

IZVJEŠĆE 1.2.2

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

POSTUPAK IZRADE PLOČNIKA NA POSTELJICI OD PIJESKA



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



COAMU



Centro Tecnológico
del mármol, piedra y materiales



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 OKOLIŠA.....	4
3. RAZMATRANJA O KONSTRUKCIJI	6
4. PROCES IZGRADNJE	7
4.1. Izvidite područje koje treba pokriti novim popločavanjem.....	7
4.3. Napravite trokute kako biste napravili čiste kutove i dajte žicama odgovarajući nagib	9
4.4. Iskopajte područje ugradnje na visinu od 15-30 cm ispod kote	10
4.5. Rasporedite osnovni sloj (10-15 cm)	12
4.6. Sabijte s kompaktorom za metalne ploče (trebala bi biti slobodna visina od oko 7,5 cm)	12
4.7. Ugradite rubove zaštite kako biste zadržali dizajn projekta	13
4.8. Stavite sloj pijeska od najmanje 2,5 cm.....	15
4.9. Položite opločnike prvo na najdužu ravnu stranu i pod pravim kutom	15
4.10. Odrežite blokove za popločavanje kako bi odgovarali konturi područja za popločavanje	16
4.11. Nakon što ste položili sve opločnike, pomoću nabijača ploča utisnite tlakovce u pijesak (upotrijebite zaštitni poklopac kako biste izbjegli grebanje opločnika).....	18
4.12. Dodajte pijesak u razmake između opločnika.....	19
4.13. Prelijte metlom tako da svi spojevi budu potpuno prekriveni	20
5. SAŽETAK. KORACI KOJE SE NALJEŽE U KONSTRUKTIVNOM POSTUPKU	21
6. LITERATURA	21

1. UVOD

BIMstone projekt je nastao kombinacijom tri smjera djelovanja s ciljem stvaranja baze didaktičkih materijala za učenje u kamenarskom sektoru. Ta tri smjera djelovanja su:

- BIM.
- LCA (Analiza životnog ciklusa).
- Digitalizacija metoda izvođenja kamenarskih radova.

Europska komisija u graditeljskom sektoru fokusirana je na kriterijima pametnog rasta (razvoj i gospodarstvo temeljeno na znanju i inovacijama) and inkluzivnog rasta (osiguravanje socijalne i teritorijalne kohezije zapošljavanjem).

U skladu s gore navedenim, opći cilj projekta BIMstone je povećati vještine radnika na području ugradnje proizvoda od kamena, posebno pri polaganju različitih vrsta podova i zidova u zgradama i urbanim sredinama, kako bi se povećala kvaliteta rada, trajnost napravljenog rada i ekološka održivost, korištenjem metoda u kojima se ne koriste materijali koji se ne mogu reciklirati i/ili nisu ekološki prihvatljivi. Iz tog razloga potrebno je definirati i sastaviti najprikladnije načine izvođenja i metode ugradnje kamenih proizvoda.

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

Ovo izvješće najbolje prakse sadržava uspostavljanje vještina i kompetencija, kao i definiranje najodrživijih i ekološki prihvatljivih metoda.

Od svih građevinskih elemenata od prirodnog kamena odabranih u ovom projektu, ovo se izvješće usredotočuje na izgradnju kosog krova od kamena vapnenca, detaljno opisujući neke njegove karakteristike, konstruktivne i ekološke, te proces izgradnje koji treba slijediti kako bi se postigao optimalan rezultat.

2. RAZMATRANJA OKOLIŠA

Deklaracije o ekološkim proizvodima (EPD) najjasniji su, najrigorozniji i međunarodno prihvaćeni način za osiguravanje ekološkog profila proizvoda tijekom njegovog životnog ciklusa.

EPD "**Tiles and Slabs from natural stone**" uključuju proizvode od prirodnog kamenja čija je glavna funkcija dekorativna upotreba za pokrivanje unutarnjih i vanjskih površina, kao što su podovi, zidovi, fasade, stepenice itd., a verificiran je i objavljen na <https://ibu-epd.com>.

EPD vapnenačkih ploča provedeno je prema LCA metodologiji s kvantificiranim podacima o okolišu za cijeli životni ciklus. Odnosno, EPD ovih materijala je tipa "od kolijevke do vrata", kao što se može vidjeti u sljedećoj tablici, koja uključuje razmatrane faze životnog ciklusa.

DESCRIPTION OF THE SYSTEM BOUNDARY (X = INCLUDED IN LCA; MND = MODULE NOT DECLARED)																
PRODUCT STAGE		CONSTRUCTION PROCESS STAGE		USE STAGE							END OF LIFE STAGE				BENEFITS AND LOADS BEYOND THE SYSTEM BOUNDARIES	
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport from the gate to the site	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling-potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	MND	MND	X	MNR	MNR	MNR	MND	MND	MND	MND	MND	X	MND

Izvor: IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.

