczekiwane parametry mechaniczne mieszanki. Należy określić procentowy udział składników w stosunku do całkowitej masy mieszanki w stanie suchym oraz uziarnienie i gęstość objętościową. Proporcję należy określić laboratoryjnie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

### 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.

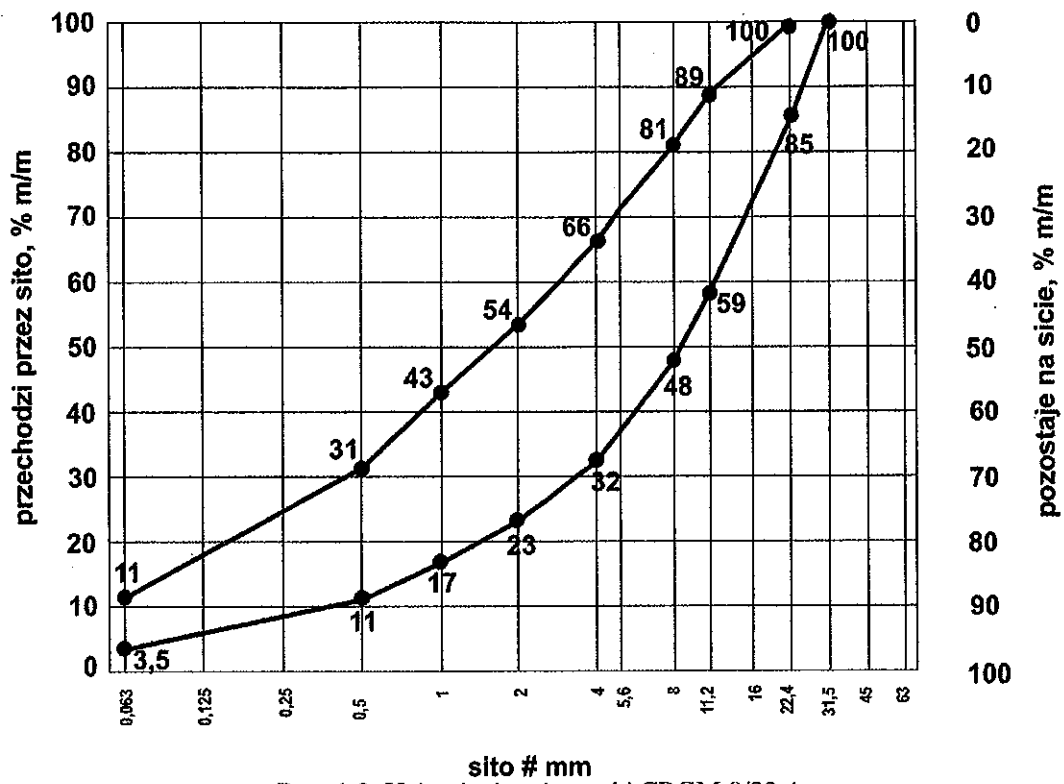
Krzywa uziarnienia mieszanki powinna zawierać się w obszarze między krzywymi granicznymi uziarnienia przedstawionych na rys. 1.1÷1.5, odpowiednio dla każdego rodzaju mieszanki.

Mieszanka 0/31,5



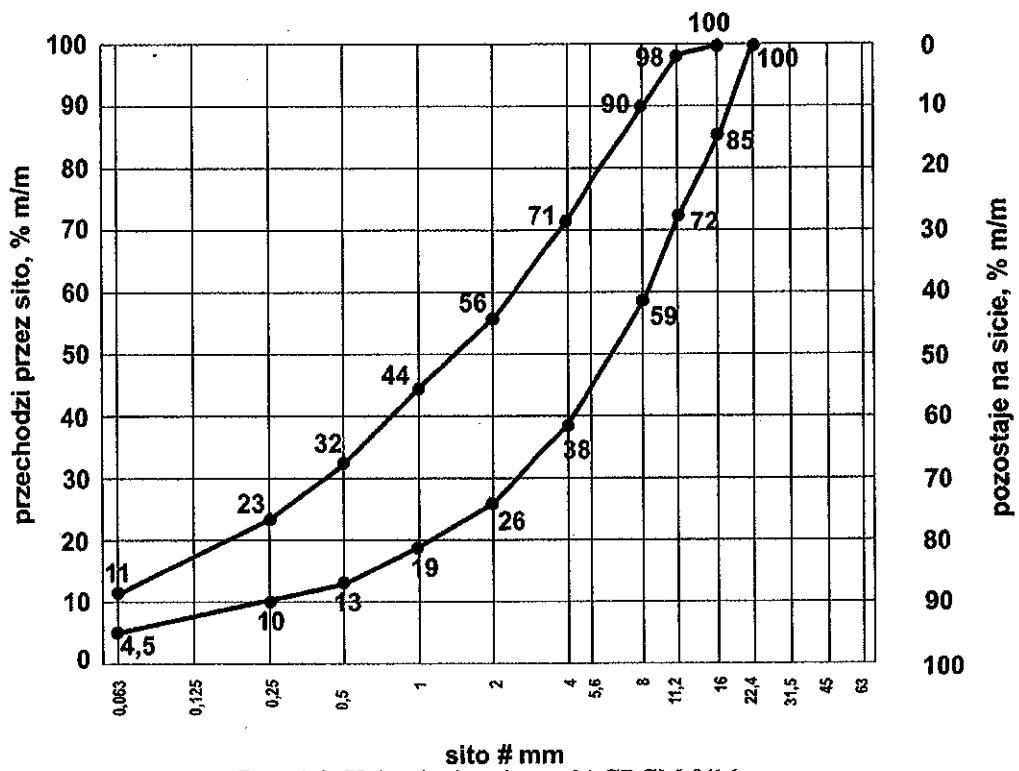
Rys.1.1. Uziarnienie mieszanki CBGM 0/31,5

Mieszanka 0/22,4



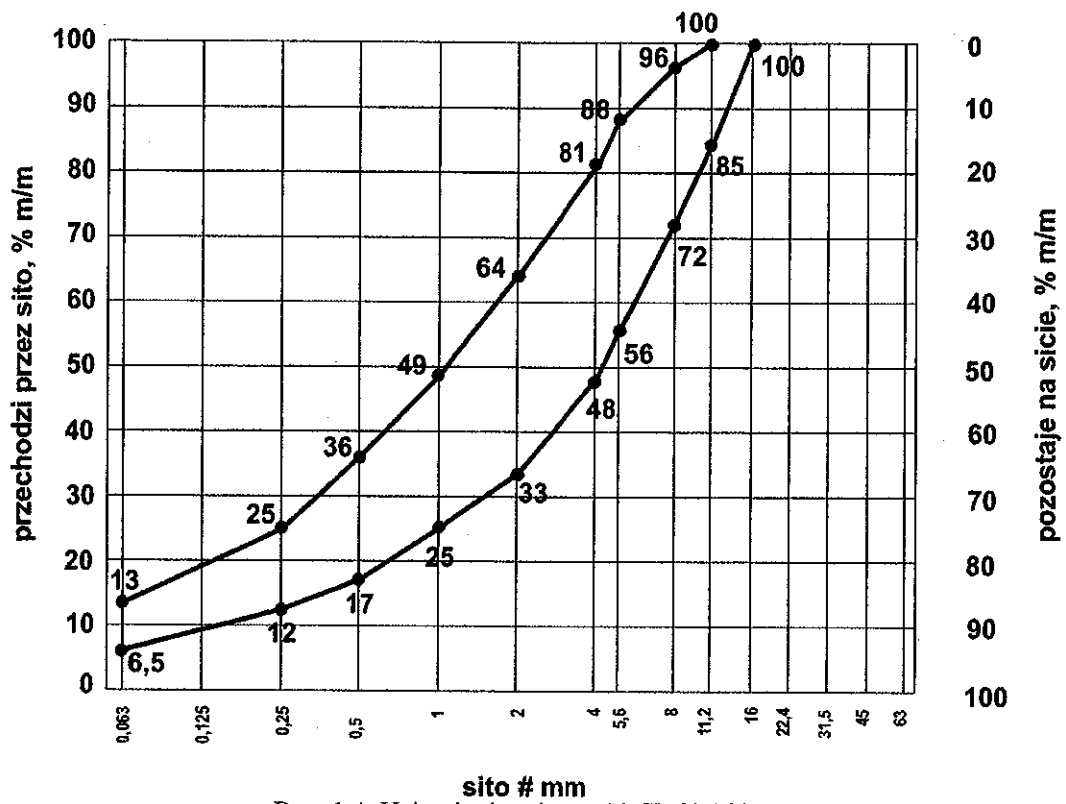
Rys. 1.2. Uziarnienie mieszanki CBGM 0/22,4

Mieszanka 0/16



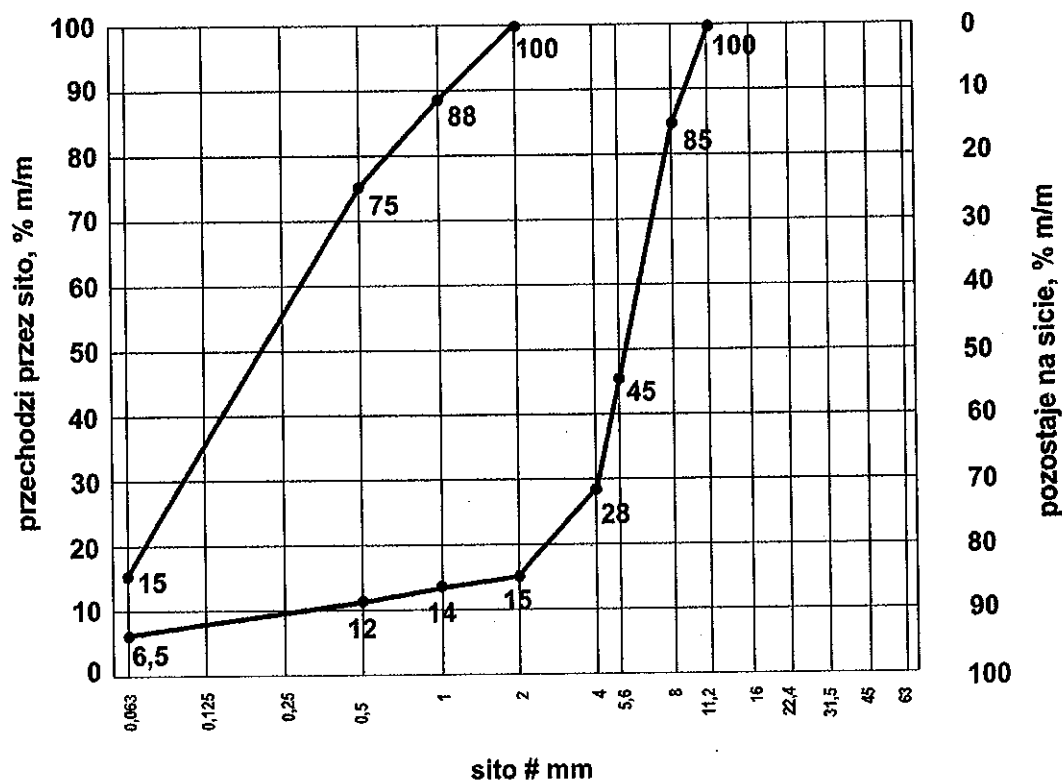
Rys. 1.3. Uziarnienie mieszanki CBGM 0/16

Mieszanka 0/11,2



Rys. 1.4. Uziarnienie mieszanki CBGM 0/11,2

### Mieszanka 0/8



Rys. 1.5. Uziarnienie mieszanki CBGM 0/8

### 1.2.4. Zawartość spoiwa

Zawartość spoiwa w mieszance 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 tabelicy 1.3.

Tablica 1.3. Minimalna zawartość spoiwa w mieszance wg PN-EN 14227-1

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

Dopuszczalne jest zastosowanie mniejszej ilości spoiwa niż podano w tabelicy 1.3. jeśli podczas procesu produkcyjnego stwierdzone zostanie, że zachowana jest zgodność z wymaganiami tabelicy 1.4. lub 1.5 albo 1.6. niniejszych Wymagań Technicznych .,

### **1.2.5. Zawartość wody**

Zawartość wody w mieszance 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.

### **1.2.6. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek**

Próbki walcowe, zagęszczane ubijakiem Proctora, powinny być przygotowane 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. Nasykanie próbek wodą odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym ich zanurzeniu w wodzie.

### **1.2.7. Badanie wytrzymałości**

Badanie wytrzymałości na ściskanie (System I) należy przeprowadzić na próbkach walcowych przygotowanych metodą Proctora zgodnie z PN-EN 13286-50, przy wykorzystaniu metody badawczej zgodnej z PN-EN 13286-41. Próbki powinny być pielęgnowane zgodnie z p.1.2.6.

Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki powinna być oznaczana zgodnie z PN-EN 13286-41 **po 28 dniach pielęgnacji**.

Dopuszcza się w praktyce wykonawczej stosowanie dodatkowo wytrzymałości na ściskanie określonej po innym okresie pielęgnacji, np. po 7 lub 14 dniach. Wymagane właściwości po 28 dniach pielęgnacji pozostają bez zmian.

### **1.2.8. Badanie mrozoodporności**

Wskaźnik mrozoodporności mieszanki związanej cementem określany jest stosunkiem wytrzymałości na ściskanie  $R_c^{z-o}$  próbki po 28 dniach pielęgnacji i po 14 cyklach zamrażania i odmrażania do wytrzymałości na ściskanie  $R_c$  próbki po 28 dniach pielęgnacji wg p.1.2.6.

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

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 cykлом 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.

### 1.3. Wymagania wobec mieszanek

#### 1.3.1. Postanowienia ogólne

Mieszanki związane cementem klasyfikuje się pod względem właściwości wytrzymałościowych mieszanki przez wytrzymałość charakterystyczną na ściskanie  $R_c$  próbek zgodnie z przyjętym Systemem I.

#### 1.3.2. Mieszanki do warstwy ulepszonego podłoża

Tablica 1.4. Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy ulepszonego podłoża

Lp.	Właściwość	WYMAGANIA			Uwagi
		KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6	
1.0	Składniki				
1.1	Cement	wg PN-EN 197-1	wg PN-EN 197-1	wg PN-EN 197-1	
1.2	Kruszywo	tablica 1.1	tablica 1.1	tablica 1.1	
1.3	Woda zarobowa	p. 1.1.3	p. 1.1.3	p. 1.1.3	
1.4	Dodatki	p. 1.1.4	p. 1.1.4	p. 1.1.4	
2.0	Mieszanka				
2.1	Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:			
	- mieszanka CBGM 0/8 mm	rys. 1.5	--	--	
	- mieszanka CBGM 0/11,2 mm	rys. 1.4	rys. 1.4	rys. 1.4	
	- mieszanka CBGM 0/16 mm	rys. 1.3	rys. 1.3	rys. 1.3	
	- mieszanka CBGM 0/22,4 mm	rys. 1.2	rys. 1.2	rys. 1.2	
	- mieszanka CBGM 0/31,5 mm	rys. 1.1	rys. 1.1	rys. 1.1	
2.2	Minimalna zawartość cementu	wg tablicy 1.3	wg tablicy 1.3	wg tablicy 1.3	
2.3	Zawartość wody	wg projektu	wg projektu	wg projektu	Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2
2.4	Wytrzymałość na ściskanie (system I) - klasa wytrzymałości $R_c$ wg tablicy 1.2	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



### 1.3.3. Mieszanki do warstwy podbudowy pomocniczej

Tablica 1.5. Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy podbudowy pomocniczej

Lp.	Właściwość	WYMAGANIA			Uwagi
		KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6	
1.0	<b>Składniki</b>				
1.1	Cement	wg PN-EN 197-1	wg PN-EN 197-1	wg PN-EN 197-1	
1.2	Kruszywo	tablica 1.1	tablica 1.1	tablica 1.1	
1.3	Woda zarobowa	p. 1.1.3	p. 1.1.3	p. 1.1.3	
1.4	Dodatki	p. 1.1.4	p. 1.1.4	p. 1.1.4	
2.0	<b>Mieszanka</b>				
2.1.	Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:			
	- mieszanka CBGM 0/8 mm	rys. 1.5	--	--	
	- mieszanka CBGM 0/11,2 mm	rys. 1.4	rys. 1.4	rys. 1.4	
	- mieszanka CBGM 0/16 mm	rys. 1.3	rys. 1.3	rys. 1.3	
	- mieszanka CBGM 0/22,4 mm	rys. 1.2	rys. 1.2	rys. 1.2	
	- mieszanka CBGM 0/31,5 mm	rys. 1.1	rys. 1.1	rys. 1.1	
2.2	Minimalna zawartość cementu	wg tablicy 1.3	wg tablicy 1.3	wg tablicy 1.3	
2.3	Zawartość wody	wg projektu	wg projektu	wg projektu	Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2
2.4	Wytrzymałość na ściskanie (system I) - klasa wytrzymałości $R_c$ wg tablicy 1.2	klasa C 1,5/2,0 (nie więcej niż 4,0 MPa)	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
2.5	Mrozoodporność	$\geq 0,6$	$\geq 0,6$	$\geq 0,6$	Badanie wg p.1.2.8

### 1.3.4. Mieszanki do warstwy podbudowy zasadniczej

Tablica 1.6. Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy podbudowy zasadniczej

Lp.	Właściwość	WYMAGANIA			Uwagi
		KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6	
1.0	Składniki				
1.1	Cement	wg PN-EN 197-1	wg PN-EN 197-1	wg PN-EN 197-1	
1.2	Kruszywo	tablica 1.1	tablica 1.1	tablica 1.1	
1.3	Woda zarobowa	p. 1.1.3	p. 1.1.3	p. 1.1.3	
1.4	Dodatki	p. 1.1.4	p. 1.1.4	p. 1.1.4	
2.0	Mieszanka				
2.1	Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:			
	- mieszanka CBGM 0/8 mm	rys. 1.5	--	--	
	- mieszanka CBGM 0/11,2 mm	rys. 1.4	rys. 1.4	rys. 1.4	
	- mieszanka CBGM 0/16 mm	rys. 1.3	rys. 1.3	rys. 1.3	
	- mieszanka CBGM 0/22,4 mm	rys. 1.2	rys. 1.2	rys. 1.2	
	- mieszanka CBGM 0/31,5 mm	rys. 1.1	rys. 1.1	rys. 1.1	
2.2	Minimalna zawartość cementu	wg tablicy 1.3	wg tablicy 1.3	wg tablicy 1.3	
2.3	Zawartość wody	wg projektu	wg projektu	wg projektu	Ustalenie na podstawie PN-EN 13286-2
2.4	Wytrzymałość na ściskanie <sup>*)</sup> (system I) - klasa wytrzymałości R <sub>c</sub> wg tablicy 1.2	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
2.5	Mrozoodporność	≥ 0,7	≥ 0,7	≥ 0,7	Badanie wg p.1.2.8

<sup>\*)</sup> W przypadku przekroczenia wytrzymałości na ściskanie 5 MPa należy stosować rozwiązania przeciwspekaniowe wg p. 1.3.5.

