**D-04.04.02**

**PODBUDOWA Z KRUSZYWA NATURALNEGO STABILIZOWANEGO MECHANICZNIE**

**1. WSTEP**

**1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej SST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie.

**1.2. Zakres stosowania SST**

Szczegółowe specyfikacje techniczne stanowią dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót drogowych.

**1.3. Zakres robót objętych SST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzeni robót związanych z wykonywaniem podbudowy

- z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie.

**1.4. Określenia podstawowe**

1.4.1. Podbudowa z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie - jedna lub więcej warstw zagęszczonej mieszanki, która stanowi warstwę nośną nawierzchni drogowej.

**2. Materiały**

**2.1. Wymagania dotyczące materiałów**

Wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

**2.2. Rodzaje materiałów**

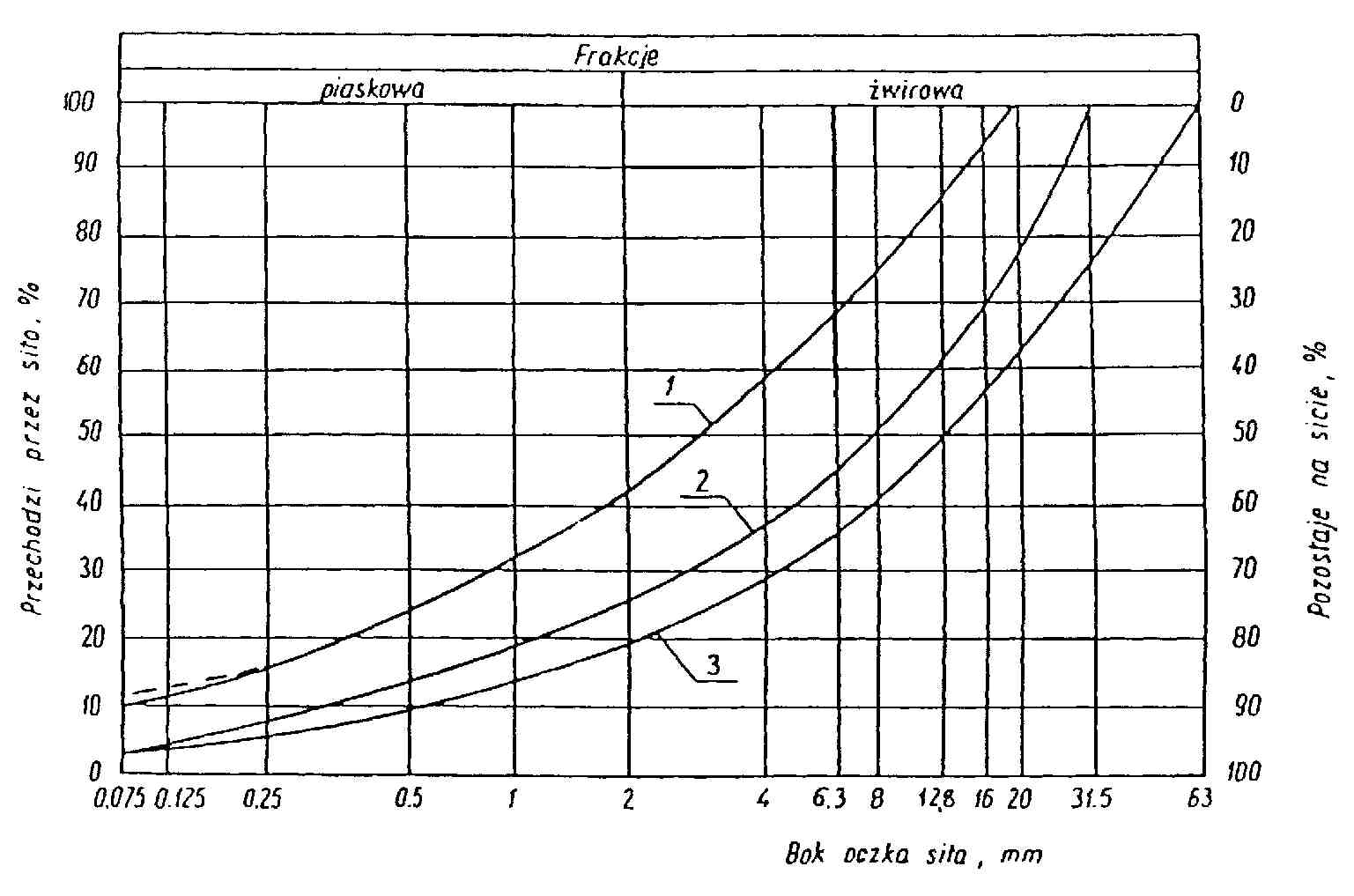
Materiałem do wykonania podbudowy powinno być kruszywo łamane pochodzące z przekruszenia ziaren żwiru lub kamieni narzutowych albo surowca skalnego.

