

IZVJEŠĆE 1.2.8

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

POSTUPAK IZGRADNJE FASADE VELIKOG FORMATA OD PRIRODNOG KAMENA



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



COAMU



COLEGIO OFICIAL DE
ARQUITECTOS
REGIÓN DE MURCIA



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 O OKOLIŠU.....	4
3. RAZMATRANJA O KONSTRUKCIJI	6
4. POSTUPAK IZRADE	7
4.1 Postavljanje vodilica	7
4.2 Tlocrt prvog reda kamenih tesana od prirodnog kamena	8
4.3 Podizanje užeta za vođenje za polaganje uzastopnih redova kamenih ploča	14
4.4 Polaganje preostalih slojeva zidova od brušenog kamena.....	14
4.5 Polaganje posljednjeg reda za izvedbu krova	17
5. SAŽETAK: KORACI KOJIH SE TREBA PRIDRŽAVATI U POSTUPKU IZRADE.....	19
6. LITERATURA	19

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 prihvativi. 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 prihvativijih metoda.

Od svih građevinskih elemenata od prirodnog kamena odabranih u ovom projektu, ovo izvješće usredotočuje se na izgradnju fasade od prirodnog kamena velikog formata, detaljno opisuje neke njihove karakteristike, kako konstruktivne tako i ekološke, te proces izgradnje koji treba slijediti kako bi se postići optimalan rezultat.

2. RAZMATRANJA O OKOLIŠU

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

EPD "**Jura Fasadne ploče i zidne obloge od vapnenca (Fassaden- und Wandplatten aus Jura Kalkstein)**" uključuju proizvode od prirodnog kamena čija je glavna funkcija ukrasna upotreba za pokrivanje unutarnjih i vanjskih površina, kao što su podovi, zidovi, fasade, stepenice itd., a provjereno je i objavljeno na <https://ibu-epd.com>.

EPD ploča od vapnenca provedena je prema LCA metodologiji s kvantificiranim informacijama o okolišu tijekom cijelog životnog ciklusa. To jest, 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)															BENEFITS AND LOADS BEYOND THE SYSTEM BOUNDARIES	
PRODUCT STAGE				CONSTRUCTION PROCESS STAGE		USE STAGE					END OF LIFE STAGE					
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 razvijen je i verificiran u skladu sa standardima EN 15804 i EN ISO 14025 te Pravilima o kategoriji proizvoda (PCR) za mramorne i vapnenačke ploče koje se koriste u građevinarstvu.

Funkcionalna jedinica EPD definirana je kao 1 tona mase prirodnog kamena (odgovara 12,82 m², debljine 30 mm). Opseg studije definiran je od kolijevke do vrata, pokrivajući samo proizvodni modul (vađenje i priprema sirovina, obrada ploča od prirodnog kamena i transport između ovih faza).

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


**Factors for calculating results for different
thicknesses:**

Parameter	1 t (corresponds to 19,23 m ² of 20 mm thickness)	1 t (corresponds to 12,82 m ² of 30 mm thickness)	1 t (corresponds to 9,62 m ² of 40 mm thickness)
GWP	1,29	1,00	0,85
ODP	1,37	1,00	0,81
AP	1,18	1,00	0,90
EP	1,19	1,00	0,90
POCP	1,27	1,00	0,86
ADPE	1,41	1,00	0,78
ADPF	1,31	1,00	0,85
PERT	1,36	1,00	0,79
PENRT	1,31	1,00	0,84

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

Rezultati LCA - Utjecaj na okoliš su:

RESULTS OF THE LCA - ENVIRONMENTAL IMPACT: 1 t Jura Limestone façade panels and wall cladding (corresponds to 12.82 m², 30 mm thick)