Ovaj EPD je razvijen i verificiran prema standardima EN 15804 i EN ISO 14025 i Pravilima o kategoriji proizvoda (PCR) za mramorne i vapnenačke ploče koje se koriste u građevinarstvu.

Ovaj EPD odnosi se na 1 tonu pločica i ploča od prirodnog kamenja.

Rezultati se odnose na težinski prosjek tvrtki članica EUROROC -a, stoga i u prosjeku tri glavne grupe kamena. Prosječna debljina proizvoda je 0,04 m.

To znači da je 1 tona proizvoda jednako 9,11 m².

Ploče od prirodnog kamenja proizvode se od tankih pločica debljine 10 mm do masivnih ploča debljine veće od 100 mm. Stoga je ovaj EPD deklariran za prosječnu debljinu od 0,04 m.

Tehnički podaci:

Name	Value	Unit
Compressive strength acc. to /EN 1926/	a) 100 - 300 b) 20 - 240	N/mm ²
	c) 100 - 280	N/mm ²
Flexural strength acc. to /EN 12372/	a) 5 - 25 b) 1 - 20 c) 5 - 40	N/mm ²
Water absorption acc. to EN 13755	a) 0.1 - 1 b) 0.1 - 10 c) 0.3 - 2	M.-%
Gross density acc. to EN 1936	a) 2.000 - 3.000 b) 1.700 - 2.900 c) 2.600 - 3.000	kg/m ³
Thermal conductivity	1.2 – 3.4	W/(mK)
Wear resistance acc. to DIN EN 14157	14 - 35	mm
Specific heat capacity	0.92	kJ/kgK

Izvor: IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.

Deklarirana jedinica:

Name	Value	Unit
Declared unit	1	t
Gross density	2744	kg/m ³
Conversion factor to 1 kg	0.0003644	m ³ /kg

Izvor: IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.

Prijevoz do gradilišta (A4):

Name	Value	Unit
Litres of fuel [truck]	0.00135	l/100km
Litres of fuel [train]	0.00474	l/100km
Transport distance	411	km
Capacity utilisation (including empty runs)	85	%
Gross density of products transported	2744	kg/m ³

Izvor: IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.

Rezultati LCA - Utjecaj na okoliš su:

RESULTS OF THE LCA - ENVIRONMENTAL IMPACT: 1 ton tiles and slabs from natural stone

Parameter	Unit	A1 - A3	A4
Global warming potential	[kg CO ₂ -Eq.]	2.55E+2	2.05E+1
Depletion potential of the stratospheric ozone layer	[kg CFC11-Eq.]	5.81E-8	3.58E-10
Acidification potential of land and water	[kg SO ₂ -Eq.]	7.25E-1	1.3E-1
Eutrophication potential	[kg (PO ₄) ₃₋ -Eq.]	6.75E-2	3.12E-2
Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants	[kg Ethen Eq.]	4.17E-2	-4.69E-2
Abiotic depletion potential for non fossil resources	[kg Sb Eq.]	3.2E-5	7.64E-7
Abiotic depletion potential for fossil resources	[MJ]	3.39E+3	2.83E+2

RESULTS OF THE LCA - RESOURCE USE: 1 ton tiles and slabs from natural stone

Parameter	Unit	A1 - A3	A4
Renewable primary energy as energy carrier	[MJ]	5.52E+2	1.11E+1
Renewable primary energy resources as material utilization	[MJ]	0.0E+0	0.0E+0
Total use of renewable primary energy resources	[MJ]	5.52E+2	1.11E+1
Non renewable primary energy as energy carrier	[MJ]	3.88E+3	2.84E+2
Non renewable primary energy as material utilization	[MJ]	0.0E+0	0.0E+0
Total use of non renewable primary energy resources	[MJ]	3.88E+3	2.84E+2
Use of secondary material	[kg]	0.0E+0	0.0E+0
Use of renewable secondary fuels	[MJ]	0.0E+0	0.0E+0
Use of non renewable secondary fuels	[MJ]	0.0E+0	0.0E+0
Use of net fresh water	[m ³]	8.29E-1	1.23E-2

RESULTS OF THE LCA – OUTPUT FLOWS AND WASTE CATEGORIES:

1 ton tiles and slabs from natural stone

Parameter	Unit	A1 - A3	A4
Hazardous waste disposed	[kg]	8.44E-2	0.0E+0
Non hazardous waste disposed	[kg]	5.23E+2	3.68E-2
Radioactive waste disposed	[kg]	1.96E-1	3.95E-4
Components for re-use	[kg]	0.0E+0	0.0E+0
Materials for recycling	[kg]	0.0E+0	0.0E+0
Materials for energy recovery	[kg]	0.0E+0	0.0E+0
Exported electrical energy	[MJ]	0.0E+0	0.0E+0
Exported thermal energy	[MJ]	0.0E+0	0.0E+0

Izvor: IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.

