



POLITECHNIKA GDAŃSKA

Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

Katedra Inżynierii Drogowej

ul. G. Narutowicza 11
80-233 GDAŃSK

Tel: (58) 347 13 47
Fax: (58) 347 10 97

OPRACOWANIE SPECYFIKACJI TECHNICZNEJ NA WYKONANIE NAWIERZCHNI Z KOSTKI KAMIENNEJ

Opracowano na zlecenie:

**Zarządu Dróg i Zieleni w Gdańsku
Ul. Partyzantów 36
80-254 Gdańsk**

Opracowali:

Dr inż. Marek Pszczoła

Mgr inż. Marcin Stienss

Prof. dr hab. inż. Józef Judycki – Kierownik Katedry Inżynierii Drogowej

Gdańsk, lipiec 2010

OPRACOWANIE SPECYFIKACJI TECHNICZNEJ NA WYKONANIE NAWIERZCHNI Z KOSTKI KAMIENNEJ

1. Podstawa opracowania

Opracowanie przygotowano na zlecenie Zarządu Dróg i Zieleni w Gdańsku, ul. Partyzantów 36, 80-254 Gdańsk z dnia 14.06.2010.

2. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest przygotowanie 10-punktowej specyfikacji technicznej na wykonanie nawierzchni z kostki kamiennej. W opracowaniu wykorzystano doświadczenia i wnioski wynikające z opinii technicznej pt.: „Opinia techniczna dotycząca przyczyn uszkodzeń nawierzchni z kostki kamiennej ulic: Gnilnej i Obrońców Westerplatte w Gdańsku”. W zakresie przygotowanej 10-cio punktowej specyfikacji znalazły się następujące elementy:

- wymagania odnośnie materiałów stosowanych do wykonania nawierzchni z kostki kamiennej,
- wymagania dotyczące sprzętu,
- wymagania dotyczące transportu,
- dokładne zasady wykonania robót,
- wymagania dotyczące zasad kontroli jakości robót,
- ogólne zasady obmiaru robót,
- ogólne zasady odbioru robót,
- ustalenia dotyczące podstawy płatności,
- zestawienie norm przywołanych w specyfikacji technicznej.

Przygotowany projekt specyfikacji technicznej na wykonanie nawierzchni z kostki kamiennej przedstawiono w Załączniku 1.

Załącznik 1

**Specyfikacja techniczna na wykonanie nawierzchni z kostki
kamiennej**

D - 05.03.01 NAWIERZCHNIA Z KOSTKI KAMIENNEJ

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem nawierzchni z kostki kamiennej.

1.2. Zakres stosowania ST

Niniejsza specyfikacja techniczna (ST) stanowi podstawę do opracowania szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) stosowanej jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót na drogach miejskich i gminnych w ramach inwestycji przygotowywanych przez Miasto Gdańsk, w imieniu którego działa Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem nawierzchni kostkowych - z kostki brukowej z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych – w zakresie zgodnym z Dokumentacją Projektową.

Nawierzchnie z kostki brukowej z kamienia naturalnego mogą być wykonywane:

- na odcinkach dróg o dużych pochyleniach,
- na placach, miejscach postojowych, wjazdach do bram,
- pierścieniach rond,
- przystankach autobusowych,
- ulicach i placach o charakterze reprezentacyjnym.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Nawierzchnia twarda ulepszona - nawierzchnia bezpylna i dostatecznie równa, przystosowana do szybkiego ruchu samochodowego.

1.4.2. Nawierzchnia kostkowa - nawierzchnia, której warstwa ścieralna jest wykonana z kostek kamiennych.

1.4.3. Kamienna kostka brukowa – mały element brukowy z kamienia naturalnego, o wymiarach nominalnych między 50 mm a 300 mm, którego żaden wymiar powierzchni na ogół nie przekracza podwójnej grubości. Najmniejsza grubość nominalna wynosi 50 mm.

1.4.4. Kamienna kostka brukowa z powierzchnią obrabianą – kamienna kostka brukowa o zmodyfikowanym wyglądzie, uzyskanym w wyniku jednokrotnej lub wielokrotnej, mechanicznej lub termicznej obróbki powierzchni.

