

## **D-04.00.00 PODBUDOWY**

### **D-04.04.02 WARSTWA Z KRUSZYWA ŁAMANEGO STABILIZOWANEGO MECHANICZNIE (MIESZANKI NIEZWIĄZANE WG PN-EN)**

#### **1. WSTĘP**

##### **1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy zasadniczej z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie odcinających w ramach zadania:

**„Budowa drogi gminnej od km 0+453.20 do km 1+446.40 w miejscowości Mirowice”.**

##### **1.2. Zakres stosowania SST**

SST jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji Robót wymienionych w p. 1.1.

##### **1.3. Zakres robót objętych SST**

Ustalenia zawarte w niniejszej SST dotyczą zasad wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem warstwy z kruszywa łamanego z mieszanki C<sub>90/3</sub> o uziarnieniu 0÷31,5mm, stabilizowanej mechanicznie:

- podbudowa zasadnicza jezdni - warstwa o grubości 24 cm,
- warstwa wyrównawcza dla konstrukcji nawierzchni jezdni na jezdni istniejącej – gr. zmienna: 8-16cm (średnio należy przyjąć gr. warstwy wyrównawczej na poziomie 13cm),
- podbudowa zasadnicza zjazdów indywidualnych/publicznych - gr. 22 cm,
- podbudowa zasadnicza chodnika z możliwością parkowania – gr. 22 cm,
- wyrównanie w miejscu połączenia jezdni istniejącej i projektowanej – gr. 20 cm,
- warstwa wierzchnia zjazdów indywidualnych o nawierzchni z kruszywa - warstwa o grubości 20 cm.

##### **1.4. Określenia podstawowe**

**1.4.1. Mieszanka niezwiązana** – ziarnisty materiał, zazwyczaj o określonym składzie ziarnowym (od d=0 do D), który jest stosowany do wykonania ulepszonego 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.

**1.4.2. Kategoria** – charakterystyczny poziom właściwości kruszywa lub mieszanki niezwiązanej, wyrażony, jako przedział wartości lub wartość graniczna. Nie ma zależności pomiędzy kategoriami różnych właściwości.

**1.4.3. Kruszywo** – materiał ziarnisty stosowany w budownictwie, który może być naturalny, sztuczny lub z recyklingu.

**1.4.4. Kruszywo naturalne** – kruszywo ze złóż naturalnych pochodzenia mineralnego, które może być poddane wyłącznie obróbce mechanicznej. Kruszywo naturalne jest uzyskiwane z mineralnych surowców naturalnych występujących w przyrodzie, jak żwir, piasek, żwir kruszony, kruszywo z mechanicznie rozdrobnionych skał, nadziarna żwirowego lub otoczaków.

**1.4.5. Kruszywo sztuczne** – kruszywo pochodzenia mineralnego, uzyskiwane w wyniku procesu przemysłowego obejmującego obróbkę termiczną lub inną modyfikację. Do kruszywa sztucznego zalicza się w szczególności kruszywo z żużli: wielkopieczowych, stalowniczych i pomiedziowych.

**1.4.6. Kruszywo z recyklingu** – kruszywo powstałe w wyniku przeróbki materiału zastosowanego uprzednio w budownictwie.

**1.4.7. Kruszywo kamienne** – kruszywo z mineralnych surowców jak żwir kruszony, mechanicznie rozdrobnione skały, nadziarno żwirowe.

**1.4.8. Kruszywo żuźłowe z żuźła wielkopieczowego** – kruszywo składające się głównie ze skrzystalizowanych krzemianów lub glinokrzemianów wapnia i magnezu uzyskanych przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żuźła wielkopieczowego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody. Chłodzony powietrzem żuźel wielkopieczowy twardnieje dzięki reakcji hydraulicznej lub karbonatyzacji.

**1.4.9. Kruszywo żuźłowe z żuźła stalowniczego** – kruszywo składające się głównie ze skrzystalizowanego krzemianu wapnia i ferrytu zawierającego CaO, SiO<sub>2</sub>, MgO oraz tlenek żelaza.

**1.4.10. Kategoria ruchu** (KR1÷KR7) – obciążenie drogi ruchem samochodowym, wyrażone w osiach

obliczeniowych (100 kN) według „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad – Politechnika Gdańska, Gdańsk 2012 [22].

**1.4.11. Kruszywo grube** (wg PN-EN 13242) – oznaczenie kruszywa o wymiarach ziaren d (dolnego) równym lub większym niż 1 mm oraz D (górnego) większym niż 2 mm.

**1.4.12. Kruszywo drobne** (wg PN-EN 13242) – oznaczenie kruszywa o wymiarach ziaren d równym 0 oraz D równym 6,3 mm lub mniejszym.

