

Rozdz.	Treść	Strona
13	Fugowanie nawierzchni brukowych	403
13.1	Fugowanie zaprawami cementowymi	413
13.2	Fugi drenażowe na bazie żywic reaktywnych	420
13.3	Nawierzchnie zewnętrzne z grubych płyt gresowych – tarasy, ścieżki	425

Podstawy

Utwardzenie nawierzchni dróg, ulic, placów miejskich itd. z zastosowaniem brukowej kostki kamiennej czy płyt kamiennych jest jedną z najstarszych metod budowlanych. Metoda ta jest wykorzystywana do dnia dzisiejszego - na ulicach i drogach publicznych oraz prywatnych posesjach.

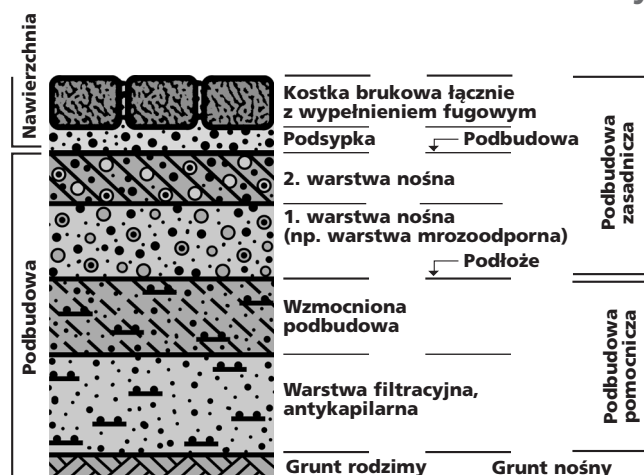
Można wyróżnić dwie metody wykonania utwardzonej nawierzchni ulicy czy placu tj.: związaną i niezwiązaną. W konstrukcji związanej wszystkie składowe tzn. zaprawa fugowa, podsypka czy podkład oraz warstwa nośna wykonane są z zapraw trwale-wiążących (zawierających spoiwa), dzięki czemu uzyskujemy układ zespolony, trwały, odporny nawet na wysokie obciążenia użytkowe. Natomiast w konstrukcji niezwiązanej wykorzystuje się materiały luźne (pozbawione spoiw), przez co mniej odporne na obciążenia użytkowe.

Utwardzanie nawierzchni na prywatnych, jednorodzinnych posesjach poddawanych jedynie obciążeniu niewielkim ruchem pieszym oraz kołowym (1-2 samochody osobowe) może łączyć w sobie układ mieszany: związany z niezwiązanym. Zazwyczaj warstwa nośna oraz podkład (podsypka) są warstwami niezwiązanymi, natomiast kostka lub płyty są zafugowane zaprawą zawierającą spoiwo (cementowe lub żywiczne). Prywatni inwestorzy preferują takie rozwiązanie, ponieważ po zafugowaniu nawierzchnia nie wymaga częstych zabiegów konserwacyjno-czyszczących (nie trzeba stale usuwać chwastów, uzupełniać ubytków piasku czy drobnego kruszywa ze spoin, które byłby wnoszone do powierzchni mieszkalnej).

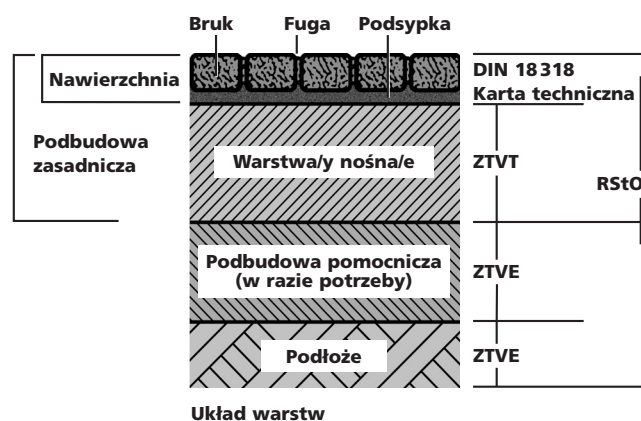
Jednakże między trwale zaspoinowaną nawierzchnią, a niezwiązaną podbudową zachodzi ryzyko oddziaływania „sprężynującego”, dlatego do fugowania takiego układu można dopuścić jedynie elastyczne zaprawy na bazie żywicy (patrz: rozdział 13.2 „Fugi drenażowe na bazie żywicy reaktywnych”).

Przy projektowaniu i wykonawstwie ulic, dróg i placów, pomocne mogą być następujące dokumenty:

- **ZTVP – StB 06:** Dodatkowe warunki techniczne i dyrektywy do wykonania nawierzchni brukowych, okładzin płytowych i obramowań w budownictwie drogowym (wydane przez FGSV – niemiecki Instytut Badawczy Dróg i Ruchu Drogowego).
- **DIN 18318 (VOB, część C):** Prace w obszarach komunikacyjnych; nawierzchnie brukowe i okładziny płytowe w konstrukcji niezwiązanej, obramowania.
- **DIN EN 1338:** Betonowe kostki brukowe.
- **DIN EN 1339:** Betonowe płyty brukowe.
- **DIN EN 1342, 1343:** Płyty i kostki brukowe z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych.
- **DIN EN 1344, 1345:** Kostka klinkierowa osadzana w piasku, kostka klinkierowa osadzana w zaprawie.
- **DIN EN 18503:** Kostka klinkierowa.



Układ warstw wg RStO (niemieckie wytyczne dotyczące standaryzacji nawierzchni dróg)



- **DNV – Instrukcja Techniczna:** Instrukcja Techniczna: Nawierzchnie brukowe, okładziny z płyt z kamienia naturalnego w obszarach komunikacyjnych (wydana przez niemiecki Związek Rzemiosła Kamienia Naturalnego).
- **FGSV – niemiecki Instytut Badawczy Dróg i Ruchu Drogowego:** „Wskazówki wykonawcze dotyczące utwardzania nawierzchni kostkami brukowymi i płytami w konstrukcji związanej”.
- **RStO 12 (FGSV):** wytyczne dotyczące standaryzacji nawierzchni dróg komunikacyjnych (wydane przez FGSV – niemiecki Instytut Badawczy Dróg i Ruchu Drogowego).
- **WTA – Instrukcja Techniczna:** Podbudowa związana – bruk zabytkowy (wydana przez niemiecką organizację Naukowo-Techniczną - Grupa Robocza ds. Utrzymania Budowli i Ochrony Zabytków).
- **FGSV – Instrukcja Techniczna:** Wskazówki dot. nośnych, drenażowych warstw betonowych.
- **ZTV-Wegebau**
Dodatkowe warunki techniczne dla budowy dróg i placów, z wyłączeniem nawierzchni ulic.

Podstawy

W **konstrukcji związanej**, kostka brukowa lub płyty układane są na podkładzie z zaprawy hydraulicznie-wiążącej oraz sztywnej warstwie nośnej. Hydraulicznie-wiążący podkład oraz warstwa nośna są wykonane z zapraw, które po związaniu charakteryzują się właściwościami drenażowymi. Mogą to być materiały bitumiczne np. asfalt drenażowy. Z kolei dzięki spoinowaniu nawierzchni mamy uzyskać zamkniętą strukturę, która będzie zatrzymywać możliwość wnikania wody. Kamienne kostki brukowe powinny być układane z zachowaniem równomiernych odstępów/spoin. Kostki betonowe i niektóre płyty betonowe posiadają specjalnie ukształtowane, fabryczne wypustki dystansowe, które ułatwiają zachowanie równomiernych spoin podczas układania.

Z uwagi na to, że do wypełnienia spoin najczęściej wykorzystuje się hydraulicznie wiążące zaprawy fugowe, a całość jest ułożona na odpowiednio wytrzymałej, nośnej podbudowie, w efekcie otrzymujemy nawierzchnię o niemal monolitycznej konstrukcji, odporną na największe obciążenia.

Systemy sztywne charakteryzują się pewnymi właściwościami odkształcania pod wpływem działających obciążeń, jednak ugięcia te mogą być stosunkowo niewielkie (rzędu ok. 0,1 do 0,2 mm/m), ponieważ zdolność zapraw cementowych do odkształcania się jest stosunkowo mała.

Ze względu na różnorodność działających obciążeń (użytkowe, termiczne), niehomogeniczną strukturę warstw nawierzchni brukowej, a więc różne odporności na zginanie i powstające wewnętrzne naprężenia, może dochodzić do powstawania rys. Nie przekłada się to jednak na uszkodzenia okładziny brukowej.

W **konstrukcjach niezwiązanych** (podatnych) kostki brukowe lub okładziny z płyt układane są na luźnej (niezwiązanej) warstwie kruszywa i następnie zagęszczane. Spoiny wypełniane są piaskiem lub drobnym grysem. Jednak podczas czyszczenia mechanicznego nawierzchni ulic przy pomocy zamiatarek, luźne kruszywo wypełniające szczeliny bardzo szybko ulega wyflukaniu. W konsekwencji nawierzchnia brukowa poddawana regularnie wysokim obciążeniom użytkowemu ulega degradacji, kostki brukowe obłuzowują się, a na nawierzchni tworzą się koleiny. Aby temu zapobiec, spoiny w określonych warunkach mogą być wypełnione zaprawami fugowymi na bazie żywic reaktywnych (patrz: rozdział 13.2).