3. RAZMATRANJA O KONSTRUKCIJI

Površina s opločnicima stabilno je nosivo područje koje pojedinačno prenosi opterećenja.

Kameno popločavanje sastoji se od izrade niza slojeva prije početka popločavanja. A jedan od ovih slojeva je pješčana posteljica na koju će ležati kamen za popločavanje. Ovaj sloj pijeska ima nekoliko važnih funkcija. Prvi od njih je podupiranje i prijenos opterećenja. Ovaj će sloj također umanjiti moguće razlike između različitih debljina popločavanja.

Osim gore opisanih karakteristika, pješčana posteljica ima i funkciju odvodnje. Za ovu funkciju zrna pijeska moraju biti veličine između 2 i 6 milimetara. Ova podloga također ima značajan utjecaj na operativnost kolnika, posebno na veličinu različitih deformacija uzrokovanih popločavanjem.

Početna debљina ovog sloja pijeska trebala bi biti između 3 i 5 centimetara. U idealnom slučaju, nikad ne smije biti manje od 2 centimetra. Dokazano je da pijesak s kutnim zrnima ima bolje performanse od pijeska s okruglim zrnom.

Pijesak koji čini ovu podlogu mora biti čist i pravilno opran pijesak. Prikladan je prirodni ili sintetički pijesak, ali u oba slučaja ne smije biti više od 3 % gline. Također treba izbjegavati štetne soli i druge strane tvari. Na taj će način ovaj sloj ostati stabilan i izbjegći će se upijanje vode. Pijesak mora biti potpuno suh kada se posipa kako bi formirao ovaj sloj.

Treba imati na umu da se nikako ne smiju dodavati drugi elementi poput cementa, morta ili vapna jer to može uzrokovati grešku kod sustava brtvljenja. Također, ne preporučuje se uporaba vapnenačkog pijeska zbog prekomjernog udjela prašine, u kojem slučaju popločana površina može potamniti.

Iako se preporučuje sastavljanje ove podloge samo s pijeskom, u određenim okolnostima može biti preporučljivo dodati neki drugi element koji će pomoći zbijenosti podloge i pojačanju brtvenog kapaciteta. U područjima sa strmim nagibom većim od 9 % i gdje su česte obilne padaline, poželjno je pojačati ovaj sloj pješčane posteljice.

Važnost ovog pješčanog sloja utjecat će na brojne aspekte povezane s popločavanjem, kako u funkcionalnim, tako i u estetskim komponentama. Između ostalih aspekata, ona određuje ujednačenost površine popločavanja, uzdužno i poprečno. Ova pravilnost ima izravan utjecaj na udobnost korisnika.

Također utječe na brzu evakuaciju vode s površine popločavanja, pa stoga, pri popločavanju kamenim pločama, pješčana posteljica ima vrlo važnu ulogu u izvedbi popločavanja.

4. PROCES IZGRADNJE

4.1. Izvidite područje koje treba popločati

Površine popločane kamenim opločnicima općenito je potrebno razgraničiti stabilnom granicom kako bi se spriječilo horizontalno pomicanje. Preporuča se odrediti udaljenosti prema širini proizvoda kako bi se ubrzao rad.



Izvor: web stranica projekta BIMstone

4.2. Razgraničavanje područja užetom i kolcima

Nacrtajte područje konopcem i kolčićima kako biste nacrtali obris, a trokutima napravite prave kutove.



Izvor: web stranica projekta BIMstone

4.3. Kreirajte trokute kako biste napravili prave kutove i zadajte konopcima odgovarajući nagib

Kako bi se spriječilo skupljanje vode pločniku, on bi trebao biti malo iznad okolne površine tla u svim točkama. Prilikom mjerjenja nagiba počnite s onom koja će biti najviša točka.