### 1.3.5. Przeciwdziałanie spękanom odbitym

Dla warstw podbudów zasadniczych z mieszanek związanych cementem o wytrzymałości na ściskanie R<sub>c</sub> od 5 do 10 MPa należy stosować technologie przeciwspekaniowe z zastosowaniem geosyntetyków lub membran, zgodnie z normami lub europejskimi i krajowymi Aprobatami Technicznymi.

Dla warstw podbudów zasadniczych z mieszanek związanych cementem o wytrzymałości na ściskanie R<sub>c</sub> 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.

## Część 2. Mieszanki związane żuzłem wg PN-EN 14227-2

### 2.1. Wymagania wobec materiałów

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

#### 2.1.1. Kruszywa

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

Można stosować następujące rodzaje kruszywa:

- 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 ulepszonego podłoża z mieszanek związanych żuzłem przedstawia tablica 2.1.

Tablica 2.1.

Właściwość		Deklarowane kategorie lub wartości		Odniesienie do PN-EN 13242:2004
Rozdział/punkt w normie PN-EN 13242		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	Frakcje/zestaw sit #	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	$G_{C80/20}$ , $G_{r80}$ , $G_{A75}$	$G_{C80/20}$ , $G_{r80}$ , $G_{A75}$	Tabl. 2
4.3.2	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	$GT_{CNR}$	$GT_{CNR}$	Tabl.3
4.3.3	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1	$GT_{FNR}$ $GT_{ANR}$	$GT_{FNR}$ $GT_{ANR}$	Tabl. 4
4.4	Kształt kruszywa grubego- maksymalne	$FI$ Deklarowana	$FI_{50}$	Tabl.5.

	wartości wskaźnika płaskości wg PN-EN 933-3 *)			
	Kształt kruszywa grubego- maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4 *)	<i>SI Deklarowana</i>	<i>SI<sub>50</sub></i>	Tabl. 6.
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 <sup>*)</sup> w kruszywie grubym wg PN-EN 933-1	$f_{deklarowana}$	$f_{deklarowana}$	Tabl. 8
4.6	Zawartość pyłów <sup>*)</sup> 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 1097-2	$LA_{60}$	$LA_{50}$	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, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	Deklarowana	
5.5	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, rozdział 7, 8 albo 9	Deklarowana	Deklarowana	
6.2	Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam.:AS0,2 - Żużel kawałkowy wielkopiecowy.:AS1,0	- Kruszywo kam.:AS0,2 - Żużel kawałkowy wielkopiecowy.:AS1,0	Tabl. 12
6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam.:S <sub>NR</sub> ; - Żużel kawałkowy wielkopiecowy: S <sub>2</sub>	- Kruszywo kam.:S <sub>NR</sub> ; - Żużel kawałkowy wielkopiecowy: S <sub>2</sub>	Tabl. 13
6.4.1	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie	deklarowana	deklarowana	
6.4.2.1	Stalność objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998, rozdział 19.3	$V_5$	$V_5$	Tabl. 14
6.4.2.2	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.1	Brak rozpadu	Brak rozpadu	
6.4.2.3	Rozpad żelazawy w	Brak rozpadu	Brak rozpadu	

	żużlu wielkopieczowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.2			
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 jako wskaźnik mrozoodporności wg PN-EN 1097-6, rozdział 7 (Jeśli kruszywo nie spełni warunku $WA_{242}$ , to należy zbadać jego mrozoodporność wg p.7.3.3. tablicy 2.1.)	$WA_{242}$	$WA_{242}$	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		

\*) Badaniem wzorcowym oznaczania kształtu kruszywa grubego jest badanie wskaźnika płaskości

\*\*) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 2.2.2.

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

## 2.1.2. Żużel granulowany

### 2.1.2.1. Granulowany żużel wielkopieczowy

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

- SiO<sub>2</sub>            od 27% do 41%
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>           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 2.2. natomiast współczynnik alfa według tablicy 2.3., zgodnie z opisem w p. 2.1.2.4.

### **2.1.2.2. Granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony**

Skład granulowanego żużla wielkopiecowego częściowo mielonego powinien być zgodny ze składem podanym w punkcie 2.1.2.1.

Zgodnie z p.2.1.2.4. należy zadeklarować kategorię iloczynu C.A (wg tablicy 2.2.) oraz kategorię zawartości ziaren mniejszych od 0,063 mm (wg tablicy 2.4.). Należy również, zgodnie z tabelą 2.3., zadeklarować kategorię współczynnika alfa niezmielonego granulowanego żużla wielkopiecowego.

### **2.1.2.3. Mielony granulowany żużel wielkopiecowy**

Skład mielonego granulowanego żużla wielkopiecowego powinien być zgodny ze składem podanym w punkcie 2.1.2.1.

Zgodnie z p.2.1.2.4. należy zadeklarować kategorię iloczynu C.A (wg tablicy 2.2.) oraz kategorię powierzchni właściwej wg Blaine'a wg tablicy 2.5.

### **2.1.2.4. Aktywność hydrauliczna**

#### **2.1.2.4.1. 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.

#### **2.1.2.4.2. Iloczyn C.A**

Iloczyn C.A jest ważnym wskaźnikiem składu chemicznego żużla, gdzie C oznacza zawartość CaO, natomiast A zawartość Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Im wyższa wartość C.A tym żużel jest bardziej reaktywny. W zależności od zawartości C.A wyróżnia się trzy kategorie wymienione w tablicy 2.2. Wartość liczbowa iloczynu C.A jest wynikiem mnożenia zawartości CaO i Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oznaczonych analitycznie w granulowanym żużlu wielkopiecowym.

Tablica 2.2. Kategorie C.A

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

#### 2.1.2.4.3. Granulowany żużel wielkopiecowy

Zawartość procentowa drobnych ziaren w zagęszczonej mieszance związanej granulowanym żużlem wielkopiecowym jest funkcją kruchości użytego żużla. Im bardziej kruchy 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 wielkopiecowego. Klasyfikacji współczynnika alfa dokonuje się na podstawie tablicy 2.3.

Tablica 2.3. Kategorie współczynnika alfa granulowanego żużla wielkopiecowego

Współczynnik alfa	Kategoria
< 20	$\alpha$ 1
20 do 40	$\alpha$ 2
40 do 60	$\alpha$ 3
> 60	$\alpha$ 4

#### 2.1.2.4.4. 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 2.4.

Tablica 2.4. 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
$\geq 5$ do < 8	PG 2
$\geq 8$ do < 14	PG 3
$\geq 14$	PG 4

#### **2.1.2.4.5. Mielony granulowany żużel wielkopiecowy**

Mielony granulowany żużel wielkopiecowy 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 2.5.

Tablica 2.5. Kategorie powierzchni właściwej wg Blaine'a do mielonego żużla granulowanego

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

#### **2.1.3. Woda zarobowa**

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

#### **2.1.4. Aktywatory**

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

## **2.2. Specyfikacja mieszanek**

### **2.2.1. 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 2.6.



Tablica 2.6. Przeznaczenie mieszanek związanych żużłem

Mieszanka	Warstwa ulepszona podłoża	Warstwa podbudowy pomocniczej			Warstwa podbudowy zasadniczej		
		KR1-KR6	KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6	KR1-KR2	KR3-KR4
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	+	+	+		+		

<sup>a)</sup> tylko do kategorii ruchu KR1

+ mieszanka zalecana

- mieszanka nie dopuszczona do stosowania

## 2.2.2. 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.

### 2.2.2.1. Mieszanki typu A

Mieszanka związana żużłem 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. 2.2.2.1. oraz powinna odpowiadać określonym w p. 2.3.2. wymaganiom danej mieszanki.

Mieszanka związana żużlem typu A4 powinna zawierać granulowany żużel wielkopiecowy, którego udział w mieszance nie powinien przekraczać 70%. Nie mają zastosowania wymagania zawarte w punkcie 2.1.2 wobec podtypu A4 i pozostałych podtypów mieszanek (typu A), zawierających granulowany żużel wielkopiecowy, częściowo mielony lub mielony granulowany żużel wielkopiecowy.

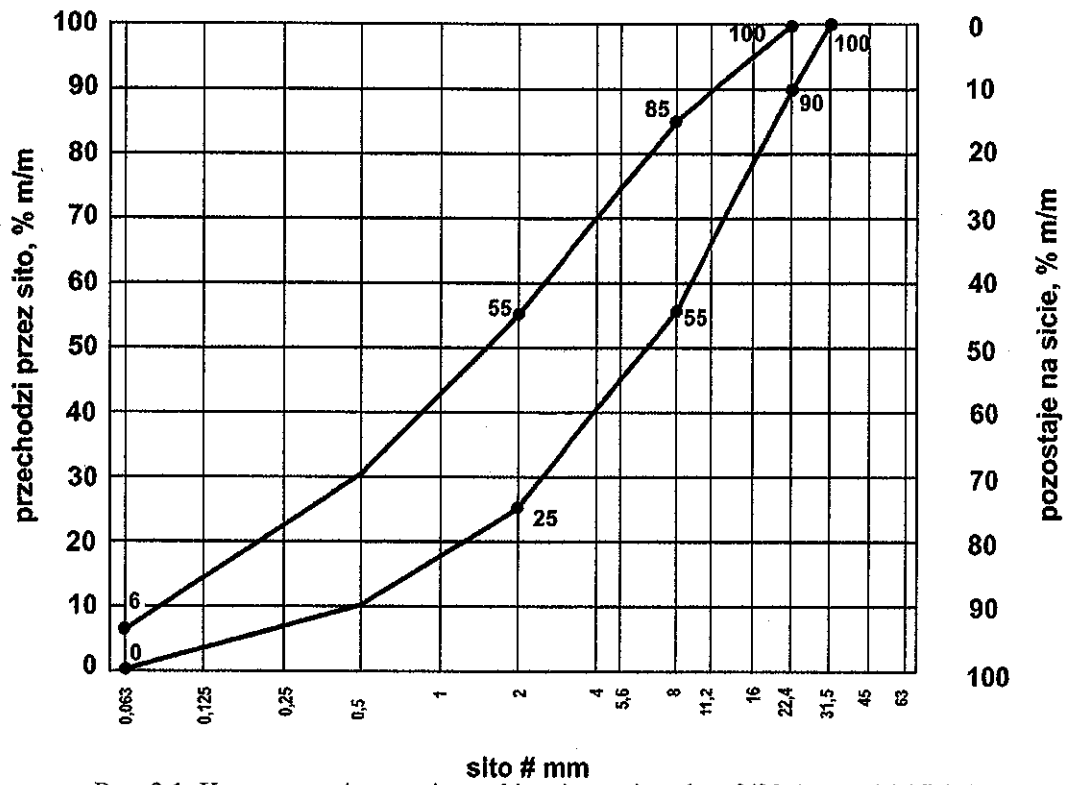
Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki typu A, określone według normy EN 933-1 powinno być zgodne z tablicą 2.7. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunkach 2.1÷2.4.

Laboratoryjna ocena właściwości mechanicznych mieszanki powinna opierać się na badaniu CBR, na podstawie klasyfikacji podanej w tablicy 2.11. Wymagania wobec mieszanek typu A przedstawia tablica 2.15.

Tablica 2.7. Uziarnienie mieszanki związanej żużlem typu A

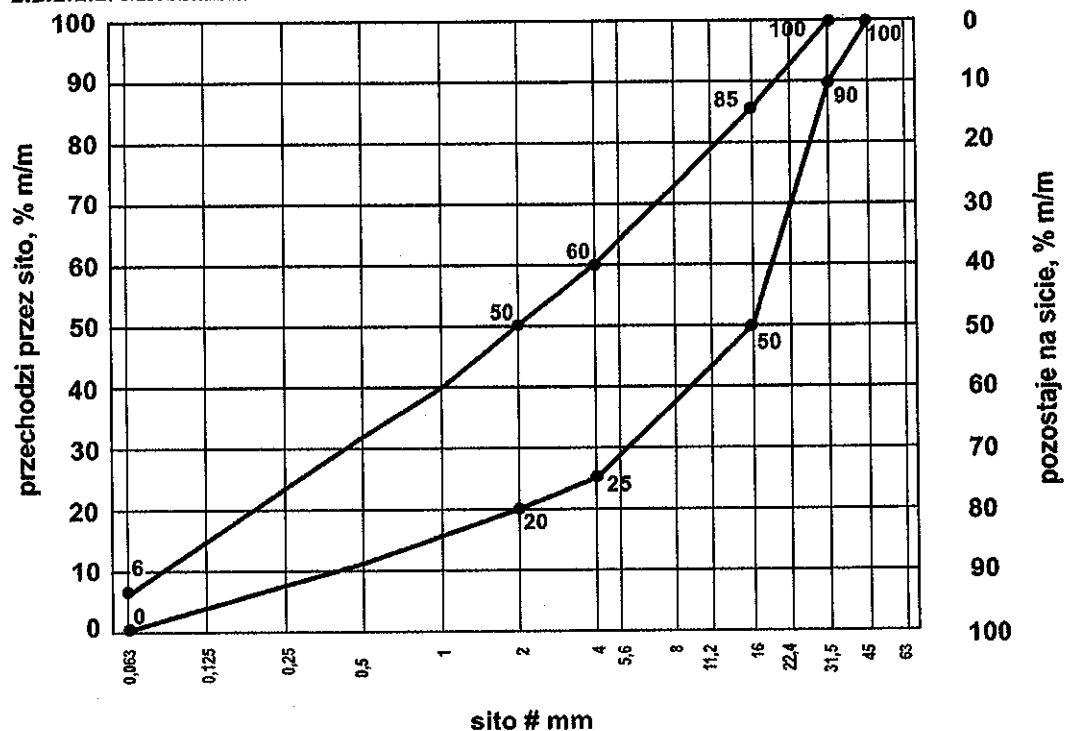
Mieszanka związana żużlem	Uziarnienie	Krzywe graniczne uziarnienia
A1	0/22,4 mm	rysunek 2.1
A2	0/31,5 mm	rysunek 2.2
A3	0/45 mm	rysunek 2.3
A4	0/31,5 mm	rysunek 2.4
A5	Uziarnienie deklarowane przez producenta/dostawcę	

2.2.2.1.1. Mieszanka A1



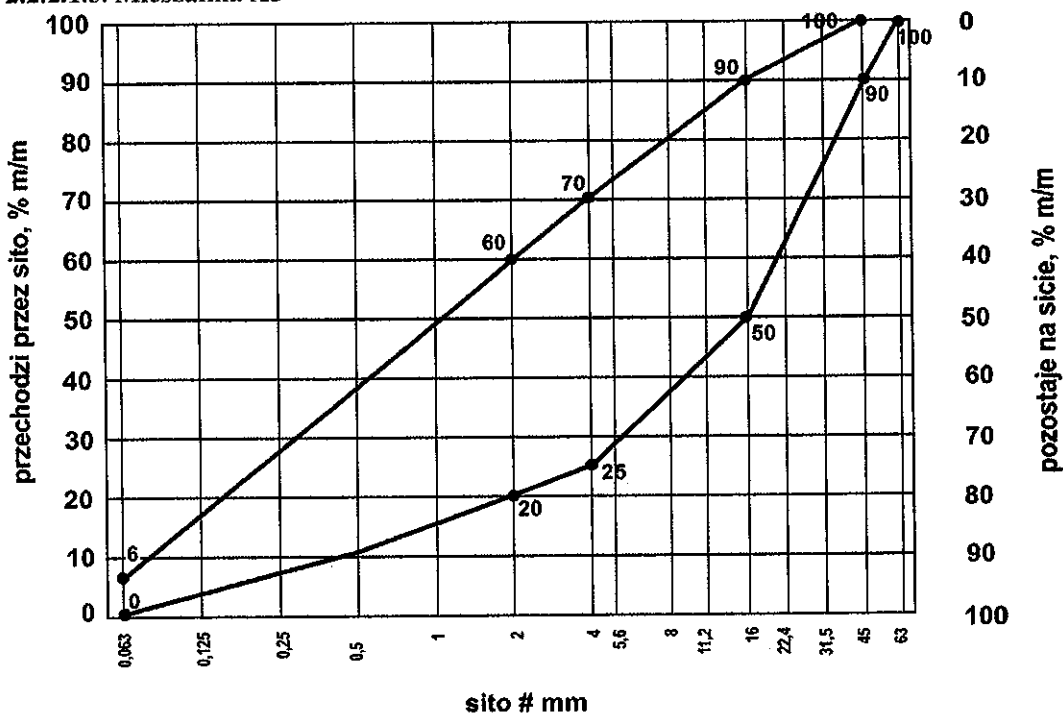
Rys. 2.1. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem 0/22,4 typu A1 i B1-1

