

**SZCZEGÓŁOWE SPECYFIKACJE TECHNICZNE
– WZORY ZDW W GDAŃSKU**

D.05.03.01

NAWIERZCHNIA Z KOSTKI KAMIENNEJ

Numer wydania Data	Opis zmiany
v0.1 12.11.2022	Utworzenie dokumentu

Spis treści

1. WSTĘP	4
2. MATERIAŁY	5
3. SPRZĘT	8
4. TRANSPORT	9
5. WYKONANIE ROBÓT	9
6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	14
7. OBMIAR ROBÓT	14
8. ODBIÓR ROBÓT	16
9. PODSTAWA PŁATNOŚCI	16
10. PRZEPISY ZWIĄZANE	16

1. WSTĘP

1.1. Nazwa zadania

„...” - przytoczyć

1.2. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (SST) są szczegółowe wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonywaniem nawierzchni z kostki kamiennej.

1.3. Zakres stosowania SST

SST jest stosowany jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót na drogach wojewódzkich.

1.4. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem nawierzchni kostkowych:

- w obszarze skrzyżowania/w tym ronda/, w miejscach gdzie będzie przejeżdżał pojazd tj. pierścień wyspy centralnej, zatoki autobusowe „pachwiny”, na łukach nawierzchnie należy wykonać z kostki kamiennej rzędowej o wym. 15/17 ze spoinami wypełnionymi masami na bazie żywic.
- w obszarze miejsc gdzie pojazd może pojawić się wyjątkowo tj. wyspy segregacyjne otwierające, azyle dla pieszych oraz innych elementów należy wykonać nawierzchnię z kostki kamiennej rzędowej o wymiarach min. 8/11 ze spoinami wypełnionymi masami na bazie żywic.

1.5. Określenia podstawowe

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

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

1.5.3. 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.

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

1.5.5. 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).

1.5.6. Powierzchnia szlifowana - powierzchnia polerowana bez połysku lub matowa.

1.5.7. 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).

1.5.8. Groszkowanie - wykończenie powierzchni w postaci wypukłości i wklęsłości uzyskanych za pomocą czteropunktowego groszkownika.

1.5.9. Obrabianie mechaniczne - wykończenie powierzchni z widocznymi śladami narzędzi, uzyskane z zastosowaniem obróbki mechanicznej.

1.5.10. Powierzchnia ciosana - powierzchnia po rozłupaniu, nieobrobiona.

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.5.

1.6. Szczegółowe wymagania dotyczące robót

Szczegółowe wymagania dotyczące robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.6.

2. MATERIAŁY

2.1. Szczegółowe wymagania dotyczące materiałów

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

Należy stosować materiały dopuszczone do stosowania na podstawie Ustawy o wyrobach budowlanych.

W obszarze skrzyżowania/w tym ronda/, w miejscach gdzie będzie przejeżdżał pojazd tj. pierścień wyspy centralnej, zatoki autobusowe „pachwiny”, na łukach nawierzchnie należy wykonać z kostki kamiennej rzędowej o wym. 15/17 ze spoinami wypełnionymi masami na bazie żywic.

W obszarze miejsc gdzie pojazd może pojawić się wyjątkowo tj. wyspy segregacyjne otwierające, azyle dla pieszych oraz innych elementów należy wykonać nawierzchnię z kostki kamiennej rzędowej o wymiarach min. 8/11 ze spoinami wypełnionymi masami na bazie żywic.

2.2. Kostka brukowa z kamienia naturalnego

Do nawierzchni drogowych należy stosować kostkę brukową spełniającą wymagania normy PN-EN 1342.

Producent powinien dostarczyć opis petrograficzny skały, z której wykonana jest kostka, z uwzględnieniem nazwy petrograficznej danego rodzaju skały zgodnie z PN-EN 12407.

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

2.2.1. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe

2.2.1.1. Odchyłki od wymiarów powierzchni elementu

Odchyłki od nominalnych wymiarów powierzchni elementu, zmierzonych zgodnie z PN-EN 1342 powinny odpowiadać wartościom podanym w tablicy 1.

Tablica 1. Odchyłki od nominalnych wymiarów powierzchni

Lp.	Lokalizacja	Dopuszczalna odchyłka
1	Między dwiema powierzchniami ciosanymi	± 15 mm
2	Między jedną powierzchnią obrabianą i powierzchnią ciosaną	± 10 mm
3	Między dwiema powierzchniami obrabianymi	± 5 mm

2.2.1.2. Odchyłki od grubości elementu

Odchyłki od wymiaru nominalnego grubości, mierzone zgodnie z PN-EN 1342, w zależności od klasy, powinny odpowiadać wartościom podanym w tablicy 2.

