

# **SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

**D.04.04.02**

**PODBUDOWA Z MIESZANKI  
NIEZWIĄZANEJ KRUSZYWA  
STABILIZOWANA MECHANICZNIE**

## 1. WSTĘP

### 1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru podbudowy z mieszanki niezwiązanej kruszywa stabilizowana mechanicznie w ramach przebudowy drogi oraz chodnika przy ul. Olczaka wraz ze skrzyżowaniem z ul. Fabryczną oraz oświetlenia ulicznego przy ul. Olczaka w Kostrzynie nad Odrą.

### 1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako Dokument Przetargowy i Kontraktowy przy zlecaniu i realizacji Robót wymienionych w podpunkcie 1.1.

### 1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem podbudowy z mieszanki niezwiązanej kruszywa stabilizowanego mechanicznie o uziarnieniu 0/31,5:

- podbudowa gr. 15-25 cm (wyspy uspakajające ruch)
- podbudowa gr. 20 cm (zjazdu),
- podbudowa gr. 20 cm (jezdni)

### 1.4. Określenia podstawowe

**1.4.1.** Podbudowa z mieszanki niezwiązanej kruszywa – jedna lub więcej warstw zagęszczonej mieszanki, która stanowi warstwę nośną nawierzchni drogowej.

**1.4.2.** Stabilizacja mechaniczna - proces technologiczny, polegający na odpowiednim zagęszczeniu w optymalnej wilgotności kruszywa o właściwie dobranym uziarnieniu.

**1.4.3.** Mieszanka niezwiązana – ziarnisty materiał, zazwyczaj o określonym składzie ziarnowym (od  $d=0$  do  $D$ ), który jest stosowany do wykonania ulepszanego podłoża gruntowego oraz warstw konstrukcji nawierzchni dróg. Mieszanka niezwiązana może być wytworzona z kruszyw naturalnych, sztucznych, z recyklingu lub mieszaniny tych kruszyw w określonych proporcjach.

**1.4.4** 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.

**1.4.4.** 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 określonym czasie.

**1.4.4.** Podbudowa – dolna część konstrukcji nawierzchni dróg służąca 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 wzmacniania, konstrukcje istniejącej nawierzchni dróg uważa się za podbudowę.

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

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

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

**1.4.4** 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.

**1.4.3.** Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonanych robót oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową, ST i poleceniami Inżyniera.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Postanowienia ogólne

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

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

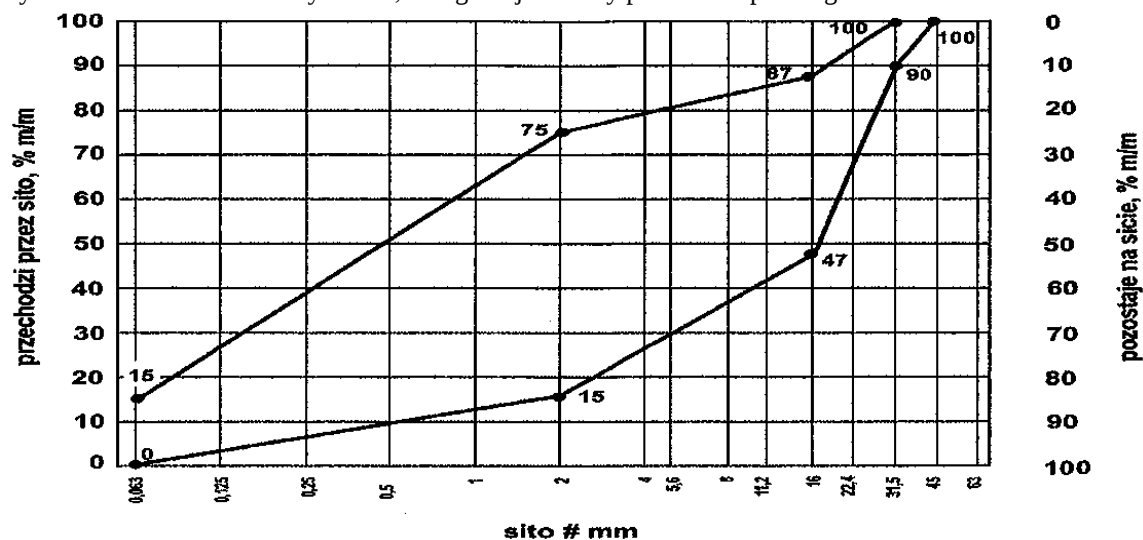
Mieszanki kruszyw powinny być tak produkowane i składowane, aby wykazywały zachowanie jednakowych właściwości i spełniały wymagania tablicy 6. Wyprodukowane mieszanki kruszyw powinny być jednorodnie wymieszane i charakteryzować się równomierną wilgotnością.

Wymiar największego ziarna kruszywa nie może przekraczać 2/3 grubości warstwy układanej jednorazowo.

