**D.05.02.01 NAWIERZCHNIA Z KRUSZYWA ŁAMANEGO STABILIZOWANEGO MECHANICZNIE**

**1. WSTĘP**

**1.1. Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem nawierzchni ulepszonych z kruszywa łamanego 0/31,5 stabilizowanego mechanicznie dla:

- nawierzchni poboczy wzmocnionych o grubości 15 cm,

**1.2. Zakres stosowania ST**

Niniejsza ST jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

**1.3. Zakres robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem nawierzchni tłuczniowej, zgodnie z lokalizacją określoną w Dokumentacji Projektowej.

**1.4. Określenia podstawowe**

**1.4.1.** Nawierzchnia tłuczniowa - jedna lub więcej warstw z tłucznia i klińca kamiennego, leżących na podłożu naturalnym lub ulepszonym, zaklinowanych i uzdatnionych do bezpośredniego przejmowania ruchu.

**1.4.2.** Kruszywo łamane - materiał ziarnisty uzyskany przez mechaniczne rozdrobnienie skał litych.

**1.4.3.** Kruszywo łamane zwykłe - kruszywo uzyskane w wyniku co najmniej jednokrotnego przekruszenia skał litych i rozsiania na frakcje lub grupy frakcji, charakteryzujące się ziarnami ostrokrawędziastymi o nieforemnych kształtach.

**1.4.4.** Tłuczeń - kruszywo łamane zwykłe o wielkości ziarn od 31,5 mm do 63 mm.

**1.4.5.** Kliniec - kruszywo łamane zwykłe o wielkości ziarn od 4 mm do 31,5 mm.

**1.4.6.** Miał - kruszywo łamane zwykłe o wielkości ziarn do 4 mm.

**1.4.7.** Mieszanka drobna granulowana - kruszywo uzyskane w wyniku rozdrobnienia w granulatorach łamanego kruszywa zwykłego, charakteryzujące się chropowatymi powierzchniami i foremnym kształtem ziarn o stępionych krawędziach i narożach, o wielkości ziarn od 0,075 mm do 4 mm.

**1.4.8.** Piasek - kruszywo naturalne o wielkości ziarn do 2 mm.

**1.4.3.** Pozostałeokreślenia podstawowe są zgodne z odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.4.

**1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

**2. MATERIAŁY**

**2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne".

**2.2. Materiały do wykonania warstwy wyrównawczej**

Materiałami stosowanymi przy wykonaniu nawierzchni tłuczniowej wg PN-S-96023 są:

* kruszywo łamane zwykłe - tłuczeń i kliniec,
* mieszanka drobna granulowana,
* kruszywo do zamulenia górnej warstwy nawierzchni – miał lub piasek,
* woda do skropienia podczas wałowania i zamulania.

**2.3. Wymagania dla materiałów**

Wymagania dla kruszywa podano w tablicach 1 i 2.

**Tablica 1. Wymagania dla tłucznia i klińca**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Właściwości | Wymagania | |
|  |  |  |  |
| 1 | Ścieralność w bębnie kulowym (Los Angeles):  a) po pełnej liczbie obrotów, % ubytku masy, nie więcej  niż:   1. w tłuczniu 2. w klińcu 3. po 1/5 pełnej liczby obrotów, % ubytku masy w stosunku do ubytku masy po pełnej liczbie obrotów, nie więcej niż: |  | 50  50  35 |
| 2 | Nasiąkliwość, % (m/m), nie więcej niż:   1. dla kruszyw ze skał magmowych i przeobrażonych 2. dla kruszyw ze skał osadowych |  | 3,0  5,0 |
| 3 | Odporność na działanie mrozu, % ubytku masy, nie więcej niż:   1. dla kruszyw ze skał magmowych i przeobrażonych 2. dla kruszyw ze skał osadowych |  | 10,0  10,0 |
| 4 | Odporność na działanie mrozu wg zmodyfikowanej metody bezpośredniej, nie więcej niż:   1. w klińcu, 2. w tłuczniu |  | nie  bada się |
| 5 | Uziarnienie:   1. zawartość ziarn mniejszych niż 0,075 mm, odsianych na mokro, % (m/m), nie więcej niż:   - w tłuczniu  - w klińcu   1. zawartość frakcji podstawowej w tłuczniu lub klińcu, % (m/m), nie mniej niż: 2. zawartość podziarna w tłuczniu lub klińcu, % (m/m), nie więcej niż: 3. zawartość nadziarna w tłuczniu lub klińcu, % (m/m), nie więcej niż: |  | 3  4  75  15  15 |
| 6 | Zawartość zanieczyszczeń obcych w tłuczniu lub klińcu, % (m/m), nie więcej niż: |  | 0,2 |
| 7 | Zawartość ziarn nieforemnych, % (m/m), nie więcej niż:  - w tłuczniu  - w klińcu |  | 40  nie bada się |
| 8 | Zawartość zanieczyszczeń organicznych w tłuczniu lub klińcu, barwa cieczy nie ciemniejsza niż: |  | wzorcowa |

**Tablica 2. Wymagania dla miału i mieszanki drobnej granulowanej**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Wymagania dla | |
| Lp. | Właściwości | miału | mieszanki drobnej granulowanej |
| 1 | Zawartość zanieczyszczeń obcych, nie więcej niż: | 0,5 | 0,1 |
| 2 | Wskaźnik piaskowy, nie mniejszy niż:  - dla kruszywa z wyjątkiem wapieni  - dla kruszywa z wapieni | 20  20 | 65  40 |
| 3 | Zawartość zanieczyszczeń organicznych, barwa cieczy nie ciemniejsza niż: | wzorcowa | wzorcowa |
| 4 | Zawartość nadziarna, % (m/m), nie więcej niż: | 20 | 15 |
| 5 | Zawartość frakcji od 2,0 mm do 4,0 mm, (m/m), nie mniej niż: | nie  bada się | 15 |

Woda użyta przy wykonywaniu zagęszczenia i zamulania nawierzchni może być studzienna lub z wodociągów, bez specjalnych wymagań.

**3. SPRZĘT**

**3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne".

**3.2. Sprzęt do wykonania robót**

Wykonawca przystępujący do wykonania robót powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

* układarek lub równiarek do rozścielania tłucznia,
* walców statycznych, zwykle o nacisku jednostkowym co najmniej 30 kN/m, ew. walców wibracyjnych o nacisku jednostkowym wału wibrującego co najmniej 18 kN/m lub płytowych zagęszczarek wibracyjnych o nacisku jednostkowym co najmniej 16 kN/m2,
* przewoźnych zbiorników do wody (beczkowozów) zaopatrzonych w urządzenia do rozpryskiwania wody oraz pomp do napełniania beczkowozów wodą.

**4. TRANSPORT**

**4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST DM.00.00.00 „Wymagania ogólne".

**4.2. Transport materiałów**

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

**5. WYKONANIE ROBÓT**

**5.1. Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D.00.00.00 „Wymagania ogólne".

**5.2. Przygotowanie podłoża**

Podłoże powinno być wyprofilowane, równe i czyste. Wszelkie wady podłoża należy usunąć w sposób uzgodniony z Inżynierem.

**5.3. Odcinek próbny**

Przed przystąpieniem do wykonania warstwy nawierzchni z kruszywa Wykonawca wykona odcinek próbny celem uściślenia organizacji wytwarzania i układania oraz ustalenia warunków zagęszczania. Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu uzgodnionym z Inżynierem.

Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić co najmniej 130 m2. Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu jakie zamierza stosować do wykonania nawierzchni z kruszywa.

Wykonawca może przystąpić do realizacji robót po zaakceptowaniu przez Inżyniera technologii wbudowania i zagęszczania oraz wyników z odcinka próbnego.

**5.4. Wbudowywanie i zagęszczanie kruszywa**

Nawierzchnię o grubości 20 cm należy wykonywać w jednej warstwie.

Kruszywo grube powinno być rozkładane w warstwie o jednakowej grubości, przy użyciu układarki albo równiarki. Grubość rozłożonej warstwy luźnego kruszywa powinna być taka, aby po jej zagęszczeniu i zaklinowaniu osiągnięto grubość projektowaną.

Kruszywo grube po rozłożeniu powinno być zagęszczane przejściami walca statycznego gładkiego, o nacisku jednostkowym nie mniejszym niż 30 kN/m. Zagęszczenie nawierzchni o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się od krawędzi i stopniowo przesuwać pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się, w kierunku jej osi. Zagęszczanie nawierzchni o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od dolnej krawędzi i przesuwać pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się, w kierunku jej górnej krawędzi.

Zagęszczanie można zakończyć, gdy przed kołami walca przestają się tworzyć fale, a ziarno tłucznia o wymiarze około 40 mm pod naciskiem koła walca nie wtłacza się w nawierzchnię, lecz miażdży się na niej.

Po zagęszczeniu warstwy kruszywa grubego należy zaklinować ją poprzez stopniowe rozsypywanie klińca od 4 do 20 mm i mieszanki drobnej granulowanej od 0,075 do 4 mm oraz miału, przy ciągłym zagęszczaniu walcem statycznym gładkim.

Warstwę należy klinować tak długo, dopóki wszystkie przestrzenie nie zostaną wypełnione klińcem.

W czasie zagęszczania walcem gładkim zaleca się skrapiać kruszywo wodą tak często, aby było stale wilgotne, co powoduje, że kruszywo mniej się kruszy, mniej wyokrągla i łatwiej układa szczelnie pod walcem.

Zagęszczenie można uważać za zakończone, jeśli nie pojawiają się ślady po walcach i wybrzuszenia warstwy kruszywa przed wałami.

W przypadku zagęszczania kruszywa sprzętem wibracyjnym (walcami wibracyjnymi o nacisku jednostkowym wału wibrującego co najmniej 18 kN/m lub płytowymi zagęszczarkami wibracyjnymi o nacisku jednostkowym co najmniej 16 kN/m2), zagęszczenie należy przeprowadzać według zasad podanych dla walców gładkich, lecz bez skrapiania kruszywa wodą.

W pierwszych dniach po wykonaniu nawierzchni należy dbać, aby była ona stale wilgotna.

**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.

**6.2. Badania przed przystąpieniem do robót**

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

**6.3. Badania w czasie robót**

W czasie robót przy budowie nawierzchni tłuczniowej należy kontrolować z częstotliwością podaną poniżej, następujące właściwości:

1. uziarnienie kruszywa, zawartość zanieczyszczeń obcych w kruszywie i zawartość ziarn nieforemnych w kruszywie - co najmniej 1 raz na dziennej działce roboczej z tym, że maksymalna powierzchnia nawierzchni przypadająca na jedno badanie powinna wynosić 600 m2,
2. ścieralność kruszywa, nasiąkliwość kruszywa, odporność kruszywa na działanie mrozu - przy każdej zmianie źródła pobierania materiałów.

Próbki należy pobierać w sposób losowy z rozłożonej warstwy, przed jej zagęszczeniem. Wyniki badań powinny być na bieżąco przekazywane Inżynierowi.

Badania pełne kruszywa, obejmujące ocenę wszystkich właściwości określonych w p. 2.3 powinny być wykonane przez Wykonawcę z częstotliwością gwarantującą zachowanie jakości robót i zawsze w przypadku zmiany źródła pobierania materiałów oraz na polecenie Inżyniera. Próbki do badań pełnych powinny być pobierane przez Wykonawcę w sposób losowy w obecności Inżyniera.

**6.4. Badania i pomiary cech geometrycznych nawierzchni tłuczniowej**

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

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych nawierzchni podano w tablicy 3.

**Tablica 3. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej nawierzchni**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lp. | Wyszczególnienie badań i pomiarów | Minimalna częstotliwość  badań i pomiarów |
| 1 | Szerokość nawierzchni | 10 razy na 1 km |
| 2 | Równość podłużna | co 20 m 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 i w charakterystycznych punktach niwelety |
| 6 | Ukształtowanie osi w planie | co 100 m |
| 7 | Grubość nawierzchni | Podczas budowy: w trzech punktach na każdej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na 400 m2  Przed odbiorem: w trzech punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m2 |

Z uwagi na podrzędny charakter robót (drogi do pól, użytków rolnych i lasów) dopuszcza się za zgodą Inżyniera zmniejszenie częstotliwości badań i pomiarów.

**6.4.2. Szerokość nawierzchni**

Szerokość nawierzchni nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10 cm i -5 cm.

**6.4.3. Równość nawierzchni**

Nierówności podłużne i poprzeczne nawierzchni należy mierzyć 4-metrową łatą.

Nierówności nawierzchni tłuczniowej nie powinny przekraczać 15 mm,

**6.4.4. Spadki poprzeczne nawierzchni**

Spadki poprzeczne nawierzchni na prostych i łukach powinny być zgodne z dokumentacją projektową, z tolerancją ± 0,5%.

**6.4.5. Rzędne wysokościowe**

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

**6.4.6. Ukształtowanie osi nawierzchni**

Oś nawierzchni w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż ±5 cm.

**6.4.7. Grubość warstwy**

Grubość warstwy Wykonawca powinien mierzyć natychmiast po jej zagęszczeniu, co najmniej w dwóch losowo wybranych punktach na każdej dziennej działce roboczej i nie rzadziej niż w jednym punkcie na 400 m2 nawierzchni.

Dopuszczalne odchyłki od projektowanej grubości nawierzchni nie powinny przekraczać ± 10%.

**6.5. Pomiar nośności nawierzchni**

Pomiary nośności nawierzchni tłuczniowej należy wykonać płytą o średnicy 30 cm wg Instrukcji Badań Podłoża Gruntowego Budowli Drogowych i Mostowych część 2 Załącznik. GDDP 1998. Pomiar należy wykonać nie rzadziej niż raz na 3000 m2, lub według zaleceń Inżyniera.

Nawierzchnia tłuczniowa powinna spełniać wymagania dotyczące nośności podane w tablicy 4.

**Tablica 4. Wymagana nośność nawierzchni tłuczniowej**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Rodzaj ruchu | Minimalny moduł odkształcenia mierzony przy użyciu płyty o średnicy 30 cm, MPa | |
|  | pierwotny | wtórny |
| Ruch bardzo lekki i lekki | 100 | 140 |

Zagęszczenie nawierzchni tłuczniowej należy uznać za prawidłowe wtedy, gdy stosunek wtórnego modułu odkształcenia do pierwotnego modułu odkształcenia, mierzonych przy użyciu płyty o średnicy 30 cm, jest nie większy od 2,2 ( E2 : E1 < 2,2 )

**6.6. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami nawierzchni**

**6.6.1. Niewłaściwe uziarnienie i właściwości kruszywa**

Wszystkie kruszywa nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach specyfikacji zostaną odrzucone. Jeżeli kruszywa, nie spełniające wymagań zostaną wbudowane, to na polecenie Inżyniera, Wykonawca wymieni je na właściwe, na własny koszt.

**6.6.2. Niewłaściwe cechy geometryczne nawierzchni**

Wszystkie powierzchnie nawierzchni, które wykazują większe odchylenia cech geometrycznych od określonych w punkcie 6.3.2 powinny być naprawione przez spulchnienie lub zerwanie na całą grubość warstwy, wyrównane i powtórnie zagęszczone. Dodanie nowego materiału bez spulchnienia wykonanej warstwy jest niedopuszczalne.

Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po ich wykonaniu nastąpi ponowny pomiar i ocena.

**6.6.3. Niewłaściwa nośność nawierzchni**

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

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

**7. OBMIAR ROBÓT**

**7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

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

**7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest m2 (metr kwadratowy) wykonanej i odebranej nawierzchni tłuczniowej.

**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**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST D.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

**9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Cena wykonania 1 m2 nawierzchni tłuczniowej obejmuje:

* prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
* oznakowanie robót,
* koszt zapewnienia niezbędnych czynników produkcji,
* zakup, dostarczenie i składowanie potrzebnych materiałów,
* oczyszczenie podłoża,
* rozłożenie warstwy kruszywa grubego (tłucznia, klińca),
* zaklinowanie warstwy kruszywa grubego, skropienie wodą i zagęszczenie,
* przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w ST,
* utrzymanie nawierzchni w czasie robót,
* utrzymanie czystości na przylegających drogach.

**10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

**10.1. Normy**

1. PN-B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu

2. PN-B-06714-12 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych

3. PN-B-06714-15 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego

4. PN-B-06714-16 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie kształtu ziarn

5. PN-B-06714-17 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie wilgotności

6. PN-B-06714-18 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie nasiąkliwości

7. PN-B-06714-19 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie mrozoodporności metodą bezpośrednią

8. PN-B-06714-26 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych

9. PN-B-06714-28 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową

10. PN-B-06714-37 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu krzemianowego

11. PN-B-06714-39 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie rozpadu żelazawego

12. PN-B-06714-42 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie ścieralności w bębnie Los Angeles

15. PN-B-11112 Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych

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

26. BN-64/8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego

27. BN-64/8931-02 Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą

28. BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą

29. BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć podatnych ugięciomierzem belkowym

30. BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu

31. PN-B-01100 Kruszywa mineralne. Kruszywa skalne. Podział, nazwy i określenia

32. PN-B-04101 Materiały kamienne. Oznaczenie nasiąkliwości wodą

33. PN-B-04110 Materiały kamienne. Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie

34. PN-B-04111 Materiały kamienne. Oznaczanie ścieralności na tarczy Boehmego

35. PN-B-04115 Materiały kamienne. Oznaczanie wytrzymałości kamienia na uderzenie (zwięzłość)

**10.2. Inne dokumenty**

Instrukcja Badań Podłoża Gruntowego Budowli Drogowych i Mostowych część 2. Załącznik. GDDP 1998.