2.2.2.1.2. Mieszanka A2



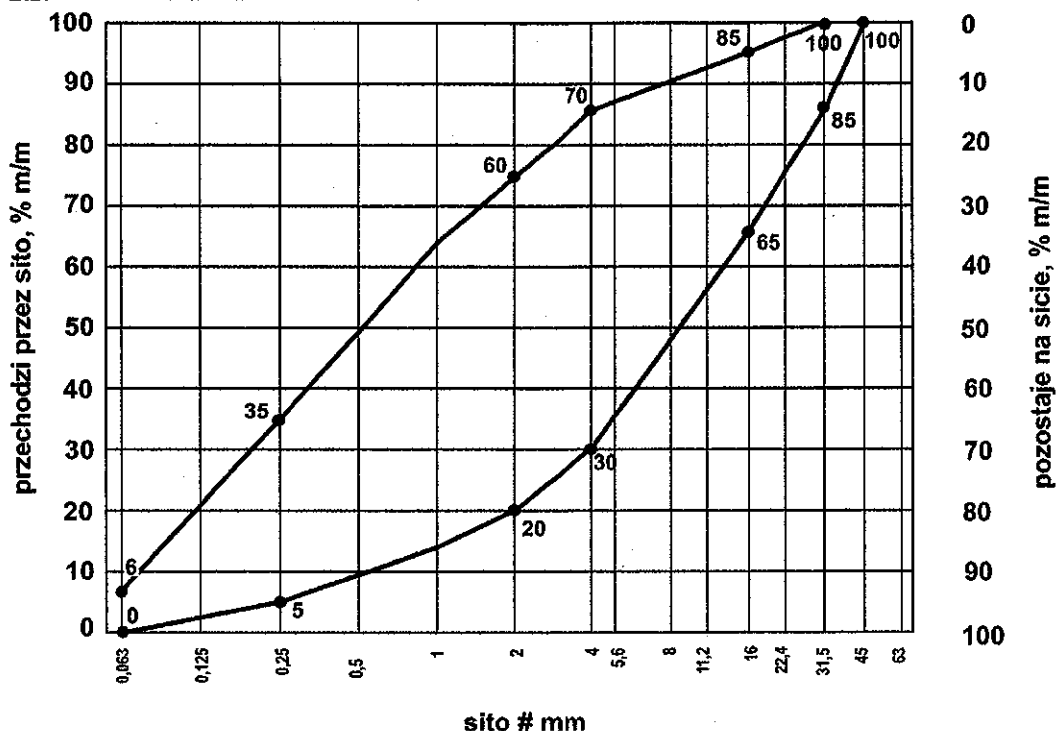
Rys. 2.2. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem 0/31,5 typu A2 i B1-2

2.2.2.1.3. Mieszanka A3



Rys. 2.3. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem 0/45 typu A3 i B1-3

#### 2.2.2.1.4. Mieszanka A4



Rys. 2.4. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem 0/31,5 typu A4 i B1-4

#### 2.2.2.1.5. Mieszanka A5

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

#### 2.2.2.2. Mieszanki typu B

Mieszanka związana żużlem typu B powinna być mieszanką kruszywa, granulowanego żużła wielkopieczowego oraz aktywatora i wody zgodnie z punktem 2.1.

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

Granulowany żużel wielkopieczowy powinien spełniać kryteria podane w punkcie 2.1.2.1.

Częściowo mielony granulowany żużel wielkopieczowy powinien spełniać kryteria podane w punkcie 2.1.2.2.

Mielony granulowany żużel wielkopieczowy powinien spełniać kryteria podane w punkcie 2.1.2.3.

Laboratoryjna ocena właściwości mechanicznych mieszanki powinna opierać się na badaniu CBR na podstawie klasyfikacji podanej w tablicy 2.11.

W przypadku mieszanki B4 zawierającej bardzo aktywny żużel można także stosować deklarowaną wytrzymałość na ściskanie  $R_c$  na podstawie klasyfikacji podanej w tabelicy 2.12.

Wymagania wobec mieszanek typu B przedstawia tablica 2.16.

#### 2.2.2.2.1. 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 2.1.2.1, 2.1.2.2 lub 2.1.2.3.

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w tabelicy 2.8. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunkach 2.1÷2.4.

Tablica 2.8. Uziarnienie mieszanki związanej żużlem typu B1

Mieszanka związana żużlem	Uziarnienie	Krzywa uziarnienia
B1-1	0/22,4 mm	rysunek 2.1
B1-2	0/31,5 mm	rysunek 2.2.
B1-3	0/45 mm	rysunek 2.3
B1-4	0/31,5 mm	rysunek 2.4

#### 2.2.2.2.2. 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 2.9.

Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunkach 2.5÷2.7.

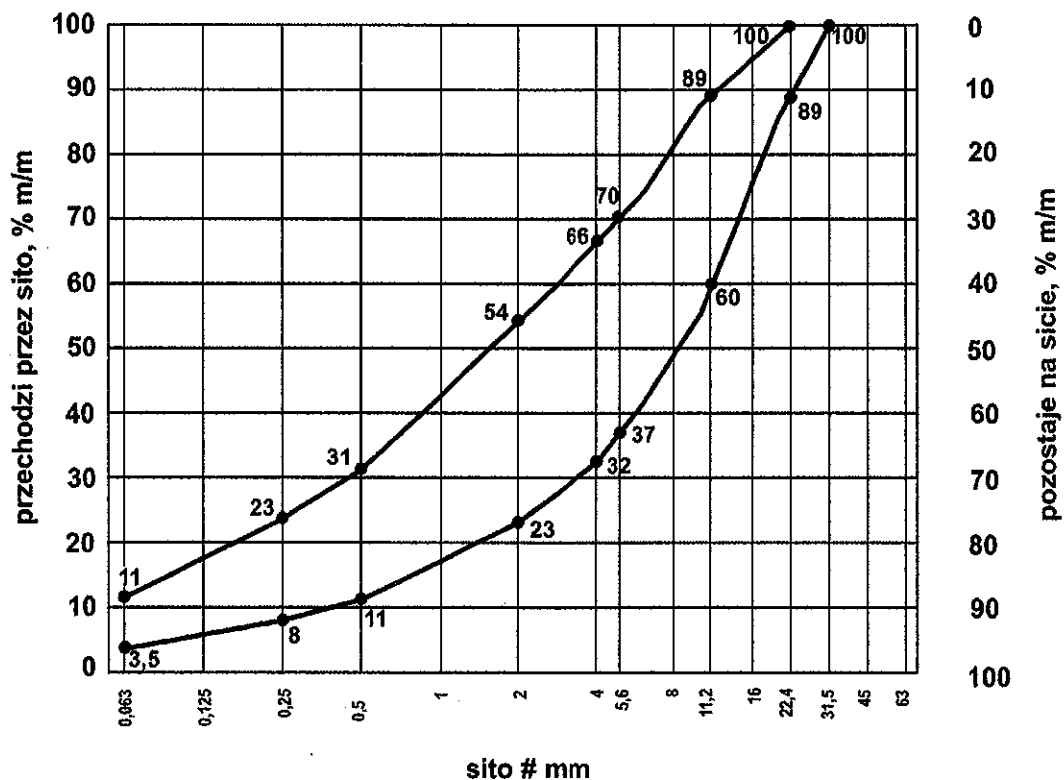
Tablica 2.9. Uziarnienie mieszanki związanej żużlem typu B 2

Mieszanka związana żużlem	Krzywa uziarnienia
B 2 – 0/22,4	rysunek 2.5
B 2 – 0/16	rysunek 2.6
B 2 – 0/11,2	rysunek 2.7

Minimalna szczelność mieszanki przy maksymalnej gęstości objętościowej wg zmodyfikowanej metody Proctora powinna wynosić 0,8 zgodnie z p. 2.2.10.

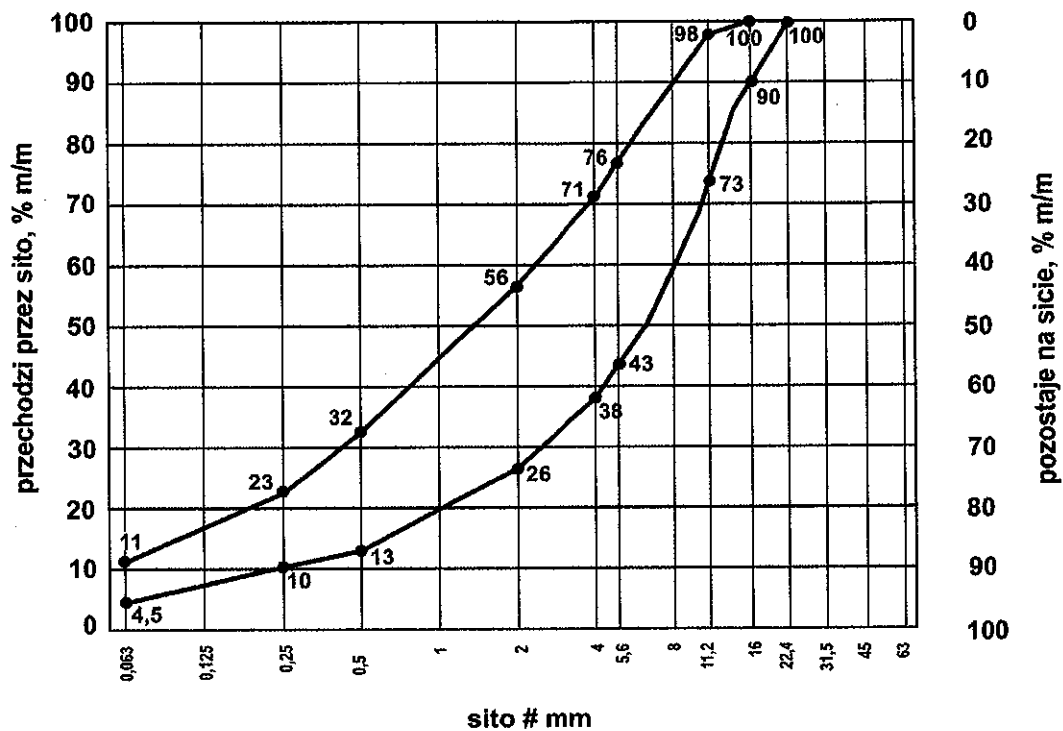
W przypadku mieszanki B2-0/11,2 natychmiastowy wskaźnik nośności określony zgodnie z normą PN-EN 13286-47 wg metody Proctora nie powinien być mniejszy od 50.

**Mieszanka B2 - 0/22,4**



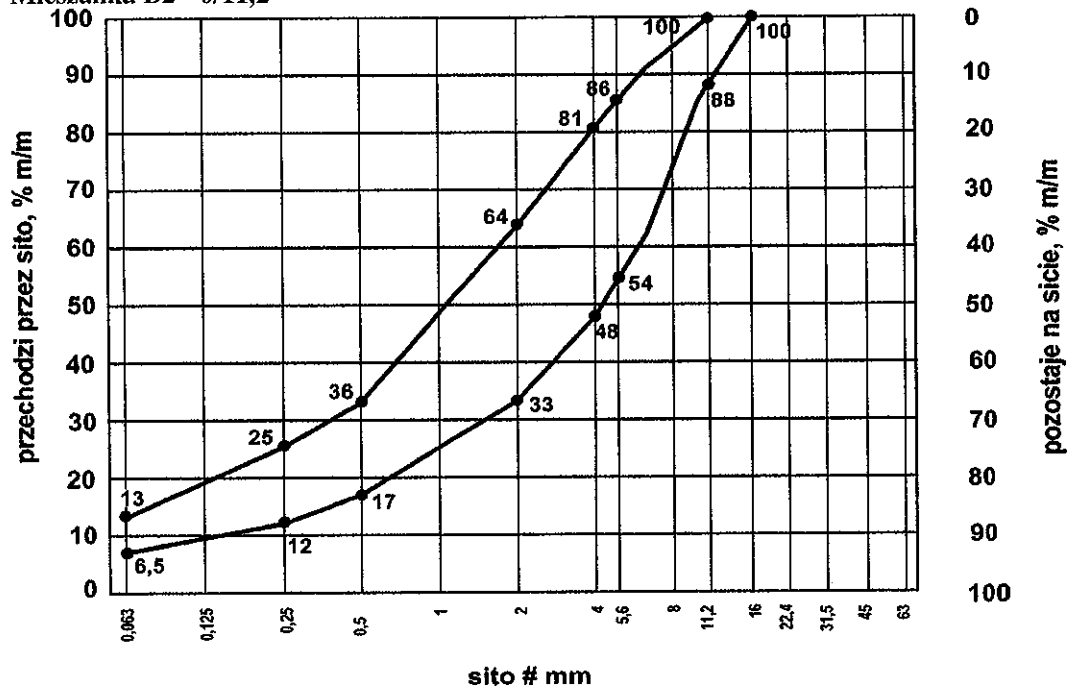
Rys. 2.5. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem B2 - 0/22,4

Mieszanka B2 - 0/16



Rys. 2.6. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem B2 - 0/16

Mieszanka B2 - 0/11,2



Rys. 2.7. Krzywe graniczne mieszanki związanej żużlem B2 - 0/11,2



### 2.2.2.2.3. Mieszanka typu B3

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

Uziarnienie mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno odpowiadać podanemu w tabelicy 2.10.

Tabela 2.10. 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 2.13.

Wymagania wobec mieszanek typu B3 przedstawia tabela 2.16.

### 2.2.2.2.4. 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 ścislenie i CBR.

## 2.2.3. Zawartość żuźla granulowanego

Zawartość żuźla granulowanego w mieszance uwzględniana jest w uziarnieniu mieszanek podanych w punkcie 2.2.2.

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

## 2.2.4. 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.

## **2.2.5. 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 walcowe, zagęszczane ubijakiem Proctora, powinny być przygotowane zgodnie z PN-EN 13286-50.

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.

## **2.2.6. Wskaźnik CBR**

### **2.2.6.1. Wskaźniki**

Mieszanka związana żużlem powinna być scharakteryzowana przez:

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

w którym:

$\Delta CBR_{28}$  - 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:

$\Delta CBR_{91}$  - procentowa zmiana wskaźnika CBR po 91 dniach,

CBR<sub>91</sub> - wartość CBR oznaczona po 91 dniach,

CBR<sub>0</sub> - wartość CBR oznaczonego bezpośrednio po zagęszczeniu próbki.

## **2.2.6.2. Badanie**

### **2.2.6.2.1. 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.

### **2.2.6.2.2. Obliczenie i przedstawienie wyników**

W celu obliczenia procentowej zmiany wskaźnika CBR, należy wykonać badanie trzech 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<sub>0</sub> 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.

Wartości CBR po 0, 28 i/lub 91 dniach należy obliczyć jako średnią z wyników trzech próbek. Należy obliczyć wzrost wartości CBR po 28 i/lub 91 dniach lub wcześniej jak opisano w punkcie 2.2.6.1.

### **2.2.6.3. Klasyfikacja wyniku**

Mieszanka powinna być sklasyfikowana następująco (pierwsza liczba oznacza minimalną wartość CBR<sub>0</sub>, druga minimalną wartość  $\Delta\text{CBR}_{28}$ ):

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 2.11.

Tablica 2.11. Klasyfikacja według CBR

Klasa	Typ mieszanki	CBR <sub>0</sub> %	ΔCBR <sub>28</sub> %
<b>CBR 50/25</b>	A1 do A3, B1, B2, B4	≥ 50	≥ 25
<b>CBR 30/25</b>	A4, B3	≥ 30	≥ 25
<b>CBR 50/35</b>	A1 do A3, B1, B2, B4	≥ 50	≥ 35
<b>CBR 30/35</b>	A4, B3	≥ 30	≥ 35
<b>CBR 50/50</b>	A1 do A3, B1, B2, B4	≥ 50	≥ 50
<b>CBR 30/50</b>	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 wymagany wartościom ΔCBR<sub>28</sub>.

### **2.2.7. Badanie wytrzymałości na ściskanie**

Badanie wytrzymałości na ściskanie wykonuje się tylko dla mieszanek B4.

#### **2.2.7.1. Badanie**

Badanie wytrzymałości na ściskanie należy przeprowadzić na próbkach walcowych przygotowanych zgodnie z PN-EN 13286-50 wg metody Proctora, przy wykorzystaniu metody badawczej zgodnej z PN-EN 13286-41. Próbkę powinny być pielęgnowane zgodnie z p.2.2.5.

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**.

Dopuszcza się w praktyce wykonawczej stosowanie dodatkowo wytrzymałości na ściskanie określonej po innym okresie pielęgnacji, np. po 7 lub 14 dniach. Wymagane właściwości po 90 dniach pielęgnacji pozostają bez zmian.

#### **2.2.7.2. Klasyfikacja wyniku**

Mieszanki klasyfikuje się według wytrzymałości na ściskanie R<sub>c</sub> określonej zgodnie z normą PN-EN 13286-41 na próbce przygotowanej zgodnie z normą PN-EN 13286-50 i pielęgnowanej wg p. 2.2.5.

Klasa  $R_c$  powinna być wybrana z tablicy 2.12. 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 2.12. – Klasyfikacja  $R_c$

Klasa $R_c$	Minimalne $R_c$ [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 2 <sup>a</sup>	Minimalne $R_c$ [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 1 <sup>a</sup>
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

<sup>a</sup> 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.

Dopuszcza się podawanie wytrzymałości na ściskanie  $R_c$  z dodatkowym indeksem informującym o czasie pielęgnacji, np.  $R_{c7}$ ,  $R_{c14}$ ,  $R_{c28}$ .

## 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  $-23 \pm 2^{\circ}C$  przez 8 godz. i odmrażania w wodzie o temp.  $+18 \pm 2^{\circ}C$  przez 16 godz.