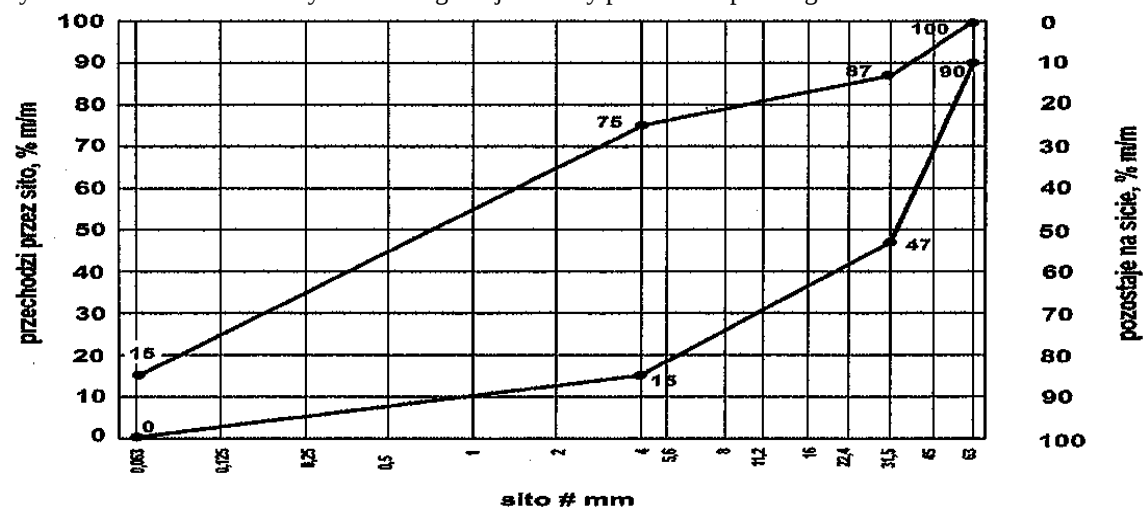
Kruszywa powinny odpowiadać wymaganiom według tablicy 1, w zależności od rodzaju warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej i obciążenia ruchem (KR).

Krzywa uziarnienia kruszywa, powinna leżeć między krzywymi granicznymi pól dobrego uziarnienia podanymi odpowiednio na rysunkach 1-5.

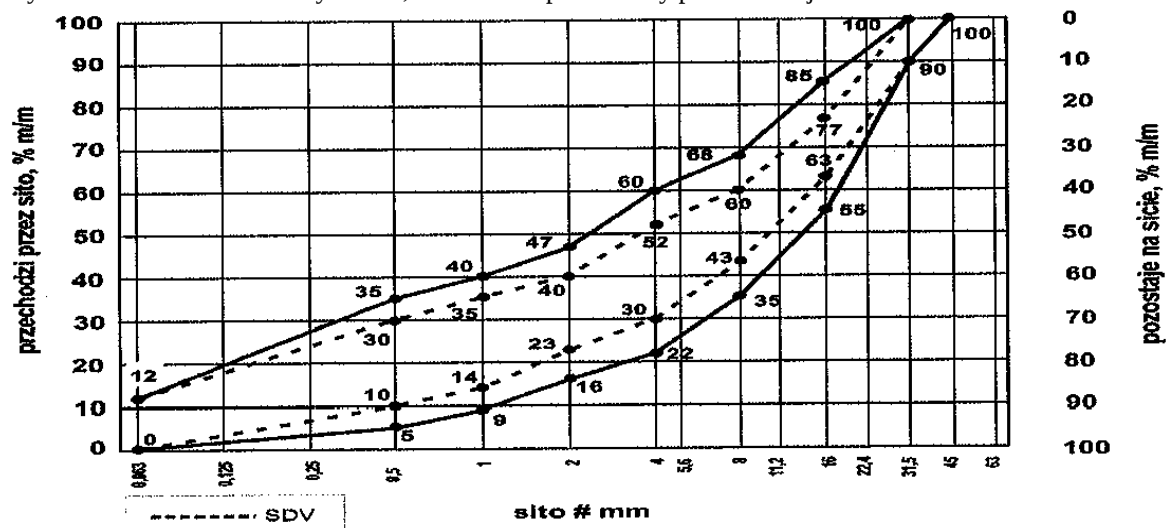
Rysunek 1. Mieszanka kruszyw 0/31,5 do górnej warstwy podłoża ulepszanego