1.4.5. Wymiar nominalny – każdy wymiar określony w celu wykonania kamiennej kostki brukowej, któremu powinien odpowiadać wymiar rzeczywisty w określonych granicach dopuszczalnych odchyłek.

1.4.6. Wymiar rzeczywisty – każdy wymiar kamiennej kostki brukowej uzyskany w wyniku pomiaru.

1.4.7. Długość całkowita – dłuższy bok najmniejszego prostokąta opisującego kostkę brukową.

1.5.8. Szerokość całkowita – krótszy bok najmniejszego prostokąta opisującego kostkę brukową.

1.5.9. Grubość – odległość pomiędzy górną i dolną powierzchnią kostki brukowej.

1.5.10. Górna powierzchnia – powierzchnia kamiennej kostki brukowej, która jest widoczna w czasie użytkowania.

1.5.11. Powierzchnia z drobną fakturą – powierzchnia po obróbce, pozwalającej na uzyskanie różnicy maksimum 0,5 mm pomiędzy wypukłościami i wklęsłościami (na przykład przez polerowanie, szlifowanie lub piłowanie tarczą diamentową albo piłą).

1.5.12. Powierzchnia szlifowana – powierzchnia polerowana bez połysku lub matowa.

1.5.13. Powierzchnia z grubą fakturą – powierzchnia po obróbce, pozwalającej na uzyskanie różnicy pomiędzy wypukłościami i wklęsłościami większej od 2 mm (na przykład przez groszkowanie, obrabianie mechaniczne, śrutowanie lub obróbkę płomieniową).

1.5.14. Groszkowanie – wykończenie powierzchni w postaci wypukłości i wklęsłości uzyskanych za pomocą czteropunktowego groszkownika.

1.5.15. Obrabianie mechaniczne – wykończenie powierzchni z widocznymi śladami narzędzi, uzyskane z zastosowaniem obróbki mechanicznej.

1.5.16. Powierzchnia ciosana – powierzchnia po rozłupaniu, nieobrobiona.

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi normami i z definicjami podanymi w OST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w OST D-M-00.00.00 "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. Kostka brukowa kamienna

Surowcem do wyrobu kostki kamiennej są skały magmowe, osadowe i przeobrażone.

2.2.1. Wymiary

Dostawca powinien określić wymiary nominalne każdej badanej kostki brukowej, chyba że wymiary dostarczonych kostek są przypadkowe. Wymiary należy mierzyć zgodnie z metodą opisaną w normie PN-EN 1342 [1].

2.2.1.1. Dopuszczalne odchyłki wymiarów powierzchni elementu i grubości.
Odchyłki od nominalnych wymiarów powierzchni elementu, zmierzonych zgodnie z PN-EN 1342 [1] powinny zawierać się w przedziałach podanych w tablicy 1.

Tablica 1. – Odchyłki od nominalnych wymiarów powierzchni

Między dwiema powierzchniami ciosanymi	+/- 15 mm
Między jedną powierzchnią obrabianą i powierzchnią ciosaną	+/- 10 mm
Między dwiema powierzchniami obrabianymi	+/- 5 mm

Odchyłki od wymiaru nominalnego grubości, mierzone zgodnie z PN-EN 1342 [1] powinny zawierać się w przedziałach podanych w tablicy 2.

Tablica 2. – Odchyłki od nominalnej grubości

Oznaczenie znakiem	Klasa T1	Klasa T2
Między dwiema powierzchniami ciosanymi	+/- 30 mm	+/- 15 mm
Między jedną powierzchnią obrabianą i powierzchnią ciosaną	+/- 30 mm	+/- 10 mm
Między dwiema powierzchniami obrabianymi	+/- 30 mm	+/- 5 mm

W przypadku układania kamiennych kostek brukowych w deseń łukowy, nie tylko potrzeba więcej kostek sześciennych, ale także pewnej liczby kostek trapezowych i podłużnych. Dla tak przewidzianego desenu układania kamiennych kostek brukowych dostawa może zawierać maksymalnie 10 % kostek, których wymiary przekraczają dopuszczalne odchyłki o nie więcej niż 10 mm. We wszystkich przypadkach grubość kostek brukowych powinna być przestrzegana. Jeżeli kostki brukowe nie będą układane w kształcie łukowym, powinno być to zaznaczone przy zamawianiu.

2.2.1.2. Podcinanie bloków ciosanych

Odchyłka od prostokątności powierzchni bocznej, mierzonej zgodnie z PN-EN 1342 [1] nie powinna przekraczać 15 mm w odniesieniu do powierzchni.

2.2.1.3. Nierówności powierzchni kostki ciosanej lub z grubą fakturą – dopuszczalne odchyłki

Wgłębienia i wypukłości na powierzchni, mierzone zgodnie z PN-EN 1342 [1] nie powinny przekraczać odchyłek podanych w tablicy 3.

Tablica 3. – Odchyłki od nierówności powierzchni

Ciosana	Obrabiana
5 mm	3 mm

2.2.2. Odporność na zamrażanie / rozmrażanie

Producent powinien określić odporność kamienia na zamrażanie/rozmrażanie zgodnie z tablicą 4, jeżeli badanie jest wykonywane zgodnie z PN-EN 12371 [2]. Liczba cykli powinna wynosić 48. Badanie wykonuje się w celu ustalenia wpływu cykli zamrażania/odmrażania na właściwości użytkowe (PN-EN 1926 [3] – wytrzymałość na ściskanie). Próbkę do badań powinny być zgodne z odpowiednią normą. Brak wymagania dotyczącego odporności na zamrażanie/rozmrażanie lub brak określenia takiej właściwości należy odnotować.

Tablica 4. – Odporność na zamrażanie / rozmrażanie

Klasa	Klasa 0	Klasa 1
Oznaczenie znakiem	F0	F1
Wymaganie	Brak wymagań dotyczących odporności na zamrażanie/rozmrażanie	Odporne (≤ 20 % zmiany w wytrzymałości na ściskanie)

2.2.3. Wytrzymałość na ściskanie

Producent powinien deklarować wytrzymałość na ściskanie (MPa) jako minimalną wartość przewidywaną w odniesieniu do pojedynczych próbek do badania, badanych zgodnie z PN-EN 1926 [3]. Minimalna wartość wytrzymałości na ściskanie 120 MPa. Jeżeli właściwość ta nie jest określana, należy to odnotować.

2.2.4. Odporność na ścieranie

Producent powinien deklarować odporność na ścieranie (długość cięciwy w mm) jako maksymalną wartość przewidywaną w odniesieniu do pojedynczych próbek do badania, badanych zgodnie z PN-EN 1342 [1]. Jeżeli właściwość ta nie jest określana, należy to odnotować.

2.2.5. Odporność na poślizg

Producent powinien deklarować minimalną wartość odporności na poślizg powierzchni niepolerowanej (USRV), przewidywaną w odniesieniu do pojedynczych kostek brukowych o powierzchni z drobną fakturą, badanych zgodnie z PN-EN 1342 [1]. Jeżeli właściwość ta nie jest określana, należy to odnotować.

Uznaje się, że kostki brukowe z grubą fakturą powierzchni oraz z powierzchnią ciosaną mają zadowalającą odporność na poślizg.

Właściwości kostek brukowych, gdy są już ułożone, mogą wykazywać inną wartość odporności na poślizg w stosunku do wartości określonej na pojedynczych kostkach brukowych lub próbkach badawczych.

Wartość odporności na poślizg powierzchni niepolerowanych odnosi się do kostek brukowych w takim stanie, w jakim zostały wyprodukowane, pozwala to na zapewnienie właściwej odporności na poślizg / poślizgnięcie po ułożeniu. Jeśli wartość USRV uzyskana w czasie pomiaru z użyciem szerokiego ślizgacza na wahadle typu TRL jest większa od 35, kostka brukowa może być uznana za bezpieczną.

2.2.6. Wygląd

2.2.6.1. Wygląd zewnętrzny

Kamień jest naturalnym materiałem, który może mieć wygląd zróżnicowany pod względem barwy, użycia i struktury, dlatego też ogólną charakterystykę wyglądu zewnętrznego można podać na podstawie jednej próbki lub kilku próbek (patrz 2.2.6.2.).

2.2.6.2. Próbką odniesienia

Próbka odniesienia powinna się składać z pewnej liczby kostek brukowych z kamienia naturalnego o wymiarach wystarczających do przedstawienia wyglądu gotowego wyrobu i dać ogólne pojęcie w odniesieniu do barwy, wzoru użycia, struktury i wykończenia powierzchni. Próbką powinna przedstawiać ogólną tonację zabarwienia i wykończenia kamienia naturalnego, lecz nie powinna w jakikolwiek sposób sugerować, całkowitej jednolitości barwy i użycia dostarczonej partii na podstawie próbki.

Próbkę odniesienia należy przekazać odbiorcy w celu zaprezentowania określonych charakterystycznych właściwości oferowanego materiału, takich jak pustki w trawertynie, pory kanalikowe w marmurze, rysy szkliste, plamy, żyły krystaliczne i rdzawe plamy. Wymienionych właściwości nie traktuje się jako wady i nie wykorzystuje się jako powodu do odrzucenia materiału. Do próbki powinna być dołączona informacja zawierająca nazwę i adres producenta lub dostawcy jak również identyfikacja materiału łącznie z nazwą handlową, opisem petrograficznym, krajem pochodzenia i rejonem wydobywania. Próbki odniesienia powinny także pokazywać proponowane wykończenie powierzchni. Każde porównanie próbek do badań z próbkami odniesienia powinno polegać na obserwacji tych próbek umieszczonych naprzeciw siebie, z odległości dwóch metrów w warunkach normalnego oświetlenia i zapisaniu jakichkolwiek widocznych różnic dotyczących wyglądu, struktury lub barwy.

2.2.7. Nasiąkliwość

Producent powinien deklarować nasiąkliwość (w % masy) jako maksymalną wartość przewidywaną w odniesieniu do pojedynczych próbek, badanych zgodnie z PN-EN 13755 [4], jeżeli jest takie wymaganie. Wartość nasiąkliwości nie powinna być większa niż 1%.

2.2.8. Opis petrograficzny

Producent powinien dostarczyć opis petrograficzny z uwzględnieniem nazwy petrograficznej danego rodzaju skały zgodnie z PN-EN 12407 [5].

2.2.9. Chemiczna obróbka powierzchni

Producent/dostawca powinien podać, czy wyrób był poddany chemicznej obróbce powierzchni i jaka to była obróbka.

2.3. Krawężniki

Krawężniki betonowe stosowane do obramowania nawierzchni kostkowych, powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1340:2004 „Krawężniki betonowe. Wymagania i metody badań.” [6]

Krawężniki kamienne stosowane do obramowania nawierzchni kostkowych, powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1343:2003 „Krawężniki z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań.” [7]

Wykonanie krawężników betonowych lub kamiennych powinno odpowiadać wymaganiom podanym w specyfikacjach technicznych dotyczących tego asortymentu robót.

2.4. Cement

Cement stosowany do wytworzenia podsypki i zaprawy cementowo piaskowej do wypełnienia spoin powinien być klasy 32,5, odpowiadający wymaganiom normy PN-EN 197-1:2002/A3:2007 [8].

Transport i przechowywanie cementu powinny być zgodne z BN-88/6731-08 [9].

2.5. Kruszywo

Kruszywo do wytworzenia podsypki cementowo-piaskowej oraz zaprawy cementowo-piaskowej do wypełniania spoin powinno odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 12620+A1:2008 [10]. Kruszywo należy przechowywać w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem oraz zmieszaniem z innymi kruszywami.

Do wytworzenia podsypki oraz zaprawy cementowo-piaskowej do wypełnienia spoin należy użyć kruszywa o frakcji od 0 do 4 mm, o zawartości pyłów nie większej 3%.

2.6. Woda

Woda stosowana do podsypki cementowo-piaskowej, powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008:2004 [11].

2.7. Masa zalewowa

Masa zalewowa do wypełniania spoin i szczelin dylatacyjnych w nawierzchniach z kostki kamiennej powinna być stosowana na gorąco i odpowiadać wymaganiom normy BN-74/6771-04 [12] lub aprobaty technicznej.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ogólnej specyfikacji technicznej OST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 3.

3.2. Sprzęt do wykonania nawierzchni z kostki kamiennej

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

- węzeł betoniarski do wytworzenia jednorodnych mieszanek podsypki cementowo-piaskowej i zaprawy cementowo-piaskowej,
- ubijaki ręczne i mechaniczne do ubijania kostki,
- wibratory płytowe i lekkie walce wibracyjne, do ubijania kostki po pierwszym ubiciu ręcznym.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ogólnej specyfikacji technicznej OST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 4.

4.2. Transport materiałów

4.2.1. Transport kostek brukowych z kamienia naturalnego

Kamienne kostki brukowe powinny być pakowane przez producenta w taki sposób, aby uniknąć uszkodzenia podczas transportu, a wszystkie użyte do pakowania taśmy metalowe powinny być odporne na korozję. Na opakowaniu lub w dokumencie producent dostawy powinien podać następujące informacje:

- a) petrograficzną nazwę kamienia,
- b) handlową nazwę kamienia,
- c) nazwę i adres dostawcy,
- d) nazwę i lokalizację kamieniołomu,
- e) tytuł, numer i datę przywołanej normy,
- f) deklarowaną wartość lub oznaczenie znakiem klasy (patrz punkt 2),
- g) inne informacje, na przykład dotyczące chemicznej obróbki powierzchni.

4.2.2. Transport kruszywa i cementu

Kruszywo i cement można przewozić dowolnymi środkami transportowymi w warunkach zabezpieczających je przed rozsypywaniem i zanieczyszczeniem. Cement powinien być transportowany zgodnie z normą BN-88/6731-08 [9].

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w ogólnej specyfikacji technicznej OST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 5.

5.2. Przygotowanie podbudowy

Jeżeli w dokumentacji projektowej lub ST przewidziano wykonanie nawierzchni z kostki kamiennej na podbudowie np. z chudego betonu, gruntu stabilizowanego cementem itp. to warunki wykonania podbudowy powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w odpowiednich specyfikacjach technicznych dotyczących danego asortymentu robót:

- D-04.06.01 Podbudowa z chudego betonu,
- D-04.05.01 Podbudowa z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem.

5.3. Obramowanie nawierzchni

Do obramowania nawierzchni kostkowych stosuje się krawężniki betonowe lub kamienne odpowiadające wymaganiom norm wymienionych w pkt. 2.3.

Rodzaj obramowania nawierzchni powinien być zgodny z dokumentacją projektową, specyfikacjami technicznymi ST lub wskazaniem Inżyniera.

Ustawienie krawężników powinno być zgodne z wymaganiami zawartymi w specyfikacjach technicznych odnoszących się do danego asortymentu robót.

5.4. Podsypka

Do wykonania nawierzchni z kostki brukowej z kamienia naturalnego należy stosować podsypkę cementowo-piaskową. Rodzaj zastosowanej podsypki powinien być zgodny z dokumentacją projektową i ST.

Wymagania dla materiałów stosowanych na podsypkę powinny być zgodne z pkt. 2 niniejszej ST.

Grubość podsypki powinna być zgodna z dokumentacją projektową i ST. Zaleca się aby średnia grubość podsypki cementowo-piaskowej wynosiła 4 cm, jednak nie mniej niż 3 cm.

Współczynnik wodno-cementowy dla podsypki cementowo-piaskowej, powinien wynosić od 0,20 do 0,25, a wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach powinna wynosić minimum 10 MPa, natomiast po 28 dniach minimum 14 MPa.

5.5. Układanie nawierzchni z kostki kamiennej

5.5.1. Układanie kostki ciosanej

Kostkę ciosaną można układać w różne desenie:

- deseń rzędowy prosty, który uzyskuje się przez układanie kostki rzędami prostopadłymi do osi drogi,
- deseń rzędowy ukośny, który otrzymuje się przez układanie kostki rzędami pod kątem 45° do osi drogi,
- deseń w jodełkę, który otrzymuje się przez układanie kostki pod kątem 45° w przeciwnie strony na każdej połowie jezdni,
- deseń łukowy, który otrzymuje się przez układanie kostki w kształcie łuku lub innych krzywych.

Deseń nawierzchni z kostki kamiennej ciosanej powinien być dostosowany do wielkości kostki. Przy różnych wymiarach kostki, zaleca się układanie jej w formie desenia łukowego, który poza tym nie wymaga przycinania kostek przy krawężnikach.

Szerokość spoin między kostkami ciosanymi nie powinna przekraczać 12 mm. Spoiny w sąsiednich rzędach powinny się mijać co najmniej o $1/4$ szerokości kostki.

Kostka użyta do układania nawierzchni powinna być jednego gatunku i z jednego rodzaju skał. Dla rozgraniczenia kierunków ruchu na jezdni, może być ułożony pas podłużny z jednego lub dwóch rzędów kostek o odmiennym kolorze.

5.5.2. Układanie kostki z powierzchnią obrobioną

Kostka z powierzchnią obrobioną może być układana:

- w rzędy poprzeczne, prostopadłe do osi drogi,
- w rzędy ukośne, pod kątem 45° do osi drogi,
- w jodełkę.

Deseń nawierzchni z kostki z powierzchnią obrobioną powinien być dostosowany do wymiarów kostki. Kostki duże o wysokości kostki od 16 do 18 cm powinny być układane w rzędy poprzeczne. Kostki średnie o wysokości od 12 do 14 cm oraz kostki małe, o wysokości od 8 do 10 cm, mogą być układane w rzędy poprzeczne, w rzędy ukośne lub w jodełkę.

Szerokość spoin między kostkami z powierzchnią obrobioną nie powinna przekraczać 10 mm.

Układanie kostek przy krawężnikach wymaga stosowania kostek łącznikowych dla uzyskania mijania się spoin w kierunku podłużnym.

5.5.3. Szczeliny dylatacyjne

Z uwagi na układanie kostki na sztywnej podsypce cementowo-piaskowej oraz wypełnianie szczelin zaprawą cementowo-piaskową należy wykonać poprzeczne szczeliny dylatacyjne w odległości od 10 do 15 m oraz w takich miejscach, w których występuje dylatacja podbudowy lub zmiana sztywności podłoża.

Szczeliny podłużne należy stosować przy ściekach na jezdniach wszelkich szerokości oraz pośrodku jezdni, jeżeli szerokość jej przekracza 10 m lub w przypadku układania nawierzchni połową szerokości jezdni.

Przy układaniu nawierzchni z kostki na zdylatowanej podbudowie betonowej szczeliny dylatacyjne warstwy jezdnej należy wykonywać nad szczelinami podbudowy. Szerokość szczelin dylatacyjnych powinna wynosić od 8 do 12 mm.

5.5.4. Warunki przystąpienia do robót

Kostkę na podsypce cementowo-piaskowej można układać bez środków ochronnych przed mrozem, jeżeli temperatura otoczenia jest równa lub wyższa od 5 °C. Nie należy układać kostki w temperaturze 0 °C lub niższej. Jeżeli w ciągu dnia temperatura utrzymuje się w granicach od 0 do +5°C, a w nocy spodziewane są przymrozki, kostkę należy zabezpieczyć przez nakrycie materiałem o złym przewodnictwie cieplnym. Świeżo wykonaną nawierzchnię na podsypce cementowo-piaskowej należy chronić przed:

- zbyt wczesnym obciążeniem ruchem,
- zbyt szybką utratą wilgotności świeżo wypełnionych spoin zaprawą cementowo-piaskową.

Sposób pielęgnacji świeżej nawierzchni powinien być zaakceptowany przez Inżyniera.

5.5.5. Ubijanie kostki

Kostkę na podsypce cementowo-piaskowej przy wypełnianiu spoin zaprawą cementowo-piaskową, należy ubijać dwukrotnie:

- pierwsze mocne ubicie powinno nastąpić przed wypełnieniem spoin i spowodować obniżenie kostek do wymaganej niwelety.
- drugie - lekkie ubicie, ma na celu doprowadzenie ubijanej powierzchni kostek do wymaganego przekroju poprzecznego jezdni. Drugie ubicie następuje bezpośrednio po wypełnieniu spoin zaprawą cementowo-piaskową. Zamiast drugiego ubijania można stosować wibratory płytowe lub lekkie walce wibracyjne.

5.5.6. Wypełnienie spoin

Do wypełnienia spoin w nawierzchniach z kostki brukowej z kamienia naturalnego układanej na podsypce cementowo-piaskowej należy stosować zaprawę cementowo-piaskową wykonaną z zachowaniem następujących wymagań:

- cement powinien odpowiadać wymaganiom wg pkt. 2.4,
- piasek powinien odpowiadać wymaganiom wg pkt. 2.5,
- wytrzymałość zaprawy na ściskanie po 28 dniach powinna wynosić nie mniej niż 30 MPa,

- przed rozpoczęciem wypełniania spoin zaprawą kostka powinna być oczyszczona i dobrze zwilżona wodą z dodatkiem 1% cementu w stosunku objętościowym,
- zaprawa cementowo-piaskowa powinna całkowicie wypełnić spoiny i tworzyć monolit z kostką.
- po wypełnieniu spoin zaprawą, a przed okresem zakończenia wiązania cementu należy twardymi szczotkami oczyścić powierzchnię z nadmiaru zaprawy oraz zmyć powierzchnię wodą, nie powodując jednak uszkodzenia spoin. Pozostawienie nadmiaru zaprawy na powierzchni kostki skutkuje nieestetycznymi wykwitami i odbarwieniami, które są później trudne do usunięcia.

5.6. Pielęgnacja nawierzchni

Pielęgnacja nawierzchni kostkowej, której spoiny są wypełnione zaprawą cementowo-piaskową polega na polaniu nawierzchni wodą w kilka godzin po wypełnieniu spoin i utrzymaniu jej w stałej wilgotności przez okres jednej doby. Następnie powierzchnię należy przykryć piaskiem i utrzymywać w stałej wilgotności przez okres 7 dni. Po upływie 2 tygodni - w zależności od warunków atmosferycznych - powierzchnię należy oczyścić dokładnie z piasku i można oddać do ruchu.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ogólnej specyfikacji technicznej OST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 6.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Rodzaj i zakres badań dla kostek kamiennych powinien być zgodny z wymaganiami normy PN-EN 1342 [1].

Badanie zwykłe obejmuje sprawdzenie cech zewnętrznych i dopuszczalnych odchyłek, podanych w tablicach 1, 2 i 3. Średnia wartość z pomiarów każdej pojedynczej kostki brukowej nie powinna się różnić od wymiaru nominalnego deklarowanego przez producenta o więcej niż dopuszczalne odchyłki dotyczące deklarowanej klasy.

Badanie pełne obejmuje zakres badania zwykłego oraz sprawdzenie cech fizycznych i wytrzymałościowych deklarowanych. W przypadku cech fizycznych i wytrzymałościowych, wynik każdej z badanych próbek nie powinien być gorszy od zadeklarowanej wartości.

W skład partii przeznaczonej do badań powinny wchodzić kostki jednakowego typu, rodzaju klasy i wielkości. Wielkość partii nie powinna przekraczać 500 ton kostki. Z partii przeznaczonej do badań należy pobrać w sposób losowy próbkę składającą się z kostek drogowych w liczbie:

- do badania zwykłego: 40 sztuk,
- do badania cech fizycznych i wytrzymałościowych: 6 sztuk.

Badania zwykle należy przeprowadzać przy każdym sprawdzaniu zgodności partii z wymaganiami normy, badanie pełne przeprowadza się na żądanie odbiorcy.

W badaniu zwykłym partię kostki należy uznać za zgodną z wymaganiami normy, jeżeli liczba sztuk niedobrych w zbadanej ilości kostek jest dla poszczególnych sprawdzeń równa lub mniejsza od 4. W przypadku gdy liczba kostek niedobrych dla jednego sprawdzenia jest większa od 4, całą partię należy uznać za niezgodną z wymaganiami.

W badaniu pełnym, partię kostki poddaną sprawdzeniu cech fizycznych i wytrzymałościowych należy uznać za zgodną z wymaganiami normy, jeżeli wszystkie sprawdzenia dadzą wynik dodatni. Jeżeli chociaż jedno ze sprawdzeń da wynik ujemny, całą partię należy uznać za niezgodną z wymaganiami.

Badania pozostałych materiałów stosowanych do wykonania nawierzchni z kostek kamiennych, powinny obejmować wszystkie właściwości, które zostały określone w normach podanych dla odpowiednich materiałów wg pkt. od 2.3 do 2.7.

6.3. Badania w czasie robót

6.3.1. Sprawdzenie podsypki

Sprawdzenie podsypki polega na stwierdzeniu jej zgodności z dokumentacją projektową oraz z wymaganiami określonymi w p. 5.4.

