



Dragan Vidić
Zagreb

SUVREMENE TEHNOLOGIJE EKSPLOATACIJE ARHITEKTONSKO-GRAĐEVNOG KAMENA

UDK: 679.85

Rukopis primljen za tisak 25. 3. 2019.

Klesarstvo i graditeljstvo, Pučišća

Stručni članak

Professional paper

Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena sa stručnog je gledišta vrlo osjetljiva i zahtjevna djelatnost. Zahvaljujući vrlo visokim cijenama što ih ta mineralna sirovina postiže na svjetskom tržištu, arhitektonsko-građevni kamen isplati se transportirati i na najudaljenija tržišta (kinesko, američko...). Posljedično, svi rudarski gospodarski subjekti koji se bave eksploatacijom arhitektonsko-građevnog kamena posluju na globalnom svjetskom tržištu i nužno mu se moraju prilagoditi. Trendovi na globalnom svjetskom tržištu pokazuju da se udio troška radne snage u odnosu na ukupni trošak stalno smanjuje, što je posljedica primjene najnovijih tehničko-tehnoloških dostignuća. U radu je prikazan kratak povijesni pregled razvoja metoda eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena. Naglasak je dan na suvremene, moderne metode eksploatacije u kojima se primjenjuju najnovija tehničko-tehnološka dostignuća.

Ključne riječi: arhitektonsko-građevni kamen; metoda eksploatacije; suvremene tehnologije

1. UVOD

Usprkos velikim gospodarskim krizama na globalnom svjetskom tržištu, kojima svjedočimo u zadnjih 15-tak godina, industrija arhitektonsko-građevnog kamena bilježi prosječni stalni rast iznad 7 posto. Po relevantnim istraživanjima, očekuje se i veći rast ove rudarske djelatnosti.

Ta činjenica pred eksperte, inženjere i drugo tehničko osoblje postavlja velik izazov jer se s jedne strane traži povećanje eksploatacije, a s druge smanjenje troškova eksploatacije. Tom zahtjevu može se udovoljiti jedino primjenom modernih tehnoloških dostignuća.

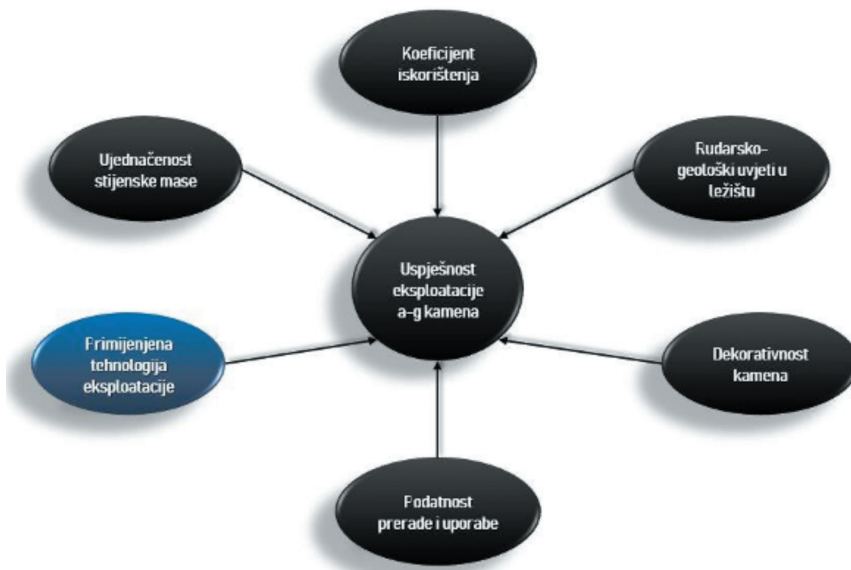
Uspješnost i isplativost eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena ovise o više čimbenika (primijenjena tehnologija, geološki uvjeti, koeficijent iskorištenja, dekorativnost kamena, položaj ležišta, podatnost prerade i uporabe...), što

je prikazano na slici 1. Svaki od navedenih čimbenika uspješnosti eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena može biti odlučan. Drugim riječima, tek ako se kumulativno zadovolje svi navedeni čimbenici/uvjeti, eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena bit će uspješna/isplativa.

Naprijed navedeno ukazuje da je eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena, sa stručnog aspekta, trenutno najkompleksnije i najizazovnije područje rudarske djelatnosti u Republici Hrvatskoj. Ova činjenica ističe stručnjaka (inženjera) i njegovu presudnu ulogu u uspješnosti ili neuspješnosti eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena. Naime, na svaki od navedenih čimbenika utječe čovjek (inženjer) te su oni u izravnoj uzročno-posljedičnoj vezi.

Od samih početaka eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena, kamenari su znali da se moraju prilagoditi prirodnim diskontinuitetima (slojnim plohama, sustavu pukotina) jer je tada potrebna najmanja vanjska sila da se dobiju veliki kameni blokovi. U blizini naše obale brojni su primjeri koji pokazuju način otvaranja, razrade i dobivanja kamenih blokova još iz antičkih vremena. Sva cijepanja i rezanja izvodila su se po smjeru pukotina, uvažavajući slojevitost.

Netom opisani način dobivanja blokova arhitektonsko-građevnog kamena ostao je temeljnim načelom suvremenog načina dobivanja blokova arhitektonsko-građevnog kamena uz primjenu i uporabu najnovijih tehničko-tehnoloških dostignuća.



Slika 1. Čimbenici koji utječu na uspješnost eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena

Iz slike je razvidno, da je uz ostale, jedan od ključnih čimbenika uspješnosti i isplativosti eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena na nekom ležištu primijenjena suvremene, moderne tehnologije eksploatacije.

Primjenom suvremene, moderne tehnologije eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena inženjeri moraju ispuniti zahtjevne zadatke koji se pred njih postavljaju, a između ostaloga:

- povećati brzinu eksploatacije (otkopanu količinu),
- smanjiti troškove eksploatacije,
- eksploatirati velike pravilno oblikovane blokove,
- povećati produktivnost (m^3 blokova/broj radnika),
- zadovoljiti ekološke kriterije (smanjiti buku i prašinu).

2. POVIJESNI PREGLED RAZVOJA METODA EKSPLOATACIJE ARHITEKTONSKO-GRAĐEVNOG KAMENA

Vjerojatno je čovjek od svojih prapočetaka otkopavao (eksploatirao) kamen i prilagođavao ga za svoje potrebe (oplemenjivao), u početku kao oružje za obranu ili oruđe za izradu drugih predmeta ili građevina, a kasnije u razne svrhe. Međutim, nekakav suvisli razvoj metoda eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena možemo pratiti od predantičkoga i antičkoga doba.

U stručnoj literaturi postoje razni prikazi razvoja metoda (načina) eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena. Uz određene varijacije, razvoj metoda (načina) eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena može se prikazati kako slijedi:

- dobivanje blokova izradom pašarina,
- dobivanje blokova primjenom klinova i poluga,
- dobivanje blokova primjenom eksploziva,
- eksploatacija primjenom helikoidalne žične pile,
- eksploatacija primjenom dijamantne žične pile,
- eksploatacija primjenom samohodne sjekačice.

Međutim, najčešći način (metoda) dobivanja/otkopavanja blokova arhitektonsko-građevnog kamena jest kombinacija naprijed navedenih metoda i strojeva.

2.1. Dobivanje blokova izradom pašarina

Jedan od prvih načina (prvih metoda) eksploatacije blokova arhitektonsko-građevnog kamena odvijao se izradom pašarina (slika 2a). Uporabom dlijeta, čekića i pijuka kamenari su pravili kanale (pašarine) dubine do 5 metara u smjeru pukotina. Na taj način oslobodili bi pet ploha kamenog bloka, a šesta ploha oslobađala se izradom utora (formela) u koje su zabijali klinove. Formele su obično izrađivali po slojnoj plohi.

