

**Załącznik Nr 3 do Zarządzenia Nr 102  
Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad  
z dnia 19 listopada 2010r.**

# **Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych**

**WT-4 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:

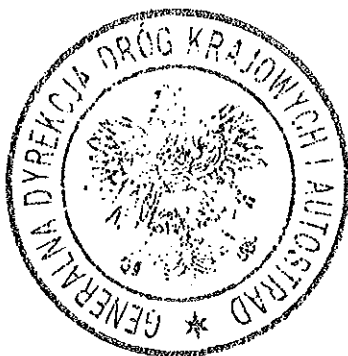
**§ 1**

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

|                                                                                  | str.      |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Wprowadzenie.....                                                                | 4         |
| Powołania normatywne.....                                                        | 4         |
| Definicje.....                                                                   | 6         |
| Symbole i skróty.....                                                            | 8         |
| Postanowienia ogólne.....                                                        | 8         |
| <b>1. Wymagania wobec materiałów .....</b>                                       | <b>8</b>  |
| 1.1 Kruszywa.....                                                                | 8         |
| 1.2 Woda.....                                                                    | 8         |
| <b>2. Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych.....</b>                           | <b>14</b> |
| 2.1 Postanowienia ogólne.....                                                    | 14        |
| 2.1.1 Wartości graniczne i tolerancje.....                                       | 14        |
| 2.1.2 Mieszanki kruszyw.....                                                     | 14        |
| 2.2 Mieszanki kruszyw do warstw podłoża ulepszanego.....                         | 14        |
| 2.2.1 Postanowienia ogólne.....                                                  | 14        |
| 2.2.2 Zawartość pyłów.....                                                       | 14        |
| 2.2.3 Zawartość nadziarna.....                                                   | 14        |
| 2.2.4 Uziarnienie.....                                                           | 15        |
| 2.2.5 Wrażliwość na mróz, wodoprzepuszczalność.....                              | 18        |
| 2.2.6 Zawartość wody.....                                                        | 18        |
| 2.2.7 Istotne cechy środowiskowe.....                                            | 19        |
| 2.3 Mieszanki kruszyw do warstw podbudowy pomocniczej.....                       | 19        |
| 2.3.1 Postanowienia ogólne.....                                                  | 19        |
| 2.3.2 Wymagania wobec odporności kruszyw z recyklingu na<br>działanie mrozu..... | 19        |
| 2.3.3 Zawartość pyłów.....                                                       | 19        |
| 2.3.4 Zawartość nadziarna.....                                                   | 19        |
| 2.3.5 Uziarnienie.....                                                           | 20        |
| 2.3.6 Wrażliwość na mróz, wodoprzepuszczalność.....                              | 22        |
| 2.3.7 Zawartość wody.....                                                        | 22        |
| 2.3.8 Wartość CBR.....                                                           | 22        |
| 2.3.9 Istotne cechy środowiskowe.....                                            | 22        |
| 2.4 Mieszanki kruszyw do warstw podbudowy zasadniczej.....                       | 23        |
| 2.4.1 Postanowienia ogólne.....                                                  | 23        |
| 2.4.2 Wymagania wobec odporności kruszyw z recyklingu na<br>działanie mrozu..... | 23        |
| 2.4.3 Zawartość pyłów.....                                                       | 23        |
| 2.4.4 Zawartość nadziarna.....                                                   | 23        |
| 2.4.5 Uziarnienie.....                                                           | 23        |

|       |                                                                                    |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.6 | Wrażliwość na mróz, wodoprzepuszczalność.....                                      | 26 |
| 2.4.7 | Zawartość wody.....                                                                | 26 |
| 2.4.8 | Wartość CBR.....                                                                   | 26 |
| 2.4.9 | Istotne cechy środowiskowe.....                                                    | 26 |
| 2.5   | Mieszanki kruszyw do nawierzchni niezwiązanych.....                                | 27 |
| 2.5.1 | Postanowienia ogólne.....                                                          | 27 |
| 2.5.2 | Zawartość pyłów.....                                                               | 27 |
| 2.5.3 | Zawartość nadziarna.....                                                           | 27 |
| 2.5.4 | Uziarnienie.....                                                                   | 27 |
| 2.5.5 | Odporność na działanie mrozu.....                                                  | 30 |
| 2.5.6 | Zawartość wody.....                                                                | 30 |
| 2.5.7 | Istotne cechy środowiskowe.....                                                    | 30 |
| 3.    | Kontrola produkcji.....                                                            | 33 |
| 3.1   | System oceny zgodności.....                                                        | 33 |
| 3.2   | Kontrola procesu produkcyjnego.....                                                | 33 |
| 3.2.1 | Pobieranie próbek.....                                                             | 33 |
| 3.2.2 | Zakładowa kontrola produkcji.....                                                  | 33 |
| 3.2.3 | Gęstość szkieletu mieszanki.....                                                   | 33 |
| 4.    | Opis i oznaczanie.....                                                             | 33 |
| 5.    | Oznakowanie.....                                                                   | 33 |
| 6.    | Ustalenia formalne.....                                                            | 33 |
|       | Załącznik A: Przykładowe opisy mieszanek kruszyw z recyklingu.....                 | 34 |
|       | Załącznik B: Zastosowanie wartości deklarowanej przez dostawcę<br>/producenta..... | 37 |
|       | Załącznik C: Zakładowa kontrola produkcji mieszanek<br>niezwiązanych.....          | 39 |
|       | Załącznik D: Oznaczanie współczynnika filtracji<br>wg ISO/TS 17892-11:2004.....    | 44 |

## Wprowadzenie

Europejska norma EN 13285, została zatwierdzona, jako Polska Norma PN-EN 13285: 2004 *Mieszanki niezwiązane - Wymagania*.

Norma PN-EN 13285 ustaliła jednolitą klasyfikację wymagań wobec mieszanek niezwiązanych, wytworzonych z zastosowaniem kruszywa naturalnego, sztucznego lub z recyklingu. Mieszanki te są przeznaczone do budowy i utrzymania dróg, lotnisk oraz innych powierzchni przeznaczonych do ruchu pojazdów.

Norma PN-EN 13285 jest normą klasyfikacyjną, w której brak jest wymagań wobec mieszanek niezwiązanych do konkretnych zastosowań, ale zawiera jedynie wykaz właściwości tych mieszanek i podział na kategorie umożliwiające jednolite posługiwanie się nimi przy ustalaniu wymagań w krajowych przepisach technicznych oraz późniejszą ocenę zgodności wytwarzanych mieszanek z wymaganiami zawartymi w tych przepisach.

Wprowadzenie postanowień normy PN-EN 13285 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 MNzw-2009**

Niniejsze Wymagania Techniczne obowiązują przy dostawach mieszanek kruszyw naturalnych, sztucznych i z recyklingu do wykonywania warstw z kruszyw niezwiązanych w konstrukcjach nawierzchni drogowych i ulepszonego podłoża jak również w innych konstrukcjach przeznaczonych do ruchu.

W niniejszych **WT MNzw-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.

## Powołania normatywne

PN-EN 13242:2004 *Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym*

PN-EN 13285 mieszanki niezwiązane – Wymagania

PN-EN 932-3 Badania podstawowych właściwości kruszyw - Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego

PN-EN 932-5 Badania podstawowych właściwości kruszyw - Część 5: Wyposażenie podstawowe i wzorcowanie

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

PN-EN 933-3 *Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości*

PN-EN 933-4 *Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 4: Oznaczanie kształtu ziaren – Wskaźnik kształtu*

PN-EN 933-5 *Badania geometrycznych właściwości kruszyw - 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 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 siarczanie 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 13286-1, – *Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym - Część 1: Metody badań dla ustalonej laboratoryjnie referencyjnej gęstości i wilgotności – Wprowadzenie i wymagania ogólne.*

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

PN-EN 13286-47, – *Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym Część 47: Metody badań dla określenia nośności, kalifornijski wskaźnik nośności CBR, natychmiastowy wskaźnik nośności i pęcznienia liniowego.*

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

## Definicje

**Mieszanka niezwiązana** - ziarnisty materiał, zazwyczaj o określonym składzie ziarnowym (od  $d=0$  do  $D$ ), który jest stosowany do wykonania ulepszanego podłoża gruntowego oraz warstw konstrukcji nawierzchni dróg.

Mieszanka niezwiązana może być wytworzona z kruszyw naturalnych, sztucznych, z recyklingu lub mieszaniny tych kruszyw w określonych proporcjach.

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

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

**Podbudowa** - dolną część konstrukcji nawierzchni dróg służącą do przenoszenia obciążeń z ruchu na podłoże. Podbudowa może składać się z podbudowy zasadniczej i pomocniczej. Obydwie warstwy mogą być wykonywane w kilku warstwach technologicznych.

W przypadku wzmocnienia, konstrukcję istniejącej nawierzchni dróg uważa się za podbudowę.

**Podbudowa pomocnicza** - warstwa, zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstwy podbudowy zasadniczej na warstwę podłoża. Podbudowa pomocnicza może składać się z kilku warstw o różnych właściwościach.

**Podbudowa zasadnicza** - warstwa zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstw wyżej leżących na warstwę podbudowy pomocniczej lub podłoże.

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

**Podłoże ulepszone** - warstwa lub zespół warstw leżących pod konstrukcją nawierzchni drogowej w przypadku, gdy podłoże gruntowe (grunt rodzimy lub nasypowy) nie spełnia warunku nośności i/lub mrozoodporności.

Podłoże ulepszone może zawierać następujące warstwy: mrozoochronną, odsączającą, odcinającą i wzmacniającą, a w przypadku podłoża ulepszanego jednowarstwowego może ono spełniać funkcje wszystkich tych warstw jednocześnie.

Grubość warstwy podłoża ulepszanego zależy od rodzaju i grubości konstrukcji nawierzchni, kategorii obciążenia ruchem ( $KR_i$ ) oraz grupy nośności ( $G_i$ ) podłoża rodzimego i głębokości przemarzania gruntu, z zachowaniem przyjętej w kraju zasady ograniczonej odporności konstrukcji na działanie mrozu.

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

**Warstwa odsączająca** - warstwa służąca do odprowadzenia wody, która mogłaby przedostać się do konstrukcji nawierzchni drogowej. Jeżeli występuje w podłożu ulepszonym, jest warstwą najniżej położoną lub w przypadku występującej warstwy odcinającej, ułożona jest bezpośrednio nad nią. Warstwa ta charakteryzuje się wystarczającą przepuszczalnością po zagęszczeniu.

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

**Warstwa wzmacniająca** - warstwa zapewniająca przeniesienie występującego w okresie budowy ciężkiego ruchu technologicznego, nazywaną również warstwą technologiczną (ang. *plate form*).

**Destrukt asfaltowy** - materiał drogowy pochodzący z frezowania istniejących warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych (mma), lub z przekruszenia kawałków warstw nawierzchni asfaltowych oraz niewbudowanych partii mma, który został ujednolicony pod względem składu oraz co najmniej przesiany, w celu odrzucenia dużych kawałków mma (naddziarno nie większe od 1,4 D mieszanki niezwiązanej).

**Kruszywo słabe** – kruszywo przewidziane do zastosowania w mieszance przeznaczonej do wykonywania warstw nawierzchni drogowej, lub podłoża ulepszanego, 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 wg PN-EN 13285 (tabl. 5) i niniejszych WT. O zakwalifikowaniu kruszywa do kruszyw słabych decyduje największa różnica wartości przesiewów na jednym z sit kontrolnych.

Ogólny schemat konstrukcji nawierzchni drogowej, podatnej i sztywnej przedstawia rys. 1

|                                                                                    |           |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| warstwa ścieralna                                                                  |           | nawierzchnia |
| warstwa wiążąca                                                                    |           |              |
| podbudowa zasadnicza                                                               | podbudowa |              |
| podbudowa pomocnicza                                                               |           |              |
| podłoże ulepszone<br>(warstwa mrozochronna, odsączająca, odcinająca, wzmacniająca) |           | podłoże      |
| podłoże gruntowe                                                                   |           |              |

a) podatna i półsztywna



|                                                                                    |           |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| warstwa ścieralna                                                                  |           | nawierzchnia |
| podbudowa zasadnicza                                                               | podbudowa |              |
| podbudowa pomocnicza                                                               |           |              |
| podłoże ulepszone<br>(warstwa mrozochronna, odsączająca, odcinająca, wzmacniająca) |           | podłoże      |
| podłoże gruntowe                                                                   |           |              |

b) sztywna

Rys.1. Układ warstw w konstrukcji nawierzchni drogowej<sup>1</sup>

## Symbole i skróty

W niniejszym dokumencie stosuje się następujące symbole i skróty:

*CBR* – kalifornijski wskaźnik nośności, w procentach (%),

*SDV*: obszar uziarnienia, w którym powinna się mieścić krzywa uziarnienia mieszanki (S) deklarowana przez dostawcę/producenta

*k* – współczynnik filtracji, oznaczony wg ISO/TS 17892-11:2004

*D*<sub>15</sub> – wymiar boku oczka sita w milimetrach, przez które przechodzi 15 % (m/m) ziaren mieszanki, z której jest wykonana warstwa podbudowy lub warstwa ulepszanego podłoża,

*d*<sub>85</sub> - wymiar boku oczka sita w milimetrach, przez które przechodzi 85 % (m/m) ziaren gruntu podłoża,

*d*<sub>50</sub> - wymiar boku oczka sita w milimetrach, przez które przechodzi 50 % (m/m) ziaren gruntu podłoża,

*O*<sub>90</sub> – umowna średnica porów geowłókniny lub geowłókniny odpowiadająca wymiarom frakcji gruntu (podłoża) zatrzymującego się na geowłókninie/geotkaninie w ilości 90 % (m/m); wartość parametru *O*<sub>90</sub> powinna być podawana przez producenta geowłókniny.

Oznaczenia kategorii właściwości kruszyw zgodne z PN-EN 13242.

## Postanowienia ogólne

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

- 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.

<sup>1</sup> W WT-2 Nawierzchnie asfaltowe 2008, warstwę podbudowy zasadniczej nazwano podbudową górną, a warstwę podbudowy pomocniczej nazwano podbudową dolną.

Wymagania wobec mieszanek kruszyw niezwiązanych oparte są na klasyfikacji zgodnej z normą PN-EN 12620. Mieszanki o górnym wymiarze ziaren ( $D$ ) większym niż 80 mm nie są objęte tą normą i niniejszymi Wymaganiami Technicznymi.

## **1. Wymagania wobec materiałów**

### **1.1 Wymagania wobec kruszyw**

Wymagania wobec kruszywa przeznaczonego do wytwarzania mieszanek niezwiązanych do warstw podbudowy, nawierzchni z kruszywa niezwiązanego i ulepszanego podłoża gruntowego przedstawia tablica 1.

