D – 05.02.00 NAWIERZCHNIA TWARDA NIEULEPSZONA Z BRUKOWCA

Kod CPV: 45233000-9

Roboty w zakresie konstruowania, fundamentowania oraz wykonywania nawierzchni autostrad, dróg

# 1. wstęp

## 1.1 Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych wykonywaniem warstwy nawierzchni twardej nieulepszonej z brukowca.

## 1.2 Zakres stosowania STWiORB

Specyfikacje Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych stanowią Dokument Przetargowy i Kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót na drogach wojewódzkich zarządzanych przez Zarząd Dróg Wojewódzkich w Bydgoszczy.

## 1.3. Zakres robót objętych STWIORB

 Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem nawierzchni brukowcowej. Nawierzchnie brukowcowe mogą być wykonywane na drogach miejscowego przeznaczenia.

 Ze względu na niemożność zastosowania nowoczesnej mechanizacji, nawierzchnię brukowcową powinno się wykonywać w przypadkach uzasadnionych ekonomicznie (w okolicach obfitujących w kamień lub gdy do dyspozycji jest brukowiec ze starej rozebranej nawierzchni), na drogach, ulicach i placach podrzędnego znaczenia, na zjazdach z nawierzchni ulepszonej na drogi boczne, na nie ustabilizowanych nasypach przy konieczności wcześniejszego otwarcia ruchu.

## 1.4. Określenia podstawowe

**1.4.1.**Nawierzchnia brukowcowa - nawierzchnia, której warstwa ścieralna jest wykonana z brukowca.

**1.4.2.**Brukowiec - kamień narzutowy nieobrobiony (otoczak) lub kamień obrobiony, względnie płytowany kamień łamany, o kształcie zbliżonym do graniastosłupa lub ostrosłupa ściętego o nieregularnych lub zaokrąglonych krawędziach, stosowany do wykonywania nawierzchni brukowcowych.

**1.4.3.**Kamień oporowy - brukowiec osadzony jako obramowanie i zabezpieczenie nawierzchni przed rozsuwaniem się jej na boki pod wpływem ubijania i obciążenia ruchem.

**1.4.4.**Podsypka - część nawierzchni z piasku lub innego drobnoziarnistego materiału, w której osadza się brukowiec.

**1.4.5.**Podsypka cementowo-piaskowa - część nawierzchni z mieszaniny cementu i piasku, w której osadza się brukowiec.

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

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

**1.4.8.**Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i definicjami podanymi w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.4.

## 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

 Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne” pkt 1.5.

# 2. MATERIAŁY

## 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

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

## 2.2. Rodzaje materiałów

 Materiałami stosowanymi przy wykonaniu nawierzchni brukowcowej, wg PN-B-06101 [19], są:

* brukowiec nieobrobiony, obrobiony lub brukowiec płytowany, wg PN-B-11104 [14],
* kliniec, wg PN-B-11112 [15],
* piasek na podsypkę oraz do zasypania wykonanej nawierzchni, wg PN-B-11113 [16],
* cement portlandzki zwykły, w przypadku wykonywania podsypki cementowo-piaskowej, wg PN-B-19701 [17],
* woda, wg PN-B-32250 [18].

## 2.3. Wymagania dla materiałów

### 2.3.1. Brukowiec

 Brukowiec do wykonania nawierzchni brukowcowej powinien być kamieniem trwałym, niezwietrzałym, mieć strukturę możliwie drobnoziarnistą i zwięzłą, bez pęknięć i żył.

 Materiałem na brukowiec powinny być skały o cechach fizycznych i wytrzymałościowych podanych w tablicy 1.

 Brukowiec nieobrobiony (kamień narzutowy) powinien mieć naturalną część powierzchni możliwie płaską, którą można by wyodrębnić jako powierzchnię górną (czoło).

 Brukowiec obrobiony powinien mieć kształt zbliżony do prostopadłościanu. Powierzchnia górna (czoło) i dolna (stopka) powinna być zbliżona do prostokąta. Płaszczyzny powierzchni górnej i dolnej powinny być w przybliżeniu równoległe. Cała bryła powinna mieścić się w prostopadłościanie zbudowanym na powierzchni górnej jako podstawie. Krawędzie powierzchni górnej powinny być proste.

 Brukowiec płytowany (brukowiec z kamienia łamanego) powinien mieć górną powierzchnię (czoło) płaską, uzyskaną z rozłupania większego kamienia przynajmniej na dwie części i w przybliżeniu prostopadłą do osi pionowej. Powierzchnia dolna (stopka) i powierzchnie boczne nie powinny być wklęsłe.

 Wymiary i dokładność wykonania brukowców powinny odpowiadać wielkościom podanym w tablicy 2.

Tablica 1. Właściwości fizyczne i wytrzymałościowe dla kamienia na brukowiec, wg PN-B-11104 [14]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Właściwości | Wartość | Badania według |
| 1 | Wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym, MPa, nie mniej niż: | 160 | PN-B-04110 [3] |
| 2 | Ścieralność na tarczy Boehmego, cm, nie więcej niż: | 0,2 | PN-B-04111 [4] |
| 3 | Wytrzymałość na uderzenie (zwięzłość), liczba uderzeń, nie mniej niż: | 12 | PN-B-04115 [5] |
| 4 | Nasiąkliwość wodą, % (m/m), nie więcej niż: | 0,5 | PN-B-04101 [2] |

Tablica 2. Wymiary i dokładność wykonania brukowca, wg PN-B-11104 [14]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Właściwości | Brukowiec  nieobrobiony | Brukowiec  obrobiony | Brukowiec  płytowany |
| 1 | Wysokość (W), cm | od 15 do 20 | od 16 do 20 | od 16 do 20 |
| 2 | Powierzchnia górna, cm2 | od 160 do 360 | od 160 do 360 | od 160 do 360 |
| 3 | Największa długość krawędzi czoła, cm | nie bada się | 1,0 W | 1,6 W |
| 4 | Stosunek pola powierzchni dolnej (stopki) do górnej (czoła), nie mniej niż: | nie bada się | 0,5 | 0,3 |
| 5 | Odchylenie od równoległości płaszczyzny powierzchni dolnej w stosunku do powierzchni górnej, w stopniach, nie więcej niż: | nie bada się | 13 | 15 |
| 6 | Głębokość wklęśnięcia lub wysokość wypukłości powierzchni górnej, cm, nie więcej niż: | nie bada się | 0,8 | 1,0 |
| 7 | Głębokość wklęśnięcia lub wysokość wypukłości powierzchni bocznej i dolnej, cm, nie więcej niż: | nie bada się | 1,5 | 1,5 |
| 8 | Pęknięcia powierzchni | niedopuszczalne | | |

 Kamienie oporowe powinny odpowiadać właściwościom przewidzianym dla brukowca i mieć półtorakrotną wysokość w stosunku do stosowanego brukowca.

 Brukowiec należy układać w pryzmy lub stosy o wysokości nie przekraczającej 1 m.

### 2.3.2. Kliniec

 Kliniec używany do klinowania nawierzchni powinien mieć wymiary od 4 do 12,8 mm i od 12,8 do 20 mm i powinien odpowiadać wymaganiom podanym w tablicy 3.

Tablica 3. Wymagania dla klińca, wg PN-B-11112 [15]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lp. | Właściwości | Wymagania |
| 1 | Ścieralność w bębnie kulowym (Los Angeles) wg PN-B-06714-42 [13]: |  |
|  | a)   przy pełnej liczbie obrotów, % ubytku masy, nie więcej niż: | 40 |
|  | b)    po 1/5 pełnej liczby obrotów, % ubytku masy w stosunku do ubytku masy po pełnej liczbie obrotów, nie więcej niż: | 30 |
| 2 | Nasiąkliwość, wg PN-B-06714-18 [9], % (m/m), nie więcej niż, dla kruszywa ze skał: |  |
|  | a)     magmowych i przeobrażonych | 2,0 |
|  | b)    osadowych | 3,0 |
| 3 | Odporność na działanie mrozu, wg PN-B-06714-20 [11], % ubytku masy, nie więcej niż, dla kruszywa ze skał: |  |
|  | a)     magmowych i przeobrażonych | 4,0 |
|  | b)    osadowych | 5,0 |
| 4 | Odporność na działanie mrozu wg zmodyfikowanej metody bezpośredniej, wg PN-B-06714-19 [10] i PN-B-11112 [15], % ubytku masy nie więcej niż: | 30 |
| 5 | Uziarnienie, wg PN-B-06714-15 [7] |  |
|  | a)     zawartość ziarn mniejszych niż 0,075 mm odsianych na mokro, % (m/m), nie więcej niż: | 4 |
|  | b)    zawartość frakcji podstawowej, % (m/m), nie mniej niż: | 75 |
|  | c)     zawartość podziarna, % (m/m), nie więcej niż: | 15 |
|  | d)    zawartość nadziarna, % (m/m), nie więcej niż: | 15 |
| 6 | Zawartość zanieczyszczeń obcych, wg PN-B-06714-12 [6],    % (m/m), nie więcej niż: | 0,2 |
| 7 | Zawartość zanieczyszczeń organicznych, wg PN-B-06714-26 [12], barwa cieczy nie ciemniejsza niż: | wzorcowa |

### 2.3.3. Piasek

 Piasek na podsypkę oraz do zasypywania (zamulania) nawierzchni powinien odpowiadać wymaganiom podanym w STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne”.

### 2.3.4. Cement

 Cement stosowany:

* na podsypkę cementowo-piaskową powinien być cementem portlandzkim klasy 32,5,
* do zalania spoin zaprawą cementowo-piaskową powinien być cementem portlandzkim klasy 32,5

odpowiadającym wymaganiom PN-B-19701 [17].

 Cement powinien być dostarczany w workach i przechowywany zgodnie z postanowieniami BN-88/6731-08 [21].

### 2.3.5. Woda

 Woda do podsypki cementowo-piaskowej i zaprawy cementowo-piaskowej powinna być „odmiany 1” i odpowiadać wymaganiom PN-B-32250 [18].

 Woda, stosowana przy zagęszczaniu i do zwilżania warstw piasku, powinna odpowiadać wymaganiom punktu 2.3 STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne”.

# 3. SPRZĘT

## 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

 Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne” pkt 3.

## 3.2. Sprzęt do wykonania nawierzchni

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

* ubijaków stalowych o masie od 25 do 35 kg, młotków brukarskich, drągów stalowych do wyjmowania bruku, łopat, pił, siekier,
* przewoźnych zbiorników do wody (beczkowozów),
* ew. walców statycznych o nacisku jednostkowym od 25 do 45 kN/m, w przypadku zastąpienia trzeciego ubijania ręcznego brukowca na podsypce piaskowej,
* 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.

# 4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne” pkt 4.

Transport cementu powinien być zgodny z BN-88/6731-08 [21].

# 5. WYKONANIE ROBÓT

## 5.1. Ogólne zasady wykonania robót

 Ogólne zasady wykonania robót podano w STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne” pkt 5.

## 5.2. Przygotowanie podłoża

 Podłoże pod nawierzchnię brukowcową powinno być przygotowane zgodnie z warunkami ogólnymi określonymi w STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne” pkt 5.2.

 Oprócz szpilek ustawionych w osi i w rzędach równoległych do osi drogi (w tym na krawędziach jezdni), należy równolegle do osi ustawić dodatkowo szpilki pośrednie, rozgraniczające pasy przeznaczone dla poszczególnych brukarzy. Najodpowiedniejsza szerokość pasa dla jednego brukarza wynosi 1,5 m i zmienia się w pewnych granicach zależnie od szerokości nawierzchni i liczby brukarzy.

## 5.3. Wykonanie podsypki

### 5.3.1. Podsypka piaskowa

 Podsypka pod nawierzchnię powinna być wykonana z piasku odpowiadającego wymaganiom punktu 2.3.3.

 Jeśli dokumentacja projektowa nie określa inaczej, to grubość warstwy podsypki powinna wynosić 10 cm, a po ubiciu brukowca powinna wynosić co najmniej od 2 do 3 cm licząc od spodu brukowca, o największej znormalizowanej wysokości, do spodu podsypki.

 Przy podłożu z gruntów przepuszczalnych podsypkę rozściela się bezpośrednio na dnie koryta, a przy podłożu nieprzepuszczalnym - na wyrównanej i zagęszczonej warstwie odsączającej.

### 5.3.2. Podsypka cementowo-piaskowa

 Jeśli dokumentacja projektowa lub SST nie określa inaczej, to skład podsypki cementowo-piaskowej powinien być ustalony laboratoryjnie.

 Wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach próbek walcowych o średnicy 8 cm z podsypki cementowo-piaskowej powinna wynosić co najmniej 10 MPa, a po 28 dniach nie mniej niż 14 MPa.

 Mieszanie składników powinno być dokonywane w betoniarkach. Podsypka jest dobrze wymieszana, gdy kolor mieszanki jest jednakowy. Przy mieszaniu podsypki należy dodać wody w ilości od 0,20 do 0,25 masy cementu w posypce. Wilgotność podsypki powinna być taka, aby po ściśnięciu podsypki w dłoni podsypka nie rozsypywała się i nie było na dłoni śladów wody, a po naciśnięciu palcami podsypka rozsypywała się.

 Piasek powinien odpowiadać wymaganiom punktu 2.3.3, cement - punktu 2.3.4, a woda - punktu 2.3.5.

 Podłoże pod podsypkę cementowo-piaskową musi być całkowicie ustabilizowane.

 Jeśli dokumentacja projektowa nie określiła inaczej, to grubość warstwy podsypki powinna wynosić 10 cm, przy czym po ubiciu brukowca jej grubość pod poszczególnymi kamieniami nie powinna być mniejsza niż 2 cm oraz nie większa niż 6 cm.

 Rozścielenie podsypki cementowo-piaskowej powinno wyprzedzać układanie brukowca od 3 do 4 m. Rozścieloną podsypkę należy wyrównać ściśle do profilu.

## 5.4. Układanie i ubijanie nawierzchni brukowcowej na podsypce piaskowej

 Kamienie oporowe powinny być osadzone na podsypce według sznura, stosownie do projektowanego przekroju poprzecznego i wysokości niwelety jezdni oraz zabezpieczone przed przechyleniem się w kierunku pobocza za pomocą ubitego żwiru (lub tłucznia). Kamienie oporowe należy ustawiać, wyprzedzając układanie nawierzchni co najmniej o 10 m.

 Wszystkie sznury umocowuje się o 3 do 4 cm wyżej niż projektowana niweleta, mając na uwadze osiadanie brukowca w czasie ubijania.

 Brukowiec przed dostarczeniem do koryta powinien być przesortowany. Brukowiec wyższy powinien być osadzany od strony zewnętrznej jezdni, niższy zaś ku jej środkowi. Różnica wysokości dwóch kamieni bezpośrednio przylegających do siebie nie powinna przekraczać 2 cm.

 Każdy kamień ustawiony pionowo na sztorc, czołem do góry powinien być osadzony w podsypce najwyżej do połowy wysokości (od 8 do 10 cm) i mocno wbity uderzeniami młotka w górną powierzchnię tak, aby nie wychylał się przy poruszaniu. Podczas brukowania podsypka piaskowa powinna być nieco wilgotna, lecz nie nadmiernie. Na zamarzniętą podsypkę nie wolno kłaść brukowca. Nawierzchnię brukowcową należy wykonywać jednocześnie na całej jej szerokości.

 Nawierzchnia powinna być ułożona ściśle, z przewiązaniem szczelin tak w kierunku podłużnym jak i poprzecznym, a każdy osadzony brukowiec musi przykrywać szczelinę powstałą między dwoma uprzednio osadzonymi kamieniami i ma być do nich ściśle dosunięty.

 Szczeliny podłużne nie mogą być dłuższe niż dwa brukowce. Widziane z góry szczeliny powinny mieć kształt podobny do trójkątów utworzonych z linii krzywych. Dobrze osadzony brukowiec nie powinien osiadać pod naciskiem nogi i nie powinien łatwo dawać się wyciągnąć ręką.

 Nawierzchnię brukowcową należy ubijać trzy razy ubijakami stalowymi o masie od 25 do 35 kg. Na odcinkach prostych ubijanie rozpoczyna się od kamieni oporowych i stopniowo przesuwa się ku środkowi jezdni. Na łukach poziomych o spadkach jednostronnych ubijanie rozpoczyna się od niższych kamieni oporowych i przesuwa się stopniowo do wyżej ułożonych na łuku zewnętrznym.

 Pierwsze ubijanie wykonuje się bez wypełniania spoin i bez polewania brukowca. Ubijanie to ma na celu wyrównanie nawierzchni do profilu oraz częściowe osadzenie brukowca. Ubijakiem uderza się w środek czoła brukowca z wysokości 15 do 20 cm tak, aby zagłębienie brukowca wynosiło od 2 do 3 cm.

 Po pierwszym ubiciu brukowiec klinuje się klińcem o wymiarach 12,8 mm do 20 mm, przesuwając go miotłami w celu należytego zapełnienia spoin i polewając wodą. Następnie usuwa się z nawierzchni pozostały materiał i ubija się go po raz drugi, uderzając silnie w środek brukowca. Przy drugim ubiciu brukowiec powinien zagłębiać się o 1 do 2 cm.

 Po drugim ubiciu uzupełnia się wypełnienie spoin klińcem o wymiarach 4 mm do 12,8 mm z przesuwaniem materiałów miotłami i polewaniem wodą. Materiał pozostały na nawierzchni usuwa się i ubija po raz trzeci, uderzając ubijakiem 2 lub 3 sąsiednie brukowce dla wyrównania powierzchni.

 Zamiast trzeciego ubicia nawierzchni może być zastosowane wałowanie. Przed wałowaniem należy usunąć z nawierzchni luźno leżący materiał. Wałowanie wykonuje się walcem lekkim o nacisku od 25 do 45 kN/m, zaczynając od kamieni oporowych i stopniowo przesuwając się ku środkowi. Następnie wałuje się nawierzchnię w kierunku ukośnym do osi drogi. Walec po każdym pasie powinien przetaczać się od 5 do 6 razy. Podczas wałowania nawierzchnię należy polewać wodą.

 Ubijanie należy prowadzić jednocześnie z układaniem brukowca. Pozostawienie ułożonego brukowca na kilka dni bez ubicia jest niedopuszczalne.

 Podczas każdego kolejnego ubijania przekrój nawierzchni należy sprawdzać szablonem, a łatą równość w kierunku podłużnym.

 Brukowce zapadnięte należy podnieść, uzupełniając brakującą podsypkę, a wystające dobić. Brukowce uszkodzone przy ubijaniu należy wyjąć i zamienić nowymi. Ubijanie należy zakończyć na 3 do 5 m przed końcem odcinka, na którym ułożono brukowiec.

 Po ostatecznym ubiciu lub uwałowaniu, przed oddaniem do ruchu, nawierzchnię należy przysypać warstwą 1,5 do 2 cm piasku (lub żwiru) w celu zabezpieczenia materiału wypełniającego spoiny przed wyrywaniem kołami pojazdów, uzupełnienia wypełnienia spoin i złagodzenia uderzeń kół pojazdów. Warstwę piasku należy utrzymywać przez okres 2 tygodni w stanie wilgotnym. Kruszywo zsuwane przez ruch w stronę poboczy należy podmiatać na środek jezdni.

 Nawierzchnia brukowcowa powinna mieć w przekroju poprzecznym przekrój daszkowy o spadku zgodnym z dokumentacją projektową, a jeśli dokumentacja projektowa nie określiła tego inaczej to o spadku 3 do 4% z zaokrągleniem po środku jezdni o wysokości 1,5 do 2 cm.

## 5.5. Układnie i ubijanie nawierzchni brukowcowej na podsypce cementowo-piaskowej

 Kolejność układania i ubijania nawierzchni brukowcowej na podsypce cementowo-piaskowej obejmuje następujące czynności:

1. osadzenie kamieni oporowych, wg punktu 5.4,
2. przesortowanie brukowca i dostarczenie do koryta, wg punktu 5.4,
3. ułożenie brukowca, wg punktu 5.4,
4. pierwsze ubicie brukowca, wg punktu 5.4, z tym, że jest to mocne ubicie, powodujące obniżenie brukowców mniej więcej o całą nadwyżkę w układaniu,
5. zaklinowanie spoin brukowca klińcem o wymiarach od 12,8 mm do 20 mm i od 4 mm do 12,8 mm z przesuwaniem go miotłami w celu wypełnienia spoin,
6. zalanie spoin brukowca zaprawą cementowo-piaskową.

 Skład zaprawy cementowo-piaskowej ustala się laboratoryjnie. Wytrzymałość na ściskanie zaprawy nie powinna być mniejsza po 28 dniach od 25 MPa.

 Zaprawę przygotowuje się w betoniarkach lub ręcznie. Wody dodaje się tyle, aby zaprawa miała wystarczającą płynność.

 Przed rozpoczęciem zalewania brukowiec należy oczyścić z piasku i zlać wodą, dodając do wody 1% cementu klasy 32,5 w stosunku objętościowym. Zalewanie spoin można wykonać przez rozlanie zaprawy na powierzchnię nawierzchni i wprowadzenie jej do spoin przez rozgarnięcie ściągaczami gumowymi lub szczotkami. Po pierwszym zalaniu spoin nie będą one całkowicie wypełnione i należy uzupełnić wypełnienie spoin zalewając je po raz drugi zaprawą.

 Zaprawy cementowo-piaskowej należy przygotować tyle, aby mogła być zużyta w ciągu jednej godziny.

1. drugie ubicie brukowca, wykonane bezpośrednio po zalaniu spoin, będące lekkim ubiciem, które ma na celu pełną regulację przekroju podłużnego i poprzecznego nawierzchni.

 Zamiast drugiego ubijania ręcznego można zastosować wałowanie lekkimi walcami wibracyjnymi lub zagęszczanie płytowymi zagęszczarkami wibracyjnymi.

1. pielęgnację nawierzchni polegającą na:
   * przykryciu warstwą piasku o grubości co najmniej 5 cm i utrzymywanie go w stałej wilgotności przez okres od 7 do 10 dni,
   * dokładnym oczyszczeniu nawierzchni z piasku, po uzyskaniu przez zaprawę cementowo-piaskową wytrzymałości określonej w punkcie 5.5 podpunkcie 6, a następnie oddaniu nawierzchni do ruchu.

## 5.6. Warunki prowadzenia robót

1. Przy układaniu brukowca na podsypce cementowo-piaskowej wszystkie czynności od rozłożenia podsypki do ostatecznego ubicia z zalaniem spoin zaprawą cementowo-piaskową należy wykonać przed upływem 3 godzin.
2. Brukowiec na podsypce cementowo-piaskowej można układać bez środków ochronnych przed mrozem tylko przy temperaturze powietrza powyżej +5oC. Nie można układać nawierzchni jeśli temperatura powietrza jest poniżej 0oC. Przy spodziewanym obniżeniu temperatury w nocy poniżej 0oC nawierzchnię należy zabezpieczyć przed działaniem mrozu, nakrywając ją matami ze słomy, papą lub innymi materiałami ocieplającymi.

# 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

## 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

 Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w punkcie 6 STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne”.

## 6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

 Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania materiałów przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi do akceptacji.

## 6.3. Badania w czasie robót

 W czasie robót Wykonawca będzie sprawdzał, zgodnie z wymaganiami podanymi w punkcie 5.4 lub 5.5:

* sortowanie brukowca i osadzanie wyższych brukowców od strony zewnętrznej jezdni, a niższych ku jej środkowi,
* nieprzekraczanie wysokości dwóch kamieni bezpośrednio przylegających do siebie o 2 cm,
* właściwą wilgotność podsypki,
* osadzanie brukowców w podsypce co najwyżej do połowy ich wysokości (od 8 do 10 cm),
* sposób klinowania brukowca,
* sposób ubijania brukowca,
* równość podłużną i poprzeczną nawierzchni.

## 6.4. Badania i pomiary dotyczące cech geometrycznych i właściwości nawierzchni brukowcowej

### 6.4.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

 Przy badaniach i pomiarach wykonanej nawierzchni brukowcowej Wykonawca, w obecności Inżyniera, sprawdza:

* konstrukcję nawierzchni,
* ukształtowanie osi nawierzchni,
* rzędne nawierzchni,
* przekroje poprzeczne,
* szerokość nawierzchni,
* równość nawierzchni,
* ścisłość ułożenia nawierzchni,
* dokładność ubicia nawierzchni,
* pielęgnację nawierzchni przed oddaniem do ruchu.

### 6.4.2. Wymagania dotyczące konstrukcji nawierzchni

 Konstrukcję nawierzchni sprawdza się co do zgodności z dokumentacją projektową przez rozebranie nawierzchni na powierzchni około 0,1 m2 na co drugim kilometrze, lecz nie mniej niż w dwóch miejscach w całości odbieranego odcinka i stwierdzenie wielkości, kształtu i jakości brukowca oraz grubości podsypki, jak również makroskopowo - jakości użytego materiału.

### 6.4.3. Wymagania dotyczące przekroju poprzecznego

 Przekroje poprzeczne sprawdza się w 10 miejscach na każdym kilometrze przez przyłożenie szablonu profilowego. Przekroje poprzeczne powinny być tak wykonane, aby prześwit między dolną krawędzią szablonu profilowego a powierzchnią nawierzchni nie przekraczał 20 mm.

 W miejscach wyznaczonych przez Inżyniera należy dokonać sprawdzenia spadku poprzecznego nawierzchni według ustaleń punktu 6.2.2 STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne”.

### 6.4.4. Wymagania dotyczące ścisłości ułożenia nawierzchni

 Ścisłość ułożenia brukowca sprawdza się 2 razy na 1 km przez wyłamanie od 1,5 do 2 m2 brukowca i ponowne zabrukowanie tym samym kamieniem. Ścisłość ułożenia brukowca przyjmuje się jako dostateczną, jeśli przy ponownym zabrukowaniu wyłamanej nawierzchni zabraknie kamienia do zabrukowania nie więcej niż 3% wyłamanej powierzchni.

### 6.4.5. Wymagania dotyczące dokładności ubicia nawierzchni

 Dokładność ubicia nawierzchni sprawdza się 5 razy na 1 km ubijakiem o masie od 25 do 35 kg, używanym do ubijania brukowca. Przy sprawdzaniu dokładności ubicia brukowiec nie powinien okazywać widocznych oznak osiadania pod wpływem trzech uderzeń ubijakiem.

### 6.4.6. Pozostałe cechy i właściwości wykonanej nawierzchni

 Ukształtowanie osi w planie, rzędne wysokościowe, szerokość nawierzchni i równość nawierzchni należy wykonać według ustaleń STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne” pkt 6.2, z częstotliwością podaną w tablicy 2.

## 6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami nawierzchni

### 6.5.1.  Niewłaściwe cechy materiałów kamiennych

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

### 6.5.2. Niewłaściwe cechy geometryczne nawierzchni

 Wszystkie powierzchnie nawierzchni, które wykazują większe odchylenia cech geometrycznych od określonych w punktach 6.1 i 6.4 powinny być ponownie wykonane przez Wykonawcę na jego koszt.

# 7. OBMIAR ROBÓT

## 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

 Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne” pkt 7.

## 7.2. Jednostka obmiarowa

 Jednostką obmiarową jest m2 (metr kwadratowy).

# 8. ODBIÓR ROBÓT

 Ogólne zasady odbioru robót podano w STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne” pkt 8.

# 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

## 9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

 Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWIORB D-05.02.00 „Nawierzchnie twarde nieulepszone. Wymagania ogólne” pkt 9.

## 9.2. Cena jednostki obmiarowej

 Cena 1 m2 nawierzchni brukowcowej obejmuje:

* prace pomiarowe i oznakowanie robót,
* przygotowanie podłoża,
* dostarczenie brukowca i innych materiałów,
* wykonanie podsypki piaskowej lub cementowo-piaskowej,
* ustawienie kamieni oporowych,
* ułożenie brukowca,
* ubicie nawierzchni i zaklinowanie szczelin kruszywem łamanym bez zalewania spoin lub z wypełnieniem spoin zaprawą cementowo-piaskową,
* przysypanie warstwą piasku lub żwiru,
* wykonanie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w specyfikacji technicznej.

# 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

## 10.1. Normy

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | PN-B-01100 | Kruszywa mineralne. Kruszywa skalne. Podział, nazwy i określenia |
| 2. | PN-B-04101 | Materiały kamienne. Oznaczenie nasiąkliwości wodą |
| 3. | PN-B-04110 | Materiały kamienne. Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie |
| 4. | PN-B-04111 | Materiały kamienne. Oznaczanie ścieralności na tarczy Boehmego |
| 5. | PN-B-04115 | Materiały kamienne. Oznaczanie wytrzymałości kamienia na uderzenie (zwięzłość) |
| 6. | PN-B-06714-12 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych |
| 7. | PN-B-06714-15 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego |
| 8. | PN-B-06714-16 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie kształtu ziarn |
| 9. | PN-B-06714-18 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie nasiąkliwości |
| 10. | PN-B-06714-19 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie mrozoodporności metodą bezpośrednią |
| 11. | PN-B-06714-20 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie mrozoodporności metodą krystalizacji |
| 12. | PN-B-06714-26 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych |
| 13. | PN-B-06714-42 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie ścieralności w bębnie Los Angeles |
| 14. | PN-B-11104 | Materiały kamienne. Brukowiec |
| 15. | PN-B-11112 | Kruszywo mineralne. Kruszywo łamane do nawierzchni drogowych |
| 16. | PN-B-11113 | Kruszywo mineralne. Kruszywo naturalne do nawierzchni drogowych. Piasek |
| 17. | PN-B-19701 | Cement. Cement powszechnego użytku. Skład, wymagania             i ocena zgodności |
| 18. | PN-B-32250 | Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw |
| 19. | PN-S-06101 | Drogi samochodowe. Nawierzchnia z brukowca. Warunki techniczne |
| 20. | PN-S-96023 | Konstrukcje drogowe. Podbudowa i nawierzchnia z tłucznia kamiennego |
| 21. | BN-88/6731-08 | Cement. Transport i przechowywanie |
| 22. | BN-64/8931-01 | Oznaczanie wskaźnika piaskowego |
| 23. | BN-64/8931-02 | Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą |
| 24. | BN-68/8931-04 | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą. |