Brukowa kostka granitowa osadzona w zaprawie drenażowej, pod nią warstwa nośna wodoprzepuszczalna, na grubym kruszywie.



Betonowe kostki brukowe, tworzące kanał odwadniający, układane na betonowej warstwie nośnej.

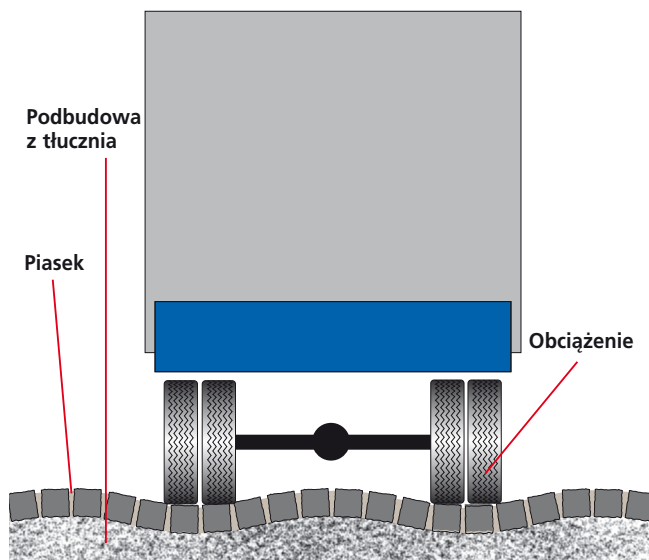


Układanie kamiennej kostki brukowej na podbudowie niezwiązanej (podatnej), na podłożu żwirowo-piaskowym.

Przyczyny uszkodzeń

Stosowana od dawna niezwiązana metoda układania kostki brukowej tylko w bardzo ograniczonym zakresie odpowiada dzisiejszym wymogom użytkowym. Wciąż rosące obciążenia ruchem kołowym (samochody ciężarowe, autobusy) powodują, że tak skonstruowane nawierzchnie szybko ulegają degradacji. Ponadto stosowanie maszyn czyszczących, które odsysają luźne wypełnienie spoin (piasek, żwir itp.) ułatwia wnikanie wody pod kostkę, co następnie prowadzi do trwałego niszczenia całej konstrukcji tj. osiadania, obluźowywania, przesuwania się kostek, tworzenia kolein, ubytków. Aby temu zapobiec, w obszarach narażonych na wysokie obciążenia użytkowe, należy osadzać okładziny brukowe na podsypce hydraulicznie-wiążącej i na związanej warstwie nośnej, a fugowanie wykonać wysokowytrzymałymi zaprawami cementowymi lub na bazie żywic reaktywnych.

Konstrukcja niezwiązana



Powstawanie kolein i przesuwanie się okładziny, spowodowane wysokimi obciążeniami użytkowymi oraz niezwiązanym zaspoinowaniem.

Do trwałego ustabilizowania nawierzchni brukowej, ułożonej na podatnej podbudowie, nie wystarczy zaspoinowanie zaprawami fugowymi hydraulicznie-wiązącymi. Wykonane nimi spoiny z czasem ulegają wykruszeniu, nie są w stanie przetranszować ruchów okładziny brukowej. Następstwem są zniszczone fugi (patrz: zdjęcie po prawej stronie). Hydraulicznie-wiążące zaprawy fugowe nie powinny być stosowane w nawierzchniach, układanych na warstwach niezwiązanych.



Wyplukane wypełnienie spoin na skutek czyszczenia mechanicznego i działania wody opadowej.



Przesunięte, obluźwane kostki brukowe na skutek ubytków wypełnienia spoin oraz działania wysokich obciążeń użytkowych.



Zniszczone fugi cementowe jako efekt wysokich obciążeń użytkowych na nawierzchnię brukową ułożoną na podbudowie niezwiązanej.

Podstawy

Okładziny

Do wykonania nawierzchni obciążonych ruchem kołowym w obszarach publicznych i prywatnych stosuje się obecnie różne materiały, zazwyczaj są to kostki brukowe kamienne lub betonowe, rzadziej klinkierowe.

Kostki brukowe dostępne są w różnych wymiarach, o różnej grubości. W ostatnich latach panuje tendencja do stosowania wielkoformatowych kostek o znacznej grubości (ok. 8-16 cm).

Kostka betonowa



Kostka betonowa oferowana jest współcześnie w ogromnej różnorodności form i kolorów. Stosowana jest powszechnie w wielu miejscach dla utwardzenia nawierzchni pieszych i pieszo-jezdnych.

Kostka kamienna

Zastosowanie kamienia naturalnego do utwardzania dróg było znane już w starożytności. Współcześnie do wykonania nawierzchni brukowych stosuje się kamień naturalny, który charakteryzuje się najwyższą odpornością na warunki atmosferyczne. W tym przypadku warto skorzystać z pomocy eksperta z zakresu kamienia naturalnego.



Nawierzchnia brukowa z kamienia naturalnego układana na drodze o dużym natężeniu ruchu.

Kostka brukowa ceramiczna/klinkierowa

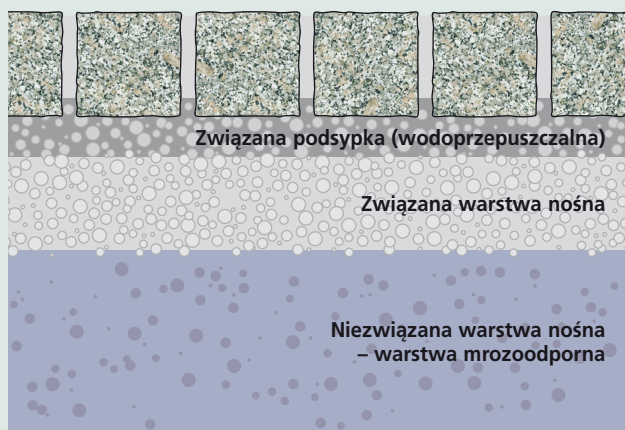


W niektórych regionach powierzchnie przeznaczone pod obciążenia ruchem kołowym utwardzane są brukową kostką klinkierową, mocowaną i spoinowaną z wykorzystaniem zapraw cementowych.

Kamienie naturalne – wytrzymałość na ściskanie

Grupy kamieni	Wytrzymałość na obciążenia wg DIN 52105 N / mm ²
A. Skały magmowe	
1. granit, sjenit	160–240
2. dioryt, gabro	170–300
3. porfiryt kwarcowy keratofir porfir andezyt	180–300
4. bazalt, melafir ława bazaltowa	250–400 280–150
5. diabaz	180–250
B. Skały uwarstwione	
6. kamienie krzemowe	120–300
a) kwarc żyłowy, kwarcyt, szarogłaz	
b) piaskowce kwarcowe	
c) pozostałe piaskowce kwarcowe	
7. wapienie	280–180
a) zwarte wapienie i dolomity (łącznie z marmurami)	
b) pozostałe wapienie łącznie z konglomeratami wapiennymi	
c) trawertyn	
C. Skały metamorficzne	
8. gnejs, granulit	160–280

Grubość warstw uzależniona jest od przewidywanych obciążeń (wg niem. RStO)



Dane według RStO.

Struktura:

- 8–16 cm bruk z kamienia naturalnego
- 3–5 cm podsypka
- 12–20 cm związana warstwa nośna (wodoprzepuszczalna) warstwa mrozoodporna

Aktualne wytyczne niemieckie dla budownictwa drogowego, takie jak RStO, opisują głównie konstrukcje niezwiązane. Natomiast dla konstrukcji związanych, ze względu na ich mniejszą odkształcalność oraz konieczność wyeliminowania osiadania, wymaga się zastosowania odpowiednio grubszych warstw.

Zalecane rozwiązania według stopnia obciążenia ruchem

1

Związane wypełnienie spoin

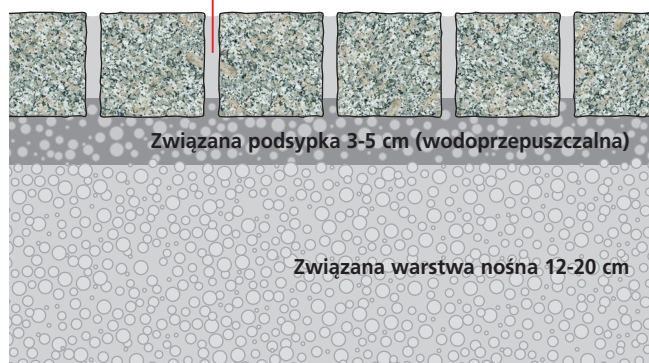


Nawierzchnie lekko i średnio obciążone.

- wjazdy na posesje i do garaży
- aleje ogrodowe i parkowe
- parkingi
- strefy ruchu pieszego w niewielkim stopniu narażone na sporadyczny ruch samochodów osobowych i dostawczych (DMC do 3,5 t)

2

Związane wypełnienie spoin



Nawierzchnie średnio i mocno obciążone.

- ruch samochodów osobowych, autobusów i samochodów ciężarowych
- place manewrowe
- drogi, ulice
- ronda, wysepki drogowe, zatoki autobusowe

Podstawy

Budowa kanałów odwadniających

Wymagany elementem odwodnienia ulic, jezdni czy placów, niezależnie od rodzaju nawierzchni, są kanały (cieki) odwadniające. Wykonuje się je wzdłuż krawędzi jezdni, zazwyczaj z kostki betonowej lub kamiennej. Są to struktury ciągłe i stosunkowo wąskie. Im są węższe, tym są bardziej narażone na działanie sił ścinających od sił działających z góry.

Dla trwałości kanału odwadniającego, ważne jest wykonanie stabilnego podłoża (także wykonanie fundamentu), ułożenie kostki brukowej metodą „mokre na mokre” tj. z użyciem zaprawy szczepnej oraz zafugowanie spoin na całą głębokość/grubość kostki odpowiednio wytrzymałą zaprawą fugową Sopro BSF lub Sopro PFM.



Obecnie uliczne kanały odwadniające budowane są z betonowych kształtek brukowych.

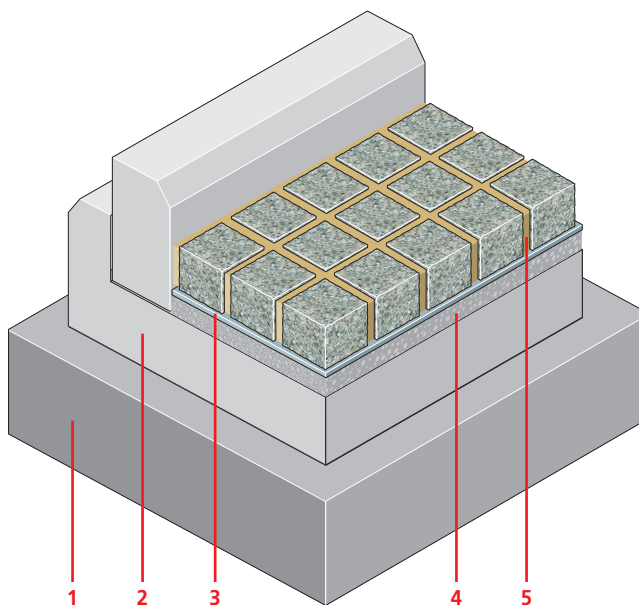


Wybetonowany fundament pod uliczny kanał odwadniający.



Kostka kamienna układana na hydraulicznie-wiążącym, wodoprzepuszczalnym podkładzie betonowym (podsypce).

Budowa kanału odwadniającego



- 1** Warstwa nośna
- 2** Beton fundamentowy
- 3** Podkład szczepny Sopro HSF 748
- 4** Podkład związany, podsypka Sopro DM 610
- 5** Zaprawa fugowa Sopro PFM lub Sopro BSF

Podstawy

Nawierzchnie brukowe

Kostki brukowe i płyty stosowane są w różnych obszarach użyteczności publicznej.

Szczególnie są to place targowe, strefy ruchu pieszego, aleje, chodniki, a także obiekty infrastruktury drogowej (przystanki autobusowe, ronda itp.).

W zależności od obciążenia również te powierzchnie wykonywane są na podbudowie związanej. Ważne jest, aby warstwa nośna miała odpowiednią grubość, a podsypka i zaprawa szepna stosowane były metodą „mokre na mokre”.

Obok powszechnie występujących formatów kostki brukowej, do utwardzenia nawierzchni ulic stosowane są również płyty wielkoformatowe (np. 60 x 120 x 14 cm). Ważne jest, aby w takim przypadku bruk układany był na konstrukcji związanej, by uniemożliwić niekontrolowane przemieszczanie się płyt pod wpływem wysokich obciążeń użytkowych.



Powierzchnia ulicy, wyłożona kostką z kamienia naturalnego.



Obecnie do wykonania nawierzchni, oprócz płyt z kamienia naturalnego, stosuje się również wielkoformatowe płyty betonowe.



Wielkoformatowe płyty z kamienia naturalnego ułożone na związanej warstwie nośnej.



Dla trwałości konstrukcji, szczególnie przy układaniu dużych płyt zasadnicze znaczenie ma naniesienie podkładu szepnego na spód płyty i montaż metodą „mokre na mokre”.



Płyta z kamienia naturalnego ułożona na podsypce o odpowiedniej grubości.

Podstawy

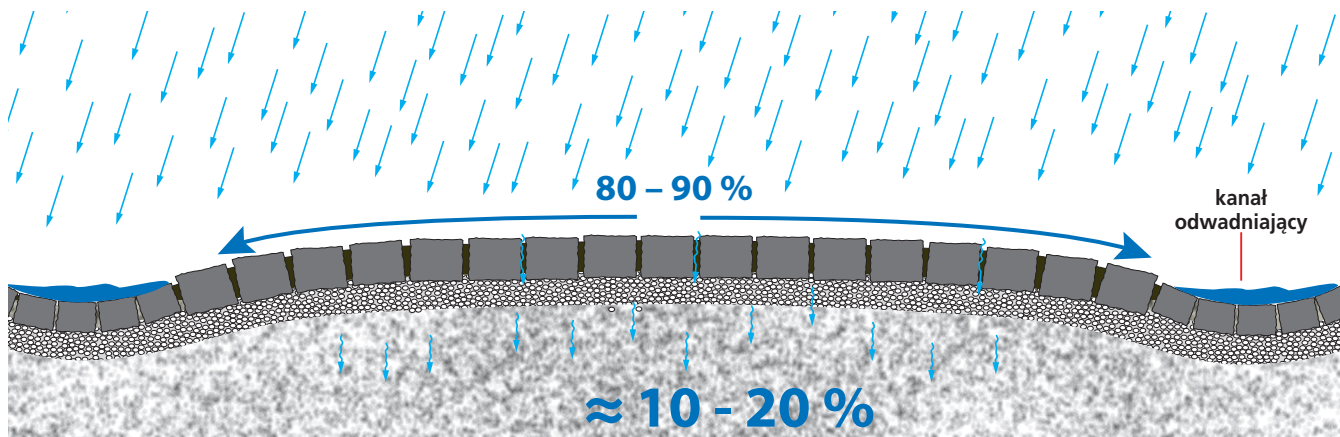
Specyfika konstrukcji związanej

Nawet, gdy powierzchnia brukowa jest wykonana na podbudowie związanej (sztywnej), z wypełnieniem spoin cementową fugą*, pewna ilość wilgoci wnika w głąb konstrukcji. Wynika to częściowo z porowatości materiałów, a także możliwości powstawania mikropęknięć.

Mikropęknięcia powstają w efekcie skurczu, pod wpływem zmian temperatury w warstwie podbudowy. Jednak nie stanowią wady i nie wpływają na trwałość konstrukcji.

Ze względu na możliwość penetracji wilgoci w konstrukcję, należy przestrzegać zasady zachowania „wodoprzepuszczalności od góry do dołu”. Oznacza to, że do wykonania warstwy nośnej oraz podkładu cementowego (podsypki) należy stosować wodoprzepuszczalne zaprawy o jednorodnym uziarnieniu, np. Sopro DM 610.

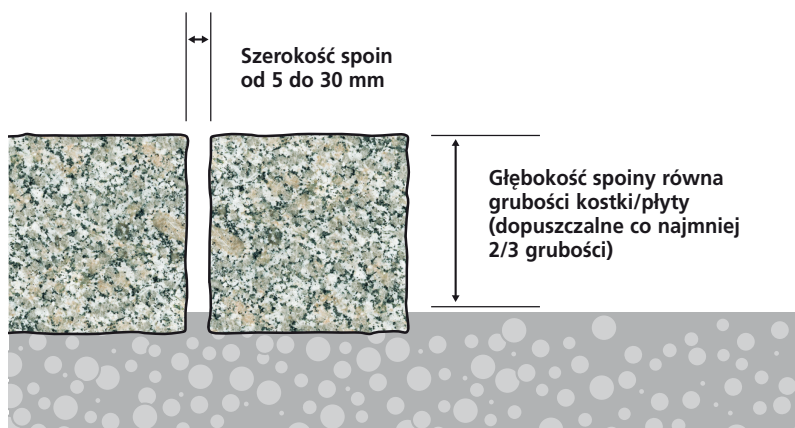
Wykonane z nich warstwy nie zatrzymują w sobie wody, dzięki czemu konstrukcja jest skutecznie odwodniona i trwale odporna na mróz.



Schematyczny przekrój drogi, obrazujący zachowanie zasady „wodoprzepuszczalności od góry do dołu”.

*** Uwaga:** Jeśli wykonana jest konstrukcja związana, należy zapewnić odprowadzanie wód powierzchniowych przez rynny i wpusty.

Szerokość i głębokość spoin



Dla zapewnienia trwałości fugowanych nawierzchni należy przestrzegać zaleceń dotyczących dopuszczalnych szerokości spoin (5-30 mm) i właściwej głębokości fugowania (nie mniej niż 2/3 grubości danej okładziny).



Zachowanie odpowiedniej szerokości spoin pozwala na dokładne, głębokie wypełnienie zaprawą fugową.

Podstawy

Nawierzchnie brukowe

Warstwa nośna (chroniąca przed przemarzaniem)



Warstwa zagęszczonego żwiru/klińca/tłucznia, pod obciążenia lekkie i średnie.

Podkład (podsypka)



Przygotowanie zaprawy drenażowej, stosowanej jako podsypka, przy pomocy mieszadła lub betoniarki przeciwbieżnej.



Podbudowa związana (beton lub asfalt)



Związana warstwa nośna (beton) pod obciążenia średnie i wysokie.



Sopro DM 610 Zaprawa drenażowa

Zawierająca tras, sucha zaprawa do układania kamienia naturalnego, okładzin brukowych oraz z płyt i płytek w obszarach zewnętrznych. Dzięki specyficznej krzywej przesiewu uzyskuje się podłoże o wysokiej przepuszczalności wody, charakteryzujące się niemal zerowym podciąganiem kapilarnym. Niezawodnie zapobiega to uszkodzeniom, które powoduje penetrująca woda, jak np. wykwit i zniszczenie struktury zaprawy pod wpływem mrozu na balkonach i tarasach, schodach, podestach i innych powierzchniach zewnętrznych. Układanie materiałów okładzinowych następuje przy użyciu zaprawy szcpej Sopro HSF 748 metodą „mokre na mokre”.

Wykonanie warstwy cementowego podkładu (podsypki):
 - o grubości 4-5 cm na związanej (sztywnej) warstwie nośnej, pod obciążenia średnie i wysokie;
 - o grubości 8-10 cm na zagęszczonym żwirze/klińcu/tłuczniu, pod obciążenia lekkie i średnie.

Podstawy

Nawierzchnie brukowe

Zaprawa szczepna



Zaprawa szczepna naniesiona kielnią na spód kostki.



Zanurzenie spodu kostki w zaprawie szcypnej Sopro HSF 748.



Wyrównanie powierzchni kostek, układanych metodą „pod sznur” poprzez dobijanie gumowym młotkiem, z zachowaniem ustalonej szerokości spoin.

Sopro HSF 748
Zaprawa szcypna elastyczna

Układanie kostki brukowej metodą „mokre na mokre”, czyli z użyciem zaprawy szcypnej Sopro HSF 748, naniesionej na spód kostki i osadzonej w świeżej warstwie zaprawy drenażowej Sopro DM 610.

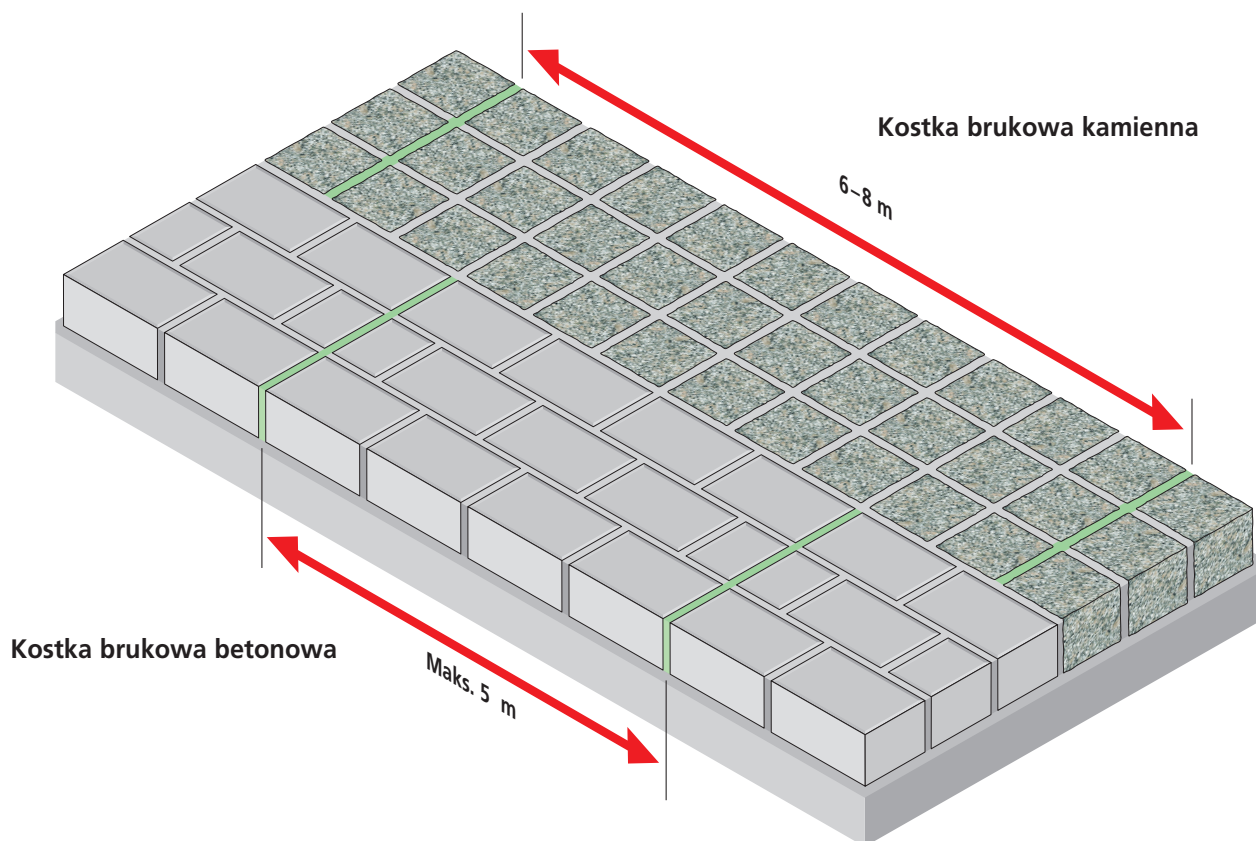


Optymalna przyczepność między zaprawą drenażową Sopro DM 610, a kostkami brukowymi, uzyskana dzięki zastosowaniu zaprawy szcypnej Sopro HSF 748.

Fugowanie zaprawami cementowymi

Układ fug dylatacyjnych

Ze względu na nieuniknione naprężenia, zachodzące w monolitycznej nawierzchni drogowej, np. na skutek zmian temperatury, należy w niej zaprojektować i wykonać dylatacje.



Przy budowie nawierzchni z kostek brukowych lub z płyt, o przekroju płaskim lub rynnowym, rozmieszczenie fug dylatacyjnych powinno być zgodne z właściwymi zaleceniami technicznymi dla tych nawierzchni. W zależności od materiału okładzinowego projektuje się i wykonuje dylatacje w odstępach co 5 do 8 m.

W nawierzchniach wykonywanych z elementów betonowych, zwłaszcza o układzie ciągłym, odstęp między kolejnymi dylatacjami nie powinien przekraczać 5 m z uwagi na zmiany długości pod wpływem temperatury oraz skurcze występujące w betonie.

W nawierzchniach z kamiennej kostki brukowej odstęp między kolejnymi fugami dylatacyjnymi mogą występować maksymalnie co 8 m.

Szczeliny dylatacyjne można wypełnić materiałem trwale elastycznym, przed zafugowaniem nawierzchni albo wykonać nacięcia dylatacyjne niedługo po zafugowaniu nawierzchni (po wstępnym stężeniu zaprawy fugowej) i finalnie wypełnić je materiałem trwale elastycznym.

Okazuje się, że w przypadku kanałów odwadniających dobrze sprawdzają się gumowe kształtki umieszczane w szczelinach dylatacyjnych przed fugowaniem, natomiast w nawierzchniach drogowych lepszą skuteczność i trwałość nawierzchni uzyskuje się poprzez nacinanie szczelin dylatacyjnych po zafugowaniu i wypełnianie ich materiałem trwale elastycznym.

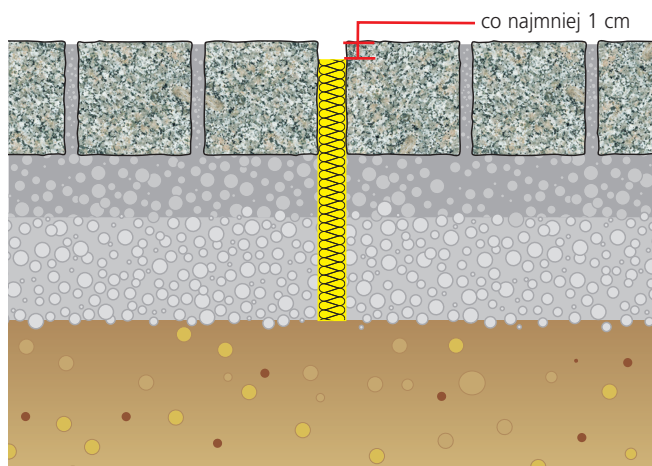


Szczególnie przy budowie nawierzchni ciągłych (np. ulic, kanałów odwadniających itp.) wykonanie fug dylatacyjnych jest bardzo ważne.

Fugowanie zaprawami cementowymi

Układ fug dylatacyjnych

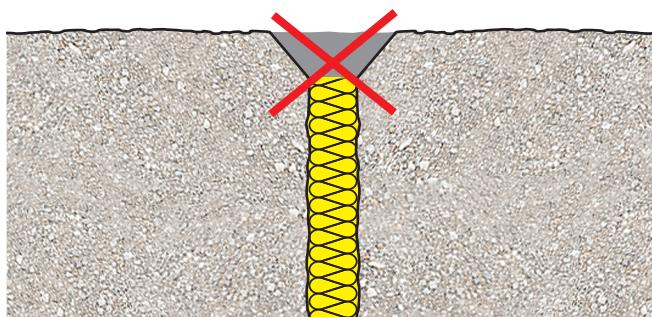
Wypełnianie materiałem trwale elastycznym



Wypełnienie szczeliny dylatacyjnej gumową kształtką przy budowie kanałów odwadniających. Ze względu na naprężenia powodowane warunkami atmosferycznymi, należy zadbać o to, aby materiał wypełniający był wbudowany ok. 1 cm poniżej górnej powierzchni okładziny brukowej.



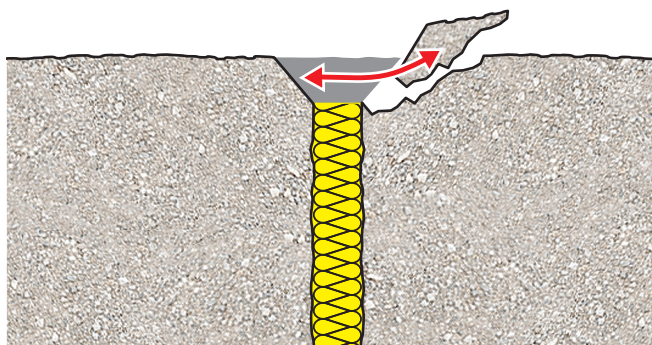
Kształtka gumowa jako wkładka dylatacyjna w betonowej okładzinie brukowej.



Szczeliny dylatacyjnych nie wolno pozostawić wypełnionych zaprawą fugową, ponieważ wówczas przestają pełnić swoją funkcję.



Szczelina dylatacyjna wypełniona zaprawą cementową; kompensacja naprężeń nie jest możliwa, w efekcie cała konstrukcja narażona jest na powstanie uszkodzeń.



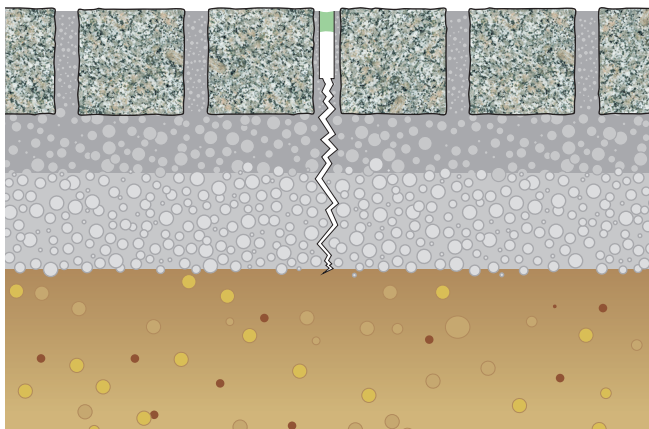
Rysy i wykruszenia powstające na skutek wypełnienia szczeliny dylatacyjnej zaprawą fugową.



Wykruszenia fugi i odpryski betonowej kostki brukowej.

Układ fug dylatacyjnych

Wykonanie dylatacji poprzez nacinanie spoin



Fugowanie zaprawami cementowymi

Wykonanie dylatacji w nawierzchniach drogowych przeznaczonych pod wysokie obciążenie ruchem kołowym - poprzez nacięcie wcześniej zafugowanych spoin, okazuje się najbardziej niezawodne.

Dzięki wykonaniu nacięcia w spoinie, kostki kamienne zlokalizowane bezpośrednio przy szczelinie dylatacyjnej zachowują podparcie, bez utraty stabilności osadzenia.



Odpowiednio dobrane tarcze pozwalają uzyskać zaplanowaną szerokość szczeliny dylatacyjnej.



Wykonanie szczeliny dylatacyjnej w nawierzchni drogowej.



Nacięcie dylatacji w nawierzchni drogowej kilka dni po ułożeniu bruku i zaspoinowaniu.



Dylatacja wypełniona trwale elastycznym materiałem uszczelniającym Sopro PUD 682 lub Sopro TDS 823.

Fugowanie zaprawami cementowymi

Dobór zaprawy fugowej

Ze względu na wcześniej wspomniane różnice właściwości materiałów betonowych i kamiennych, szczególnie w zakresie wytrzymałości na ściskanie oraz różne współczynniki rozszerzalności, dla poszczególnych rodzajów okładzin oferowane są różne materiały fugowe. Dąży się do tego, aby końcowa wytrzymałość zaprawy fugowej była zawsze niższa niż zastosowanego materiału okładzinowego. Gdy jest odwrotnie (fuga mocniejsza od okładziny), może dochodzić do uszkodzeń okładziny jak pęknięcie, odpryski krawędzi itp.

Nawierzchnie brukowe z kostki kamiennej



Zaprawa Sopro PFM do fugowania nawierzchni brukowych, dostosowana do parametrów kostki kamiennej.



Sopro PFM Zaprawa do fugowania kostki brukowej 5-30 mm

Cementowa, zawierająca tras, szybkowiążąca, wysokowytrzymała zaprawa fugowa do średnio i wysoko obciążonych nawierzchni jezdnych i pieszych z kamiennej oraz klinkierowej kostki brukowej i z płyt. Odporna na działanie mrozu i soli do odładzania. Posiada Krajową Ocenę Techniczną Instytutu Badawczego Dróg i Mostów (IBDiM), a także spełnia wymagania normy PN-EN 13888 jako zaprawa klasy CG2 WA.



Kostka brukowa betonowa (wyroby betonowe)



Zaprawa Sopro BSF specjalnie dostosowana do właściwości i wytrzymałości betonowej kostki brukowej.



Sopro BSF Fuga do nawierzchni brukowych i z płyt 5-30 mm

Cementowa, zawierająca tras, szybkowiążąca zaprawa fugowa do spoinowania okładzin z kostki betonowej i płyt kamiennych w nawierzchniach infrastruktury drogowej i innych, o średnim i wysokim obciążeniu ruchem, narażonych na działanie mrozu i soli do odładzania, a także w obiektach ogrodowych i architektury krajobrazu. Posiada Krajową Ocenę Techniczną Instytutu Badawczego Dróg i Mostów (IBDiM) oraz spełnia wymagania normy PN-EN 13888 jako zaprawa klasy CG2 WA.

Specjalnie dopasowana do właściwości betonowej kostki brukowej (np. wytrzymałości i zachowania się wobec zmiennych temperatur). Do spoinowania ciągłych struktur, jak np. kanałów odwadniających i ulic oraz rond komunikacyjnych i placów targowych. Zawiera tras reński.



Fugowanie zaprawami cementowymi

Kostka brukowa kamienna (nawierzchnie dróg)



Nawierzchnia z kostki kamiennej o różnych szerokościach spoin, przygotowana do wypełnienia wysokowytrzymałą fugą cementową Sopro PFM.



Mieszanie zaprawy Sopro PFM.



Łatwe wypełnianie spoin dzięki wysokiej rozplywności zaprawy fugowej.



Czyszczenie dużych powierzchni przy pomocy maszyny zmywającej.



Czyszczenie nawierzchni rozproszonym strumieniem wody.



Czyszczenie małych powierzchni packą gąbkową.



Sopro PFM Zaprawa do fugowania kostki brukowej 5-30 mm

Cementowa, zawierająca tras, szybkowiążąca, wysokowytrzymała zaprawa fugowa do średnio i wysoko obciążonych nawierzchni jezdnych i pieszych z kamiennej oraz klinkierowej kostki brukowej i z płyt. Odporna na działanie mrozu i soli do odladzania. Posiada Krajową Ocena Techniczną Instytutu Badawczego Dróg i Mostów (IBDiM), a także spełnia wymagania normy PN-EN 13888 jako zaprawa klasy CG2 WA.

- do spoin o szerokości od 5 do 30 mm
- wytrzymałość na ściskanie $\geq 50 \text{ N/mm}^2$
- odporność na czyszczenie mechaniczne
- wysoka wytrzymałość spoin
- odporność na ścieranie
- ogranicza występowanie wykwitów wapiennych
- możliwość wczesnego chodzenia i obciążania
- odporna na mroź i sól stosowaną przy odladzaniu
- produkt o niskiej zawartości chromianów zgodnie z Rozporządzeniem (WE) Nr 1907/2006, załącznik XVII

Fugowanie zaprawami cementowymi

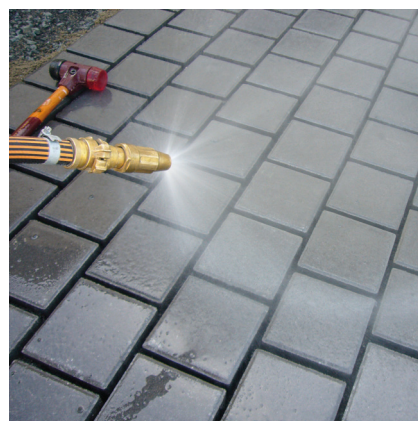
Nawierzchnie z kostek i płyt betonowych



Płyty betonowe o wymiarach 40x40 cm układane na zaprawie grubowarstwowej i związanej warstwie nośnej.



Wielkoformatowe płyty betonowe mogą być układane również na średniowarstwowej zaprawie klejowej, na związanym podłożu (betonowym) i zafugowane zaprawą cementową.



Przed spoinowaniem całą powierzchnię okładziny betonowej należy zwilżyć wodą.



Fugę Sopro BSF można wymieszać w łatwy sposób w krótkim czasie.



Zaprawa Sopro BSF dzięki wysokorozpływności łatwo wypełnia szczeliny fugowe.



Dodatek pigmentu pozwala na uzyskanie zaprawy w różnych kolorach.



Zaprawa Sopro BSF po dodaniu pigmentu na placu budowy może być dopasowana kolorystycznie do kostki betonowej.



Łatwe czyszczenie powierzchni okładziny przy pomocy urządzenia zmywającego.



Czyszczenie powierzchni rozproszonym strumieniem wody, wykonywane po wstępnym związaniu zaprawy fugowej.

Fugowanie zaprawami cementowymi

Kostka betonowa

Wskazówka:

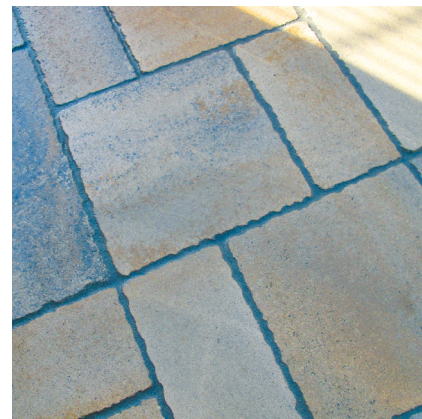
Betonowa kostka brukowa ze względu na parametry wytrzymałościowe oraz fazowane krawędzie nie powinna być wypełniona zaprawą fugową do górnej krawędzi. Nieprzestrzeganie tej zasady może prowadzić do powstania odprysków i uszkodzeń kostek w efekcie działania naprężeń termicznych.



Kostki betonowe zaspoinowane dopasowaną kolorystycznie, z dodatkiem pigmentu, zaprawą fugową. Prawdłowo wypełnione spoiny zaprawą fugową do dolnej krawędzi fazowania.



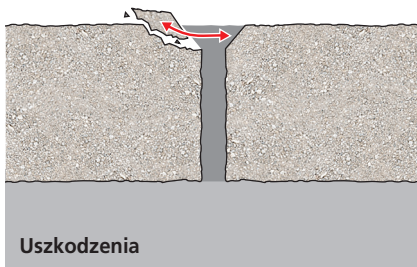
Prawdłowo zafugowana nawierzchnia z kostki betonowej.



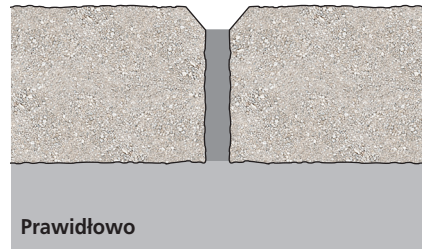
Wielkoformatowe płyty betonowe zaspoinowane w prawidłowy sposób.



Nieprawidłowo



Uszkodzenia



Prawdłowo

Uwaga: spoiny w nawierzchniach z kostki betonowej nie powinny być wypełnione zaprawą fugową do samego wierzchu, aby zapobiec uszkodzeniom.

Wykruszenie kostki betonowej spowodowane wypełnieniem spoin do górnej krawędzi fazowania.

Wypełnienie zaprawą fugową szczeliny między kostkami betonowymi do dolnej krawędzi fazowania kostki.



Sopro BSF
Fuga do nawierzchni brukowych i z płyt 5-30 mm

Cementowa, zawierająca tras, szybkowiążąca zaprawa fugowa do spoinowania okładzin betonowych w średnio i wysoko obciążonych nawierzchniach infrastruktury drogowej, obiektach ogrodowych i architektury krajobrazu. Odporna na mróz i sól do odladzania. Specjalnie dopasowana do właściwości betonowej kostki brukowej (np. wytrzymałości i zachowania się w zmiennych temperaturach). Do fugowania ciągłych struktur, jak np. kanałów odwadniających oraz ulic, rond komunikacyjnych i placów targowych. Posiada Krajową Ocena Techniczną Instytutu Badawczego Dróg i Mostów (IBDiM), a także spełnia wymagania normy PN-EN 13888 jako zaprawa klasy CG2 WA.



Fugi drenażowe na bazie żywic reaktywnych

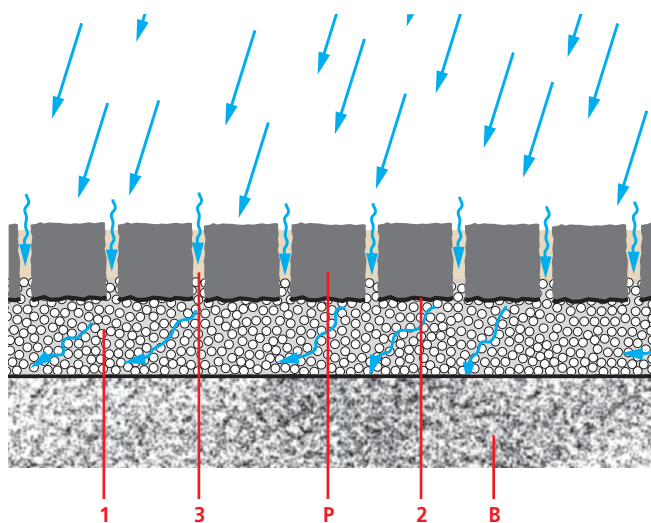
Wodoprzepuszczalne fugi do nawierzchni z kostki brukowej

Aby zafugowana nawierzchnia z kostki brukowej charakteryzowała się właściwościami wodoprzepuszczalnymi, co jest często wymagane na prywatnych posesjach, niezbędne jest użycie fugi epoksydowej Sopro EPF 594.

Dzięki zastosowaniu kruszywa jednofrakcyjnego, fuga ta zachowuje po utwardzeniu właściwości wodoprzepuszczalne.

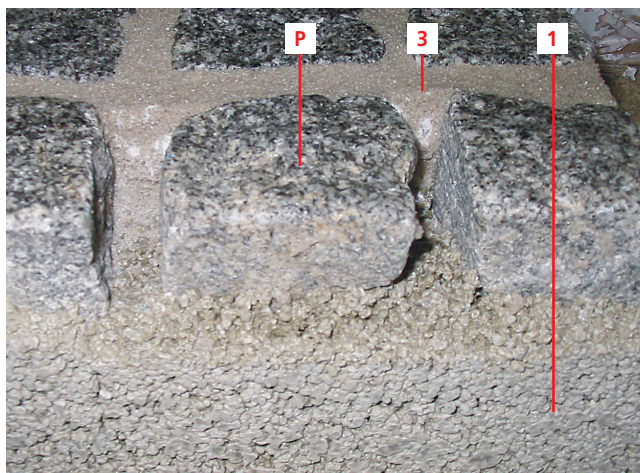
Taki wymóg pociąga za sobą również konieczność wykonania podkładu (podsypki) i warstwy nośnej również z materiałów o właściwościach drenażowych, aby odprowadzać wodę do podłoża. Jak przedstawiono wcześniej (rozdział 13 - „Podstawy”) rodzaj podkładu (podsypki) i warstwy nośnej należy dostosować do przewidywanych obciążeń użytkowych.

Poprzez wspólne zastosowanie fugi epoksydowej Sopro EPF 594 oraz zaprawy drenażowej Sopro DM 610 jako podkładu pod kostkę brukową, tworzy się związaną konstrukcję warstw o wysokiej zdolności przepuszczania wody i odporności na obciążenia.



Kostka brukowa na zaprawie drenażowej Sopro DM 610 zaspoinowana wodoprzepuszczalną zaprawą fugową Sopro EPF.

- 1** Zaprawa drenażowa Sopro DM 610
- 2** Elastyczna zaprawa szczipna Sopro HSF 748
- 3** Fuga drenażowa Sopro EPF 594/Sopro Solitär® F20
- B** Beton wodoprzepuszczalny lub zagęszczona warstwa tłucznia (podbudowa)
- P** Kostka brukowa



Nawierzchnia z kostki brukowej - przekrój przez układ drenażowy.

Zalecane produkty



Sopro EPF 594

Fuga epoksydowa, dwuskładnikowa do kostki brukowej

pod średnie obciążenia użytkowe, w tym ruch pojazdów



Sopro Solitär® F20

Fuga drenażowa 3-20 mm

przy lekkich i średnich obciążeniach użytkowych (ruch pieszy)



Sopro DM 610

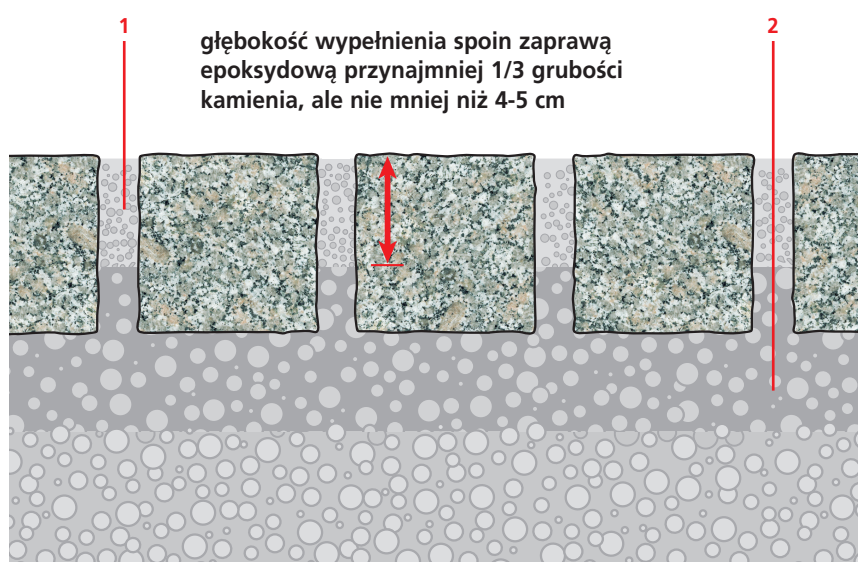
Zaprawa drenażowa

Fugi drenażowe na bazie żywic reaktywnych

Fugowanie kostki brukowej ułożonej na podbudowie niezwiązanej (podatnej)

Często nawierzchnie brukowe, zarówno w obszarach prywatnych jak i użyteczności publicznej, projektuje się na podbudowie niezwiązanej (podatnej). A jednocześnie towarzyszy temu oczekiwanie, aby do zafugowania nawierzchni zastosować zaprawę cementową lub ewentualnie epoksydową, która będzie odporna na wymiatanie/wywiewanie i wypłukiwanie ze spoin (w przeciwieństwie do piasku), czy konieczność wymiany pojedynczych, obluźwiających się kostek. Takie uszkodzenia nawierzchni brukowych, jak koleinowanie, ubytki kostek w nawierzchni, przede wszystkim utrudniają ruch, także osobom z wózkami dziecięcymi, czy osobom niepełnosprawnym, na wózkach inwalidzkich, i przyczyniają się do skarg oraz reklamacji użytkowników i mieszkańców.

Jednak nawierzchnie brukowe (lub z płyt), ułożone na niezwiązanej podbudowie nie posiadają odpowiedniej stabilności do zastosowania cementowych zapraw fugowych! Takie rozwiązanie należy wykluczyć jako nietrwałe. Ogólną cechą zapraw cementowych jest relatywnie niewielka wytrzymałość na rozciąganie. Stąd w takim „połączeniu” dość szybko może dojść do spękań i wykruszeń spoin cementowych.



Sopro HFE

Wysokowytrzymała fuga epoksydowa do kostki brukowej

Nieprzepuszczalna dla wody zaprawa fugowa na bazie emulgującej z wodą żywicy epoksydowej, do fugowania wysoko obciążonych nawierzchni brukowych.

Zaprawy fugowe na bazie żywic reaktywnych

Właściwym rozwiązaniem dla opisanego wyżej przypadku są zaprawy fugowe na bazie żywic reaktywnych. Wynika to z charakterystycznej dla tego rodzaju zapraw wyższej odporności na rozciąganie, w porównaniu z zaprawami cementowymi. Rozwiązanie takie wymaga zachowania określonych zaleceń jak np.: głębokość spoiny przynajmniej 4-5 cm, szerokość spoiny przynajmniej 6-8 mm, a boczne krawędzie kostek muszą być oczyszczone z wszelkich zanieczyszczeń gruntowych, roślinnych i innych.

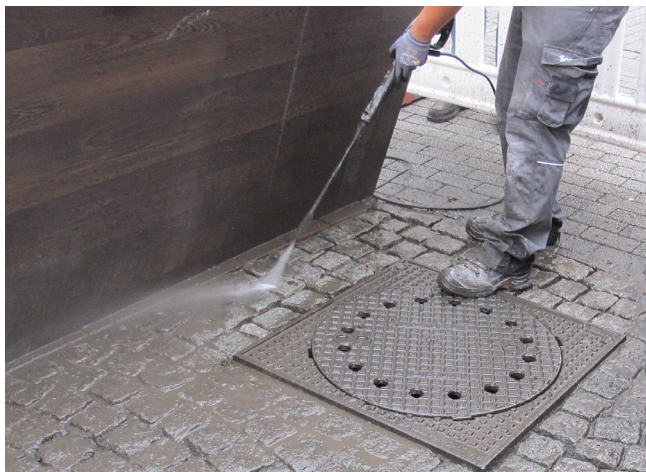
Zaprawy fugowe dwuskładnikowe na bazie emulgującej z wodą żywicy epoksydowej, np. Sopro HFE są odpowiednie do takich zastosowań, gdyż dzięki konsystencji szlamowej umożliwiają osiągnięcie dobrego lub wręcz bardzo dobrego wypełnienia szczelin. Ponadto, dzięki emulgowaniu z wodą, nadają się do prowadzenia prac fugowych przy mniej korzystnych warunkach pogodowych. W przypadku stosowania zaprawy wysokowytrzymałej Sopro HFE, uzyskanie docelowo spoin nieprzepuszczalnych dla wody, wymaga zagęszczania zaprawy podczas wbudowywania. Szczegółowe informacje znajdują się karcie technicznej tego produktu.

Uwaga:

Do spoinowania nawierzchni brukowych w centrach miast coraz częściej wymaga się zastosowania fabrycznych zapraw fugowych (nie zasypek). Jednak wspomniane nawierzchnie często wykonane są już na podbudowie niezwiązanej, przy jednoczesnym narażeniu na ruch samochodów dostawczych i ciężarowych. Jeśli do tej pory nawierzchnie osiadły równomiernie i nie wykazują deformacji (np. kolein), to wypełnienie takich obszarów zaprawami fugowymi na bazie żywicy reaktywnej stanowi możliwy wariant wykonawczy. Realizację tego typu już funkcjonują bezawaryjnie w praktyce. Najlepszą drogą do podjęcia dobrej decyzji w takiej sytuacji okazuje się wykonanie nawierzchni próbnej.

Fugi drenażowe na bazie żywic reaktywnych

Fugowanie kostki brukowej ułożonej na podbudowie niezwiązanej (podatnej)



Przed wypełnieniem spoin w nawierzchni brukowej, ułożonej na niezwiązanej podbudowie, należy najpierw dokładnie oczyścić szczeliny fugowe.



Pomocne, zmniejszające nakład pracy w usuwaniu starych spoin są specjalne urządzenia.



Następnie spoiny zostają wypełnione zaprawą fugową na bazie żywicy reaktywnej Sopro HFE.



Dzięki mechanicznemu wprowadzeniu zaprawy fugowej w spoiny można osiągnąć wysoki stopień zagęszczenia świeżej zaprawy.



Po zakończeniu pracy, spoiny licują się z powierzchnią kostek. Nawierzchnia umożliwia bezpieczną eksploatację i wymaga niewielu zabiegów czyszczących.



Również szerokie spoiny można zafugować zaprawą Sopro HFE w sposób trwały i wizualnie atrakcyjny.

Fugi drenażowe na bazie żywic reaktywnych

Fugowanie kostki brukowej ułożonej na podbudowie niezwiązanej (podatnej)
 Wodoprzepuszczalne fugowanie nawierzchni brukowych

**Podłoże**

- warstwa nośna związana, wodoprzepuszczalna
 ➔ wysokie obciążenie użytkowe
- zagęszczone podłoże ze żwiru lub tłucznia
 ➔ obciążenia lekkie lub średnie

Zaprawy

Sopro DM 610
Zaprawa drenażowa



Sopro HSF 748
Zaprawa szczerwona elastyczna

Fugi

Sopro Solitär® F20
Fuga drenażowa 3-20 mm
Przy małych i średnich obciążeniach użytkowych



Sopro EPF 594
Fuga epoksydowa dwuskładnikowa
Przy małych i średnich obciążeniach użytkowych - na podsypce ze żwiru lub tłucznia i związanej warstwie nośnej



Sopro HFE
Wysokowytrzymała fuga epoksydowa do kostki brukowej

Do fugowania nawierzchni pod wysokie obciążenie użytkowe, na związanej warstwie nośnej, pozbawiona właściwości drenażowych. W indywidualnie ocenionych przypadkach nadaje się do spoinowania nawierzchni na podbudowie niezwiązanej.

Fugi drenażowe na bazie żywic reaktywnych

Zastosowanie fugi epoksydowej Sopro EPF do kamiennej kostki brukowej



Zwilżona, oczyszczona kamienna kostka brukowa, przygotowana do spoinowania.



Dozowanie utwardzacza do mieszanki piaskowo-żywiczej.



Mechaniczne mieszanie zaprawy epoksydowej Sopro EPF z dodatkiem ok. 2 l wody.



Rozpoczęcie aplikacji zaprawy fugowej Sopro EPF.



Rozprowadzanie zaprawy fugowej i dokładne wypełnienie szczelin.



Oczyszczenie zaspoinowanej nawierzchni.



Odporne na działanie wody pod ciśnieniem

Sopro EPF 594

Fuga epoksydowa dwuskładnikowa do kostki brukowej

Dwuskładnikowa, nie zawierająca rozpuszczalników, emulgująca z wodą zaprawa fugowa na bazie żywic reaktywnych, do fugowania nawierzchni brukowych, także z kamienia naturalnego w obszarach lekko i średnio obciążonych.

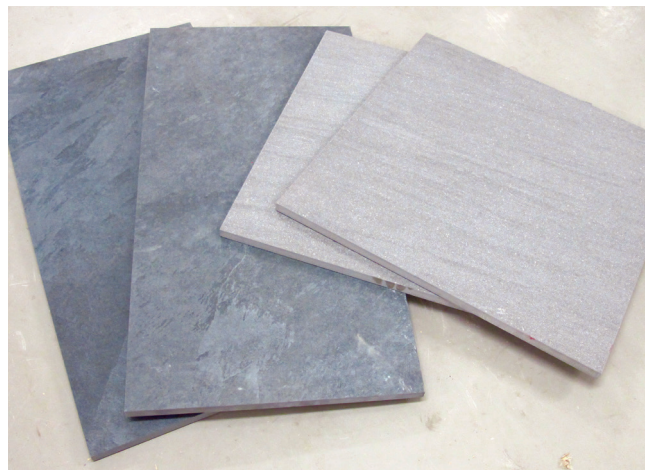
- do spoin o szerokości od 5 mm
- wodoprzepuszczalna
- odporna na czyszczenie mechaniczne
- łatwa w obróbce
- o konsystencji szlamowej
- odporna na mróz i sól do odładzania

Nawierzchnie zewnętrzne z grubych płyt gresowych - tarasy, ścieżki

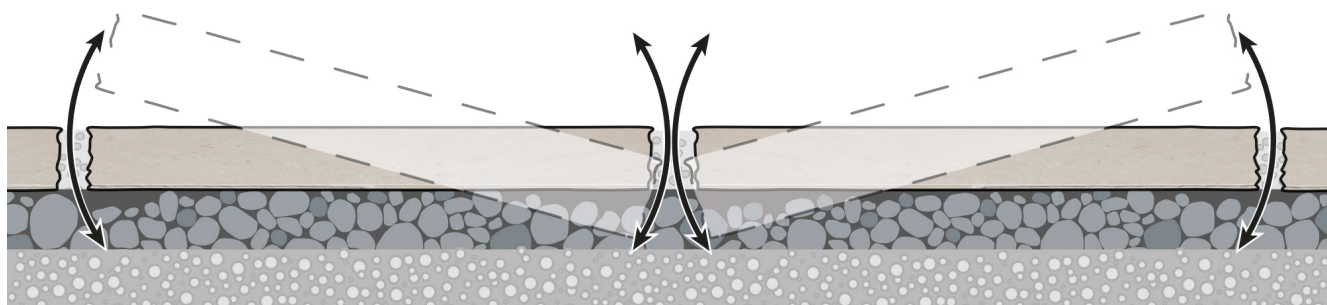
Od pewnego czasu rośnie popularność płyt ceramicznych nowej generacji tj. grubych (min. 2 cm) gresów, przeznaczonych na tarasy lub do wykonywania ścieżek ogrodowych itp. Są dostępne raczej w dużych formatach, różnorodnych kolorach i fakturach.

Dzięki charakterystycznej grubości możliwe są różne sposoby ich układania czy mocowania. Ze względu na trwałość najbardziej korzystne jest tradycyjne przyklejenie do stabilnego podłoża. Wynika to z faktu, że pomimo grubości 2 cm, wykonane z nich nawierzchnie, niestabilizowane pod wpływem obciążeń, mogą się ugiąć lub przesuwać, co w konsekwencji prowadzi do wyszczerbień i uszkodzeń płyt. Przyczyniają się do tego działania sił łamiących (efekt dźwigni) czy brak trwałego wypełnienia spoin.

Zwłaszcza w przypadku zastosowań tarasowych płyty te warto i należy mocować na podłożach związanych (sztywnych). Tym bardziej, że w większości przypadków inwestorzy oczekują też zaspoinowania okładzin, zapewniającego łatwość utrzymania w czystości i trwałość wykonanej powierzchni.



Nowa generacja grubych okładzin w różnych formatach do stosowania na tarasach.



Ceramiczne płyty, ułożone na zwirowej podsypce, podlegające różnym obciążeniom, z przykrymi skutkami uginania i wyszczerbieniami.

Montaż grubych płyt gresowych na podłożu częściowo związanym

Przy założeniu, że po danej powierzchni, np. tarasie domu jednorodzinnego, będzie odbywał się jedynie ruch pieszy, możliwy jest montaż takich okładzin w konstrukcji tylko częściowo związanej.

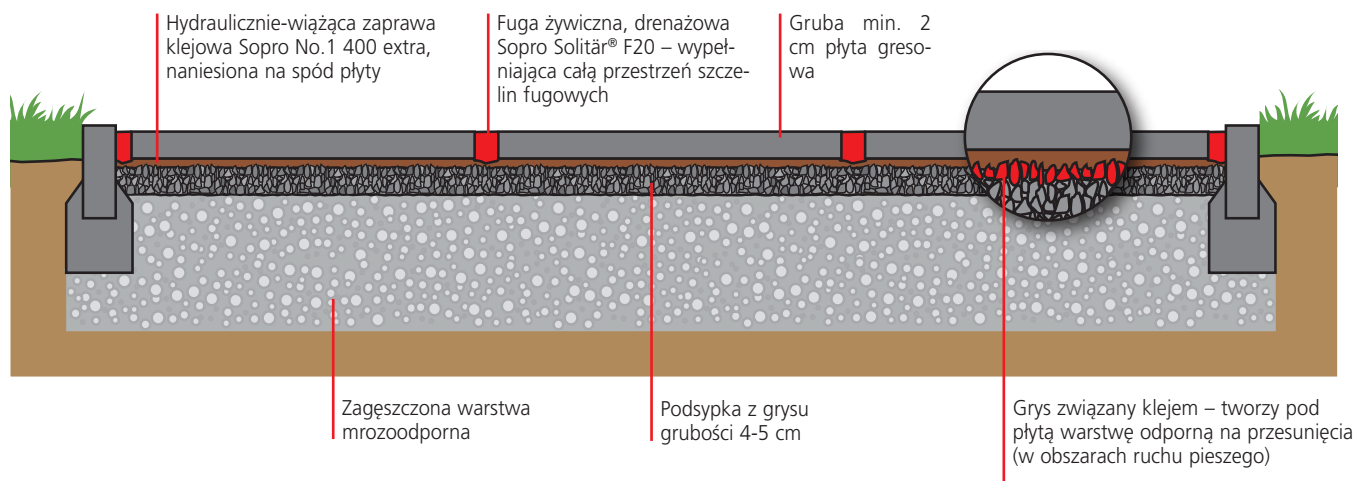
Aby takie rozwiązanie sprawdziło się podczas użytkowania, podczas realizacji należy zastosować się do pewnych zasad:

Układ warstw:

- Mrozoodporna, zagęszczona mechanicznie, odpowiednio gruba podbudowa
- Zagęszczona podsypka z grysu (łamanego kruszywa o ostrych krawędziach)
- Wykonanie stabilnych obrzeży (np. kamiennych, oddzielających od trawnika itp.)
- Montaż płyt na hydraulicznie-wiążącej zaprawie klejowej – nałożenie warstwy kontaktowej i grzebieniowej kleju Sopro No.1 400 extra itp. na spód płyty w celu złączenia z zagęszczoną podsypką
- Spoinowanie fugą żywiczną Sopro Solitär® F20
- Spoiny, po związaniu zaprawy fugowej, stają się wodoprzepuszczalne



Sopro Solitär® F20



Klej Sopro No.1 400 extra naniesiony na spód płyty.



Kruszywo związane klejem, wyraźnie widoczne na spodzie płyty.



Łatwe spoinowanie żywiczną fugą drenażową Sopro Solitär® F20.

Fugi drenażowe na bazie żywic reaktywnych

Nawierzchnie zewnętrzne z grubych płyt gresowych - tarasy, ścieżki

Taras wyłożony płytami gresowymi o grubości 2 cm.



Wykonanie mrozoodpornej, niezwiązanej warstwy nośnej.



Zagęszczenie warstwy nośnej.



Przygotowanie zaprawy drenażowej Sopro DM 610, stosowanej jako podkład (podsypka) pod grube okładziny tarasowe.



Zagęszczenie i wyrównanie warstwy drenażowej Sopro DM 610 na wymaganą wysokość.



Nakładanie kleju Sopro MEG 667 Silver na spód płyty. Klejenie wykonywane tzw. metodą kombinowaną w celu uzyskania pełnego przylegania.



Po wyschnięciu kleju, okładzina gotowa do rozpoczęcia fugowania zaprawą Sopro FL plus.

Notatki