Parameter	Unit	A1-A3	A4	B2	C4
Global warming potential	[kg CO ₂ -Eq.]	59.90	4.73	0.04	16.14
Depletion potential of the stratospheric ozone layer	[kg CFC11-Eq.]	6.33E-11	6.00E-13	2.21E-9	1.52E-11
Acidification potential of land and water	[kg SO ₂ -Eq.]	1.80E-1	1.96E-2	9.75E-5	9.54E-2
Eutrophication potential	[kg (PO ₄) ³⁻ -Eq.]	2.72E-2	4.84E-3	6.26E-5	1.30E-2
Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants	[kg ethene-Eq.]	1.25E-2	-7.24E-3	2.47E-5	7.51E-3
Abiotic depletion potential for non-fossil resources	[kg Sb-Eq.]	8.61E-5	4.92E-7	-6.13E-9	5.79E-6
Abiotic depletion potential for fossil resources	[MJ]	842.44	64.26	0.59	208.74

RESULTS OF THE LCA - RESOURCE USE: 1 t Jura Limestone façade panels and wall cladding (corresponds to 12.82 m², 30 mm thick)

Parameter	Unit	A1-A3	A4	B2	C4
Renewable primary energy as energy carrier	[MJ]	1188.26	4.25	0.15	25.24
Renewable primary energy resources as material utilization	[MJ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Total use of renewable primary energy resources	[MJ]	1188.26	4.25	0.15	25.24
Non-renewable primary energy as energy carrier	[MJ]	850.92	64.45	0.61	216.11
Non-renewable primary energy as material utilization	[MJ]	14.29	0.00	0.00	0.00
Total use of non-renewable primary energy resources	[MJ]	865.22	64.45	0.61	216.11
Use of secondary material	[kg]	0.00	0.00	0.00	0.00
Use of renewable secondary fuels	[MJ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Use of non-renewable secondary fuels	[MJ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Use of net fresh water	[m ³]	2.02	0.00	0.01	0.04

RESULTS OF THE LCA – OUTPUT FLOWS AND WASTE CATEGORIES:
1 t Jura Limestone façade panels and wall cladding (corresponds to 12.82 m², 30 mm thick)

Parameter	Unit	A1-A3	A4	B2	C4
Hazardous waste disposed	[kg]	1.32E-5	4.06E-6	1.12E-5	3.42E-6
Non-hazardous waste disposed	[kg]	1.35E+3	4.70E-3	8.28E-3	1.00E+3
Radioactive waste disposed	[kg]	9.03E-3	7.40E-5	5.89E-6	2.92E-3
Components for re-use	[kg]	0.00	0.00	0.00	0.00
Materials for recycling	[kg]	0.00	0.00	0.00	0.00
Materials for energy recovery	[kg]	0.00	0.00	0.00	0.00
Exported electrical energy	[MJ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Exported thermal energy	[MJ]	0.00	0.00	0.00	0.00

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

3. RAZMATRANJA O KONSTRUKCIJI

Zidanje je naziv za tradicionalni sustav gradnje koji se sastoji od podizanja zidova i obloga, različitih namjena, postavljanjem elemenata izrađenih, u ovom slučaju, od prirodnog kamenja.

Prirodni kamen ističe se raznolikošću boja, završnih obrada, tekstura, formata, kao i svojom originalnošću, velikom otpornošću i dugotrajnošću. Što se tiče energetske učinkovitosti, ističu se po toplinskoj otpornosti i održavanju unutarnje temperature, što znači značajnu uštedu energije.

Ovaj sustav omogućuje smanjenje rasipanja korištenih materijala i stvara nosive fasade; pogodan je za konstrukcije velikih visina. Većina konstrukcija je strukturalna.

Raspored i međusobno spajanje materijala koji se koriste u zidovima naziva se rigging. Danas se za spajanje dijelova uglavnom koristi žbuka od cementa i pijeska s dodatkom odgovarajuće količine vode.

Uvjeti izloženosti na fasadama, temeljima itd., gdje voda može biti prisutna na barem jednoj strani zida, bilo da je zid nosiv ili ne, zahtijevaju nisku propusnost i upijajuće jedinice kako bi se spriječilo prodiranje vode kroz zid.