6.3.2. Badanie prawidłowości układania kostki

Badanie prawidłowości układania kostki polega na:

- zmierzeniu szerokości spoin oraz powiązania spoin i sprawdzeniu zgodności z p. 5.5.6,
- zbadaniu rodzaju i gatunku użytej kostki, zgodnie z wymogami wg punktów od 2.2.1 do 2.2.9,
- sprawdzeniu prawidłowości wykonania szczelin dylatacyjnych zgodnie z punktem 5.5.3.

Sprawdzenie wiązania kostki wykonuje się wyrywkowo w kilku miejscach przez oględziny nawierzchni i określenie czy wiązanie odpowiada wymaganiom wg punktu 5.5.6

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

6.3.3. Sprawdzenie wypełnienia spoin

Badanie prawidłowości wypełnienia spoin zaprawą cementowo-piaskową polega na sprawdzeniu zgodności z wymaganiami zawartymi w punkcie 5.5.6.

Sprawdzenie wypełnienia spoin wykonuje się co najmniej w pięciu dowolnie obranych miejscach na każdym kilometrze przez wykruszenie zaprawy na długości około 10 cm i zmierzenie głębokości wypełnienia spoiny zaprawą oraz sprawdzeniu przyczepności zaprawy do kostki. Sprawdzeniu podlega również przyczepność masy zalewowej do kostki.

6.4. Sprawdzenie cech geometrycznych nawierzchni

6.4.1. Równość

Nierówności podłużne nawierzchni należy mierzyć 4-metrową łatą lub planografem, zgodnie z normą BN-68/8931-04 [13].

Nierówności podłużne nawierzchni nie powinny przekraczać 1,0 cm.

6.4.2. 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 +1 cm i -2 cm.

6.4.4. Ukształtowanie osi

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

6.4.5. Szerokość nawierzchni

Szerokość nawierzchni nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż ± 5 cm.

6.4.6. Grubość podsypki

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

6.4.7. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej nawierzchni z kostek kamiennych przedstawiono w tablicy 5.

Tablica 5. Częstotliwość i zakres badań cech geometrycznych nawierzchni

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1	Spadki poprzeczne	10 razy na 1 km i w charakterystycznych punktach niwelety
2	Rzędne wysokościowe	10 razy na 1 km i w charakterystycznych punktach niwelety
3	Ukształtowanie osi w planie	10 razy na 1 km i w charakterystycznych punktach niwelety
4	Szerokość nawierzchni	10 razy na 1 km
5	Grubość podsypki	10 razy na 1 km

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ogólnej specyfikacji technicznej OST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m² (metr kwadratowy) wykonanej nawierzchni z kostki kamiennej.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w ogólnej specyfikacji technicznej OST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 8.

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

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Roboty związane z wykonaniem podsypki należą do robót ulegających zakryciu. Zasady ich odbioru są określone w ogólnej specyfikacji technicznej OST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 8.2.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ogólnej specyfikacji technicznej OST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt.9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m² nawierzchni z kostki kamiennej obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów,
- wykonanie podsypki,
- ułożenie i ubicie kostki,
- wypełnienie spoin,
- pielęgnację nawierzchni,
- przeprowadzenie badań i pomiarów wymaganych w specyfikacji technicznej.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

- [1] PN-EN 1342:2003 Kostka brukowa z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań.
- [2] PN-EN 12371:2002 Metody badań kamienia naturalnego – Oznaczanie mrozoodporności.
- [3] PN-EN 1926:2001 Metody badań kamienia naturalnego – Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie.
- [4] PN-EN 13755:2008 Metody badań kamienia naturalnego – Oznaczanie nasiąkliwości.
- [5] PN-EN 12407:2010 Metody badań kamienia naturalnego – Badania petrograficzne przy ciśnieniu atmosferycznym.
- [6] PN-EN 1340:2004 Krawężniki betonowe. Wymagania i metody badań.
- [7] PN-EN 1343:2003 Krawężniki z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań.
- [8] PN-EN 197-1:2002/A3:2007 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- [9] BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie.
- [10] PN-EN 12620+A1:2008 Kruszywa do betonu.
- [11] PN-EN 1008:2004 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.
- [12] BN-74/6771-04 Drogi samochodowe. Masa zalewowa.

- [13] BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata.