SZCZEGÓŁOWE SPECYFIKACJE TECHNICZNE

**D.05.03.01**

**NAWIERZCHNIA Z KOSTKI KAMIENNEJ,**

**PŁYT KAMIENNYCH**

**(Nawierzchnia ulic, placów, dziedzińców, pasażów, chodników)**

**1. WSTĘP**

**1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych wykonaniem nawierzchni z kostki, płyt kamiennych (nawierzchnia ulic, placów, dziedzińców, pasażów, chodników).

**1.2. Zakres stosowania SST**

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna stanowi podstawowy dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót dla zadań Gminy Miejskiej Kraków.

**1.3. Zakres robót objętych SST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem nawierzchni z kostki, płyt kamiennych (nawierzchnia ulic, placów, dziedzińców, pasażów, chodników).

**1.4. Określenia podstawowe**

- Kamienna kostka - element brukowy do wykonania warstwy ścieralnej w nawierzchni z

kamienia naturalnego o wymiarach nominalnych pomiędzy 50 mm a 300 mm, którego żaden

wymiar na ogół nie przekracza podwójnej grubości. Największa grubość nominalna wynosi

50 mm.

- Płyta kamienna – element brukowy z kamienia naturalnego wykorzystywanego jako materiał

do nawierzchni drogowych, którego szerokość nominalna przekracza 150 mm i na ogół jest

dwukrotnie większa od grubości.

- Krawężnik kamienny – jest to element o długości większej niż 300 mm, powszechnie stosowany jako obramowanie.

Elementy takie jak: kostka kamienna, płyta kamienna, krawężnik są wyrobami przeznaczonymi do ułożenia w nawierzchni i posiadają powierzchnię uzyskaną w wyniku jednokrotnej lub wielokrotnej mechanicznej lub termicznej obróbki.

- Spoina - określony materiał wypełniający odstęp pomiędzy przylegającymi kostkami.

- Ściek - umocnione zagłębienie, poniżej krawędzi jezdni, zbierające i odprowadzające wodę.

- Obrzeże - element budowlany, oddzielający nawierzchnie chodnika i ciągów pieszych od terenów zielonych nie przeznaczonych do komunikacji, ale uniemożliwiają przemieszczanie się kostki podczas użytkowania.

- Krawężnik - element stosowany do wykończenia i zabezpieczenia nawierzchni, tworzy system obrzegowania pozwalający kształtować linie proste, łukowe.

- Szczelina dylatacyjna - odstęp dzielący fragmenty nawierzchni na sekcje w celu uniemożliwienia odkształceń temperaturowych, wypełniona określonymi materiałami wypełniającymi.

- Nawierzchnia kostkowa - nawierzchnia, której warstwa ścieralna jest wykonana z kostki, płyt kamiennych.

**1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

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

**2. MATERIAŁY**

**2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

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

**2.2. Podbudowa**

Materiał na podbudowę powinien być zgodny z wymaganiami Inspektora, (D-04.04.02 „Podbudowa z kruszywa naturalnego łamanego stabilizowanego mechanicznie”) i/lub zgodny z projektem technicznym.

**2.3. Kostka, płyta brukowa z kamienia naturalnego**

Do nawierzchni drogowych należy stosować kostkę brukową z kamienia naturalnego spełniającą wymagania PN-EN 1342 „Kostka brukowa z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych”.

PN-EN 1341 „Płyty z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych”

Wymagania kostki i płyt kamiennych dotyczą również obszarów zabytkowych (nawierzchni ulic, placów, dziedzińców, pasażów, chodników).

Miejski Konserwator Zabytków wskazuje najbardziej właściwy dla danego obszaru rodzaj surowca kamiennego, formę, układ elementów brukarskich, wielkość elementów i faktur przy równoczesnym zabezpieczeniu funkcji użytkowych nawierzchni.

Producent powinien dostarczyć deklarację właściwości użytkowych oraz opis petrograficzny skały, z której wykonana jest kostka, z uwzględnieniem nazwy petrograficznej danego rodzaju skały zgodnie z PN-EN 12407 „Metody badań kamienia naturalnego. Badanie petrograficzne”.

**Wymagania dla elementów kamiennych wg zharmonizowanych norm PN-EN**

2.3.1. Dopuszczalne odchyłki pomiarowe dla kostki, płyty kamiennej

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

Tabela nr 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **L.p.** | **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 |

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

Tabela nr 2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **L.p.** | **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 |

Jeżeli kamienne kostki brukowe są układane w kształcie wachlarza, stosowane są również kostki trapezowe i podłużne. Dla takiego zastosowania dostawa kostek brukowych kamiennych, płyt kamiennych może zawierać maksymalnie 10 % kostek brukowych, których wymiary przekraczają odchyłki o nie więcej niż 10 mm.

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

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

Tabela nr 3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **L.p.** | **Ciosana** | **Obrabiana** |
| 1 | 5 mm | 3 mm |

Dla płyt kamiennych wartości te zależą od rodzaju faktury

- dla faktury drobnej – maksymalne odchyłki wgłębień i wypukłości nie powinny być większe

niż 5 mm.

- dla faktury grubej wartości odchyłki nie powinny być większe niż 8 mm.

2.3.4. Kamień, z którego wykonana jest kostka, płyta powinien w zależności od klasy, spełniać wymagania podane w tablicy nr 4.

Tablica nr 4.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **L.p.** |  | **Wymaganie** | **Badanie wg** |
| 1 | Klasa 0 | Brak wymagań dotyczących odporności   na zamrażanie/rozmrażanie | PN-EN 12371 |
| F0 |
| 2 | Klasa 1 | Odporne (≤ 20% zmiany w liczbie cykli 48\*)  wytrzymałości na ściskanie badanej   wg PN-EN 1926 |
| 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 granulkach 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.

2.3.5. Wytrzymałość kostki, płyt kamiennych 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.

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

2.3.6. Odporność kostki, płyt kamiennych 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, PN-EN 1341. Jeżeli właściwość ta nie jest określana, należy to odnotować.

Odporność na ścieranie, badana zgodnie z PN-EN 1342, PN-EN 1341 powinna wynosić nie więcej niż 2 mm.

2.3.7. Odporność kostki, płyt kamiennych 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.

Uznaje się, że kostki, płyty 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, kamienna kostka jak i płyty kamienne mogą być uznane za bezpieczne.

2.3.8. Nasiąkliwość kostek kamiennych i płyt kamiennych

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, płyty nie powinna przekraczać 0,5%.

2.3.9. Wygląd zewnętrzny kostek kamiennych, płyt kamiennych

Kamień jest naturalnym materiałem, który może mieć wygląd zróżnicowany pod względem barwy, użylenia i struktury, dlatego też ogólną charakterystykę wyglądu zewnętrznego można podać na podstawie jednej lub kilku próbek odniesienia.

Próbka odniesienia powinna składać się z pewnej liczby kostek, płytek z kamienia naturalnego o wymiarach wystarczających do przedstawienia wyglądu gotowego wyrobu i dać ogólne pojęcie w odniesieniu do barwy, wzoru użylenia, 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 użylenia dostarczonej partii na podstawie próbki.

Próbka odniesienia powinna być zaakceptowana przez Inspektora i jeżeli to konieczne przez Miejskiego Konserwatora Zabytków.

Próbkę odniesienia należy przedłożyć 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.

Kamień naturalny wprowadzany na rynek budowlany powinien mieć certyfikat producenta. W przypadku, gdy producent nie posiada własnego laboratorium, własności muszą być skontrolowane przez laboratorium niezależne, certyfikowane. Dotyczy to również kamienia naturalnego importowanego.

**2.4. Woda**

Woda powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008.

**2.5. Materiały na podsypkę pod nawierzchnię**

Materiał zastosowany jako podsypka pod kostkę kamienną należy użyć podsypkę cementowo – piaskową/żwirową w proporcji 1:4.

Cement odpowiadający wymaganiom PN-EN 197-1.

**2.6. Materiały do wypełnienia spoin**

Do wypełnienia spoin nawierzchni można stosować:

- zamulenie kruszywem,

- zaprawę cementowo-piaskową/żwirową,

- masę zalewową.

Masa zalewowa powinna spełniać wymagania normy PN-EN 14188-1 i zgodnie z deklaracją producenta, powinna nadawać się do uszczelniania spoin w nawierzchniach z kamienia naturalnego.

**3. SPRZĘT**

**3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu.**

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

**3.2. Sprzęt do wykonania nawierzchni z kostki, płyty kamiennej.**

Do wykonania koryta pod nawierzchnię jezdni, podsypki z piasku oraz podbudowy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie i warstwy wyrównawczej powinien zostać użyty sprzęt mechaniczny w postaci koparko-spycharek.

Do wytworzenia zapraw i podsypki cementowo-piaskowej – betoniarki.

Do zagęszczania kostek stosuje się ubijaki ręczne lub mechaniczne, wibratory płytowe z osłoną z tworzywa dla ochrony kostek przed uszkodzeniem i wykruszeniem naroży.

Nawierzchnie z kostki kamiennej należy wykonywać ręcznie.

Do zamiatania należy zastosować mechaniczny sprzęt jak zamiatarki lub ręczny; miotły, szczotki.

**4. TRANSPORT**

**4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

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

**4.2. Transport kamiennych kostek brukowych**

Kostki, płyty kamienne mogą być przewożone luźno usypane dowolnymi środkami transportu. Kostkę surowo łupaną można składować w pryzmach o wysokości do 1m.

**4.3. Transport materiałów sypkich**

Materiały kamienne, piaski, żwiry, cement mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami.

Przy ruchu po drogach publicznych pojazdy powinny spełniać wymagania dotyczące przepisów ruchu drogowego w odniesieniu do dopuszczalnych obciążeń na osie, wymiarów ładunku i innych parametrów technicznych.

**5. WYKONANIE ROBÓT**

**5.1. Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady wykonania robót podano w SST D.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

**5.2. Oznakowanie i zabezpieczenie robót**

Wykonawca jest zobowiązany do oznakowania i zabezpieczenia prowadzonych robót w pasie drogowym. Oznakowanie i zabezpieczenie robót powinno być dostosowane do aktualnie występujących utrudnień, a także zapewnić bezpieczeństwo wszystkim uczestnikom ruchu oraz osobom wykonującym roboty od chwili ich rozpoczęcia aż do ostatecznego zakończenia robót.

**5.3. Koryto pod nawierzchnię z kostki, płyt kamiennych**

Koryto pod nawierzchnię z kostki, płyt kamiennych powinno być wyprofilowane zgodnie z wskazaniami Inspektora i spadkami podłużnymi i poprzecznymi oraz zgodne z wymaganiami podanymi w SST D-04.01.01 „Profilowanie i zagęszczenie mechaniczne podłoża” lub zgodnie z dokumentacją projektową.

Grunt podłoża powinien być jednolity, przepuszczalny i zabezpieczony przed skutkami przemarzania.

**5.4. Wykonanie podbudowy**

Podbudowę należy wykonać zgodnie z zaleceniami Inspektora i/lub dokumentacją projektową lub szczegółowymi specyfikacjami technicznymi i powinny odpowiadać:

D-04.02.01 Wykonanie warstwy separacyjno-filtracyjnej.

D-04.04.02 Podbudowa z kruszywa naturalnego łamanego stabilizowanego mechanicznie.

D-04.06.01 Podbudowa z betonu cementowego.

D-04.08.04 Wyrównanie/ wzmocnienie podbudowy tłuczniem.

**5.5. Warunki układania nawierzchni z kostki, płyt kamiennych**

Kostkę, płyty kamienne na zaprawie cementowo-piaskowej nie należy układać w temp. niższej niż 0oC. Jeżeli w nocy spodziewane są przymrozki, bruk należy zabezpieczyć przez nakrycie np. matami ze słomy, lub innymi materiałami o złym przewodnictwie ciepła.