### **1.2 Wymagania wobec wody do zraszania kruszywa**

Do zraszania kruszywa należy stosować wodę nie zawierającą składników wpływających szkodliwie na mieszankę kruszywa, ale umożliwiającą właściwe zagęszczenie mieszanki niezwiązanej.

Tablica 1

**Wymagania wobec kruszyw do mieszanek niezwiązanych do ulepszonych podłoża i warstw podbudowy**

| Rozdział w PN-EN 13242: 2004 | Właściwość                                                                                        | Wymagania wobec kruszywa do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do zastosowania w warstwie:     |                                                           |                                            |                                                           |                                            |                                                        |         | Odniesienie do tablicy w PN-EN 13242:2004 |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------|
|                              |                                                                                                   | ulepszono podłoża                                                                                  | podbudowy pomocniczej nawierzchni drogi obciążonej ruchem |                                            | podbudowy zasadniczej nawierzchni drogi obciążonej ruchem |                                            | nawierzchni z kruszywa niezwiązanego obciążonej ruchem |         |                                           |
|                              |                                                                                                   |                                                                                                    | KR1-KR2                                                   | KR3-KR6                                    | KR1-KR2                                                   | KR3-KR6                                    |                                                        |         |                                           |
|                              |                                                                                                   |                                                                                                    |                                                           |                                            |                                                           |                                            |                                                        |         |                                           |
|                              |                                                                                                   |                                                                                                    |                                                           |                                            |                                                           |                                            |                                                        |         |                                           |
| 4.1 - 4.2                    | Zestaw sit #                                                                                      | 0, 063; 0, 5; 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63 i 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1) |                                                           |                                            |                                                           |                                            |                                                        |         | Tabl. 1                                   |
| 4.3.1                        | Uziarnienie wg PN-EN 933-1                                                                        | $G_{C80/20}$ ,<br>$G_{F80}$ ,<br>$G_{A75}$                                                         | $G_{C85/15}$ ,<br>$G_{F85}$ ,<br>$G_{A85}$                | $G_{C85/15}$ ,<br>$G_{F85}$ ,<br>$G_{A85}$ | $G_{C80/20}$ ,<br>$G_{F80}$ ,<br>$G_{A75}$                | $G_{C80/20}$ ,<br>$G_{F80}$ ,<br>$G_{A75}$ | $G_{C80/20}$ ,<br>$G_{F80}$ ,<br>$G_{A75}$             | Tabl. 2 |                                           |
| 4.3.2                        | Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1      | $GT_{CNR}$                                                                                         | $GT_{CNR}$                                                | $GT_{CNR}$                                 | $GT_{C20/15}$                                             | $GT_{C20/15}$                              | $GT_{C20/15}$                                          | Tabl.3  |                                           |
| 4.3.3                        | Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu wg PN-EN 933-1 | $GT_{FNR}$ ,<br>$GT_{ANR}$                                                                         | $GT_{FNR}$ ,<br>$GT_{ANR}$                                | $GT_{FNR}$ ,<br>$GT_{ANR}$                 | $GT_{F10}$ ,<br>$GT_{A20}$                                | $GT_{F10}$ ,<br>$GT_{A20}$                 | $GT_{F10}$ ,<br>$GT_{A20}$                             | Tabl. 4 |                                           |
| 4.4                          | Kształt kruszywa grubego- wg PN-EN 933-4<br>a) maksymalne wartości wskaźnika płaskości            | $F_{NR}$                                                                                           | $F_{NR}$                                                  | $F_{NR}$                                   | $F_{I50}$                                                 | $F_{I50}$                                  | $F_{I50}$                                              | Tabl.5. |                                           |

|     | lub b) maksymalne wartości wskaźnika kształtu                                                                                                | $SI_{NR}$                                                                                     | $SI_{NR}$                 | $SI_{NR}$                 | $SI_{SS}$                 | $SI_{SS}$                 | $SI_{SS}$                 | Tabl. 6. |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|
| 4.5 | Kategorie procentowych zawartości ziaren o przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym wg PN-EN 933-5 | $C_{NR}$                                                                                      | $C_{NR}$                  | $C_{NR}$                  | $C_{90/5}$                | $C_{90/5}$                | $C_{90/5}$                | Tabl. 7. |
| 4.6 | Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1 a) w kruszywie grubym                                                                                         | $f_{Deklarowana}$                                                                             | $\nu$                     | $f_{Deklarowana}$         | $f_{Deklarowana}$         | $f_{Deklarowana}$         | $f_{Deklarowana}$         | Tabl. 8  |
|     | b) w kruszywie drobnym                                                                                                                       | $f_{Deklarowana}$                                                                             | $f_{Deklarowana}$         | $f_{Deklarowana}$         | $f_{Deklarowana}$         | $f_{Deklarowana}$         | $f_{Deklarowana}$         | Tabl. 8  |
| 4.7 | Jakość pyłów                                                                                                                                 | Właściwość niebadana na pojedynczych frakcjach, a tylko w mieszankach wg wymagań p. 2.2 – 2.4 |                           |                           |                           |                           |                           |          |
| 5.2 | Odporność na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2, kategoria nie wyższa niż                                                                         | $LA_{NR}$                                                                                     | $LA_{50}$                 | $LA_{50}$                 | $LA_{40}$                 | $LA_{40}^{wys}$           | $LA_{40}$                 | Tabl. 9  |
| 5.3 | Odporność na ścieranie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-1                                                                                      | $M_{DG}Deklarowana$                                                                           | $M_{DG}Deklarowana$       | $M_{DG}Deklarowana$       | $M_{DG}Deklarowana$       | $M_{DG}Deklarowana$       | $M_{DG}Deklarowana$       | Tabl. 11 |
| 5.4 | Gęstość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7, 8 albo 9                                                                                           | Deklarowana                                                                                   | Deklarowana               | Deklarowana               | Deklarowana               | Deklarowana               | Deklarowana               |          |
| 5.5 | Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6:2001, rozdział 7, 8 albo 9 (w                                                                                   | $W_{cm}NR_{WA242}^{****}$                                                                     | $W_{cm}NR_{WA242}^{****}$ | $W_{cm}NR_{WA242}^{****}$ | $W_{cm}NR_{WA242}^{****}$ | $W_{cm}NR_{WA242}^{****}$ | $W_{cm}NR_{WA242}^{****}$ |          |

|         | zależności od frakcji)                                                            |                                                                                               |              |              |              |              |              |              |              |          |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| 6.2     | Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1                                  | $AS_{NR}$                                                                                     | $AS_{NR}$    | $AS_{NR}$    | $AS_{NR}$    | $AS_{NR}$    | $AS_{NR}$    | $AS_{NR}$    | $AS_{NR}$    | Tabl. 12 |
| 6.3     | Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1                                        | $S_{NR}$                                                                                      | $S_{NR}$     | $S_{NR}$     | $S_{NR}$     | $S_{NR}$     | $S_{NR}$     | $S_{NR}$     | $S_{NR}$     | Tabl. 13 |
| 6.4.2.1 | Stość objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998, rozdział 19.3           | $V_5$                                                                                         | $V_5$        | $V_5$        | $V_5$        | $V_5$        | $V_5$        | $V_5$        | $V_5$        | 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 | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu |          |
| 6.4.2.3 | Rozpad żelazawy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym wg PN-EN 1744-1:1998, p.19.2    | Brak rozpadu                                                                                  | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu | Brak rozpadu |          |
| 6.4.3   | Składniki rozpuszczalne w wodzie wg PN-EN 1744-3                                  | Brak substancji szkodliwych w stosunku do środowiska wg odrębnych przepisów                   |              |              |              |              |              |              |              |          |
| 6.4.4   | Zanieczyszczenia                                                                  | Brak zardych 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                        | $SB_{LA}$ Deklarowana                                                                         | $SB_{LA}$    | $SB_{LA}$    | $SB_{LA}$    | $SB_{LA}$    | $SB_{LA}$    | $SB_{LA}$    | $SB_{LA}$    |          |

|                                |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                    |                |          |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|
| 7.3.3                          | Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 12620-1 | - skały magmowe i przeobrażone: F4<br>- skały osadowe: F10<br>- kruszywa z recyklingu: F10 (F25**)                                                                                                                                                                                                                             | - skały magmowe i przeobrażone: F4<br>- skały osadowe: F10<br>- kruszywa z recyklingu: F10 (F25**) | - skały magmowe i przeobrażone: F4<br>- skały osadowe: F10<br>- kruszywa z recyklingu: F10 (F25**) | - skały magmowe i przeobrażone: F4<br>- skały osadowe: F10<br>- kruszywa z recyklingu: F10 (F25**) | F <sub>4</sub> | Tabl. 18 |
| Załącznik C                    | Skład materiałowy                                        | deklarowany                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | deklarowany                                                                                        | deklarowany                                                                                        | deklarowany                                                                                        | deklarowany    |          |
| Załącznik C, podrozdział 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 |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                    |                |          |

<sup>1)</sup> Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 22.4; 2.2.5; 2.4.5; 2.5.4

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

<sup>\*\*\*)</sup> Do warstw podbudów zasadniczych na drogach obciążonych ruchem KRS-KR6 dopuszcza się jedynie kruszywa charakteryzujące się odpornością na rozdrabnianie LA<sub>35</sub> <sup>\*\*\*\*)</sup> w przypadku gdy wymagania nie jest spełnione, należy sprawdzić mrozoodporność.

## **2. Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych**

### **2.1 Postanowienia ogólne**

#### **2.1.1 Wartości graniczne i tolerancje**

Podane w dalszej części WT wartości graniczne i tolerancje zawierają nie tylko rozrzut wynikający z pobierania i dzielenia próbki, lecz także przedział ufności (precyzja w porównywalnych warunkach) jak również nierównomierność warunków wykonawczych, o ile w wypadkach odosobnionych żadne inne uregulowanie nie wystąpi. Zestawienie wymagań wobec mieszanek niezwiązanych zawiera tablica 6.

#### **2.1.2 Mieszanki kruszyw**

Mieszanki kruszyw powinny być tak produkowane i składowane, aby wykazywały zachowanie jednakowych właściwości i spełniały wymagania z tablicy 6. Wyprodukowane mieszanki kruszyw powinny być jednorodnie wymieszane i charakteryzować się równomierną wilgotnością.

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

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

Ze względu na brak większych doświadczeń krajowych w stosowaniu mieszanek kruszyw z recyklingu przykładowe składy podano w załączniku A niniejszego dokumentu.

## **2.2 Wymagania wobec mieszanek do warstw podłoża ulepszanego**

### **2.2.1 Postanowienia ogólne**

Do warstw podłoża ulepszanego mogą być stosowane następujące mieszanki kruszyw:

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

### **2.2.2 Zawartość pyłów**

Maksymalna zawartość pyłów  $< 0,063$  mm w mieszankach kruszyw do warstwy podłoża ulepszanego powinna spełniać wymagania kategorii podanej w tablicy 6. Zawartość pyłów należy określać wg PN-EN 933-1.

W przypadku słabych kruszyw zawartość pyłów w mieszance kruszyw należy również badać i deklarować, po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Zawartość pyłów w takiej mieszance po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora powinna również spełniać wymagania podane w tablicy 6

Nie określa się wymagań wobec minimalnej zawartości pyłów  $< 0,063$  mm w mieszankach kruszyw do warstwy podłoża ulepszanego..

### **2.2.3 Zawartość nadziarna**

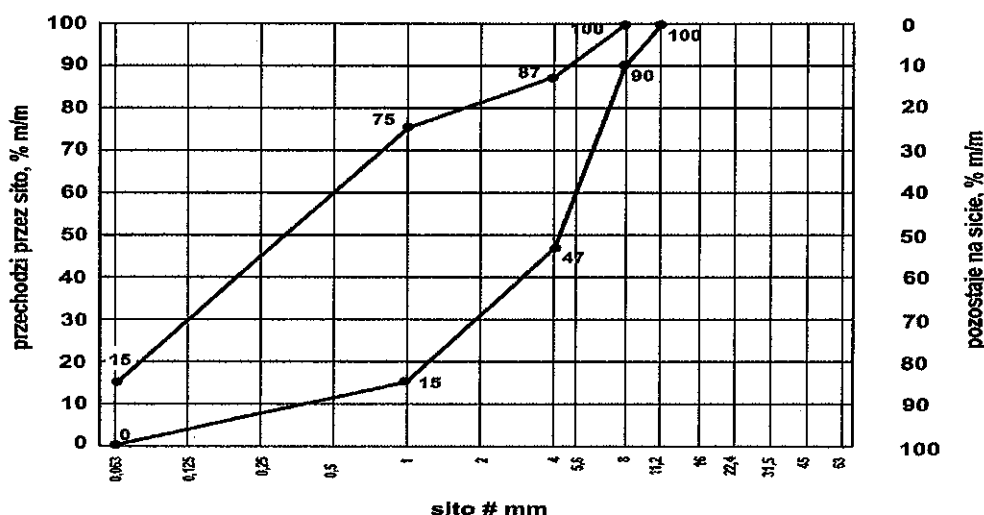
Określona według PN EN 933-1 zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw powinna spełniać wymagania podane w tablicy 6. W przypadku słabych kruszyw decyduje zawartość nadziarna w mieszance kruszyw po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora.

#### 2.2.4 Uziarnienie

Określone według PN EN 933-1 uziarnienia mieszanek kruszyw, (kategoria  $G_V$ ), o wymiarach ziaren  $D$  od 8 do 63 mm, przeznaczonych do warstw ulepszanego podłoża muszą spełniać wymagania przedstawione na rysunkach od 2 do 8. Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe na tych rysunkach.

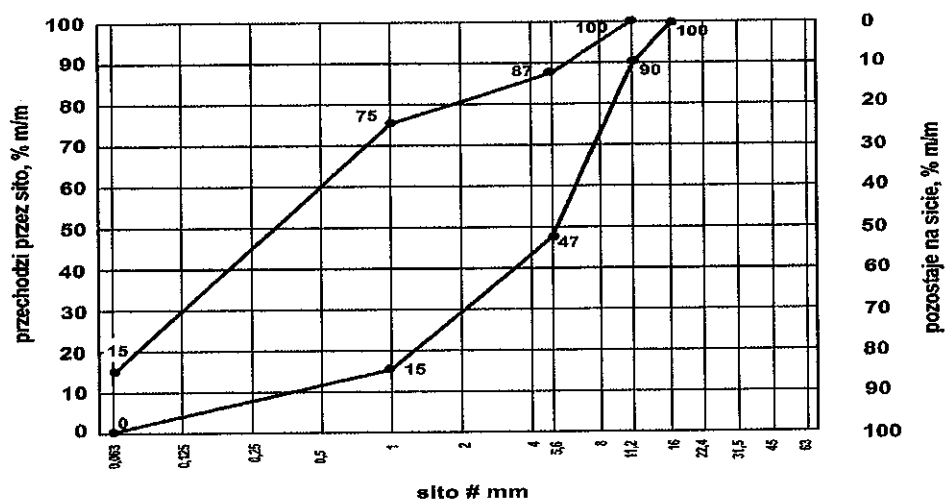
W przypadku słabych kruszyw uziarnienie mieszanki kruszyw należy również badać i deklarować, po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Kryterium przydatności takiej mieszanki, pod względem uziarnienia, jest spełnione, jeżeli uziarnienie mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora, mieści się w krzywych granicznych podanych na odpowiednich rysunkach (2-8).