2.2. Dobivanje blokova uporabom klinova

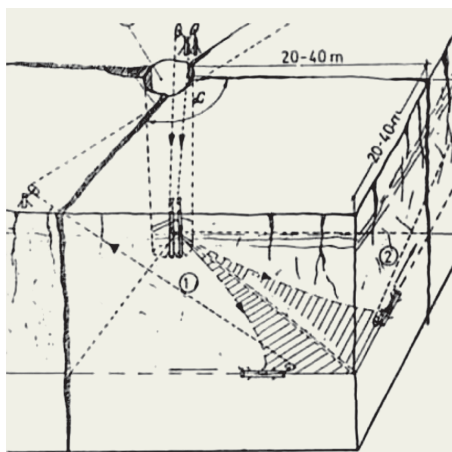
Drugi poznati način dobivanja blokova arhitektonsko-građevnog kamena jest uporaba klinova (slika 2b). U početku se radilo uz pomoć drvenih klinova koji bi se nabijali u prirodne diskontinuitete okomite na slojeve. Klinovi bi se zalijevali vodom i ostavljali da bubre. Na taj način stvarao se ogroman tlak koji je odvajao



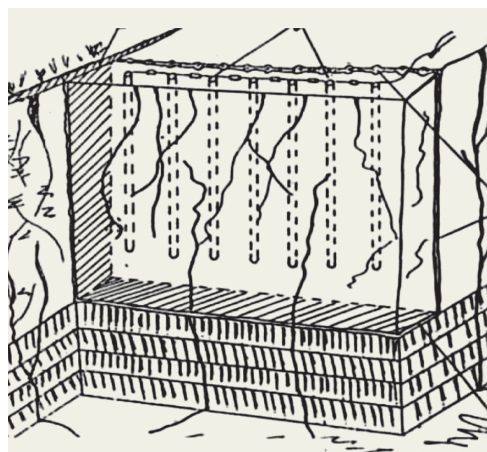
a) dobivanje izradom pašarina



b) dobivanje klinovima i polugama



c) helikodalna žična pila



a) dobivanje primjenom eksploziva

Slika 2. Povijesni pregled razvoja metoda eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena

velike blokove od matične stijene, a nakon toga, blok se pomicao velikim polugama. Pronalaskom metalnih alata (dlijeto, čekić...) rupe su se ručno izrađivale u jednom smjeru (okomito na slojevitost) te su se klinovi, umjesto u prirodne diskontinuitete, nabijali u ručno izrađene rupe.

2.3. Dobivanje blokova primjenom eksploziva

Značajnija promjena u metodi eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena dogodila se primjenom eksploziva (pronazak baruta). Eksploziv se u početku primjenjivao na način da se matična stijenska masa samo razbijala na velike komade kamena koji su se nakon toga formatirali i dalje obrađivali. Napredak je ostvaren kada su se bušotine počele izrađivati u jednom pravcu na maloj udaljenosti te se u njih postavljao i aktivirao eksploziv (slika 2d). Na taj način stijenska masa se cijepala u smjeru u kojem su izrađene bušotine.

Za eksploataciju arhitektonsko-građevnog kamena i danas se koristi eksploziv, uglavnom prilikom otkopavanja debljih krovinskih, neproduktivnih naslaga. Ob-

vezno se iznad produktivnog sloja ostavlja zaštitni sloj stijenske mase, debljine približno jedan metar, koji se ne minira kako bi se zaštitio produktivni sloj.

Primjena eksploziva u eksploataciji arhitektonsko-građevnog kamena izbjegava se jer eksploziv u blokovima uzrokuje mikropukotine koje poslije, u preradi i primjeni, stvaraju velike probleme.

2.4. Dobivanje blokova uporabom helikoidalne žične pile

Prva značajnija promjena u metodi i pristupu eksploataciji arhitektonsko-građevnog kamena nedvojbeno je uporaba helikoidalne žične pile (slika 2c). Helikoid je površina koja nastaje kada se pravac kreće po zavojnici pod stalnim kutom prema njezinoj osi. Helikoidalna žica poslužila je kao medij za transport kremelog pijeska kojim su se radili za to vrijeme veliki rezovi (horizontalni, vertikalni i kosi).

Sa sigurnošću se može reći da je primjena helikoidalne žične pile bila revolucionarna u razvoju i modernizaciji eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena. Uprkos činjenici da su helikoidalne žične pile vrlo brzo postale „usko grlo“ u eksploataciji arhitektonsko-građevnog kamena zbog sporosti piljenja, princip rada i način razmišljanja koji se koristio u primjeni helikoidalne žične pile koristi se i u suvremenim, modernim tehnologijama (odvaljivanje primarnog bloka, raspilavanje...).