Kruszywo powinno być jednorodne bez zanieczyszczeń obcych i domieszek gliny. Nie może pochodzić ze skał wapiennych

**2.3. Wymagania dla materiałów**

2.3.1. Uziarnienie kruszywa

Krzywa uziarnienie kruszywa określona wg normy PN-S-06102:1997 [12] powinna leżeć pomiędzy krzywymi granicznymi podanymi w rysunku 1.



Rysunek 1. Pole dobrego uziarnienia kruszyw przeznaczonych na podbudowy wykonywane metodą stabilizacji mechanicznej 1-2 kruszywo na podbudowę zasadniczą (górną warstwę) lub podbudowę jednowarstwową 1-3 kruszywo na podbudowę pomocniczą (dolną warstwę)

Krzywa uziarnienia kruszywa powinna być ciągła i nie może przebiegać od dolnej krzywej granicznej uziarnienia do górnej krzywej granicznej uziarnienia na sąsiednich sitach. Wymiar największego ziarna kruszywa nie może przekraczać 2/3 grubości warstwy układanej jednorazowo.

**2.3.2.** Właściwości kruszywa

Kruszywa powinny spełniać wymagania określone w tablicy 1.

Tablica 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Wyszczególnienie | Wymagania | | | | | | Badania według |
|  | właściwości | ~~Kruszywa naturalne~~ | | Kruszywa łamane | | ~~Żużel~~ | |  |
|  |  | Podbudowa | | | | | |  |
|  |  | zasad­nicza | pomoc­nicza | zasad­nicza | pomoc­nicza | zasad­nicza | pomoc­nicza |  |
| l | Zawartość ziarn mniejszych niż 0,075 mm, % (m/m) | ~~od 2 do 10~~ | ~~od 2 do 12~~ | od 2 do 10 | od 2 do 12 | ~~od 2 do 10~~ | ~~od 2 do 12~~ | PN-B-06714-15 [3] |
| 2 | Zawartość nadziarna, % (m/m), nie więcej niż | ~~5~~ | ~~10~~ | 5 | 10 | ~~5~~ | ~~10~~ | PN-B-06714 |
| 3 | Zawartość ziarn nieforemnych %(m/m), nie więcej niż | ~~35~~ | ~~45~~ | 35 | 40 | ~~-~~ | ~~-~~ | PN-B-06714-16 [4] |
| 4 | Zawartość zanieczyszczeń organicznych, %(m/m), nie więcej niż | ~~1~~ | ~~1~~ | 1 | 1 | ~~1~~ | ~~1~~ | PN-B-04481 [1] |
| 5 | Wskaźnik piaskowy po pięcio-krotnym zagęszczeniu metodą I lub II wg PN-B-04481,% | ~~od 30 do 70~~ | ~~od 30 do 70~~ | od 30 do 70 | od 30 do 70 | ~~-~~ | ~~-~~ | BN-64/8931-01 [26] |
| 6 | Ścieralność w bębnie Los Angeles a) ścieralność całkowita po pełnej liczbie obrotów, nie więcej niż b) ścieralność częściowa po 1/5 pełnej liczby obrotów, nie więcej niż | ~~35 30~~ | ~~45~~  ~~40~~ | 35 30 | 50  35 | ~~40 30~~ | ~~50 35~~ | PN-B-06714-42 [12] |
| 7 | Nasiąkliwość, %(m/m), nie więcej niż | ~~2,5~~ | ~~4~~ | 3 | 5 | ~~6~~ | ~~8~~ | PN-B-06714 -18 [6] |
| 8 | Mrozoodporność, ubytek masy po 25 cyklach zamraża­nia, %(m/m), nie więcej niż | ~~5~~ | ~~10~~ | 5 | 10 | ~~5~~ | ~~10~~ | PN-B-06714 -19 [7] |
| 9 | Rozpad krzemianowy i żela­zawy łącznie, % (m/m), nie więcej niż | ~~-~~ | ~~-~~ | - | - | ~~1~~ | ~~3~~ | PN-B-06714 -37 [10]  PN-B-06714 -39 [11] |
| 10 | Zawartość związków siarki w przeliczeniu na SO3, %(m/m), nie więcej niż | ~~1~~ | ~~1~~ | 1 | 1 | 2 | 4 | PN-B-06714 -28 [9] |
| 11 | Wskaźnik nośności wnoś mie­szanki kruszywa, %, nie mniejszy niż:  a)przy zagęszczeniu IS > 1,00  b)przy zagęszczeniu IS > 1,03 | ~~80 120~~ | ~~60~~ | 80 120 | 60 | ~~80 120~~ | ~~60~~ | PN-S-06102 [21] |

**2.3.6.** Woda

Należy stosować wodę wg PN-B-32250 [20].

**3. SPRZĘT**

**3.1**. **Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST D.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 3.

**3.2**. **Sprzęt do wykonania robót**

Wykonawca przystępujący do wykonania podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie powinien wykazać się możliwością korzystania ze sprzętu o określonej specyfikacji asortymentowej. Sprzęt powinien odpowiadać pod względem typów i ilości wskazaniom zawartym w SST,PZJ lub projekcie organizacji robót. Zaakceptowanym przez Zamawiającego, w przypadku braku takich dokumentów, powinien być uzgodniony i zaakceptowany przez Zamawiającego.

**4. TRANSPORT**

**4.1.** **Ogólne wymagania dotyczące transportu**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w SST D.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

**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 cementu powinien odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08 [24].

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

**5. WYKONANIE ROBÓT**

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w SST D.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

**5.2. Przygotowanie podłoża**

Podłoże pod podbudowę powinno spełniać wymagania określone w SST D.04.01.01 „Profilowanie i zagęszczeniem podłoża mechanicznie”

**5.3. Wytwarzanie mieszanki kruszywa**

Mieszankę kruszywa o ściśle określonym uziarnieniu i wilgotności optymalnej należy wytwarzać w mieszarkach gwarantujących otrzymanie jednorodnej mieszanki. Ze względu na konieczność zapewnienia jednorodności 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. Wilgotność mieszanki kruszywa podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481 [1] (metoda II). 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. Wskaźnik zagęszczenia podbudowy wg BN-77/8931-12 [29] powinien odpowiadać przyjętemu poziomowi wskaźnika nośności podbudowy wg tablicy 2, 10p.,wg SST 04.04.02

**5.5. Utrzymanie podbudowy**

Podbudowa po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inspektora nadzoru, 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**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania kruszyw przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inspektorowi nadzoru w celu akceptacji materiałów. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości określone w pkt 2.3 niniejszej SST.

**6.3. Badania w czasie robót**

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

Częstotliwość oraz zakres badań podano w tablicy 2.

Tablica 2. Częstotliwość oraz zakres badań przy budowie podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Częstotliwość badań | |
| Lp. | Wyszczególnienie badań | Minimalna liczba  badań na dziennej  działce roboczej | Maksymalna powierzchnia podbudowy przy­padająca na jedno badanie (m ) |
| 1 | Uziarnienie mieszanki | 2 | 600 |
| 2 | Wilgotność mieszanki |  |  |
| 3 | Zagęszczenie warstwy | 10 próbek na 10000 m2 | |
| 4 | Badanie właściwości kruszywa wg tab. 1, pkt 2.3.2 | dla każdej partii kruszywa i przy każdej zmianie kruszywa | |

**6.3.2.** Uziarnienie mieszanki

Uziarnienie mieszanki powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w pkt 2.3. Próbki należy pobierać w sposób losowy, z rozłożonej warstwy, przed jej zagęszczeniem. Wyniki badań powinny być na bieżąco przekazywane Inspektorowi nadzoru.

**6.3.3.** Wilgotność mieszanki

Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481 [1] (metoda II), z tolerancją +10% -20%. Wilgotność należy określić według PN-B-06714-17 [5].

**6.3.4.** Zagęszczenie podbudowy

Zagęszczenie każdej warstwy powinno odbywać się a**ż** do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia.

Zagęszczenie podbudowy należy sprawdzać według BN-77/8931-12 [30]. W przypadku, gdy przeprowadzenie badania jest niemożliwe ze względu na gruboziarniste kruszywo, kontrolę zagęszczenia należy oprzeć na metodzie obciążeń płytowych, wg BN-64/8931 -02 [27] i nie rzadziej niż raz na 5000 m2, lub według zaleceń Inspektora nadzoru.

Zagęszczenie podbudowy stabilizowanej mechanicznie należy uznać za prawidłowe, gdy stosunek wtórnego modułu *E2* do pierwotnego modułu odkształcenia *E1* jest nie większy od 2,2 dla każdej warstwy konstrukcyjnej podbudowy.

**<** 2,2

*E*2 *E*1

**6.3.5.** Właściwości kruszywa

Badania kruszywa powinny obejmować ocenę wszystkich właściwości określonych w pkt 2.3.2. Próbki do badań pełnych powinny być pobierane przez Wykonawcę w sposób losowy w obecności Inspektora nadzoru.

**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 3.

Tablica 3.

Częstotliwość oraz zakres pomiarów wykonanej podbudowy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lp. | Wyszczególnienie badań i pomiarów | Minimalna częstotliwość pomiarów |
| 1 | Szerokość podbudowy | 10 razy na 1 km |
| 2 | Równość podłużna | w sposób ciągły planografem albo co 20 m łatą na każdym pasie ruchu |
| 3 | Równość poprzeczna | 10 razy na 1 km |
| 4 | Spadki poprzeczne\*) | 10 razy na 1 km |
| 5 | Rzędne wysokościowe | co 100 m |
| 6 | Ukształtowanie osi w planie\*) | co 100 m |
| 7 | Grubość podbudowy | Podczas budowy:  w 3 punktach na każdej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 400 m2  Przed odbiorem:  w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m2 |
| 8 | Nośność podbudowy:  - moduł odkształcenia  - ugięcie sprężyste | co najmniej w dwóch przekrojach na każde 1000 m  co najmniej w 20 punktach na każde 1000 m |

\*) 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 25 cm lub o wartość wskazaną w dokumentacji projektowej.

**6.4.3.** Równość podbudowy

Nierówności podłużne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łatą zgodnie z BN-68/8931-04 [28]. Nierówności poprzeczne podbudowy należy mierzyć 4-metrową łatą. Nierówności podbudowy nie mogą przekraczać:

1. 10 mm dla podbudowy zasadniczej,
2. 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 ± 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 i ulepszonego podłoża

Oś podbudowy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż **+** 5 cm.

**6.4.7.** Grubość podbudowy i ulepszonego podłoża

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

1. dla podbudowy zasadniczej ± 10%,
2. dla podbudowy pomocniczej +10%, -15%.

**6.4.8.** Nośność podbudowy

1. ugięcie sprężyste wg BN-70/8931 -06 [29] powinno być zgodne z podanym w tablicy 4.

Tablica 4. Cechy podbudowy

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Wymagane cechy podbudowy | | | | |
| Podbudowa  z kruszywa o  wskaźniku  wnoś nie mniej szym  niż, % | Wskaźnik zagęszczenia  IS nie mniej szy niż | Maksymalne ugięcie sprężyste pod kołem, mm | | Minimalny moduł odkształ­cenia mierzony płytą o średnicy 30 cm, MPa | |
|  |  | 40 kN | 50 kN | od pierwszego obciążenia E1 | od drugiego obciążenia E2 |
| 60 80 120 | 1,0 1,0 1,03 | 1,40 1,25 1,10 | 1,60 1,40 1,20 | 60 80 100 | 120 140 180 |

**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 Inspektora nadzoru, 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 Inspektora nadzoru.

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

**7. Obmiar robót**

**7.1. Zasady obmiaru robót**

Zasady obmiaru robót podano w SST D-04.04.00 „Podbudowa z kruszyw. Wymagania ogólne” pkt 7.

**7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostka obmiarowa jest m2 (metr kwadratowy) wykonanej i odebranej podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie.

**8. Odbiór robót**

Ogólne zasady odbioru robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8. Roboty uznaje się za zgodne z dokumentacją projektową i wymaganiami Zamawiającego, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pkt 6 dały wyniki pozytywne

**9. Podstawa płatności**

**9.1. ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D-04.04.00 „Podbudowa z kruszyw. Wymagania ogólne” pkt 9.

**9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Cena wykonania 1 m2 podbudowy obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,

- oznakowanie robót,

- sprawdzenie i naprawę podłoża,

- przygotowanie mieszanki z kruszywa, zgodnie z recepta,

- dostarczenie mieszanki na miejsce wbudowania,

- rozłożenie mieszanki,

- zagęszczenie rozłożonej mieszanki,

- przeprowadzenie pomiarów i badan laboratoryjnych określonych w specyfikacji technicznej,

- utrzymanie podbudowy w czasie robót.

**10. przepisy związane**

**10.1. Normy**

PN-B-04481

PN-B-06714-12

PN-B-06714-15

PN-B-06714-16

PN-B-06714-17

PN-B-06714-18

PN-B-06714-19

PN-B-06714-26

PN-B-06714-28

PN-B-06714-37

PN-B-06714-39

PN-B-06714-42

PN-B-11112

PN-B-19701

PN-B-30020

PN-B-32250

PN-S-06102

PN-S-96023

BN-88/6731-08

BN-84/6774-02

BN-64/8931-01

BN-64/8931-02

BN-68/8931-04

Grunty budowlane. Badania próbek gruntu

Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych

Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego

Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie kształtu ziarn

Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie wilgotności

Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie nasiąkliwości

Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie mrozoodporności metodą bezpośrednią

Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych

Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową

Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu krzemianowego

Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu żelazawego

Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie ścieralności w bębnie Los Angeles

Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych

Cement. Cement powszechnego użytku. Skład, wymagania i ocena zgodności

Wapno

Materiały budowlane. Woda do betonu i zapraw

Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie

Konstrukcje drogowe. Podbudowa i nawierzchnia z tłucznia kamiennego

Cement. Transport i przechowywanie

Kruszywo mineralne. Kruszywo kamienne łamane do nawierzchni drogowych

Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego

Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą

Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą