

## IZVJEŠĆE 1.2.5

# IZVJEŠĆE O NAJBOLJOJ PRAKSI, METODAMA, VJEŠTINAMA I KOMPETENCIJAMA KOD KAMENARSKIH RADOVA

PROCES IZGRADNJE VANJSKIH PODOVA OD PRIRODNOG KAMENA  
(SUHA UGRADNJA – UGRADNJA BEZ MORTA)



Ova je publikacija licencirana od [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#).



ROMANIA  
GREEN  
BUILDING  
COUNCIL

"Potpora Europske komisije proizvodnji ove publikacije ne predstavlja potporu sadržaju koji odražava samo stavove autora i Komisija ne može biti odgovorna za uporabu sadržanih informacija".

## Sadržaj

1. UVOD .....	3
2. RAZMATRANJA O OKOLIŠU.....	4
3. KONSTRUKTIVNA RAZMATRANJA.....	6
3.1 Pomoćni elementi.....	7
3.1.1 Geotekstilni filtri .....	7
3.1.2 Posteljice od šljunka i pjeska .....	8
4. PROCES IZGRADNJE .....	9
4.1 Priprema područja .....	9
4.2 Postavljanje sloja geomreže ili geotekstilne tkanine filtra (krajobrazne tkanine) .....	11
4.3 Postavljanje nabijenog klasificiranog kamenca osnovnog sloja .....	12
4.4 Postavljanje šljunčane posteljice za sprječavanje kapilarnog širenja .....	15
4.5 Postavljanje oštре pješčane posteljice .....	15
4.6 Postavljanje kamenih elemenata na pješčanu posteljicu.....	16
4.7 Provjeravanje razinu cjelokupnog kolnika i između kamenih komada .....	18
4.8 Popunjavanje reški pjeskom ili polimernim pjeskom .....	19
5. SAŽETAK. KORACI KOJE TREBA SLIJEDITI U KONSTRUKTIVNOM PROCESU .....	21
6. REFERENCE.....	21

## 1. UVOD

Projekt BIMstone nastao je spajanjem triju linija djelovanja čija je konvergencija konsolidacija didaktičke materijalne baze za obuku u sektoru kamena. Ove tri linije akcija su:

- BIM.
- LCA (Procjena životnog ciklusa).
- Digitalizacija metodologija ugradnje kamenih proizvoda.

Europska komisija usmjerila je fokus unutar građevinskog sektora na kriterije pametnog rasta (razvoj i gospodarstvo utemeljeno na znanju i inovacijama) i uključivog rasta (osiguravanje socijalne i teritorijalne kohezije zapošljavanjem).

Prema navedenom kontekstu, opći je cilj projekta BIMstone povećati vještine radnika u području ugradnje proizvoda od kamena posebno u postavljanju različitih vrsta podova i zidova u zgrade i urbane sredine, kako bi se povećala kvaliteta završnog rada, trajnost rada i ekološka održivost, korištenjem metoda bez materijala koji se ne mogu reciklirati i/ili ekološki prihvatljivih materijala. Zbog toga je potrebno definirati i sastaviti najprikladnije sustave izvođenja i metoda postavljanja kamenih proizvoda.

Prvi zadatak BIMstone projekta "*O1. Uspostavljanje zajedničkih ishoda učenja o metodama ugradnje kamena, analizi životnog ciklusa (LCA) i propisima*" obuhvaća niz specifičnih zadataka među kojima nalazimo razradu ovog izvješća.

Ovo izvješće o najboljoj praksi bavi se uspostavom vještina i kompetencija, kao i definicijom najodrživijih i ekološki najprihvatljivijih procesa provedbe.

## 2. RAZMATRANJA O OKOLIŠU

Deklaracije o ekološkim proizvodima najjasniji su, najrigorozniji i međunarodno prihvaćen način pružanja profila okoliša proizvoda tijekom cijelog životnog ciklusa.

EPD "Tablas de mármol y caliza" (mramorne i vapnenačke ploče)" uključuju proizvode od prirodnog kama čija je glavna funkcija za ukrasnu uporabu za oblaganje unutarnjih i vanjskih površina, kao što su podovi, zidovi, fasade, stepenice itd., a provjeren je i objavljen u AENOR-inom global EPD programu.

EPD mramornih i vapnenačkih ploča proveden je u skladu s LCA metodologijom s kvantificiranim informacijama o okolišu cijelog životnog ciklusa. Mislim, EPD ovih materijala je tipa "od kolijevke do groba", kao što se može vidjeti u sljedećoj tablici, koja uključuje razmatrane faze životnog ciklusa.

Etapas de producto	A1 Suministro de materias primas	X
	A2 Transporte a fábrica	X
	A3 Fabricación	X
Construcción	A4 Transporte a obra	MNE
	A5 Instalación / construcción	MNE
Etapas de uso	B1 Uso	MNE
	B2 Mantenimiento	MNE
	B3 Reparación	MNE
	B4 Sustitución	MNE
	B5 Rehabilitación	MNE
	B6 Uso de energía en servicio	MNE
	B7 Uso de agua en servicio	MNE
Fin de vida	C1 Deconstrucción / demolición	MNE
	C2 Transporte	MNE
	C3 Tratamiento de los residuos	MNE
	C4 Eliminación	MNE
	D Potencial de reutilización, recuperación y/o reciclaje	MNE
X = Módulo incluido en el ACV; NR = Módulo no relevante; MNE = Módulo no evaluado		

**Tabla 1.** Límites del sistema. Módulos de información considerados

Ovaj EPD razvijen je i provjeren u skladu sa standardima UNE-EN 15804:2012+A1:2014 i UNE-EN ISO 14025:2010 standardima i Pravilima kategorije proizvoda (PCR) za mramorne i vapneničke ploče koje se koriste u izgradnji AENOR-ovog programa GlobalEPD.

Funkcionalna jedinica EPD definirana je kao 1 tona mase prirodnog kamena. Opseg studije definiran je od koljevke do vrata, pokrivajući samo proizvodni modul (vađenje i priprema sirovina, obrada ploča od prirodnog kamena i transport između tih faza).

EPD detaljno opisuje formulaciju koja će se koristiti (faktor konverzije) za transformaciju funkcionalne jedinice iz tone mase prirodnog kamena u kvadratni metar poda.

### **3. KONSTRUKTIVNA RAZMATRANJA**

Sustav postavljanja podova od prirodnog kamena velikog formata, polaze od nekih pretpostavki koje that predstavljaju prednosti sa stajalipta odživosti.

One uključuju:

- Reverzibilnost sustava, činjenicom da se ne koristi mort.
- Mogućnost jednostavne uporabe i ponovnog korištenja sastavnih dijelova, osobito završnog sloja prirodnog kamena.
- Propusnost oborina sustava, uključujući isparavanje vode, osiguravanje prirodnih svojstava tla i podzemnih voda, čime se slijedi prirodni ciklus vode u prirodi.

Konfiguracija i dimenzioniranje sastavnih slojeva podnog sustava uglavnom nameće djelovanje na ravnomjerno raspoređene ili koncentrirane gravitacijske sile, koje se distribuiraju na prirodnom terenu.

Dakle, sa statičkog stajališta, budući da je cijeli sustav postavljen izravno na tlo, složeni i skupi radovi nisu potrebni za stabilizaciju. Naravno, moraju se prilagoditi kontekstu uporabe, vanjskim čimbenicima i specifičnim klimatskim uvjetima. Većina sastavnih slojeva je mineralna, ekološki kompatibilna s prirodnim tlom, čime se smanjuje negativan utjecaj na okoliš.

Ova vrsta sustava kompatibilna je sa svim funkcijama uobičajenih civilnih zgrada kao što su stambeni, komercijalni, prometni ili industrijski sektor. Naravno, ako ograničenja uporabe tla od onečišćujućih tvari zahtijevaju posebne tretmane vanjskih podova, gdje je ispuštanje vode u tlo zabranjeno, treba razmotriti posebne mjere koje nisu obuhvaćene ovom studijom.

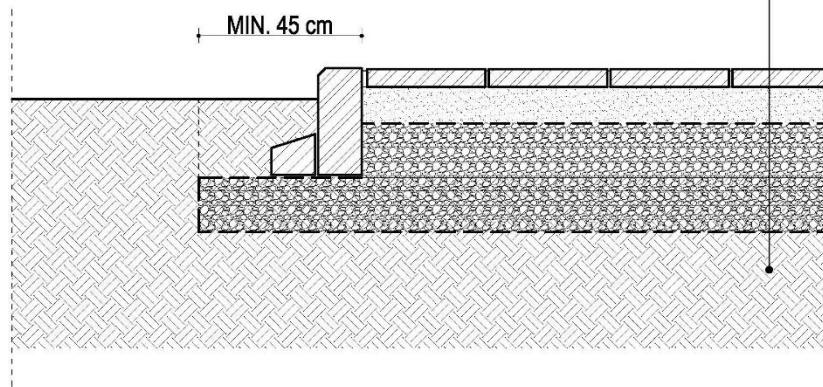
S obzirom na sve navedeno, ovaj sustav za postavljanje vanjskih podova kompatibilan je sa zahtjevima međunarodnih sustava za certificiranje održivosti zgrada.

Osim toga, izrada ne zahtijeva posebno znanje. Postavljanje velikih kamenih ploča na pješčanu posteljicu omogućuje optimalnu razinu preciznosti.

Istodobno, potreba za punjenjem spojeva pješčanim granulama zahtijeva trajno održavanje, ali istovremeno osigurava sustavu visoku razinu trajnosti tijekom vremena. Dakle, sve ove karakteristike jačaju održivost sustava, uključujući i sa stajališta izvedbe.

**FROM ABOVE TO BOTTOM:**

- Finishing, natural stone, min. 4 cm
- Supporting layer, sharp sand bedding, min. 5 cm
- Filter layer, geotextile fabric layer
- Capillarity break, gravel bedding (sort 16-32mm), 15 cm
- Supporting layer, dense graded aggregate, min. 10 cm
- Filter layer, geogrid or geotextile filter fabric (landscape fabric)
- Natural soil



*Scheme of flooring with big format natural stone without mortar.*

### 3.1 Pomoći elementi

The stability of the system is conferred by the overlap of layers that function interdependently with the external factors to which the whole ensemble is subjected. Thus, the component layers are positioned so as to give stability to the entire system over a long period of time, under varying climatic conditions.

For this purpose, the succession of gravel, stone and sand layers, in different granulations and compositions, together with separation filter layers, ensures the permeability to the passage of rainfall or water vapor, while preserving the integrity of the pavement material.

#### 3.1.1 Geotekstilni filtri

Kako bi se stabilizirali potporni ili filtracijski slojevi, potrebni su geotekstilni filtri koji osiguravaju propusnost prolaza vode u tekućem ili parnom obliku, tako da se granulacija različitih slojeva ne miješa.



*Geotekstilna tkanina koja se koristi za odvajanje slojeva materijala.*

*IZVOR: <https://study.com/academy/lesson/geotextile-fabric-function-uses.html>*

### 3.1.2 Posteljice od šljunka i pjeska

Slojevi šljunka, kamena i pjeska sukcesivno predstavljaju: osnovni potporni sloj, sloj za prekid kapilarnog širenja i sloj posteljice za polaganje kamenih ploča. Tako se sprječava kapilarno podizanje podzemne vode u sloju pjeska, odnosno dopiranje do završnog sloja.

U suprotnom smjeru, meteorska voda može lako proći kroz spojeve između kamenih ploča i pjeska, a zatim se prenosi na tlo bez miješanja sastava sastavnih slojeva sastava.



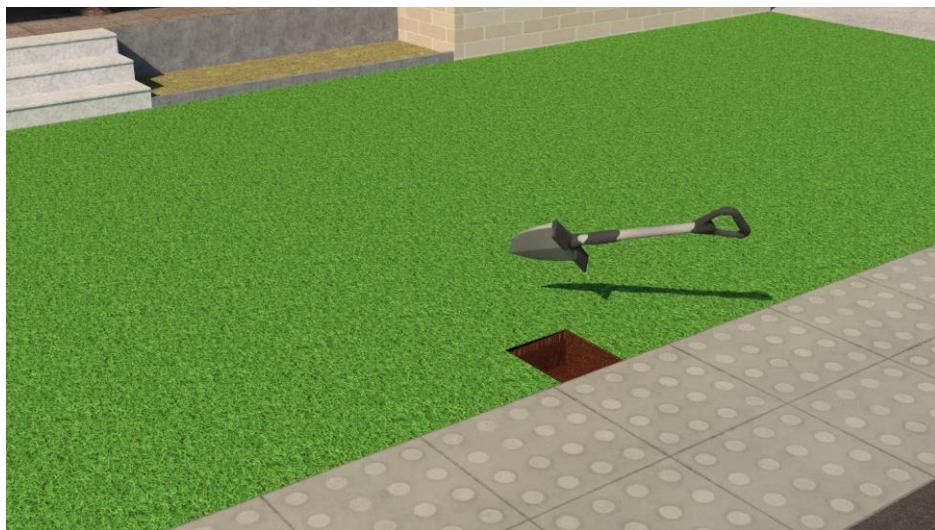
*Agregat, šljunak, oštar pjesak.*

## 4. PROCES IZGRADNJE

### 4.1 Priprema područja

Kako bi se započeo proces izvođenja prirodnih kamenih podova montiranih bez žbuke, prvi važan korak je priprema lokacijskog područja. Tako je područje razgraničeno i biljni sloj je uklonjen (oko 20 cm) kako bi se uklonile biljke i njihovi korijeni, što kasnije može utjecati na trajanje sustava. Nezbijeno horizontalno prirodno tlo predstavljat će osnovni sloj cijelog vanjskog podnog sustava.

Područje se priprema uklanjanjem površinskog tla (cca. 20 cm).

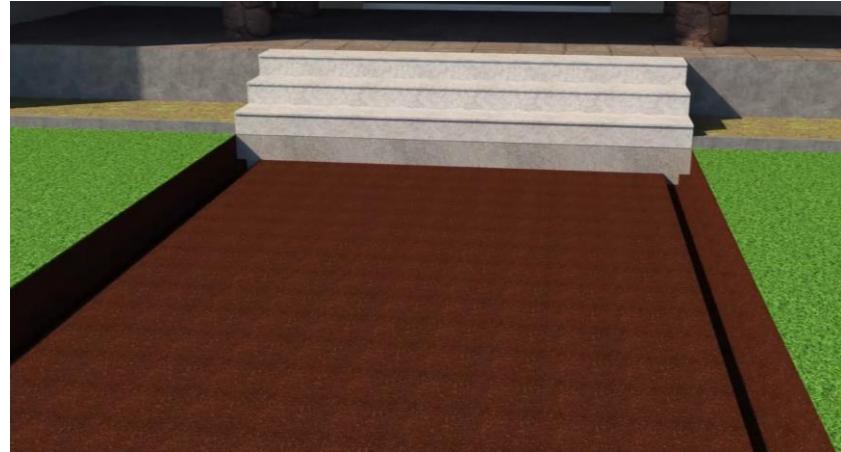


*Izvor: web stranica projekta BIMstone.*



*Izvor: web stranica projekta BIMstone.*

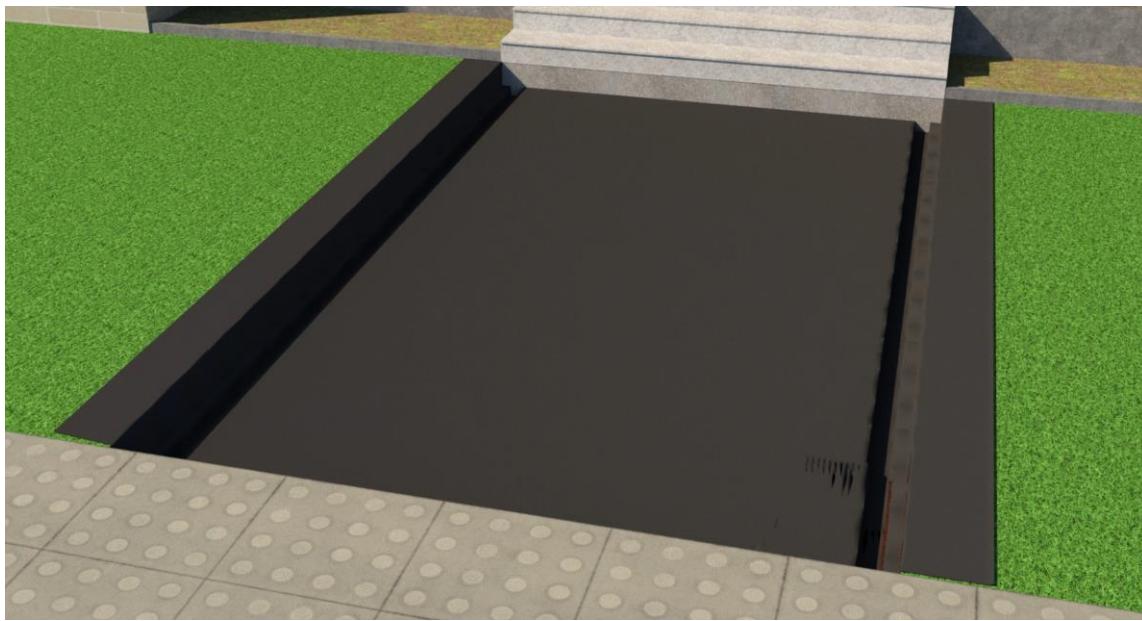
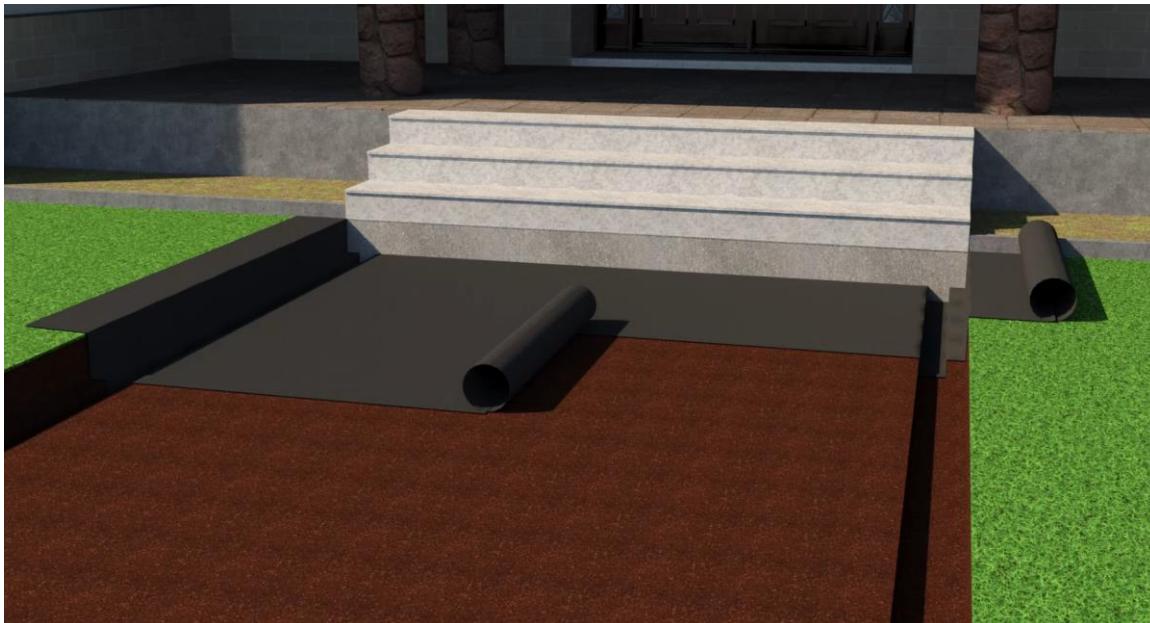
Nakon pripreme područja iskopava se prostor za umetanje odvodnih cjevi.



*Source: BIMstone project website.*

## 4.2 Postavljanje sloja geomreže ili geotekstilne tkanine filtra (krajobrazne tkanine)

Kako bi se osigurala konzistencija gornjih slojeva i spriječilo njihovo miješanje s tlom, sloj filtra s ulogom razdvajanja, izrađen od posebne geotekstilne membrane za krajobrazne aranžmane, postavlja se preko područja koje oslobađa biljno tlo. To također može biti popraćeno geomrežama kako bi se izbjegla moguća erozija tla ili pomicanje.

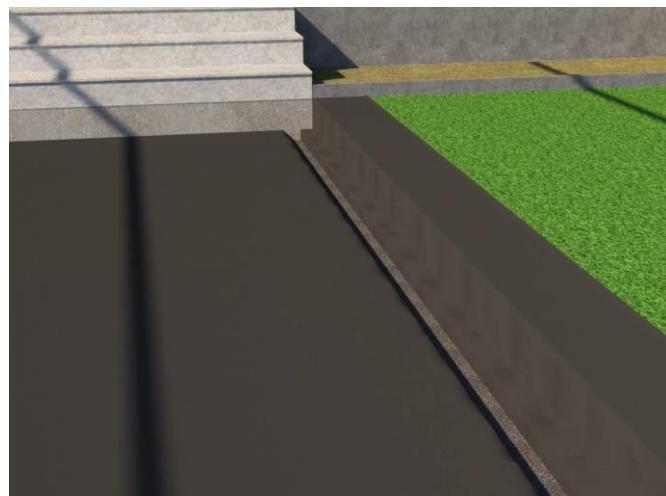


Izvor: web stranica projekta BIMstone.

#### 4.3 Postavljanje nabijenog klasificiranog kamena osnovnog sloja

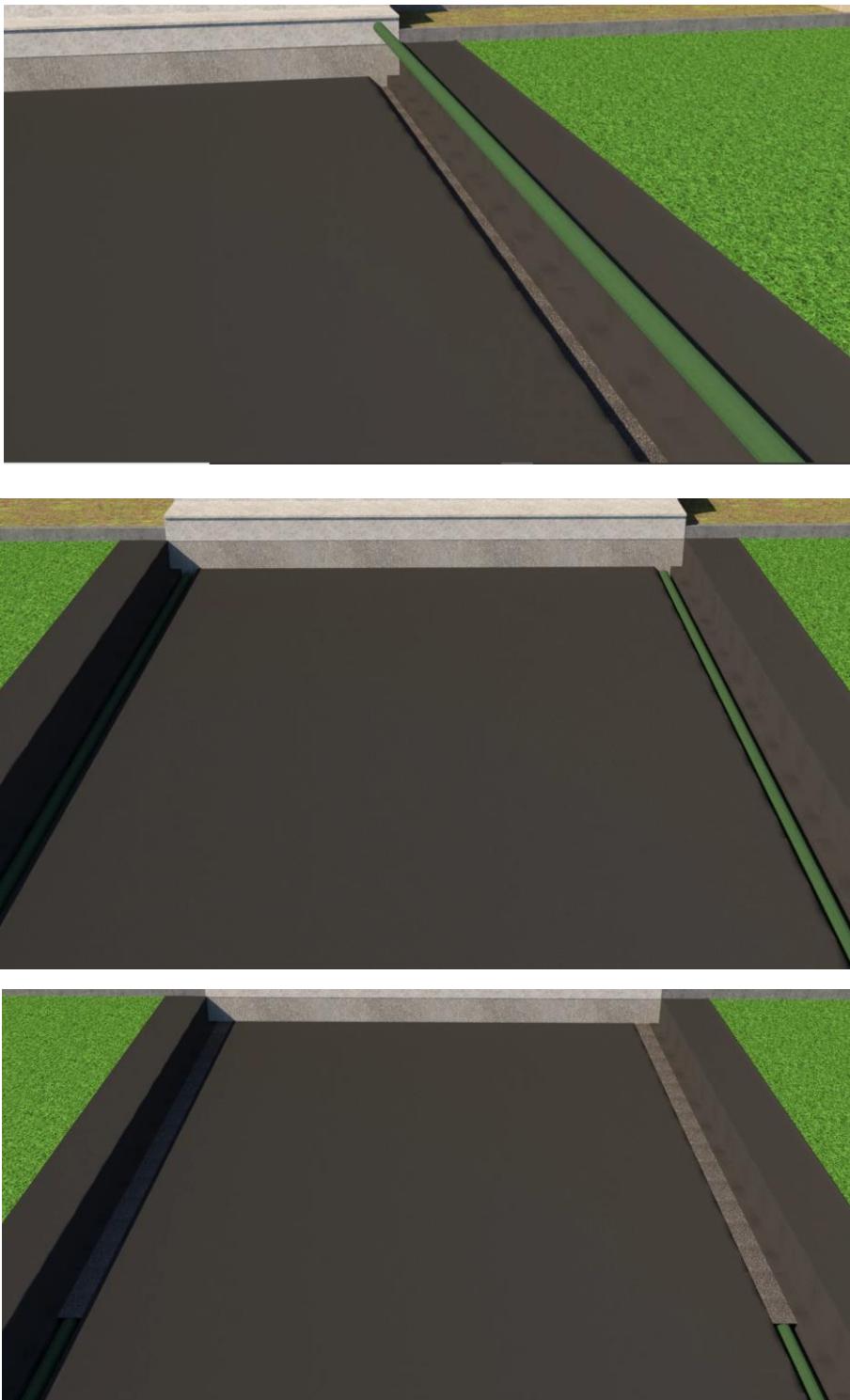
Infrastrukturni sloj cijele montaže sastoji se od polaganja najmanje 10 cm zbijene mješavine šljunka ili drobljenog kamena i kamene prašine. Ima ulogu stvaranja barijere protiv razvoja biljnih komponenti (stabljika, korijena) koje s vremenom mogu promijeniti sastav cijele konstrukcije, ali i osigurati čvrste temelje, koji će također imati ulogu preuzimanja kretanja tla zbog različitih klimatskih razdoblja tijekom godine (razlike u temperaturi, zamrzavanje-odmrzavanje, hidrostatski tlak iz tla ili oborinskih voda), ali i od mogućeg slijeganja terena tijekom vremena. Po želji, ovaj sloj također može primiti drenažnu cijev na dnu, namijenjenu uklanjanju meteorskih voda ako su prisutne u izobilju ili tlo, po svojoj prirodi, nema potreban apsorpcijski kapacitet.

U slučaju ugradnje sustava odvodnje, klasificirani kameni sloj stavlja se u utor napravljen za ugradnju odvodnih cijevi.



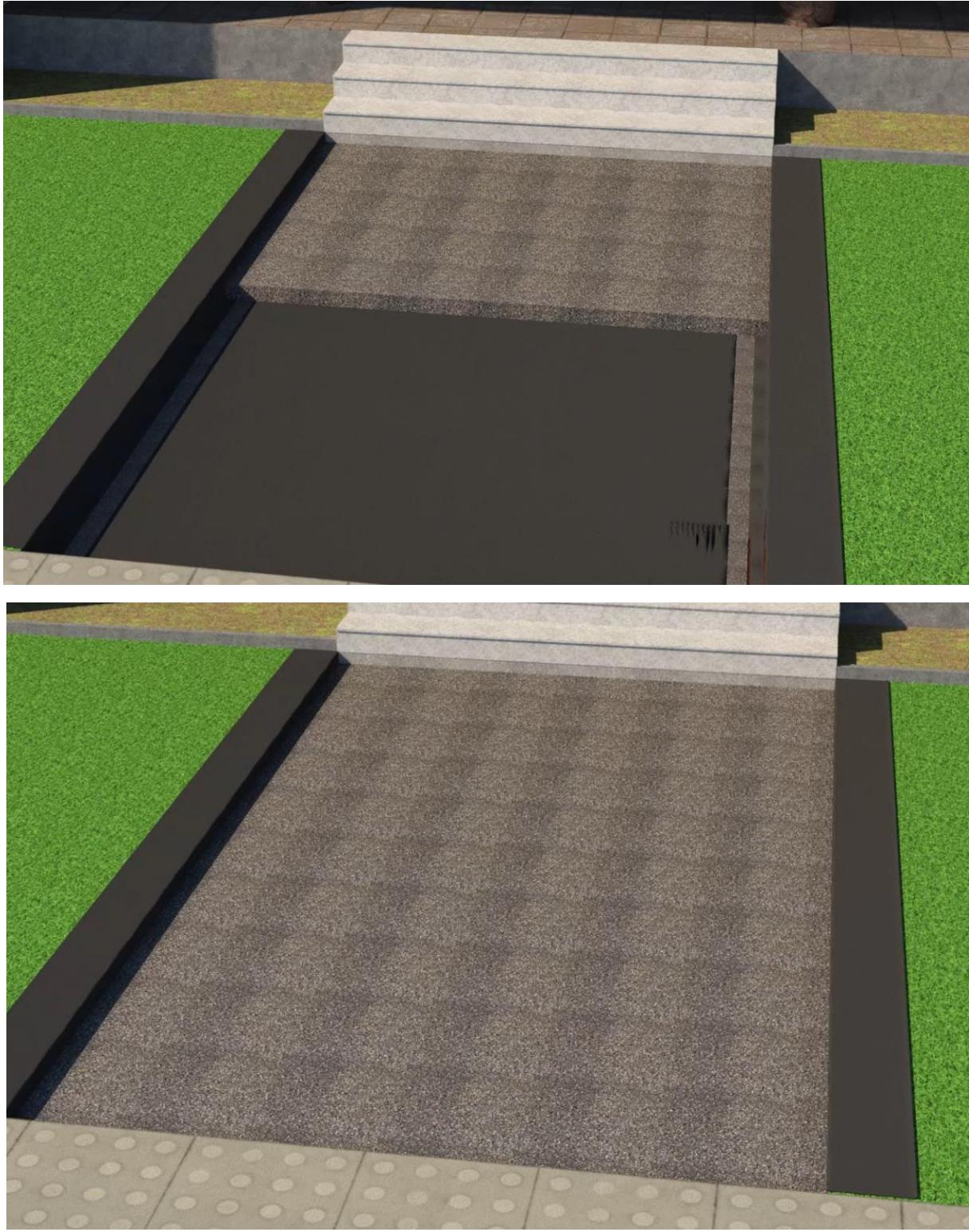
*Izvor: web stranica projekta BIMstone.*

Nakon postavljanja klasificiranog kamenog osnovnog sloja, polažu se drenažne cijevi i na njih se stavlja sloj mješavine zatrpanja.



Izvor: web stranica projekta BIMstone.

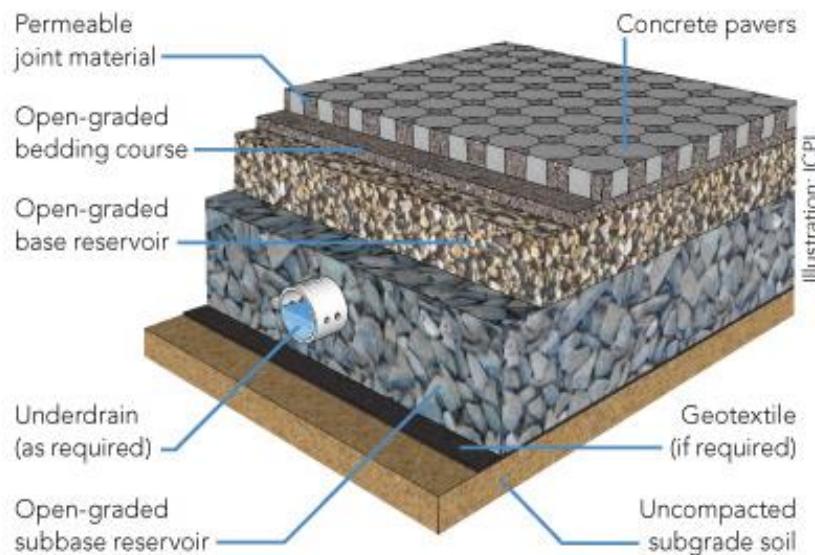
Sljedeći korak je zatrpanjanje cijelog područja polaganja.



*Izvor: web stranica projekta BIMstone.*

#### 4.4 Postavljanje šljunčane posteljice za sprječavanje kapilarnog širenja

Sloj za sprječavanje širenja kapilarne vlage ima ulogu sprječavanja dizanja podzemnih voda kroz kapilarnost i dopiranja do završnih podnih ploča. Ovaj sloj od najmanje 15 cm neophodan je za cjeloživotnu trajnost i funkcionalnost cijele konstrukcije uz održavanje hidrostatske kontrole.



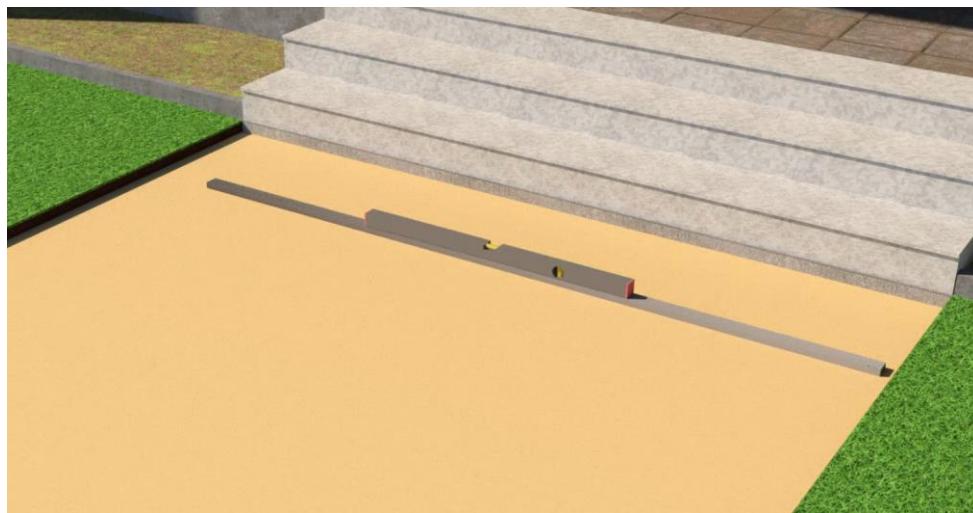
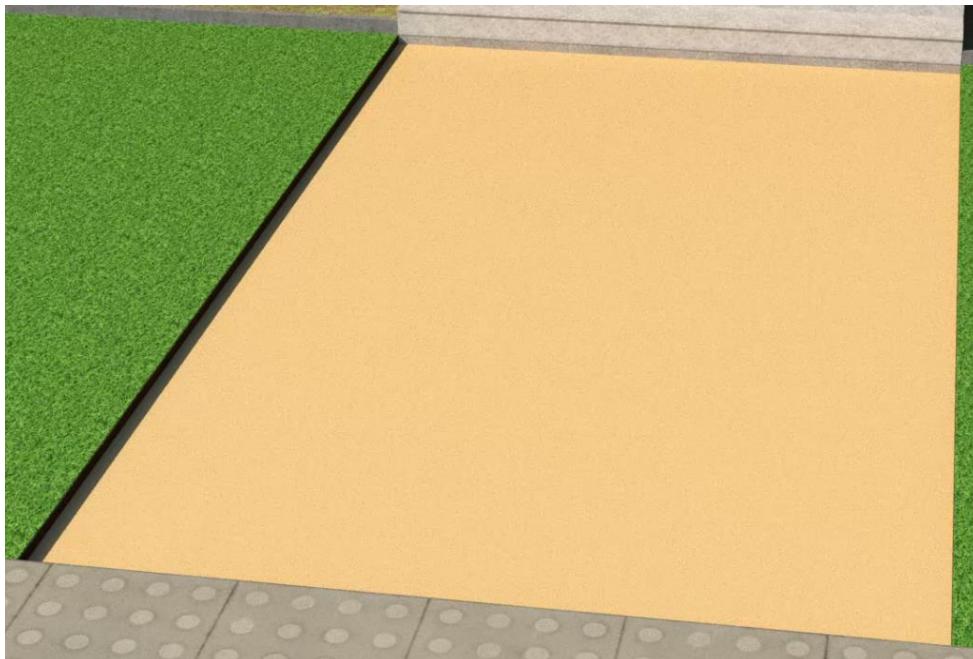
Izvor: [https://www.researchgate.net/figure/Example-of-a-typical-PP-cross-section-image-used-with-permission-of-the-Interlocking\\_fig1\\_261831362](https://www.researchgate.net/figure/Example-of-a-typical-PP-cross-section-image-used-with-permission-of-the-Interlocking_fig1_261831362)

#### 4.5 Postavljanje oštре pješčane posteljice

Sloj posteljice poda izrađen je od riječnog pijeska od najmanje 5 cm. Izravnava se metalnim ili drvenim ravnalom, ovisno o dimenzijama koje su nacrtane prije.



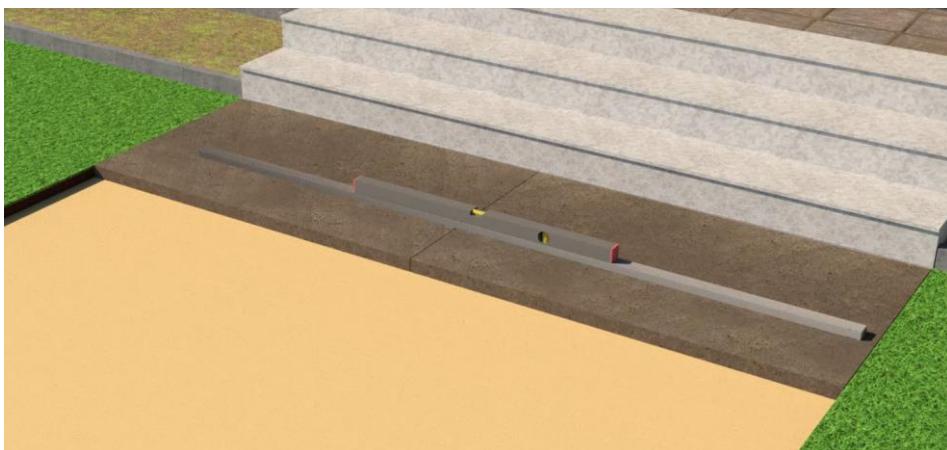
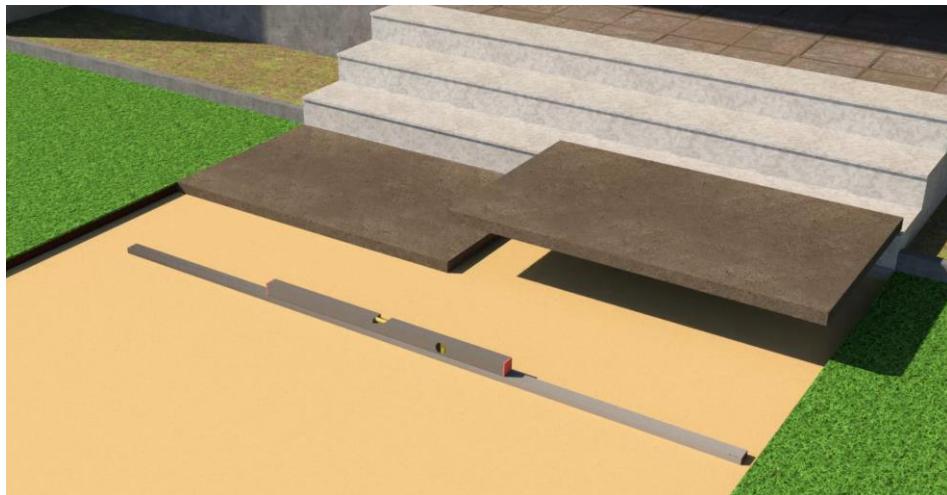
Izvor: web stranica projekta BIMstone.



Izvor: web stranica projekta BIMstone.

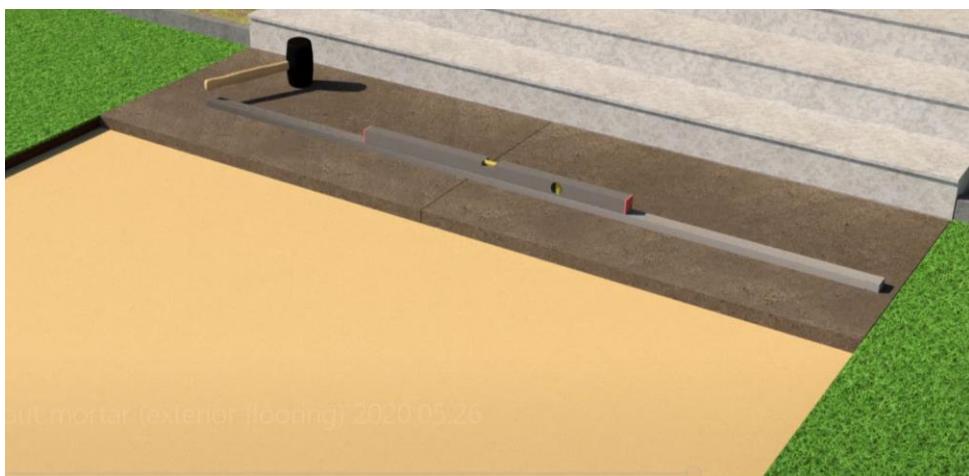
#### 4.6 Postavljanje kamenih elemenata na pješčanu posteljicu

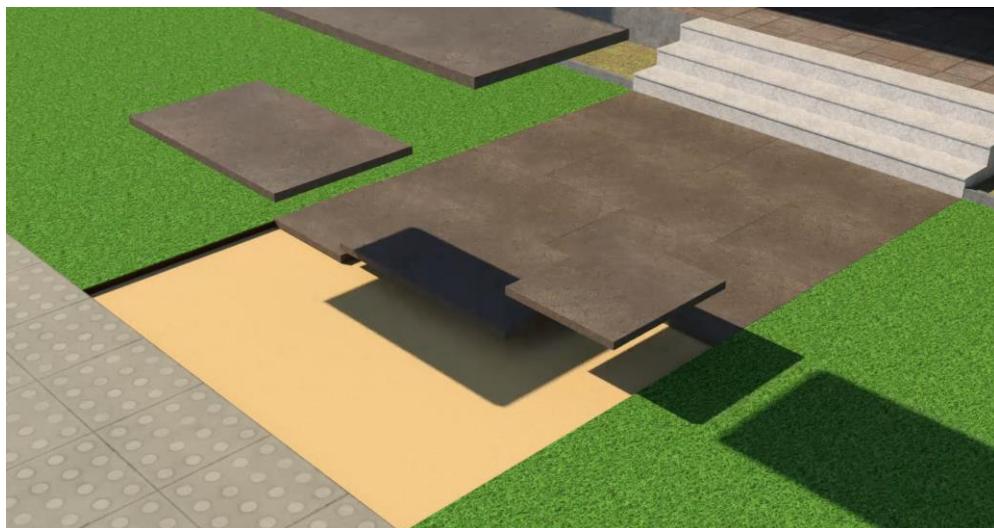
Kamene ploče čine površinu kolnika, zbog čega se neovisni elementi moraju montirati spojevima, kako bi se izbjegle moguće deformacije zbog temperturnih razlika, ali i kako bi vode mogle slijediti svoj prirodni krug. Neovisni elementi, ovisno o kvaliteti kamena ili stupnju uporabe kojem će pod biti izložen, ne bi trebali imati debljine manje od 4 cm.



Izvor: web stranica projekta BIMstone.

Podne kamene ploče obično se ugrađuju pomoću alata kao što su metalna ili drvena ravnala, lopatica za podešavanje veličine pijeska, odnosno drveni ili plastični čekić..



*Izvor: web stranica projekta BIMstone.*

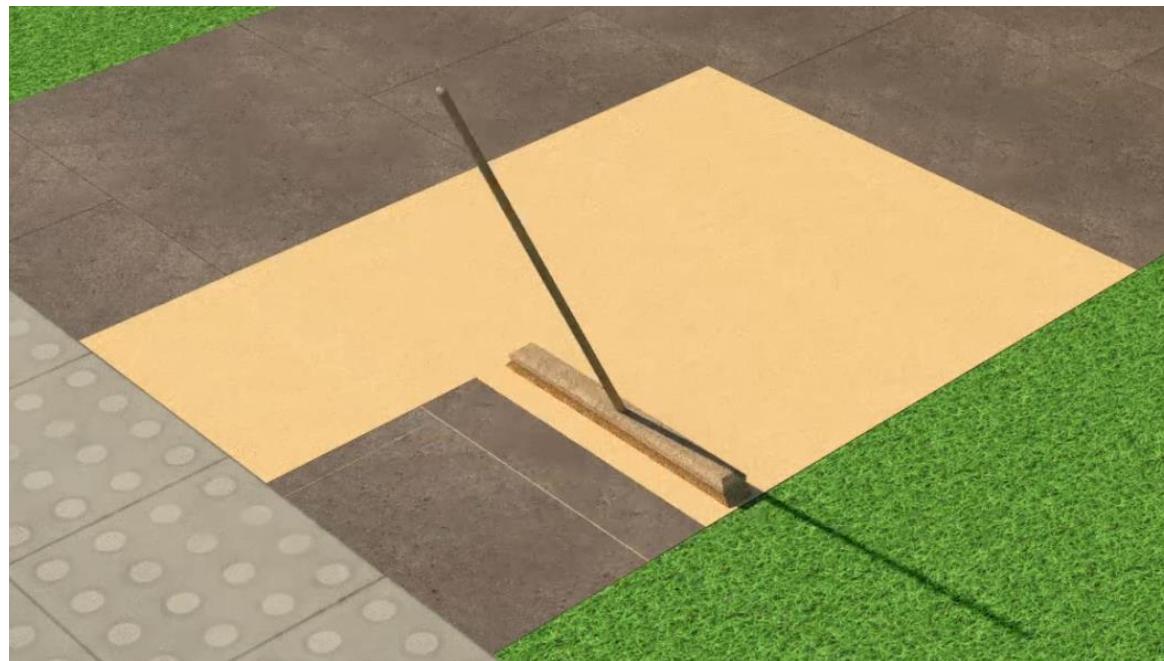
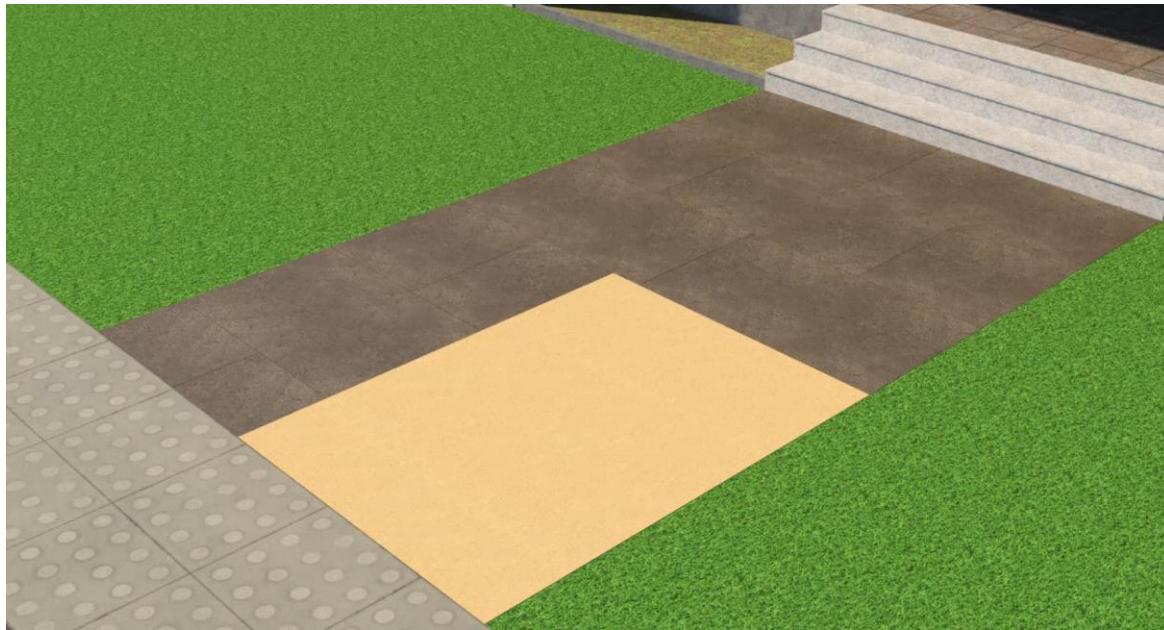
#### 4.7 Provjeravanje razinu cjelokupnog kolnika i između kamenih komada

