

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D - 04.04.02

**Podbudowa z kruszywa łamanego stabilizowanego
mechanicznie**

1. WSTĘP

Ileokroć w tekście będzie mowa o specyfikacji technicznej (ST) należy przez to rozumieć Specyfikację Techniczną Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy i wyrównań z kruszywa w ramach zadania: **Przebudowa drogi bitumicznej Turawa – Osowiec w Leśnictwie Marszałki, Nadleśnictwo Turawa.**

1.2 Zakres stosowania ST

Zakres stosowania ST jest zgodny z ustaleniami punktu 1.2. ST D - 00.00.00 „Wymagania ogólne”.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem: podbudowy zasadniczej z kruszywa 0/31,5 oraz 0/63,0.

Grubości warstw podano w dokumentacji technicznej.

W niniejszej specyfikacji przyjęto, że kruszywa do mieszanek przeznaczonych do wykonania podbudowy powinny spełniać wymagania normy PN – EN 13242:2004, natomiast same mieszanki będą spełniać wymagania PN-EN 13285.

W związku z tym, że norma PN-EN 13285 jest normą kwalifikacyjną i nie ma wydanego normowego krajowego dokumentu aplikacyjnego, niniejszą specyfikację opracowano w oparciu o - WT-4 2010 Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych oraz wzorcowe OST.

W przypadkach niejasnych lub wątpliwych należy skorzystać ze wspomnianych powyżej WT lub norm.

1.4. Określenia podstawowe

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

Kruszywo drobne – oznaczenie kruszywa o wymiarach ziarn $d = 0$ oraz $D \leq 6,3\text{mm}$

Kruszywo grube - oznaczenie kruszywa o wymiarach ziarn $d \geq 1\text{mm}$ oraz $D > 2\text{mm}$

Kruszywo o ciągłym uziarnieniu – kruszywo stanowiące mieszankę kruszyw drobnych i grubych w której $D > 6,3\text{mm}$ i $d = 0$

Wymiar kruszywa – oznaczenie kruszywa poprzez określenie dolnego (d) i górnego (D) wymiaru sita jako d/D (nie mniejszy niż 1,4).

Oznaczenie dopuszcza obecność pewnej ilości ziarn, które pozostają na górnym sicie (nadziarno- kruszywo pozostaje na większym z granicznych sit) i pewnej ilości ziarn które mogą przejść przez dolne sito (podziarno -kruszywo przechodzi przez mniejsze z granicznych sit). Wymiar dolnego sita d może wynosić 0.

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.

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

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

Podbudowa - dolną część konstrukcji nawierzchni dróg służącą do przenoszenia obciążeń z ruchu na podłoże. Podbudowa może składać się z podbudowy zasadniczej i pomocniczej. Obydwie warstwy mogą być wykonywane w kilku warstwach technologicznych. W przypadku wzmacniania, konstrukcję istniejącej nawierzchni dróg uważa się za podbudowę.

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

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

Zakładowa Kontrola Produkcji (ZKP) stała wewnętrzna kontrola produkcji wykonywana przez Producenta, podczas której wszystkie elementy, wymagania i postanowienia przyjęte przez Producenta powinny zostać przez niego udokumentowane w usystematyzowany sposób w formie zapisanej polityki i procedur.

Stosowane skróty i skrótowce

WT - Wytyczne Techniczne,

PZJ - Program/Plan Zapewnienia Jakości,

ZKP - zakładowa kontrola produkcji.

CBR - kalifornijski wskaźnik nośności, w procentach (%),

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

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

D15 - wymiar boku oczka sita w milimetrach, przez które przechodzi 15 % (m/m) ziaren mieszanki, z której jest wykonana warstwa podbudowy lub warstwa ulepszanego podłoża,

d85 - wymiar boku oczka sita w milimetrach, przez które przechodzi 85 % (m/m) ziaren gruntu podłoża,

d50 - wymiar boku oczka sita w milimetrach, przez które przechodzi 50 % (m/m) ziaren gruntu podłoża,

O90 - umowna średnica porów geowłókniny lub geowłókniny odpowiadająca wymiarom frakcji gruntu (podłoża) zatrzymującego się na geowłókninie/geotkaninie w ilości 90 % (m/m); wartość parametru O90 powinna być podawana przez producenta geowłókniny.

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne”

2. MATERIAŁY.

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST D-00.00.00

Wykonawca powinien zapewnić miejsce składowania kruszywa w uzgodnieniu z Inżynierem.

2.2. Rodzaje materiałów i wymagania ogólne

- Założono że materiałem do wykonania podbudowy i nawierzchni z kruszyw jest kruszywo naturalne łamane (wg normy PN-EN 12620:2004), uzyskane w wyniku przekruszenia skał magmowych i osadowych. W celu podwyższenia stabilności podbudowy można zastosować mieszanki kruszyw naturalnych z żużlem, popiołem, z kruszywem łamanym (skalnym) lub z przekruszonym nadziarnem kruszywa naturalnego. Nie przewiduje się wykorzystania kruszyw z recyklingu.
- Mieszanka kruszyw powinna być tak wyprodukowana aby zachować jej jednorodność, ciągłość uziarnienia i równomierną wilgotność.
- Założono że mieszanki będą wytwarzane w centralnych wytwórniach zlokalizowanych możliwie blisko miejsca wbudowania, aby zminimalizować rozegregowanie mieszanki podczas transportu .
W przypadku rozsegregowania mieszanki Wykonawca należy je ponownie wymieszać tak aby jej uziarnienie było zgodne z deklarowanymi przez producenta/dostawcę.