Tablica 2. Odchyłki od nominalnej grubości

Lp.	Lokalizacja	Klasa	
		T1	T2
1	Między dwiema powierzchniami ciosanymi	± 30 mm	± 15 mm
2	Między jedną powierzchnią obrabianą i powierzchnią ciosaną	± 30 mm	± 10 mm
3	Między dwiema powierzchniami obrabianymi	± 30 mm	± 5 mm

2.2.1.3. Wymagania szczególne

Jeżeli kamienne kostki brukowe są układane w kształcie wachlarza, stosowane są również kostki trapezowe i podłużne. Dla takiego zastosowania dostawa kostek brukowych może

zawierać maksymalnie 10% kostek brukowych, których wymiary przekraczają odchyłki o nie więcej niż 10 mm.

2.2.2. Odchyłka od prostopadłości powierzchni bocznej elementu

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

2.2.3. Nierówności powierzchni kostki

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

Tablica 3. Odchyłki od nierówności powierzchni

Lp.	Ciosana	Obrabiana
1	5 mm	3 mm

2.2.4. Odporność kostki na zamrażanie/rozmrażanie

Kamień, z którego wykonana jest kostka powinien, w zależności od klasy kostki, spełniać wymagania

Kostka kamienna powinna posiadać klasę odporności na zamrażanie/odmrażanie F1 zgodnie z PN-EN 12371.

Wytrzymałość na ściskanie po badaniu na zamrażanie/odmrażanie – klasa F1.

*) W przypadku niektórych szczególnych zastosowań może być właściwe stosowanie innych cykli badawczych, np. zamrażanie w wodzie, zamrażanie do niższej temperatury, badanie próbek zanurzonych w nieporowatych granulach krzemionkowych lub zastosowanie innej liczby cykli. W takich przypadkach można stosować wymaganie innej Polskiej Normy, a odstępstwo powinno być odnotowane w sprawozdaniu z badania kostki.

2.2.5. 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. Jeżeli właściwość ta nie jest określana, należy to odnotować.

Jeśli dokumentacja projektowa, ani SST nie podają inaczej, wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym, powinna wynosić nie mniej niż 130 MPa.

2.2.6. 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. Jeżeli właściwość ta nie jest określana, należy to odnotować. Odporność na ścieranie, badana zgodnie z PN-EN 1342, zał. B, powinna wynosić nie więcej niż 20 mm.

2.2.7. 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, zał. C. 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. Nie można ich badać w sposób wiarygodny.

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.

2.2.8. Nasiąkliwość

Producent powinien deklarować nasiąkliwość (w % masy) jako maksymalną wartość przewidywaną w odniesieniu do pojedynczych próbek, badanych zgodnie z PN-EN 13755, jeżeli jest takie wymaganie.

Jeżeli SST ani dokumentacja projektowa nie precyzują inaczej, można przyjąć, że nasiąkliwość kamienia kostki nie powinna przekraczać 0,5%.

2.2.9. 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.

Próbka odniesienia powinna składać się 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. Próbka 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 wydobycia.

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.

2.3 Krawężniki

Krawężniki kamienne stosowane do obramowania nawierzchni kostkowych (na drogach zamiejskich), powinny odpowiadać wymaganiom wg PN-EN 1343 oraz SST D-08.01.02a Ustawienie krawężników kamiennych. Należy wykonać krawężniki z materiału kamiennego na ławie betonowej z oporem. Opór powinien sięgać min. do 2/3 wysokości krawężnika i posiadać grubość min. 15 cm.

2.4 Materiały na podsypkę pod nawierzchnię

Zgodnie z niniejszą SST nawierzchnię z kostki kamiennej można układać na podsypce kruszywowej lub cementowo-kruszywowej.

2.4.1. Cement

Cement stosowany do podsypki powinien być cementem portlandzkim klasy min. 32,5, odpowiadający wymaganiom PN-EN 197-1.

2.4.2. Kruszywo na podsypkę

Kruszywo na podsypkę powinno odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 13242.

Na podsypkę stosuje się kruszywo naturalne:

- piasek 0/2 mm lub żwir 1/4 mm,
- kategoria zawartości pyłów max f_4 dla kruszywa grubego i f_7 dla kruszywa drobnego i o ciągłym uziarnieniu,
- zawartość zanieczyszczeń obcych wg PN-EN 1744-1: do 0,25%,

- zawartość substancji organicznych wg PN-EN 1744-1: barwa nie ciemniejsza od wzorcowej.