**1.4.13. Kruszywo o ciągłym uziarnieniu** (wg PN-EN 13242) – kruszywo stanowiące mieszankę kruszyw grubych i drobnych, w której D jest większe niż 6,3 mm.

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

**1.4.15. 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. O zakwalifikowaniu kruszywa do kruszyw słabych decyduje największa różnica wartości przesiewów na jednym z sit kontrolnych.

**1.4.16. Podbudowa** – dolna część konstrukcji nawierzchni drogi, służąca do przenoszenia obciążeń z ruchu na podłożu. Podbudowa może składać się z podbudowy zasadniczej i pomocniczej, które mogą być wykonywane w kilku warstwach technologicznych. Kruszywo otrzymuje się przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żuźła stalowniczego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody.

#### 1.4.17. Symbole i skróty dodatkowe

% m/m procent masy,

NR - brak konieczności badania danej cechy,

CRB - kalifornijski wskaźnik nośności, %

SDV - obszar uziarnienia, w którym powinna się mieścić krzywa uziarnienia mieszanki (S) deklarowana

przez dostawcę/producenta,

ZKP - zakładowa kontrola produkcji.

k - współczynnik filtracji

D<sub>15</sub> - wymiar boku oczka sita w mm, przez które przechodzi 15% (m/m) ziaren mieszanki, z której wykonano warstwę podłoża lub nawierzchni,

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

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

O<sub>90</sub> - umowna średnica porów geowłókniny lub geotkaniny, 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,

1.4.18. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 1.4.

### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D.00.00.00 „Warunki ogólne”, pkt 1.5. Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość wykonanych robót oraz za ich zgodność z Dokumentacją Projektową, ST oraz poleceniami Inspektora Nadzoru.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w SST DM-00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 2.

### 2.2. Kruszywa stosowane do podbudowy

Do mieszanek można stosować następujące rodzaje kruszyw:

- a) kruszywo naturalne lub sztuczne,
- b) kruszywo z recyklingu,
- c) połączenie kruszyw wymienionych w punktach a) i b) z określeniem proporcji kruszyw z a) i b) z dokładnością  $\pm 5\%$  m/m.

Wymagania wobec kruszywa do warstwy podłoża ulepszanego przedstawia tablica 1.

Mieszanki o górnym wymiarze ziaren (D) większym niż 80 mm nie są objęte normą PN-EN 13285 [20] i niniejszą SST.

Tablica 1. Wymagania wobec kruszyw do mieszanek niezwiązanych w warstwie podbudowy zasadniczej

Skróty użyte w tablicy: Kat. – kategoria właściwości, Dekl – Deklarowana, wsk. – wskaźnik, wsp. – współczynnik, roz. – rozdział

| Właściwość kruszywa  | Metoda badania wg | Wymagania wobec kruszywa do mieszanek niezwiązanych, przeznaczonych do zastosowania w warstwie podbudowy zasadniczej pod nawierzchnią drogi obciążonej ruchem kategorii KR1 ÷ KR7 |  |
|--|-------------------|---|--|
|  |                   | Punkt PN-EN 13242   | Wymagania  |
| Zestaw sit #   | -                 | 4.1-4.2   | 0,063; 0,5; 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63 i 90 mm (zestaw podstawowy pluszestaw 1) |
| Uziarnienie  | PN-EN 933-1[8]    | 4.3.1   | G <sub>C</sub> 85/15,<br>G <sub>F</sub> 85,<br>G <sub>A</sub> 85.                                  |
| Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich      | PN-EN 933-1 [8]   | 4.3.2   | GT <sub>C</sub> NR   |
| Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu | PN-EN 933-1 [8]   | 4.3.3   | GT <sub>F</sub> NR<br>GT <sub>A</sub> NR   |
| Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaźnika płaskości                 | PN-EN 933-3[9]    | 4.4   | FI <sub>NR</sub>   |
| Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaźnika kształtu                  | PN-EN 933-4 [10]  | 4.4   | SI <sub>NR</sub>   |
| Kategorie procentowych   | PN-EN             | 4.5   | C <sub>90/3</sub>  |

|  |  |             |  |
|--|--|-------------|--|
| zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym | 933-5<br>[11]                            |             |  |
| Zawartość pyłów w kruszywie grubym*)   | PN-EN 933-1 [8]                          | 4.6         | $f_{Dekl}$ (tj. masa frakcji przechodzącej przez sito 0,063 mm jest > 4)   |
| Zawartość pyłów w kruszywie drobnym*)  | PN-EN 933-1 [8]                          | 4.6         | $f_{Dekl}$ (tj. masa frakcji przechodzącej przez sito 0,063 mm jest > 22)  |
| Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego  | PN-EN 1097-2 [13]                        | 5.2         | Kat. LA50<br>(tj. maksymalna wartość współczynnika Los Angeles $\leq 50$ )   |
| Odporność na ścieranie kruszywa grubego  | PN-EN 1097-1 [12]                        | 5.3         | Kat. $M_{DE/NR}$<br>(tj. współczynnik mikro-Devala > 50)   |
| Gęstość ziaren   | PN-EN 1097-6, roz. 7, 8 i 9 [14]         | 5.4         | Deklarowana  |
| Nasiąkliwość   | PN-EN 1097-6, roz. 7, 8 i 9 [14]         | 5.5 i 7.3.2 | kat. WA <sub>241</sub>   |
| Siarczany rozpuszczalne w kwasie   | PN-EN 1744-1 [17]                        | 6.2         | AS <sub>NR</sub>   |
| Całkowita zawartość siarki   | PN-EN 1744-1 [17]                        | 6.3         | SNR  |
| Stalność objętości żużła stalowniczego   | PN-EN 1744-1, roz. 19.3 [17]             | 6.4.2.1     | Kat. V5<br>(tj. pęcznienie $\leq 5$ % objętości). Dotyczy żużła z klasycznego pieca tlenowego i elektrycznego pieca łukowego |
| Rozpad krzemianowy w żużlu wielko- piecowym kawałkowym   | PN-EN 1744-1, p. 19.1 [17]               | 6.4.2.2     | Brak rozpadu   |
| Rozpad żelazawy w żużlu wielkopiecowym kawałkowym  | PN-EN 1744-1, p. 19.2 [17]               | 6.4.2.3     | Brak rozpadu   |
| Składniki rozpuszczalne w wodzie   | PN-EN 1744-3 [18]                        | 6.4.3       | Brak substancji szkodliwych w stosunku do środowiska wg odrębnych przepisów  |
| Zanieczyszczenia   | -  | 6.4.4       | Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy  |
| Zgorzel słoneczna bazaltu  | PN-EN 1367-3 [16]<br>i PN-EN 1097-2 [13] | 7.2         | SB <sub>LA</sub>   |
| Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 mm   | PN-EN 1367-1                             | 7.3.3       | Zgodnie z WT4-2010 – tablica 1   |

|  |      |                        |  |
|--|------|------------------------|--|
|  | [15] |                        |  |
| Skład materiałowy  | -    | Zał. C                 | Deklarowany  |
| Istotne cechy środowiskowe   | -    | Zał. C<br>pkt<br>C.3.4 | 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 |
| *) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych |      |                        |  |

## 2.4. Składowanie materiałów

Jeżeli kruszywo przeznaczone do wykonania podbudowy zasadniczej nie jest wbudowane bezpośrednio po dostarczeniu na budowę i zachodzi potrzeba jego okresowego składowania, to Wykonawca robót powinien zabezpieczyć kruszywo przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z innymi materiałami kamiennymi. Podłoże w miejscu składowania powinno być równe, utwardzone i dobrze odwodnione.

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 3.

### 3.2. Sprzęt stosowany do wykonania robót

Przy wykonywaniu robót Wykonawca w zależności od potrzeb, powinien wykazać się możliwością korzystania ze sprzętu dostosowanego do przyjętej metody robót, jak:

- mieszarki do wytwarzania mieszanki kruszywa, wyposażone w urządzenia dozujące wodę, które powinny zapewnić wytworzenie jednorodnej mieszanki o wilgotności optymalnej,
- układarki lub równiarki do rozkładania mieszanki kruszywa niezwiązanego,
- walce ogumione i stalowe wibracyjne lub statyczne do zagęszczania mieszanki,
- zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne, do stosowania w miejscach trudno dostępnych.

Sprzęt powinien odpowiadać wymaganiom określonym w dokumentacji projektowej, ST, instrukcjach producentów lub propozycji Wykonawcy i powinien być zaakceptowany przez Inżyniera.

## 4. TRANSPORT

### 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano ST D.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4. Rodzaj środków transportu musi być zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru.

### 4.2. Transport materiałów

Kruszywa można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem i zawilgoceniem.

Transport pozostałych materiałów powinien odbywać się zgodnie z wymaganiami norm przedmiotowych.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

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

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w ST D.00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 5.

### **5.2. Zakres wykonywanych robót**

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową i ST. W przypadku braku wystarczających danych można korzystać z ustaleń podanych w niniejszej specyfikacji

Podstawowe czynności przy wykonaniu robót obejmują:

1. roboty przygotowawcze,
2. projektowanie mieszanki,
3. wbudowanie mieszanki,
4. roboty wykończeniowe.

### **5.3. Roboty przygotowawcze**

Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej, SST lub wskazań Inżyniera:

- ustalić lokalizację robót,
- przeprowadzić obliczenia i pomiary niezbędne do szczegółowego wytyczenia robót oraz ustalenia danych wysokościowych,
- usunąć przeszkody utrudniające wykonanie robót,
- wprowadzić oznakowanie drogi na okres robót,
- zgromadzić materiały i sprzęt potrzebne do rozpoczęcia robót.

Można dodatkowo korzystać z SST D-01.00.00 [2] przy robotach przygotowawczych oraz z SST D-02.00.00 [3] przy występowaniu robót ziemnych.

### **5.4. Projektowanie mieszanki kruszywa niezwiązanego**

#### **5.4.1. Postanowienia ogólne**

Przed przystąpieniem do robót, w terminie uzgodnionym z Inżynierem, Wykonawca dostarczy Inżynierowi do akceptacji projekt składu mieszanki kruszywa niezwiązanego oraz wyniki badań laboratoryjnych poszczególnych składników i próbki materiałów pobrane w obecności Inżyniera do wykonania badań kontrolnych przez Inżyniera.

Projektowanie mieszanki polega na doborze kruszywa do mieszanki oraz ilości wody. Procedura projektowa powinna być oparta na próbach laboratoryjnych i/lub polowych przeprowadzonych na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach, jak te które będą stosowane do wykonania podbudowy zasadniczej.

Skład mieszanki projektuje się zgodnie z wymaganiami wobec mieszanek niezwiązanych do podbudowy zasadniczej, określonych w tablicy 4. Wartości graniczne i tolerancje zawierają rozrzut wynikający z pobierania i dzielenia próbki, przedział ufności (precyzja w porównywalnych warunkach) oraz nierównomierności warunków wykonawczych.

Mieszanki kruszyw powinny być tak produkowane i składowane, aby wykazywały zachowanie jednakowych właściwości, spełniając wymagania z tablicy 4. Mieszanki kruszyw powinny być jednorodnie wymieszane i powinny charakteryzować się równomierną wilgotnością. Kruszywa powinny odpowiadać wymaganiom tablicy 1, przy czym w mieszankach wyprodukowanych z różnych kruszyw, każdy ze składników musi spełniać wymagania tablicy 1.



Przy projektowaniu mieszanek kruszyw z recyklingu można ustalać skład mieszanek, wzorując się na przykładach podanych w załączniku 1.

#### 5.4.2. Wymagania wobec mieszanek

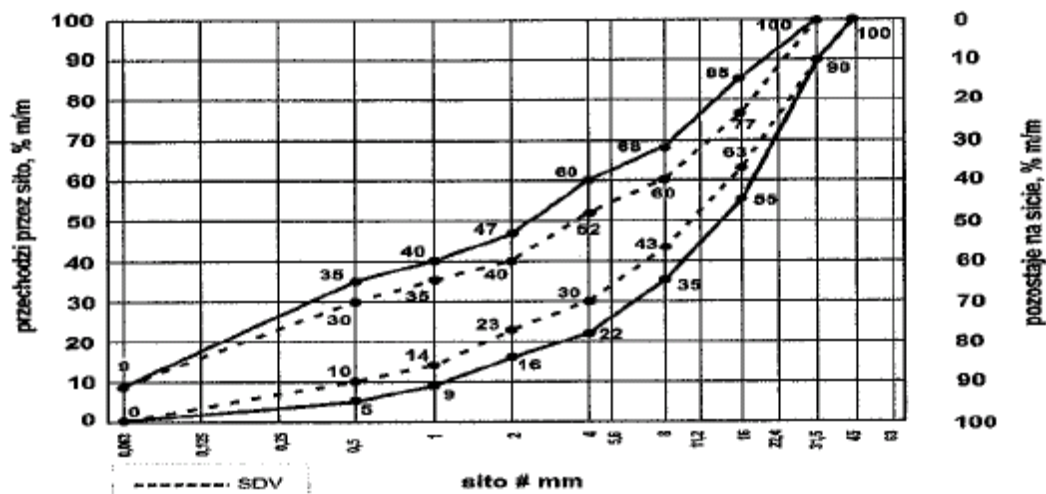
W warstwach podbudowy zasadniczej można stosować następujące mieszanki kruszyw: 0/31,5 mm.

Wymagania wobec mieszanek przeznaczonych do podbudowy zasadniczej, podane w tablicy 4, odnośnie wrażliwości na mróz warstw z mieszanek kruszyw, dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu w aparacie Proctora według PN-EN 13286-2 [21]

Zawartość pyłów w mieszankach kruszyw do warstwy podbudowy zasadniczej, określana wg PN-EN 933-1 [8], powinna być zgodna z wymaganiami tablicy 4. W przypadku słabych kruszyw, zawartość pyłów w mieszance kruszyw należy również badać i deklarować po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Zawartość pyłów w takiej mieszance po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora powinna również spełniać wymagania podane w tablicy 4. Nie określa się wymagań wobec minimalnej zawartości pyłów <0,063mm w mieszankach kruszyw do warstwy podbudowy zasadniczej.

Zawartość nadziarna w mieszankach kruszyw, określa się według PN-EN 933-1 [8] powinna spełniać wymagania podane w tablicy 4. W przypadku słabych kruszyw decyduje zawartość nadziarna w mieszance kruszyw po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora.

Uziarnienie mieszanek kruszyw o wymiarach ziaren D od 0 do 63 mm należy określić według PN-EN 933-1 [8]. Krzywe uziarnienia mieszanki kruszyw do podbudowy zasadniczej powinny zawierać się w obszarze między krzywymi granicznymi uziarnienia przedstawionymi na rysunku 1, odpowiednio dla każdego rodzaju mieszanki. Na rysunku 1 pokazano również (liniami przerywanymi SDV) obszar uziarnienia, w którym powinna się mieścić krzywa uziarnienia mieszanki (S) deklarowana przez dostawcę/producenta. W przypadku słabych kruszyw uziarnienie mieszanki kruszyw należy również badać i deklarować, po pięciokrotnym 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 rysunku 1.



Rys. 1. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki kruszywa niezwiązanego 0/31,5 mm do warstw podbudowy zasadniczej

Oprócz wymagań podanych na rysunku 1, wymaga się aby 90% uziarnień mieszanek zbadanych w ramach ZKP w okresie 6 miesięcy spełniało wymagania kategorii podanych w tablicach 2 i 3, aby zapewnić jednorodność i ciągłość uziarnienia mieszanek.

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 ziaren słabych, wymaganie dotyczy deklarowanego przez producenta uziarnienia mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora

| Mieszanka<br>niezwiązana,<br>mm | 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 |
| <b>0/31,5</b>                   | ± 5  | ± 5 | ± 7 | ± 8 | -   | ± 8 | -    | ± 8 |      |      |

Krzywa uziarnienia (S) deklarowana przez producenta mieszanek powinna nie tylko mieścić się w odpowiednich krzywych uziarnienia (rys. 1÷3) 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<br>mm | Minimalna i maksymalna zawartość frakcji w mieszankach; [różnice przesiewów w % (m/m) przez sito (mm)] |     |      |     |       |     |      |     |          |     |      |     |           |     |         |     |
|-----------------|--|-----|------|-----|-------|-----|------|-----|----------|-----|------|-----|-----------|-----|---------|-----|
|                 | 1/2  |     | 2/4  |     | 2/5,6 |     | 4/8  |     | 5,6/11,2 |     | 8/16 |     | 11,2/22,4 |     | 16/31,5 |     |
|                 | min.   | max | min. | max | min.  | max | min. | max | min.     | max | min. | max | min.      | max | min.    | max |
| <b>0/31,5</b>   | 4  | 15  | 7    | 20  | -     | -   | 10   | 25  | -        | -   | 10   | 25  | -         | -   | -       | -   |

Mieszanki kruszyw stosowane do warstw podbudów pomocniczych powinny spełniać wymagania wg tablicy 4. 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 [21]. Nie stawia się wymagań wobec wodoprzepuszczalności zagęszczonej mieszanki niezwiązanej do podbudowy zasadniczej, o ile szczegółowe rozwiązania konstrukcyjne nie przewidują tego.

Zawartość wody w mieszankach kruszyw i gruntach powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej według PN-EN 13286-2 [21], w granicach podanych w tablicy 4.

Badanie CBR mieszanek do podbudowy zasadniczej należy wykonać na mieszance zagęszczonej do wskaźnika zagęszczenia  $I_s = 1,0$  i po 96 godzinach przechowywania jej w wodzie. CBR należy oznaczyć wg PN-EN 13286-4 [22], a wymaganie przyjąć wg tablicy 4.

#### 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.



#### Wymagania wobec mieszanek

W tablicy 4 przedstawia się zbiorcze zestawienie wymagań wobec mieszanek kruszywa niezwiązanego w warstwie podbudowy zasadniczej.

Tablica 4. Wymagania wobec mieszanek kruszywa niezwiązanego w warstwie podbudowy zasadniczej

Skróty użyte w tablicy: Kat. – kategoria właściwości, wsk. – wskaźnik, wsp. – współczynnik

| Właściwość<br>kruszywa   | Wymagania wobec mieszanek kruszywa<br>niezwiązanego w warstwie podbudowy<br>zasadniczej pod nawierzchnią drogi obciążonej<br>ruchem kategorii KR1 ÷ KR7 |                  |
|--|---|------------------|
|  | Punkt<br>PN-EN<br>13285   | Wymagania        |
| Uziarnienie mieszanek  | 4.3.1   | 0/31,5           |
| Maksymalna zawartość pyłów:<br>Kat.UF  | 4.3.2   | UF <sub>12</sub> |
| Minimalna zawartość pyłów:<br>Kat. LF  | 4.3.2   | LF <sub>NR</sub> |
| Zawartość nadziarna:<br>Kat.OC   | 4.3.3   | OC <sub>90</sub> |
| Wymagania wobec uziarnienia  | 4.4.1   | Wg rys. 1        |
| Wymagania wobec jednorodności uziarnienia<br>poszczególnych partii – porównanie z<br>deklarowaną przez producenta wartością (S)                            | 4.4.2   | Wg tab. 2        |
| Wymagania wobec jednorodności uziarnienia<br>na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach   | 4.4.2   | Wg tab. 3        |
| Wrażliwość na mróz; wskaźnik piaskowy SE <sup>*)</sup> ,<br>co najmniej  | 4.5   | 40               |
| Odporność na rozdrabnianie (dotyczy frakcji<br>10/14 mm odsianej z mieszanki) wg PN-EN<br>1097-1 [12], kat. nie wyższa niż                                 |   | LA <sub>40</sub> |
| Odporność na ścieranie (dotyczy frakcji 10/14<br>mm odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1<br>[12], kat. M <sub>DE</sub>                                    |   | Deklarowana      |
| Mrozoodporność (dotyczy frakcji kruszywa<br>8/16 mm odsianej z mieszanki) wg PN-EN<br>1367-1 [15]  |   | Kat. F4          |
| Wartość CBR po zagęszczeniu do wskaźnika<br>zagęszczenia I <sub>s</sub> =1,0 i moczeniu w wodzie 96 h,<br>co najmniej                                      |   | ≥ 60             |
| Wodoprzepuszczalność mieszanki w warstwie<br>odsączającej po zagęszczeniu metodą Proctora<br>do wskaźnika zagęszczenia I <sub>s</sub> =1,0; wsp. filtracji | 4.5   | Brak wymagań     |

|   |     |  |
|---|-----|--|
| ”k”, co najmniej cm/s   |     |  |
| Zawartość wody w mieszance zagęszczanej; %<br>(m/m) wilgotności optymalnej wg metody Proctora |     | 80-100   |
| Inne cechy środowiskowe   | 4.5 | 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 |

\*)

Badanie wskaźnika piaskowego SE należy wykonać na mieszance po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PNEN 13286-2 [21].

### 5.5. Przygotowanie podłoża pod podbudowę zasadniczą

W przypadku wykonywania podbudowy zasadniczej z mieszanki kruszywa niezwiązanego, najkorzystniejszą konstrukcją podłoża ulepszanego jest również mieszanka kruszywa niezwiązanego. Wykonanie podłoża ulepszanego powinno odpowiadać wymaganiom zawartym w SST D-04.04.00a „Podłoże ulepszone z mieszanki kruszywa niezwiązanego” [7]. Wszystkie niezbędne cechy geometryczne podłoża ulepszanego powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej.

Mieszankę kruszywa o ściśle określonym uziarnieniu i wilgotności optymalnej należy wytwarzać w mieszarkach, gwarantujących otrzymanie jednorodnej mieszanki. Mieszarki (wytwórnice mieszanek kruszywa) stacjonarne lub mobilne powinny zapewnić ciągłość produkcji zgodną z receptą laboratoryjną. Ze względu na konieczność zapewnienia mieszance jednorodności nie zaleca się wytwarzania mieszanki przez mieszanie poszczególnych frakcji kruszywa na drodze.

### 5.6. Wbudowanie mieszanki kruszywa w warstwę podbudowy zasadniczej

Mieszanka kruszywa niezwiązanego po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w taki sposób, aby nie uległa rozsegregowaniu i wysychaniu. Zaleca się w tym celu korzystanie z transportu samochodowego z zabezpieczoną (przykrytą) skrzynią ładunkową.

Mieszanka kruszywa powinna być rozkładana metodą zmechanizowaną przy użyciu zalecanej, elektronicznie sterowanej, rozkładarki, która wstępnie może zagęszczać układaną warstwę kruszywa. Rozkładana warstwa kruszywa powinna być jednakowej grubości, takiej aby jej ostateczna grubość po zagęszczeniu była równa

grubości projektowanej. Grubość pojedynczo układanej warstwy nie może przekraczać 20 cm po zagęszczeniu. Jeżeli układana konstrukcja 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 optymalnej, określonej według próby Proctora. Mieszanka o większej wilgotności powinna zostać osuszona przez mieszanie i napowietrzanie, np. przemieszanie jej mieszarką, kilkakrotne przesuwanie mieszanki równiarką. 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.

Rozścieloną mieszankę kruszywa należy sprofilować równiarką lub ciężkim szablonem, do spadków poprzecznych i pochyleń podłużnych ustalonych w dokumentacji projektowej. W czasie profilowania należy wyrównać lokalne wgłębienia.

### 5.7. Zagęszczanie mieszanki kruszywa

Po wyprofilowaniu mieszanki kruszywa należy rozpocząć jej zagęszczanie, które należy kontynuować aż do osiągnięcia wymaganego w SST wskaźnika zagęszczenia.

Zagęszczanie podbudowy należy sprawdzać wg BN-64/8931-02 oraz PN-S-02205. Zagęszczenie podbudowy stabilizowanej mechanicznie należy uznać za prawidłowe, gdy stosunek wtórnego modułu  $E_2$  do pierwotnego modułu odkształcenia  $E_1$  jest nie większy niż 2,2 dla każdej warstwy konstrukcyjnej podbudowy.

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

Moduł odkształcenia należy wyznaczyć wg wzoru:

$$E_{1,2} = \frac{3\Delta p}{4\Delta s} \cdot D$$

Gdzie:

$E_1$  - moduł pierwotny odkształcenia [MPa]

$E_2$  - moduł wtórny odkształcenia [MPa]

$\Delta p$  - przyrost obciążenia jednostkowego [MPa]

$\Delta s$  - przyrost odkształcenia odpowiadający zakresowi obciążeń jednostkowych [mm]

D - średnica płyty [mm]

Warstwę kruszywa niezwiązanego należy zagęszczać walcami ogumionymi, walcami wibracyjnymi i gładkimi. Kruszywo o przewadze ziaren grubych zaleca się zagęszczać najpierw walcami ogumionymi, a następnie walcami wibracyjnymi. Kruszywo o przewadze ziaren drobnych zaleca się zagęszczać najpierw walcami ogumionymi, a następnie gładkimi. W miejscach trudno dostępnych należy stosować zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne itp.

Zagęszczenie powinno być równomierne na całej szerokości warstwy.

Zaleca się, aby grubość zagęszczanej warstwy nie przekraczała przy walcach statycznych gładkich 15 cm, a przy walcach ogumionych lub wibracyjnych 20 cm.

### 5.8. Utrzymanie wykonanej warstwy

Zagęszczona warstwa, przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Jeżeli po wykonanej warstwie będzie się odbywał ruch budowlany, to Wykonawca jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia, spowodowane przez ten ruch.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1].

### 6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B, certyfikat zgodności, deklarację zgodności, aprobatę techniczną, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- wykonać badania kruszyw przeznaczonych do wykonania robót, obejmujące wszystkie właściwości określone w tablicy 1 niniejszej SST.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji.

### 6.3. Badania w czasie robót

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów, które należy wykonać w czasie robót podaje tablica 5.

Tablica 5. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie robót.

| Lp. | Wyszczególnienie robót   | Częstotliwość badań   | Wartości dopuszczalne                |
|-----|--|---|--------------------------------------|
| 1   | Lokalizacja i zgodność granic terenu robót z dokumentacją projektową | 1 raz   | Wg pktu 5 i dokumentacji projektowej |
| 2   | Roboty przygotowawcze  | Ocena ciągła  | Wg pktu 5.3                          |
| 3   | Właściwości kruszywa   | Dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa                           | Wg tablicy 1                         |
| 4   | Uziarnienie mieszanki  | 2 razy na dziennej działce roboczej co najmniej jedno badanie na 600 m <sup>2</sup> | Wg tablicy 4                         |
| 5   | Wilgotność mieszanki   |   |                                      |
| 6   | Zawartość pyłów w mieszance  |   |                                      |
| 7   | Zawartość nadziarna w mieszance                                      |   |                                      |
| 8   | Wrażliwość mieszanki na mróz, wskaźnik piaskowy                      |   |                                      |
| 9   | Zawartość wody w mieszance   | - 10 próbek na 10 000 m <sup>2</sup><br>- co najmniej 10 próbek na zadaniu          |                                      |
| 10  | Wartość CBR po zagęszczeniu mieszanki                                |   |                                      |

### 6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych warstwy z mieszanki niezwiązanej podaje tablica 6.

Tablica 6. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych

| Lp. | Wyszczególnienie badań i pomiarów       | Minimalna częstotliwość badań i pomiarów  | Dopuszczalne odchyłki  |
|-----|---|---|--|
| 1   | Szerokość warstwy                       | Co 50m  | ± 5cm  |
| 2   | Równość                                 | Wg [25]   | Podbudowa zasadnicza: ± 13mm<br>Podbudowa zasadnicza: ± 20mm         |
| 3   | Spadki poprzeczne *)                    | Co 50m  | ± 0,5%   |
| 4   | Rzędne wysokościowe                     | Wg [25]   | Podbudowa zasadnicza: -1cm, +0cm<br>Podbudowa zasadnicza: -2cm, +0cm |
| 5   | Ukształtowanie osi w planie *)          | Co 50 m   | ± 5 cm   |
| 6   | Grubość warstwy                         | w 3 punktach na działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 400 m <sup>2</sup> | Podbudowa zasadnicza: ±10%,  |
| 7   | Nośność podbudowy – moduł odkształcenia | Co najmniej raz na 1000 m <sup>2</sup>  | Wg tablicy 7   |

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

Moduł odkształcenia wg BN-64/8931-02 powinien być zgodny z podanym w tablicy 7

Tablica 7. Wymagane cechy podbudowy

| Podbudowa z kruszywa o wskaźniku $w_{noś}$ nie mniejszym niż, % | Wymagane cechy podbudowy                     |  |              |
|---|--|--|--------------|
|   | Wskaźnik zagęszczenia $I_s$ nie mniejszy niż | Minimalny moduł odkształcenia mierzony płytą |              |
|   |  | pierwotny $E_1$                              | wtórny $E_2$ |
| 60  | 1.00   | 60   | 120          |
| 80  | 1.00   | 80   | 140          |
| Wymagane cechy nawierzchni                                      |  |  |              |
| 80  | 1.00   | 80   | 150          |

## 6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami

### 6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne

Wszystkie powierzchnie, 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 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**

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 Inspektora Nadzoru Inwestorskiego, 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**

Jeżeli nośność podbudowy będzie mniejsza od wymaganej, to Wykonawca wykona wszelkie roboty niezbędne do zapewnienia wymaganej nośności, zalecone przez Inspektora Nadzoru Inwestorskiego. Koszty tych dodatkowych robót poniesie Wykonawca podbudowy tylko wtedy, gdy zniżenie nośności podbudowy wynikało z niewłaściwego wykonania robót przez Wykonawcę podbudowy.

### **7. OBMIAR ROBÓT**

#### **7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru podano ST DM-.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

#### **7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest 1 m<sup>2</sup> (metr kwadratowy) wykonanej podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie.

### **8. ODBIÓR ROBÓT**

#### **8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano ST D.00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 8.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z ST, Dokumentacją Projektową i poleceniami Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie badania i pomiary z zachowaniem tolerancji wg punktu 6 niniejszej ST dały wyniki pozytywne.

### **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

#### **9.1. Ogólne zasady dotyczące podstawy płatności robót**

Ogólne wymagania dotyczące podstawy płatności podano ST D.00.00.00 „Wymagania ogólne” punkt 9.



## 9.2. Cena jednostki obmiarowej

Płatność za 1 m<sup>2</sup> wykonanej warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie należy przyjmować zgodnie z obmiarem robót i oceną jakości wykonanych robót na podstawie wyników pomiarów i badań laboratoryjnych.

Cena wykonania 1 m<sup>2</sup> podbudowy obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów i sprzętu,
- przygotowanie mieszanki z kruszywa, zgodnie z receptą,
- dostarczenie mieszanki na miejsce wbudowania,
- rozłożenie mieszanki,
- zagęszczenie mieszanki,
- utrzymanie warstwy w czasie robót,
- przeprowadzenie wymaganych pomiarów i badań,
- uporządkowanie terenu robót i jego otoczenia,
- odwiezienie sprzętu,
- uporządkowanie terenu robót.

Wszystkie roboty powinny być wykonane według wymagań dokumentacji projektowej, SST i postanowień Inżyniera.

## 9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących

Cena wykonania robót określonych niniejszą SST obejmuje:

- roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
- prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, niezaliczane do robót tymczasowych, jak geodezyjne wytyczenie robót itd.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

- |    |              |   |
|----|--------------|---|
| 1. | PN-B-04481   | Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.  |
| 2. | PN-EN 933-1  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie składu ziarnowego – Metoda przesiewania   |
| 3. | PN-EN 933-3  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości   |
| 4. | PN-EN 933-4  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziaren – Wskaźnik kształtu   |
| 5. | PN-EN 933-5  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych |
| 6. | PN-EN 1097-1 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)   |
| 7. | PN-EN 1097-2 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie  |
| 8. | PN-EN 1097-6 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6:<br>Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości  |
| 9. | PN-EN 1367-1 | Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 1: Oznaczanie mrozoodporności                                     |

10. PN-EN 1367-3      Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania
11. PN-EN 1744-1      Badania chemicznych właściwości kruszyw – Analiza chemiczna
12. PN-EN 1744-3      Badania chemicznych właściwości kruszyw – Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw
13. PN-EN 13242      Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
14. PN-EN 13285      Mieszanki niezwiązane – Wymagania
15. PN-EN 13286-2      Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 2:  
Metody określania gęstości i zawartości wody – Zagęszczanie metodą Proctora
16. PN-EN 13286-47      Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 47: Metody badań dla określenia nośności, kalifornijski wskaźnik nośności CBR, natychmiastowy wskaźnik nośności i pęcznienia liniowego
17. Dz.U. nr 43, poz. 430 Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie
18. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych.  
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad – Politechnika Gdańska, Gdańsk 2012r .