W celu określenia wskaźnika CBR po cyklach zamrażania, należy wykonać badanie trzech próbek wg PN-EN 13286-47. 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 2.15 i 2.16.

W przypadku, gdy mrozoodporność po 43 dniach nie spełnia wymagań CBR określonych w tablicach 2.15 lub 2.16 odpowiednio do mieszanki i jej zastosowania, należy określić CBR po 105 dniach (90+1+14), w tym 1 dzień zanurzenia w wodzie i 14 cykli zamrażania i odmrażania. Po tym czasie CBR powinien odpowiadać wymaganym wartościom jak po cyklu 43 dniowym.

### **Mrozoodporność do klasyfikacji $R_c$**

Wskaźnik mrozoodporności mieszanki związanej żuźlem określany jest stosunkiem wytrzymałości na ściskanie  $R_c^{z-o}$  próbki po 90 dniach pielęgnacji i po 14 cyklach zamrażania i odmrażania do wytrzymałości na ściskanie  $R_c$  próbki po 90 dniach pielęgnacji wg p.2.2.5.

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

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 cyklom zamrażania i odmrażania.

Jeden cykl zamrażania i odmrażania polega na zamrażaniu próbki w temp  $-23 \pm 2^0$  C przez 8 godz. i odmrażania w wodzie o temp.  $+18 \pm 2^0$  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.

### **2.2.9. 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 a badanie CBR wykonywane jest bez stosowania obciążników) i klasyfikowany na podstawie tablicy 2.13.

Tablica 2.13. Kategorie natychmiastowego wskaźnika nośności IPI dla mieszanek typu B3

Kategoria	Wymagany natychmiastowy wskaźnik nośności
IPI <sub>40</sub>	≥ 40
IPI <sub>25</sub>	≥ 25
IPI <sub>NR</sub>	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 osiągnięciażądanego natychmiastowego wskaźnika nośności.

### 2.2.10. 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 ( $\rho_d$  wg PN-EN 13286-2 zmodyfikowana metoda Proctora) do gęstości objętościowej ziaren mieszanki ( $\rho_p$  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
- $\rho_d$     maksymalna gęstość objętościowa mieszanki w stanie suchym ( $\text{Mg/m}^3$ )
- $\rho_{pA}$     gęstość objętościowa ziaren składnika A ( $\text{Mg/m}^3$ )
- $\rho_{pB}$     gęstość objętościowa ziaren składnika B ( $\text{Mg/m}^3$ )
- $\rho_{pC}$     gęstość objętościowa ziaren składnika C ( $\text{Mg/m}^3$ )
- 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 ( $\rho_{pA}$ ,  $\rho_{pB}$ ,  $\rho_{pC}$ ,...) należy określić w zależności od wielkości ziaren zgodnie z normą PN-EN 1097-6 Załącznik A ( $\rho_p$ ) lub PN-EN 1097-7.

Przykład obliczenia szczelności C przy maksymalnej gęstości objętościowej w zmodyfikowanym Proctorze mieszanki przedstawiono w tabelicy 2.14.

Tabela 2.14. Przykład obliczenia szczelności

Składnik	% masy mieszanki	Gęstość objętościowa ziaren (Mg/m <sup>3</sup> )
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 <sup>3</sup> )		$\rho_d = 2,19$

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

## 2.3. Wymagania wobec mieszanek

### 2.3.1. Postanowienia ogólne

W zależności od typu mieszanki oraz od jej przeznaczenia wg tabelicy 2.6, wymagania odczytuje się z tabelicy 2.15. lub 2.16.

### 2.3.2. Mieszanki typu A

Tabela 2.15. Wymagania wobec mieszanek typu A

	WYMAGANIA			Uwagi
	KR1-KR2	KR3-KR4	KR1-KR6	
	Podbudowy zasadnicza i pomocnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa ulepszonego podłoża (warstwa mrozochronna, odcinająca i wzmacniająca)	
<b>Składniki</b>				
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	Przykłady mieszanek w tabelicy B1 normy PN-EN 14227-2
Kruszywo	tablica 2.1	tablica 2.1	tablica 2.1	
Woda	wg p. 2.1.3	wg p. 2.1.3	wg p. 2.1.3	
<b>Mieszanki typu A</b>				
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:	krzywe graniczne uziarnienia:	krzywe graniczne uziarnienia:	
- mieszanka A1, 0/22,4 mm	rys. 2.1			
- mieszanka A2, 0/31,5 mm	rys. 2.2			



- mieszanka A3, 0/45 mm	rys. 2.3			
- mieszanka A4, 0/31,5 mm	rys. 2.4			
- mieszanka A5, D deklarowane	deklarowana			
Klasyfikacja CBR				
- mieszanki A1, A2, A3	CBR 50/50	CBR 50/50	CBR 50/25	wg. p.2.2.6.
- mieszanka A4, A5	nie stosuje się	nie stosuje się	CBR 30/25	wg. p.2.2.6.

### 2.3.3. Mieszanki typu B

Tablica 2.16. Wymagania wobec mieszanek typu B

Właściwość	WYMAGANIA			Uwagi
	KR1-KR2	KR3-KR4	KR1-KR6	
	Podbudowy zasadnicze i pomocnicze	Podbudowy pomocnicze	Warstwy mrozochronne, wzmacniające i ulepszone podłoże drogowe	
<b>Składniki</b>				
Granulowany żużel wielkopiecowy	Skład wg p.2.1.2.1 C.A. deklarowana α deklarowana	Skład wg p.2.1.2.1 C.A. deklarowana α deklarowana	Skład wg p.2.1.2.1 C.A. deklarowana α deklarowana	wg p. 2.1.2.4. Przykłady mieszanek w tablicy B2 normy PN-EN 14227-2
Granulowany żużel wielkopiecowy częściowo mielony	Skład wg p.2.1.2.2 C.A. deklarowana PG deklarowana α deklarowana	Skład wg p.2.1.2.2 C.A. deklarowana PG deklarowana α deklarowana	Skład wg p. 2.1.2.2 C.A. deklarowana PG deklarowana α deklarowana	
Mielony granulowany żużel wielkopiecowy	Skład wg 2.1.2.3. C.A. deklarowana GG deklarowana	Skład wg 2.1.2.3 C.A. deklarowana GG deklarowana	Skład wg 2.1.2.3 C.A. deklarowana GG deklarowana	
Kruszywo	wg tablicy 2.1	wg tablicy 2.1	wg tablicy 2.1	
Aktywatory	wg p. 2.1.4.	wg p. 2.1.4.	wg p. 2.1.4.	
Woda	wg p. 2.1.3.	wg p. 2.1.3.	wg p. 2.1.3.	
<b>Mieszanki typu B1</b>				
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:			
- mieszanka B1-1, 0/22,4 mm	rys. 2.1			
- mieszanka B1-2, 0/31,5 mm	rys. 2.2			
- mieszanka B1-3, 0/45 mm	rys. 2.3			
- mieszanka B1-4, 0/31,5 mm	rys. 2.4.			
- klasyfikacja CBR	CBR 50/50	CBR 50/50	CBR 50/25	
<b>Mieszanki typu B2</b>				
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:			
- mieszanka B2 - 0/22,4 mm	rys. 2.5.			
- mieszanka B2 - 0/16 mm	rys. 2.6.			
- mieszanka B2 - 0/11,2 mm	rys. 2.7.			
- Szczelność	C ≥ 0.8	C ≥ 0.8	C ≥ 0.8	wg p. 2.2.10.

- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI (dotyczy tylko mieszanki B2 - 0/11,2)	IPI 50	IPI 50	IPI 50	wg p.2.2.9.
- Klasyfikacja CBR	CBR 50/50	CBR 50/50	CBR 50/25	wg. p.2.2.6.
- Mrozoodporność	CBR $\geq$ 50	CBR $\geq$ 50	CBR $\geq$ 40	wg. p.2.2.8.
<b>Mieszanka typu B3</b>				
Uziarnienie: 0/11,2 mm	Nie stosuje się	Nie stosuje się	tablica 2.10.	
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI	Nie stosuje się	Nie stosuje się	IPI 40	wg p.2.2.9.
- CBR	Nie stosuje się	Nie stosuje się	CBR 30/35	wg. p.2.2.6.
- Mrozoodporność	Nie stosuje się	Nie stosuje się	CBR $\geq$ 30	wg. p.2.2.8.
<b>Mieszanka typu B4***)</b>				
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.2.2.6.
- mrozoodporność	CBR deklarowany*)	CBR deklarowany*)	CBR deklarowany*)	wg. p.2.2.8.
- klasyfikacja R <sub>c</sub>	C <sub>DV</sub> Wartości minimalne: p. pomocnicza: C1,5/2; p. zasadnicza: C3/4	C <sub>DV</sub> Wartości minimalne: p. pomocnicza: C3/4; p. zasadnicza: C6/8**)	C <sub>DV</sub> Wartość minimalna: C0,4/0,5	wg. p.2.2.7.
- mrozoodporność	$\geq$ 0,6	$\geq$ 0,7	Nie bada się	
- Szczelność	C deklarowane*)	C deklarowane*)	C deklarowane*)	wg p. 2.2.10.
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI	IPI deklarowane*)	IPI deklarowane*)	IPI deklarowane*)	wg p.2.2.9

\*) 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<sub>c</sub> i mrozoodporności R<sub>c</sub><sup>z-w</sup>/R<sub>c</sub>

## Część 3. Mieszanki z popiołem lotnym wg PN-EN 14227-3 oraz PN-EN 14227-4

### 3.1. Wymagania wobec materiałów

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

#### 3.1.1. Kruszywa

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

Można stosować następujące rodzaje kruszywa:

- 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 ulepszonego podłoża z mieszanek z popiołem lotnym przedstawia tablica 3.1.

Tablica 3.1.

Właściwość		Deklarowane kategorie lub wartości		Odniesienie do PN-EN 13242:2004
Rozdział/punkt w normie PN-EN 13242		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 #	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	$G_{C80/20}$ , $G_{F80}$ , $G_{A75}$	$G_{C80/20}$ , $G_{F80}$ , $G_{A75}$	Tabl. 2
4.3.2	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	$GT_{CNR}$	$GT_{CNR}$	Tabl.3
4.3.3	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o	$GT_{FNR}$ $GT_{ANR}$	$GT_{FNR}$ $GT_{ANR}$	Tabl. 4

	ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1			
4.4	Kształt kruszywa grubego- maksymalne wartości wskaźnika płaskości wg PN-EN 933-3 *)	<i>FI Deklarowana</i>	<i>FI<sub>50</sub></i>	Tabl.5.
	Kształt kruszywa grubego- maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4 *)	<i>SI Deklarowana</i>	<i>SI<sub>50</sub></i>	Tabl. 6.
4.5	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierz. przekrusz. lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5	<i>C<sub>NR</sub></i>	<i>C<sub>NR</sub></i>	Tabl. 7.
4.6	Zawartość pyłów <sup>**1</sup> w kruszywie grubym wg PN-EN 933-1	<i>f<sub>deklarowana</sub></i>	<i>f<sub>deklarowana</sub></i>	Tabl. 8
4.6	Zawartość pyłów <sup>**1</sup> w kruszywie drobnym wg PN-EN 933-1	<i>f<sub>deklarowana</sub></i>	<i>f<sub>deklarowana</sub></i>	Tabl. 8
4.7	Jakość pyłów	Brak wymagań	Brak wymagań	
5.2	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2	<i>LA<sub>60</sub></i>	<i>LA<sub>50</sub></i>	Tabl. 9
5.3	Odporność na ścieranie wg PN-EN 1097-1	<i>M<sub>DENR</sub></i>	<i>M<sub>DENR</sub></i>	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 wielkopiecowy.:AS1,0	- Kruszywo kam. AS0,2 - Żużel kawałkowy wielkopiecowy.:AS1,0	Tabl. 12
6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam.:S <sub>NR</sub> ; - Żużel kawałkowy wielkopiecowy: S <sub>2</sub>	- Kruszywo kam.:S <sub>NR</sub> ; - Żużel kawałkowy wielkopiecowy: S <sub>2</sub>	Tabl. 13
6.4.1	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie	deklarowana	deklarowana	
6.4.2.1	Stalność objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998. rozdział 19.3	<i>V<sub>5</sub></i>	<i>V<sub>5</sub></i>	Tabl. 14
6.4.2.2	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopiecowym	Brak rozpadu	Brak rozpadu	

	kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.1			
6.4.2.3	Rozpad żelazawy w żużlu 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 1367-3, wg PN-EN 1097-2	$SB_{LA}$	$SB_{LA}$	
7.3.2	Nasiąkliwość jako wskaźnik mrozoodporności wg PN-EN 1097-6, rozdział 7 (Jeśli kruszywo nie spełni warunku $WA_{242}$ , to należy zbadać jego mrozoodporność wg p.7.3.3. tablicy 3.1.)	$WA_{242}$	$WA_{242}$	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		

\*) Badaniem wzorcowym oznaczania kształtu kruszywa grubego jest badanie wskaźnika płaskości

\*\*) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 3.2.2.

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

### 3.1.2. 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.

### 3.1.2.1. Krzemionkowe popioły lotne

#### 3.1.2.1.1. Uziarnienie

Uziarnienie powinno być zgodne z tablicą 3.2.

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

Tablica 3.2. Uziarnienie krzemionkowych popiołów lotnych

Sito	Procent przesianej masy
90 $\mu\text{m}$	$\geq 70$
45 $\mu\text{m}$	$\geq 40$

#### 3.1.2.1.2. 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.

#### 3.1.2.1.3. Bezwodnik siarkowy (trójtlenek siarki)

Zawartość trójtlenku siarki  $\text{SO}_3$ , powinna być określona zgodnie z normą EN 196-2 i nie powinna być większa niż 4,0 % m/m.

#### 3.1.2.1.4. Wolny tlenek wapnia i stałość objętości

Jeżeli, określona zgodnie z normą PN-EN 451-1, zawartość wolnego tlenu 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.

### 3.1.2.1.5. 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

### 3.1.2.1.6. 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.

## 3.1.2.2. Wapienne popioły lotne

### 3.1.2.2.1. Uziarnienie

Uziarnienie powinno być zgodne z tablicą 3.3. Przesiewanie powinno być wykonane zgodnie z normą EN 196-6, część 3.

Tablica 3.3. Uziarnienie wapiennych popiołów lotnych

Sito	Procent przesianej masy
315 $\mu\text{m}$	$\geq 95$
90 $\mu\text{m}$	$\geq 70$

### 3.1.2.2.2. 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).

### 3.1.2.2.3. Reaktywny tlenek wapnia

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

### 3.1.2.2.4. 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.

### 3.1.2.2.5. 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. Do czasu określenia metody badania deklarowanie tej właściwości popiołu lotnego nie jest wymagane w Polsce.

### 3.1.2.3. Kontrola popiołów lotnych

Częstość badań

Kontrola popiołów lotnych powinna być przeprowadzana zgodnie z tablicą 3.4. Producent powinien określić i prowadzić kontrolę określając procedury, poprzez które zostaną spełnione wymagania kontroli produkcji.

Tablica 3.4. Kontrola produkcji

Właściwość	Minimalna Częstość pomiaru <sup>1)</sup>	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 <sup>2)</sup>	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 <sup>2)</sup>	2 razy w roku lub 1 pomiar na 50 000 ton	4.2.6	n.s.
Aktywność hydrauliczna <sup>2)</sup>	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

### 3.1.3. Wapno

Wapno palone (CaO) lub wapno hydratyzowane [Ca(OH)<sub>2</sub>] powinno spełniać wymagania normy PN-EN 14227-11.

### 3.1.4. Cement

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



### 3.1.5. 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. 3.1.2.2.2.

### 3.1.6. Granulowany żużel wielkopiecowy

Granulowany żużel wielkopiecowy powinien spełniać wymagania określone w części 2 niniejszych Wymagań Technicznych.

### 3.1.7. Inne składniki

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

### 3.1.8. Woda

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

## 3.2. Specyfikacja mieszanek

### 3.2.1. 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 3.5.

Tablica 3.5. 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	
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	+	+	+	-	-	-	+

- + mieszanka zalecana
- mieszanka nie dopuszczona do stosowania
- ± przeznaczenie zależne od deklarowanych właściwości mieszanki

### **3.2.2. 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. 3.1.

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 niniejszych Wymagań Technicznych .

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 3.2.2. z wyjątkiem mieszanki typu 5 (p. 3.2.2.5).

#### **3.2.2.1. Mieszanka typu 1**

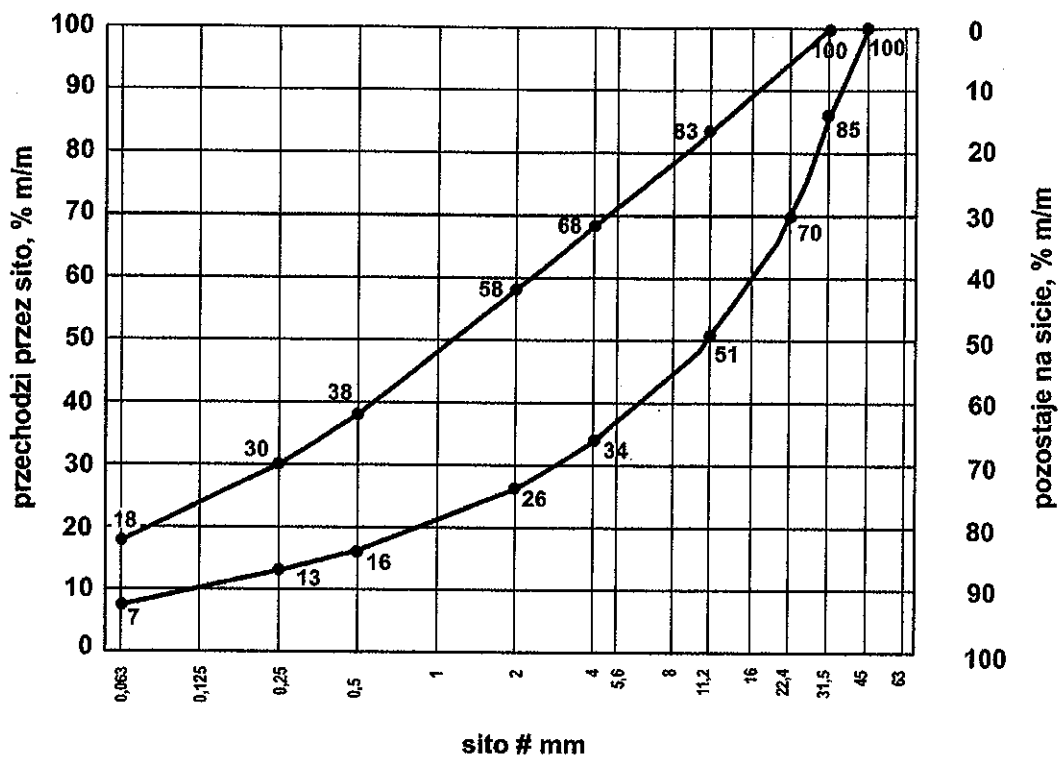
Mieszanka związana popiołem lotnym typu 1 powinna być mieszanką o uziarnieniu 0/31,5 mm.

