

Mogućnosti iskorištenja kamenog ostatka za proizvodnju umjetnog (artificial) kamena

Karamarko, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:774258>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-08**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Preddiplomski studij rudarstva

**MOGUĆNOSTI ISKORIŠTENJA KAMENOG OSTATKA ZA PROIZVODNJU
UMJETNOG (*ARTIFICIAL*) KAMENA**

Završni rad

Mario Karamarko

R-4201

Zagreb, 2021.

MOGUĆNOSTI ISKORIŠTENJA KAMENOG OSTATKA ZA PROIZVODNJU UMJETNOG (*ARTIFICIAL*)
KAMENA

Mario Karamarko

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

U završnom radu bit će opisane mogućnosti iskorištenja kamenog ostatka iz ležišta arhitektonsko-gradevnog kamena za proizvodnju umjetnog kamena, kao i utjecaj koeficijenta iskorištenja na profitabilnost eksploatacije. Bit će opisan postupak proizvodnje umjetnog kamena i proizvodnja u postrojenjima kompanije Breton

Ključne riječi: koeficijent iskorištenja, arhitektonsko-gradevni kamen, umjetni kamen, Breton

Završni rad sadrži: 22 stranice, 3 tablica, 9 slika.

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentori: Dr. sc. Ivo Galić, izv. prof. RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Ivo Galić, izv. prof. RGNF
Dr. sc. Trpimir Kujundžić, redoviti profesor RGNF
Dr. sc. Tomislav Korman, docent RGNF

I. SADRŽAJ

1. UVOD.....	6
2. DEFINIRANJE OSNOVNIH POJMOVA.....	8
2.1 Utjecaj koeficijenta iskorištenja na isplativost eksploatacije	9
3. MOGUĆNOSTI ISKORIŠTENJA KAMENOG OSTATKA.....	11
3.1. Mogućnosti iskorištenja kamenog ostatka u hrvatskoj.....	11
4. TEHNOLOŠKI POSTUPAK DOBIVANJA UMJETNOG KAMENA	13
4.1. Bretonstone	16
5. PREDNOSTI UMJETNOG KAMENA	19
5.1. Fizičko- mehaničke značajke.....	19
5.2. Utjecaj na okoliš	20
6. ZAKLJUČAK.....	21
7. LITERATURA	22

II. POPIS SLIKA

Slika 2-1. Ovisnost poslovanja o koeficijentu iskorištenja (Galić i dr., 2011.).....	10
Slika 2-2. Ovisnost vijeka eksploatacije o koeficijentu iskorištenja (Vidić, 2012).....	10
Slika 4-1. Silosi iz kojih se suhe frakcije dodaju u miješalicu (Dunda i Kujundžić, 2003)....	14
Slika 4-2. Epicikloidalna miješalica (Dunda i Kujundžić 2003).....	14
Slika 4-3. Kalupi za formiranje blokova (Dunda i Kujundžić, 2003.)	15
Slika 4-4. Breton blokovi dimenzija 308x125x88 (Bretonstone 2020).....	16
Slika 4-5. Vibro kompresijska vakuum komora i kalupi (Bretonstone 2020).....	17
Slika 4-6. Breton ploče (Bretonstone, 2020)	18
Slika 4-7. Umjetni kamen kompanije Compac.....	18

III. POPIS TABLICA

Tablica 2-1. Izlazni parametri testnog modela (Galić i dr., 2011).....	9
Tablica 3-1. Usporedba eksploatacijskih rezervi i proizvodnje arhitektonsko- građevnog kamena u RH za 2005. godinu (Krašić i Vidić 2007.)	11
Tablica 5-1. Usporedba umjetnog kamena s mramorom i granitom (Caesarstoneus, 2020).....	19

1.UVOD

Arhitektonsko-građevni kamen predstavlja jednu od najvrjednijih mineralnih sirovina na području Republike Hrvatske. Eksploatacija arhitektonskog kamena potiče i podržava rad drugih proizvodnih i gospodarskih grana (graditeljstvo, prerađivačka industrija). Cijene 1 m³ arhitektonsko-građevnog kamena I. klase kreću se u rasponu od 4000 do 9000 kuna te ima višestruko veću vrijednost od drugih vrsta nemetalnih mineralnih sirovina (Vidić, 2012).

Iz stručne literature i prakse poznato je da je za određenu količinu komercijalnih blokova arhitektonsko-građevnog kamena potrebno eksploatirati znatno veći obujam stijenske mase u sraslom stanju (Dunda i Kujundžić, 2003). Da bismo stekli bolji dojam, kao primjer navodimo da je za 1 m³ arhitektonsko-građevnog kamena potrebno zahvatiti približno 5 m³ stijenske mase u sraslom stanju, što predstavlja iskorištenje od svega 20% ukupnog obujma stijenske mase.

Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena ima negativnih utjecaja na prostor i okoliš. Zbog toga i problematike oko ishođenja potrebnih odobrenja i dozvola za nova ležišta, potrebno je maksimalno iskoristiti i ostvariti najveću isplativost na postojećim ležištima arhitektonsko-građevnog kamena i maksimalno iskoristiti kameni ostatak koji se javlja pri eksploataciji. Isplativost ležišta arhitektonsko građevnog kamena na ležištu izravno je ovisna o koeficijentu iskorištenja toga ležišta, zbog toga prioritetni zadatak pri eksploataciji arhitektonsko-građevnog kamena mora biti poboljšanje koeficijenta. Iznos koeficijenta iskorištenja ima presudan utjecaj na ekonomičnost i rentabilnost gospodarskog subjekta koji obavlja eksploataciju. Vrijednosti su različite za svako ležište, a u Republici Hrvatskoj kreću se u intervalu od 0,14 do 0,20, a iznimno i više (Vidić, 2012).

Jedan od najvećih problema koji se javljaju pri eksploataciji arhitektonsko-građevnog kamena velika je količina kamenog ostatka, čija namjena može biti različita. Naj nepoželjnija varijanta jest da se kameni ostatak ne može prodati, u tom slučaju postaje direktan trošak te gospodarski subjekt koji vrši eksploataciju snosi dodatne troškove (usitnjavanje, utovar, transport i odlaganje) i mora osigurati prostor na kojem će biti odložen. Druga je opcija da se preradi i oplemeni u tehničko-građevni kamen, a treća i najpoželjnija opcija jest da se nekomercijalni

komadi stijena okrupnjavaju u komercijalne blokove. Još jedna dodatna opcija je korištenje kamenog ostatka za proizvodnju umjetnog kamena.

Osim naziva umjetni kamen, u hrvatskom se koristi još i naziv polimramor, dok je u engleskom jeziku poznatiji kao „*Artificial stone*“ ili „*Engineered stone*“. U Europskim normama za ispitivanje umjetnog kamena primjenjuje se naziv „*Agglomerated stone*“.

U sklopu ove teme, prvenstveno je prikazana mogućnost iskorištenja kamenog ostatka koji se javlja pri eksploataciji arhitektonskog građevnog kamena za proizvodnju umjetnog kamena u svrhu poboljšanja iskorištenja te dodatnog profita za gospodarske subjekte koji obavljaju eksploataciju.

2. DEFINIRANJE OSNOVNIH POJMOVA

Vrijednosti kojima se najčešće definira iskorištenje ležišta arhitektonsko građevnog kamena jesu: koeficijent iskorištenja, popravni koeficijent i eksploatacijski gubitci.

Koeficijent iskorištenja (k_i) odnos je ukupnog obujma komercijalnih blokova i ukupnog obujma stijenske mase koju je potrebno odrezati da bi se otkopali i formirali komercijalni blokovi. Koeficijent iskorištenja dobiva se računskim putem iz izraza (Galić i dr., 2011.)

$$k_i = \frac{Q_b}{Q_u} \quad [1]$$

gdje su:

Q_b - obujam komercijalnih blokova

Q_u - ukupni obujam odrezane stijenske mase

Popravni koeficijent (k_p) gubitak je stijenske mase nastao kroz površinsku jalovinu, stijensku masu u razdrobljenim zonama, te nekomercijalnim komadima kamena. Njime se iskazuje gubitak stijenske mase nastao zbog uvjeta koji vladaju u ležištu (Galić i dr. 2011.). Za ležišta arhitektonsko-građevnog kamena u Republici Hrvatskoj iznos popravnog koeficijenta kreće se u intervalu od 0,18 do 0,22, u iznimnim slučajevima do 0,54 (ležište „Kanfanar“).

Eksploatacijski gubitak (E_g) gubitak je stijenske mase nastao razaranjem stijenske mase reznim alatima kao što su dijamantna žična pila, lančana sjekačica i dr. Iznos se može egzaktno izračunati. Nije ovisan o geološkim uvjetima u ležištu kao popravni koeficijent, već ovisi o debljini reznih elemenata lančane sjekačice odnosno dijamantne žične pile te najčešće iznosi do 10% (Vidić, 2012).

