

D – 04.04.02b

PODBUDOWA ZASADNICZA
Z MIESZANKI KRUSZYWA NIEZWIĄZANEGO

SPIS TREŚCI

| | |
|---------------------------------|--|
| 1. WSTĘP | |
| 2. MATERIAŁY | |
| 3. SPRZĘT | |
| 4. TRANSPORT | |
| 5. WYKONANIE ROBÓT | |
| 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT | |
| 7. OBMIAŁ ROBÓT | |
| 8. ODBIÓR ROBÓT | |
| 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI | |
| 10. PRZEPISY ZWIĄZANE | |
| 11. ZAŁĄCZNIKI | |

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy zasadniczej z mieszanki kruszywa niezwiązanego.

1.2. Zakres stosowania SST

specyfikacja techniczna (SST) jest materiałem pomocniczym do opracowania specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych (ST) stosowanej jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót na drogach i ulicach.

1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i odbiorem podbudowy zasadniczej z mieszanki kruszywa niezwiązanego, tj. ziarnistego materiału o określonym składzie, w procesie technologicznym, polegającym na odpowiednim zagęszczeniu przy optymalnej wilgotności mieszanki.

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

Podbudowa zasadnicza, stanowiąca górną część podbudowy w nawierzchni drogowej, zapewnia przenoszenie obciążeń z warstw wyżej leżących na warstwę podbudowy pomocniczej i podłoże.

Podbudowa zasadnicza z mieszanki kruszywa niezwiązanego może być wykonywana w konstrukcji drogi obciążonej ruchem kategorii KR1÷KR7.

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 otoczków.

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: wielkopiecowych, 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 żuźlowe z żużla wielkopiecowego – kruszywo składające się głównie ze skrzystalizowanych krzemianów lub glinokrzemianów wapnia i magnezu uzyskanych przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żużla wielkopiecowego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody. Chłodzony powietrzem żużel wielkopiecowy twardnieje dzięki reakcji hydraulicznej lub karbonatyzacji.

1.4.9. Kruszywo żuźlowe z żużla stalowniczego – kruszywo składające się głównie ze skrzystalizowanego krzemianu wapnia i ferrytu zawierającego CaO, SiO₂, MgO oraz tlenek żelaza. Kruszywo otrzymuje się przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żużla stalowniczego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody.

1.4.10. Kategoria ruchu (KR1-KR7) – jeden z przedziałów określających ruch projektowy od KR1 do KR7 w zależności od sumarycznej liczby osi równoważnych 100 kN w okresie projektowym według „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”, GDDKiA, Warszawa 2014 [23].

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 (mma) lub z przekruszenia kawałków warstw nawierzchni asfaltowych oraz niewbudowanych partii mma, który został ujednorodniony pod względem składu oraz co najmniej przesiany, w celu odrzucenia dużych kawałków mma (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 ulepszonego, które charakteryzuje się różnicami w uziarnieniu przed i po 5-krotnym zagęszczeniu metodą Proctora, przekraczającymi $\pm 8\%$. Uziarnienie kruszywa należy sprawdzać na sitach przewidzianych do kontroli uziarnienia wg PN-EN 13285 i niniejszej SST. 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 podłoże. Podbudowa może składać się z podbudowy zasadniczej i pomocniczej, które mogą być wykonywane w kilku warstwach technologicznych.

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

1.4.18. 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.

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

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 2.

2.2. Materiały do wykonania robót

2.2.1. Zgodność materiałów z dokumentacją projektową

Materiały do wykonania robót powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej lub ST.

2.2.2. Materiały wchodzące w skład mieszanki

Materiałami stosowanymi do wytwarzania mieszanek z kruszywa niezwiązanego są:

- kruszywo,
- woda do zraszania kruszywa.

2.2.3. Kruszywa

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 podbudowy zasadniczej przedstawia tabela 1.

Mieszanki o górnym wymiarze ziaren (D) większym niż 80 mm nie są objęte normą PN-EN 13285 [17] i niniejszą SST.

Tabela 1. Wymagania według WT-4 [21] i PN-EN 13242 [16] wobec kruszyw do mieszanek niezwiązaných w warstwie podbudowy zasadniczej

Skróty użyte w tabeli: Kat. – kategoria właściwości, Dekl – deklarowana, wsk. – wskaźnik, wsp. – współczynnik, roz. -rozdział

| Właściwość kruszywa | Metoda badania wg | Wymagania wobec kruszywa do mieszanek niezwiązaných, 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 plus zestaw 1) Wszystkie frakcje dozwolone |
| Uziarnienie | PN-EN 933-1[5] | 4.3.1 | Kruszywo grube: kat. G _C 80/20, kruszywo drobne: kat. G _F 80, kruszywo o ciągłym uziarnieniu: kat. G _A 75. Uziarnienie mieszanek kruszywa wg rysunków 1÷3 |
| Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich | PN-EN 933-1 [5] | 4.3.2 | Kat. GT _C 20/15 (tj. dla stosunku D/d ≥ 2 i sita o pośrednich wymiarach D/1,4 ogólne granice wynoszą 20-70% przechodzącej masy i graniczne odchylenia od typowego uziarnienia deklarowanego przez producenta wynoszą ±15%) |
| Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu | PN-EN 933-1 [5] | 4.3.3 | Kruszywo drobne: kat. GT _F 10 (tj. procent masy przechodzącej przez sito górne D: ±5%, sito D/2: ±10%, sito 0,063 mm: ±3%).Kruszywo o ciągłym uziarnieniu: kat. GT _A 20 (tj. procent masy przechodzącej przez sito górne D: ±5%, sito D/2: ±20%, sito 0,063 mm: ±4%) |
| Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaźnika płaskości | PN-EN 933-3 [6] | 4.4 | Kat. FI ₅₀ (tj. maksymalna wartość wskaźnika płaskości wynosi ≤ 50) |
| Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaźnika kształtu | PN-EN 933-4 [7] | 4.4 | Kat. SI ₅₅ (tj. maksymalna wartość wskaźnika kształtu wynosi ≤ 55) |
| Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym | PN-EN 933-5 [8] | 4.5 | Kat. C _{90/3} (tj. masa ziarn przekruszonych lub łamanych wynosi 90 do 100 %, a masa ziarn całkowicie zaokrąglonych wynosi 0 do 3 %) |
| Zawartość pyłów w kruszywie grubym ^{*)} | PN-EN 933-1 [5] | 4.6 | Kat. f _{Dekl} (tj. masa frakcji przechodzącej przez sito 0,063 mm jest > 4) |
| Zawartość pyłów w kruszywie drobnym ^{*)} | PN-EN 933-1 [5] | 4.6 | Kat. f _{Dekl} (tj. masa frakcji przechodzącej przez sito 0,063 mm jest > 22) |
| Jakość pyłów | - | 4.7 | Właściwość niebadana na pojedynczych frakcjach, a tylko w mieszankach wg wymagań dla mieszanek |
| Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego | PN-EN 1097-2 [10] | 5.2 | Kat. LA ₄₀ (tj. maksymalna wartość współczynnika Los Angeles ≤ 40 ^{**)}) |
| Odporność na ścieranie kruszywa grubego | PN-EN 1097-1 [9] | 5.3 | Kat. M _{DE} Deklarowana (tj. współczynnik mikro-Devala >50)) |
| Gęstość ziaren | PN-EN 1097-6, roz. 7, 8 i 9 [11] | 5.4 | Deklarowana |
| Nasiąkliwość | PN-EN 1097-6, roz. 7, 8 i 9 [11] | 5.5 i 7.3.2 | Kat. W _{em} NR (tj. brak wymagania) kat. WA ₂₄₂ ^{****)} (tj. maksymalna wartość nasiąkliwości ≤2% masy) |
| Siarczany rozpuszczalne w kwasie | PN-EN 1744-1[14] | 6.2 | Kat. AS _{NR} (tj. brak wymagania) |
| Całkowita zawartość siarki | PN-EN 1744-1[14] | 6.3 | Kat. S _{NR} (tj. brak wymagania) |
| Stalność objętości żużla stalowniczego | PN-EN 1744-1, roz. 19.3 [14] | 6.4.2.1 | Kat. V _s (tj. pęcznienie ≤ 5 % objętości). Dotyczy żużla z klasycznego pieca tlenowego i elektrycznego pieca łukowego |
| Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym | PN-EN 1744-1, p. 19.1 [14] | 6.4.2.2 | Brak rozpadu |
| Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym | PN-EN 1744-1, p.19.2[14] | 6.4.2.3 | Brak rozpadu |
| Składniki rozpuszczalne w wodzie | PN-EN 1744-3 [15] | 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[13] i PN-EN 1097-2 [10] | 7.2 | Kat. SB _{LA} Deklarowana (tj. wzrost współczynnika Los Angeles po gotowaniu > 8%) |

| | | | |
|--|-------------------|------------------|--|
| Mrozoodporność na frakcji kruszywa 8/16 mm | PN-EN 1367-1 [12] | 7.3.3 | Skąły magmowe i przeobrażone: kat. F ₄ (tj. zamrażanie-rozmrażanie ≤ 4% masy), skąły osadowe: kat. F ₁₀ , kruszywa z recyklingu: kat. F ₁₀ (F ₂₅ ****) |
| Skład materiałowy | - | Zał. C | Deklarowany |
| Istotne cechy środowiskowe | - | Zał. C pkt 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 |
| <p>*) Łączna zawartość pyłów w mieszance powinna się mieścić w wybranych krzywych granicznych</p> <p>***) Do warstw podbudów zasadniczych na drogach obciążonych ruchem KR5-KR7 dopuszcza się jedynie kruszywa charakteryzujące się odpornością na rozdrabnianie LA≤35</p> <p>****) W przypadku, gdy wymaganie nie jest spełnione, należy sprawdzić mrozoodporność (F₄)</p> <p>*****) Pod warunkiem, gdy zawartość w mieszance nie przekracza 50% m/m</p> | | | |

2.2.4. Woda do zraszania kruszywa

Do zraszania kruszywa należy stosować wodę nie zawierającą składników wpływających szkodliwie na mieszankę kruszywa, ale umożliwiającą właściwe zagęszczenie mieszanki niezwiązanej, odpowiadającą wymaganiom normy PN-EN 1008 [24]. Stosowanie wody wodociągowej nie wymaga badań.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST D-M-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 w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 4.

4.2. Transport materiałów

Materiały sypkie (kruszywa) można przewozić dowolnymi środkami transportu, w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmiesaniem z innymi materiałami i nadmiernym zawilgoceniem.

Woda może być dostarczana wodociągiem lub przewożnymi zbiornikami wody.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 5.

5.2. Zasady wykonywania 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 oraz z informacji podanych w załącznikach.

Podstawowe czynności przy wykonaniu robót obejmują:

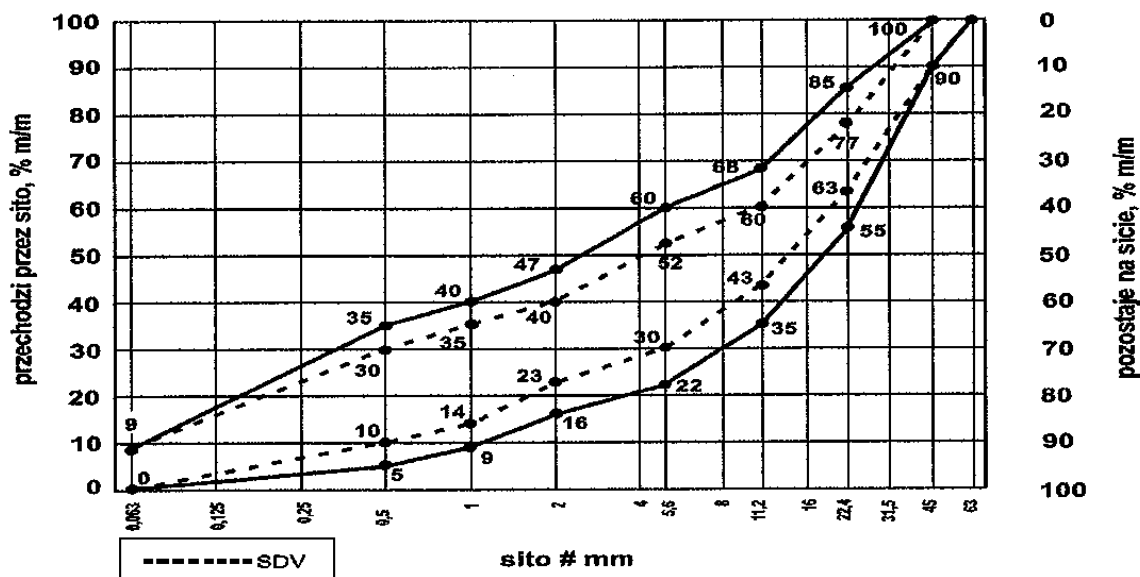
- roboty przygotowawcze,
- projektowanie mieszanki,
- odcinek próbny,
- wbudowanie mieszanki,
- roboty wykończeniowe.

5.3. Roboty przygotowawcze

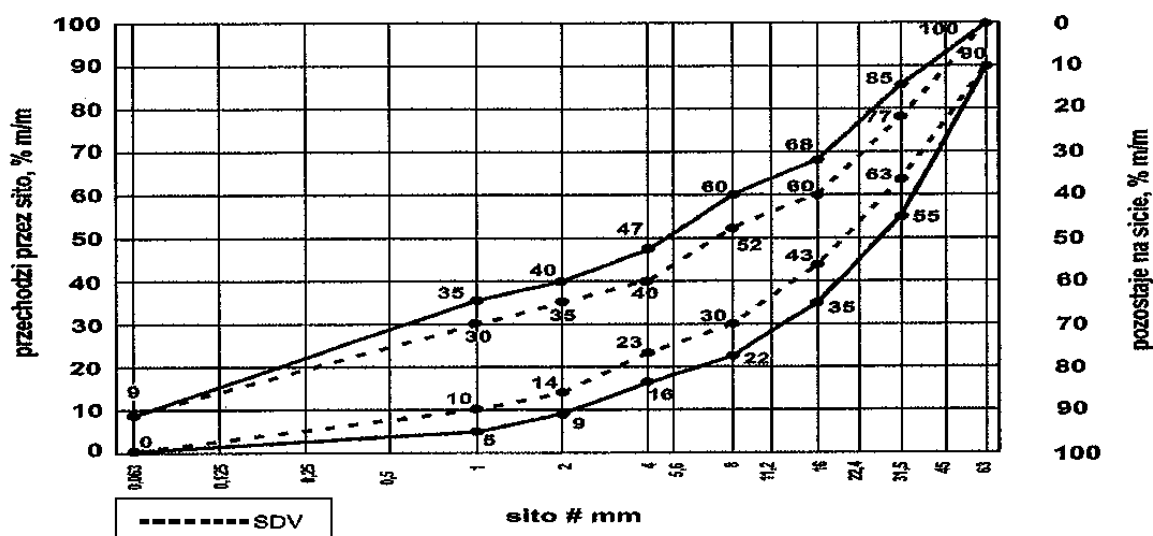
Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej, ST lub wskazań Inżyniera:

- ustalić lokalizację robót,

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



Rys. 2. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki kruszywa niezwiązanego 0/45 mm do warstw podbudowy zasadniczej



Rys. 3. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki kruszywa niezwiązanego 0/63 mm do warstw podbudowy zasadniczej

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

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

Krzywa uziarnienia (S) deklarowana przez producenta mieszanek powinna nie tylko mieścić się w odpowiednich krzywych uziarnienia (rys. 1÷3) ograniczonych przerywanymi liniami (SDV) z uwzględnieniem dopuszczalnych tolerancji podanych w tabeli 2, ale powinna spełniać także wymagania ciągłości uziarnienia zawarte w tabeli 3.

Tabela 3. Wymagania wobec ciągłości uziarnienia na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach podczas badań kontrolnych produkowanych mieszank

| Mieszanka, 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 |
| 0/31,5 | 4 | 15 | 7 | 20 | - | - | 10 | 25 | - | - | 10 | 25 | - | - | - | - |
| 0/45 | 4 | 15 | - | - | 7 | 20 | - | - | 10 | 25 | - | - | 10 | 25 | - | - |
| 0/63 | - | - | 4 | 15 | - | - | 7 | 20 | - | - | 10 | 25 | - | - | 10 | 25 |

Mieszanki kruszyw stosowane do warstw podbudów zasadniczych powinny spełniać wymagania wg tabeli 4. Wymagania wobec mieszank przeznaczonych do warstw podbudowy zasadniczej odnośnie wrażliwości na mróz (wskaźnik SE), dotyczą badania materiału po pięciokrotnym zagęszczeniu metoda Proctora według PN-EN 13286-2 [18]. Nie stawia się wymagań wobec wodoprzepuszczalności zagęszczonej mieszanki niezwiązanego do podbudowy zasadniczej, o ile szczegółowe rozwiązania nie przewidują tego.

Zawartość wody w mieszankach kruszyw powinna odpowiadać wymaganej zawartości wody w trakcie wbudowywania i zagęszczania określonej metodą Proctora według PN-EN 13286-2 [18], w granicach podanych w tabeli 4.

Badanie CBR mieszank do podbudowy zasadniczej należy wykonać na mieszance zagęszczonej metodą Proctora do wskaźnika zagęszczenia $I_s = 1,0$ i po 96 godzinach przechowywania jej w wodzie. CBR należy oznaczyć wg PN-EN 13286-47 [19], a wymaganie przyjmując wg tabeli 4.

Istotne cechy środowiskowe

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

Wymagania wobec mieszank

W tabeli 4 przedstawia się zbiorcze zestawienie wymagań wobec mieszank kruszywa niezwiązanego w warstwie podbudowy zasadniczej.

Tabela 4. Wymagania wobec mieszank kruszywa niezwiązanego w warstwie podbudowy zasadniczej
Skróty użyte w tabeli: Kat. – kategoria właściwości, wsk. – wskaźnik, wsp. – współczynnik

| Właściwość kruszywa | Wymagania wobec mieszank kruszywa niezwiązanego w warstwie podbudowy zasadniczej pod nawierzchnią drogi obciążonej ruchem kategorii KR1 ÷ KR7 | |
|---|---|--|
| | Punkt PN-EN 13285 | Wymagania |
| Uziarnienie mieszank | 4.3.1 | 0/31,5; 0/45; 0/63 mm |
| Maksymalna zawartość pyłów: Kat.UF | 4.3.2 | Kat. UF ₉ (tj. masa frakcji przechodzącej przez sito 0,063 mm powinna być ≤ 9%) |
| Minimalna zawartość pyłów: Kat. LF | 4.3.2 | Kat. LF _{NR} (tj. brak wymagań) |
| Zawartość nadziarna: Kat.OC | 4.3.3 | Kat. OC ₉₀ (tj. procent przechodzącej masy przez sito 1,4D ^{*)} powinien wynosić 100%, a przechodzącej przez sito D ^{**}) powinien wynosić 90-99%) |
| Wymagania wobec uziarnienia | 4.4.1 | Krzywe graniczne uziarnienia według rys. 1÷3 |
| Wymagania wobec jednorodności uziarnienia poszczególnych partii – | 4.4.2 | Wg tab. 2 |