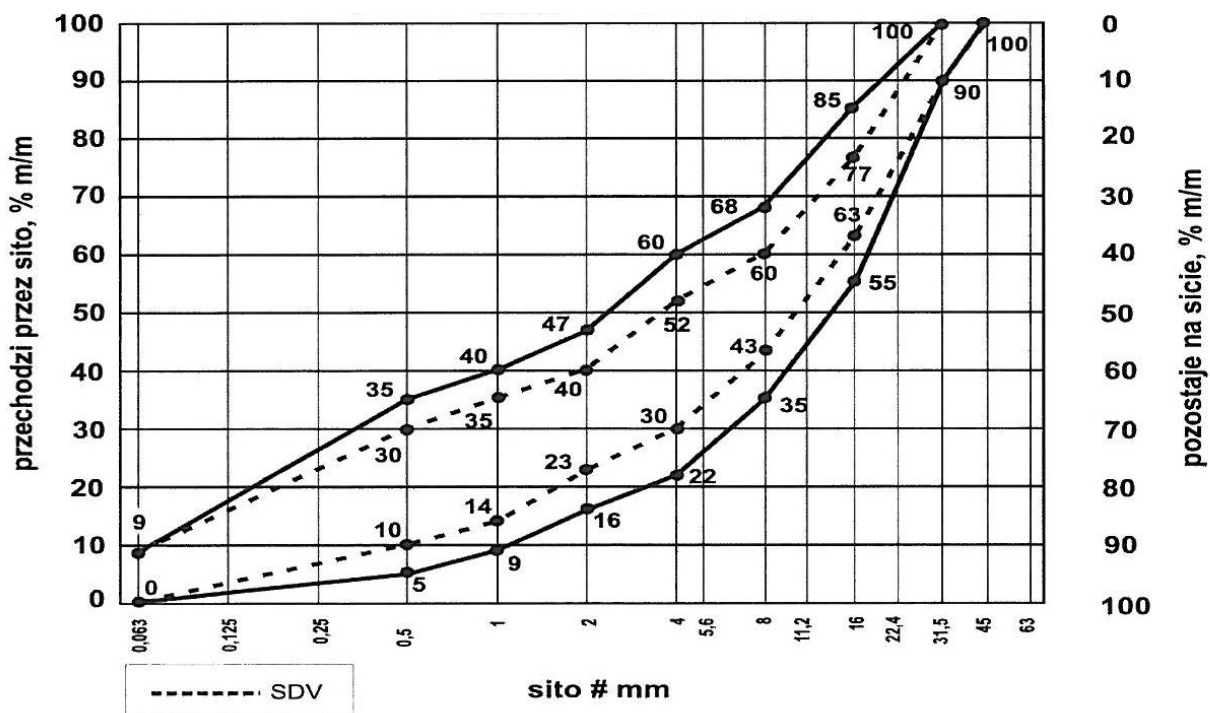
- Do skropienia podbudowy z kruszywa będącej częścią nawierzchni bitumicznej należy zastosować kationową emulsję asfaltową. Zakres prac i opis zastosowanych materiałów ujęto w specyfikacji dotyczącej oczyszczenia i skropienia warstw konstrukcyjnych.

2.3 Wymagania dla kruszywa

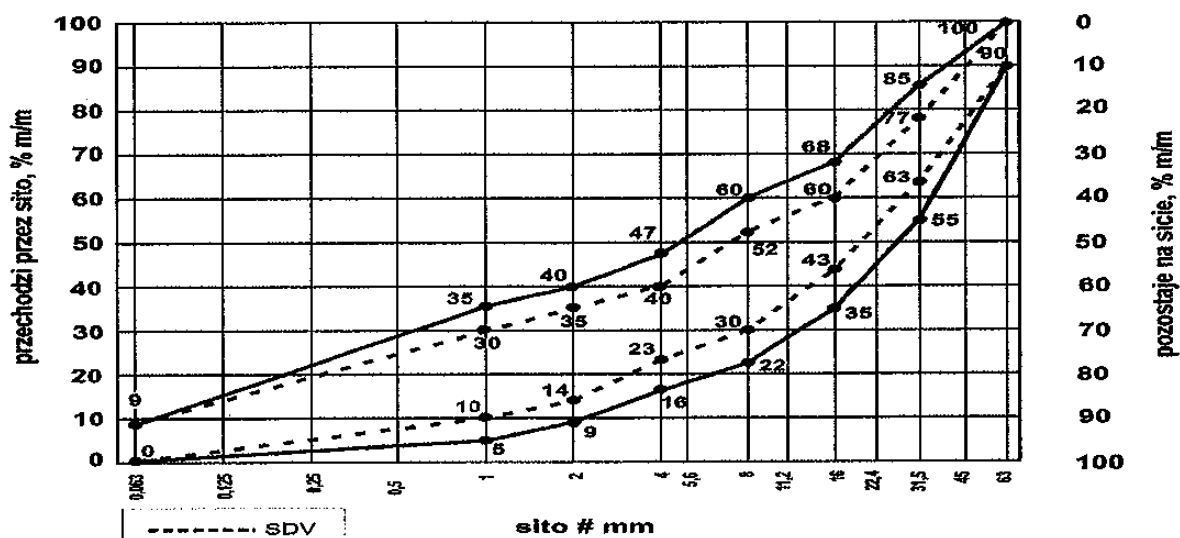
2.3.1. Uziarnienie kruszywa wg normy PN-EN 933-1

Określone według PN EN 933-1 uziarnienia mieszanek kruszyw, przeznaczonych do warstw podbudowy pomocniczej powinny spełniać wymagania przedstawione na rysunku 1, a do warstw podbudowy zasadniczej na rysunku 2. Jako wymagane obowiązują wymienione wartości liczbowe krzywej SDV na tych rysunkach.