Wobec mieszanek kruszyw przeznaczonych do warstw podłoża ulepszanego, które będą położone poniżej 20 cm od góry tej warstwy nie obowiązują żadne inne wymagania dotyczące uziarnienia (kategoria  $G_N$ ) poza ograniczeniem zawartości pyłów i jeśli jest to wymagane, wodoprzepuszczalności.

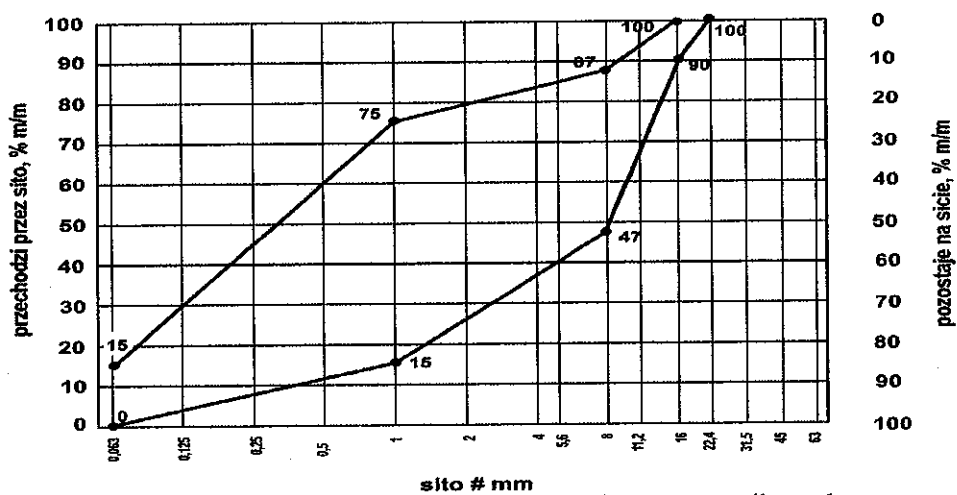


Rys. 2. Mieszanka kruszyw 0/8 do górnej warstwy podłoża ulepszanego

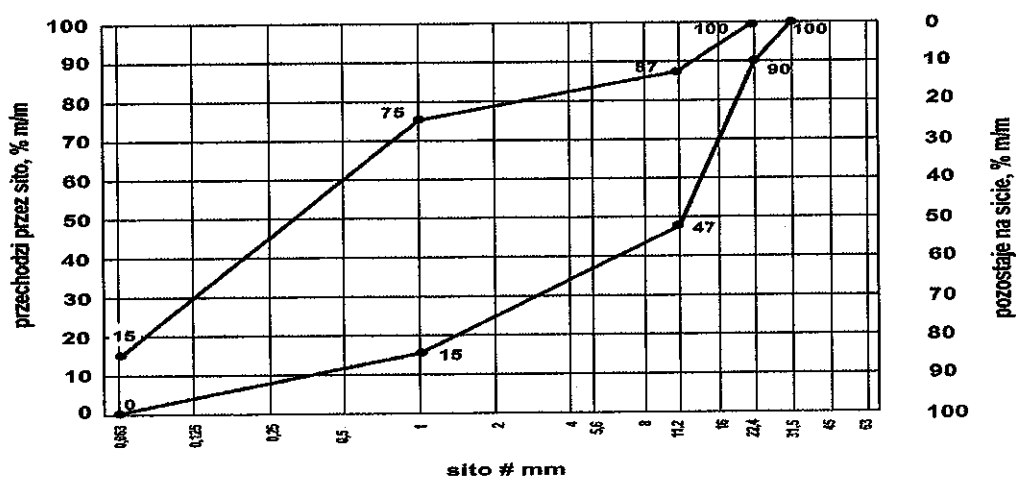




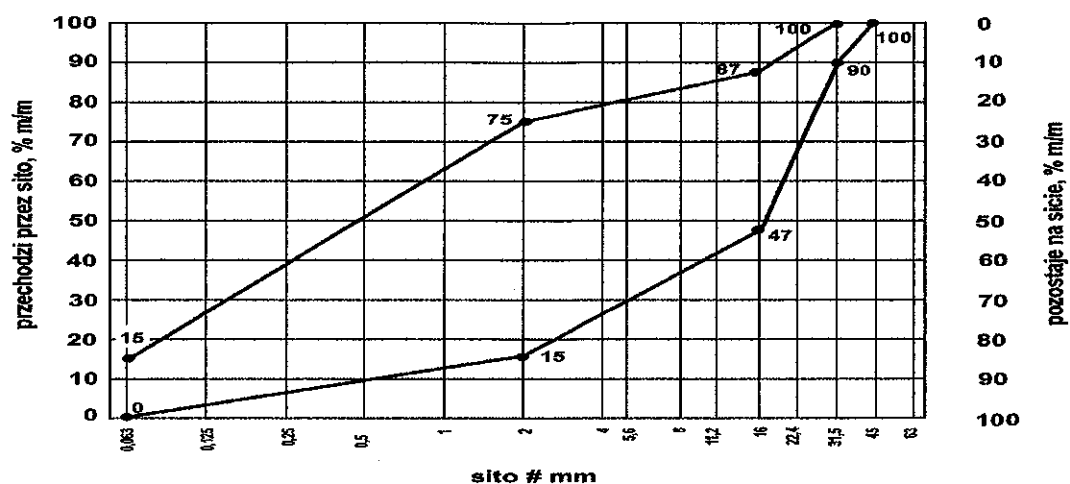
Rys. 3. Mieszanka kruszyw 0/11,2 do górnej warstwy podłoża ulepszanego



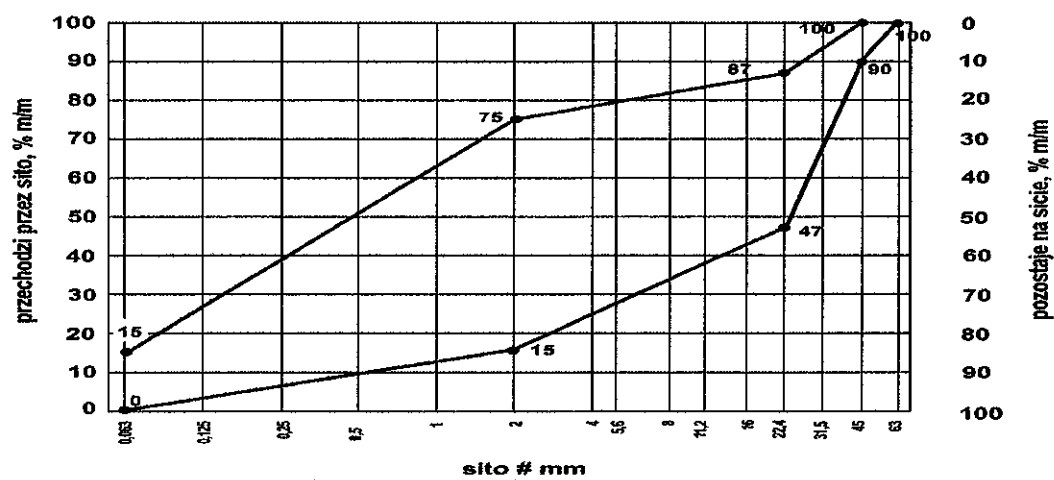
Rys. 4. Mieszanka kruszyw 0/16 do górnej warstwy podłoża ulepszanego



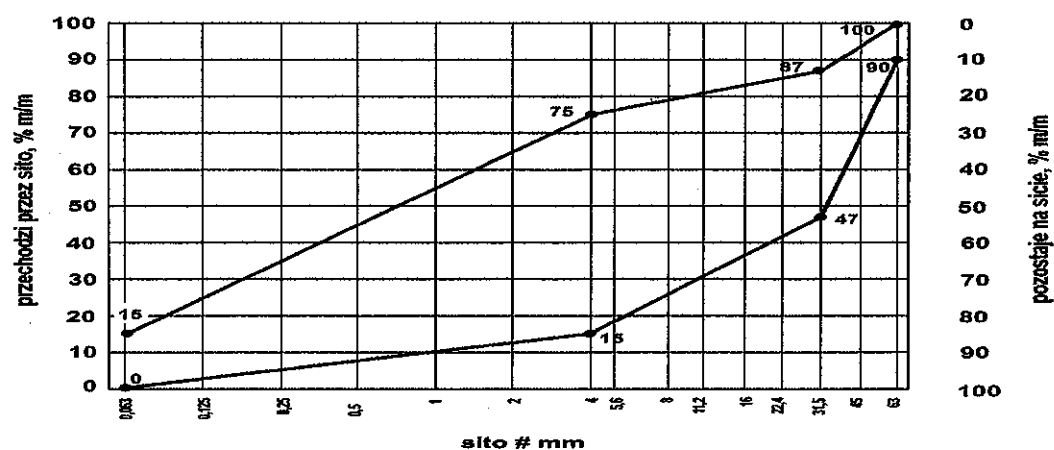
Rys. 5. Mieszanka kruszyw 0/22, 4 do górnej warstwy podłoża ulepszanego



Rys. 6. Mieszanka kruszyw 0/31, 5 do górnej warstwy podłoża ulepszanego



Rys. 7. Mieszanka kruszyw 0/45 do górnej warstwy podłoża ulepszanego



Rys. 8. Mieszanka kruszyw 0/63 do górnej warstwy podłoża ulepszanego

### 2.2.5 Wrażliwość na mróz, wodoprzepuszczalność

Wymagania wobec mieszanek przeznaczonych do warstw podłoża ulepszanego odnośnie wrażliwości na mróz (wskaźnik SE) oraz wodoprzepuszczalności warstw z mieszanek kruszyw, dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu w aparacie Proctora według PN EN 13286-2.

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

W przypadkach, kiedy podbudowa nawierzchni może być narażona na działanie wody gruntowej, należy zapewnić odwodnienie konstrukcji nawierzchni przez zastosowanie warstwy odsączającej. Wtedy warstwa ta powinna być wykonana z mieszanki odpornej na działanie mrozu, która po zagęszczeniu do wymaganego wskaźnika zagęszczenia  $I_s=1,0$ , albo 1,03 (np. na drogach klasy A i S), powinna charakteryzować się wodoprzepuszczalnością mierzoną współczynnikiem filtracji  $k \geq 8$  m/dobę ( $\geq 0,0093$  cm/s).

Mieszanki niezwiązane przeznaczone do wykonania ulepszanego podłoża powinny spełniać wymagania dotyczące nieprzenikania cząstek pomiędzy warstwą ulepszanego podłoża oraz podłożem, zgodnie z zależnością:

$$D_{15} / d_{85} \leq 5 \quad (1)$$

w której:

$D_{15}$  – wymiar boku oczka sita w milimetrach, przez które przechodzi 15 % (m/m) ziaren mieszanki, z której jest wykonana warstwa podbudowy lub warstwa ulepszanego podłoża,

$d_{85}$  – wymiar boku oczka sita w milimetrach, przez które przechodzi 85 % (m/m) ziaren gruntu podłoża.

Jeżeli warunek (1) nie może być spełniony, to na podłożu gruntowym należy ułożyć warstwę odcinającą, spełniającą warunek (1), lub odpowiednio dobraną geowłókninę lub geotkaninę. Ochronne właściwości geowłókniny/geotkaniny przeciw przenikaniu drobnych ziaren gruntu podłoża, wyznacza się z warunku:

$$d_{50} / O_{90} \geq 1,2 \quad (2)$$

w którym:

$d_{50}$  – wymiar boku oczka sita w milimetrach, przez które przechodzi 50 % (m/m) ziaren gruntu podłoża,

$O_{90}$  – umowna średnica porów geowłókniny odpowiadająca wymiarom frakcji gruntu (podłoża) zatrzymującego się na geowłókninie w ilości 90 % (m/m); wartość parametru  $O_{90}$  powinna być podawana przez producenta geowłókniny; masa powierzchniowa geowłókniny nie powinna być mniejsza od 200 g/m<sup>2</sup>.

### 2.2.6 Zawartość wody

Zawartość wody w mieszankach kruszyw powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej według PN-EN 13286-2, w granicach podanych w tablicy 6.

### **2.2.7 Istotne cechy środowiskowe**

Zgodnie z dotychczasowymi doświadczeniami, dotyczącymi stosowania w drogownictwie mieszanek z kruszyw naturalnych oraz gruntów, można je zaliczyć do wyrobów budowlanych, które nie oddziałują szkodliwie na środowisko. Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w takich mieszankach. W przypadku stosowania w mieszankach kruszyw w stosunku do których brak jest jeszcze ustalonych zasad np. kruszywa z recyklingu i kruszywa z pewnych odpadów przemysłowych, zaleca się zachowanie ostrożności. Przydatność takich kruszyw, jeśli jest to wymagane, może być oceniona zgodnie z wymaganiami w miejscu ich stosowania. W przypadkach wątpliwych należy uzyskać ocenę ekologiczną takiej mieszanki przez właściwe jednostki.

## **2.3 Wymagania wobec mieszanek do warstw podbudowy pomocniczej**

### **2.3.1 Postanowienia ogólne**

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

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

### **2.3.2 Wymagania wobec odporności kruszyw z recyklingu na działanie mrozu**

Wymagania wobec mieszanek przeznaczonych do podbudowy pomocniczej, podane w tablicy 6, odnośnie wrażliwości na mróz warstw z mieszanek kruszyw, dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu w aparacie Proctora według PN EN 13286-2.

### **2.3.3 Zawartość pyłów**

Maksymalna zawartość pyłów < 0,063 mm w mieszankach kruszyw do podbudowy pomocniczej powinna spełniać wymagania kategorii podanej w tablicy 6. Zawartość pyłów należy oznaczać wg PN-EN 933-1.