2.4.3. Woda

Woda stosowana do podsypki powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008.

2.5 Materiały do wypełnienia spoin

Do wypełnienia spoin nawierzchni można stosować:

- zaprawę cementowo-piaskową,
- masę zalewową na bazie żywic.

2.5.1. Zaprawa cementowo-piaskowa

Wytrzymałość zaprawy na ściskanie powinna wynosić nie mniej niż 30 MPa.

2.5.1.1. Cement

Cement stosowany do zaprawy powinien spełniać wymagania podane w punkcie 2.4.1.

2.5.1.2. Kruszywo

Kruszywo do zaprawy powinno odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 13139.

Do zaprawy stosuje się mieszankę kruszywa naturalnego:

- frakcja piaskowa od 0 do 2 mm,
- kategoria zawartości pyłów : kategoria 1,
- zawartość zanieczyszczeń obcych wg PN-EN 1744-1: do 0,25%,
- zawartość substancji organicznych wg PN-EN 1744-1: barwa nie ciemniejsza od wzorcowej.

2.5.1.3. Woda

Woda stosowana do zaprawy powinna odpowiadać wymaganiom punktu 2.4.3.

2.5.2. Masa zalewowa na bazie żywic

Masa do fugowania to zaprawa epoksydowo- żywiczna o poniższych parametrach :

Wytrzymałość na zginanie po 28 dniach 8,0 MPa,

Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach 30,0 MPa,

Skurcz po 28 dniach 0,8 ‰ [0,8 mm/m],

Odporność na działanie mrozu, stopień mrozoodporności F200.

Materiał powinien posiadać Krajową Ocenę Techniczną lub inny równoważny dokument i być przeznaczony do stosowania w budownictwie komunikacyjnym do spoinowania nawierzchni kamiennych oraz klinkierowych, zaprojektowanych dla kategorii ruchu od KR1 do KR7 (stosowanych do nawierzchni dróg i ciągów pieszych a także chodników, placów, parkingów, zatok autobusowych i rond, szczególnie tam, gdzie występują średnie i duże obciążenia).

3. SPRZĘT

3.1 Szczegółowe wymagania dotyczące sprzętu

Szczegółowe wymagania dotyczące sprzętu podano w SST 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:

- betoniarki, do wytwarzania betonu i zapraw oraz przygotowywania podsypki cementowo-piaskowej,
- ubijaków ręcznych i mechanicznych, do ubijania kostki,
- wibratorów płytowych i lekkich walców wibracyjnych, do ubijania kostki po pierwszym ubiciu ręcznym.

4. TRANSPORT

4.1. Szczegółowe wymagania dotyczące transportu

Szczegółowe wymagania dotyczące transportu podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

4.2 Transport materiałów

4.2.1. Transport kostek kamiennych

Kostki kamienne przewozi się dowolnymi środkami transportowymi.

Kostkę klasy T1 należy układać na podłodze obok siebie tak, aby wypełniła całą powierzchnię środka transportowego. Na tak ułożonej warstwie należy bezpośrednio układać następne warstwy.

Kostkę klasy T2 można przewozić luźno usypaną. Ładowanie ręczne kostek powinno być wykonywane bez rzucania. Przy użyciu przenośników taśmowych, kostki powinny być podawane i odbierane ręcznie.

Kostkę klasy T2 należy ustawiać w stosy. Kostkę klasy T1 można składować w przyzmach.

Wysokość stosu lub przyzmu nie powinna przekraczać 1 m.

4.2.2. Transport kruszywa

Kruszywo można przewozić dowolnymi środkami transportowymi w warunkach zabezpieczających je przed rozsypywaniem i zanieczyszczeniem.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Szczegółowe zasady wykonania robót

Szczegółowe zasady wykonania robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

5.2. Przygotowanie podbudowy

Jeżeli w dokumentacji projektowej lub SST przewidziano wykonanie nawierzchni z kostki kamiennej na podbudowie np. z chudego betonu, gruntu stabilizowanego cementem, tłucznia itp. i/lub warstwy odsączającej to warunki wykonania podbudowy powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w odpowiednich SST, zgodnie z dokumentacją projektową.

5.3. Warunki układania nawierzchni z kostki

Kostkę na zaprawie cementowo-kruszywowej można układać bez środków ochronnych przed mrozem, jeżeli temperatura otoczenia wynosi $+5^{\circ}\text{C}$ lub wyższa. Nie należy układać kostki w temperaturze 0°C lub niższej. Jeżeli w ciągu dnia temperatura utrzymuje się w granicach $0 \div +5^{\circ}\text{C}$, a w nocy spodziewane są przymrozki, bruk należy zabezpieczyć przez nakrycie, np. matami ze słomy, papą lub innym materiałem o złym przewodnictwie ciepła.

5.4. Obramowanie nawierzchni

Do obramowania nawierzchni kostkowych stosuje się krawężniki kamienne drogowe, odpowiadające wymaganiom wymienionym w punkcie 2.3.

Rodzaj obramowania nawierzchni powinien być zgodny z dokumentacją projektową, SST lub wskazaniemi Inżyniera Kontraktu lub Zamawiającego.

Ustawienie krawężników powinno być zgodne z wymaganiami zawartymi w SST.

5.5. Ułożenie podsypki

Podsypkę należy układać na wykonanej zgodnie z dokumentacją projektową i odpowiednio zagęszczonej podbudowie. Grubość podsypki powinna wynosić od 3 do 5 cm.

5.5.1. Podsypka kruszywowa

Podsypkę kruszywową należy wykonać z kruszywa wg pkt 2.4.2. Po rozłożeniu kruszywa

podsypkę należy wyrównać łata, tak aby jej grubość osiągnęła projektowaną wartość. Wyrównana w ten sposób podsyпка powinna pozostać w stanie luźnym i nie powinna być zagęszczana, najeżdżana lub deptana.

Podsyпка pod bruk służy również do wyrównania drobnych różnic w wysokości kostki brukowej (o dopuszczalnej tolerancji wymiarów powstających w procesie produkcji). Dla uzyskania założonej wysokości nawierzchni brukowej, grubość podsyпки powinna przewyższać wysokość projektowaną o 1–2 cm.

5.5.2. Podsyпка cementowo-kruszywowa

Podsyпка powinna być wykonana z materiałów wg pktu 2.4. Podsyпка powinna być rozścielona na uprzednio zwilżonej podbudowie i spełniać następujące warunki:

- współczynnik wodno-cementowy powinien wynosić od 0,20 do 0,25,
- wytrzymałość na ściskanie $R_7 = 10 \text{ MPa}$, $R_{28} = 14 \text{ MPa}$.

Przy układaniu kostki na podsyпce cementowo-kruszywowej wszystkie fazy robót od mieszania podsyпки z wodą do ostatecznego ubicia kostki powinny być wykonane przed rozpoczęciem wiązania cementu.

5.6. Układanie nawierzchni z kostki kamiennej

5.6.1. Desenie układania kostek – warunki ogólne

Kostka użyta do układania nawierzchni powinna być jednego gatunku i z jednego rodzaju skał. Jedynie środkiem jezdni, w celu rozgraniczenia kierunków ruchu, może być ułożony pas podłużny z jednego lub dwóch rzędów kostek odmiennego koloru, lecz o zbliżonej wytrzymałości.

Kostkę można układać w różne desenie:

- deseń rzędowy prosty, który uzyskuje się przez układanie kostki rzędami prostymi 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,
- kostka w ściekach powinna być ułożona w dwa rzędy równoległe do krawężników.

Deseń nawierzchni z kostki kamiennej powinien być dostosowany do wielkości kostki i zgodny z dokumentacją projektową.

Przy różnych wymiarach kostki w klasie T1, zaleca się układanie jej w formie desenia łukowego, który poza tym nie wymaga przycinania kostek przy krawężnikach. W klasie T2, 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.

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

Szerokość spoin między kostkami nie powinna przekraczać 10 mm, a w miejscach „trudnych”, w przypadku kostek w klasie T1: 12 mm. Jedynie nawierzchnie z kostek dużych układanych na łukach o dużych promieniach powinny mieć spoiny poszerzone o 5 do 15 mm od środka łuku na zewnątrz.

Spoiny w sąsiednich rzędach powinny się mijać co $1/2$, a co najmniej o $1/4$ szerokości kostki.

5.6.2. Szczególne warunki układania kostki brukowej

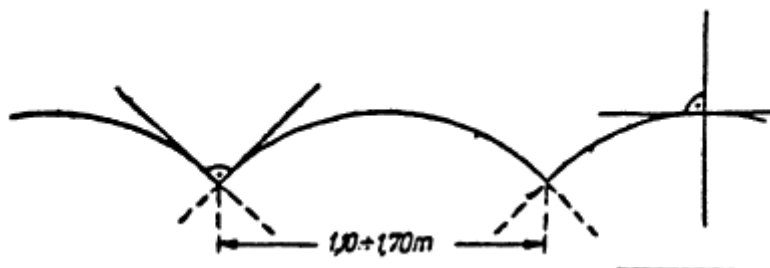
5.6.2.1. Układanie kostek w łuki

Przy deseniu w łuki długość cięciwy łuku należy określić przez podzielenie szerokości jezdni między krawężnikami na ustaloną ilość równych pasów. Poszczególne elementy desenia powinny spełniać następujące wymagania:

- pasy powinny być tak ułożone, aby linia krawężników pokrywała się z linią środków łuków,
- długość cięciwy łuków powinna wynosić 1,10 do 1,70 m,
- stycznice w punkcie zbieżności sąsiednich łuków powinny tworzyć kąt zbliżony do prostego,
- wierzchołki łuków powinny być zwrócone w kierunku wzniesienia drogi,

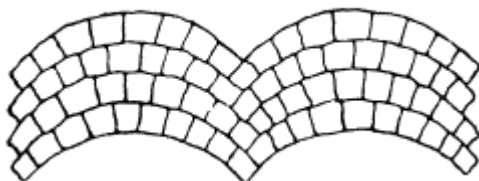
– styczne do końców skrajnych półłuków powinny być prostopadłe do linii krawężników.

Powyższe wymagania ilustruje rys. nr 1.



Rys. 1. Parametry desenia w łuki

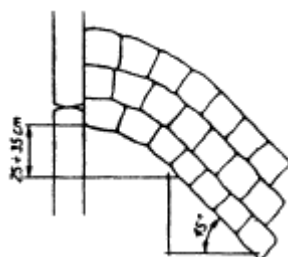
Na spadkach łuki powinny być zwrócone wypukłością w stronę wzniesienia. Łuki należy łączyć wspólnymi kostkami, tak aby wypadły one na jednej linii równoległej do osi drogi (patrz rys. 2).



Rys. 2. Łączenie dwóch łuków wspólnymi kostkami

5.6.2.2. Układanie kostek w rzędy ukośne

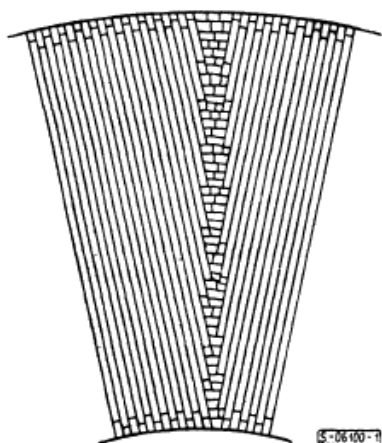
W przypadku układania małych i średnich kostek w rzędy ukośne, rzędy te powinny być przy krawężniku zaokrąglone prostopadłe do osi drogi, tak aby pierwsze kostki leżały prostopadłe do krawężnika (patrz rys. 3).



Rys. 3. Zaokrąglenie rzędów kostek przy krawężniku

5.6.2.3. Układanie dużych kostek na łukach

Przy układaniu dużych kostek na łukach, na stosunkowo niewielkich promieniach można zastosować spoiny poszerzone o 5 do 15 mm od środka łuku na zewnątrz lub układać kostki od krawędzi łuków rzędami prostopadłymi do stycznych w krańcowych punktach łuku na całej szerokości jezdni. Powstałe w ten sposób kliny na środku łuku powinny być wypełnione kostkami, jak na rys. 4.



Rys.4. Szczegół układania dużych kostek na łukach

5.6.2.4. Układanie kostek na skrzyżowaniach

W przypadku układania kostek dużych na skrzyżowaniach o różnym natężeniu ruchu, układ rzędów jezdni o dużym natężeniu ruchu powinien być wprowadzony w jezdnię o ruchu mniej intensywnym, na szerokość nie mniejszą od szerokości ulicy lub drogi o większym natężeniu ruchu mierzonej w linii jej zabudowy.

Na skrzyżowaniach o jednakowym natężeniu ruchu rzędy kostek powinny być ułożone prostopadłe do kierunku ruchu, łącząc rzędy ulic po przekątnych.

5.6.3. Szczeliny dylatacyjne

Szczeliny dylatacyjne poprzeczne należy stosować w nawierzchniach z kostki na zaprawie cementowej 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 podbudowie betonowej - na podsypce cementowo-żwirowej z zalaniem spoin zaprawą cementowo-piaskową, szczeliny dylatacyjne warstwy jezdnej należy wykonywać nad szczelinami podbudowy. Szerokość szczelin dylatacyjnych powinna wynosić od 8 do 12 mm.