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



Rys.1 . Mieszanka niezwiązana 0/31,5 do warstwy podbudowy zasadniczej



Rys.1. Mieszanka niezwiązana 0/63 do warstwy podbudowy zasadniczej z kruszywa

Tablica nr 1. Wymagania wobec jednorodności uziarnienia na sitach kontrolnych – porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S)

| Mieszanka niezwiązana | Porównanie z deklarowaną przez producenta wartością (S) | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|----|----|----|-----|----|------|----|------|------|
| | Tolerancja 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 | - | - |
| 0/63 | - | ±5 | ±5 | ±7 | - | ±8 | - | ±8 | - | ±8 |

Mieszanka oprócz odpowiedniego uziarnienia powinna spełniać wymagania ciągłości uziarnienia zawarte poniżej w tablicy nr 2.

90% uziarnień mieszanki mineralnej zbadanych w ramach ZKP w okresie 6 miesięcy powinno spełniać wymagania i kategorię podaną w tabeli 2 i 3.

Tablica nr 2. Wymagania wobec ciągłości uziarnienia na sitach kontrolnych – różnice w przesiewach podczas badań kontrolnych produkowanych mieszanek.

| Mieszanka | Minimalna i maksymalna zawartość frakcji w mieszankach: {różnica 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 | - | - | - | - |
| 0/63 | - | - | 4 | 15 | - | - | 7 | 20 | - | - | 10 | 25 | - | - | 10 | 25 |

2.3.2. Właściwości kruszywa

Poniżej podano właściwości kruszyw wg WT-4 uaktualnione o dane podane we wzorcowej Ogólnej Specyfikacji zamieszczonej na stronie GDDKIA aktualnej (stan na 12.2015). Czcionką pogrubioną oznaczono uaktualnione dane.

Tabela 3

| Lp | Wyszczególnienie właściwości | Wymagania WT-4 i OST GDDKIA | | | | |
|----|--|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| | | Podbudowa zasadnicza | Podbudowa pomocnicza | Nawierzchnia | Podłoże | Badania kruszywa |
| 1 | Zestaw sit | 0,063; 0,5; 1; 2; 4; 5,6; 8; 11,2; 16; 22,4; 31,5; 45; 63; 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1) | | | | |
| 2 | Zawartość pyłów w kruszywie drobnym i grubym | $f^*_{\text{deklarowana}}$ | $f^*_{\text{deklarowana}}$ | $f^*_{\text{deklarowana}}$ | $f^*_{\text{deklarowana}}$ | PN-EN 933-1 |
| 3 | Zawartość nadziarna, % (m/m), nie więcej niż | $G_c 80/20$ $G_F 80$ $GA75$ | $G_c 85/15$ $G_F 85$ $GA85$ | $G_c 80/20$ $G_F 80$ $GA75$ | $G_c 80/20$ $G_F 80$ $GA75$ | Jw. |
| 4 | Kształt kruszywa grubego maksymalne wartości wskaźnika płaskości | FI_{50} | FI_{NR} | FI_{50} | FI_{NR} | PN-EN 933-4 (kruszywo grube) |
| 5 | Zawartość ziarn nieforemnych (wskaźnik kształtu) nie więcej niż | SI_{55} | SI_{NR} | SI_{55} | SI_{NR} | PN-EN 933-4 (kruszywo grube) |
| 6 | Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich | $GT_{20/17,5}$ | GT_{eNR} | $GT_{20/15}$ | GT_{eNR} | PN-EN 933-1 |
| 7 | Tolerancja typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu | $GT_F 20(KR1-2)$ $GT_F 10(KR3-7)$ $GT_A 20$ | GT_{FNR} GT_{ANR} | $GT_F 10$ $GT_A 20$ | GT_{eNR} GT_{ANR} | Jw. |
| 8 | Zgorzel słoneczna bazaltu (frakcja referencyjna 10-14mm) | SB_{LA} | | SB_{LA8} | $SB_{LAdek.}$ | PN-EN 1367-3 |
| 9 | Składniki rozpuszczalne w wodzie | Brak substancji szkodliwych | | | | |
| 10 | Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym | Brak rozpadu | | | | |
| 11 | Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawałkowym | Brak rozpadu | | | | |
| 12 | Stalność objętości żużla stalowniczego wg PN-EN 1744-1:1998 | V_5 | | | | |
| 13 | Zawartość zanieczyszczeń organicznych, % (m/m), nie więcej niż | Brak żadnych ciał obcych takich jak drewno, szkło, plastik mogących pogorszyć wyrób końcowych | | | | |
| 14 | Odporność na ścieranie kruszywa grubego, kategoria nie wyższa niż | M_{DE35} | M_{DE} deklarowana | M_{DE} deklarowana | M_{DE} deklarowana | PN-EN 1097-1 (frakcja referencyjna 10/14mm) |
| 15 | Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym | $C_{50/30}(KR3-7)$ $C_{70/NR}(KR1-2)$ | C_{NR} | $C_{90/3}$ | C_{NR} | PN-EN 933-5 |
| 16 | Odporność na rozdrabnianie, kategoria nie wyższa niż | $LA_{40}(KR3-7)$ $LA_{50}(KR1-2)$ | LA_{50} | LA_{40} | LA_{NR} | PN-EN 1097-2 |
| 17 | Nasiąkliwość, % (m/m), nie więcej niż | WA_{242} | | | | |
| 18 | Mrozoodporność, ubytek masy po n cyklach zamarzania, % (m/m), nie więcej niż | <p>Fdeklarowana ale ubytek nie może przekroczyć:</p> <p>10% dla kruszyw naturalnych</p> <p>15% dla kruszyw sztucznych</p> <p>Wg normy PN-EN 13242 kruszywa powinny nie przekraczać F4</p> | | | | |
| 19 | Zawartość związków siarki w przeliczeniu na SO_3 , % (m/m), nie więcej niż | A_S deklarowana | | | | |
| 20 | Calkowita zawartość siarki | S_{NR} | | | | |
| 21 | Skład mineralogiczny | Deklarowany | | | | |

W przypadku gdy kruszywo nie spełnia warunku nasiąkliwości należy wykonać badanie mrozoodporności - wartości jak w tabeli nr 4

*) – zawartość pyłów w mieszance w kruszywie grubym i drobnym – powinna mieścić się w krzywych granicznych podanych w WT-4

Nie należy stosować kruszyw do warstwy podbudowy, które zostały zakwalifikowane jako „**Kruszywa słabe**” (zgodnie z definicją podaną w WT-4 2010).

W gotowej mieszance należy ocenić jakość pyłów.

W przypadku zastosowania kruszyw sztucznych i odpadowych należy zbadać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów.

2.3.3 Właściwości mieszanki

Tablica 4

| lp | Właściwości | Wymagania wobec mieszanek | | | | Badanie wg |
|----|---|---|--|--|---|---|
| | | Podbudowa pomocnicza | Podbudowa zasadnicza | Nawierzchnia | Podłoże ulepszone | |
| 1 | Uziarnienie | 0/31,5; 0/45;0/63 | 0/31,5; 0/45;0/63 | 0/8;0/11,2;0/16;0/31,5 0/45***;0/63*** | 0/8;0/11,2;0/16;0/31,5 0/45; 0/63 | PN-EN 933-1:2000 |
| 2 | Maksymalna zawartość pyłów – kategoria UF | UF ₁₂ | UF ₉ | UF ₁₅ | UF ₁₅ <i>UF₆ (w przypadku gdy ulepszone podłoże pełni rolę w wyodsączającej)</i> | PN-EN 933-1 |
| 3 | Minimalna zawartość pyłów – kategoria LF | LF _{NR} | LF _{NR} | LF ₈ | LF _{NR} | PN-EN 933-1 |
| 4 | Zawartość nadziarna – kategoria OC | OC ₉₀ | | | | PN-EN 933-1 |
| 5 | Wym. wobec uziarnienia | Wg krzywych uziarnień | | | | - |
| 6 | Wym. wobec jednorodności uziarnienia poszczególnych partii – porównanie z deklarowaną przez producenta | Tabl. Nr 1 dot. 0/31,5 Dla 0/63 -G _B | | | | - |
| 7 | Wym. wobec ciągłości uziarnienia na sitach kontrolnych- różnice w przesiewach podczas badań kontrolnych mieszanek | Tabl. Nr 2 –dot. 0/31,5 Dla 0/63 -G _B | | | | - |
| 8 | Wrażliwość na mróz – wskaźnik piaskowy SE frakcja 0/4(po pięciokrotnym zagęszczeniu metoda Proctora) – co najmniej | SE ₃₀ | SE ₃₀ . KRI-2 SE ₃₅ . KR3-6 | SE ₃₀ | SE ₃₀ | PN-EN 933-8 wg załącznika A Dla D<=31,5 stosuje się formę B i ubijak A |
| 9 | Odporność na rozdrabnianie**- dot. frakcji 10/14 odsianej z mieszanki- PN-EN 1097-1, kategoria nie wyższa niż | LA ₄₀ | LA ₄₀ | LA ₄₀ | LA _{NR} | PN-EN 1097-2: |
| 10 | Mrozoodporność (dot. frakcji kruszywa 8/16 odsianej z mieszanki) | Fdeklarowana ale ubytek nie może przekroczyć 7%: | F4 | Fdeklarowana ale ubytek nie może przekroczyć 7%: | Fdeklarowana ale ubytek nie może przekroczyć 10%: | PN-EN 1367-1 |
| 12 | Wartość CBR po zagęszczeniu Is=1,0, przy | ≥60 | ≥80 | - | ≥20: ulepszone podłoże | PN-EN 13286-47 (material |

| | | | | | | |
|----|--|--------|------------|------------|--|---|
| | energii 0,59 J/cm ³ i moczeniu w wodzie 96h co najmniej | | | | ≥ 25 : w-wa mrozoodchronna dla KR1-2 ≥ 35 : w-wa mrozoodchronna dla KR3-7 | odsiany przez sito #22,4mm PN-EN 13286-2- zagęszczenie |
| 13 | Wartość CBR po zagęszczeniu $I_s=1,03$ i moczeniu w wodzie 96h co najmniej | - | ≥ 120 | ≥ 120 | - | PN-EN 13286-47 |
| 14 | Zawartość wody w mieszance zagęszczanej % (m/m) wilgotności optymalnej wg metody Proctora | 80-120 | 80-100 | 80-100 | 70-100 | PN-EN 13286-2 |
| 15 | Wodoprzepuszczalność mieszanki w w-wie odsączającej po zagęszczeniu wg Proctora do wskaźnika $I_s=1,0$, współczynnik filtracji k co najmniej cm/s | - | - | - | $\geq 0,0093$ $(k \geq 8m/dobe)$ | PN-EN 13286-2 |

Uwaga. Jeżeli mieszanka do podbudowy nie pochodzi z mieszania kruszyw drobnych i grubych a powstaje w jednym ciągu technologicznym w czasie kruszenia, kruszywo grube odsiane z tej mieszanki powinno spełniać parametry z tabl. 3, których nie ma w tablicy 4.

***tylko wyjątkowo do nawierzchni utrwalanych powierzchniowo

2.3.4. Woda

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

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST 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 z następującego sprzętu:

- walców ogumionych i stalowych, kombinowanych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania. W miejscach trudno dostępnych powinny być stosowane zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne.
- Beczkowozy i węże - w celu zapewnienia optymalnej wilgotności podbudowy
Wykonawca powinien zapewnić dostęp do wody (np. z hydrantu miejskiego) po uzgodnieniu z właścicielem sieci wodociągowej co do warunków korzystania z urządzeń wodociągowych.
- sprzęt brukarski, łopaty
- równiarka, spychacz – jeżeli pozwalają na wykorzystanie takiego sprzętu warunki terenowe ew. ładowarki i koparki z szeroką łyżką
- innego typu sprzęt, który wykonawca uzna za właściwy

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST 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, zawilgoceniem oraz pyleniem podczas przewozu.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

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

5.2. Przygotowanie podłoża pod podbudowę

Podłoże pod podbudowę powinno spełniać wymagania określone w ST dotyczące ułożenia stabilizacji technologicznej oraz wykonania robót ziemnych wraz profilowaniem i zagęszczenia podłoża. Podłoże pod podbudowę powinno być nośne dla którego wtórny moduł odkształcenia wynosi:

- dla ruchu KR-1 – KR2 ≥ 100 MPa
- dla ruchu KR3 – KR7 ≥ 120 MPa

Materiały stosowane do wykonania podbudowy w miejscu gdzie nie ma zastosowanej stabilizacji cementowej, powinny spełniać wymagania dotyczące nieprzenikania cząstek pomiędzy podbudową oraz podłożem zgodnie z zależnością:

$$D_{15}/d_{85} \leq 5, \text{ gdzie}$$

D_{15} - wymiar boku oczka sita, przez które przechodzi 15% ziarn warstwy podbudowy lub warstwy odsączającej, w milimetrach,

d_{85} - wymiar boku oczka sita, przez które przechodzi 85% ziarn gruntu podłoża, w milimetrach.

Jeżeli warunek nie może być spełniony to należy ułożyć dodatkowo warstwę odcinającą lub odpowiednio dobraną geowłókninę.

Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania podbudowy powinny być wcześniej przygotowane. Paliki lub szpilki powinny być ustawione i w rzędach równoległych do osi drogi, lub w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera. Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków lub linek.

5.3. Wytwarzanie mieszanki kruszywa

Założono zakup i dostawę mieszanki kruszywa z kopalni. Mieszanka po wyprodukowaniu powinna być od razu transportowana na miejsce wbudowania w taki sposób, aby nie uległa rozsegregowaniu i wysychaniu.

Przy wytwarzaniu/produkcji mieszanek należy stosować system oceny zgodności 4.

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

Zgodnie z systemem oceny zgodności Producent musi prowadzić zakładową kontrolę produkcji (ZKP), aby zapewnić, że wyrób spełnia wymagania norm zharmonizowanych.

W ramach ZKP Producent mieszanki powinien określać gęstość objętościową szkieletu i optymalną zawartość wody w badaniu Proctora według PN- EN 13286-2. Po pięciokrotnym badaniu Proctora uziarnienie pobranej próbki musi spełniać tolerancje podane w tablicy 1 w stosunku do zadeklarowanej przez producenta wartości (S) na każdym sicie. Zawartość pyłów w próbce nie powinna być większa od maksymalnej zawartości pyłów podanej w tablicy 4.

Mieszanki kruszywa muszą być identyfikowalne przez następujące informacje:

- a) powołanie na normę PN-EN 13285,
- b) źródło i producent, jeśli materiał został przemieszczony, powinno być podane zarówno źródło jak i lokalizacja składowiska.
- c) wymiar górnego sita (D),
- d) rodzaj(e) kruszywa zawartego w mieszance,
- e) gęstość szkieletu mieszanki i wilgotność optymalna.

Wykonawca zapewnia wykonanie badań i recepty laboratoryjnej jeżeli, konieczne jest jej opracowanie. Receptę należy przekazać Inżynierowi Budowy do zaakceptowania.

Pomimo, że zaleca się wbudowanie mieszanki od razu po dostarczeniu w praktyce, materiał najczęściej gromadzony jest w hałdzie na odkładzie w miejscu budowy. Materiał należy przechowywać w taki sposób aby nie ulegał rozsegregowaniu i zmieszaniu z gruntem lub innym kruszywem.

5.4 Odcinek próbny

Nie przewiduje się wykonania odcinka próbnego, chyba że Wykonawca chciałby przygotować i sprawdzić sprzęt (wówczas długość odcinka powinna być zasugerowana przez Wykonawcę).