Naravno, ta se pojava uvelike smanjuje kada se zid dodatno zaštititi žbukama, bojama, vodooodbojnim sredstvima itd.

Sa stajališta čvrstoće, to nije kritičan faktor, sve dok je otporan na vremenske uvjete i stabilan tijekom vremena.

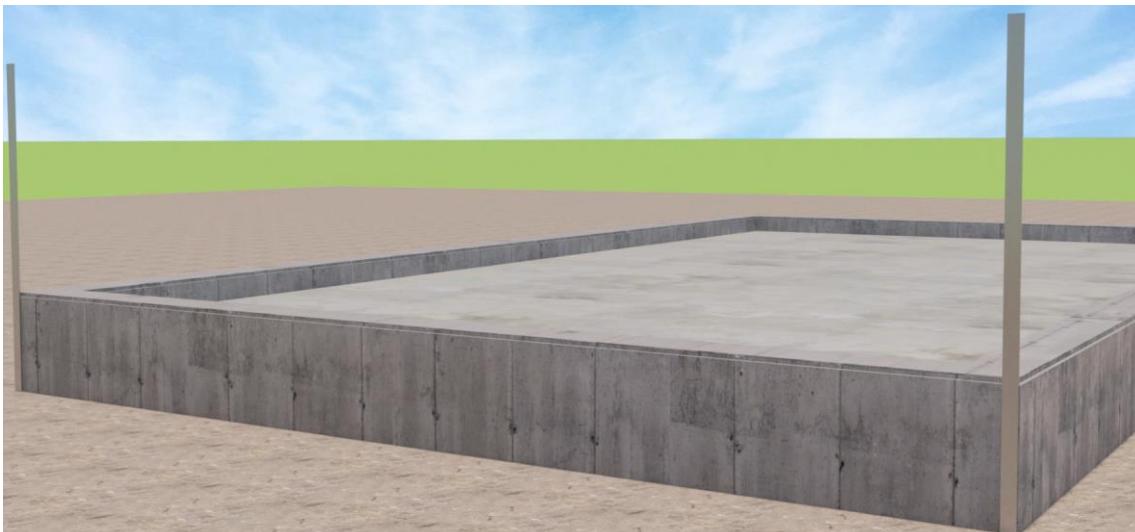
Prilikom odabira sorte kamena za određeni projekt potrebno je poznavati njegov projekt, potrebno je poznavati njegove karakteristike dobivene laboratorijskim ispitivanjima.

Prirodni kamen koji se koristi za fasade mora biti podvrgnut dimenziji, otpornosti, upijanju, osjetljivosti na promjene zbog toplinskih ciklusa, mraza, udara, kristalizacije soli i kontrola reakcija.

4. POSTUPAK IZRADE

4.1 Postavljanje vodilica

Na već postavljenu temeljnu površinu postavljaju se četiri vodilice na uglovima svakog zida koji se gradi.



Izvor: Web stranica projekta BIMstone.

Nakon što su letve za navođenje postavljene na krajevima svakog zida, postavlja se ravno uže za vođenje kako bi se označila granica dubine na kojoj treba postaviti prvi red kamenih ploča..