2.1 Utjecaj koeficijenta iskorištenja na isplativost eksploatacije

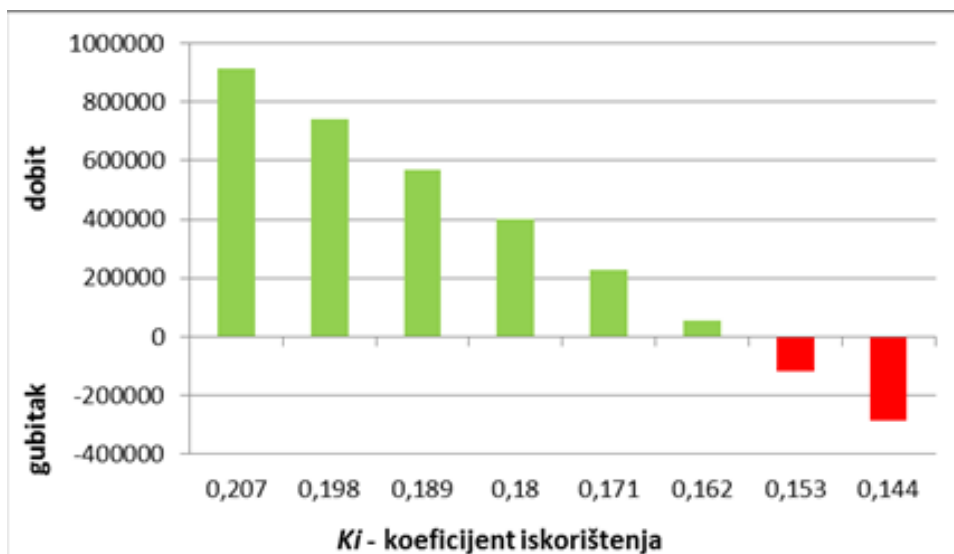
Iskorištenje blokovske mase kod ležišta arhitektonsko-građevnog kamena karbonatnog sastava kreću se od 5 do 40 posto. Preostali su dio gubici nastali unutar stijenske mase, prema tome otkopni gubici eksploataibilne stijenske mase u ležištima kamena karbonatnog sastava kreću se od 60 do čak 95 % (Dunda i Kujundžić, 2003).

Iznos koeficijenta iskorištenja na ležištu ima presudan utjecaj na ekonomičnost i isplativost investicija. U radu autora Galić i dr. (2011) provedena je analiza ekonomske osjetljivosti kada se koeficijent iskorištenja kreće u granicama od 0,14 do 0,20.

Iz analize možemo uočiti kada koeficijent iskorištenja $k_i = 0,171$ poraste na $k_i = 0,180$, što znači povećanje od 0,09%, dobit gospodarskog subjekta povećava se sa 227.264,25 na 398.864,32 kn. Također iz podatka dobivenih analizom i prikazanih u tablici 2-1. možemo uočiti da će pri koeficijentu iskorištenja $k_i = 0,153$ poslovati u gubitku od 115.935,88 kn, a ako koeficijent povećamo $k_i = 0,162$ poslovat će se s dobiti od 55.664,19 kn. Takva ovisnost poslovanja o iznosu koeficijenta iskorištenja prikazana je na slici 2-1.

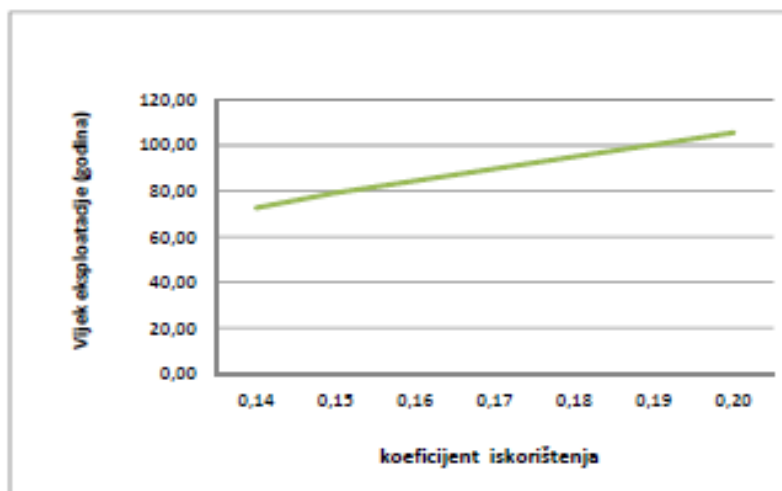
Tablica 2-1. Izlazni parametri testnog modela (Galić i dr., 2011)