Koristeći ravnala od drva ili metala, željene padine i dimenzije, odnosno ravnost cijele površine se trajno provjeravaju.

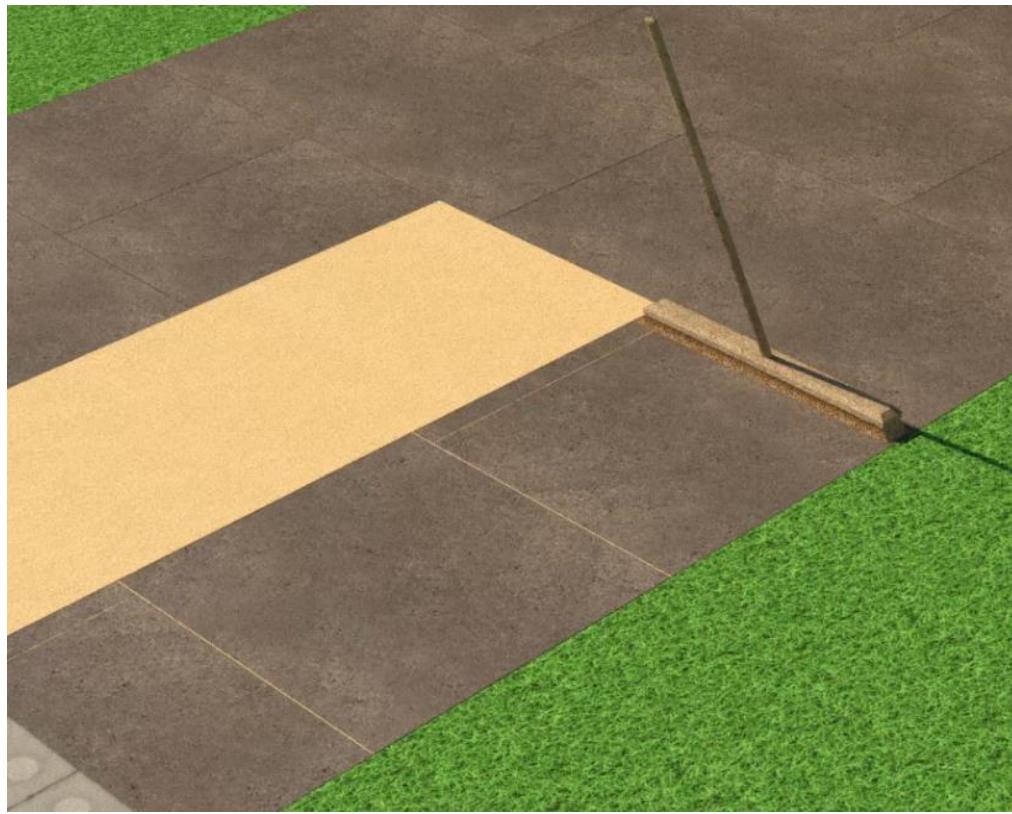
*Izvor: web stranica projekta BIMstone.*

#### 4.8 Popunjavanje reški pjeskom ili polimernim pjeskom

Nakon završetka podnog sklopa, dobiveni spojevi se pune pjeskom pomoću. Kako razina pjeska vremenom spojevima pada, bitno je da se ovaj postupak povremeno ponavlja.



*Izvor: web stranica projekta BIMstone.*

*Izvor: web stranica projekta BIMstone.*

## 5. SAŽETAK. KORACI KOJE TREBA SLIJEDITI U KONSTRUKTIVNOM PROCESU

Proces izvedbe vanjskih podova od prirodnog kamena bez morta sažet je u nastavku:

1. Pripre područja.
2. Postavljanje sloja geomreže ili filtra od geotekstilne tkanine (krajobrazne tkanine).
3. Postavljanje nabijenog klasificiranog kamena osnovnog sloja.
4. Postavljanje šljunčane posteljice za spriječavanje širenja kapilarne vlage.
5. Postavljanje oštре pješčane posteljice.
6. Postavljanje kamenih elemenata na pješčanu posteljicu.
7. Provjeriti razinu cjelokupnog pločnika i stanja između kamenih elemenata.
8. Napuniti spojeve pijeskom ili polimernim pijeskom.

## 6. REFERENCE

1. Web stranica projekta BIMstone. [www.bimstoneproject.eu/bimstone-products](http://www.bimstoneproject.eu/bimstone-products)
2. <http://www.pavingexpert.com/layflag1.htm>
3. <https://www.marshalls.co.uk/homeowners/inspire-me/articles/how-do-i-lay-a-patio-on-sand-3211>
4. [https://www.researchgate.net/figure/Example-of-a-typical-PP-cross-section-image-used-with-permission-of-the-Interlocking\\_fig1\\_261831362](https://www.researchgate.net/figure/Example-of-a-typical-PP-cross-section-image-used-with-permission-of-the-Interlocking_fig1_261831362)
5. Bautechnische Information BTI 1.4 Bodenbeläge, außen des DNV <https://www.natursteinverband.de/literatur/bautechnische-informationen/produkt/bautechnische-informationen-bti.html>
6. Video "05. Placing without mortar (exterior flooring)" projekta BIMstone. <https://www.youtube.com/watch?v=hcDL3GnJvL8>