**5.6. Wykonanie podsypki pod nawierzchnię z kostki, płyt kamiennych**

Podsypkę należy układać na wykonanej zgodnie z zaleceniem Inspektora i/lub zgodnie z dokumentacją projektową.

Grubość rozkładanej warstwy powinna wynosić 3 cm do 7 cm.

Przy wykonywaniu warstwy podsypki pod nawierzchnię z kostki, płyt kamiennych, materiał należy rozłożyć w warstwie, przy użyciu sprzętu mechanicznego i ręcznego z uzyskaniem odpowiednich spadków.

Podsypka pod bruk służy również do wyrównania drobnych różnic w wysokości kostki, płyt kamiennych – o dopuszczalnej tolerancji wymiarów powstających w procesie produkcji.

Przy układaniu kostki, płyt kamiennych na podsypce cementowo-piaskowej wszystkie fazy robót od mieszania podsypki do ostatecznego ubicia kostki, płyt powinny być wykonane przed rozpoczęciem wiązania cementu.

**5.7. Układanie nawierzchni z kostki, płyt kamiennych**

Kostka, płyty kamienne użyte do układania nawierzchni powinny być jednego gatunku i z jednego rodzaju skały.

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

**5.7.1.** Desenie układania kostek, płyt kamiennych

Kształt, wymiary, barwę oraz inne cechy charakterystyczne kostki, płyt kamiennych oraz deseń ich układania powinny być zaakceptowane przez Inspektora i jeżeli to konieczne zaakceptowane przez Miejskiego Konserwatora Zabytków.

Przed ostatecznym zaakceptowaniem kształtu, koloru, sposobu układania oraz wytwórni produkującej kostki, Inspektor może polecić ułożenie po 1 m2 wstępnie wybranych kostek, wyłącznie na podsypce piaskowej.

Kostka, płyty użyte do układania nawierzchni powinny 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, płyt 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 przeciwne

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 jeżeli to konieczne zaakceptowane przez Miejskiego Konserwatora Zabytków.

Przy różnych wymiarach kostki, kostka może być układana w formie desenia łukowego, który poza tym nie wymaga przycinania kostek przy krawężnikach. Duże kostki, płyty powinny być układane w rzędy poprzeczne. Kostki, płyty średnie oraz kostki małe 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”, do 12 mm. Jedynie nawierzchnie z kostek dużych układanych na łukach o dużych promieniach mogą mieć spoiny poszerzone o 5 do 15 mm od środka łuku na zewnątrz.

**5.7.3.** Układanie kostek w łuki

Układanie kostki kamiennej na łukach powinno być zgodne z zaleceniami Inspektora i jeżeli to konieczne zaakceptowane przez Miejskiego Konserwatora Zabytków.

Szczegóły układania kostek na łukach przedstawiono w niniejszej specyfikacji - załącznik nr 1.

**5.7.4.** Układanie kostek, płyt na skrzyżowaniach

W przypadku układania kostek, płyt kamiennych 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 o większym natężeniu ruchu mierzonej w linii jej zabudowy.

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

**5.8.** 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-piaskowo/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.

**5.9.** Ubijanie kostki, płyt kamiennych

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

1. Kostkę, płyty 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 ubijakami stalowymi o ciężarze około 30 kg, uderzając ubijakiem 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.

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

Pierwsze mocne ubicie powinno nastąpić przed zalaniem 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 zalaniu spoin zaprawą cementowo-piaskową. Zamiast drugiego ubijania można stosować wibratory płytowe.

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

Kostki, płyty kamienne, które pękną podczas ubijania powinny być wymienione na całe. Ostatni rząd kostek na zakończenie działki roboczej, przy ubijaniu należy zabezpieczyć przed przesunięciem.

**5.10.** Wypełnienie spoin nawierzchni z kostki, płyt kamiennych

Wypełnienie spoin  zaprawą cementowo-piaskową można stosować przy nawierzchniach z kostki, płyt kamiennej każdego typu układanych na podsypce cementowo-kruszywowej.

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

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

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,

      zaprawa cementowo-piaskowa powinna całkowicie wypełnić spoiny i tworzyć monolit z kostką, płytami kamiennymi.

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

      spoiny przed zalaniem masą zalewową powinny być suche i dokładnie oczyszczone.

      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,

**5.11.** Połączenia odcinków dziennej działki roboczej

Przy układaniu kostki, płyt kamiennych 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 a kruszywo usunięte.

**5.12. Pielęgnacja nawierzchni**

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

Pielęgnacja nawierzchni z kostki, płyt kamiennych, 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 ok. 7 dni. Nawierzchnia z kostki, płyt kamiennych, której spoiny zostały wypełnione masą zalewową, może być oddana do ruchu bezpośrednio po wykonaniu, lub pielęgnowana zgodnie z zaleceniami producenta.

Nawierzchnia z kostki, płyt kamiennych, której spoiny zostały wypełnione piaskiem i pokryte warstwą piasku, można oddać natychmiast do ruchu. Piasek podczas ruchu wypełnia spoiny i po kilku dniach pielęgnację nawierzchni (po usunięciu zbędnego materiału) można uznać za ukończoną).

**6. KONTROLA JAKO**Ś**CI ROBÓT**

**6.1. Ogólne zasady kontroli jako**ś**ci robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w SST D.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

**6.2. Badania przed przyst**ą**pieniem do robót**

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające kostki, płyty, krawężniki kamienne do powszechnego stosowania (aprobaty techniczne, certyfikaty zgodności, atesty wyrobu).

Niezależnie od posiadanego atestu, Inspektor może wymagać od Wykonawcy wyników bieżących badań kamiennych kostek brukowych.

**6.3. Badania w czasie robót**

**6.3.1. Sprawdzenie podłoża i podbudowy**

Grunty podłoża powinny być niewysadzinowe, nośne i jednorodne oraz zabezpieczone przed nadmiernym zawilgoceniem i ujemnymi skutkami przemarzania.

Sprawdzenie podłoża polega na stwierdzeniu zgodności z zaleceniami Inspektora odpowiednimi SST D-04.01.01 „Profilowanie i zagęszczanie podłoża mechanicznie” i/lub dokumentacją projektową,

Podbudowa powinna być przygotowana zgodnie z SST D-04.04.02 Podbudowa z kruszywa naturalnego łamanego stabilizowanego mechanicznie” i/lub dokumentacją projektową.

Wskaźnik zagęszczenia podłoża chodnika nie powinien być mniejszy niż Is ≥ 0,97.

Wskaźnik zagęszczenia podłoża jezdni nie powinien być mniejszy niż Is ≥ 0,98.

Nośność podłoża i podbudowy

Chodnik - wymagany statyczny moduł odkształcenia dla podłoża E2 ≥ 50 MPa

- wymagany statyczny moduł odkształcenia dla podbudowy E2 ≥ 80 MPa

Ulice, place, dziedzińce, pasaże -

KR 1-2 wymagany statyczny moduł odkształcenia dla podłoża E2 ≥ 80 MPa

KR 3-4 wymagany statyczny moduł odkształcenia dla podłoża E2 ≥ 100 MPa

KR 1-2 wymagany statyczny moduł odkształcenia dla podbudowy E2 ≥ 130 MPa

KR 3-4 wymagany statyczny moduł odkształcenia dla podbudowy E2 ≥ 160 MPa

**6.3.2. Sprawdzenie podsypki**

Sprawdzenie podsypki w zakresie grubości warstwy oraz wymaganych spadków poprzecznych i podłużnych polega na stwierdzeniu zgodności z zaleceniami Inspektora i/lub dokumentacją projektową oraz niniejszą SST.

Dopuszczalne odchyłki grubości podsypki nie powinny przekraczać ±1,0 cm.

**6.3.3. Sprawdzenie wykonania nawierzchni**

Sprawdzenie prawidłowości wykonania nawierzchni jezdni z kostek, płyt kamiennych, polega na stwierdzeniu zgodności wykonania z zaleceniami Inspektora i jeżeli to konieczne z zaleceniami Miejskiego Konserwatora Zabytków. projektową:

- wizualne sprawdzenie wyglądu jezdni (nawierzchni ulic, placów, dziedzińców, pasażów, chodnika),

- sprawdzenie szerokości spoin,

- sprawdzenie rodzaju materiału do wykonania podsypki,

- sprawdzenie prawidłowości wypełnienia spoin,

- sprawdzenie prawidłowości ubijania (wibrowania),

- sprawdzenie, czy przyjęty deseń (wzór) i kolor nawierzchni jest właściwy a grubość kostki zgodna z ustaleniami.

**6.4. Sprawdzenie cech geometrycznych nawierzchni jezdni**

**6.4.1.** Sprawdzenie równości nawierzchni jezdni

Sprawdzenie równości nawierzchni przeprowadzać należy łatą co najmniej raz na każde 150 do 300 m2 ułożonej nawierzchni jezdni i w miejscach wątpliwych, jednak nie rzadziej niż raz na 50 m jezdni.

Długość łaty w pomiarze równości podłużnej powinna wynosić 4 m, a w pomiarze równości poprzecznej 2 m.

Dopuszczalny prześwit pod łatą nie powinien przekraczać 1,0 cm.

**6.4.2.** Sprawdzenie profilu podłużnego

Sprawdzenie profilu podłużnego przeprowadzać należy za pomocą niwelacji, biorąc pod uwagę punkty charakterystyczne, jednak nie rzadziej niż co 100 m.

Odchylenia od projektowanej niwelety nawierzchni w punktach załamania niwelety nie mogą przekraczać ±3 cm.

**6.4.3.** Sprawdzenie przekroju poprzecznego

Sprawdzenie przekroju poprzecznego dokonywać należy szablonem z poziomicą, co najmniej raz na każde 150 do 300 m2 nawierzchni jezdni i w miejscach wątpliwych, jednak nie rzadziej niż co 50 m. Dopuszczalne odchylenia od projektowanego profilu wynoszą ± 0,3%.

Pochylenie poprzeczne i podłużne jezdni powinno umożliwić sprawny spływ wody opadowej (Dz.U. z dnia 20 lipca 2022r. poz. 1518)

**6.4.4. Szerokość nawierzchni**

Szerokość nawierzchni jezdni ulic, placów, chodników nie może różnić się od szerokości określonej o więcej niż ±5 cm

**7. OBMIAR ROBÓT**

**7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

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

**7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest m2 (metr kwadratowy) nawierzchni wykonanej z kostki, płyt kamiennych, nawierzchni ulic, placów, dziedzińców, pasażów, chodników,

**8. ODBIÓR ROBÓT**

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

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z wymaganiami Inspektora i/lub dokumentacją projektową, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji dały wyniki pozytywne.

**8.1. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami**

Jeżeli wystąpią wyniki negatywne dla materiałów i robót (nie spełniające wymagań określonych w SST), Inspektor wydaje Wykonawcy polecenie przedstawienia programu naprawczego. Wykonawca w programie tym jest zobowiązany dokonać oceny wpływu na trwałość konstrukcji nawierzchni, przedstawić sposób naprawienia wady lub wnioskować o zredukowanie ceny kontraktowej.

W przypadku braku zgody Inspektora na zastosowanie programu naprawczego wszystkie materiały i roboty nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach SST zostaną odrzucone. Wykonawca wymieni materiały na właściwe i wykona prawidłowo roboty na własny koszt.

**9. PODSTAWA PŁATNO**Ś**CI**

**9.1. Ogólne ustalenia dotycz**ą**ce podstawy płatno**ś**ci**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D.00.00.00 „Wymagania ogólne”

**9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Cena wykonania 1 m2 (metra kwadratowego) nawierzchni jezdni z kostki, płyt kamiennych (nawierzchni ulic, placów, dziedzińców, pasażów, chodników) obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,

- oznakowanie i zabezpieczenie robót,

- dostarczenie materiałów i sprzętu na miejsce wbudowania,

- wykonanie podsypki,

- ułożenie nawierzchni z kostki, płyt kamiennych wraz z zagęszczeniem i wypełnieniem spoin,

- ew. docięcie na wymiar kostek, płyt,

- ew. pielęgnacja nawierzchni,

- uporządkowanie miejsca budowy,

- przeprowadzenie badań i pomiarów wymaganych w specyfikacji technicznej.

**Załącznik nr 1 do D-05.03.01 Nawierzchnia z kostki brukowej.**

**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,

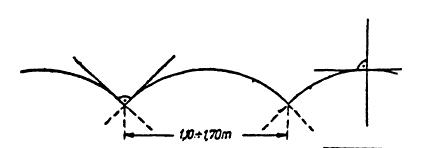
–        długość cięciwy łuków powinna wynosić 1,10 do 1,70 m,

–        styczne w punkcie zbieżności sąsiednich łuków powinny tworzyć kąt zbliżony do prostego,

–        wierzchołki łuków powinny być zwrócone w kierunku wzniesienia drogi,

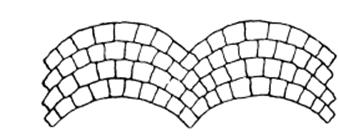
–         styczne do końców skrajnych półłuków powinny być prostopadłe do linii krawężników.

Powyższe wymagania ilustruje rys. nr 1.



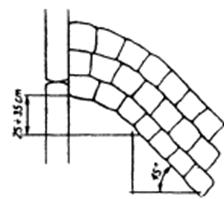
Rys. 1. Parametry desenia w łuki

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).



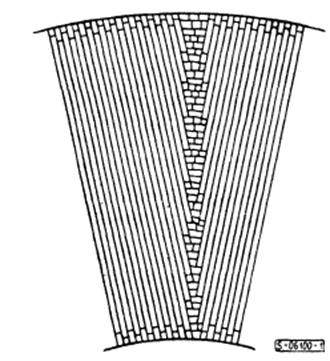
Rys. 2. Łączenie dwóch łuków wspólnymi kostkami

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



Rys. 3. Zaokrąglenie rzędów kostek przy krawężniku

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.



Rysunek nr 4. Szczegół układania kostek na lukach

**10. PRZEPISY ZWI**Ą**ZANE**

PN-EN 1342:2013 Kostka brukowa z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań.

PN-EN 1341 Płyty z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań.

PN-EN 1926 Metody badań kamienia naturalnego – oznaczenie wytrzymałości na ściskanie.

PN-EN 12371 Metody badań kamienia naturalnego – oznaczenie mrozoodporności.

PN-EN 13755 Metody badań kamienia naturalnego – oznaczenie nasiąkliwości.

PN-EN 12407 Metody badań kamienia naturalnego – badania petrograficzne.

PN-EN 1343 Krawężniki z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań.

PN-EN 14188-1 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe – część 1: wymagania wobec zalew drogowych.

PN-EN 14157 – Kamień naturalny. Oznaczenie odporności na ścieranie.

PN-EN 13242 - Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym.

PN-EN1008:Woda zarobowa do betonu – Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena

przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji

betonu

PN-EN 13139: 2003 Kruszywa do zapraw.

PN-EN 197-1 :2012 Skład, wymagania i kryteria zgodności dot. cementów.

PN-B-11113:1996 (PN-EN 13043) Kruszywa mineralne – piasek.

PN-EN 933-8+A1:2015 (BN-68/8931-1) Ocena zawartości drobnych cząstek. Oznaczenie wskaźnika piaskowego.

PN-EN 206 +A1:2016-12 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

PN-EN 12620 - Kruszywa do betonu.

PN-EN 13285 - Mieszanki niezwiązane. Wymagania.

Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, GDDKiA 2013.

Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych GDDKiA, Warszawa 2013.