5.6.4. Ubijanie kostki

Sposób ubijania kostki powinien być dostosowany do rodzaju podsypki oraz materiału do wypełnienia spoin.

a) Kostkę na podsypce z kruszywa przy wypełnieniu spoin kruszywem należy ubijać trzykrotnie. Pierwsze ubicie ma na celu osadzenie kostek w podsypce i wypełnienie dolnych części spoin materiałem z podsypki. Obniżenie kostki w czasie pierwszego ubijania powinno wynosić od 1,5 do 2,0 cm.

Ułożoną nawierzchnię z kostki zasypuje się mieszaniną kruszywa o uziarnieniu od 0 do 4 mm, polewa wodą i szczotkami wprowadza się kruszywo w spoiny. Po wypełnieniu spoin trzeba nawierzchnię oczyścić szczotkami, aby każda kostka była widoczna, po czym należy przystąpić do ubijania.

Ubijanie kostek wykonuje się ubijkami stalowymi o ciężarze około 30 kg, uderzając ubijkami każdą kostkę oddzielnie. Ubijanie w przekroju poprzecznym prowadzi się od krawężnika do środka jezdni.

Drugie ubicie należy poprzedzić uzupełnieniem spoin i polać wodą.

Trzecie ubicie ma na celu doprowadzenie nawierzchni kostkowej do wymaganego przekroju poprzecznego i podłużnego jezdni. Zamiast trzeciego ubijania można stosować wałowanie walcem o masie do 10 t - najpierw w kierunku podłużnym, postępując od krawężników w kierunku osi, a następnie w kierunku poprzecznym.

b) Kostkę na podsypce kruszywowo-cementowej przy wypełnianiu spoin zaprawą cementowo-piaskową, należy ubijać dwukrotnie.

Pierwsze mocne uderzenie powinno nastąpić przed zalaniem spoin i spowodować obniżenie kostek do wymaganej niwelety.

Drugie - lekkie uderzenie, ma na celu doprowadzenie ubijanej powierzchni kostek do wymaganego przekroju poprzecznego jezdni. Drugie uderzenie następuje bezpośrednio po zalaniu spoin zaprawą cementowo-piaskową. Zamiast drugiego ubijania można stosować wibratory płytowe lub lekkie walce wibracyjne.

c) Kostkę na podsypce kruszywowej przy wypełnieniu spoin masą zalewową należy ubijać trzykrotnie. Spoiny zalewa się po całkowitym trzykrotnym ubiciu nawierzchni.

Kostki, które pękają podczas ubijania powinny być wymienione na całe. Ostatni rząd kostek na zakończenie działki roboczej, przy ubijaniu należy zabezpieczyć przed przesunięciem za pomocą np. belki drewnianej umocowanej szpilkami stalowymi w podłożu.

5.6.5. Wypełnienie spoin

Wypełnienie spoin zaprawą cementowo-piaskową można stosować przy nawierzchniach z kostki każdego typu układanej na podsypce cementowo-kruszywowej.

Wypełnienie spoin kruszywem można stosować przy nawierzchniach układanych na podsypce kruszywowej.

Wypełnienie spoin masą zalewową można stosować przy nawierzchniach układanych na podsypce kruszywowej lub cementowo-kruszywowej.

Materiały do wykonania wypełnienia spoin powinny odpowiadać wymaganiom podanym w pkt 2.5.

Wypełnienie spoin zaprawą cementowo-piaskową powinno być wykonane z zachowaniem następujących wymagań:

- przed rozpoczęciem zalewania kostka powinna być oczyszczona i dobrze zwilżona wodą z dodatkiem 1% cementu w stosunku objętościowym,
- głębokość wypełnienia spoin zaprawą cementowo-piaskową powinna wynosić około 5 cm,
- zaprawa cementowo-piaskowa powinna całkowicie wypełnić spoiny i tworzyć monolit z kostką.

Wypełnienie spoin masą zalewową powinno być wykonane z zachowaniem następujących wymagań:

- spoiny przed zalaniem masą zalewową powinny być suche i dokładnie oczyszczone na głębokość około 5 cm,
- bezpośrednio przed zalaniem masa powinna być podgrzana do temperatury od 150 do 180°C, chyba że producent wymaga inaczej,
- masa powinna dokładnie wypełniać spoiny i wykazywać dobrą przyczepność do kostek.

Wypełnianie spoin przez zamulanie kruszywem powinno być wykonane z zachowaniem następujących wymagań:

- w czasie zamulania kruszywo powinno być obficie polewane wodą, aby wypełniło całkowicie spoiny,

5.6.6. Połączenia odcinków dziennej działki roboczej

Przy układaniu kostki na podsypce cementowo-kruszywowej przy zakończeniu dziennej działki roboczej, ostatnie trzy rzędy kostki powinny być ułożone na podsypce kruszywowej i zasypane kruszywem. Przy przystępowaniu do pracy w następnym dniu roboczym, te trzy rzędy powinny być rozebrane i kruszywo usunięte.

5.7. Pielęgnacja nawierzchni

Sposób pielęgnacji nawierzchni zależy od rodzaju wypełnienia spoin i od rodzaju podsypki.

Pielęgnacja nawierzchni kostkowej, której spoiny są wypełnione zaprawą cementowo-piaskową polega na polaniu nawierzchni wodą w kilka godzin po zalaniu spoin i utrzymaniu jej w stałej wilgotności przez okres jednej doby. Następnie nawierzchnię należy przykryć piaskiem i utrzymywać w stałej wilgotności przez okres 7 dni. Po upływie od 2 do 3 tygodni - w zależności od warunków atmosferycznych, nawierzchnię należy oczyścić dokładnie z piasku i można oddać do ruchu.

Nawierzchnia kostkowa, której spoiny zostały wypełnione masą zalewową, może być oddana do ruchu bezpośrednio po wykonaniu, bez czynności pielęgnacyjnych.

Nawierzchnia kostkowa, której spoiny zostały wypełnione piaskiem i pokryte warstwą kruszywa, można oddać natychmiast do ruchu. Piasek podczas ruchu wypełnia spoiny i po kilku

dniach pielęgnację nawierzchni można uznać za ukończoną.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Szczegółowe zasady kontroli jakości robót

Szczegółowe zasady kontroli jakości robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B, deklarację właściwości użytkowych, krajową lub europejską ocenę techniczną, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone przez Inżyniera Kontraktu, Inspektora Nadzoru lub Zamawiającego.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi Kontraktu, Nadzoru lub Zamawiającemu do akceptacji.

6.3. Badania w trakcie robót

Badania w trakcie budowy powinny być przeprowadzane systematycznie i polegają na sprawdzaniu stale, w miarę postępu robót, jakości używanych materiałów i zgodności wykonywanych robót z dokumentacją projektową i SST. Wyniki badań w czasie budowy powinny być wpisane do dziennika budowy.

6.3.1. Badanie jakości materiałów

Badanie jakości materiałów polega na sprawdzeniu dokumentów dostawy na zgodność z wymaganiami podanymi w punkcie 2.

Dodatkowo z każdej dostawy kostek należy pobrać próbkę składającą się z 6 próbek i zbadać na zgodność z wymaganiami podanymi w tablicach 1, 2 i 3. W przypadku stwierdzonych niezgodności partię kostek należy odrzucić.

6.3.2. Sprawdzenie podsypki

Sprawdzenie podsypki polega na stwierdzeniu jej zgodności z dokumentacją projektową oraz z wymaganiami określonymi w p. 5.5.

W warunkach polowych, na budowie, wilgotność podsypki cementowo-kruszywowej można sprawdzić przez ściśnięcie w garści podsypki, która po otwarciu dłoni powinna stanowić bryłkę nie wykazującą śladów wody, natomiast przy naciśnięciu palcem bryłka powinna rozsypać się. Grubość podsypki nie powinna różnić się od projektowanej o więcej niż 1 cm.

6.3.3. Badanie prawidłowości układania kostki

Badanie prawidłowości układania kostki powinno być prowadzone przez cały okres robót na zgodność z punktem 5.6 oraz z dokumentacją projektową.

Należy kontrolować na bieżąco:

- a) zgodność układanego desenia z dokumentacją projektową,
- b) wykonanie szczelin dylatacyjnych zgodnie z punktem 5.6.3.,
- c) sposób ubijania nawierzchni w zależności od stosowanej podsypki zgodnie z punktem 5.6.4.,
- d) rodzaj materiału użytego do wypełniania spoin w zależności od zastosowanej podsypki, na zgodność z punktem 5.6.5

– w przypadku stosowania zaprawy cementowo-piaskowej należy skontrolować dokumenty dostawy cementu i kruszywa na zgodność z SST oraz pobrać próbki zaprawy i sprawdzić, czy ma po 28 dniach wytrzymałość 30 MPa,

– w przypadku zamulania szczelin kruszywem należy skontrolować dokumenty dostawy na zgodność z wymaganiami SST,

– w przypadku stosowania masy zalewowej należy skontrolować właściwości masy na podstawie dokumentów dostawy,

e) kontrola wypełnienia spoin:

Przed wypełnieniem spoin należy skontrolować:

- czy szczeliny są dokładnie oczyszczone i wysuszone,
- w przypadku wypełniania spoin zaprawą cementowo-piaskową, czy szczeliny są dobrze zwilżone wodą z dodatkiem 1% cementu w stosunku objętościowym,
- w przypadku zamulania kruszywem, czy w czasie zamulania kruszywo jest obficie polewane wodą, aby wypełniło całkowicie spoiny,
- w przypadku masy zalewowej należy skontrolować, czy została ona podgrzana do temperatury wymaganej przez producenta.

f) kontrola przeprowadzenia pielęgnacji nawierzchni:

Należy kontrolować sposób i czas trwania pielęgnacji nawierzchni w zależności od rodzaju podsypki, na zgodność z punktem 5.7.