5.5. Wbudowywanie i zagęszczanie mieszanki

Mieszanka kruszywa powinna być rozkładana w warstwie o jednakowej grubości, takiej, aby jej ostateczna grubość po zagęszczeniu była równa grubości projektowanej. Grubość pojedynczo układanej warstwy nie może przekraczać 20 cm po zagęszczeniu. Warstwa podbudowy powinna być rozłożona w sposób zapewniający osiągnięcie wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych.

Jeżeli podbudowa składa się z więcej niż jednej warstwy kruszywa, to każda warstwa powinna być wyprofilowana i zagęszczona z zachowaniem wymaganych spadków i rzędnych wysokościowych. W przypadku gdy ułożona i zagęszczona podbudowa miejscami jest „niezamknięta” należy zastosować doziarnienie kruszywem o mniejszym ziarnie w celu zaklinowania.

Wilgotność mieszanki kruszywa podczas zagęszczania powinna odpowiadać wilgotności optymalnej z tolerancją +/- 2%, określonej według próby Proctora, zgodnie z PN-EN 13286-2 (wg WT-4 po pięciokrotnym zagęszczeniu). Materiał nadmiernie nawilgocony, powinien zostać osuszony przez mieszanie i napowietrzanie.

Zagęszczenie podbudowy należy przeprowadzić zmodyfikowaną metodą Proctora do osiągnięcia wymaganego w niniejszej ST wskaźnika zagęszczenia. W przypadku, gdy przeprowadzenie badania jest niemożliwe ze względu na gruboziarniste kruszywo (powyżej 20mm), kontrolę zagęszczenia należy przeprowadzić pośrednio metodą obciążenia płytą statyczną (VSS) lub innych wymienionych w dalszej części ST.

5.6. Utrzymanie podbudowy

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

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6. Materiał powinien spełniać wymagania z punktu 2.3. Każdy użyty materiał powinien posiadać deklarację producenta lub/i aprobatę techniczną, oraz receptę bądź świadectwo orzeczenia jakości (w zależności od miejsca zastosowania kruszywa). Można wykorzystać badania prowadzone przez Producenta mieszanek w ramach ZKP.

Wykonawca przedstawi do zatwierdzenia, szczegółowe informacje dotyczące proponowanego źródła wytwarzania, zamawiania lub wydobywania tych materiałów jak również odpowiednie świadectwa badań laboratoryjnych oraz próbki materiałów.

Zatwierdzenie partii materiałów z danego źródła nie oznacza automatycznie, że wszelkie materiały z danego źródła uzyskują zatwierdzenie.

Wykonawca zobowiązany jest do prowadzenia badań w celu wskazania, że materiał uzyskane z dopuszczonego źródła w sposób ciągły spełniają wymagania SST w czasie realizacji robót.

O przydatności materiałów do zastosowania decydują badania sprawdzające wykonane na zlecenie Inżyniera przez laboratorium Zamawiającego Wydział Technologii – Laboratorium Drogowe, materiały muszą mieć wynik zgodny z wymaganiami.

O zakresie, rodzaju, częstotliwości badań na każdym etapie robót decyduje Inżynier Budowy.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wskazać źródło dostarczanego kruszywa oraz przedłożyć Inżynierowi dokumenty wymienione w ustawie o wyrobach budowlanych.

6.3. Badania w czasie robót

6.3.1 Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Tablica 5. Częstotliwość oraz zakres badań

| Lp. | Wyszczególnienie badań | Częstotliwość badań Maksymalna powierzchnia podbudowy przypadająca na jedno badanie (m ²) |
|-----|------------------------|--|
| 1 | Uziarnienie mieszanki | Decyzję o konieczności przeprowadzenia badań kontrolnych uziarnienia pozostawia się Inżynierowi Budowy, jeżeli przedstawione przez Wykonawcę wyniki ZKP są niewystarczające lub kruszywo wizualnie wskazuje na wątpliwą jakość. Inżynier Budowy/ Zamawiający ma prawo zawsze zlecić wykonanie badań kontrolnych niezależnemu lub |

| | | |
|---|----------------------|---|
| | | <p>własnemu laboratorium, zwłaszcza gdy : Wykonawca stosuje różne kruszywa lub konieczne jest sprawdzenie szczelności podbudowy</p> <p>Zalecana częstotliwość badań:</p> <ul style="list-style-type: none"> • min. jednego badania kontrolnego uziarnienia na jeden rodzaj kruszywa zastosowanego do wbudowania, lub/i • min. 1 badanie na odcinek 500m odcinka lub 1 badanie na 2000m² powierzchni z kruszywa <p>Sprawdzenie nie przenikania cząstek podłoża do warstwy podbudowy w miejscach gdzie nie ma ułożonej stabilizacji cementowej z częstotliwością jw.</p> <p>Inżynier może zaniechać wykonania sprawdzenia szczelności podbudowy jeśli warunek został spełniony dla warstwy odcinającej (jeżeli ta występuje w konstrukcji).</p> |
| 2 | Wilgotność mieszanki | Częstotliwość jak powyżej |
| 3 | Zagęszczenie warstwy | <p>Badanie wskaźnika zagęszczenia lub/i oznaczenie stosunków modułów odkształcenia E_2/E_1</p> <p>Badanie w min. 2 przekrojach na każde 250 mb jednej jezdni lub min. 1 badanie na każdą powierzchnię 3000m² W przypadku chodnika i zjazdów wg wskazań Inżyniera Budowy.</p> |

Badanie pozostałych właściwości podanych w tabeli 4 analogicznie jak w punkcie 1 przy czym zalecana częstotliwość badań: 1 badanie pełne na 6 miesięcy i przy każdej zmianie kruszywa.