Ukupni obujam-brutto (m ³)	Eksplo. gubitak - E _g (%)	Popravni koeficijent - k _p	Koeficijent iskorištenja - k _i	Obujam dobivenih blokova-netto (m ³)	Ukupni trošak za brutto odrezani obujam (kn)	Tošak dobivanja 1 m ³ neto bloka (kn)	Cijena 1 m ³ bloka (kn)	Ukupni prihod-UP (kn)	Dobit-Gubitak (kn)	Ekonomičnost E
8.666,67	10,00	0,23	0,207	1.794,00	3.033.137,00	1.690,71	2.200,00	3.946.801,52	913.664,52	1,30
8.666,67	10,00	0,22	0,198	1.716,00	3.033.137,00	1.767,56	2.200,00	3.775.201,45	742.064,45	1,24
8.666,67	10,00	0,21	0,189	1.638,00	3.033.137,00	1.851,73	2.200,00	3.603.601,39	570.464,39	1,19
8.666,67	10,00	0,20	0,180	1.560,00	3.033.137,00	1.944,32	2.200,00	3.432.001,32	398.864,32	1,13
8.666,67	10,00	0,19	0,171	1.482,00	3.033.137,00	2.046,65	2.200,00	3.260.401,25	227.264,25	1,07
8.666,67	10,00	0,18	0,162	1.404,00	3.033.137,00	2.160,35	2.200,00	3.088.801,19	55.664,19	1,02
8.666,67	10,00	0,17	0,153	1.326,00	3.033.137,00	2.287,43	2.200,00	2.917.201,12	-115.935,88	0,96
8.666,67	10,00	0,16	0,144	1.248,00	3.033.137,00	2.430,40	2.200,00	2.745.601,06	-287.535,94	0,91



Slika 2-1. Ovisnost poslovanja o koeficijentu iskorištenja (Galić i dr., 2011.)

Osim na dobit, koeficijent iskorištenja utječe i na vijek trajanja. Uz koeficijentu iskorištenja $k_i = 0,14$, pri godišnjoj eksploataciji od $633,87 \text{ m}^2$ komercijalna bloka arhitektonsko-građevnog kamena, vijek eksploatacije na površinskom kopu “Tvrdi ljut” iznosio bi približno 72 godine. Kad bi se koeficijent iskorištenja poboljšao na $k_i = 0,20$ “životni vijek” produljio bi se na približno 105 godina pri istoj godišnjoj količini eksploatiranih blokova (Vidić, 2012). Ta ovisnost prikazana je na slici 2-2.



Slika 2-2. Ovisnost vijeka eksploatacije o koeficijentu iskorištenja (Vidić, 2012)

Takvo djelovanje koeficijenta na vijek eksploatacije smanjuje potrebu za otvaranje novih ležišta.

3. MOGUĆNOSTI ISKORIŠTENJA KAMENOG OSTATKA

Cilj eksploatacije jest težiti maksimalnom mogućem iskorištenju ležišta. Iako je eksploatacija arhitektonsko-građevinskog kamena tzv. "čista" tehnologija, ona ipak ima određene negativne implikacije na okoliš (Vidić i Galić, 2013) i zbog toga se mora težiti što boljem iskorištenju postojećih ležišta arhitektonsko-građevnog kamena i kamenog ostatka koji se javlja pri eksploataciji.

3.1. Mogućnosti iskorištenja kamenog ostatka u hrvatskoj

Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena rastuća je industrija u Republici Hrvatskoj. Prema podacima iz 2005. godišnja proizvodnja blokova iznosila je 81.378 m³, a potvrđene eksploatacijske rezerve arhitektonsko-građevnog kamena iznosile su 22 510 914 m³ što znači da su prema proizvodnji iz 2005. godine rezerve dostatne za preko 270 godina. Iz tablice 3-1. vidi se proizvodnja i eksploatacijskih rezervi po županijama u RH gdje se odvija eksploatacija.

Tablica 3-1. Usporedba eksploatacijskih rezervi i proizvodnje arhitektonsko- građevnog kamena u RH za 2005. godinu (Krašić i Vidić, 2007.)

	Eksploatacijske rezerve m ³	udio u RH %	otkopano m ³	udio e. rezervi otkopano %	udio otkopano u RH %
Dubrovačko-neretvanska županija	558 784	2,5	13 377	2,39	16,4
Istarska županija	8 802 463	39,1	29 020	0,33	35,7
Primorsko-goranska županija	110 497	0,5	0	-	-
Splitsko-dalmatinska županija	9 757 552	43,3	32 839	0,34	40,4
Šibensko-kninska županija	998 855	4,4	580	0,06	0,7
Zadarska županija	2 237 109	9,9	5 132	0,23	6,3
Zagrebačka županija	77 744	0,3	430	0,55	0,5
Ukupno	22 541 004		81 378		0,4

Ovi podaci pokazuju ogroman potencijal u proizvodnji i preradi arhitektonsko- građevnog kamena u Republici Hrvatskoj te se mora ispravno vrednovati njegov značaj za razne gospodarske grane (graditeljstvo, prerađivačka industrija). Ako u obzir uzmemo da se iskorištava mali dio za proizvodnju komercijalnih blokova, a većina ostaje kao kameni ostatak

ili se prerađuje za tehničko-građevni kamen koji ne postiže ni približne cijene kao blokovi arhitektonsko-građevnog kamena.

Kameni ostatak iz ležišta može se iskoristiti kao sirovina za proizvodnju umjetnog kamena. Umjetni kamen sadrži do 96% prirodnog kamena smrvljenog u sitne frakcije. Zbog svoje dekorativnosti i dobrih fizičko-mehaničkih značajki kameni ostatak iz različitih ležišta u Republici Hrvatskoj može biti pogodan kao sirovina za proizvodnju umjetnog kamena. Na taj način rudarske kompanije koje izvode eksploataciju mogu ostvariti dodatni profit i produljiti vijek eksploatacije na jednom ležištu. Dodatnu korist može imati i Republika Hrvatska kroz razvijanje prerađivačke industrije za umjetni kamen te otvaranja novih radnih mjesta. Jedno prerađivačko postrojenje s 5 proizvodnih linija zapošljava do 300 ljudi.

4. TEHNOLOŠKI POSTUPAK DOBIVANJA UMJETNOG KAMENA

Umjetni kamen proizvod je čija je temeljna komponenta mineralna sirovina odnosno kamen. Za proizvodnju se koristi kameni ostatak koji se javlja pri eksploataciji arhitektonsko-građevnog kamena ili pri eksploataciji tehničkog kamena. Pogodniji za proizvodnju umjetnog kamena je ostatak nastao eksploatacijom arhitektonsko-građevnog kamena zbog fizičko-mehaničkih značajki i dekorativnosti.

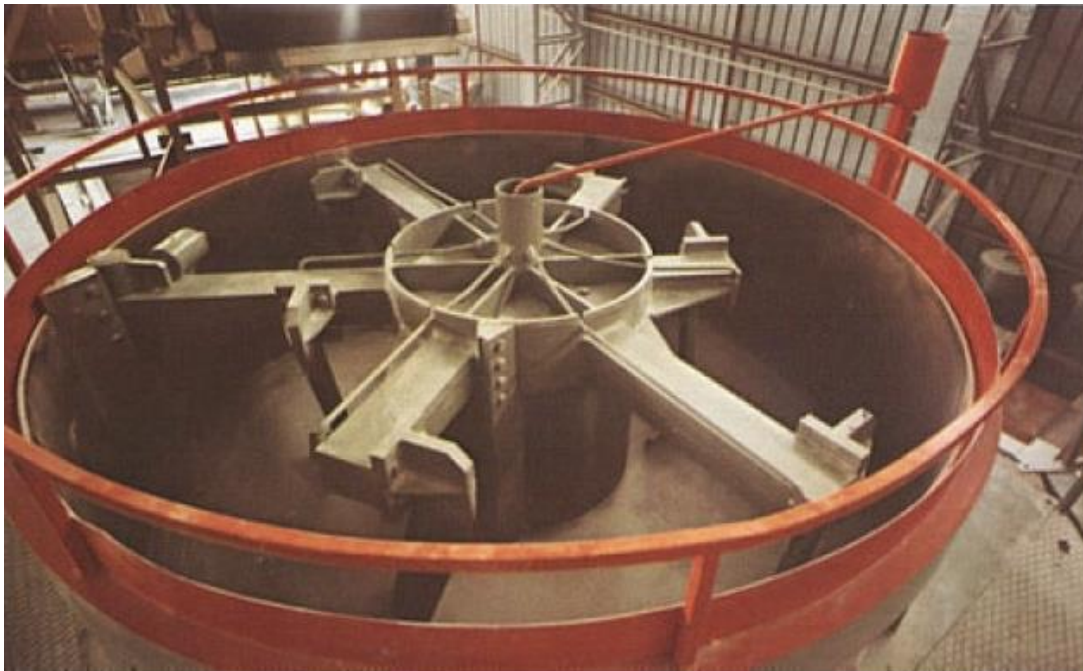
Proizvodnja je tehnološki postupak kojim se kameni konglomerati međusobno povezuju vezivom u kompaktnu cjelinu. U početku se kao vezivo koristilo isključivo cementno vezivo, ali primjenom dvokomponentnih poliesterskih smola kao veziva dobiva se proizvod s povoljnijim fizičko-mehaničkim značajkama u odnosu na prirodni kamen. Uz ovo vezivo mogu se dodavanjem punila, pigmenata i armature proizvoditi ploče posebne dekorativnosti s odličnim značajkama čvrstoće i otpornosti na habanja.

Za proizvodnju blokova umjetnog kamena koriste se punila finih frakcija kamena. Sitnije frakcije pogodnije su za proizvodnju zato što ostvaruju veću specifičnu površinu upijanja poliesterskih smola. Nezasićene poliesterske smole bezbojne su ili svijetlo žute boje, u njih se zbog boje dispergiraju pigmenti. Da bi se povećala čvrstoća postavlja se armatura, najčešće staklena vlakna u različitim oblicima. Zahvaljujući armaturi proizvodi od umjetnog kamena mogu se piliti u puno tanje ploče (Dunda i Kujundžić, 2003).

Postupak proizvodnje, opisan u Dunda, S. i Kujundžić, T. (2003), počinje da se šarža prvo sama miješa u suhom stanju te zatim iz silosa prikazanih na slici 4-1. dodaje u epicikloidalnu miješalicu zajedno s vezivom. Takve epicikloidalne miješalice (slika 4-2.) imaju mali broj okretaja ($20 \text{ do } 30 \text{ min}^{-1}$) te miješaju kamene frakcije dok se ne natope vezivom i postigne se homogena smjesa.

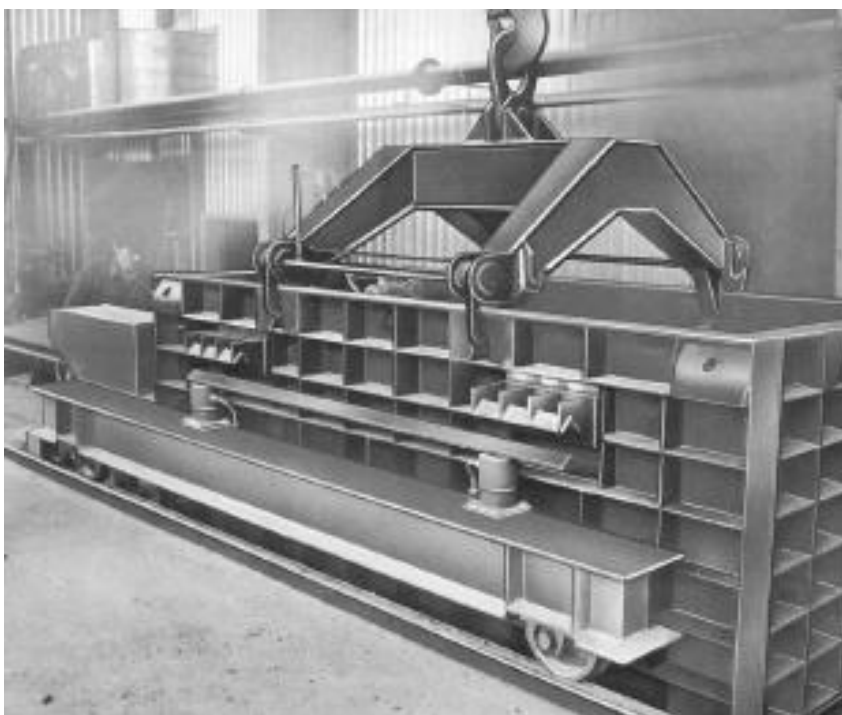


Slika 4-1. Silosi iz kojih se suhe frakcije dodaju u miješalicu (Dunda i Kujundžić, 2003)



Slika 4-2. Epicikloidalna miješalica (Dunda i Kujundžić 2003)

Kalupi (slika 4-3.) za formiranje blokova napravljeni su od materijala otpornog na tlak i vibracije. Prije dodavanja šarže, stranice kalupa očiste se metalnim strugačima i zatim premažu s dva sloja premaza. Prvi sloj je tzv. odjeljivač i ima ulogu da ostvari adheziju između bloka i stranica kalupa zbog lakšeg odvajanja. Drugi sloj, na bazi poliesterskih smola, nanosi se tanko i ima ulogu stvaranja tanke opne oko bloka koja mu armira vanjsku površinu. Kalupi se pri formiranju blokova fiksiraju na vibracijsku stanicu u vakuum komori. Uloga vakuuma i vibracija je istisnuti sav zrak i rasporediti šaržu unutar bloka da bi se dobio kompaktni materijal smanjene poroznosti. Takav proizvod ima povećanu postojanost i otpornost na djelovanje atmosferilija i drugih utjecaja.



Slika 4-3. Kalupi za formiranje blokova (Dunda i Kujundžić, 2003.)

Kalup se puni šaržom nakon sazrijevanja drugog premaza. Punjenje se izvodi na različite načine ovisno o vrsti proizvoda. Za formiranje blokova koji će se dalje prerađivati do finalne obrade u ploče, kalupi se pune sipanjem pripremljene smjese iz miješalice.

Poseban efekt pri proizvodnji ploča od umjetnog kamena može se ostvariti pri punjenju kalupa metodom ručnog stavljanja posebno odabranih kamenih agregata. Mogu se kombinirati razni

oblici i veličine kamenih agregata da bi se dobile ploče atraktivnog izgleda kakve često žele arhitekti i dizajneri.

4.1. Bretonstone

Breton je najveća svjetska kompanija u industriji proizvodnje umjetnog kamena. Njihove tvornice proizvode umjetni kamen u 50 zemalja, a količina koju proizvode procijenjena je na 40 milijuna m². Breton umjetni kamen sastoji se od 96% kamenog ostatka nastalog u kamenolomima, što znači da nije potrebno otvarati nova ležišta te se zbog toga smatra pogodnim za zaštitu okoliša.

Breton blokovi proizvedeni koristeći vibro kompresijsku vakuum komoru imaju dimenzije 308x125x88 cm te su prikazani na slici 4-4. Iz njih se dobivaju ploče dimenzija 308x125 debljine između 9 mm do 30 mm. Kao vezivo koriste poliesterske smole s aditivima za povećanu adheziju.



Slika 4-4. Breton blokovi dimenzija 308x125x88 (Bretonstone, 2020)

Ovisno o vrsti modela i veličini postrojenja, proizvode od 1500 do 8000 m² po jednom radnom danu. Vibro kompresijska vakuum komora i kalupi za proizvodnju blokova marke Breton prikazani su na slici 4-5.



Slika 4-5. Vibro kompresijska vakuum komora i kalupi (Bretonstone, 2020)

Osim blokova koji se dalje prerađuju, Breton proizvodi i ploče od silikatnih ili karbonatnih stijena. Agregati koje koriste miješaju se s mineralnim punilima i poliesterskom smolom zbog boljeg povezivanja, po potrebi se dodaju umjetna bojila koja u kombinaciji s prirodnom bojom i veličinom agregata daju razne izbore kao konačni proizvod. Ploče se izrađuju u dimenzijama od 125x306 cm do 156x317 cm i debljine od 7 mm do 30 mm. Ploče iz jednog od Breton postrojenja prikazane na slici 4-6.



Slika 4-6. Breton ploče (Bretonstone, 2020)

Umjetni kamen različitih boja iz španjolske kompanije Compac koja koristi Breton tehnologiju prikazan je na slici 4-7.



Slika 4-7. Umjetni kamen kompanije Compac

5. PREDNOSTI UMJETNOG KAMENA

Najveće prednosti umjetnog kamena su: dobro iskorištenje kamenog ostatka za dodatni profit, dobre fizičko mehaničke značajke u odnosu na prirodni kamen te smanjeni utjecaj na okoliš zbog iskorištenja kamenog ostatka.

5.1. Fizičko- mehaničke značajke

Proizvođači umjetnog kamena kao najveće prednosti navode njegovu čvrstoću, visoku otpornost na habanje, te otpornost na prodiranje tekućina i njihovo zadržavanje na površini. Za te značajke zaslužne su smole koje se koriste u proizvodnji. Pomoću njih se osigurava adhezija između zrna i eliminira poroznost koju imaju prirodna kamenja.

Uz nabrojane prednosti, proizvođači poput Ceasarstone uspoređuju fizičko- mehaničke karakteristike prirodnog i umjetnog kamena. U tablici 5-1. su prikazani rezultati provedeni od strane kompanije Breton. Uspoređeni su umjetni kamen proizvođača Caesarstone, mramor „Botticino“ i granit „Rosa Fiorito“. Iz tablice se može vidjeti da umjetni kamen ima puno veću čvrstoću na savijanje, veću tvrdoću i veću tlačnu čvrstoću, a znatno manje vodoupijanje.

Tablica 5-1. Usporedba umjetnog kamena s mramorom i granitom (Caesarstoneus, 2020)

	Caesarstone	Mramor (Botticino)	Granite (Rosa Fiorito)
Čvrstoća na savijanje (MPa)	51.5	6	13.4
Test na udarac (cm)	135	29	61
Upijanje vode (%)	0.02	0.55	0.33
Tlačna čvrstoća (MPa)	220	216.1	192.1

5.2. Utjecaj na okoliš

Eksploataciju arhitektonsko-građevnog kamena karakterizira nastanak velikih količina kamenog otpada koji se odlaže na jalovišta. Takve velike količine otpada svojim izgledom narušavaju izgled pejzaža i zauzimaju prostor. Ako se ta jalovišta i kamenolomi nalaze u područjima značajne turističke vrijednosti kao što je to često slučaj u Republici Hrvatskoj onda cilj mora biti smanjiti taj kameni ostatak. Uz tu problematiku postoji i problem oko ishođenja potrebnih odobrenja i dozvola za nova ležišta. Zbog tih razloga gospodarski subjekti moraju posegnuti za svim mogućim rješenjima.

Jedno od rješenja jest iskorištenje kamenog ostatka za proizvodnju umjetnog kamena koje može produžiti vijek eksploatacije, smanjiti velike količine otpada koji narušavaju pejzaž te donijeti veći profit gospodarskom subjektu od prerađivanja i prodaje kao tehničko građevni kamen.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisan je postupak proizvodnje umjetnog kamena koristeći kao vezivno sredstvo poliesterske smole, te vibracijske stanice u vakuum komorama da bi se dobio što kompaktniji materijal. Navedene su njegove fizičko-mehaničke značajke te uspoređene s prirodnim kamenom, te istaknute njegove prednosti kao što su: tlačna čvrstoća, čvrstoća na savijanje i upijanje vode.

U Republici Hrvatskoj kamenu ostatak iz ležišta arhitektonsko-građevnog kamena često ostaje neiskorišten ili se prerađuje u tehničko-građevni kamen. Umjetni kamen je višestruko vrijednija sirovina od tehničko-građevnog kamena, a kamen iz ležišta u Hrvatskoj je poznat po svojoj dekorativnosti te je zbog toga pogodan za proizvodnju umjetnog kamena. Otvaranje postrojenja za proizvodnju umjetnog kamena razvija prerađivačku industriju, te otvaraju nova radna mjesta.

Ulaganja u postrojenja za proizvodnju umjetnog kamena produljuje životni vijek ležišta zbog boljeg iskorištavanja kamenog ostatka, što znači manju potrebu za otvaranje novih ležišta. To je velika prednost za države poput Hrvatske u kojima se većina eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena odvija u turistički popularnim područjima te zbog toga teško nailaze na podršku lokalnog stanovništva kod otvaranja novih ležišta. Uz to, smanjena potreba za otvaranjem novih ležišta znači i manje problematike oko ishoda novih dozvola.

Zbog tih svih prednosti koje nudi umjetni kamen, rudarska poduzeća u Hrvatskoj trebala bi razmisliti o ulaganjima u smjeru proizvodnje umjetnog kamena kojem predviđaju rast vrijednosti na svjetskom tržištu.

7. LITERATURA

Dunda, S. & Kujundžić, T., 2003. Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena. U: Bužančić, T. (ur.) Klesarstvo i graditeljstvo.

Galić, I., Vidić, D. & Jembrich, Ž., 2011. Utjecaj koeficijenta iskorištenja ležišta na rentabilnost proizvodnje arhitektonsko-građevnog kamena i mogućnosti poboljšanja. *Rudarsko-geološki glasnik ...*, 15, 117-130.

Krasić, D. & Vidić, D., 2007. Zakonska regulativa i stanje eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena u Republici Hrvatskoj. *Klesarstvo i graditeljstvo*, 1-2 (1), 3-26.

Miko, S., Prtoljan, B., Dedić, Ž., Fuček, L., Lukšić, B., Hasan, O., Kovačević, E. & Kruk, L. (2008) Rudarsko geološka osnova/studija Dubrovačko neretvanske županije. HGI-CGS. Studija.

Vidić, D., Galić, I., 2013. Primjena suvremenih tehnologija u cilju poboljšanja iskorištenja ležišta arhitektonsko-građevnog kamena. U: Maja Prskalo (ur.) *Elektronički zbornik radova Građevinskog fakulteta Mostar*.

Vidić, D., 2012. Poboljšanje iskorištenja ležišta arhitektonsko-građevnog kamena okrupnjavanjem blokova i povezivanjem raspucanih stijena. Doktorski rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

Bretonstone. 2020. Engineered stone. URL:

<https://www.breton.it/en/engineered-stone/bretonstone-slabs> (21.8.2021)

Caesarstone. 2020. Advantages. URL: <https://www.caesarstoneus.com/collections/advantages/> (21.8.2021)



KLASA: 602-04/21-01/180
URBROJ: 251-70-11-21-2
U Zagrebu, 13.09.2021.

Mario Karamarko, student

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-04/21-01/180, URBROJ: 251-70-11-21-1 od 06.05.2021. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

MOGUĆNOSTI ISKORIŠTENJA KAMENOG OSTATKA ZA PROIZVODNJU UMJETNOG (artificial) KAMENA

Za voditelja ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Izv.prof.dr.sc. Ivo Galić nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Voditelj

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Ivo Galić

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Doc.dr.sc. Dubravko
Domitrović

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Dalibor
Kuhinek

(titula, ime i prezime)