6.4. Badania po zakończeniu robót

Badanie po zakończeniu robót obejmuje:

6.4.1. Sprawdzenie cech geometrycznych nawierzchni

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

6.4.1.1. Sprawdzenie równości podłużnej i poprzecznej

W pomiarach równości podłużnej i poprzecznej konstrukcji nawierzchni należy stosować metodę pomiaru ciągłego równoważną użyciu łaty i klina, np. z wykorzystaniem planografu (w miejscach niedostępnych dla planografu pomiar z użyciem łaty i klina). Długość łaty w pomiarze równości podłużnej powinna wynosić 4 m, a w pomiarze równości poprzecznej 2 m. Odchylenia od łaty profilowej nie powinny przekraczać 10 mm.

6.4.1.2. Spadki poprzeczne

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

6.4.1.3. Rzędne wysokościowe

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

6.4.1.4. Ukształtowanie osi

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

6.4.1.5. Szerokość nawierzchni

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

6.4.1.6. Grubość podsypki

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

6.4.2. Sprawdzenie wypełnienia spoin

Badanie prawidłowości wypełnienia spoin polega na sprawdzeniu zgodności z wymaganiami zawartymi w p. 5.6.5.

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, a przy zaprawie cementowo-piaskowej i masie zalewowej - również przez sprawdzenie przyczepności zaprawy lub masy zalewowej do kostki. Spoiny powinny być wypełnione na głębokość co najmniej 5 cm.

Szerokość spoin powinna być odpowiednia dla zastosowanego desenia i być zgodna z punktem 5.6.1.

Szerokość i sposób wykonania szczelin dylatacyjnych należy kontrolować na zgodność z punktem 5.6.3.

6.4.3. Badanie prawidłowego ubicia kostki

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.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Szczegółowe zasady obmiaru robót

Szczegółowe zasady obmiaru robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m² (metr kwadratowy) wykonanej nawierzchni z kostki kamiennej. Obmiar dotyczy powierzchni tj. 1 m² nawierzchni z zastrzeżeniem, iż do pomiaru będą uwzględnione każdorazowo szerokości projektowe (pomiar szerokości na górze warstwy), a wszelkie odchyłki w szerokości warstwy nie będą objęte obmiarem – koszt ich wykonania jest kosztem Wykonawcy.

8. ODBIÓR ROBÓT

Szczegółowe zasady odbioru robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, SST i wymaganiami Inżyniera Kontraktu, Inspektora Nadzoru i Zamawiającego, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 6 dały wyniki pozytywne.

Roboty związane z wykonaniem podsypki należą do robót ulegających zakryciu. Zasady ich odbioru są określone w SST D-M-00.00.00 Wymagania ogólne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Szczegółowe ustalenia dotyczące podstawy płatności

Szczegółowe ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST 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 | Kostka brukowa z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych - Wymagania i metody badań |
| 2. | PN-EN 1926 | Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie jednoosiowej wytrzymałości na ściskanie |
| 3. | PN-EN 12371 | Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie mrozoodporności |
| 4. | PN-EN 13755 | Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie nasiąkliwości przy ciśnieniu atmosferycznym |
| 5. | PN-EN 12407 | Metody badań kamienia naturalnego - Badania petrograficzne |
| 6. | PN-EN 1340 | Krawężniki betonowe - Wymagania i metody badań |
| 7. | PN-EN 1343 | Krawężniki z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych - Wymagania i metody badań |
| 8. | PN-EN 13242 | Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym |
| 9. | PN-EN 1744-1 | Badania chemicznych właściwości kruszyw – Część 1: Analiza chemiczna |
| 10. | 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 |
| 11. | PN-EN 13139 | Kruszywa do zaprawy |
| 12. | PN-EN 197-1 | Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku |

10.2. Inne dokumenty

1. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 15 czerwca 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o wyrobach budowlanych (Dz.U. 2021 poz. 1213 z późn. zm.)