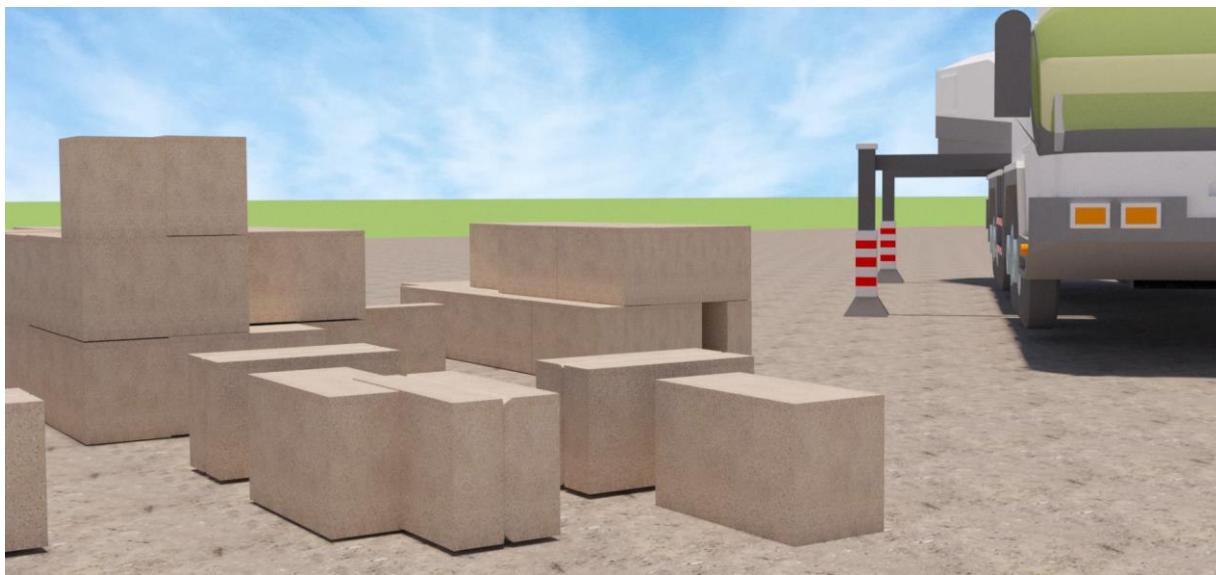


Izvor: Web stranica projekta BIMstone.

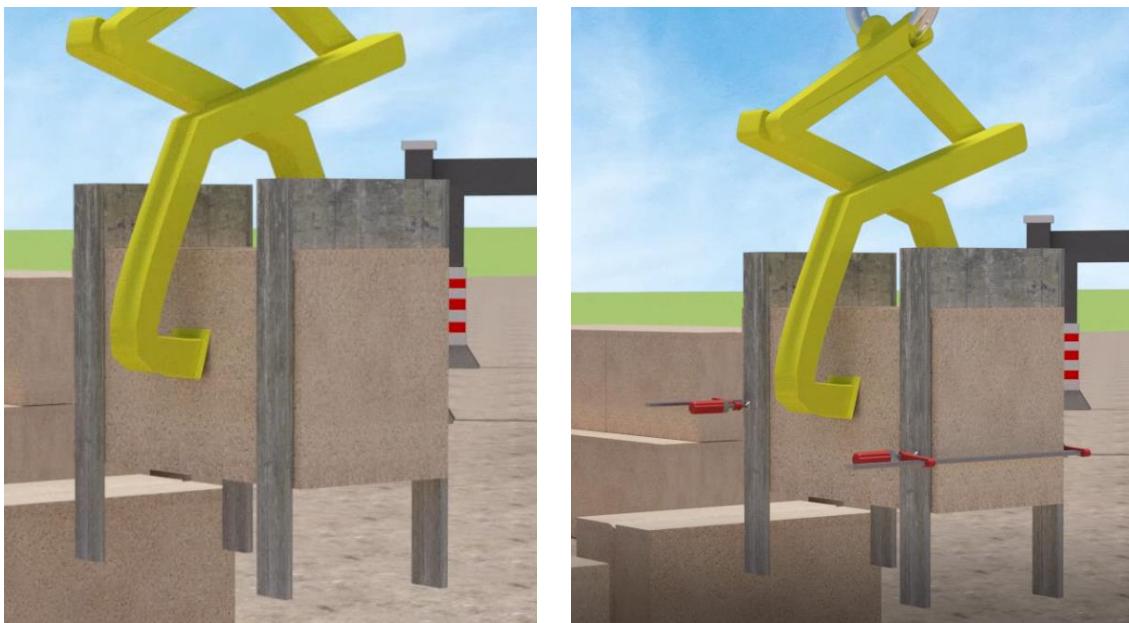
4.2 Tlocrt prvog reda kamenih tesana od prirodnog kamena

S odgovarajućim strojevima, blokovi prirodnog kamena se pomiču i postavljaju na licu mesta.

Uređaji za sidrenje, strojevi i oprema koji se koriste u tu svrhu moraju biti u skladu s utvrđenim propisima kako bi se osigurao ispravan prijenos u skladu sa sigurnosnim zahtjevima.

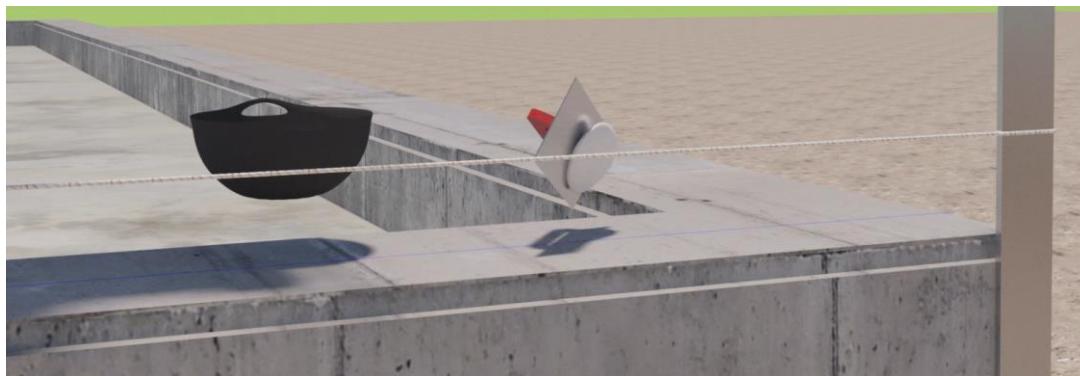


Izvor: Web stranica projekta BIMstone.



Izvor: Web stranica projekta BIMstone.

Prvi kameni kamen od prirodnog kamena koji se postavlja je kut. Da biste to učinili, sloj ljepljive žbuke nanosi se na površinu za polaganje uz pomoć lopatice.

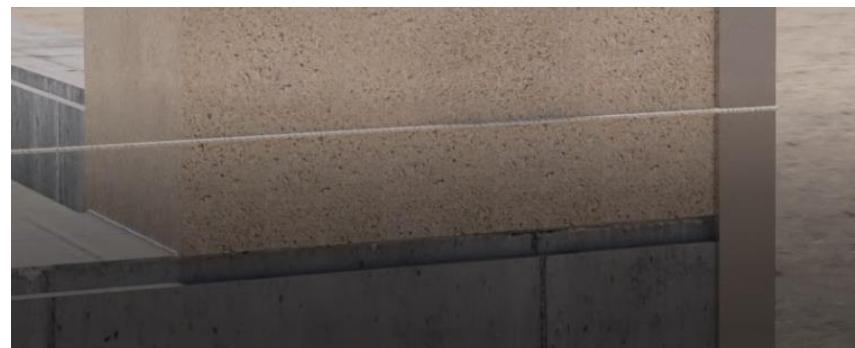


Izvor: Web stranica projekta BIMstone.



Izvor: Web stranica projekta BIMstone.

Višak materijala se uklanja uz pomoć lopatice.



Izvor: Web stranica projekta BIMstone.

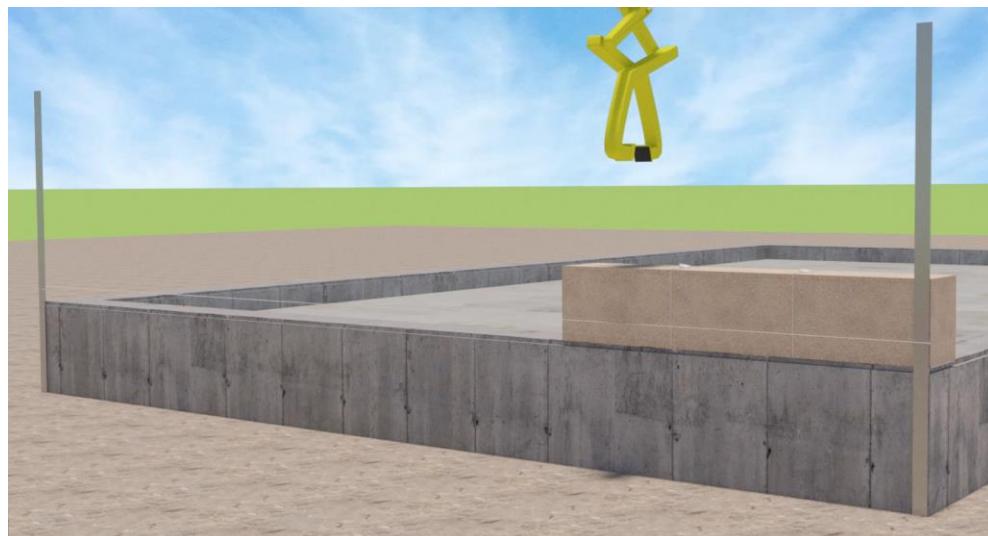
Po istom postupku završeno je polaganje svih kamenih kamenih kamaena prvog reda.

Mora se uzeti u obzir da se za postavljanje dva uzastopna komada mora nanijeti sloj ljepljivog morta na stranu kamenog kamaena koji se postavlja, s ciljem da se pričvrsti na uzastopni.



Izvor: Web stranica projekta BIMstone.

Isto tako, spojevi između kamenih ploča će biti zapečaćeni mortom.



Izvor: Web stranica projekta BIMstone.

4.3 Podizanje užeta za vođenje za polaganje uzastopnih redova kamenih ploča

Nakon što je postavljen prvi red tesana, postavljaju se drugi i uzastopni redovi. Da biste to učinili, potrebno je podići uže za navođenje na visinu željene linije, kako bi se ponovno označila dubina.

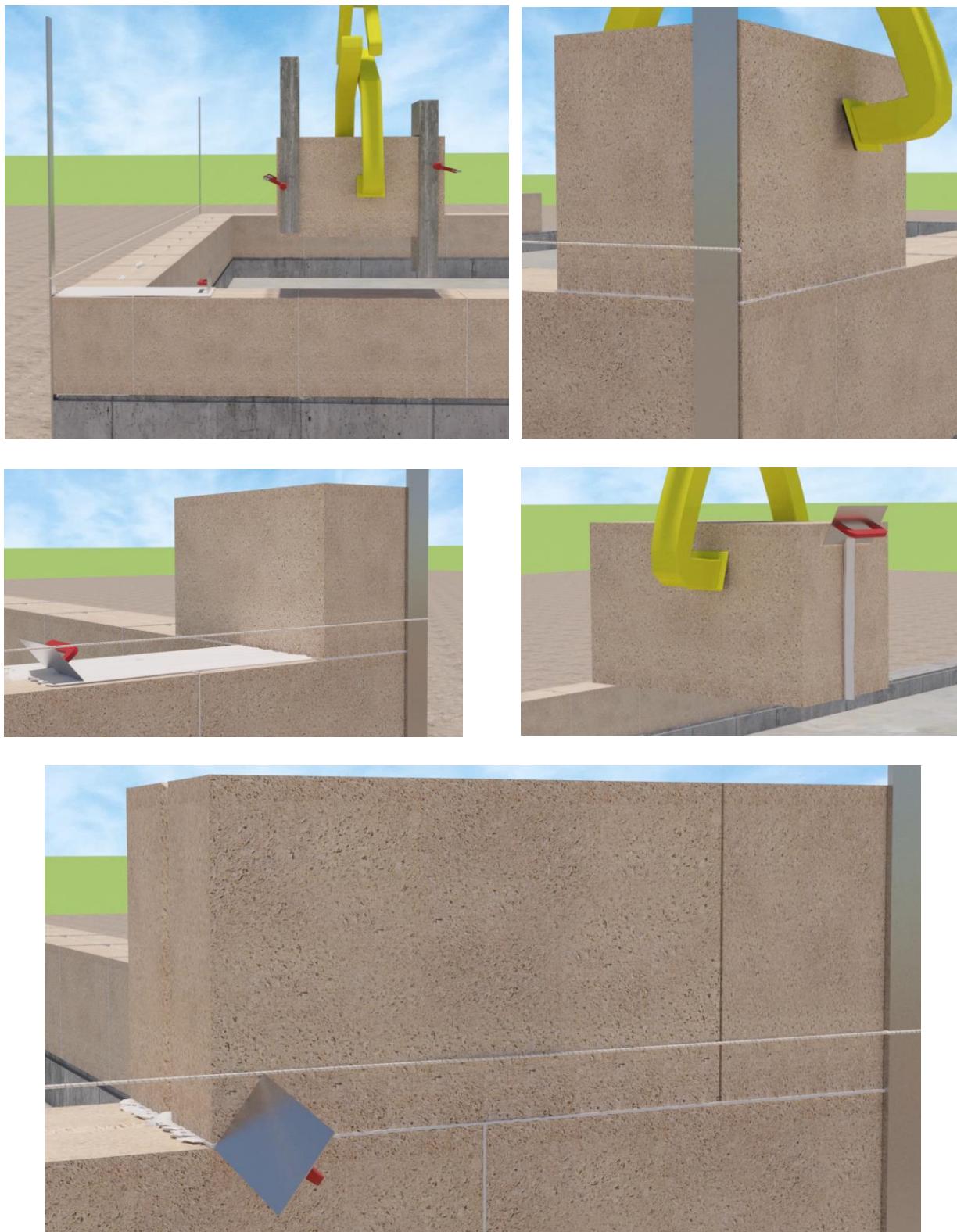


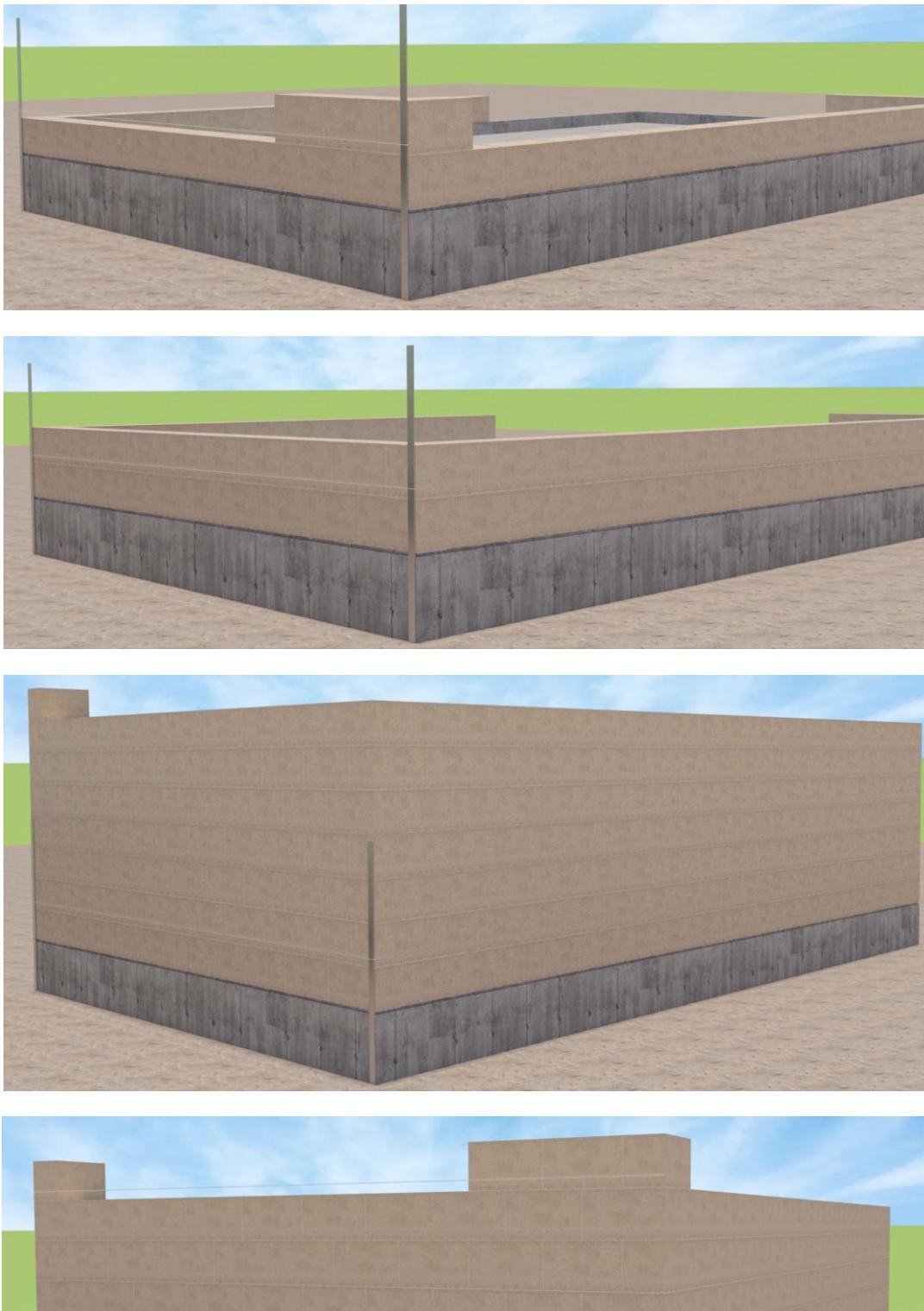
Izvor: Web stranica projekta BIMstone.

4.4 Polaganje preostalih slojeva zidova od brušenog kamena

Kao i kod prvog reda, postavljaju se i ostali redovi kamenih tesana od prirodnog kamena, uvijek počevši od kutnih dijelova.

Nanošenje ljepljivog morta jamči pričvršćivanje kamenih ploča. Na istoj liniji kao i prvi red, višak ljeplila se mora ukloniti uz pomoć lopatice.

*Izvor: Web stranica projekta BIMstone.*



Izvor: Web stranica projekta BIMstone.

*Izvor: Web stranica projekta BIMstone.*

4.5 Polaganje posljednjeg reda za izvedbu krova

Da bi se dovršila izgradnja fasade, po istom postupku se dovršava zadnji red fasadnog zida, da bi se naknadno izgradio krov.

*Izvor: Web stranica projekta BIMstone.*

*Izvor: Web stranica projekta BIMstone.*

5. SAŽETAK: KORACI KOJIH SE TREBA PRIDRŽAVATI U POSTUPKU IZRADE

U nastavku su sažeti građevinski procesi izgradnje fasade od kamenog kamena velikog formata:

1. Postavljanje vodilica.
2. Izgled prvog reda kamenih kamenih kamenih.
3. Podizanje užeta za vođenje za polaganje uzastopnih redova kamenih ploča.
4. Polaganje preostalih slojeva zidova od brušenog kamena.
5. Polaganje posljednjeg reda za izvedbu krova.

6. LITERATURA

1. Web stranica projekta BIMstone. www.bimstoneproject.eu/bimstone-products
2. *Jura Limestone façade panels and wall cladding. Franken-Schotter GmbH & Co. KG. Environmental Product Declaration. IBU – Institut Bauen und Umwelt e.V.* <https://epd-online.com/EmbeddedEpdList/Download/10098>
3. Video “08. Large-format ashlar façade” projekta BIMstone. <https://youtu.be/3vK9A8fvBAI>