6.3.2 Uziarnienie mieszanki

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

6.3.3 Wilgotność mieszanki

Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej z podaną w ST tolerancją, określonej według metody Proctora (badanie wg PN-EN 13286 – 2) .

6.3.4 Zagęszczenie podbudowy

Zagęszczenie każdej warstwy podbudowy powinno odbywać się aż do osiągnięcia wymaganego wskaźnika zagęszczenia. Wskaźnik zagęszczenia I_s , będzie wyznaczany na podstawie badań gęstości objętościowej mieszanki na próbkach pobranych z budowy oraz maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu mieszanki określonej laboratoryjnie (badanie Proctora). Badanie należy wykonać wg PN-EN 13286-2. Wskaźnik zagęszczenia powinien wynosić 1,03 dla dróg o kategorii ruchu KR3-6 i 1,0 dla dróg KR 1-2.

6.3.4a Określenie modułu odkształcenia – metoda obciążenia płytą VSS.

W przypadku niemożności wykonania pomiarów wskaźnika zagęszczenia zagęszczenie powinno odbywać się do osiągnięcia wymaganego wskaźnika odkształcenia I_o , przy zachowaniu wymaganych parametrów modułu odkształcenia pierwotnego E_1 i wtórnego E_2 .

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. Minimalne modułu odkształcenia należy określić poprzez obciążenia płytą statyczną (VSS).

Badanie polega na pomiarze odkształceń pionowych (osiadań) badanej warstwy podbudowy pod wpływem nacisku statycznego wywieranego za pomocą stalowej okrągłej płyty o średnicy $D=300\text{mm}$.

Nacisk na płytę wywierany jest za pośrednictwem dźwignika hydraulicznego. Dźwignik oparty jest o przeciwwagę, której masa powinna być większa od wywieranej siły (samochód obciążony min. 5 T na tylną oś).

Dla podbudowy z kruszyw łamanych przyjęto że:

- Obciążenie i odciążenie powinno wynosić odpowiednio w zakresie od 0,00 do 0,55 MPa i 0,55-0,00 MPa.
- Obciążenie w pierwszym cyklu powinno odbywać się stopniowo: $0,00 \rightarrow 0,05 \rightarrow 0,15 \rightarrow 0,25 \rightarrow 0,35 \rightarrow 0,45 \rightarrow 0,55 \text{ [MPa]}$, przy czym czas trwania poszczególnych stopni obciążenia wynosi 1 minutę. Jeżeli różnica dwóch kolejnych odczytów na czujniku nie przekroczy 0,02mm można przejść do wyższego stopnia obciążenia jednostkowego,
- Odciążenie w pierwszym cyklu powinno odbywać się stopniowo: $0,55 \rightarrow 0,15 \rightarrow 0,05 \rightarrow 0,00 \text{ [MPa]}$, przy czym czas trwania poszczególnych stopni odciążenia wynosi 1 minutę. Jeżeli różnica dwóch kolejnych odczytów na

czujniku nie przekroczy 0,02mm można przejść do niższego stopnia obciążenia jednostkowego. Czas trwania ostatniego stopnia odciążenia wynosi 5 minut.

- Obciążenie i odciążenie w cyklu drugim odbywają się stopniowo odpowiednio jak w cyklu pierwszym,

Moduły odkształcenia należy obliczyć wg wzoru $E_1 = (1,5r \cdot \Delta p_1) / \Delta s$, natomiast $E_2 = (1,5r \cdot \Delta p_2) / \Delta s$, gdzie:

- Δp_1 – przyrost obciążenia jednostkowego w pierwszym cyklu od 0,25 do 0,35 MPa
- Δp_2 – przyrost obciążenia jednostkowego w drugim cyklu od 0,25 do 0,45 MPa
- Δs – przyrost odkształcenia odpowiadający przyjętemu zakresowi obciążenia
- r – promień płyty tj. 15 cm

Do badania nośności i zagęszczenia można zastosować (po uzyskaniu akceptacji i opinii Inżyniera Budowy płytę dynamiczną po skalibrowaniu wyników badania w stosunku do VSS bądź zastosować pomiar ugięć sprężystych. Metoda pozwalająca na wyznaczenie dynamicznego modułu odkształcenia (E_{vd}) powinna być traktowana jako alternatywna i pomocnicza do metod tradycyjnych.

Wartość dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd} [MN/m²] powinna wynosić w przybliżeniu połowę wartości modułu wtórnego.

Dopuszcza się zastosowanie innych metod badania pod warunkiem, że będą one mogły zostać porównane z metodami tradycyjnymi.

Tablica 5a:

| Dotyczy | Przyjęte KR | Warstwa | Uziarnienie | Min. Wskaźnik nośności CBR % / Moduł wtórny (E2) większy od [MPa] | Wskaźnik zagęszczenia (Is) większy od [MPa] |
|--|-------------|-------------------------|-------------|---|---|
| Jezdnia główna , zjazd o naw. bitumicznej, mijanki | KR-2 | Podbudowa zasadnicza | 0/31,5 | 120% / 180 MPa ($E_1 \geq 100$ MPa) | 1,03 |
| Zjazd o nawierzchni z kruszywa | KR-2 | Podbudowa zasadnicza | 0/63,0 | 120% / 180 MPa ($E_1 \geq 100$ MPa) | 1,00 |

Przy wykonaniu podbudów, które nie zostały wymienione w niniejszej specyfikacji, należy przyjąć parametry poprzez analogię w stosunku do powyższej tabeli, przy czym należy każdorazowo zwrócić uwagę na obciążenie danej warstwy konstrukcyjnej.

6.3.5 Właściwości kruszywa

Badania kruszywa powinny obejmować ocenę wszystkich właściwości określonych w pkt 2.

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

6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych podbudowy

6.4.1 Częstotliwość oraz zakres pomiarów

O zwiększeniu (lub zmniejszeniu) liczby i rodzaju badań decyduje Inżynier Budowy

Tablica 6. Częstotliwość oraz zakres pomiarów wykonanej podbudowy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie

| Lp. | Wyszczególnienie badań i pomiarów | Minimalna częstotliwość pomiarów | Pomiar i Odchylki |
|-----|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| 1 | Szerokość podbudowy | 10 razy na km | <ul style="list-style-type: none"> • w stos. do szerokości projektowej nie może się różnić o więcej niż ± 5 cm • szersza podbudowa od w-wy leżącej na niej w przypadku braku obramowania krawężnikiem-25 cm • pomiar taśmą mierniczą |
| 2 | Równość podłużna | jw | <ul style="list-style-type: none"> • nierówności nie mogą przekraczać - +10/-15mm • pomiar łatą 4 metrową |
| 3 | Równość poprzeczna | jw | jw |

| | | | |
|---|--|--|---|
| 4 | Spadki poprzeczne ^{*)} | Jw. | <ul style="list-style-type: none"> na prostych i łukach powinny być zgodne z dokumentacją projektową, z tolerancją $\pm 0,5\%$. pomiar latą z poziomnicą elektroniczną lub niwelatorem |
| 5 | Rzędne wysokościowe | na wszystkich hektometrach i na łukach pionowych a w przypadku krótkich odcinków co 25 m. | <ul style="list-style-type: none"> pomiar niwelatorem Różnice pomiędzy rzędnymi wysokościowymi rzeczywistymi podbudowy i rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać od $+1/-2$ cm |
| 6 | Ukształtowanie osi w planie ^{*)} | 10 razy na km | Oś podbudowy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż ± 5 cm. |
| 7 | Grubość podbudowy | min. raz na 2000m ² powierzchni jezdni min. 3 razy na zjazd. | <ul style="list-style-type: none"> względem projektowej odchyłka nie powinna przekraczać $+10/-15$mm pomiar niwelatorem lub miarką |
| 8 | Nośność podbudowy: - moduł odkształcenia lub ugięcia sprężyste | Badanie w min. 2 przekrojach na każde 250 mb jednej jezdni lub min. 1 badanie na każdą powierzchnię 3000m ² wg wskazań Inżyniera Budowy | <ul style="list-style-type: none"> Pomiar płytą VSS lub dynamiczną Belka Benkelmana jako alternatywa do metody obciążeń płytowych : ugięcie pod kołem 40 KN nie powinno być większe niż 1,10 mm na podbudowie zasadniczej |

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

Częstotliwość i zakres badań dla elementów innych niż wymienionych w tabeli powyżej – wg wskazań Inżyniera Budowy.

6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami podbudowy

6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne podbudowy z kruszywa

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

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

6.5.2. Niewłaściwa grubość podbudowy

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

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

6.5.3. Niewłaściwa nośność podbudowy

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

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

Jednostką obmiaru jest m² powierzchni z kruszywa.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

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

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Roboty rozliczane są zgodnie z umową i na zasadach ustalonych między Zamawiającym a Wykonawcą.

Zakres wykonania podbudowy obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- przygotowanie mieszanki z kruszywa, zgodnie z receptą w kopalni,
- dostarczenie mieszanki na miejsce wbudowania, lub pośrednio na odkład a potem na miejsce wbudowania.
- rozłożenie mieszanki, wraz z doziarnieniem frakcjami podanymi w dokumentacji projektowej.
- zagęszczenie rozłożonej mieszanki,
- uzupełnienie kruszywem podbudowy w miejscach, gdzie niema zamkniętej struktury
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych określonych w specyfikacji technicznej i przywołanych normach,
- utrzymanie podbudowy w czasie robót.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie składu ziarnowego -- Metoda przesiewania
PN-EN 933-3 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości
PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie kształtu ziaren -- Wskaźnik kształtu

PN-EN 1097-5 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją

PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Część 6

Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją

PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych -- Część 1: Oznaczanie mrozoodporności

PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw -- Analiza chemiczna

PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw -- Analiza chemiczna

PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Metody oznaczania odporności na rozdrabianie

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

PN-EN 13285 Mieszanki niezwiązane – wymagania

PN-EN 13286-1 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym . Część 1 Metody badań dla ustalonej laboratoryjnie referencyjnej gęstości i wilgotności – Wprowadzenie i wymagania ogólne

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

PN-EN 13286-46 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 46. Metoda oznaczenia wskaźnika wilgotności

PN-EN 13286-47 Mieszanki mineralne niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 47. Metoda badań do określenia nośności , kalifornijski wskaźnik nośności CBR, natychmiastowy wskaźnik nośności i pęcznienia liniowego

PN-S-06102:1997 Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie

Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, Politechnika Gdańska 2012.