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

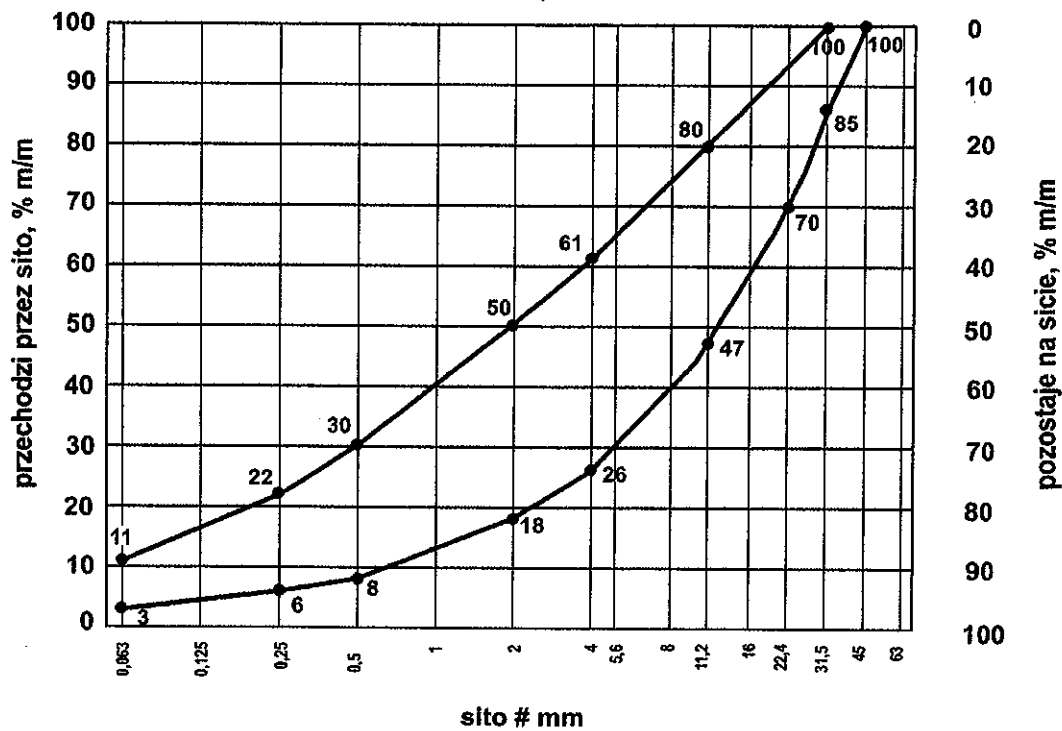
- rys. 3.1 w przypadku zastosowania krzemionkowego popiołu lotnego,
- rys. 3.2 w przypadku zastosowania wapiennego popiołu lotnego.

Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunku 3.1. lub 3.2.

Laboratoryjna ocena właściwości mechanicznych mieszanki powinna opierać się na badaniu wytrzymałości na ściskanie, na podstawie klasyfikacji podanej w tablicy 3.8. Wymagania wobec mieszanek typu 1 przedstawia tablica 3.11.



Rys. 3.1. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki typu 1 0/31,5 z krzemionkowym popiołem lotnym



Rys. 3.2. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki typu 1 0/31,5 z wapiennym popiołem lotnym

### 3.2.2.2. 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.

Wymagania wobec mieszanek typu 2 przedstawia tablica 3.12.

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki typu 2, określone według normy EN 933-1 powinno być zgodne z tablicą 3.6.

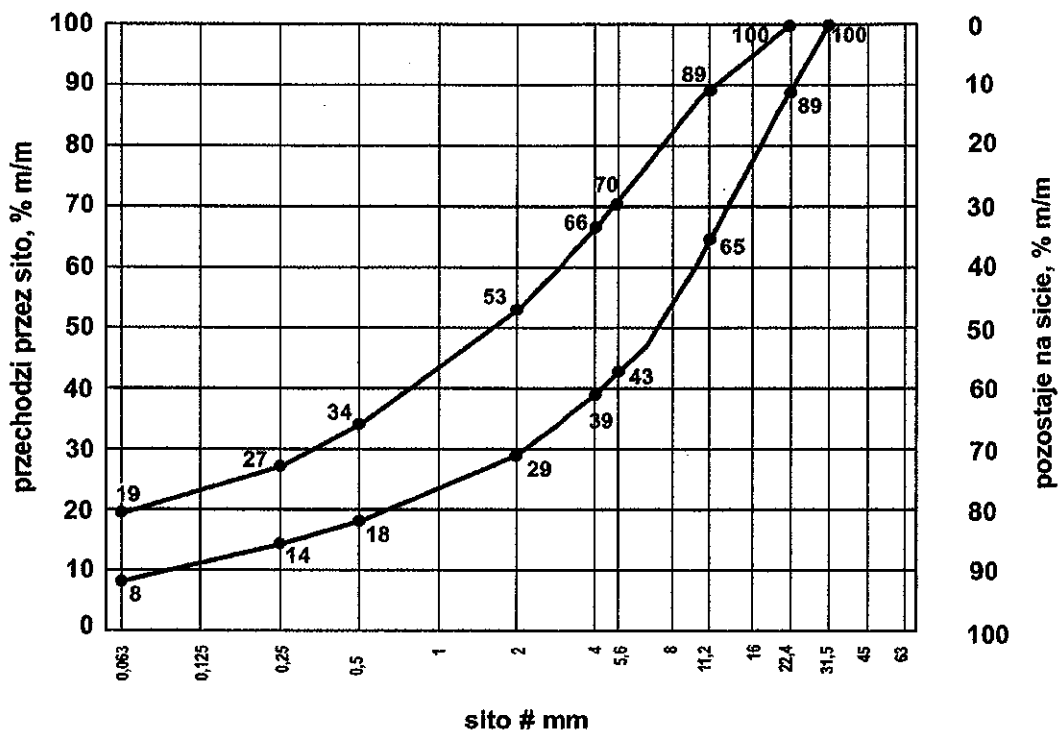
Tablica 3.6. Uziarnienie mieszanki z popiołem lotnym typu 2

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 3.3	rysunek 3.4
Typ 2 - 0/16	0/16 mm	rysunek 3.5	rysunek 3.6
Typ 2 - 0/11,2	0/11,2 mm	rysunek 3.7	rysunek 3.8

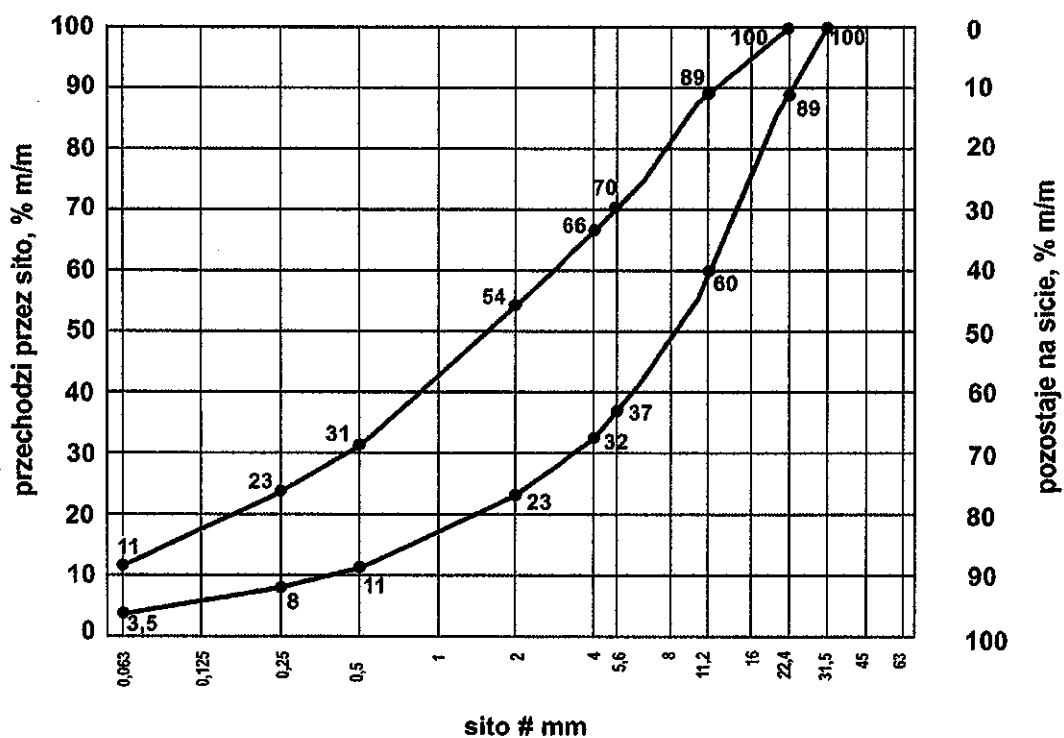
Minimalna szczelność każdej mieszanki typu 2 przy maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu wg zmodyfikowanej metody Proctora powinna wynosić nie mniej niż 0,8. Badanie szczelności wykonuje się wg p. 3.2.9.

#### 3.2.2.2.1. Mieszanki typu 2 - 0/22,4

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z rys. 3.3 lub rys.3.4, w zależności od rodzaju zastosowanego popiołu lotnego. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane odpowiednio na rysunkach 3.3. lub 3.4.



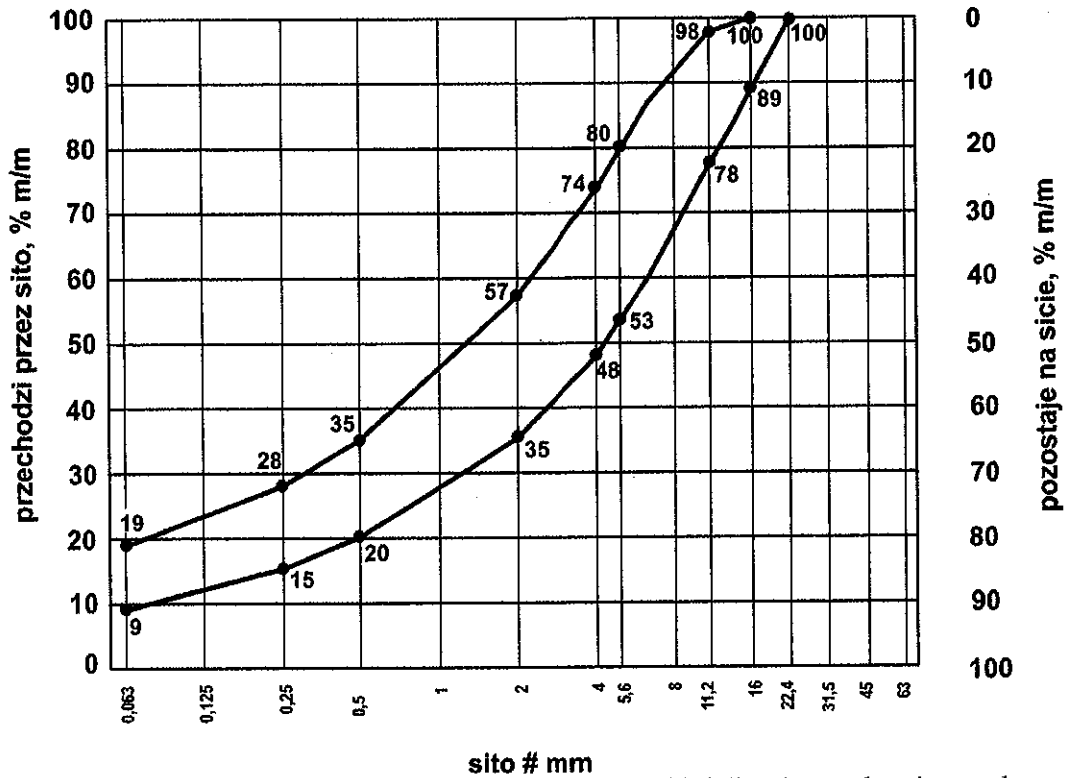
Rys. 3.3. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki 2 - 0/22,4 dla mieszanek związanych krzemionkowym popiołem lotnym



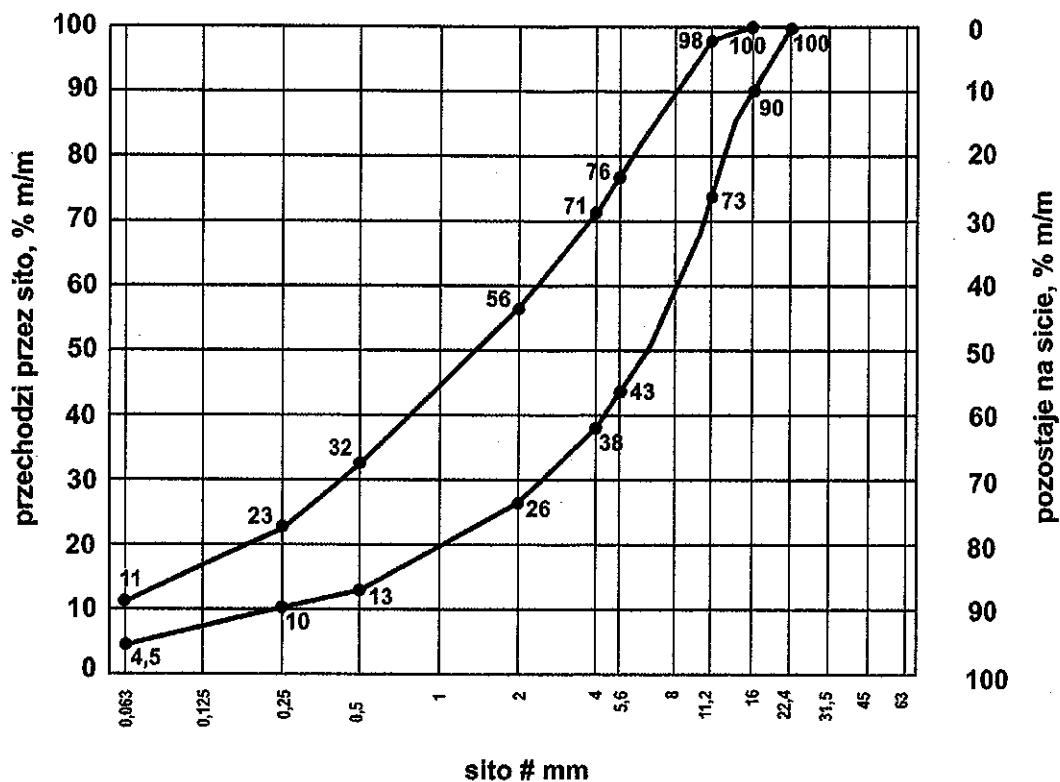
Rys. 3.4. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki 2 - 0/22,4 dla mieszanek związanych wapiennym popiołem lotnym

### 3.2.2.2. Mieszanka typu 2 - 0/16

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z rys. 3.5. lub rys. 3.6. w zależności od rodzaju zastosowanego popiołu lotnego. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane odpowiednio na rysunkach 3.5. lub 3.6.



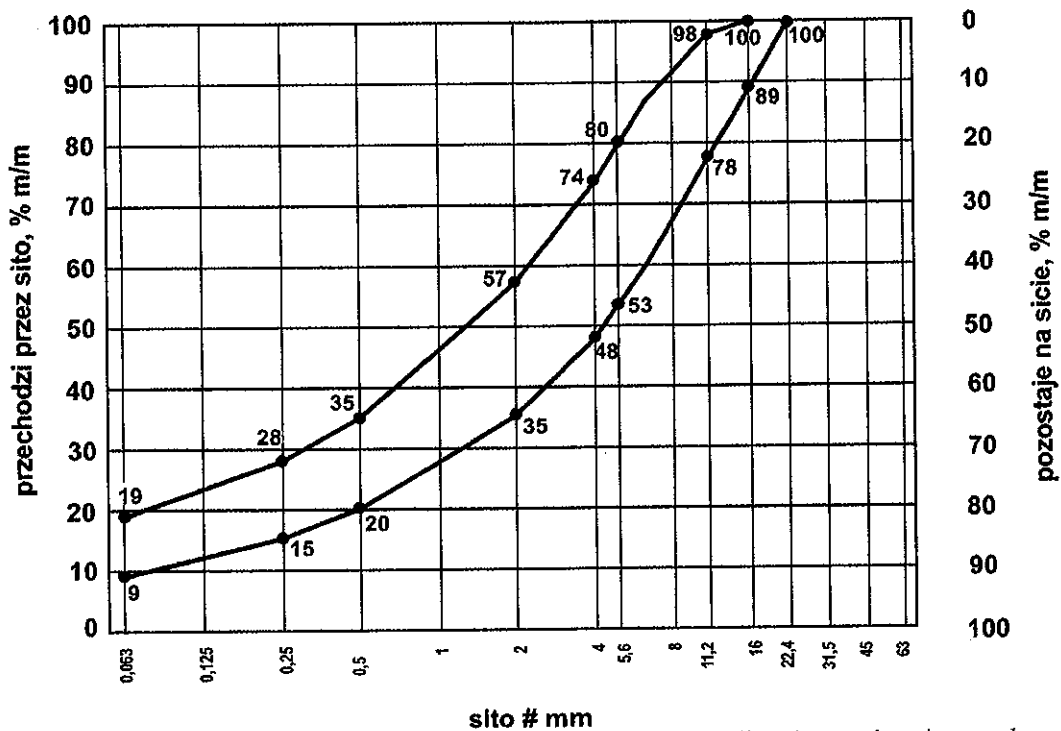
Rys. 3.5. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki 2 - 0/16 dla mieszanek związanych krzemionkowym popiołem lotnym



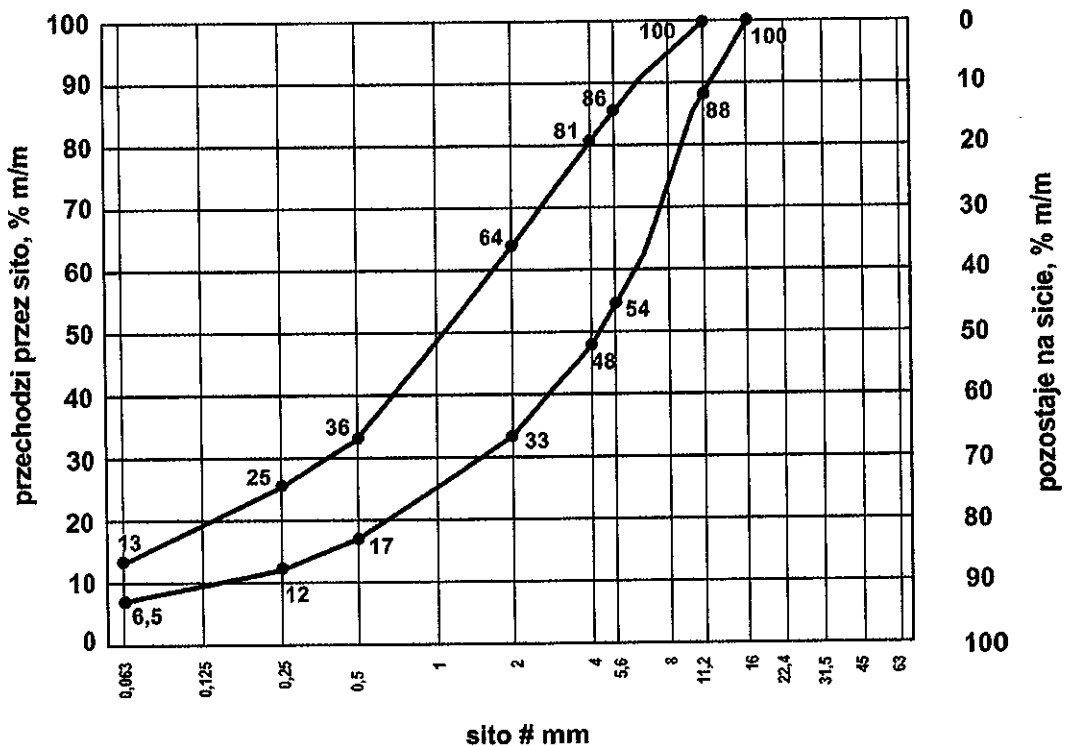
Rys. 3.6. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki 2 - 0/16 dla mieszanek związanych wapiennym popiołem lotnym

### 3.2.2.2.3. Mieszanka typu 2 - 0/11,2

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z rys. 3.7. lub rys. 3.8, w zależności od rodzaju zastosowanego popiołu lotnego. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane odpowiednio na rysunkach 3.7. lub 3.8.



Rys. 3.7. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki 2 - 0/11,2 dla mieszanek związanych krzemionkowym popiołem lotnym



Rys. 3.8. 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 wg metody Proctora nie powinien być mniejszy od 50.

### 3.2.2.3. 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 3.7.

Tablica 3.7. 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 3.9.

Wymagania wobec mieszanki typu 3 przedstawia tablica 3.13.

### 3.2.2.4. Mieszanka typu 4

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

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

Wymagania wobec mieszanki typu 4 przedstawia tablica 3.14.

### 3.2.2.5. 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. 3.1.2.1.

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 3.15.

### **3.2.3. Zawartość popiołu lotnego**

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

### **3.2.4. 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.

### **3.2.5. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek**

Próbki walcowe, zagęszczane ubijakiem Proctora, powinny być przygotowane zgodnie z PN-EN 13286-50.

Próbki należy przechowywać w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności 95% ÷ 100% lub w wilgotnym piasku):

- przez 28 dni, w przypadku badania po 42 dniach,
- przez 76 dni, w przypadku badania po 90 dniach,

i następnie zanurzyć na 14 dni do wody o temperaturze pokojowej.

Łączny czas pielęgnacji wynosi:

- 42 dni (28+14=42 dni),
- 90 dni (76+14=90 dni).

Nasywanie próbek wodą odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym ich zanurzeniu w wodzie.

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

### **3.2.6. Badanie wytrzymałości na ściskanie**

#### **3.2.6.1. Badanie**

Badanie wytrzymałości na ściskanie (System I) należy przeprowadzić na próbkach walcowych przygotowanych zgodnie z PN-EN 13286-50 zagęszczonych metodą Proctora, przy wykorzystaniu metody badawczej zgodnej z PN-EN 13286-41. Próbki powinny być pielęgnowane zgodnie z p.3.2.5.

Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki 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.

Dopuszcza się w praktyce wykonawczej stosowanie dodatkowo wytrzymałości na ściskanie określonej po innym okresie pielęgnacji, np. po 7 lub 14 dniach. Wymagane właściwości po 42 dniach pielęgnacji pozostają bez zmian.

#### **3.2.6.2. 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. 3.2.5.

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.

Klasa  $R_c$  powinna być wybrana z tablicy 3.8 w uwzględnieniu wybranej metody przygotowania próbki.

**Tablica 3.8. – Klasyfikacja  $R_c$**

<b>Klasa <math>R_c</math></b>	<b>Minimalne <math>R_c</math> [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 2<sup>a</sup></b>	<b>Minimalne <math>R_c</math> [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 1<sup>a</sup></b>
<b>C 0,4 / 0,5</b>	0,4	0,5
<b>C 0,8 / 1</b>	0,8	1
<b>C 1,5 / 2</b>	1,5	2
<b>C 3 / 4</b>	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
<sup>a</sup> 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.		

Dopuszcza się podawanie wytrzymałości na ściskanie  $R_c$  z dodatkowym indeksem informującym o czasie pielęgnacji, np.  $R_{c7}$ ,  $R_{c14}$ ,  $R_{c28}$ .

### 3.2.7. Badanie mrozoodporności

#### Mrozoodporność do klasyfikacji $R_c$

Wskaźnik mrozoodporności mieszanki popiołowej określany jest stosunkiem wytrzymałości na ściskanie  $R_c^{z-0}$  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.3.2.5.

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

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. Po 57 dniach należy oznaczyć wytrzymałość na ściskanie wg PN-EN 13286-41 i obliczyć wskaźnik mrozoodporności.

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  $R_c^{z-0}$ ,  $R_c$  należy przyjąć średnią obliczoną z pozostałych dwóch wyników, z dokładnością 0,1 MPa.

### 3.2.8. Natychmiastowy wskaźnik nośności

Badanie wykonywane jest na mieszankach typu 3. Natychmiastowy wskaźnik nośności stosuje się w celu określenia wymaganych właściwości mieszanki umożliwiających

przewodzenie 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 3.9.

Tablica 3.9. Kategorie natychmiastowego wskaźnika nośności IPI dla mieszanki B3

Kategoria	Wymagany natychmiastowy wskaźnik nośności
IPI <sub>40</sub>	≥ 40
IPI <sub>25</sub>	≥ 25
IPI <sub>NR</sub>	brak wymagań

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

### 3.2.9. 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 ( $\rho_d$  wg PN-EN 13286-2 zmodyfikowana metoda Proctora) do gęstości objętościowej ziaren mieszanki ( $\rho_p$  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
- $\rho_d$     maksymalna gęstość objętościowa mieszanki w stanie suchym ( $\text{Mg/m}^3$ )
- $\rho_{pA}$     gęstość objętościowa ziaren składnika A ( $\text{Mg/m}^3$ )
- $\rho_{pB}$     gęstość objętościowa ziaren składnika B ( $\text{Mg/m}^3$ )
- $\rho_{pC}$     gęstość objętościowa ziaren składnika C ( $\text{Mg/m}^3$ )
- 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 ( $\rho_p A, \rho_p B, \rho_p C, \dots$ ) należy określić w zależności od wielkości ziaren zgodnie z normą PN-EN 1097-6 Załącznik A ( $\rho_p$ ) lub PN-EN 1097-7.

Przykład obliczenia szczelności C przy maksymalnej gęstości objętościowej w zmodyfikowanym Proctorze mieszanki przedstawiono w tabelicy 3.10.

Tabela 3.10. 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 ( $Mg/m^3$ )		$\rho_d = 2,11$

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

### 3.3. Wymagania wobec mieszanek

#### 3.3.1. Postanowienia ogólne

W zależności od typu mieszanki oraz od jej przeznaczenia wg tabelicy 3.5, wymagania odczytuje się z tabelic 3.11÷3.15.

#### 3.3.2. Mieszanka typu 1

Tabela 3.11. Wymagania wobec mieszanki typu 1 0/31,5

	WYMAGANIA							Uwagi
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6	
	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa ulepszonego podłoża	
<b>Składniki</b>								
Popioły lotne	wg p. 3.1.2							
Kruszywo	tablica 3.1							
Wapno	wg p. 3.1.3							
Cement	wg p. 3.1.4							
Gips	wg p. 3.1.5							
Granulowany żużel wielkopiecowy	wg p. 3.1.6							
Woda	wg p. 3.1.8							
Inne składniki	deklarowane przez producenta							
<b>Mieszanka typu 1</b>								
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:							

- mieszanka typu 1, 0/31,5 mm	rys. 3.1 lub 3.2							
Wytrzymałość na ściskanie *) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 3.8	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.3.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji wg p. 3.2.7.
- Mrozoodporność	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	NR - nie określa się	

<sup>\*)</sup> W przypadku przekroczenia wytrzymałości na ściskanie 5 MPa należy stosować rozwiązania przeciwspekaniowe wg p. 3.3.7.

### 3.3.3. Mieszanki typu 2

Tablica 3.12. Wymagania wobec mieszanek typu 2

	WYMAGANIA							Uwagi
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6	
	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa ulepszonego podłoża	
<b>Składniki</b>								
Popioły lotne	wg p. 3.1.2							
Kruszywo	tablica 3.1							
Wapno	wg p. 3.1.3							
Cement	wg p. 3.1.4							
Gips	wg p. 3.1.5							
Granulowany żużel wielkopiecowy	wg p. 3.1.6							
Woda	wg p. 3.1.8							
Inne składniki	deklarowane przez producenta							
<b>Mieszanka typu 2 - 0/22,4</b>								
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:							
- mieszanka 2 - 0/22,4 mm	rys. 3.3. lub rys. 3.4							
- Szczelność	C ≥ 0,8		C ≥ 0,8		C ≥ 0,8		C ≥ 0,8	
Wytrzymałość na ściskanie*) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 3.8	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.3.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Mrozoodporność	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	NR - nie określa się	
<b>Mieszanka typu 2 - 0/16</b>								
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:							
- mieszanka 2 - 0/16 mm	rys. 3.5. lub rys. 3.6							
- Szczelność	C ≥ 0,8		C ≥ 0,8		C ≥ 0,8		C ≥ 0,8	wg. p. 3.2.9
Wytrzymałość	C 3/4	C 1.5/2	C 6/8	C 3/4	C9/12	C 6/8,	C 0.4/0.5,	wg. p.3.2.6.

na ściskanie*) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 3.8	ale nie więcej niż 8 MPa	ale nie więcej niż 4 MPa	ale nie więcej niż 12 MPa	ale nie więcej niż 12 MPa	ale nie więcej niż 16 MPa	ale nie więcej niż 16 MPa	ale nie więcej niż 4 MPa	Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Mrozoodporność	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	NR - nie określa się	wg p. 3.2.7
<b>Mieszanka typu 2 - 0/11,2</b>								
Uziarnienie:	krzywe graniczne uziarnienia:							
Uziarnienie: 0/11,2 mm	rys. 3.7. lub rys. 3.8							
- Szczelność	C ≥ 0,8		C ≥ 0,8		C ≥ 0,8		C ≥ 0,8	wg p. 3.2.9
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI	IPI 50		IPI 50		IPI 50		IPI 50	wg p. 3.2.8
Wytrzymałość na ściskanie*) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 3.8	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.3.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Mrozoodporność	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	NR - nie określa się	wg p. 3.2.7

\*) W przypadku przekroczenia wytrzymałości na ściskanie 5 MPa należy stosować rozwiązania przeciwwspękaniowe wg p. 3.3.7.

### 3.3.4. Mieszanka typu 3

Tablica 3.13. Wymagania wobec mieszanki typu 3

	WYMAGANIA							Uwagi
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6	
	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa ulepszonego podłoża	
<b>Składniki</b>								
Popioły lotne	wg p. 3.1.2							
Kruszywo	tablica 3.1							
Wapno	wg p. 3.1.3							
Cement	wg p. 3.1.4							
Gips	wg p. 3.1.5							
Granulowany żużel wielkopiecowy	wg p. 3.1.6							
Woda	wg p. 3.1.8							
Inne składniki	deklarowane przez producenta							
<b>Mieszanka typu 3 0/11,2</b>								
Uziarnienie:	Nie stosuje się		Nie stosuje się		Nie stosuje się		krzywe graniczne uziarnienia:	



- mieszanka typu 1, 0/31,5 mm						tablica 3.7	
Wytrzymałość na ściskanie *) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 3.8						C 0.4/0.5, ale nie więcej niż 4 MPa	wg. p.3.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji wg p.3.2.8.
Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI						IPI 40	
- Mrozoodporność						CBR≥40	wg. p.3.2.7.

### 3.3.5. Mieszanka typu 4

Tablica 3.14. Wymagania wobec mieszanki typu 4

	WYMAGANIA							Uwagi
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6	
	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa ulepszonego podłoża	
<b>Składniki</b>								
Popioły lotne	wg p. 3.1.2							
Kruszywo	tablica 3.1							
Wapno	wg p. 3.1.3							
Cement	wg p. 3.1.4							
Gips	wg p. 3.1.5							
Granulowany żużel wielkopiecowy	wg p. 3.1.6							
Woda	wg p. 3.1.8							
Inne składniki	deklarowane przez producenta							
<b>Mieszanka typu 4</b>								
Uziarnienie:	Deklarowana przez producenta							
Wytrzymałość na ściskanie*) - klasa wytrzymałości Rc wg tablicy 3.8	Rc deklarowana ale nie mniej niż 4 MPa	Rc deklarowana ale nie mniej niż 2 MPa	Rc deklarowana ale nie mniej niż 8 MPa	Rc deklarowana ale nie mniej niż 4 MPa	Rc deklarowana ale nie mniej niż 12 MPa	Rc deklarowana ale nie mniej niż 8 MPa	Rc deklarowana ale nie mniej niż 0,5 MPa	wg. p.3.2.6. 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	wg. p. 3.2.9
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI	IPI deklarowany	IPI deklarowany	IPI deklarowany	IPI deklarowany	IPI deklarowany	IPI deklarowany	IPI deklarowany	wg p. 3.2.8
- Mrozoodporność	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	NR - nie określa się	wg p. 3.2.7

<sup>\*)</sup> W przypadku przekroczenia wytrzymałości na ściskanie 5 MPa należy stosować rozwiązania przeciwpękaniowe wg p. 3.3.7.

### 3.3.6. Mieszanka typu 5

Tablica 3.15. Wymagania wobec mieszanki typu 5

	WYMAGANIA							Uwagi
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6	
	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa ulepszonego podłoża	
<b>Składniki</b>								
Popioły lotne	wg p. 3.1.2							
Kruszywo	tablica 3.1							
Wapno	wg p. 3.1.3							
Cement	wg p. 3.1.4							
Gips	wg p. 3.1.5							
Granulowany żużel wielkopieczowy	wg p. 3.1.6							
Woda	wg p. 3.1.8							
Inne składniki	deklarowane przez producenta							
<b>Mieszanka typu 5</b>								
Uziarnienie:	Deklarowane przez producenta							
Wytrzymałość na ściskanie *) - klasa wytrzymałości R <sub>c</sub> wg tablicy 3.8	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 3/4 (nie więcej niż 6,0 MPa)	klasa C 1,5/2,0 (nie więcej niż 6,0 MPa)	wg. p.3.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji wg p.3.2.9.
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI		IPI deklarowany		IPI deklarowany		IPI deklarowany	IPI deklarowany	
- Szczelność		C deklarowane		C deklarowane		C deklarowane	C deklarowane	
- Mrozoodporność		≥0,6		≥0,6		≥0,6	NR - nie określa się	
								wg. p.3.2.8.
								wg. p.3.2.7.

<sup>\*)</sup> W przypadku przekroczenia wytrzymałości na ściskanie 5 MPa należy stosować rozwiązania przeciwspekaniowe wg p. 3.3.7.

### 3.3.7. Przeciwdziałanie spękaniom odbitym

Dla warstw podbudów zasadniczych z mieszanek związanych cementem o wytrzymałości na ściskanie R<sub>c</sub> od 5 do 10 MPa należy stosować technologie przeciwspekaniowe z zastosowaniem geosyntetyków lub membran, zgodnie z normami lub europejskimi i krajowymi Aprobatami Technicznymi..

Dla warstw podbudów zasadniczych z mieszanek związanych popiołem lotnym o wytrzymałości na ściskanie R<sub>c</sub> 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.

## Część 4. Mieszanki związane spoiwem drogowym wg PN-EN 14227-5

### 4.1. Wymagania wobec materiałów

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

#### 4.1.1. Kruszywa

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

Można stosować następujące rodzaje kruszywa:

- 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.

Krzemionkowe popioły lotne wg PN-EN 14227-4 mogą być użyte jako dodatek do kruszywa.

Wymagania wobec kruszywa do warstw podbudowy i ulepszonego podłoża z mieszanek związanych spoiwem drogowym przedstawia tablica 4.1.

Tablica 4.1.

Właściwość		Deklarowane kategorie lub wartości		Odniesienie do PN-EN 13242:2004
Rozdział/punkt w normie PN-EN 13242		w odniesieniu do zastosowania kruszywa do warstwy:		
		związanej warstwy podbudowy pomocniczej i ulepszonego podłoża	związanej warstwy podbudowy zasadniczej	
		wszystkie kategorie ruchu (KR1-KR6)	wszystkie kategorie ruchu (KR1-KR6)	
4.1	Fracje/zestaw sit #	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	$G_C80/20$ , $G_F80$ , $G_A75$	$G_C80/20$ , $G_F80$ , $G_A75$	Tabl. 2
4.3.2	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1	$GT_CNR$	$GT_CNR$	Tabl.3
4.3.3	Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1	$GT_FNR$ $GT_ANR$	$GT_FNR$ $GT_ANR$	Tabl. 4

4.4	Kształt kruszywa grubego- maksymalne wartości wskaźnika płaskości wg PN-EN 933-3 *)	<i>FI Deklarowana</i>	<i>FI<sub>50</sub></i>	Tabl.5.
	Kształt kruszywa grubego- maksymalne wartości wskaźnika kształtu wg PN-EN 933-4 *)	<i>SI Deklarowana</i>	<i>SI<sub>50</sub></i>	Tabl. 6.
4.5	Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierz. przekrusz. lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5	<i>C<sub>NR</sub></i>	<i>C<sub>NR</sub></i>	Tabl. 7.
4.6	Zawartość pyłów <sup>**)</sup> w kruszywie grubym wg PN-EN 933-1	<i>f<sub>deklarowana</sub></i>	<i>f<sub>deklarowana</sub></i>	Tabl. 8
4.6	Zawartość pyłów <sup>**)</sup> w kruszywie drobnym wg PN-EN 933-1	<i>f<sub>deklarowana</sub></i>	<i>f<sub>deklarowana</sub></i>	Tabl. 8
4.7	Jakość pyłów	Brak wymagań	Brak wymagań	
5.2	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-2	<i>LA<sub>60</sub></i>	<i>LA<sub>50</sub></i>	Tabl. 9
5.3	Odporność na ścieranie wg PN-EN 1097-1	<i>M<sub>DENR</sub></i>	<i>M<sub>DENR</sub></i>	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 wielkopiecowy.:AS1,0	- Kruszywo kam. AS0,2 - żużel kawałkowy wielkopiecowy.:AS1,0	Tabl. 12
6.3	Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1	- Kruszywo kam.:S <sub>NR</sub> ; - żużel kawałkowy wielkopiecowy: S <sub>2</sub>	- Kruszywo kam.:S <sub>NR</sub> ; - żużel kawałkowy wielkopiecowy: S <sub>2</sub>	Tabl. 13
6.4.1	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie	deklarowana	deklarowana	
6.4.2.1	Stalność objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998, rozdział 19.3	<i>V<sub>5</sub></i>	<i>V<sub>5</sub></i>	Tabl. 14
6.4.2.2	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998,	Brak rozpadu	Brak rozpadu	

	p.19.1			
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 jako wskaźnik mrozoodporności wg PN-EN 1097-6, rozdział 7 (Jeśli kruszywo nie spełni warunku $WA_{242}$ , to należy zbadać jego mrozoodporność wg p.7.3.3. tablicy 4.1.)	$WA_{242}$	$WA_{242}$	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		

\*) Badaniem wzorcowym oznaczania kształtu kruszywa grubego jest badanie wskaźnika płaskości

\*\*) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 4.2.2.

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

#### 4.1.2. Spoiwo drogowe

W mieszankach powinno być stosowane hydrauliczne spoiwo drogowe zgodne z ENV 13282 lub Europejską Aprobata Techniczną albo Aprobata Techniczną IBDiM.

### 4.1.3. Woda zarobowa

Woda nie powinna zawierać składników niekorzystnie wpływających na efekt twardnienia i pogarszających własności mieszanki związanej spoiwem drogowym.

### 4.1.4. Środki opóźniające wiązanie

Właściwości środków opóźniających wiązanie powinny być zgodne z właściwymi normami lub Aprobatami Technicznymi.

## 4.2. Specyfikacja mieszanek

### 4.2.1. Przeznaczenie

Mieszanki związane spoiwem drogowym 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 4.2.

Tablica 4.2. Przeznaczenie mieszanek związanych spoiwem drogowym

Mieszanka	Warstwa ulepszonych podłoża	Warstwa podbudowy pomocniczej			Warstwa podbudowy zasadniczej		
		KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR6	KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-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	+	+	±	±	±	±	±

+ mieszanka zalecana

- mieszanka nie dopuszczona do stosowania

± przeznaczenie zależne od deklarowanych właściwości mieszanki

### 4.2.2. 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. 4.1.

Określone w badaniu optymalne zawartości 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 niniejszych Wymagań Technicznych.

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.

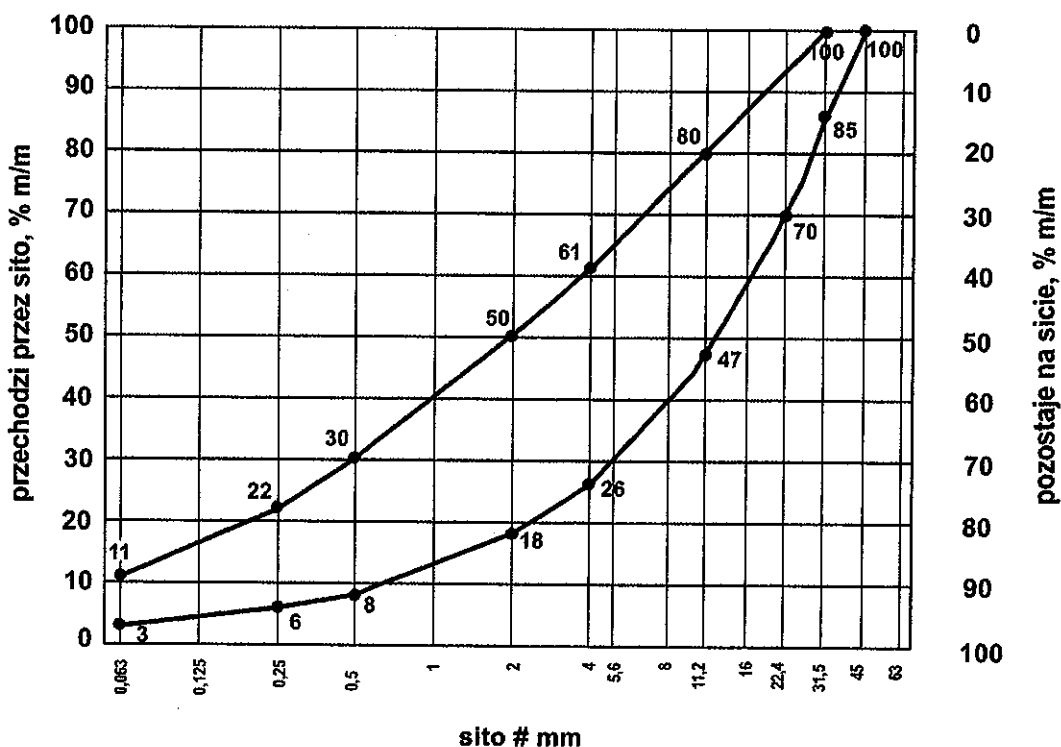
Zawartość spoiwa drogowego w mieszance nie jest uwzględniana w uziarnieniu mieszanek podanych w punkcie 4.2.2.

#### 4.2.2.1. Mieszanka typu 1

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

Uziarnienie mieszanki typu 1, określone według normy EN 933-1 powinno być zgodne z rys.4.1. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunku 4.1.

Laboratoryjna ocena właściwości mechanicznych mieszanki powinna opierać się na badaniu wytrzymałości na ściskanie  $R_c$ . Wymagania wobec mieszanek typu 1 przedstawia tablica 4.8.



Rys. 4.1. Krzywe graniczne mieszanki związanej spoiwem drogowym 0/31,5 typu 1

#### 4.2.2.2. Mieszanki typu 2

Mieszanka związana spoiwem drogowym 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.

Wymagania wobec mieszanek typu 2 przedstawia tablica 4.9.

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki typu 2, określone według normy EN 933-1 powinno być zgodne z tablicą 4.3. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunkach 4.2÷4.4.

Tablica 4.3. Uziarnienie mieszanki związanej spoiwem drogowym typu 2

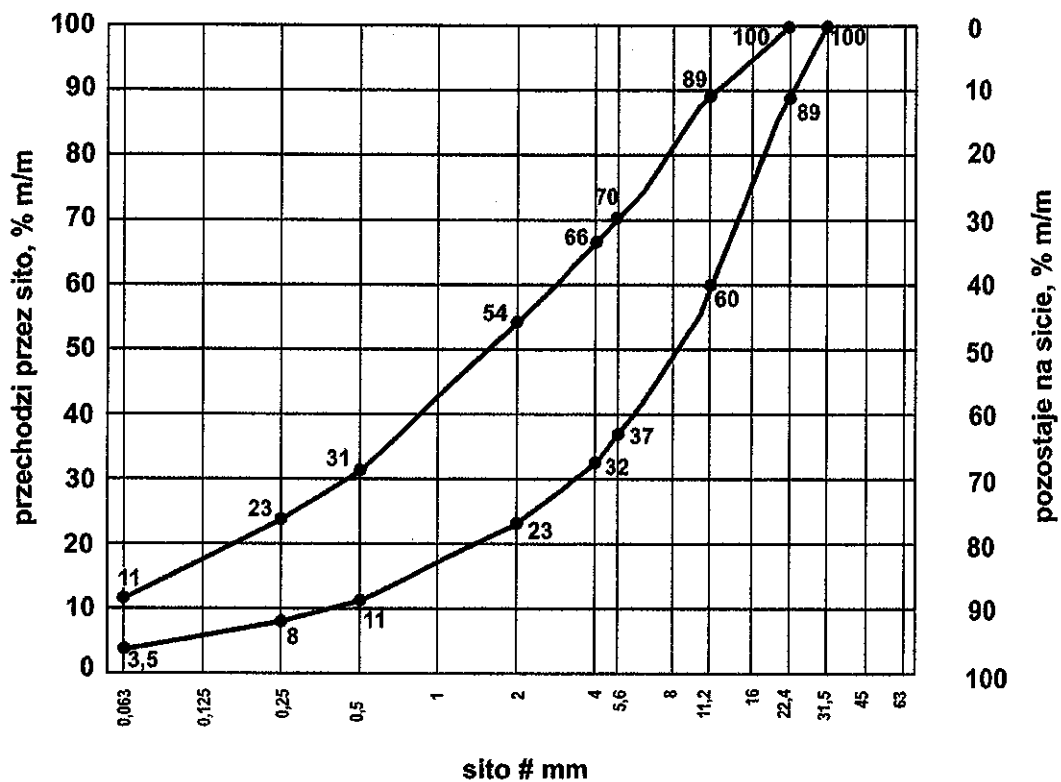
Mieszanka związana spoiwem drogowym	Uziarnienie	Krzywe graniczne uziarnienia
Typ 2 - 0/22,4	0/22,4 mm	rysunek 4.2
Typ 2 - 0/16	0/16 mm	rysunek 4.3
Typ 2 - 0/11,2	0/11,2 mm	rysunek 4.4

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. 4.2.9.

##### 4.2.2.2.1. Mieszanki typu 2 - 0/22,4

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z rys. 4.2. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunku 4.2.

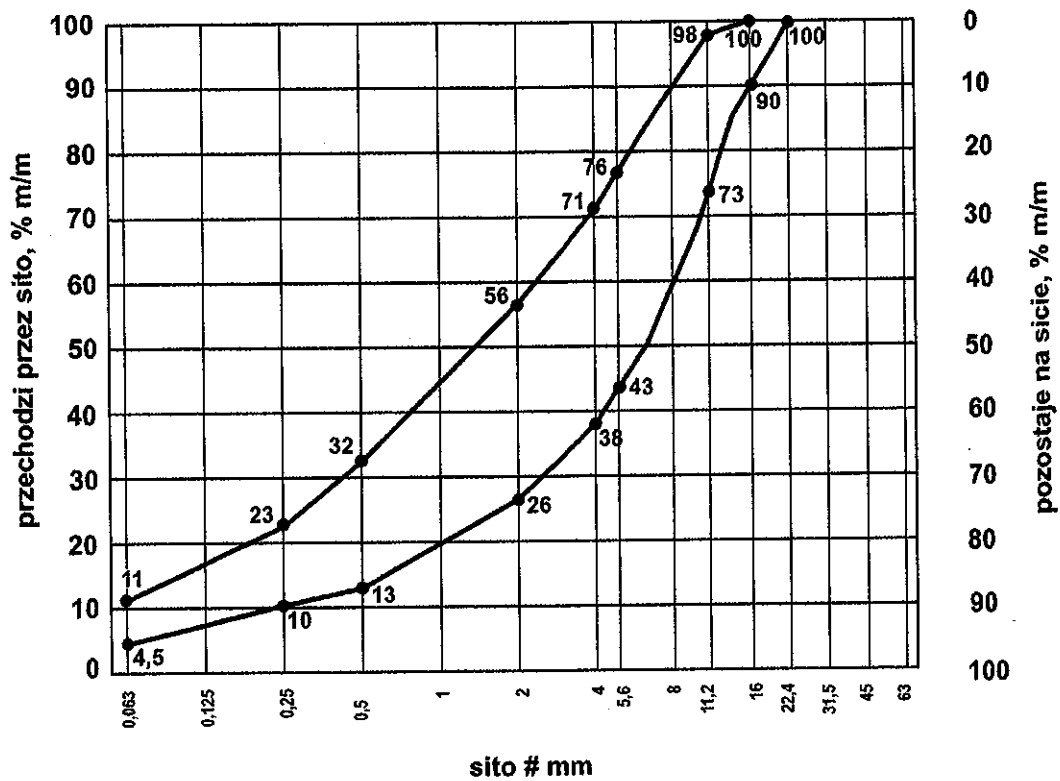




Rys. 4.2. Krzywe graniczne mieszanki związanej spoiwem drogowym typu 2 - 0/22,4

#### 4.2.2.2.2. Mieszanka typu 2 - 0/16

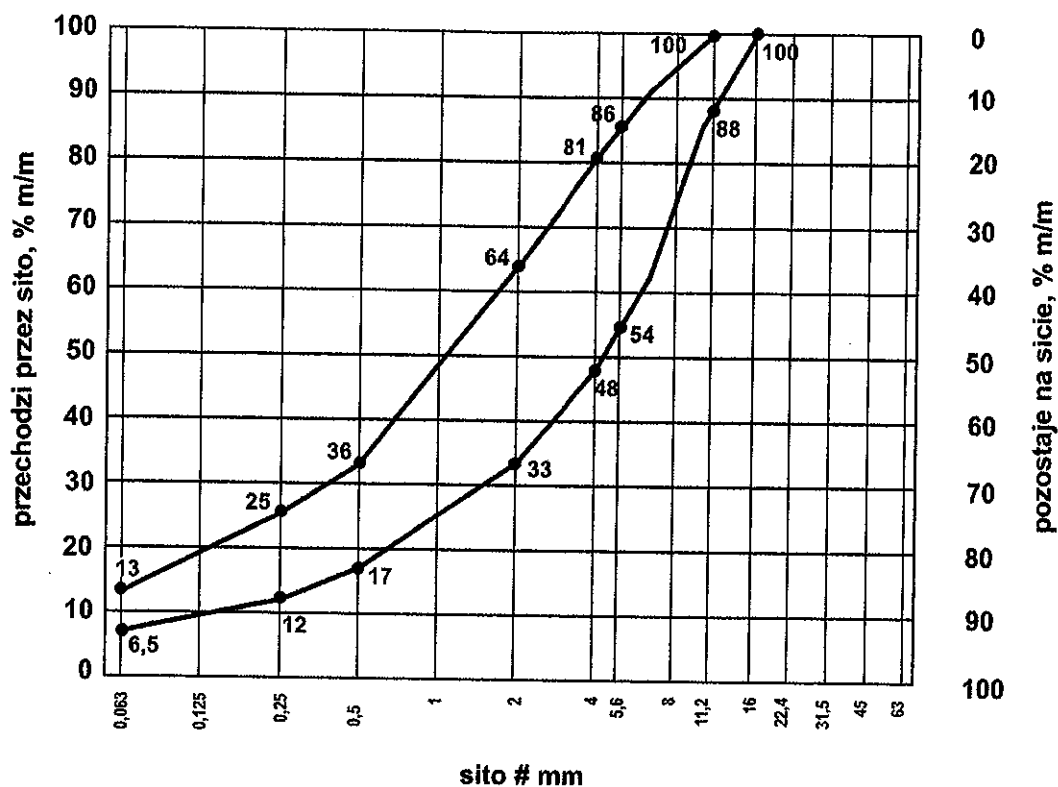
Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z rys. 4.3. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunku 4.3.



Rys. 4.3. Krzywe graniczne mieszanki związanej spoiwem drogowym typu 2 - 0/16

#### 4.2.2.2.3. Mieszanka typu 2 - 0/11,2

Uziarnienie wybranego podtypu mieszanki, określone zgodnie z normą EN 933-1, powinno być zgodne z rys. 4.4. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe przesiewu podane na rysunku 4.4.



Rys. 4.4. Krzywe graniczne mieszanki związanej spoiwem drogowym typu 2 - 0/11,2

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

#### 4.2.2.3. Mieszanka typu 3

Mieszanka typu 3 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 4.4.

Tabela 4.4. 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.

Wymagania wobec mieszanki typu 3 przedstawia tablica 4.10.

#### **4.2.2.4. Mieszanka typu 4**

Uziarnienie mieszanki typu 4, 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 itp.

#### **4.2.3. Zawartość spoiwa drogowego**

Zawartość spoiwa drogowego powinna być dobrana w odniesieniu do wymaganych właściwości mieszanki, ale nie powinna być mniejsza od minimalnej wartości równej 3% m/m.

Dopuszczalne jest zastosowanie mniejszej ilości spoiwa niż podano powyżej jako minimalną, jeśli podczas procesu produkcyjnego stwierdzone zostanie, że zachowana jest zgodność z wymaganiami tablicy 4.9. lub 4.10 albo 4.11. niniejszych Wymagań Technicznych „

#### **4.2.4. 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.

#### **4.2.5. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek**

Próbki walcowe, zagęszczane ubijakiem Proctora, powinny być przygotowane 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 deklarowana, wskazującą charakter wytrzymałości w dłuższym czasie, co powinno być uwzględnione w projekcie warstwy.

#### 4.2.6. Badanie wytrzymałości na ściskanie

##### 4.2.6.1. Badanie

Badanie wytrzymałości na ściskanie (System I) należy przeprowadzić na próbkach walcowych przygotowanych metodą Proctora zgodnie z PN-EN 13286-50, przy wykorzystaniu metody badawczej zgodnej z PN-EN 13286-41. Próbki powinny być pielęgnowane zgodnie z p.4.2.5.

Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki 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.

Dopuszcza się w praktyce wykonawczej stosowanie dodatkowo wytrzymałości na ściskanie określonej po innym okresie pielęgnacji, np. po 7 lub 14 dniach. Wymagane właściwości po 42 dniach pielęgnacji pozostają bez zmian.

##### 4.2.6.2. 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. 4.2.5.

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 4.5. – Klasyfikacja  $R_c$

Klasa $R_c$	Minimalne $R_c$ [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 2 <sup>a</sup>	Minimalne $R_c$ [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 1 <sup>a</sup>
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

<b>C 18 / 24</b>	18	<b>24</b>
<b>C 21 / 28</b>	21	<b>28</b>
<b>C 24 / 32</b>	24	<b>32</b>
<b>C 27 / 36</b>	27	<b>36</b>
<sup>a</sup> 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.		

Dopuszcza się podawanie wytrzymałości na ściskanie  $R_c$  z dodatkowym indeksem informującym o czasie pielęgnacji, np.  $R_{c7}$ ,  $R_{c14}$ ,  $R_{c28}$ .

#### 4.2.7. Badanie mrozoodporności

Wskaźnik mrozoodporności mieszanki związanej spoiwem drogowym 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.4.2.5.

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

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 o temperaturze pokojowej, a następnie w ciągu kolejnych 14 dni poddać cykлом 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.

#### 4.2.8. Natychmiastowy wskaźnik nośności

Badanie wykonywane jest na mieszankach 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), na próbce zagęszczonej metodą Proctora i klasyfikowany na podstawie tablicy 4.6.

Tablica 4.6. Kategorie natychmiastowego wskaźnika nośności IPI dla mieszanki typu 3

Kategoria	Wymagany natychmiastowy wskaźnik nośności
IPI <sub>40</sub>	≥ 40
IPI <sub>25</sub>	≥ 25
IPI <sub>NR</sub>	brak wymagań

Mieszanki o natychmiastowym wskaźniku 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 żadanego natychmiastowego wskaźnika nośności.

#### 4.2.9. 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. Jest to więc stosunek maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu mieszanki ( $\rho_d$  wg PN-EN 13286-2 zmodyfikowana metoda Proctora) do gęstości objętościowej ziaren mieszanki ( $\rho_p$  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
- $\rho_d$     maksymalna gęstość objętościowa mieszanki w stanie suchym ( $Mg/m^3$ )
- $\rho_{pA}$     gęstość objętościowa ziaren składnika A ( $Mg/m^3$ )
- $\rho_{pB}$     gęstość objętościowa ziaren składnika B ( $Mg/m^3$ )
- $\rho_{pC}$     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 ( $\rho_{pA}$ ,  $\rho_{pB}$ ,  $\rho_{pC}$ ,...) należy określić w zależności od wielkości ziaren zgodnie z normą PN-EN 1097-6 Załącznik A ( $\rho_p$ ) lub PN-EN 1097-7.

Przykład obliczenia szczelności C przy maksymalnej gęstości objętościowej w zmodyfikowanym Proctorze mieszanki przedstawiono w tablicy 4.7.

Tablica 4.7. Przykład obliczenia szczelności

Składnik	% masy mieszanki	Gęstość objętościowa ziaren (Mg/m <sup>3</sup> )
Kruszywo grube 5,6/22,4 mm	50	$\rho_{pA} = 2,69$
Kruszywo drobne 0/5,6 mm	46,5	$\rho_{pB} = 2,65$
Spoivo drogowe	3,5	$\rho_{pC} = 2,95$
Maksymalna gęstość objętościowa mieszanki w zmodyfikowanym Proctorze (Mg/m <sup>3</sup> )		$\rho_d = 2,20$

$$C = (2,20/100) \times (50/2,69 + 46,5/2,65 + 3,5/2,95) = 0,82$$

### 4.3. Wymagania wobec mieszanek

#### 4.3.1. Postanowienia ogólne

W zależności od typu mieszanki oraz od jej przeznaczenia wg tablicy 4.2, wymagania odczytuje się z tablicy 4.8, 4.9, 4.10 lub 4.11.

#### 4.3.2. Mieszanka typu 1

Tablica 4.8. Wymagania wobec mieszanek typu 1 0/31,5

	WYMAGANIA							Uwagi
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6	
	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa ulepszonego podłoża	
Składniki								
Spoivo drogowe	wg p. 4.1.2							
Kruszywo	tablica 4.1							
Woda	wg p. 4.1.3							
Środki opóźniające wiązanie	wg p. 4.1.4.							
Mieszanka typu 1								
Uziarnienie :	krzywe graniczne uziarnienia:							
- mieszanka typu 1, 0/31,5 mm	rys. 4.1							
Wytrzymałość na ściskanie*) - klasa wytrzymałości R <sub>c</sub> wg tablicy 4.5	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.4.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
Mrozoodporność	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	NR - nie określa się	wg. p.4.2.7

\*) W przypadku przekroczenia wytrzymałości na ściskanie 5 MPa należy stosować rozwiązania przeciwpękaniowe wg p. 4.3.6.



### 4.3.3. Mieszanki typu 2

Tablica 4.9. Wymagania wobec mieszanek typu 2

	WYMAGANIA							Uwagi
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6	
	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa ulepszonego podłoża	
<b>Składniki</b>								
Spoiwo drogowe	wg p. 4.1.2							
Kruszywo	tablica 4.1							
Woda	wg p. 4.1.3							
Środki opóźniające wiązanie	wg p. 4.1.4.							
<b>Mieszanka typu 2 - 0/22,4</b>								
Uziarnienie :	krzywe graniczne uziarnienia:							
- mieszanka typu 2, 0/22,4 mm	rys. 4.2							
Szczelność	C <sub>≥0,8</sub>		C <sub>≥0,8</sub>		C <sub>≥0,8</sub>		C <sub>≥0,8</sub>	wg. p.4.2.9
Wytrzymałość na ściskanie*) - klasa wytrzymałości R <sub>c</sub> wg tablicy 4.5	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.4.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Mrozoodporność	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	NR - nie określa się	wg. p.4.2.7
<b>Mieszanka typu 2 - 0/16</b>								
Uziarnienie :	krzywe graniczne uziarnienia:							
- mieszanka typu 2, 0/16 mm	rys. 4.3							
Szczelność	C <sub>≥0,8</sub>		C <sub>≥0,8</sub>		C <sub>≥0,8</sub>		C <sub>≥0,8</sub>	wg. p.4.2.9
Wytrzymałość na ściskanie*) - klasa wytrzymałości R <sub>c</sub> wg tablicy 4.5	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.4.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Mrozoodporność	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	NR - nie określa się	wg. p.4.2.7
<b>Mieszanka typu 2 - 0/11,2</b>								
Uziarnienie :	krzywe graniczne uziarnienia:							

- mieszanka typu 2, 0/11,2 mm	rys. 4.4							
Szczelność	C <sub>≥0,8</sub>		C <sub>≥0,8</sub>		C <sub>≥0,8</sub>		C <sub>≥0,8</sub>	wg. p.4.2.9
- Natychmiastowy wskaźnik nośności mieszanki IPI	IPI 50		IPI 50		IPI 50		IPI 50	wg. p.4.2.8
Wytrzymałość na ściskanie*) - klasa wytrzymałości R <sub>c</sub> wg tablicy 4.5	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.4.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
- Mrozoodporność	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	NR - nie określa się	wg. p.4.2.7

\*) W przypadku przekroczenia wytrzymałości na ściskanie 5 MPa należy stosować rozwiązania przeciwspekaniowe wg p. 4.3.6.

### 4.3.4. Mieszanka typu 3

Tablica 4.10. Wymagania wobec mieszanki typu 3

	WYMAGANIA							Uwagi
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6	
	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa ulepszonego podłoża	
<b>Składniki</b>								
Spoivo drogowe	nie stosuje się		nie stosuje się		nie stosuje się		wg p. 4.1.2	
Kruszywo							tablica 4.1	
Woda							wg p. 4.1.3	
Środki opóźniające wiązanie							wg p. 4.1.4.	
<b>Mieszanka typu 3 0/11,2</b>								
Uziarnienie :	nie stosuje się		nie stosuje się		nie stosuje się		krzywe graniczne uziarnienia: rys. 4.4	
- mieszanka typu 2, 0/11,2 mm							C <sub>≥0,8</sub>	wg. p.4.2.9
Szczelność							C 0.4/0.5, ale nie więcej niż 4 MPa	wg. p.4.2.6. Badanie wg PN-EN 13286-41 po 42 dniach pielęgnacji
Wytrzymałość na ściskanie*) - klasa wytrzymałości R <sub>c</sub> wg tablicy 4.5							NR - nie określa się	wg. p.4.2.7
- Mrozoodporność								

rność						
Natychmias towy wskaźnik nośności					IPI 40	wg. p. 4.2.8

#### 4.3.5. Mieszanka typu 4

Tablica 4.11. Wymagania wobec mieszanki typu 4

	WYMAGANIA							Uwagi
	KR1-KR2		KR3-KR4		KR5-KR6		KR1-KR6	
	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa ulepszona podłoża	
<b>Składniki</b>								
Spoivo drogowe	wg p. 4.1.2							
Kruszywo	tablica 4.1							
Woda	wg p. 4.1.3							
Środki opóźniające wiązanie	wg p. 4.1.4.							
<b>Mieszanka typu 1</b>								
Uziarnienie :	Deklarowane przez producenta							
Wytrzymałość na ściskanie*) - klasa wytrzymałości R <sub>c</sub> wg tablicy 4.5	R <sub>c</sub> deklarowan a ale nie mniej niż 4 MPa	R <sub>c</sub> deklarowan a ale nie mniej niż 2 MPa	R <sub>c</sub> deklarowan a ale nie mniej niż 8 MPa	R <sub>c</sub> deklarowan a ale nie mniej niż 4 MPa	R <sub>c</sub> deklarowan a ale nie mniej niż 12 MPa	R <sub>c</sub> deklarowan a ale nie mniej niż 8 MPa	R <sub>c</sub> deklarowana ale nie mniej niż 0,5 MPa	wg. p.4.2.6. Badanie wg PN-EN 13286- 41 po 42 dniach pielęgnacji
- Szczelność	C deklarowan e	C deklarowan e	C deklarowan e	C deklarowan e	C deklarowan e	C deklarowan e	C deklarowane	wg. p.4.2.9
- Natychmias towy wskaźnik nośności mieszanki IPI	IPI deklarowan y	IPI deklarowan y	IPI deklarowan y	IPI deklarowan y	IPI deklarowan y	IPI deklarowan y	IPI deklarowany	wg. p.4.2.8
- Mrozoodpo rność	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	≥0,7	≥0,6	NR - nie określa się	wg. p.4.2.7

\*) W przypadku przekroczenia wytrzymałości na ściskanie 5 MPa należy stosować rozwiązania przeciwspekaniowe wg p. 4.3.6.

#### 4.3.6. Przeciwdziałanie spękanom odbitym

Dla warstw podbudów zasadniczych z mieszanek związanych cementem o wytrzymałości na ściskanie R<sub>c</sub> od 5 do 10 MPa należy stosować technologie przeciwspekaniowe z zastosowaniem geosyntetyków lub membran, zgodnie z normami lub europejskimi i krajowymi Aprobatami Technicznymi.

Do warstw podbudów zasadniczych z mieszanek związanych spoiwem drogowym o wytrzymałości na ściskanie  $R_c$  powyżej 10 MPa należy stosować dylatowanie podłużne oraz, w zależności od szerokości warstwy, dylatowanie poprzeczne.

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

## **Część 5. Kontrola produkcji**

### **5.1. System oceny zgodności**

Przy produkcji mieszanek związanych spoiwem drogowym należy stosować system 4.

### **5.2. Kontrola produkcji**

#### **5.2.1. Postanowienia ogólne**

Niniejszy załącznik zawiera zalecenia dotyczące systemu kontroli produkcji dla producentów mieszanek związanych hydraulicznie.

Kontrola produkcji ma na celu zapewnienie zgodności mieszanki z wymaganiami.

#### **5.2.2. 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.

#### **5.2.3. Organizacja**

##### **5.2.3.1. 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.

#### **5.2.3.2. Przedstawiciel kierownictwa**

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

#### **5.2.3.3. 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.

#### **5.2.3.4. 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.

#### **5.2.3.5. Usługi podwykonawców**

W przypadku usług zleczanych podwykonawcom należy ustalić zasady kontroli.

#### **5.2.3.6. 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.

#### **5.2.3.7. 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.

## 5.2.4. Procedury kontrolne

### 5.2.4.1. 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.

### 5.2.4.2. 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.

### 5.2.4.3. 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.

### 5.2.4.4. 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.

#### **5.2.4.5. 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.

#### **5.2.4.6. 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 powinna 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.

### **5.2.5. Kontrola oraz badania składników i mieszanki podczas produkcji**

#### **5.2.5.1. 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** W przypadku decyzji o zmianie częstości badań, powinny być uwzględnione długoterminowe doświadczenia w zakresie udokumentowanych badań konkretnych właściwości mieszanek.

#### **5.2.5.2. 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.

#### **5.2.5.3. 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 m<sup>3</sup> lub jedna dziennie w przypadku mniejszych ilości.
- w przypadku innych wytwórni lub produkcji, należy pobrać jedną próbkę z każdych 300 ton lub 150 m<sup>3</sup>, 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 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.

### **5.2.6. Urządzenia kontrolno-pomiarowe do inspekcji i badań**

#### **5.2.6.1. 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.



#### **5.2.6.2. Urządzenia kontrolno-pomiarowe**

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

#### **5.2.6.3. 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.

#### **5.2.6.4. 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.

### **5.2.7. Niezgodność**

#### **5.2.7.1. 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.

#### **5.2.7.2. 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.

#### **5.2.7.3. 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.

### 5.2.8. Dopuszczalne tolerancje odchyłek produkcji

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

Dopuszczalne tolerancje podczas produkcji mieszanki związanej od mieszanki zaprojektowanej przedstawia tablica 5.1.

Tablica 5.1. Dopuszczalne tolerancje podczas produkcji mieszanki

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

## 5.3. Oznaczenie, opis i znakowanie

### 5.3.1. Mieszanki związane cementem

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

### 5.3.2. Mieszanki związane żużlem

Mieszanki związane żużlem powinny być zidentyfikowane przez następujące dane.

Oznaczenie:

- i) kod mieszanki nadany przez producenta

- j) powołanie na normę PN-EN 14227-2
- k) pochodzenie mieszanki, nazwa producenta i/lub miejsce wytwarzania
- l) typ i charakterystyka mieszanki związanej żużlem (np. mieszanka związana żużlem B2 - 0/22,4 CBR 30/35)

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

### 5.3.3. Mieszanki związane popiołem lotnym

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

Oznakowanie gotowego produktu powinno zawierać:

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

#### 5.3.4. Mieszanki związane spoiwem drogowym

Mieszanki związane spoiwem drogowym powinny być zidentyfikowane przez następujące dane.

Oznaczenie:

- a) kod mieszanki nadany przez producenta
- b) powołanie na normę PN-EN 14227-5
- c) pochodzenie mieszanki, nazwa producenta i/lub miejsce wytwarzania
- d) typ i charakterystyka mieszanki związanej spoiwem drogowym (np. mieszanka związana spoiwem drogowym typ 2 - 0/22,4)

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

### Część 6. Ustalenia formalne

Niniejsze Wymagania Techniczne do norm PN-EN 14227-1...5 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Wymagania - Części od 1 do 5, nie stanowią przepisu techniczno-budowlanego w rozumieniu prawa.