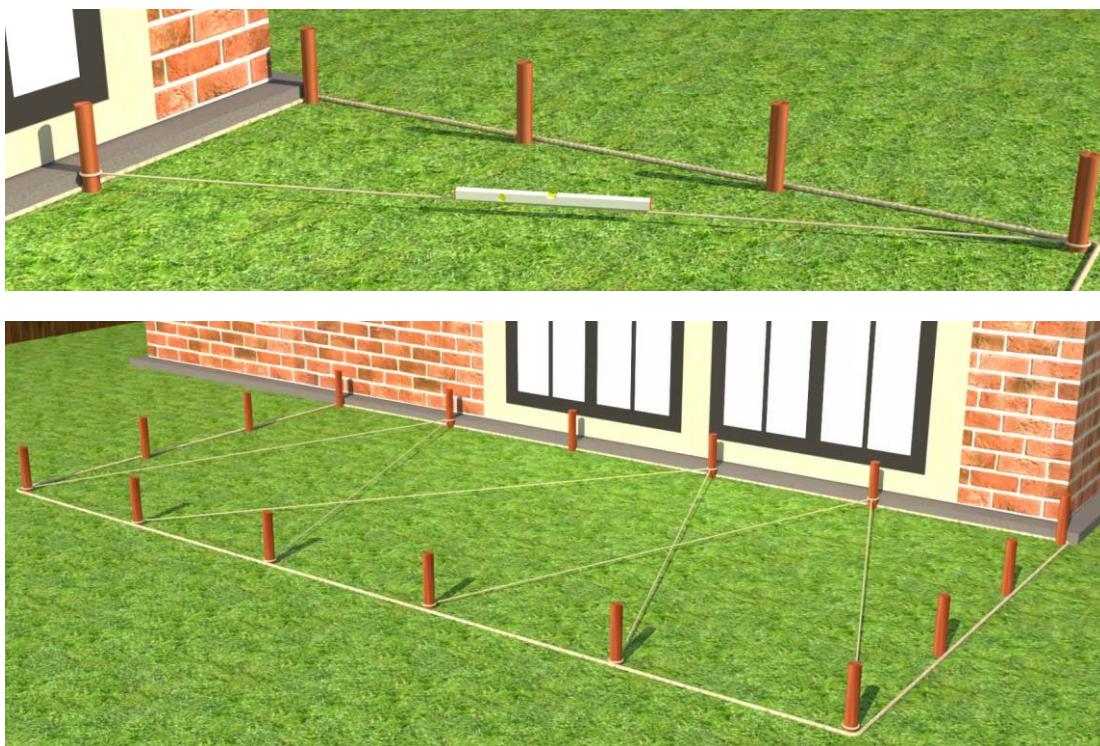
Postavite kolac na najvišu točku i označite ispravnu visinu na mjestu gdje se pločnik susreće s vratima ili konstrukcijom. Na toj visini zavežite uže oko kolca.

Postavljanje kolca na vanjskoj granici područja. To će biti najniža točka. Vezati nivelirajući konopac za uže, a zatim vezati labavi kraj užeta oko kolca postavljenog na vanjskoj granici na visini na kojoj nivelirajući konopac pokazuje da je cijelo uže ravno.

Vežite poprečne konpce duž duljine područja zahvata kako biste označili ispravnu dubinu.



Izvor: web stranica projekta BIMstone



Izvor: web stranica projekta BIMstone

4.4. Iskopajte područje ugradnje na dubinu od 15-30 cm ispod kote

Područje koje treba popločati mora se očistiti, iskopati ili zatrpati do odgovarajuće razine potrebne za postizanje debljine, nagiba i razina koje zahtijeva projekt, osiguravajući da se odstupanja svedu na minimum.

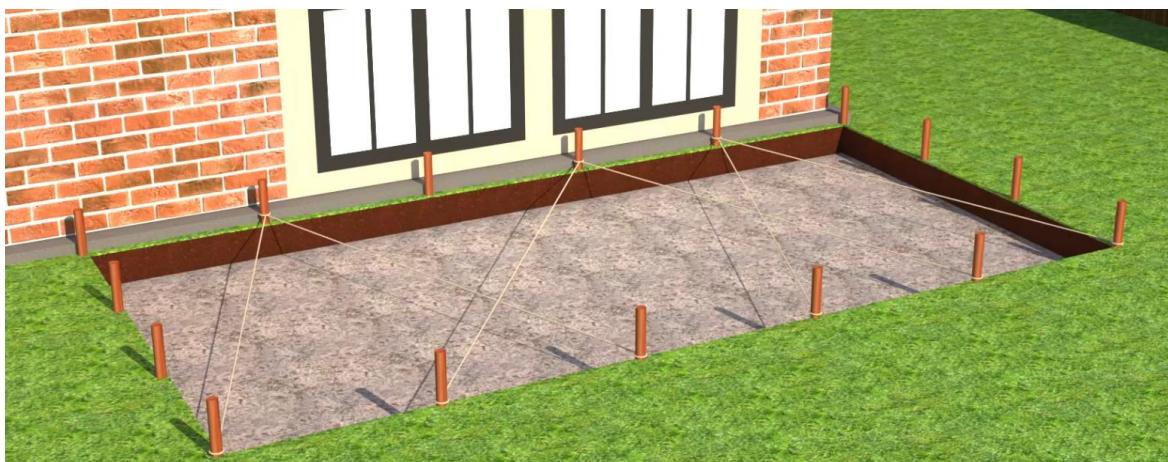
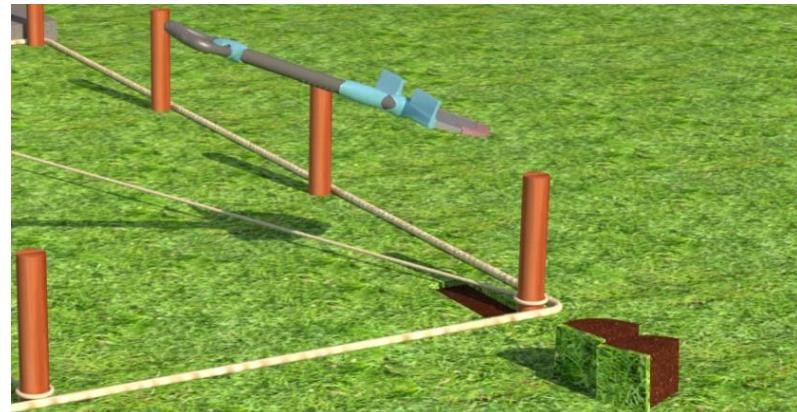
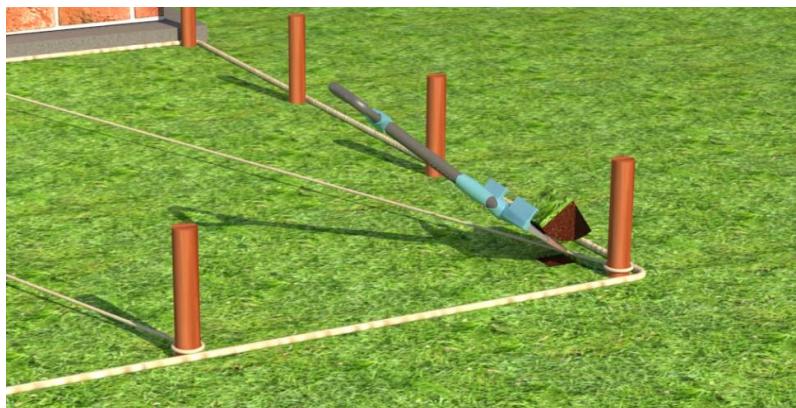
Čvrstoća tla, vodostaj i pripremljena niveličacija površine moraju biti poznati za pravilnu izradu pločnika.

Zbroj dubine podloge, pijeska i debljina opločnika dubina je iskopa koje treba izvršiti na tom području. Svakako iskopajte 15 do 30 cm izvan granica projekta kako biste imali dovoljno prostora za ugradnju rubova zaštite.

Također pokušajte izravnati i zagladiti tlo na kojemu će ići rubne ploče.

Izmjerite dubinu iskopa sa konopca koji se koristi za mjerjenje nagiba, a ne s površine tla.

Nakon što se dosegne potrebna dubina, navlažite tlo.

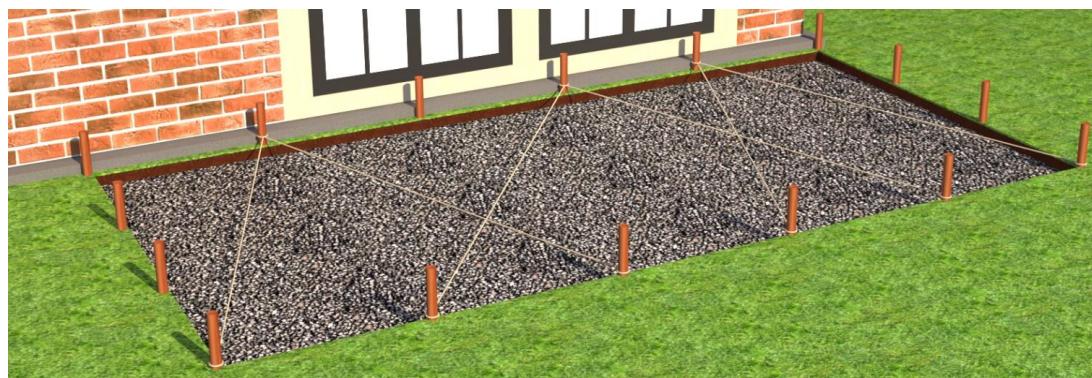
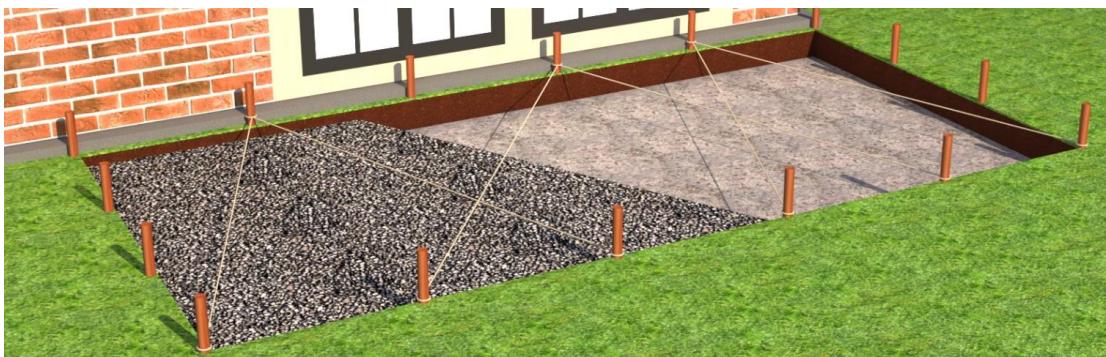


Izvor: web stranica projekta BIMstone

4.5. Rasporedite osnovni sloj (10-15 cm)

Dva najvažnija svojstva koja osnovni materijal moraju imati jesu da ostanu čvrsti pri zbijanju (da služi kao podloga za pločnik) i da imaju odgovarajuću drenažu. Strukturni integritet i slaba odvodnja mogu potpuno uništiti cijeli projekt.

