

# **SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

## **D.05.02.02**

**45233000-9**

**NAWIERZCHNIA BRUKOWCOWA**  
**CPV: Roboty w zakresie konstruowania,**  
**fundamentowania oraz wykonywania nawierzchni**  
**autostrad, dróg.**



## 1. Wstęp

### 1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem nawierzchni z brukowca (kamienia polnego) w ramach robót budowlanych ze wzmocnieniem nawierzchni ul. Warszawskiej na odcinku od ul. Św. Michała do granicy miasta Poznania – **Etap V**.

### 1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### 1.3. Zakres robót

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem nawierzchni brukowcowej i obejmują:

- wykonanie nawierzchni z kamienia narzutowego (polnego) śr. gr. 15 cm na podsypce cementowo-piaskowej 1:4 grubości 3 cm (wypełnienie spoin i szczelin masą zalewową-zaprawą fugującą) - materiał Inwestora – wyspy dzielące oraz kanalizujące ruch w ciągu jezdni północnej i południowej (obszar skrzyżowań).

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

**1.4.7.** Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i definicjami podanymi w ST D.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

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

## 2. Materiały

### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST D.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 2.2. Rodzaje materiałów

Materiałami stosowanymi przy wykonaniu nawierzchni brukowej, są:

- brukowiec nieobrobiony (kamień polny) – materiał Inwestora,
- kliniec do nawierzchni wg PN-EN 13043,
- piasek na podsypkę wg PN-EN 13242,
- cement portlandzki klasy min. „32,5” wg PN-EN 197-1 – do podsypki cementowo-piaskowej,
- woda, wg PN-EN 1008,
- masa zalewowa (zaprawa fugująca).

### 2.3. Wymagania dla materiałów

#### 2.3.1. Brukowiec

Należy użyć materiału Inwestora.

#### 2.3.2. Kliniec

Kliniec używany do klinowania nawierzchni powinien mieć wymiary od 4 do 11,2 mm i od 11,2 do 22,4 mm i powinien odpowiadać poniższym wymaganiom (zgodnie z PN-EN 13043):

- uziarnienie: Gc 90/10,
- nasiąkliwość: WA<sub>24</sub>2,
- mrozoodporność: F2,
- ścieralność w bębnie Los Angeles: LA<sub>20</sub>,
- polerowalność: N.W.,
- odporność na ścieranie: M<sub>DE</sub>20.

#### 2.3.3. Kruszywo na podsypkę cementowo – piaskową

Na podsypkę należy zastosować następujące kruszywo:

- kruszywo drobne 0/2, 0/4 lub 0/5 wg normy PN-EN 13242 kategorii uziarnienia GF80, zawartości pyłów f10,
- kruszywo 1/4, 2/5 lub 2/8, wg normy PN-EN 13242 kategorii uziarnienia GC80/20, zawartości pyłów fDeklarowana (max. do 10% pyłów).

Kruszywo nie może być zanieczyszczone ciałami obcymi takimi jak: trawa, szczątki korzeni, konarów, szkło, plastik, grudki gliny.

#### 2.3.4. Cement

Na podsypkę cementowo – piaskową i do wypełniania spoin należy stosować cement portlandzki klasy 32,5 wg PN-EN 197-1.

Badanie cementu należy wykonać zgodnie z PN-EN 196-1 i PN-EN 196-3.

Przechowywanie cementu powinno odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08.

W przypadku, gdy czas przechowywania cementu będzie dłuższy od trzech miesięcy, można go stosować za zgodą Inżyniera tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wykazą jego przydatność do robót

### 2.3.5. Woda

Woda do podsypki cementowo-piaskowej powinna odpowiadać wymaganiom PN-EN-1008. Bez badania można stosować wodę pitną wodociągową.

### 2.3.6. Masa epoksydowa (zaprawa fugowa) do wypełnienia spoin w nawierzchni

Należy zastosować mrozoodporną, rozbieralną kompozycję frakcjonowanych kruszyw mineralnych i dwuskładnikowej bezrozpuszczalnikowej żywicy epoksydowej do wypełnienia fug kostki brukowej z kamienia.

Wymagane parametry techniczne spoiny:

- wytrzymałość na ściskanie po 48 h  $\geq 25$  MPa (metoda badań wg PN-B-04500:1985),
- produkt nienasiąkliwy (wg procedury badawczej IBDiM Nr PB/TB 1/22:2008),
- wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach  $\geq 30$  MPa (metoda badań wg PN-B-04500:1985),
- wytrzymałość na zginanie  $\geq 8$  MPa (metoda badań wg PN-B-04500:1985),
- skurcz po 28 dniach sezonowania max. 0,604 mm/m (metoda badań wg PN-B-04500:1985)
- produkt mrozoodporny: stopień mrozoodporności  $\geq F150$ , stan po 150 cyklach zamrażania i odmrażania – bez zmian – brak uszkodzeń (wg procedury badawczej IBDiM Nr PO-2)
- wartość pH: 10÷12.

## 3. Sprzęt

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

### 3.2. Sprzęt do wykonania nawierzchni

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

- betoniarką - do wytwarzania oraz przygotowania podsypki cementowo-piaskowej,
- ubijakami ręcznymi mechanicznymi, do ubijania kamienia,
- wibratorami płytowymi i lekkimi walcami wibracyjnymi, do ubijania kamienia po pierwszym ubiciu ręcznym,
- mieszadło śrubowe, nierdzewna kielnia, rakla, gumowa paca do fugowania, zestaw rolkowy do zmywania.

## 4. Transport

### 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

## 4.2. Transport materiałów kamiennych

Materiały kamienne można przewozić dowolnymi środkami transportu, w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem i zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem i zawilgoceniem. Podczas transportu kruszywa powinny być zabezpieczone przed wysypaniem, a kruszywa drobne - przed rozpyleniem.

Sposób załadunku i rozładunku środków transportowych należy dostosować do wytrzymałości kamienia, aby nie dopuścić do obtłukiwania krawędzi.

**4.3. Transport cementu** powinien być zgodny z BN-88/6731-08.

## 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

Nawierzchnię z kamienia polnego należy układać na podbudowie zgodnie z projektem.

Jeżeli podłoże pod nawierzchnię, wykonane z materiałów związanych spoiwami lub lepiszczami, wykazuje jakiegokolwiek wady, to powinny być one usunięte według zasad akceptowanych przez Inżyniera.

Nawierzchnia powinna być wytyczona w sposób umożliwiający jej wykonanie zgodnie z dokumentacją projektową lub według zaleceń Inżyniera, z tolerancjami określonymi w niniejszych specyfikacjach.

Paliki lub szpilki powinny być ustawione w osi drogi i w rzędach równoległych do osi drogi, lub w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera.

Odstępy między palikami lub szpilkami nie powinny być większe niż co 10 m, co umożliwi prawidłowe naciągnięcie sznurków lub linek.

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 cementowo-piaskowa

Na podsypkę należy zastosować mieszankę cementu powszechnego użytku wg PN-EN 197-1 z kruszywem jak w punkcie 2.3 w stosunku wagowym 1:4.

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 jednaki. 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.

Grubość warstwy podsypki powinna wynosić 3 cm, przy czym po ubiciu brukowca jej grubość pod poszczególnymi kamieniami nie powinna być mniejsza niż 2 cm oraz nie większa niż 5 cm.

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

#### **5.4. Układanie i ubijanie nawierzchni brukowcowej (z kamienia polnego) na podsypce cementowo-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 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 zamrożoną 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 przesuwają się ku środkowi jezdni. Na łukach poziomych o spadkach jednostronnych ubijanie rozpoczyna się od niższych kamieni oporowych i przesuwają 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 spowodować obniżenie brukowców mniej więcej o całą nadwyżkę w układaniu.

Po pierwszym ubiciu brukowiec klinuje się klincem o wymiarach od 11,2 mm do 22,4 mm i od 4 mm do 11,2 mm z przesuwaniem go miotłami w celu wypełnienia spoin.

Drugie ubicie brukowca, będące lekkim ubiciem, ma na celu pełną regulację przekroju podłużnego i poprzecznego nawierzchni.

Zamiast drugiego ubijania ręcznego można zastosować zagęszczanie płytowymi zagęszczarkami wibracyjnymi.

Spoiny zalewa się zaprawą fugującą po całkowitym dwukrotnym ubiciu nawierzchni.

Wypełnienie spoin należy wykonać masą zalewową zgodnie z instrukcją producenta (wymieszać wypełniacz-piasek kwarcowy z żywicą/utwardzaczem, wypełnić puste przestrzenie pomiędzy kamieniami, zamieść dokładnie powierzchnię).

Nawierzchnia z kamienia, której spoiny zostały wypełnione masą zalewową, należy chronić przed deszczem i pieszymi przez okres 12 godzin, a przed ruchem kołowym 48 godzin (przy temp. podłoża  $+15 \div 20^{\circ}\text{C}$ ).

## **5.5. Warunki prowadzenia robót**

- a) Przy układaniu brukowca (kamień polny) na podsypce cementowo-piaskowej wszystkie czynności od rozłożenia podsypki do ostatecznego ubicia z zalaniem spoin zaprawą cementowo-piaskową należy wykonać przed upływem 3 godzin.
- b) Brukowiec (kamień polny) na podsypce cementowo-piaskowej można układać bez środków ochronnych przed mrozem tylko przy temperaturze powietrza powyżej  $+5^{\circ}\text{C}$ . Nie można układać nawierzchni jeśli temperatura powietrza jest poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ . Przy spodziewanym obniżeniu temperatury w nocy poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  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 ST D.00.00.00 „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**

#### **6.3.1. Sprawdzenie podsypki**

Sprawdzenie podsypki polega na stwierdzeniu jej zgodności z Dokumentacją Projektową oraz wymaganiom określonym w pkt. 5.3.1.

#### **6.3.2. Badanie prawidłowości układania kamienia polnego polega na:**

Ubicie kamienia sprawdza się przez swobodne jednokrotne opuszczenie z wysokości 15 cm ubijaka o masie 25 kg na poszczególne kostki. Pod wpływem takiego uderzenia osiadanie kamienia nie powinno być dostrzegane.

#### **6.3.3. Sprawdzenie wypełnienia spoin**

Sprawdzenie wypełnienia spoin wykonuje się co najmniej w pięciu dowolnie obranych miejscach przez wykruszenie zaprawy na długości około 10 cm i zmierzenie głębokości wypełniania spoin masą zalewową oraz przez sprawdzenie przyczepności masy do kamienia.



## 6.4. Sprawdzenie cech geometrycznych nawierzchni

### 6.4.1. Spadki poprzeczne

Spadki poprzeczne nawierzchni powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową z tolerancją  $\pm 0,5\%$ .

### 6.4.3. Rzędne wysokościowe

Różnice pomiędzy rzędnymi wykonanej nawierzchni i rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać  $\pm 1\text{cm}$ .

### 6.4.4. Ukształtowanie osi

Oś nawierzchni w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż  $\pm 1\text{cm}$ .

### 6.4.5. Szerokość nawierzchni

Szerokość nawierzchni nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż  $\pm 5\text{cm}$ .

### 6.4.6. Grubość podsypki

Dopuszczalne odchyłki od projektowanej grubości podsypki nie powinny przekraczać  $\pm 1,0\text{ cm}$ .

### 6.4.7. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej nawierzchni z kostek kamiennych przedstawiono w tablicy 2.

Tablica 2. Częstotliwość i zakres badań cech geometrycznych nawierzchni

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1	Spadki poprzeczne	1 raz na każdej wyspie dzielącej
2	Szerokość nawierzchni	1 raz na każdej wyspie dzielącej
3	Grubość podsypki	1 raz na każdej wyspie dzielącej

## 7. Obmiar robót

### 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

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

### 7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest  $\text{m}^2$  (metr kwadratowy) wykonanej nawierzchni z brukowca na podstawie Dokumentacji Projektowej i pomiaru w terenie.

## 8. Odbiór robót

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

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie 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”.

Zgodnie z Dokumentacją Projektową należy wykonać:

- nawierzchnię z kamienia narzutowego (polnego) śr. gr. 15 cm na podsypce cementowo-piaskowej 1:4 grubości 3 cm (wypełnienie spoin i szczelin masą zalewową-zaprawą fugującą) - materiał Inwestora – wyspy dzielące oraz kanalizujące ruch w ciągu jezdni północnej i południowej (obszar skrzyżowań).

### 9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena 1 m<sup>2</sup> nawierzchni brukowcowej (z kamienia polnego) obejmuje:

- prace pomiarowe i oznakowanie robót,
- przygotowanie podłoża,
- dostarczenie brukowca (kamienia polnego) z magazynu Inwestora na plac budowy,
- zakup oraz dostarczenie innych materiałów,
- wykonanie podsypki cementowo-piaskowej,
- ustawienie kamieni oporowych,
- ułożenie brukowca (kamienia polnego),
- ubicie nawierzchni i zaklinowanie szczelin kruszywem łamanym z wypełnieniem spoin zaprawą fugującą (masą zalewową),
- wykonanie pomiarów i badań laboratoryjnych wymaganych w specyfikacji technicznej.

## 10. Przepisy związane

### 10.1. Normy

- |     |               |  |
|-----|---------------|--|
| 1.  | PN-EN 206-1   | Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.  |
| 2.  | PN-EN 13242   | Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym.                                       |
| 3.  | PN-EN 13043   | Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utwardzeń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.                |
| 4.  | PN-EN-197-1   | Cement . Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.  |
| 5.  | PN-EN 1008    | Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu. |
| 6.  | PN-S-96023    | Konstrukcje drogowe. Podbudowa i nawierzchnia z tłucznia kamiennego  |
| 7.  | BN-88/6731-08 | Cement. Transport i przechowywanie   |
| 8.  | BN-64/8931-01 | Oznaczanie wskaźnika piaskowego  |
| 9.  | BN-64/8931-02 | Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą   |
| 10. | BN-68/8931-04 | Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą.   |