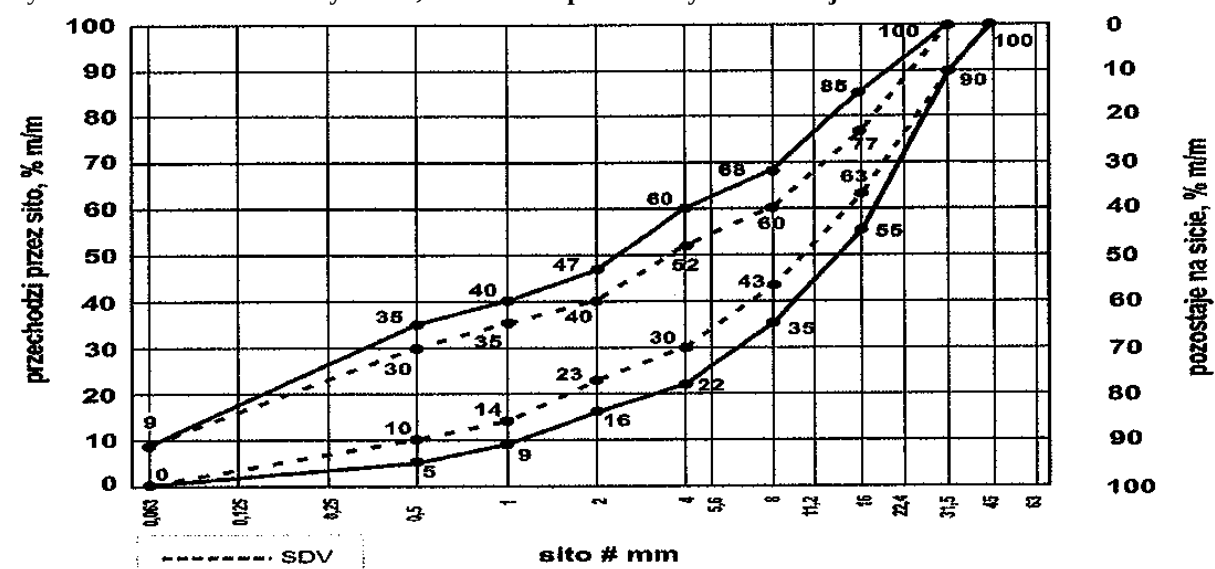
Rysunek 2. Mieszanka kruszyw 0/63 do górnej warstwy podłoża ulepszanego



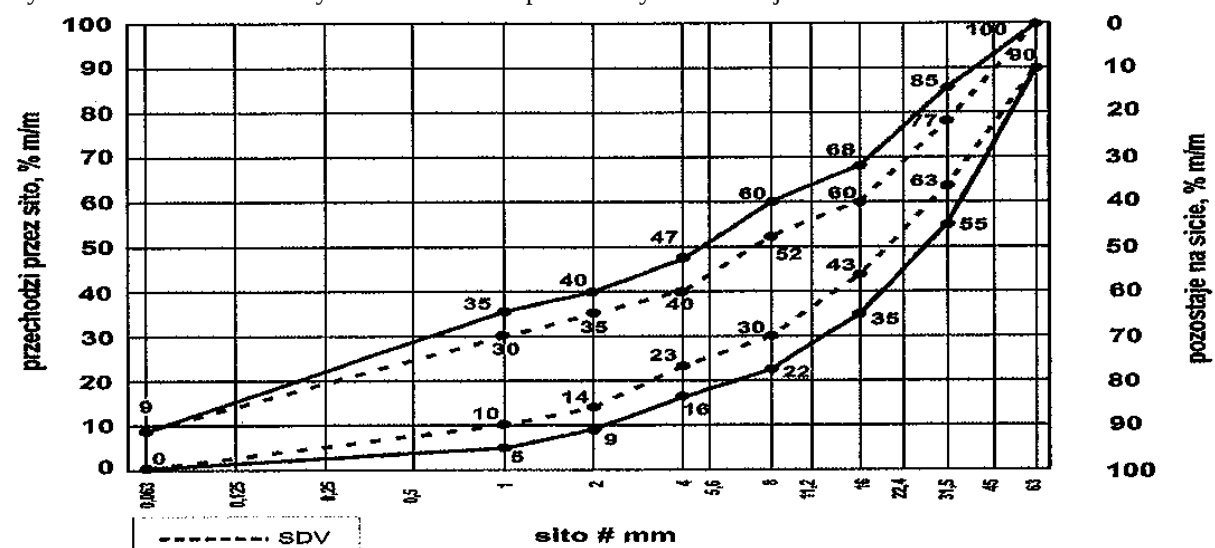
Rysunek 3. Mieszanka kruszyw 0/31,5 do warstw podbudowy pomocniczej