W przypadku słabych kruszyw zawartość pyłów w mieszance kruszyw należy również badać i deklarować, po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Zawartość pyłów w takiej mieszance, po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora, powinna również spełniać wymagania podane w tablicy 6

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

### **2.3.4 Zawartość nadziarna**

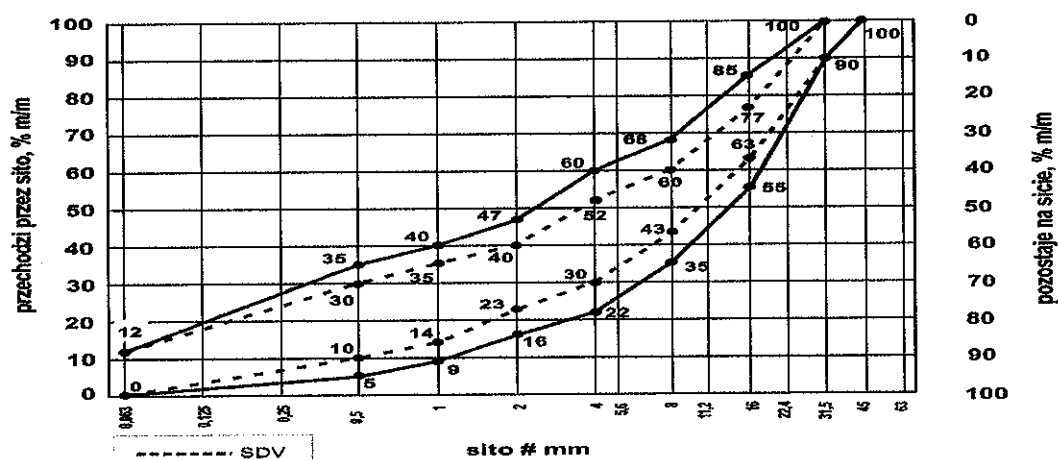
Określona według PN- EN 933-1 zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw powinna spełniać wymagania podane w tablicy 6. W przypadku słabych kruszyw decyduje zawartość nadziarna w mieszance kruszyw po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora.

### 2.3.5 Uziarnienie

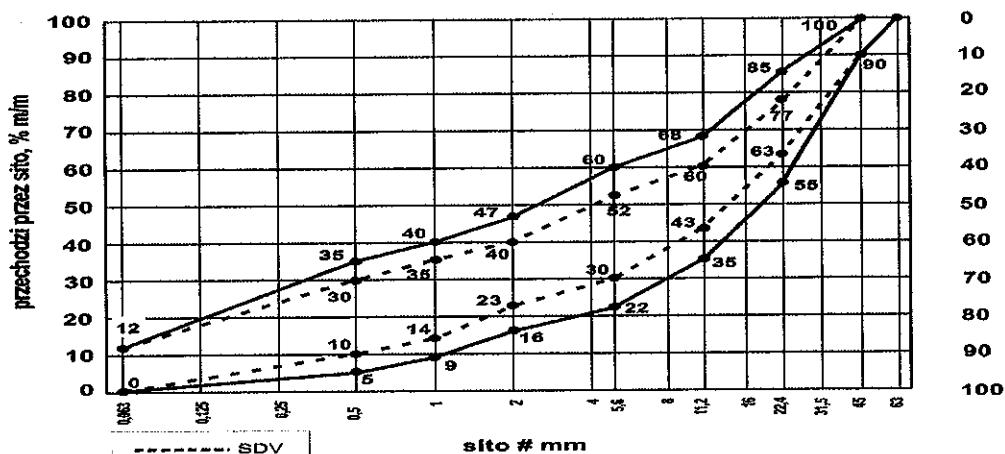
Określone według PN EN 933-1 uziarnienia mieszanek kruszyw przeznaczonych do warstw podbudowy pomocniczej powinny spełniać wymagania przedstawione na rysunkach od 9 do 11.

Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe na tych rysunkach.

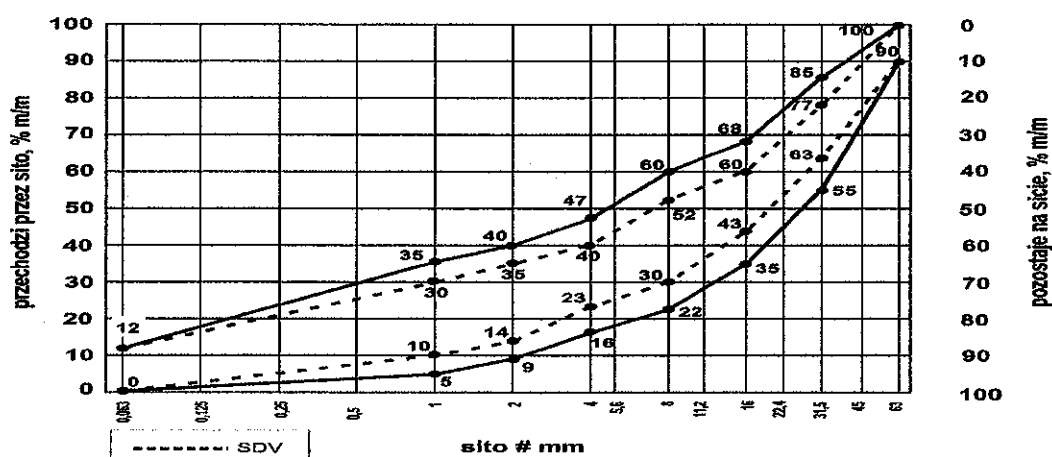
W przypadku słabych kruszyw uziarnienie mieszanki kruszyw należy również badać i deklarować, po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Kryterium przydatności takiej mieszanki, pod względem uziarnienia, jest spełnione, jeżeli uziarnienie mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora, mieści się w krzywych granicznych podanych na odpowiednich rysunkach (15-21).



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



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



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

Oprócz wymagań podanych na rysunkach od 9 do 11, wymaga się, aby 90 % uziarnień mieszank zbadanych w ramach ZKP w okresie 6 miesięcy spełniało wymagania kategorii podanych w tablicach 2 i 3, aby zapewnić jednorodność i ciągłość uziarnienia mieszank.

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

| Mieszanka niezwiązana | Porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S) |     |     |     |     |     |      |     |      |      |
|-----------------------|---------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|------|
|                       | Tolerancje przesiewu przez sito (mm), %(m/m)            |     |     |     |     |     |      |     |      |      |
|                       | 0,5                                                     | 1   | 2   | 4   | 5,6 | 8   | 11,2 | 16  | 22,4 | 31,5 |
| 0/31,5                | ± 5                                                     | ± 5 | ± 7 | ± 8 | -   | ± 8 | -    | ± 8 |      |      |
| 0/45                  | ± 5                                                     | ± 5 | ± 7 | -   | ± 8 | -   | ± 8  | -   | ± 8  |      |
| 0/63                  | -                                                       | ± 5 | ± 5 | ± 7 | -   | ± 8 | -    | ± 8 |      | ± 8  |

Krzywa uziarnienia (S) deklarowana przez producenta mieszank powinna nie tylko mieścić się w odpowiednich krzywych uziarnienia (9-11) ograniczonych przerywanymi liniami (SDV) z uwzględnieniem dopuszczalnych tolerancji podanych w tablicy 2, ale powinna spełniać także wymagania ciągłości uziarnienia zawarte w tablicy 3.

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

| Mieszanka | Minimalna i maksymalna zawartość frakcji w mieszankach;<br>[różnice przesiewów w %(m/m) przez sito (mm)] |     |      |     |       |     |     |     |          |     |      |     |           |     |         |     |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----|-------|-----|-----|-----|----------|-----|------|-----|-----------|-----|---------|-----|
|           | 1/2                                                                                                      |     | 2/4  |     | 2/5,6 |     | 4/8 |     | 5,6/11,2 |     | 8/16 |     | 11,2/22,4 |     | 16/31,5 |     |
|           | min.                                                                                                     | max | min. | max | min.  | max | min | max | min.     | max | min. | max | min.      | max | min     | max |
| 0/31,5    | 4                                                                                                        | 15  | 7    | 20  | -     | -   | 10  | 25  | -        | -   | 10   | 25  | -         | -   | -       | -   |
| 0/45      | 4                                                                                                        | 15  | -    | -   | 7     | 20  | -   | -   | 10       | 25  | -    | -   | 10        | 25  | -       | -   |
| 0/63      | -                                                                                                        | -   | 4    | 15  | -     | -   | 7   | 20  | -        | -   | 10   | 25  | -         | -   | 10      | 25  |

### 2.3.6 Wrażliwość na mróz, wodoprzepuszczalność

Mieszanki kruszyw stosowane do warstw podbudów pomocniczych powinny spełniać wymagania wg tablicy 6.

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

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

### 2.3.7 Zawartość wody

Zawartość wody w mieszankach kruszyw i gruntach powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej według PN-EN 13286-2, w granicach podanych w tablicy 6.

### 2.3.8 Wartość CBR

Badanie CBR mieszanek do podbudowy pomocniczej należy wykonać na mieszanke zagęszczonej do wskaźnika zagęszczenia  $I_s=1,0$  i po 96 godzinach przechowywania jej w wodzie. CBR oznaczyć wg PN-EN 13286-47. Wymaganie wg tablicy 6.

### 2.3.9 Istotne cechy środowiskowe

Zgodnie z dotychczasowymi doświadczeniami, dotyczącymi stosowania w drogownictwie mieszanek z kruszyw naturalnych oraz gruntów, można je zaliczyć do wyrobów budowlanych, które nie oddziałują szkodliwie na środowisko. Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w takich mieszankach. W przypadku stosowania w mieszankach kruszyw w stosunku do których brak jest jeszcze ustalonych zasad np. kruszywa z recyklingu i kruszywa z pewnych odpadów przemysłowych, zaleca się zachowanie ostrożności. Przydatność takich kruszyw, jeśli jest to wymagane, może być oceniona zgodnie z wymaganiami w miejscu ich stosowania. W przypadkach wątpliwych należy uzyskać ocenę takiej mieszanki przez właściwe jednostki.

## **2.4 Wymagania wobec mieszanek do warstw podbudowy zasadniczej**

### **2.4.1 Postanowienia ogólne**

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

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

### **2.4.2 Wymagania wobec odporności kruszyw z recyklingu na działanie mrozu**

Wymagania wobec mieszanek przeznaczonych do podbudowy pomocniczej, podane w tablicy 6, odnośnie wrażliwości na mróz warstw z mieszanek kruszyw, dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu w aparacie Proctora według PN EN 13286-2.

### **2.4.3 Zawartość pyłów**

Maksymalna zawartość pyłów  $< 0,063$  mm w mieszankach kruszyw przeznaczonych do warstwy podbudowy zasadniczej, powinna spełniać wymagania kategorii podanej w tablicy 6. Zawartość pyłów należy oznaczać wg PN-EN 933-1.

W przypadku słabych kruszyw zawartość pyłów w mieszance kruszyw należy również badać i deklarować, po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Zawartość pyłów w takiej mieszance, po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora, powinna również spełniać wymagania podane w tablicy 6

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

### **2.4.4 Zawartość nadziarna**

Określona według PN- EN 933-1 zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw powinna spełniać wymagania podane w tablicy 6. W przypadku słabych kruszyw decyduje zawartość nadziarna w mieszance kruszyw po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora.

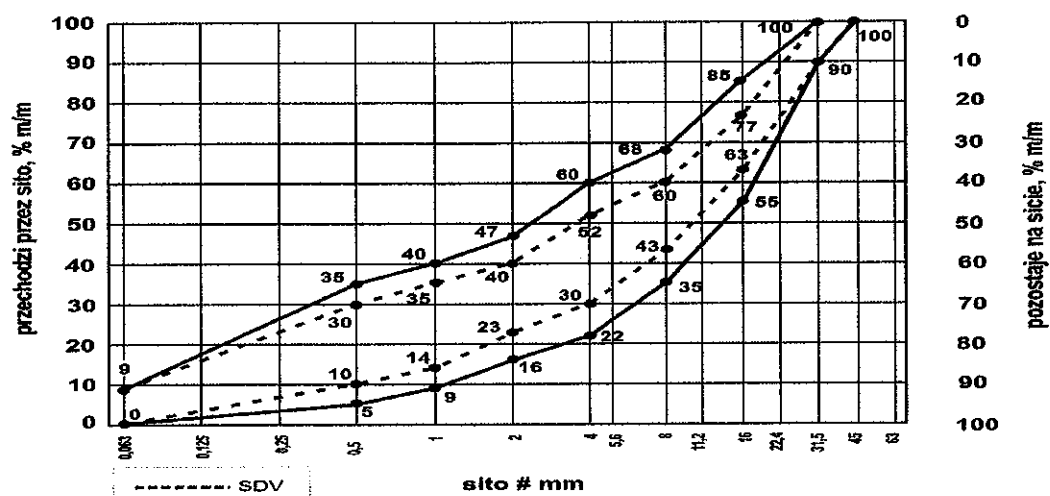
### **2.4.5 Uziarnienie**

Określone według PN EN 933-1 uziarnienia mieszanek kruszyw, przeznaczonych do warstw podbudowy zasadniczej muszą spełniać wymagania przedstawione na rysunkach od 12 do 14.

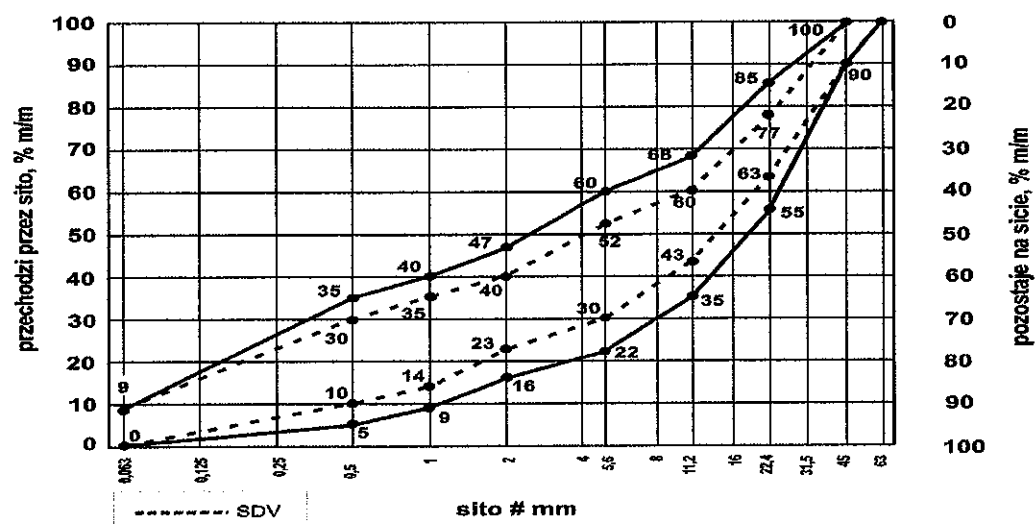
W przypadku słabych kruszyw uziarnienie mieszanki kruszyw należy również badać i deklarować, po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Kryterium przydatności takiej mieszanki, pod względem uziarnienia, jest spełnione, jeżeli uziarnienie mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora, mieści się w krzywych granicznych podanych na odpowiednich rysunkach (12-14).