Rasporedite podlogu s najviše 15 cm osnovnog materijala odjednom, po cijelom iskopanom području, koje se zatim zbijja nabijačem.



Izvor: web stranica projekta BIMstone

4.6. Sabijte materijal s metalnim plošnim nabijačom (trebala bi biti slobodna visina od oko 7,5 cm)

Vrlo je važno da je baza dobro zbijena. Ponavljajte postupak sve dok baza nema ispravnu dubinu. Ovo je posljednja prilika za ispravno podešavanje visine gotovog projekta, kao i vrijeme za osiguranje da nema praznina ili rupa.

Osnovni materijal treba postaviti izvan predviđenih granica opločnika, dajući cjelini veću stabilnost.

Nastavite postavljanjem osnovnog materijala i sabijanjem svakih 5 cm dok se ne postigne dubina od oko 7,5 cm od željene konačne visine.



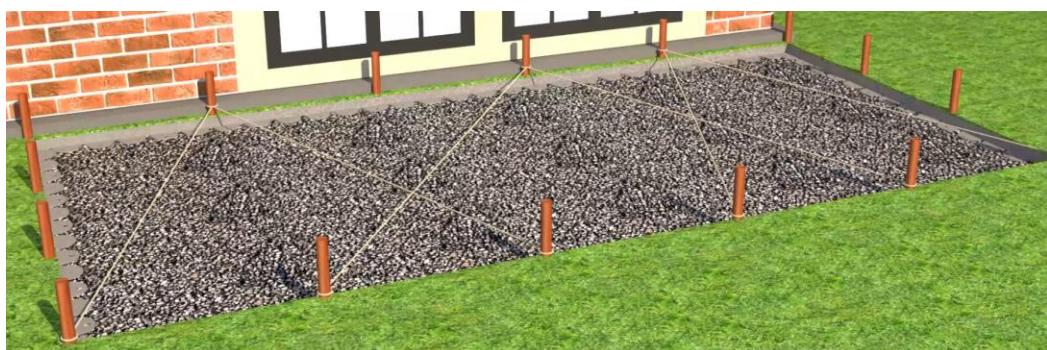
Izvor: web stranica projekta BIMstone

4.7. Ugradite zaštitne rubove kako biste zadržali dizajn projekta

Ugradnja potpornih zidova. Snopovi pomažu u održavanju i produljuju životni vijek dizajna. Položaj ovih rubova, obično plastičnih, aluminijskih ili čeličnih, po obodu projekta, trebao bi biti pričvršćen za tlo kolicima od 30 cm. Ako je dizajn nepravilnog oblika, bit će potrebno obrezati obrube tako da odgovaraju dizajnu rubova.

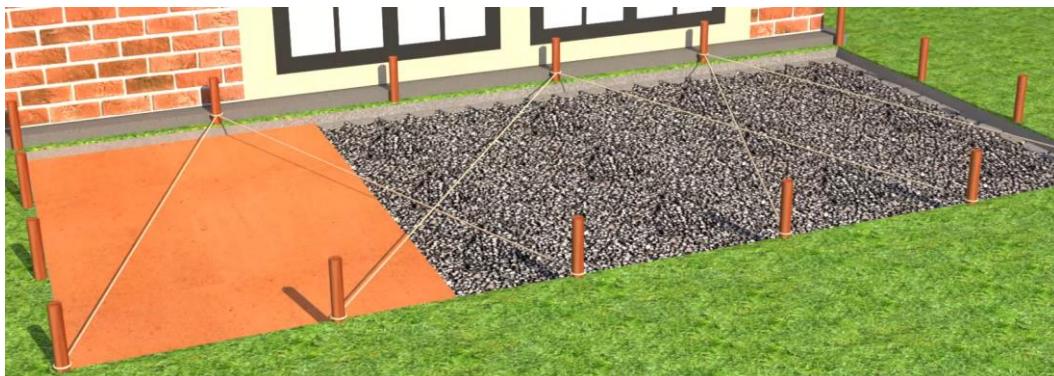


Izvor: web stranica projekta BIMstone

*Izvor: web stranica projekta BIMstone*

4.8. Stavite sloj pjeska od najmanje 2,5 cm

Polaganje sloja pjeska. Pjesak je materijal koji drži opločnike na mjestu. Upotrijebite krupni pjesak, lagano ga posipajući na ujednačenu dubinu od najmanje 2,5 cm, ali ne više od 3,8 cm.

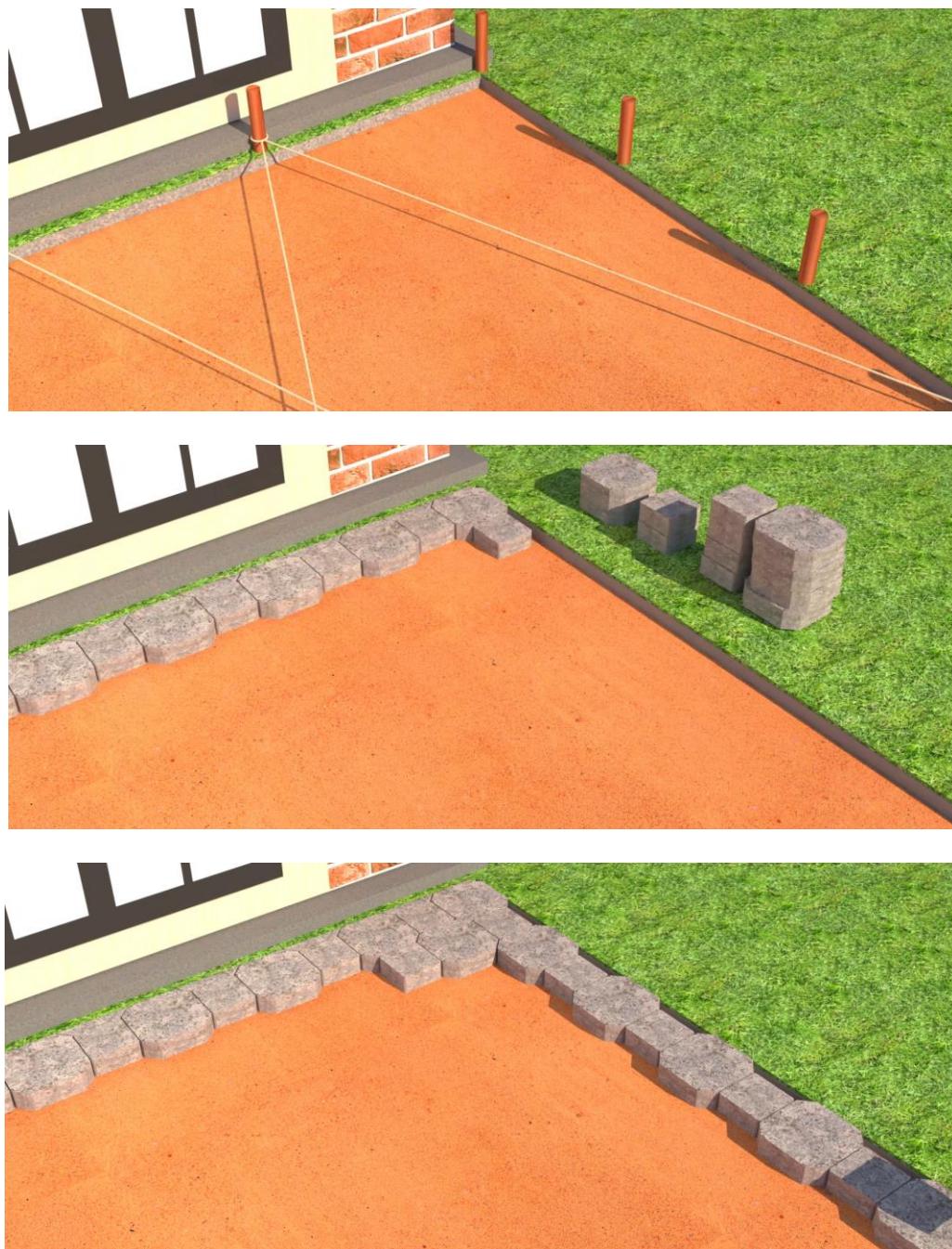


Izvor: web stranica projekta BIMstone

4.9. Položite opločnike prvo na najdužu ravnu stranu i pod pravim kutom

Prvo položite opločnike na dulju ravnu stranu. Prvo položite opločnike na kut s pravim kutom, po mogućnosti onaj koji počiva na drugoj konstrukciji, a zatim nastavite s polaganjem opločnika na najdulju ravnu stranu.

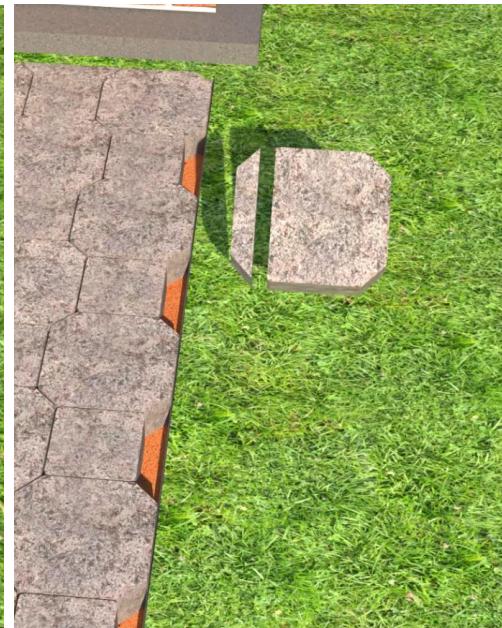
Nastavite raditi na ovaj način, polažući opločnike u ravnim crtama. Položite opločnike postavljajući ih ravno na pjesak, ne naginjući ih na tlo ili nasilno gurnute u pjesak. Svaki opločnik postavlja se odmah uz rub susjednog, držeći ih što bliže jedan uz drugog. Ako postoji veliki prostor između opločnika, bit će potrebno puno više polimernog pjeska da se oni popune. Povremeno provjeravajte jesu li opločnici ravni, pomoću konopca ili libele provjerite ravnost svakog reda opločnika.



Izvor: web stranica projekta BIMstone

4.10. Odrežite opločnike za popločavanje kako bi odgovarali konturi područja za popločavanje

Izrežite opločnike prema vašim potrebama. Neki će se morati rezati kako bi odgovarale kutovima. Ne pokušavajte zakriviti opločnike tako da odgovaraju krajevima. Umjesto toga, položite više opločnika zaredom, a zatim ih odrežite tako da odgovaraju krajevima. Za ravnomjerne i uredne rezove upotrijebite pilu ili cijepač u stilu glijotine.

*Izvor: web stranica projekta BIMstone*



Izvor: web stranica projekta BIMstone

4.11. Nakon što ste položili sve opločnike, pomoću plošnog nabijača utisnite opločnike u pijesak (upotrijebite zaštitni poklopac kako biste izbjegli grebanje opločnika)

Zbijte opločnike u pijesak. Nakon što su svi opločnici postavljeni prema projektu, pomoću plošnog nabijača utisnite opločnike u pijesak. Upotrijebite nabijač najmanje tri puta kako biste bili sigurni da su čvrsto utisnuti u pijesak.

Ako ima prostora između opločnika, dodajte polimerni pijesak na spojeve dok se ne napune do pola. To će spriječiti pomicanje opločnika pri sabijanju ploče. Ako su opločnici pri sabijanju labavi, mogu postati neravnomjerni.



Izvor: web stranica projekta BIMstone

4.12. Dodajte pjesak u razmake između opločnika

U prostore između opločnika stavite pjesak. Spojeve između opločnika napunite krupnim pjeskom kakav smo koristili ili nešto sitnijim pjeskom.



Izvor: web stranica projekta BIMstone

4.13. Pometite metlom tako da svi spojevi budu potpuno prekriveni

Uspite ga u opločnike i metlom gurnite u pukotine dok se praznine potpuno ne popune. Pijesak drži opločnike na mjestu. Uvjerite se da je pijesak suh.

Koristite veliku metlu za veliko područje ili malu metlu za malu površinu. Dodajte u mnogo različitih smjera.



Izvor: web stranica projekta BIMstone

5. SAŽETAK. KORACI KOJE SE NALJEŽE U KONSTRUKTIVNOM POSTUPKU

Građevinski procesi polaganja opločnika na pjesak:

1. IsCRTajte područje koje treba pokriti novim popločavanjem.
2. Razgraničavanje područja užetom i kolicima.
3. Napravite trokute kako biste napravili uredne kutove i dajte žicama odgovarajući nagib.
4. Iskopite područje ugradnje na visinu od 15-30 cm ispod nagiba.
5. Razmažite osnovni sloj (10-15 cm).
6. Kompaktirajte sa kompaktorom za metalne ploče (slobodna visina bi trebala biti oko 7,5 cm).
7. Instalirajte rubove zaštite kako biste zadržali dizajn projekta.
8. Stavite sloj pjeska od najmanje 2,5 cm.
9. Položite opločnike prvo na najdužu ravnu stranu i pod pravim kutom.
10. Obrežite blokove za popločavanje tako da odgovaraju konturi područja za popločavanje.
11. Nakon što ste položili sve opločnike, pomoću nabijača ploča utisnite tlakovce u pjesak (upotrijebite zaštitni poklopac kako biste izbjegli grebanje opločnika).
12. Dodajte pjesak u razmake između opločnika.
13. Pometite metlom tako da svi spojevi budu potpuno prekriveni.

6. LITERATURA

1. Web stranica projekta BIMstone. www.bimstoneproject.eu/bimstone-products
2. Pločice i ploče od prirodnog kamena. EUROROC - Europska i međunarodna federacija industrije prirodnog kamena. IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.
3. Polaganje kamena za popločavanje. <https://es.wikihow.com/poner-adoquines>
4. Video "09. Pločnici na pjesku" projekta BIMstone.
<https://www.youtube.com/channel/UCwXerYIfmtNzy7Zxn0DaHfw>