Rysunek 4. Mieszanka kruszyw 0/31,5 do warstw podbudowy zasadniczej



Rysunek 5. Mieszanka kruszyw 0/63 do warstw podbudowy zasadniczej



## 2.2 Wymagania wobec kruszyw

Tablica nr 1. Wymagania wobec kruszyw

| Rozdział w PN-EN 13242: 2004 | Właściwość                                                                                                                                             | Wymagania wobec kruszywa do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do stosowania w warstwie:     |                                       |                                       |                                       |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|                              |                                                                                                                                                        | ulepszono-<br>podłoża                                                                            | podbudowy                             |                                       | podbudowa                             |
|                              |                                                                                                                                                        | KR1-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) |                                       |                                       |                                       |
|                              |                                                                                                                                                        | Wszystkie frakcje dozwolone                                                                      |                                       |                                       |                                       |
| 4.3.1                        | Uziarnienie wg PN-EN 933-1                                                                                                                             | $G_{80/20}$<br>$G_{F80}$<br>$G_{A75}$                                                            | $G_{85/15}$<br>$G_{F85}$<br>$G_{A85}$ | $G_{85/15}$<br>$G_{F85}$<br>$G_{A85}$ | $G_{80/20}$<br>$G_{F80}$<br>$G_{A75}$ |
| 4.3.2                        | Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich wg PN-EN 933-1                                                           | $GT_{ENR}$                                                                                       | $GT_{ENR}$                            | $GT_{ENR}$                            | $GT_{C20/15}$                         |
| 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>$GT_{A20}$              |
| 4.4                          | Kształt kruszywa grubego – wg PN-EN 933-4<br>a). Maksymalne wartości wskaźnika płaskości lub                                                           | $FI_{NR}$                                                                                        | $FI_{NR}$                             | $FI_{NR}$                             | $FI_{50}$                             |
|                              | b). maksymalne wartości wskaźnika kształtu                                                                                                             | $SI_{NR}$                                                                                        | $SI_{NR}$                             | $SI_{NR}$                             | $SI_{55}$                             |
| 4.5                          | Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni pokruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszynie grubym wg PN-EN 933-5 | $C_{NR}$                                                                                         | $C_{NR}$                              | $C_{NR}$                              | $C_{90/3}$                            |
| 4.6                          | Zawartość pyłów wg PN-EN 933-1<br>a) w kruszynie grubym*                                                                                               | $f_4$                                                                                            | $f_{4V}$                              | $f_4$                                 | $f_4$                                 |
|                              | b) w kruszynie drobnym*                                                                                                                                | $f_{16}$                                                                                         | $f_{16}$                              | $f_{16}$                              | $f_{10}$                              |
| 4.7                          | Jakość pyłów                                                                                                                                           | Właściwość niebadana na pojedynczych frakcjach, a tylko w mieszkach wg wymagań p. 2.4.2          |                                       |                                       |                                       |
| 5.2                          | Odporność na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2 kategoria nie wyższa niż                                                                                    | $LA_{NR}$                                                                                        | $LA_{40}$                             | $LA_{40}$                             | $LA_{35}$                             |
| 5.3                          | Odporność na ścieranie kruszywa grubego wg PN-EN 1097-1                                                                                                | $M_{DE}$ Deklarowana                                                                             | $M_{DE}$ Deklarowana                  | $M_{DE}$ Deklarowana                  | $M_{DE}$ Deklarowana                  |
| 5.4                          | Gęstość wg PN-EN 1097-6; 2001<br>Rozdział 7, 8 albo 9                                                                                                  | Deklarowana                                                                                      | Deklarowana                           | Deklarowana                           | Deklarowana                           |
| 5.5                          | Nasiakliwość wg PN-EN 1097-6; 2001, rozdział 7, 8 albo 9 (w zależności od frakcji)                                                                     | $W_{cm,NR}$<br>$WA_{242}^{(2****)}$                                                              | $W_{cm,NR}$<br>$WA_{242}^{(2****)}$   | $W_{cm,NR}$<br>$WA_{242}^{(2****)}$   | $W_{cm,NR}$<br>$WA_{242}^{(2****)}$   |
| 6.2                          | Siarczany rozpuszczalne w kwasie wg PN-EN 1744-1                                                                                                       | $AS_{NR}$                                                                                        | $AS_{NR}$                             | $AS_{NR}$                             | $AS_{NR}$                             |
| 6.3                          | Całkowita zawartość siarki wg PN-EN 1744-1                                                                                                             | $S_{NR}$                                                                                         | $S_{NR}$                              | $S_{NR}$                              | $S_{NR}$                              |

| Rozdział w PN-EN 13242: 2004   | Właściwość                                                                         | Wymagania wobec kruszywa do mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do stosowania w warstwie:                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                    |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.4.2.1                        | Stożność objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998 rozdział 19.3          | $V_s$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $V_s$                                                                                              | $V_s$                                                                                              | $V_s$                                                                                              |
| 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                                                                                       |
| 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                                                                                       |
| 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 żadnych ciał obcych takich jak drewno, szkło, plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                    |
| 7.2                            | Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1967-3, wg PN-EN 1097-2                         | $SB_{LA}$ Deklarowane                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $SB_{LA}$                                                                                          | $SB_{LA}$                                                                                          | $SB_{LA}$                                                                                          |
| 7.3.3                          | Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 wg PN-EN 1367-1                            | - skały magmowe i przeobrażone: F4<br>- skały osadowe: F10<br>- kruszywa z recyklingu magmowe i przeobrażone $F_{NR}$ : 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**) |
| Załącznik C                    | Skład materiałowy                                                                  | 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 występuje w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego.<br>Jednak w odniesieniu do kruszyw sztucznych i odpadowych należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów |                                                                                                    |                                                                                                    |                                                                                                    |

\*) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych wg p. 22.4; 2.2.5; 2.4.5; 2.5.4

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

\*\*\*) Do warstw podbudów zasadniczych na drogach obciążonych ruchem KR5-KR6 dopuszcza się jedynie kruszywa charakteryzujące się odpornością na rozdrabnianie  $LA \leq 35$

\*\*\*\*) W przypadku gdy wymaganie nie jest spełnione, należy sprawdzić mrozoodporność.

Mieszanka powinna spełniać wymagania określone w tablicy 2

Tablica 2

| Rozdział w PN-EN 13285 | Właściwość                               | Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do stosowania w warstwie: |                              |                              |
|------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                        |                                          | ulepszzonego podłoża                                                             | podbudowy pomocniczej        | podbudowy zasadniczej        |
|                        |                                          |                                                                                  |                              |                              |
| 4.3.1                  | Uziarnienie mieszanek                    | 0/8, 0/11,2, 0/16, 0/22,4, 0/31,5, 0/45, 0/63                                    | 0/31,5                       | 0/31,5                       |
| 4.3.2                  | Maksymalna zawartość pyłów: kategoria UF | UF <sub>15</sub>                                                                 | UF <sub>12</sub>             | UF <sub>9</sub>              |
| 4.3.2                  | Minimalna zawartość pyłów: kategoria LF  | LF <sub>NR</sub>                                                                 | LF <sub>NR</sub>             | LF <sub>NR</sub>             |
| 4.3.3                  | Zawartość nadziarna: kategoria OC        | OC <sub>90</sub>                                                                 | OC <sub>90</sub>             | OC <sub>90</sub>             |
| 4.4.1                  | Wymagania wobec uziarnienia              | Krzywe uziarnienia wg rys. 1-2                                                   | Krzywe uziarnienia wg rys. 3 | Krzywe uziarnienia wg rys. 4 |

| Rozdział w PN-EN 13285 | Właściwość                                                                                                                                                                          | Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do stosowania w warstwie:                                                                                                                                                                                                                                               |                  |                  |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| 4.4.2                  | Wymagania wobec jednorodności uziarnienia poszczególnych partii – porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S)                                                           | Brak wymagań                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Wg tab. 2        | Wg tab. 4        |
| 4.4.2                  | Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach                                                                                             | Brak wymagań                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Wg tab. 3        | Wg tab. 5        |
| 4.5                    | Wrażliwość na mróz: wskaźnik piaskowy SE <sup>*)</sup> , co najmniej                                                                                                                | 35                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 40               | 45               |
|                        | Odporność na rozdrabnianie (dotyczy frakcji 10/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1 kategoria nie wyższa niż                                                                    | LA <sub>NR</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LA <sub>40</sub> | LA <sub>35</sub> |
|                        | Odporność na ścieranie (dotyczy frakcji 10/14 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1, kategoria M <sub>DE</sub>                                                                      | deklarowana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | deklarowana      | deklarowana      |
|                        | Mrozoodporność (dotyczy frakcji kruszywa 8/16 odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1367-1                                                                                                 | F10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | F7               | F4               |
|                        | Wartość CBR po zagęszczeniu do wskaźnika zagęszczenia I <sub>s</sub> =1,0 i moczeniu w wodzie 96 h co najmniej                                                                      | Warstwa mrozochronna odsączająca i odcinająca: $\geq 35$ ; warstwa wzmacniająca: $\geq 40$                                                                                                                                                                                                                                     | $\geq 60$        | $\geq 80$        |
| 6.4.2.3                | 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 | 70-100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 80-100           | 80-100           |
|                        | Zawartość wody w mieszanke zagęszczanej, % (m/m) wilgotności optymalnej wg metody Proctora                                                                                          | 70-100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 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 sztucznych i odpadowych należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów |                  |                  |

\*) 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.

\*\*) Badanie wskaźnika piaskowego SE należy wykonać na mieszanke po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2.

## 2.3 Wymagania wobec wody do zraszania kruszywa

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

## 2.4 Wymagania wobec mieszanek kruszyw do mieszanek niezwiązanych do ulepszonego podłoża i warstw podbudowy

### 2.4.1. Wymagania wobec odporności kruszyw z recyklingu na działanie mrozu

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

#### 2.4.2. Zawartość pyłów

Maksymalna zawartość pyłów <0,063 mm w mieszankach kruszyw do podbudowy pomocniczej i 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 metoda Proctora. Zawartość pyłów w takiej mieszance, po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora, powinna również spełniać wymagania podane w tablicy 2.

Nie określa się wymagań wobec minimalnej zawartości pyłów <0,0063 mm w mieszankach kruszyw do warstwy podbudowy pomocniczej i zasadniczej.

#### 2.4.3. Zawartość nadziarna

Określona wg PN EN 933-1 zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw powinna spełniać wymagania podane w tablicy 2. W przypadku słabych kruszyw decyduje zawartość nadziarna w mieszance kruszyw po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora.

#### 2.4.4. Wrażliwość na mróz, wodoprzepuszczalność

Mieszanki kruszyw stosowane do warstw podbudów pomocniczych i zasadniczych powinny spełniać wymagania wg tablicy 2.

Wymagania wobec mieszanek przeznaczonych do warstw podbudowy pomocniczej odnośnie wrażliwości na mróz (wskaźnik SE), dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu metoda 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.

#### 2.4.5. Zawartość wody

Zawartość wody w mieszankach kruszyw i gruntach powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej wg PN EN 13289-2, w granicach podanych w tablicy 6.

#### 2.4.6. Wartość CBR

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

#### 2.4.7. Inne cechy środowiskowe

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

W przypadku stosowania w mieszankach kruszyw w stosunku do których brak jest jeszcze ustalonych zasad np. kruszyw z recyklingu i kruszywa z pewnych odpadów przemysłowych zaleca się zachowanie ostrożności.

### 3. SPRZĘT

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

- a) równiarek albo układarek do rozkładania mieszanki,
  - b) walców ogumionych i stalowych vibracyjnych lub statycznych do zagęszczania. W miejscach trudno dostępnych powinny być stosowane zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce vibracyjne.
- Stosowany przez Wykonawcę sprzęt mechaniczny powinien być sprawny technicznie i zaakceptowany przez Inżyniera.

### 4. TRANSPORT

Kruszywa można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed rozsegregowaniem, zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem i zawilgoceniem. Wskazany jest transport samowyladowczy. Przy ruchu po drogach publicznych pojazdy muszą

spełniać wymagania dotyczące przepisów ruchu drogowego w odniesieniu do dopuszczalnych obciążeń na osie i innych parametrów technicznych.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### **5.2. Przygotowanie podłoża**

Podbudowa powinna być ułożona na podłożu zapewniającym nieprzenikanie drobnych cząstek gruntu do podbudowy.

### **5.3. Wytwarzanie mieszanki kruszywa**

Mieszanke kruszywa o ściśle określonym uziarnieniu i wilgotności optymalnej należy wytwarzać w mieszarkach gwarantujących otrzymanie jednordnej mieszanki. Ze względu na konieczność zapewnienia jednordności nie dopuszcza się wytwarzania mieszanki przez mieszanie poszczególnych frakcji na drodze. Mieszanka po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w taki sposób, aby nie uległa rozsegregowaniu i wysychaniu.

### **5.4. Wbudowywanie i zagęszczanie mieszanki**

Mieszanka kruszywa powinna być rozkładana w warstwie o jednakowej grubości, takiej, aby jej ostateczna grubość po zagęszczeniu była równa grubości projektowanej. Grubość pojedynczo układanej warstwy nie może przekraczać 20 cm po zagęszczeniu. Warstwa podbudowy powinna być rozłożona w sposób zapewniający osiągnięcie wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. Jeżeli podbudowa składa się z więcej niż jednej warstwy kruszywa, to każda warstwa powinna być wyprofilowana i zagęszczona z zachowaniem wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. Rozpoczęcie budowy każdej następnej warstwy może nastąpić po odbiorze poprzedniej warstwy przez Inżyniera.

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

### **5.5. Odcinek próbny**

Wykonawca wykona odcinek próbny co najmniej na 3 dni przed rozpoczęciem robót, w celu:

- stwierdzenia czy sprzęt budowlany do mieszania, rozkładania i zagęszczania kruszywa jest właściwy,
- określenia grubości warstwy kruszywa w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- określenia liczby przejazdów sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego zagęszczenia.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich kruszyw oraz sprzętu do mieszania, rozkładania i zagęszczania, jakie będą stosowane do wykonywania warstw.

Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić od 400 do 800 m<sup>2</sup>.

Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu zaakceptowanym przez Inżyniera.

Wykonawca może przystąpić do wykonywania warstwy po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Inżyniera.

### **5.6. Utrzymanie podbudowy**

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

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

W czasie budowy Wykonawca powinien prowadzić systematyczne badania kontrolne i dostarczać ich wyniki Inżynierowi. Pomiary i badania kontrolne Wykonawca powinien wykonywać w zakresie i z częstotliwością gwarantującą zachowanie wymagań jakości robót, lecz nie rzadziej niż wskazano w odpowiednich punktach niniejszej ST.

### 6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania kruszyw przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi w celu akceptacji materiałów. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości określone w pkt 2.2 niniejszej ST.

### 6.3. Badania w czasie robót

#### 6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań podano w tablicy 3.

Tablica 3. Częstotliwość oraz zakres badań przy budowie podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie

| Lp. | Wyszczególnienie badań                 | Częstotliwość badań                                       |                                                                                   |
|-----|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                        | Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej       | Maksymalna powierzchnia podbudowy przypadająca na jedno badanie (m <sup>2</sup> ) |
| 1   | Uziarnienie mieszanki                  | 2                                                         | 600                                                                               |
| 2   | Wilgotność mieszanki                   |                                                           |                                                                                   |
| 3   | Zagęszczenie warstwy                   | 2 próbki na 1000 m <sup>2</sup>                           |                                                                                   |
| 4   | Badanie właściwości kruszywa wg tab. 1 | dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa |                                                                                   |

#### 6.3.2. Uziarnienie mieszanki

Uziarnienie mieszanki powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w punkcie 2.1. Próbki należy pobierać w sposób losowy, z rozłożonej warstwy, przed jej zagęszczeniem. Wyniki badań powinny być na bieżąco przekazywane Inżynierowi.

#### 6.3.3. Wilgotność mieszanki

Wilgotność mieszanki powinna być zgodna z określoną w PN-EN 13286-2 z tolerancją +10% -20%.

#### 6.3.4. Zagęszczenie podbudowy

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

Kontrolę zagęszczenia należy oprzeć na metodzie obciążeń płytowych, nie rzadziej niż 2 raz na 1000 m<sup>2</sup>, lub według zaleceń Inżyniera.

Zagęszczenie warstwy należy sprawdzać wg metody obciążeń płytowych, wg PN-S-02205 ale w zakresie przyrostu obciążeń jednostkowego od 0,25 do 0,35 MPa i przyrostu odkształcenia odpowiadającemu temu zakresowi obciążeni jednostkowych oraz końcowego obciążenia 0,45 MPa przy drugim i pierwszym obciążeniu.

Moduły odkształcenia oblicza się z następujących wzorów:

$$E_1 = \frac{3 \circ \Delta p}{4 \circ \Delta s} \circ D \quad (2)$$

$$E_2 = \frac{3 \circ \Delta p_2}{4 \circ \Delta s_2} \circ D \quad (3)$$

gdzie:

|              |                                                 |        |
|--------------|-------------------------------------------------|--------|
| $E_1$        | - moduł pierwotny odkształcenia                 | [MPa], |
| $E_2$        | - moduł wtórny odkształcenia                    | [MPa], |
| $\Delta p$   | - różnica nacisków w pierwszym cyklu obciążania | [MPa]  |
| $\Delta p_2$ | - różnica nacisków w drugim cyklu obciążania    | [MPa], |

Zagęszczenie warstwy mieszanki niezwiązanej należy uznać za prawidłowe, gdy stosunek wtórnego modułu  $E_2$  do pierwotnego modułu odkształcenia  $E_1$  jest nie większy od 2,2 dla każdej warstwy najlepszego podłoża podbudowy:

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

### 6.3.5. Właściwości kruszywa

Badania kruszywa powinny obejmować ocenę wszystkich właściwości określonych w pkt. 2.2.

Próbki do badań powinny być pobierane przez Wykonawcę w sposób losowy w obecności Inżyniera.

## 6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy

### 6.4.1. Częstotliwość oraz zakres pomiarów

Częstotliwość oraz zakres pomiarów dotyczących cech geometrycznych podbudowy podano w tablicy 4.

Tablica 4. Częstotliwość oraz zakres pomiarów wykonanej podbudowy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie

| Lp. | Wyszczególnienie badań i pomiarów                        | Minimalna częstotliwość pomiarów                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Szerokość podbudowy                                      | 2 razy na 100 m                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2   | Równość podłużna                                         | w sposób ciągły planografem albo co 20 m łatą na każdym pasie ruchu                                                                                                                                                                                                                           |
| 3   | Równość poprzeczna                                       | 2 razy na 100 m                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4   | Spadki poprzeczne <sup>*)</sup>                          | 2 razy na 100 m                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5   | Rzędne wysokościowe                                      | co 20 m                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 6   | Ukształtowanie osi w planie <sup>*)</sup>                | co 50 m                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7   | Grubość podbudowy                                        | Podczas budowy: w 3 punktach na każdej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 400 m <sup>2</sup><br>Przed odbiorem: w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 1000 m <sup>2</sup>                                                                                                    |
| 8   | Nośność podbudowy:<br>- wtórny moduł odkształcenia $E_2$ | - Jezdnia DW 297: min 3 badania na 600 m <sup>2</sup><br>- zjazdy: min. 1 badanie na 3 zjazdy - wg wskazań Inżyniera<br>- wybrukowania z kostki kamiennej: min. 3 badania na 300 m <sup>2</sup><br>- pętla autobusowa: min. 3 badania<br>- dr. gminna: 1 badanie<br>- chodniki: min 2 badania |

<sup>\*)</sup> Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych.

### 6.4.2. Szerokość podbudowy

Szerokość podbudowy nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10 cm, -5 cm. Na jezdniach bez krawężników szerokość podbudowy powinna być większa od szerokości warstwy wyżej leżącej o co najmniej 20 cm lub o wartość wskazaną w dokumentacji projektowej.

### 6.4.3. Równość podbudowy

Nierówności podłużne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łatą lub planografem, zgodnie z BN-68/8931-04.

Nierówności poprzeczne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łatą. Nierówności podbudowy nie mogą przekraczać:

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

#### 6.4.4. Spadki poprzeczne podbudowy

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

#### 6.4.5. Rzędne wysokościowe podbudowy

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

#### 6.4.6. Ukształtowanie osi podbudowy

Oś podbudowy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż  $\pm 5$  cm.

#### 6.4.7. Grubość podbudowy

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

- dla podbudowy zasadniczej  $\pm 10\%$ ,
- dla podbudowy pomocniczej  $+10\%$ ,  $-15\%$ .

#### 6.4.8. Nośność podbudowy

- moduł odkształcenia wg BN-64/8931-02 powinien być zgodny z podanym w tablicy 5,
- ugięcie sprężyste wg BN-70/8931-06 powinno być zgodne z podanym w tabl. 5.

Tablica 5.

| Warstwa z kruszywa o wskaźniku $w_{nos}$ nie mniejszym niż, % | Wymagane cechy podbudowy                     |                                                                    |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|                                                               | Wskaźnik zagęszczenia $I_s$ nie mniejszy niż | Minimalny moduł odkształcenia mierzony płytą o średnicy 30 cm, MPa |
|                                                               |                                              | od drugiego obciążenia $E_2$                                       |
| Chodniki                                                      | 1,0                                          | 120                                                                |
| zjazdu, dr. gminna, pętla autobusowa                          | 1,0                                          | 130                                                                |
| Jezdnia dr. wojewódzkiej                                      | 1,0                                          | 160                                                                |

W przypadku braku możliwości określenia wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  podbudowy metodą Proctora dopuszcza się jedynie wykonanie pomiaru modułu odkształcenia mierzonego płytą o średnicy 30 cm.

### 6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami podbudowy

#### 6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne podbudowy

Wszystkie powierzchnie podbudowy, które wykazują większe odchylenia od określonych w punkcie 6.4 powinny być naprawione przez spulchnienie lub zerwanie do głębokości co najmniej 10 cm, wyrównane i powtórnie zagęszczone. Dodanie nowego materiału bez spulchnienia wykonanej warstwy jest niedopuszczalne.

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

#### 6.5.2. Niewłaściwa grubość podbudowy

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości, Wykonawca wykona naprawę podbudowy. Powierzchnie powinny być naprawione przez spulchnienie lub wybranie warstwy na odpowiednią głębokość, zgodnie z decyzją Inżyniera, uzupełnione nowym materiałem o odpowiednich właściwościach, wyrównane i ponownie zagęszczone.

Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy, według wyżej podanych zasad, na koszt Wykonawcy.

#### 6.5.3. Niewłaściwa nośność podbudowy

Jeżeli nośność podbudowy będzie mniejsza od wymaganej, to Wykonawca wykona wszelkie roboty niezbędne do zapewnienia wymaganej nośności, zalecone przez Inżyniera.

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

## 7. OBMIAR ROBÓT

Jednostką obmiarową jest  $m^2$  (metr kwadratowy) wykonanej i odebranej podbudowy lub warstwy wzmacniającej z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie.

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

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

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”. Płatność za  $1 m^2$  wykonanej i odebranej podbudowy z mieszanki niezwiązanej stabilizowanej mechanicznie należy przyjmować zgodnie z oceną jakości użytych materiałów i oceną jakości wykonania robót na podstawie wyników pomiarów badań.

Cena wykonania  $1 m^2$  podbudowy obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- sprawdzenie i ewentualną naprawę podłoża,
- przygotowanie mieszanki z kruszywa, zgodnie z receptą,
- dostarczenie mieszanki na miejsce wbudowania,
- rozłożenie mieszanki,
- zagęszczenie warstwy rozłożonej mieszanki,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w Specyfikacji Technicznej,
- utrzymanie podbudowy w czasie robót, środki zaradcze chroniące podbudowę przed pogorszeniem się jakości i niekorzystnym wpływem wody i sprzętu wykonawczego.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. Normy

|     |                   |                                                                                                                             |
|-----|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | PN-EN 13285       | Mieszanki niezwiązane – specyfikacje                                                                                        |
| 2.  | PN-B-06714-12     | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych                                                    |
| 3.  | PN-EN933-1 2000   | Metoda przesiewania                                                                                                         |
| 4.  | PN-EN933-4; 2001  | Wskaźnik kształtu                                                                                                           |
| 5.  | PN-EN-933-3       | Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości                                                                    |
| 6.  | PN-EN1097-6 2000  | Oznaczenie Gęstości ziaren i nasiąkliwości                                                                                  |
| 7.  | PN-EN 1367-1 1999 | Oznaczenie mrozoodporności                                                                                                  |
| 8.  | PN-B-06714-26     | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych                                              |
| 9.  | PN-EN 1744-1 1998 | Analiza chemiczna                                                                                                           |
| 10. | PN-EN 1097-2      | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Metody oznaczania odporności na rozdrabianie                        |
| 11. | PN-EN 1097-1      | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)                    |
| 12. | PN-EN 1097-2 1998 | Metoda wyznaczenia odporności na rozdrobnienie                                                                              |
| 13. | PN-B-06731        | Żużel wielkopiecowy kawałkowy. Kruszywo budowlane i drogowe. Badania techniczne                                             |
| 14. | PN-EN 13242; 2004 | Kruszywo do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym |
| 15. | BN-64/8931-01     | Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego                                                                          |

|     |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16. | PN-EN 1008       | Woda zarobowa do betonu                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 17. | BN-68/8931-04    | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą                                                                                                                                                                                                                       |
| 18. | BN-70/8931-06    | Drogi samochodowe. Pomiar ugięć podatnych ugięciomierzem belkowym                                                                                                                                                                                                                       |
| 19  | PN-S-02205       | Drogi samochodowe. Roboty ziemne – wymagania i badania<br>Ocena zawartości drobnych cząstek Badanie wskaźnika piaskowego<br>Ocena zawartości drobnych cząstek<br>Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych |
| 20  | PN-EN 933-8 2001 |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 21  | PN-EN 933-9 1998 |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 22  | PN-EN-933-5      |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 23  | BN-68/8931-02    | Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą                                                                                                                                                                               |