| | | |
|--|-------|--|
| porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S) | | |
| Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach | 4.4.2 | Wg tab. 3 |
| Wrażliwość na mróz; wskaźnik piaskowy SE ^{***} , co najmniej | 4.5 | 45 |
| Odporność na rozdrabnianie (dotyczy frakcji 10/14 mm odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1 [9], kat. nie wyższa niż | | Kat. LA ₃₅ (tj. współczynnik Los Angeles ≤ 35) |
| Odporność na ścieranie (dotyczy frakcji 10/14 mm odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1097-1 [9], kat. M _{DE} | | Deklarowana |
| Mrozoodporność (dotyczy frakcji kruszywa 8/16 mm odsianej z mieszanki) wg PN-EN 1367-1 [12] | | Kat. F4 (tj. zamrażanie-rozmrażanie, procent masy ≤ 4) |
| Wartość CBR po zagęszczeniu do wskaźnika zagęszczenia I _s =1,0 i moczeniu w wodzie 96 h, co najmniej | | ≥ 80 |
| Wodoprzepuszczalność mieszanki w warstwie odsączającej po zagęszczeniu metodą Proctora do wskaźnika zagęszczenia I _s =1,0; wsp. filtracji "k", co najmniej cm/s | 4.5 | Brak wymagań |
| Zawartość wody w mieszance zagęszczonej; % (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 |

^{*)} Gdy wartości obliczone z 1,4D oraz d/2 nie są dokładnymi wymiarami sit serii ISO 565/R20, należy przyjąć następnym niższy wymiar sita. Jeśli D=90 mm należy przyjąć wymiar sita 125 mm jako wartość nadziarna.

^{**)} Procentowa zawartość ziaren przechodzących przez sito D może być większa niż 99% masy, ale w takich przypadkach dostawca powinien zadeklarować typowe uziarnienie.

^{***)} Badanie wskaźnika piaskowego SE należy wykonać na mieszance po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2 [18].

5.5. Odcinek próbny

Jeżeli w ST przewidziano potrzebę wykonania odcinka próbnego, to przed rozpoczęciem robót, w terminie uzgodnionym z Inżynierem, Wykonawca powinien wykonać odcinek próbny w celu:

1. stwierdzenia czy właściwy jest sprzęt budowlany do produkcji mieszanki oraz jej rozkładania i zagęszczenia,
2. określenia grubości wykonywanej warstwy w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
3. określenia liczby przejść sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia wykonywanej warstwy.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu do mieszania, rozkładania i zagęszczenia, jakie będą stosowane do wykonania warstwy.

Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić od 400 do 800 m².

Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Inżyniera.

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

5.6. Podłoże pod podbudowę zasadniczą

Podłożem pod podbudowę zasadniczą jest podbudowa pomocnicza. Rodzaj podbudowy pomocniczej powinien być zgodny z ustaleniem dokumentacji projektowej. Wszystkie niezbędne cechy geometryczne podbudowy pomocniczej powinny umożliwić ułożenie na niej podbudowy zasadniczej.

Jeśli podbudowa pomocnicza wykonana jest z mieszanki kruszywa niezwiązanego to powinna być wykonana zgodnie z SST D-04.04.02a „Podbudowa pomocnicza z mieszanki kruszywa niezwiązanego” [4].

5.7. Wytwarzanie mieszanki kruszywa na warstwę podbudowy zasadniczej

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.

Przy produkcji mieszanki kruszywa należy prowadzić zakładową kontrolę produkcji mieszanek niezwiązanym, zgodnie z WT-4 [21] załącznik C, a przy dostarczaniu mieszanki przez producenta/dostawcę należy stosować się do zasad deklarowania w odniesieniu do zakresu uziarnienia podanych w WT-4 [21] załącznik B.

5.8. Wbudowanie mieszanki kruszywa

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 pochyłych podłużnych ustalonych w dokumentacji projektowej. W czasie profilowania należy wyrównać lokalne wgłębienia.

5.9. Zagęszczanie mieszanki kruszywa

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

Warstwę kruszywa niezwiązanego należy zagęszczać walcami ogumionymi, walcami wibracyjnymi i gładkimi. Kruszywo o przewodzie ziaren grubych zaleca się zagęszczać najpierw walcami ogumionymi, a następnie walcami wibracyjnymi. Kruszywo o przewodzie 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.

5.10. 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.

5.11. Impregnacja podbudowy zasadniczej

Jeśli nie przewiduje się układania warstwy ścieralnej bezpośrednio po zagęszczeniu podbudowy zasadniczej można, po zaakceptowaniu przez Inżyniera, zaimpregnować podbudowę zasadniczą asfaltem 160/220 w ilości około 1,0 kg/m², albo emulsją kationową z przysypaniem piaskiem gruboziarnistym w ilości około 5 kg/m².

5.12. Roboty wykończeniowe

Roboty wykończeniowe, zgodne z dokumentacją projektową, ST lub wskazaniami Inżyniera dotyczą prac związanych z dostosowaniem wykonanych robót do istniejących warunków terenowych, takie jak:

- odtworzenie przeszkód czasowo usuniętych,
- uzupełnienie zniszczonych w czasie robót istniejących elementów drogowych lub terenowych,
- roboty porządkujące otoczenie terenu robót,
- usunięcie oznakowania drogi wprowadzonego na okres robót.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 6.

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 tabeli 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 tabela 5.

Tabela 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 tabeli 1 |
| 4 | Uziarnienie mieszanki | 2 razy na dziennej działce roboczej | Wg tabeli 4 |
| 5 | Wilgotność mieszanki | Jw. | Jw. |
| 6 | Zawartość pyłów w mieszance | Jw. | Jw. |
| 7 | Zawartość nadziarna w mieszance | Jw. | Jw. |
| 8 | Wrażliwość mieszanki na mróz, wskaźnik piaskowy | Jw. | Jw. |
| 9 | Zawartość wody w mieszance | Jw. | Jw. |
| 10 | Wartość CBR po zagęszczeniu mieszanki | 10 próbek na 10 000 m ² | Jw. |
| 11 | Inne właściwości mieszanki | Wg ustalenia Inżyniera | Jw. |
| 12 | Cechy środowiskowe | Wg ustalenia Inżyniera | Jw. |
| 13 | Roboty wykończeniowe | Ocena ciągła | Wg pktu 5.12 |

6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy zasadniczej

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych warstwy z mieszanki niezwiązaną podaje tabela 6.

Tabela 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 | 10 razy na 1 km | +10 cm, -5 cm (różnice od szerokości projektowej) |
| 2 | Równość podłużna | Wg [22] | Wg [22] |
| 3 | Równość poprzeczna | Wg [22] | Wg [22] |
| 4 | Spadki poprzeczne *) | 10 razy na 1 km | ± 0,5% (dopuszczalna tolerancja od spadków projektowych) |
| 5 | Rzędne wysokościowe | Wg [22] | Wg [22] |
| 6 | Ukształtowanie osi w planie *) | Co 100 m | Przesunięcie od osi projektowanej ± 5 cm |
| 7 | Grubość warstwy | w 3 punktach na działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ² | Różnice od grubości projektowanej ±10% |

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

6.5. Wymagania dotyczące zagęszczenia warstwy podbudowy zasadniczej nawierzchni podatnej

Kontrolę zagęszczenia i nośności podbudowy należy oprzeć na metodzie obciążeń płytowych za pomocą płyty VSS o średnicy 30 cm.

Jeśli dokumentacja projektowa lub ST nie mówi inaczej wskaźnik zagęszczenia nie powinien być mniejszy od 1,00 dla dróg kategorii ruchu KR1 - KR4 i od 1,03 dla dróg kategorii ruchu KR5 - KR7). Zagęszczenie podbudowy stabilizowanej mechanicznie 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 konstrukcyjnej podbudowy.

Jeśli dokumentacja projektowa lub ST nie mówi inaczej należy przyjąć nośności podbudowy zasadniczej określone w Tabeli 7 na podstawie typowych konstrukcji nawierzchni podatnych w Katalogu [23].

Tabela 7. Typowe wartości nośności podbudowy zasadniczej [23]

| Badanie | Kategoria ruchu | | |
|----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| | KR1 ÷ KR2 | KR3 ÷ KR4 | KR5 ÷ KR7 |
| Wtórny moduł odkształcenia E_2 | ≥ 130 MPa | ≥ 160 MPa | ≥ 180 MPa |

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m² (metr kwadratowy) wykonanej warstwy.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 8.

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

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania jednostki obmiarowej (1 m²) 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, ew. impregnacja warstwy,
- przeprowadzenie wymaganych pomiarów i badań,
- uporządkowanie terenu robót i jego otoczenia,
- roboty wykończeniowe,
- odwiezienie sprzętu.

Wszystkie roboty powinny być wykonane według wymagań dokumentacji projektowej, ST, specyfikacji technicznej 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

10.1. specyfikacje techniczne (SST)

| | | |
|----|--------------|---|
| 1. | D-M-00.00.00 | Wymagania ogólne |
| 2. | D-01.00.00 | Roboty przygotowawcze |
| 3. | D-02.00.00 | Roboty ziemne |
| 4. | D-04.04.02a | Podbudowa pomocnicza z mieszanki kruszywa niezwiązanego |

10.2. Normy

| | | |
|----|-------------|---|
| 5. | PN-EN 933-1 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie składu ziarnowego – Metoda przesiewania |
| 6. | PN-EN 933-3 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości |
| 7. | PN-EN 933-4 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziaren – Wskaźnik kształtu |
| 8. | PN-EN 933-5 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych |

9. PN-EN 1097-1 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)
10. PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
11. PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
12. PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
13. PN-EN 1367-3 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania
14. PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw – Analiza chemiczna
15. PN-EN 1744-3 Badania chemicznych właściwości kruszyw – Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw
16. PN-EN 13242 Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
17. PN-EN 13285 Mieszanki niezwiązane – Wymagania
18. PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody – Zagęszczanie metodą Proctora
19. 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
20. PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonu -- Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu

10.3. Inne dokumenty

21. Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych. WT-4 2010. Wymagania techniczne (zalecone do stosowania w specyfikacji technicznej na roboty budowlane na drogach krajowych wg zarządzenia nr 102 GDDKiA z dnia 19.11.2010 r.)
22. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. nr 43, poz. 430)
23. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 2014 (Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.)

11. ZAŁĄCZNIKI

ZAŁĄCZNIK 1

PODSTAWY FORMALNE OPRACOWANIA SST

1. Normy i przepisy

W 2010 r. wprowadzono do zbioru Polskich Norm normę PN-EN 13285 „Mieszanki niezwiązane – Specyfikacja” [17]. Norma ta jest normą klasyfikacyjną, nie określającą bezpośrednio wymagań wobec mieszank do konkretnych zastosowań.

Wprowadzenie normy PN-EN 13285 do praktycznego stosowania umożliwia krajowy dokument aplikacyjny „Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych, WT-4 2010 Wymagania techniczne” [21], zalecony do stosowania w specyfikacjach technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych zarządzeniem nr 102 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 19 listopada 2010 r.

Norma PN-EN 13285 wprowadza stosowanie kruszyw zgodnych z normą PN-EN 13242 [16], obejmujących kruszywa naturalne, sztuczne i kruszywa z recyklingu.

Wyżej wymienione przepisy są podstawą do opracowania niniejszej SST.

Stosowane określenie „mieszanka kruszywa niezwiązanego” odpowiada dawniej stosowanemu określeniu „kruszywo stabilizowane mechanicznie”.

Obecne wydanie SST uzupełniono między innymi o przykłady konstrukcji nawierzchni z podbudową zasadniczą z kruszywa niezwiązanego podane w Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych [23].

2. Schemat konstrukcji nawierzchni drogowej

Ogólny schemat konstrukcji nawierzchni drogowej podatnej i półsztywnej oraz podłoża, zgodnej z WT-4 2010, przedstawia poniższy szkic.

| | | |
|--|-----------|--------------|
| warstwa ścierna | podbudowa | nawierzchnia |
| warstwa wiążąca | | |
| podbudowa zasadnicza | | |
| podbudowa pomocnicza | | |
| podłoże ulepszone (warstwa mrozoochronna, odsączająca, odcinająca, wzmacniająca) | | podłoże |
| podłoże gruntowe | | |

ZAŁĄCZNIK 2

PRZYKŁADOWE MIESZANKI KRUSZYW Z RECYKLINGU [21]

1.1. Rodzaje mieszank kruszyw z recyklingu

Ze względu na brak większych doświadczeń krajowych w stosowaniu kruszyw z recyklingu, podaje się składy mieszank, odzwierciedlających praktyki stosowane w niektórych krajach, które mogą służyć jako wytyczne. Dopuszczalne są inne mieszanki, w tym również mieszanki o wysokim udziale standaryzowanego destruktu asfaltowego.

Jako przykładowe podaje się następujące mieszanki kruszyw z recyklingu wraz z ich składami:

- mieszanki z betonu przekruszonego,
- mieszanki z przekruszonego muru,
- mieszanki z przekruszonego betonu i muru,
- mieszanki z przekruszonych materiałów drogowych (w tym destruktu asfaltowego),
- popiół powstały ze spalania odpadów komunalnych (w tym odpadów z gospodarstw domowych).

1.2. Metoda badania

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

- a) przy $D \leq 32$ mm masa próbki 4 000 g,
- b) przy $D > 32$ mm masa próbki 10 000 g.

Zgodnie z PN-EN 933-1 [5] próbkę mieszanki należy przepłukać na sicie 8 mm, przy czym sito nie może być przeładowane. Pozostałość na sicie jest suszona do masy stałej i podawana jako „M”.

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

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

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

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

1.3. Składy mieszanek kruszyw z recyklingu

(Uwaga: Gęstość materiałów podana w tablicach jest gęstością ziaren suszonych w suszarce laboratoryjnej, ustalana wg PN-EN 1097-6 [11])

Tablica 1.1. Mieszanki z betonu przekruszonego

| Składniki | | Zawartość, [% (m/m)] |
|--------------------------|--|----------------------|
| Główne składniki | Przekruszony beton (o gęstości > 2,1 Mg/m ³) i kruszywo (łącznie z żużlem) | ≥ 90 |
| Inne materiały ziarniste | Przekruszony mur | ≤ 10 |
| | Destrukt asfaltowy | ≤ 15 |
| Zanieczyszczenia | Składniki spoiste (łącznie z gliną) | ≤ 1 |
| | Składniki organiczne | ≤ 0,1 |

Tablica 1.2. Mieszanki z przekruszonego muru

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

Tablica 1.3. Mieszanki z przekruszonego betonu i muru

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

Tablica 1.4. Przekruszone materiały drogowe

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

Tablica 1.5. Popiół powstały ze spalania odpadów komunalnych

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

ZAŁĄCZNIK 3

PRZYKŁADY KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI PODATNYCH Z PODBUDOWĄ ZASADNICZĄ Z KRUSZYWA NIEZWIĄZANEGO
(na podstawie [23])

1. Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni podatnych – typ A1

Podbudowa zasadnicza: beton asfaltowy AC, mieszanka niezwiązana z kruszywem C_{90/3}

| Kategoria ruchu | KR1 | KR2 | KR3 | KR4 | KR5 | KR6 | KR7 |
|----------------------------------|---|------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|
| Ruch projektowy (mln osi 100 kN) | 0,03 - 0,09 | 0,09 - 0,5 | 0,5 - 2,5 | 2,5 - 7,4 | 7,4 - 22,0 | 22,0 - 52,0 | > 52,0 |
| TYP A1 | | | | | | | |
| LEGENDA: | <ul style="list-style-type: none"> warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej; warstwa wiążąca z betonu asfaltowego; warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego; warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywem C_{90/3}; wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂ | | | | | | |

2. Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni podatnych – typ A2

Podbudowa zasadnicza: beton asfaltowy AC, mieszanka niezwiązana z kruszywem C_{50/30}

| Kategoria ruchu | KR1 | KR2 | KR3 | KR4 | KR5 | KR6 | KR7 |
|----------------------------------|--|------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|
| Ruch projektowy (mln osi 100 kN) | 0,03 - 0,09 | 0,09 - 0,5 | 0,5 - 2,5 | 2,5 - 7,4 | 7,4 - 22,0 | 22,0 - 52,0 | > 52,0 |
| TYP A2 | | | | | | | |
| LEGENDA: | <ul style="list-style-type: none"> warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej; warstwa wiążąca z betonu asfaltowego; warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego; warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywem C_{50/30}; wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂ | | | | | | |

3. Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni podatnych – typ A3
 Podbudowa zasadnicza: beton asfaltowy AC, mieszanka niezwiązana z kruszywem C_{NR}

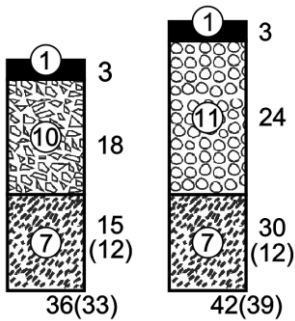
| Kategoria ruchu | KR1 | KR2 | KR3 | KR4 | KR5 | KR6 | KR7 |
|---|-------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Ruch projektowy (min osi 100 kN) | 0,03 - 0,09 | 0,09 - 0,5 | 0,5 - 2,5 | 2,5 - 7,4 | 7,4 - 22,0 | 22,0 - 52,0 | > 52,0 |
| TYP A3 | | | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się |
| LEGENDA: <ul style="list-style-type: none"> warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej; warstwa wiążąca z betonu asfaltowego; warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywem C_{NR}; wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂ | | | | | | | |

ZALĄCZNIK 4

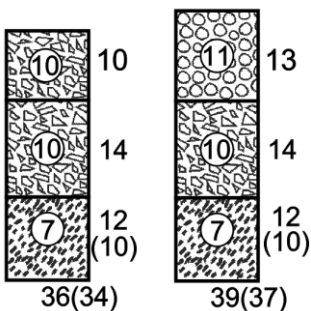
PRZYKŁADY KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI Z PODBUDOWĄ ZASADNICZĄ Z KRUSZYWA NIEZWIĄZANEGO

(na podstawie opracowania „Projektowanie i elementy budowy dróg rolniczych i wiejskich”, Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa – Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 1986)

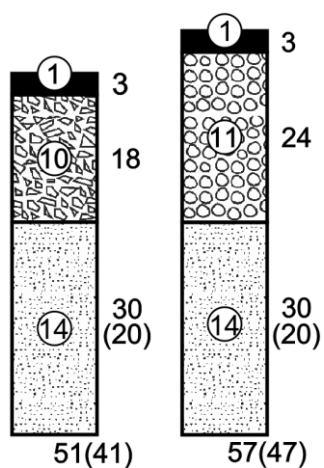
Kruszywo łamane naturalne



Warstwa ścieralna asfaltowa na podbudowie zasadniczej z kruszywa łamanego lub naturalnego niezwiązanego i podbudowie pomocniczej z gruntu wzmocnionego spoiwem hydraulicznym



Warstwa ścieralna z kruszywa łamanego lub naturalnego niezwiązanego na podbudowie zasadniczej z kruszywa naturalnego niezwiązanego i podbudowie pomocniczej z gruntu wzmocnionego spoiwem hydraulicznym



Warstwa ścieralna asfaltowa
na podbudowie zasadniczej z kruszywa łamanego lub naturalnego niezwiązanego i
warstwie odsączającej z piasku

Oznaczenia na rysunkach

7 – warstwa gruntu związana spoiwem hydraulicznym

10 – warstwa kruszywa niezwiązanego łamanego

11 – warstwa kruszywa niezwiązanego naturalnego

14 – warstwa odsączająca z piasku

Grubość warstw podano w cm