Jako wymagane obowiązują tylko wymienione wartości liczbowe na tych rysunkach.

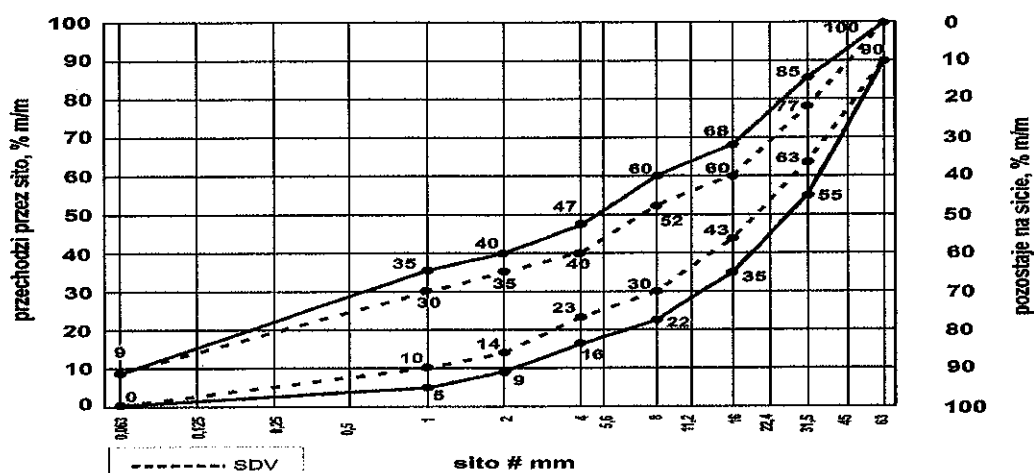




Rys. 12. Mieszanka niezwiązana 0/31, 5 do warstw podbudowy zasadniczej



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



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

Oprócz wymagań podanych na rysunkach od 12 do 14, wymaga się, aby 90 % uziarnień mieszanek zbadanych w ramach ZKP w okresie 6 miesięcy spełniało wymagania kategorii podanych w tablicach 4 i 5, aby zapewnić jednorodność i ciągłość uziarnienia mieszanek.

Tablica 4: Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych - porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S). Wymagania dotyczą produkowanej i dostarczanej mieszanki. Jeśli mieszanka zawiera nadmierną zawartość ziarn słabych wymaganie dotyczy deklarowanego przez producenta uziarnienia mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora.

| Mieszanka<br>niezwiązana | Porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S)<br>Tolerancje przesiewu przez sito (mm), %(m/m) |     |     |     |     |     |      |     |      |      |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|------|
|                          | 0,5                                                                                                     | 1   | 2   | 4   | 5,6 | 8   | 11,2 | 16  | 22,4 | 31,5 |
| 0/31,5                   | ± 5                                                                                                     | ± 5 | ± 7 | ± 8 | -   | ± 8 | -    | ± 8 |      |      |
| 0/45                     | ± 5                                                                                                     | ± 5 | ± 7 | -   | ± 8 | -   | ± 8  | -   | ± 8  |      |
| 0/63                     | -                                                                                                       | ± 5 | ± 5 | ± 7 | -   | ± 8 | -    | ± 8 |      | ± 8  |

Krzywa uziarnienia (S) deklarowana przez producenta mieszanek powinna nie tylko mieścić się w odpowiednich krzywych uziarnienia (12-14) ograniczonych przerywanymi liniami (SDV) z uwzględnieniem dopuszczalnych tolerancji podanych w tablicy 4, ale powinna spełniać także wymagania ciągłości uziarnienia zawarte w tablicy 5.

Tablica 5: Wymagania wobec ciągłości uziarnienia na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach podczas badań kontrolnych produkowanych mieszanek

| Mieszanka | Minimalna i maksymalna zawartość frakcji w mieszankach;<br>[różnice przesiewów w %(m/m) przez sito (mm)] |     |      |     |       |     |     |     |          |     |      |     |           |     |         |     |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----|-------|-----|-----|-----|----------|-----|------|-----|-----------|-----|---------|-----|
|           | 1/2                                                                                                      |     | 2/4  |     | 2/5,6 |     | 4/8 |     | 5,6/11,2 |     | 8/16 |     | 11,2/22,4 |     | 16/31,5 |     |
|           | min.                                                                                                     | max | min. | max | min.  | max | min | max | min.     | max | min. | max | min.      | max | min     | max |
| 0/31,5    | 4                                                                                                        | 15  | 7    | 20  | -     | -   | 10  | 25  | -        | -   | 10   | 25  | -         | -   | -       | -   |
| 0/45      | 4                                                                                                        | 15  | -    | -   | 7     | 20  | -   | -   | 10       | 25  | -    | -   | 10        | 25  | -       | -   |
| 0/63      | -                                                                                                        | -   | 4    | 15  | -     | -   | 7   | 20  | -        | -   | 10   | 25  | -         | -   | 10      | 25  |

#### 2.4.6 Wrażliwość na mróz, wodoprzepuszczalność

Mieszanki kruszyw stosowane do warstw podbudów zasadniczych powinny spełniać wymagania wg tablicy 6.

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

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

#### 2.4.7 Zawartość wody

Zawartość wody w mieszankach kruszyw powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej metodą Proctora według PN-EN 13286-2, w granicach podanych w tablicy 6.

#### 2.4.8 Wartość CBR

Badanie CBR mieszanek do podbudowy zasadniczej należy wykonać na mieszanke zagęszczonej metodą Proctora do wskaźnika zagęszczenia  $I_s=1,0$  i po 96 godzinach przechowywania jej w wodzie. CBR oznaczyć wg PN-EN 13286-47. Wymaganie wg tablicy 6.

#### 2.4.9 Istotne cechy środowiskowe

Zgodnie z dotychczasowymi doświadczeniami, dotyczącymi stosowania w drogownictwie mieszanek z kruszyw naturalnych oraz gruntów, można je zaliczyć do wyrobów budowlanych, które nie oddziałują szkodliwie na środowisko. Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w takich mieszankach. W przypadku stosowania w mieszankach kruszyw w stosunku, do których brak jest jeszcze ustalonych zasad np. kruszywa z recyklingu i kruszywa z pewnych odpadów przemysłowych, zaleca się zachowanie ostrożności. Przydatność takich kruszyw, jeśli jest to wymagane, może być oceniona zgodnie z wymaganiami w miejscu ich stosowania. W przypadkach wątpliwych należy uzyskać ocenę takiej mieszanki przez właściwe jednostki.

## **2.5 Wymagania wobec mieszanek do nawierzchni z kruszywa niezwiązanego**

### **2.5.1 Postanowienia ogólne**

Do wykonywania nawierzchni z kruszywa niezwiązanego mogą być stosowane następujące mieszanki kruszyw naturalnych i sztucznych:

0/8; 0/11,2; 0/16; 0/22,4; 0/31,5; 0,45<sup>\*)</sup>; 0/63<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Mieszanki 0/45 i 0/63 dopuszcza się tylko wyjątkowo, w przypadkach przewidywanego wykonania powierzchniowego utwardzenia na nawierzchni z tych mieszanek, w ciągu najbliższego sezonu budowlanego.

### **2.5.2 Zawartość pyłów**

Określona według PN EN 933-1 zawartość pyłów < 0,063 mm w mieszankach musi spełniać wymagania kategorii podanej w tablicy 6.

W przypadku słabych kruszyw zawartość pyłów w mieszance kruszyw należy również badać i deklarować, po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Zawartość pyłów w takiej mieszance, po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora, powinna również spełniać wymagania podane w tablicy 6

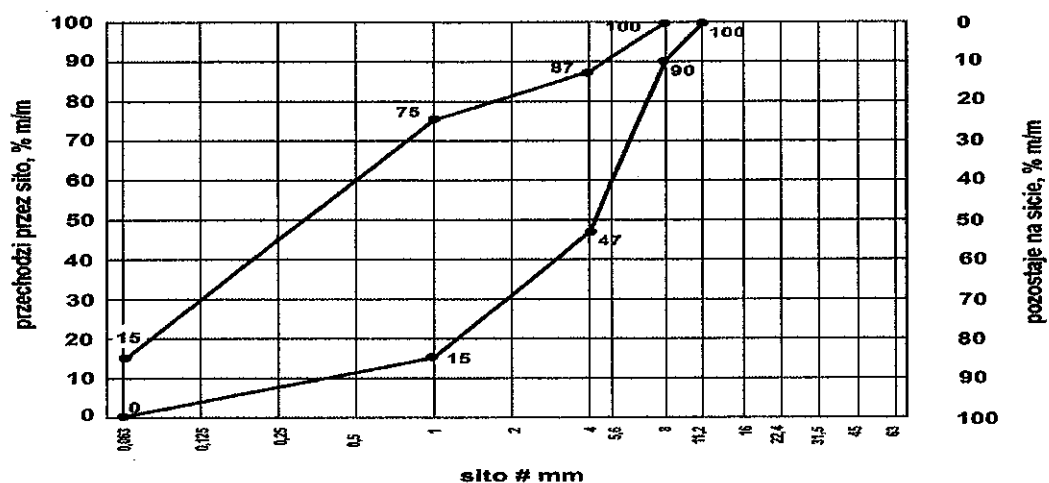
### **2.5.3 Zawartość nadziarna**

Określona według PN- EN 933-1 zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw powinna spełniać wymagania podane w tablicy 6. W przypadku słabych kruszyw decyduje zawartość nadziarna w mieszance kruszyw po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora.

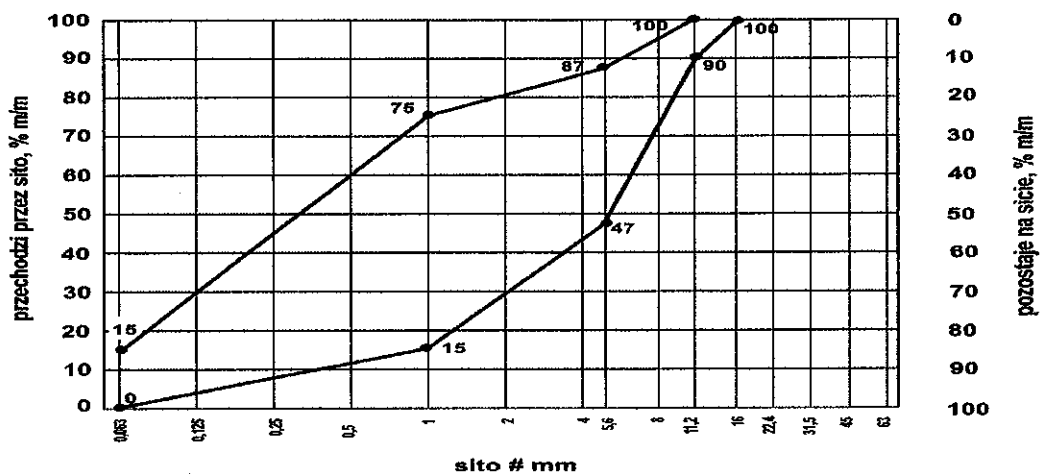
### **2.5.4 Uziarnienie**

Określone według PN EN 933-1 uziarnienia mieszanek kruszyw, przeznaczonych do warstwy nawierzchni z kruszywa niezwiązanego powinno spełniać wymagania podane na rysunkach od 15 do 21. Jako wymagania mają znaczenie tylko podane na rysunkach wartości liczbowe.

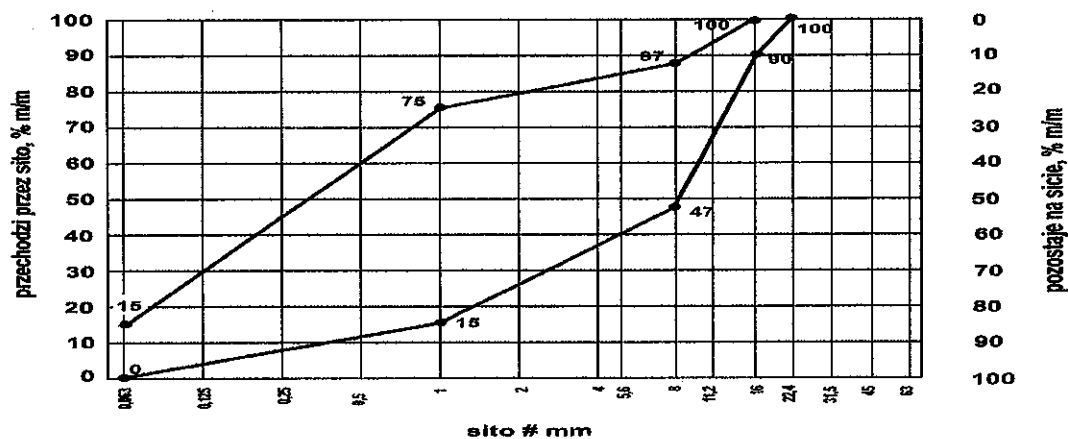
W przypadku słabych kruszyw uziarnienie mieszanki kruszyw należy również badać i deklarować, po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Kryterium przydatności takiej mieszanki, pod względem uziarnienia, jest spełnione, jeżeli uziarnienie mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora, mieści się w krzywych granicznych podanych na odpowiednich rysunkach (15-21).



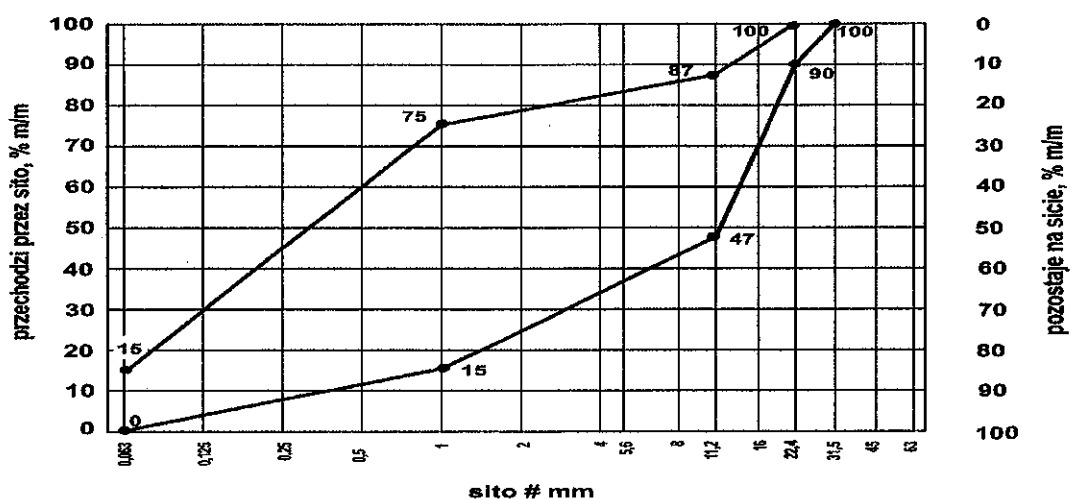
Rys. 15. Mieszanka niezwiązana 0/8 do nawierzchni z kruszywa niezwiązanego



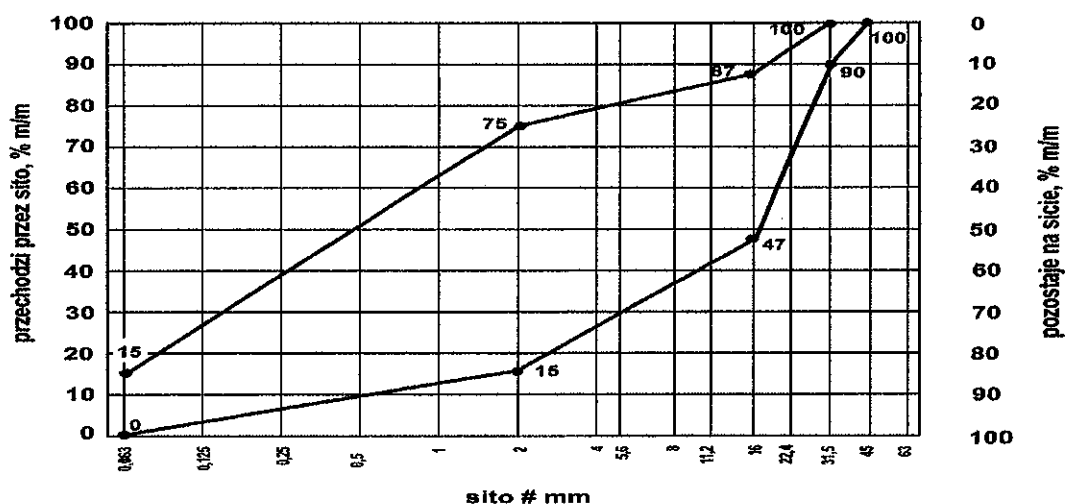
Rys. 16. Mieszanka niezwiązana 0/11,2 do nawierzchni z kruszywa niezwiązanego



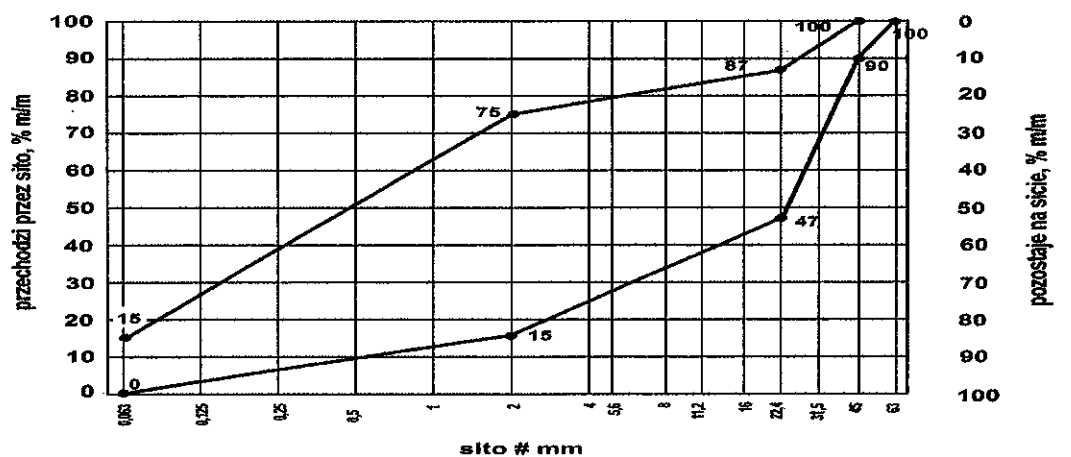
Rys. 17. Mieszanka niezwiązana 0/16 do nawierzchni z kruszywa niezwiązanego



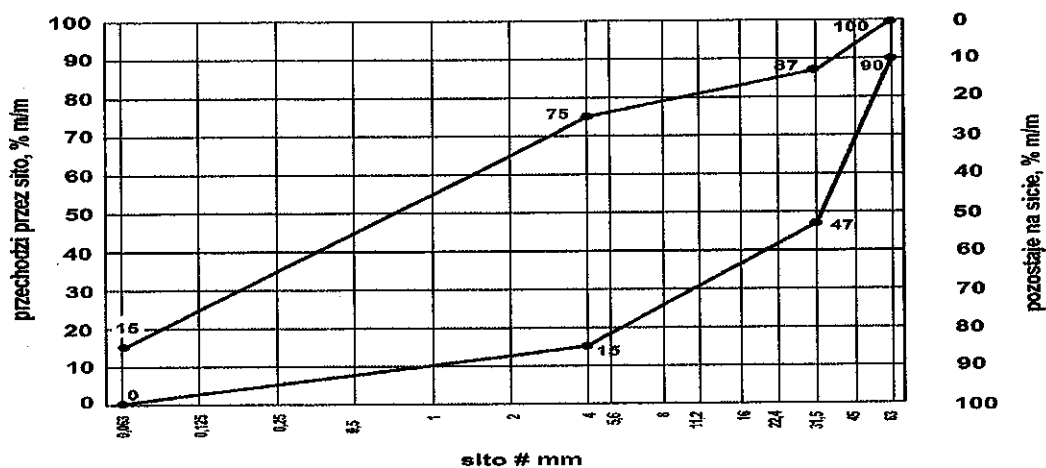
Rys. 18. Mieszanka niezwiązana 0/22,4 do nawierzchni z kruszywa niezwiązanego



Rys. 19. Mieszanka niezwiązana 0/31,5 do nawierzchni z kruszywa niezwiązanego



Rys. 20. Mieszanka niezwiązana 0/45 do nawierzchni z kruszywa niezwiązanego



Rys. 21. Mieszanka niezwiązana 0/63 do nawierzchni z kruszywa niezwiązanego

### 2.5.5 Odporność na działanie mrozu, wodoprzepuszczalność

Mieszanki kruszyw niezwiązanych stosowane do nawierzchni z kruszywa niezwiązanego powinny spełniać wymagania wg tablicy 6.

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

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

### 2.5.6 Zawartość wody

Zawartość wody w mieszankach kruszyw powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej według PN-EN 13286-2, w granicach podanych w tablicy 6.

### 2.5.7 Istotne cechy środowiskowe

Zgodnie z dotychczasowymi doświadczeniami, dotyczącymi stosowania w drogownictwie mieszanek z kruszyw naturalnych oraz gruntów, można je zaliczyć do wyrobów budowlanych, które nie oddziałują szkodliwie na środowisko. Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EEG zazwyczaj nie występuje w takich mieszankach. W przypadku stosowania w mieszankach kruszyw w stosunku, do których brak jest jeszcze ustalonych zasad np. kruszywa z recyklingu i kruszywa z pewnych odpadów przemysłowych, zaleca się zachowanie ostrożności. Przydatność takich kruszyw, jeśli jest to wymagane, może być oceniona zgodnie z wymaganiami w miejscu ich stosowania. W przypadkach wątpliwych należy uzyskać ocenę ekologiczną takiej mieszanki przez właściwe jednostki.

Tablica 6

**Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych do ulepszanego podłoża, warstw podbudowy i nawierzchni**

| Rozdział w PN-EN 13285 | Właściwość                                                                                                               | Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do zastosowania w warstwie: |                                                           |         |                                                           |         |                                                                       | Odniesienie do tablicy w PN-EN 13285 |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                        |                                                                                                                          | ulepszanego podłoża                                                                | podbudowy pomocniczej nawierzchni drogi obciążonej ruchem |         | podbudowy zasadniczej nawierzchni drogi obciążonej ruchem |         | nawierzchni z kruszywa niezwiązanego obciążonej ruchem                |                                      |
|                        |                                                                                                                          |                                                                                    | KR1-KR2                                                   | KR3-KR6 | KR1-KR2                                                   | KR3-KR6 |                                                                       |                                      |
| 4.3.1                  | Uziarnienie mieszanek                                                                                                    | KR1-KR6<br>0/8, 0/11,2,<br>0/16, 0/22,4,<br>0/31,5, 0/45,<br>0/63                  | 0/31,5; 0/45; 0/63                                        |         | 0/31,5; 0/45; 0/63                                        |         | 0/8; 0/11,2; 0/16;<br>0/31,5; 0/45 <sup>*)</sup> ; 0/63 <sup>*)</sup> | Tabl.4                               |
| 4.3.2                  | Maksymalna zawartość pyłów: kategoria UF                                                                                 | UF <sub>15</sub>                                                                   | UF <sub>12</sub>                                          |         | UF <sub>9</sub>                                           |         | UF <sub>15</sub>                                                      | Tabl. 2                              |
| 4.3.2                  | Minimalna zawartość pyłów: kategoria LF                                                                                  | LF <sub>NR</sub>                                                                   | LF <sub>NR</sub>                                          |         | LF <sub>NR</sub>                                          |         | LF <sub>8</sub>                                                       | Tab. 3                               |
| 4.3.3                  | Zawartość nadziarna: kategoria OC                                                                                        | OC <sub>90</sub>                                                                   | OC <sub>90</sub>                                          |         | OC <sub>90</sub>                                          |         | OC <sub>90</sub>                                                      | Tabl.4 i 6                           |
| 4.4.1                  | Wymagania wobec uziarnienia                                                                                              | Krzywe uziarnienia wg rys. 2-8                                                     | Krzywe uziarnienia wg rys. 9-11                           |         | Krzywe uziarnienia wg rys. 12-14                          |         | Krzywe uziarnienia wg rys. 15-21                                      | Tabl.5 i 6                           |
| 4.4.2                  | Wymagania wobec jednorodności uziarnienia poszczególnych partii- porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S) | Brak wymagań                                                                       | Wg tab. 2                                                 |         | Wg tab. 4                                                 |         | Brak wymagań                                                          | Tablica 7                            |
| 4.4.2                  | Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych- różnice w przesiewach                                   | Brak wymagań                                                                       | Wg tab. 3                                                 |         | Wg tab. 5                                                 |         | Brak wymagań                                                          | Tablica 8                            |
| 4.5                    | Wrażliwość na mróz: wskaźnik piaskowy SE <sup>ast)</sup> , co najmniej                                                   | 35                                                                                 | 40                                                        |         | 45                                                        |         | 35                                                                    | -                                    |
|                        | Odporność na rozdrabnianie                                                                                               | LA <sub>NR</sub>                                                                   | LA <sub>40</sub>                                          |         | LA <sub>35</sub>                                          |         | LA <sub>40</sub>                                                      | -                                    |



|     |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              |              |   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---|
|     | (dotyczy frakcji 10/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1, kategoria nie wyższa niż                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              |              |   |
|     | Odporność na ścieranie (dotyczy frakcji 10/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1, kategoria M <sub>DE</sub>                                                                     | deklarowana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | deklarowana  | deklarowana  | deklarowana  | - |
|     | Mrozoodporność (dotyczy frakcji kruszywa 8/16 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1367-1                                                                                                | F10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | F7           | F4           | F4           | - |
|     | Wartość CBR po zagęszczeniu do wskaźnika zagęszczenia I <sub>s</sub> =1,0 i moczeniu w wodzie 96 h, co najmniej                                                                    | Warstwa mrozoodchronna, odsączająca i odcinająca: ≥35; warstwa wzmacniająca: ≥40                                                                                                                                                                                                                                                | ≥60          | ≥80          | Brak wymagań | - |
| 4.5 | Wodoprzepuszczalność mieszanki w warstwie odsączającej po zagęszczeniu wg metody Proctora do wskaźnika zagęszczenia I <sub>s</sub> =1,0; współczynnik filtracji k co najmniej cm/s | ≥ 0.0093                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Brak wymagań | Brak wymagań | Brak wymagań | - |
|     | Zawartość wody w mieszance zagęszczanej, % (m/m) wilgotności optymalnej wg metody Proctora                                                                                         | 70-100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 80-100       | 80-100       | 80-100       | - |
| 4.5 | Inne cechy środowiskowe                                                                                                                                                            | Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego. Jednak w odniesieniu do kruszyw sztrucznych i odpadowych należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów |              |              |              | - |

<sup>\*)</sup> Mieszanki 0/45 i 0/63 dopuszcza się tylko wyjątkowo, w przypadkach przewidywanego wykonania powierzchniowego utwardzenia, na nawierzchni z tych mieszank, w ciągu najbliższego sezonu budowlanego.

<sup>\*\*\*)</sup> Badanie wskaźnika piaskowego SE należy wykonać na mieszance po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2.

### 3 Kontrola produkcji

#### 3.1 System oceny zgodności

Przy produkcji mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do wykonywania warstw konstrukcji nawierzchni dróg należy stosować system 4.

#### 3.2 Kontrola procesu produkcyjnego

##### 3.2.1 Pobieranie próbek

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

##### 3.2.2 Zakładowa kontrola produkcji

Producent musi prowadzić zakładową kontrolę produkcji (ZKP) opisaną w załączniku C, aby zapewnić, że wyrób spełnia wymagania niniejszych Wymagań Technicznych.

##### 3.2.3 Gęstość szkieletu mieszanki

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

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

### 4 Opis i oznaczenie

Mieszanki kruszywa muszą być identyfikowalne przez następujące informacje:

- a) powołanie na niniejsze Wymagania Techniczne,
- b) źródło i producent, – jeśli materiał został przemieszczony, powinno być podane zarówno źródło jak i lokalizacja składowiska,
- c) wymiar górnego sita (D),
- d) rodzaj(e) kruszywa zawartego w mieszance lub gruntu zawierającego kruszywo
- e) gęstość szkieletu mieszanki i wilgotność optymalna.

### 5 Oznakowanie

Dokument dostawy powinien zawierać, co najmniej następujące dane:

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

### 6 Ustalenia formalne

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

### Przykładowe opisy mieszanek kruszyw z recyklingu

#### A.1 Wprowadzenie

Skład mieszanek kruszyw z recyklingu należy ustalić poprzez sortowanie wizualne przy zastosowaniu procedur opisanych w punkcie A.2.

Jeżeli zastosowana zostanie mieszanka zgodna z poniższym opisem, powinna ona wykazywać skład odpowiadający każdorazowo odnośnej tablicy:

- mieszanki z przekruszonego betonu (tablica A.1);
- mieszanki z przekruszonego muru (tablica A.2);
- mieszanki z przekruszonego betonu i muru (tablica A.3);
- destrukta asfaltowy (tablica A.4);
- popiół powstały ze spalania odpadów z gospodarstw domowych (tablica A.5);

**UWAGA 1** Składy podane w tablicach odzwierciedlają praktyki stosowane w niektórych krajach i są podawane, jako wytyczna. Dopuszczalne są inne mieszanki, również mieszanki o wysokim udziale standaryzowanego destrukta asfaltowego

**UWAGA 2:** Jeżeli w tablicach podana jest gęstość, wówczas jest to gęstość ziaren suszonych w suszarce laboratoryjnej, ustalana według EN 1097-6.

#### A.2 Kontrola

##### A.2.1 Minimalna masa próbki analitycznej

Masa próbki analitycznej niezbędna do wykonania oznaczenia składu mieszanki zależy od wymiaru największego ziarna w mieszance:

- $D \leq 32 \text{ mm}$  4 000 g;
- $D > 32 \text{ mm}$  10 000 g.

##### A.2.2 Metoda badania

Zgodnie z EN 933-1 próbkę mieszanki należy przepłukać na sicie 8 mm. Sito nie może być przeładowane.

Pozostałość na sicie jest suszona do masy stałej i podawana, jako  $M$ .

Wymyte i wysuszone ziarna są sortowane metodą wizualną w następujące grupy:

- kruszywa z przekruszonej skały;
- kruszywa ze żwiru;
- beton i inne hydraulicznie związane mieszanki;
- żużel (łącznie z rodzajem żużlu, jeżeli jest znany);
- cegły, mury i bloki betonowe;
- mur z cegły wapienno piaskowej;
- kruszywa lekkie;
- destrukta asfaltowy;
- zanieczyszczenia organiczne – drewno, tworzywo sztuczne itp.

Należy określić masę  $m_i$  każdej wydzielonej grupy i obliczyć jej procentową zawartość w całej masie mieszanki  $M$ , według poniższego wzoru, oraz podać tę wartość:

$$100 \times m_i/M \quad [\%(m/m)]$$

Tablica A.1 – Mieszanki z betonu przekruszonego

| Składniki                |                                                                                       | Zawartość, [% (m/m)] |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Główne składniki         | Przekruszony beton (o gęstości > 2,1 Mg/m <sup>3</sup> ) i kruszywo łącznie z żużlem) | ≥ 90                 |
| Inne materiały ziarniste | Przekruszony mur                                                                      | ≤ 10                 |
|                          | Destrukt asfaltowy                                                                    | ≤ 5                  |
| Zanieczyszczenia         | Składniki spoiste (łącznie z gliną)                                                   | ≤ 1                  |
|                          | Składniki organiczne                                                                  | ≤ 0,1                |

Tablica A.2 – Mieszanki z przekruszonego muru

| Składniki                |                                                                                                                                          | Zawartość, [% (m/m)] |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Główne składniki         | Przekruszony mur (gęstość > 1,6 Mg/m <sup>3</sup> ), przekruszony beton (gęstość > 2,1 Mg/m <sup>3</sup> ) i kruszywo (łącznie z żużlem) | ≥ 80                 |
| Inne materiały ziarniste | Materiały ziarniste o gęstości < 1,6 Mg/m <sup>3</sup>                                                                                   | ≤ 20                 |
|                          | Destrukt asfaltowy                                                                                                                       | ≤ 5                  |
| Zanieczyszczenia         | Składniki spoiste (łącznie z gliną)                                                                                                      | ≤ 1                  |
|                          | Składniki organiczne                                                                                                                     | ≤ 0,1                |

Tablica A.3 – Mieszanki z przekruszonego betonu i muru

| Składniki                |                                                                                     | Zawartość, [% (m/m)] |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Główne składniki         | Przekruszony beton (gęstość > 2,1 Mg/m <sup>3</sup> ) i kruszywo (łącznie z żużlem) | ≥ 50                 |
| Inne materiały ziarniste | Przekruszony mur                                                                    | ≤ 50                 |
|                          | Destrukt asfaltowy                                                                  | ≤ 5                  |
|                          | Materiały ziarniste o gęstości > 1,6 Mg/m <sup>3</sup>                              | ≤ 10                 |
| Zanieczyszczenia         | Składniki spoiste (łącznie z gliną)                                                 | ≤ 1                  |
|                          | Składniki organiczne                                                                | ≤ 0,1                |

Tablica A.4 – Przekruszone materiały drogowe

| Składniki        |                                                                                                                                   | Zawartość,<br>[% (m/m)] |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Główne składniki | Materiały drogowe – łącznie z kruszonym betonem, niezwiązanymi kruszywami i przekruszone mieszanki kruszyw związane hydraulicznie | $\geq 90$               |
|                  | Destrukt asfaltowy                                                                                                                | $\leq 30$               |
| Zanieczyszczenia | Składniki spoiste (łącznie z gliną)                                                                                               | $\leq 1$                |
|                  | Składniki organiczne                                                                                                              | $\leq 0,1$              |

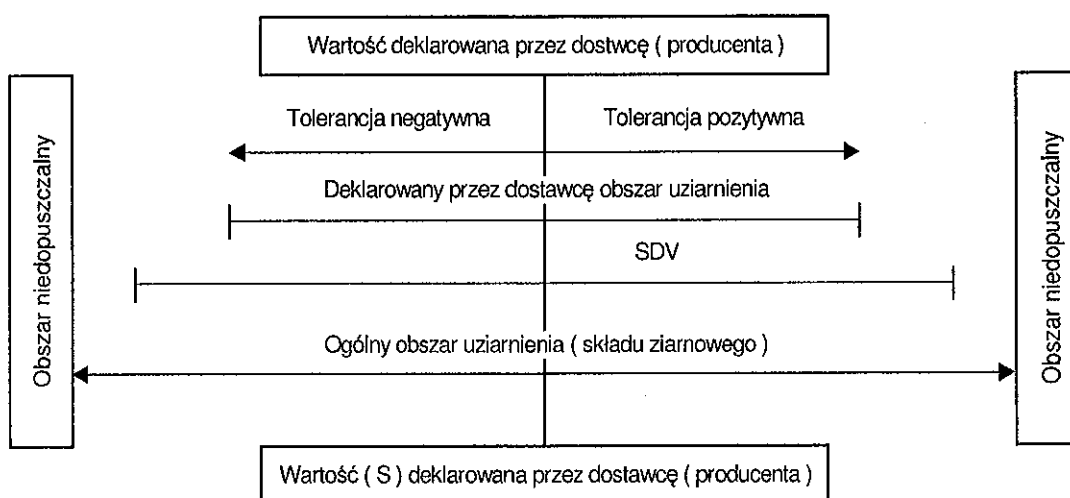
Tablica A.5 – Popiół powstały ze spalania odpadów komunalnych

| Składniki        |                                                                          | Zawartość<br>grubego<br>kruszywa<br>[% (m/m)] |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Główne składniki | Ziarniste substancje mineralne, łącznie ze szkłem, ceramiką, żużlem itp. | $\geq 90$                                     |
| Inne składniki   | Żelazo i inne metale                                                     | $\leq 5$                                      |
| Zanieczyszczenia | Składniki niespalone                                                     | $\leq 6$                                      |
|                  | Składniki organiczne                                                     | $\leq 5$                                      |
|                  | Popiół lotny ze spalania odpadów komunalnych                             | 0                                             |

## Zastosowanie wartości deklarowanej przez dostawcę/producenta

### B.1 Określenia

Na rysunku B.1 przedstawiono terminologię użytą w punkcie 2.3.5, a dotyczącą sprawdzania uziarnienia poszczególnych partii mieszanki.



Rysunek B.1 Zastosowanie wartości deklarowanej przez dostawcę [producenta]

### B.2 Ogólny zakres uziarnienia

Wyniki wszystkich badań mających na celu ustalenie składu ziarnowego powinny być zgodne z zakresem składu ziarnowego podanym na rysunkach 2-21, przy czym zakres uziarnienia podany na rysunkach 2-8 i 15-21 odpowiada kategorii Gv w tabelicy 6 normy PN-EN 13285.

### B.3 Wartość, jaką dostawca powinien deklarować w odniesieniu do zakresu uziarnienia

Wartość średnia, obliczona z wyników wszystkich badań mających na celu ustalenie składu ziarnowego, powinna odpowiadać wartości podanej przez dostawcę w odniesieniu do zakresu składu ziarnowego przedstawionego na rysunkach 9-11 i 12-14. Zakres ten odpowiada kategorii G<sub>B</sub> podanej w tabelicy 6 PN-EN 13285.

### B.4 Wartość deklarowana przez dostawcę

Dostawca podaje wartość w celu umożliwienia przeprowadzenia w miejscu dostawy kontroli poszczególnych partii mieszanki. Podana (deklarowana) przez dostawcę wartość mieści się w obrębie zakresu podanej przez dostawcę wartości składu ziarnowego.

*Typowe uziarnienie dostarczanej mieszanki powinno być przez dostawcę deklarowane, aby umożliwić kontrolę uziarnienia poszczególnych dostaw na placu budowy. Deklarowane przez dostawcę uziarnienie powinno mieścić się wewnątrz „SDV”.*

W przypadku słabych kruszyw należy również badać i deklarować wartości uziarnienia, po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Kryterium przydatności takiej mieszanki jest spełnione, jeżeli uziarnienie mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora, spełnia wymagania podane w niniejszych WT.

### **B.5 Tolerancje do porównania z wartością deklarowaną przez dostawcę**

Przynajmniej 90% partii badanych przez maksymalny okres sześciu miesięcy powinno wykazywać skład ziarnowy odpowiadający odnośnym zakresom tolerancji, podanym w tabeli 2 jeżeli przeprowadza się porównanie z odnośną wartością podaną przez dostawcę. Zastosowanie zakresu tolerancji nie powinno powodować akceptowania wartości wykraczających poza całkowity odnośny zakres składu ziarnowego, opisany w punkcie B.2.

*Co najmniej 90 % wyników badań uziarnienia wykonanych w okresie nie dłuższym niż sześć miesięcy powinno odpowiadać tolerancjom podanym w tablicy 4 oraz wymaganiom tablicy 5 z uwzględnieniem wartości (S) deklarowanej przez dostawcę. Wszystkie wartości muszą mieścić się wewnątrz opisanego w punkcie B.2 ogólnego zakresu.*

### **Zakładowa kontrola produkcji mieszanek niezwiązanych**

#### **C.1 Informacje ogólne**

Niniejszy załącznik określa system zakładowej kontroli produkcji mieszanek kruszyw (mieszanek niezwiązanych), który powinien zapewnić, że spełniają one odpowiednie wymagania normy PN-EN 13285. System ten stosuje się także w odniesieniu do gruntów.

Przydatność systemu zakładowej kontroli produkcji należy oceniać według zasad określonych w niniejszym załączniku.

#### **C.2 Organizacja**

##### **C.2.1 Odpowiedzialność i uprawnienia**

Należy określić zakres odpowiedzialności, uprawnienia i wzajemne relacje całego personelu zarządzającego, wykonującego i kontrolującego [sprawdzającego] czynności [prace] związane z jakością [wpływające na jakość]. To obowiązuje także wobec personelu niezależnego organizacyjnie od kierownictwa, w celu:

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

##### **C.2.2 Pełnomocnik kierownictwa zakładu lub firmy do spraw zakładowej kontroli produkcji**

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

##### **C.2.3 Ocena ze strony kierownictwa zakładu lub firmy**

System zakładowej kontroli produkcji musi być w odpowiednich odstępach czasu auditowany i kontrolowany przez kierownictwo firmy, w celu potwierdzenia jego ciągłej przydatności i skuteczności w zakresie spełnienia wymagań niniejszego załącznika. Zapisy z tych kontroli muszą być przechowywane.

#### **C.3 Procedury kontrolne**

Producent musi ustanowić i prowadzić księgę zakładowej kontroli produkcji, zawierającą ustalone procedury, według wymagań których będzie prowadzona zakładowa kontrola produkcji.

##### **C.3.1 Zarządzanie dokumentami i danymi**

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

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



### **C.3.2 Udzielanie podzleceń**

Jeśli część procesu producent powierzy podwykonawcy, to musi być zapewniona możliwość kontroli jego działalności.

Producent powinien przejąć całkowitą odpowiedzialność za wszystkie wykonywane przez podwykonawcę elementy procesu związane z jakością.

### **C.3.3 Informacje na temat składników mieszanki**

Pochodzenie i rodzaj wszystkich składników mieszanki, które są do dyspozycji w miejscu jej wytwarzania, musi być wyczerpująco udokumentowana.

Producent ponosi odpowiedzialność za to, aby w żadnym przypadku zawartości ewentualnie występujących substancji niebezpiecznych nie przekroczyły obowiązujących granic ustalonych do miejsca w którym będą wykorzystywane mieszanki niezwiązane.

## **C.4 Zarządzanie procesem produkcyjnym**

System zakładowej kontroli produkcji musi spełniać następujące wymagania:

- a) W ramach systemu zakładowej kontroli produkcji powinny być wdrożone procedury dotyczące identyfikacji i kontroli materiałów;  
*Uwaga : Mogą to być procedury dotyczące utrzymania i dostosowywania urządzeń produkcyjnych, procedury kontroli lub badań próbek materiałów pobieranych w trakcie produkcji i procedury modyfikacji procesu produkcyjnego w razie złej pogody, itd.*
- b) W ramach systemu zakładowej kontroli produkcji powinny być zastosowane procedury dotyczące identyfikacji i kontroli wszystkich substancji niebezpiecznych, oznaczonych według C.3.3, tak, aby w żadnym przypadku nie doszło do przekroczenia obowiązujących granic ustalonych dla miejsca, w którym będą wykorzystywane mieszanki niezwiązane.
- c) W ramach systemu zakładowej kontroli produkcji powinny być zastosowane procedury, których przestrzeganie zapewni, że wszystkie mieszanki będą składowane w sposób kontrolowany, a składowiska i magazynowane mieszanki będą odpowiednio oznaczone.
- d) W ramach systemu zakładowej kontroli produkcji powinny być stosowane procedury, których przestrzeganie zapewni, że w mieszkach pobieranych ze składowiska nie zaszły żadne zmiany ich właściwości w zakresie, który stanowiłby zagrożenie ich przydatności.
- e) Wyroby powinny być możliwe do zidentyfikowania pod względem pochodzenia i rodzaju aż do momentu ich sprzedaży.

## **C.5 Kontrola i badania**

### **C.5.1 Informacje ogólne**

Producent musi dołożyć starań, aby do prowadzenia wymaganego nadzoru i badań były do dyspozycji wszystkie niezbędne urządzenia, wyposażenie i przeszkolony personel.

### **C.5.2 Urządzenia do badań**

Producent jest odpowiedzialny za sprawdzanie wzorcowanie (kalibrację) i utrzymanie wyposażenia do pomiarów i kontroli.

Dokładność i częstość wzorcowania (kalibracji) musi być zgodna z wymaganiami odnośnej metody badania.

Wyposażenie do badań musi być stosowane zgodnie z udokumentowanymi procedurami.

Wyposażenie do badań musi być w sposób jednoznaczny oznaczone. Zapisy z wzorcowania (kalibracji) muszą być zachowywane.

### C.5.3 Częstość i miejsce kontroli, pobierania próbek i badań

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

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

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

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

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

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

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

- a) wysoko zautomatyzowane urządzenia produkcyjne;
- b) długotrwałe doświadczenia w uzyskiwaniu jednorodności określonych właściwości;

- c) źródła dostaw o dużej jednorodności;
- d) funkcjonujący system zarządzania jakością z dodatkowymi środkami nadzoru i obserwacji procesu produkcyjnego.

Producent musi sporządzić plan badań uwzględniający minimalne wymagania podane w punktach 1-9.

Uzasadnienie zmniejszenia częstości badań musi być zarejestrowane w dokumentacji zakładowej kontroli produkcji.

## C.6 Zapisy

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

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

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

Należy sporządzać zapisy wymagane we wszystkich rozdziałach niniejszego załącznika.

Zapisy muszą być przechowywane, co najmniej przez okres wyznaczony przez przepisy prawne.

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

## C.7 Nadzorowanie wadliwych wyrobów

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

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

Producent powinien rejestrować i rozpoznawać wszystkie przypadki niezgodności i w miarę potrzeby podjąć działania korygujące.

Uwaga: Działania korygujące mogą polegać na :

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

## **C.8 Przemieszczanie, składowanie i przechowywanie w zakładzie**

Producent powinien zastosować wszelkie niezbędne środki zapewniające utrzymanie jakości wyrobu podczas jego przemieszczania i składowania.

Uwaga: Działania te powinny uwzględniać:

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

## **C.9 Transport i pakowanie**

### **C.9.1 Transport**

System zakładowej kontroli produkcji powinien określać zakres odpowiedzialności producenta za składowanie i wysyłkę wyrobów.

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

### **C.9.2 Pakowanie**

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

## **C.10 Szkolenie personelu**

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

## Oznaczanie współczynnika filtracji wg ISO/TS 17892-11:2004

### D.1 Zakres

Niniejszą procedurę, która zawiera postanowienia zgodne z dokumentem normalizacyjnym ISO/TS 17892-11: 2004 *Badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – cz. 11: Oznaczanie filtracji przy statym i obniżającym spadku hydraulicznym*, stosuje się do robót ziemnych w budownictwie drogowym, do czasu opublikowania przez Polski Komitet Normalizacyjny polskiej wersji tego dokumentu. Określa on metody badań laboratoryjnych stosowanych do oznaczenia współczynnika filtracji gruntów nasyconych wodą. W przedstawionych badaniach, próbki poddaje się przepływowi wody. Do obliczenia współczynnika filtracji, mierzy się ciśnienie i objętość wody przechodzącej przez próbkę. Uzyskane wyniki służą wyliczeniu przepływu wody gruntowej oraz oceny przepuszczalności wykonywanych warstw odsączających.

### D.2 Terminy i definicje

W niniejszej procedurze badania stosuje się następujące terminy i definicje.

#### D.2.1 Natężenie przepływu

$Q$  - ilość wody przechodząca przez próbkę w jednostce czasu  $t$

#### D.2.2 Prędkość przepływu

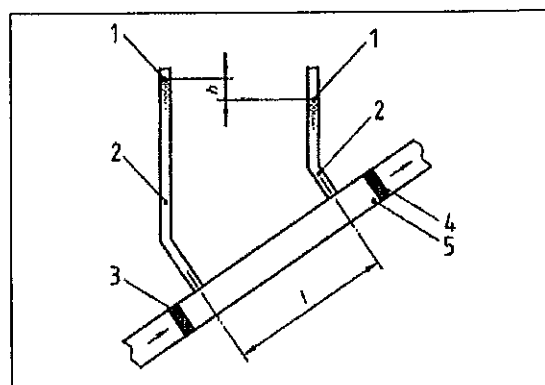
$V$  - prędkość przepływu wody na jednostkę powierzchni gruntu (włącznie z cząstkami i porami) prostopadle do kierunku przepływu

#### D.2.3 Spadek hydrauliczny

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

#### Objaśnienia

- 1 spadek hydrauliczny pomiędzy punktami pomiarowymi
- 2 rurka ciśnieniowa (pomiarowa)
- 3 blok filtracyjny
- 4 blok filtracyjny
- 5 próbka



Rysunek D.1 Przepływ wody w próbce gruntu

## 2.4. Współczynnik filtracji

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

## D.3 Ogólna procedura badania

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

### D.3.1 Ogólne wymagania

#### D.3.1.1 Uziarnienie, struktura uziarnienia i objętość

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

#### D.3.1.2 Właściwości wody

Woda użyta do badania nie powinna wymywać składników próbki, ani osadzać jakichkolwiek rozpuszczonych lub zawieszonych substancji.

Należy stosować wodę najbardziej podobną do wody, jaka znajduje się w porach. Z reguły wystarcza odpowietrzona woda z kranu.

#### D.3.1.3 Stopień nasycenia

Podczas pomiarów filtracji próbka ma pozostać nasycona, w celu wyeliminowania pęcherzyków powietrza.

Nasycenie próbki można uzyskać np. przez przepłukanie próbki wodą lub stosując odwrócony przepływ wody z dołu do góry.

#### D.3.1.4 Spadek hydrauliczny

Do celów testu spadek hydrauliczny można dobrać pod warunkiem, że charakterystyka przepływu uzyskana przy obranym spadku będzie odpowiadać prawu Darcy'ego. W przypadku wątpliwości czy warunki są zgodne z prawem Darcy'ego należy różnicować spadek hydrauliczny, aby to sprawdzić. Gdy przepływ jest nie liniowy, spadek hydrauliczny w trakcie badania powinien być w przybliżeniu taki jak w terenie. Zaleca się przyjmowanie spadku hydraulicznego w zakresie 0,3 – 0,8.

#### D.3.1.5 Temperatura

Badanie należy przeprowadzać przy w miarę stałej temperaturze otoczenia ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ), w której temperatura próbki oraz wody powinna być w równowadze. Temperaturę należy mierzyć i odnotowywać.

Aby uzyskać powtarzalne wyniki, wartości  $k$  oznaczone w trakcie badania należy przeliczyć do temperatury odniesienia  $10^\circ\text{C}$  używając poniższego wzoru (1) Poiseuille:

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

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

w którym:

$T$  - temperatura wody (°C) w czasie badania

$k_T$  - współczynnik filtracji w temperaturze otoczenia (m/s)

$\alpha$  - poprawka obliczona lub wzięta z tabeli D.1. Do wartości pośrednich zezwala się liniową interpolację.

Tabela D.1 Poprawka  $\alpha$  na lepkość wody

| Temperatura $T$<br>[°C]  | 5     | 10    | 15    | 20    | 25    |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Poprawka<br>$\alpha$ [-] | 1,158 | 1,000 | 0,874 | 0,771 | 0,686 |

#### D.3.1.6 Wymiary próbki

Średnica i wysokość próbki powinna być dobrana tak, aby zapobiec jakiegokolwiek niejednorodności wpływającej na wyniki badań.

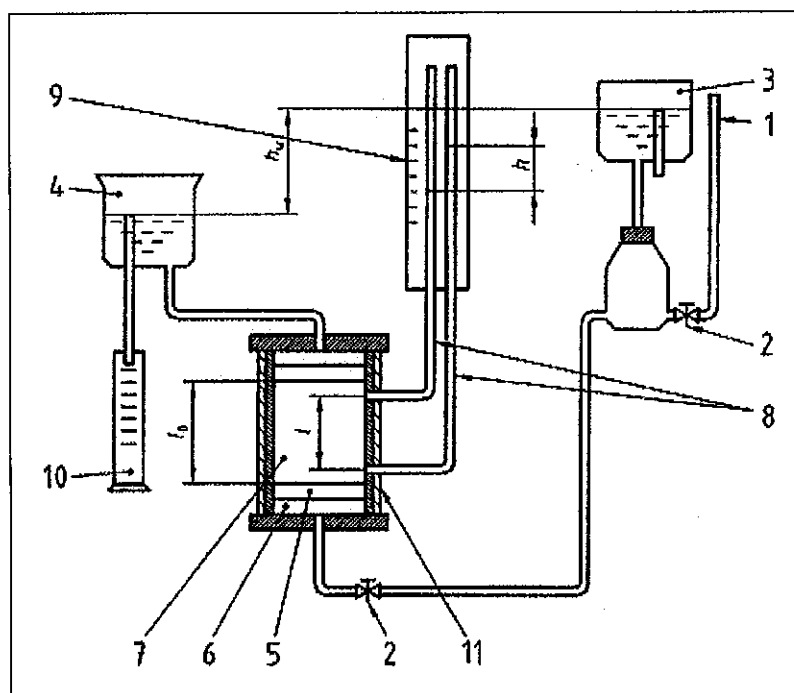
Stosunek maksymalnej średnicy ziaren do średnicy próbki lub długości powinien być nie mniejszy niż 1:5

W zależności od wymiaru ziarna  $D$  należy stosować formy Proctora zgodnie z PN-EN 13 286: 2007 typu

$B$  ( $d_1 = 150,0 \pm 1,0$  mm,  $h_1 = 120,0 \pm 1,0$  mm) lub  $A$  ( $d_1 = 250,0 \pm 1,0$  mm,  $h_1 = 200,0 \pm 1,0$  mm)  $\pm 1,0$  mm

#### D.3.1.7 Aparatura

Schemat przykładowej aparatury do badania wodoprzepuszczalności, przedstawiono na rys.D.2



|                                        |                                           |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1 wlot wody odpowietrzonej             | 9 podziałka                               |
| 2 zacisk lub zawór kulkowy             | 10 cylinder miarowy                       |
| 3 zbiornik wody wpływającej            | 11 komora                                 |
| 4 zbiornik wody wypływającej           | $h$ różnica poziomów piezometrycznych     |
| 5 filtr                                | $h_w$ różnica poziomów w zbiornikach wody |
| 6 płytka perforowana z siatką drucianą | wpływającej i wypływającej                |
| 7 próbka                               | $l$ długość filtracji                     |
| 8 rurki piezometryczne                 | $l_0$ wysokość próbki                     |

Rysunek D.2 Przykład zestawu do badania filtracji przy stałym spadku hydraulicznym

### D.3.1.8 Przygotowanie próbki

Materiał należy zagęścić do wskaźnika zagęszczenia  $I_s = 1,00$ , przy użyciu np. aparatu Proctora.

### D.3.1.9 Wykonanie badania

**D.3.1.9.1** Formę z próbką umieszcza się w aparaturze, podłącza się rury, zostawiając delikatnie otwarty wlot wody, aby jej poziom wzrastał powoli bez możliwości uwięzienia powietrza w porach. Aby usunąć niewielkie ilości powietrza, należy pozwolić by woda przepływała przez próbkę przez pewien czas (efekt odpowietrzania będzie bardziej skuteczny przy przepływie wody z dołu do góry)

**D.3.1.9.2** Przed rozpoczęciem właściwego badania, należy ponownie zamknąć zacisk. Poziomy w rurach piezometrycznych powinny być takie same jak w zbiorniku wypływowym. W przeciwnym razie rury piezometryczne nie będą właściwie funkcjonować.

**D.3.1.9.3** Jak próbka zostanie odpowietrzona, a rury przygotowane do właściwego funkcjonowania, zacisk przy podstawie komory powinien zostać zwolniony a wpływ wody kontrolowany poprzez dostosowanie drugiego zacisku tak by woda przepływała przez pozostały zacisk stałym strumieniem. Jeśli to nie jest możliwe należy zredukować różnicę poziomów między dwoma zbiornikami.

**D.3.1.9.4** Aby określić  $k$ , należy określić ilość wody zebraną w cylindrze miarowym w regularnych odstępach czasu. Należy mierzyć także temperaturę wody.

**D.3.1.9.5** Badanie należy zacząć przy bardzo małej różnicy poziomów  $h$  (patrz rys.D.2) i powtarzać z coraz większą różnicą.

**D.3.1.9.6** Najprostszym sposobem na uzyskanie stałego poziomu wody wpływającej do próbki jest użycie zbiornika z przelewem, do którego wprowadza się więcej wody niż przechodzi przez próbkę (patrz rys. D.2). Poziom wody opuszczającej próbkę (na wylocie) utrzymuje się na stałej wysokości dzięki danemu ciśnieniu nasycającemu lub zapewniając przelew, przy pomiarze ilości wody przelewającej się.

## D.4 Obliczanie wyników

Wydatek wody należy obliczyć na podstawie równania:

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

w którym:

$\Delta V$  - ilość wody zebranej w wybranym przedziale czasu ( $m^3$ )

$\Delta t$  - odpowiadający przedział czasu (s)



Współczynnik filtracji uzyskuje się z równania:

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

w którym:

$h$  - różnica w poziomie wody w rurkach (m)

$l$  - odległość między punktami do których przyłączone są rurki piezometryczne (m)

$A$  - poprzeczne pole próbki ( $m^2$ ).

## D.5 Sprawozdanie z badań

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

- a) metodę badania
- b) identyfikację próbki (numer wiercenia, numer próbki, numer badania itp.)
- c) opis gruntu zawierający maksymalny rozmiar ziaren w gruntach gruboziarnistych
- d) wymiary próbki
- e) typ próbki (o nienaruszonej strukturze, o naruszonej strukturze lub ponownie uformowana)
- f) gęstość lub współczynnik porowatości przed i po badaniu
- g) wilgotność przed i po badaniu
- h) spadek hydrauliczny lub w przypadku zmiennego, maksymalny i minimalny poziom, wartości  $h$  odpowiadające różnym wartościom  $i$
- i) ciśnienie nasycające lub stopień nasycenia na początku i na końcu próbki
- j) temperaturę otoczenia
- k) temperaturę odniesienia
- l) kierunek przepływu
- m) współczynnik filtracji w temperaturze odniesienia (patrz 4.1.5.)
- n) poziom ciśnienia, (jeśli zadane)
- o) wszelkie odchylenia od procedury lub aparatury
- p) uwagi o rodzaju badania i aparatu.