3. SUVREMENE METODE EKSPLOATACIJE ARHITEKTONSKO-GRAĐEVNOG KAMENA

Suvremeni način eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena općenito možemo podijeliti na dva glavna segmenta:

- površinski način eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena,
- podzemni način eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena.

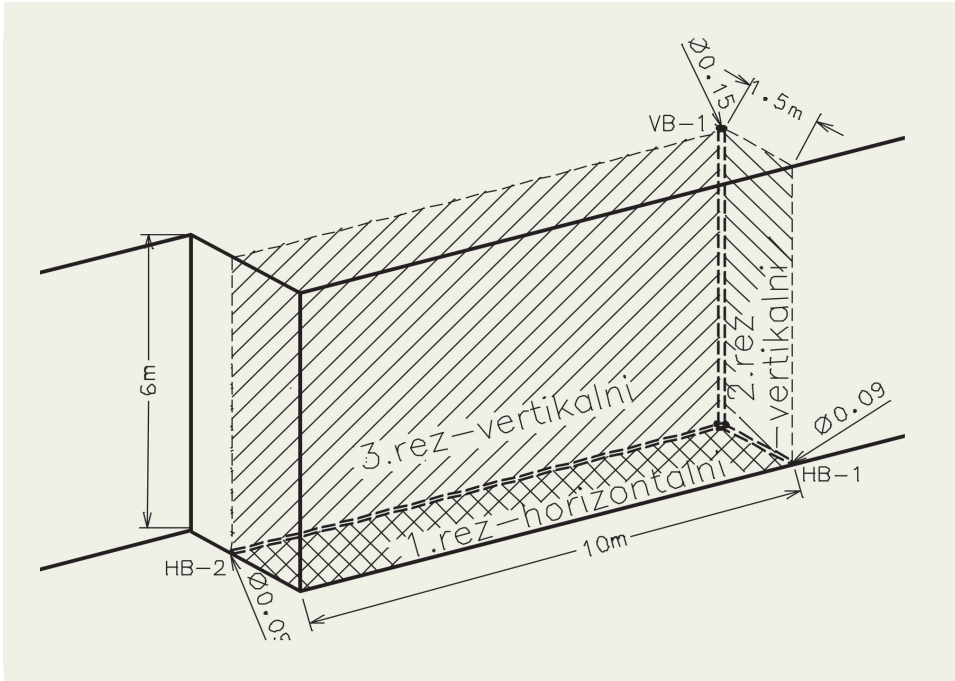
Ova podjela dalje se dijeli i kombinira na različite načine.

3.1. Površinski način eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena modernim tehnologijama

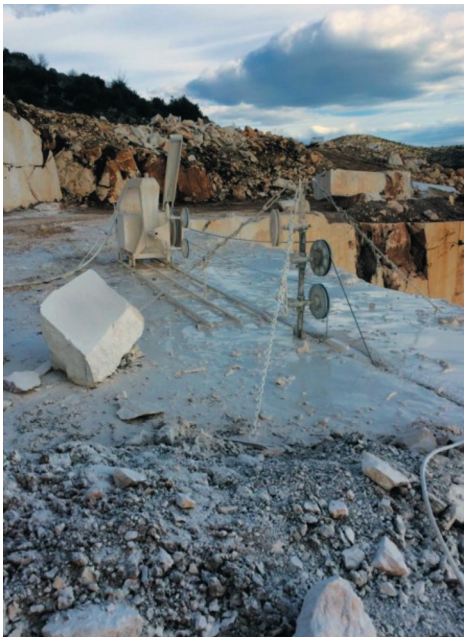
Dobivanje primarnih blokova arhitektonsko-građevnog kamena suvremenim načinom eksploatacije, također uopćeno, možemo podijeliti na dva načina:

- dobivanje primarnih blokova kombinacijom lančane sjekačice i dijamantne žične pile
- dobivanje primarnih blokova samohodnim lančanim sjekačicama,
- dobivanje blokova reznim diskom.

To je doista uopćena (generalna) podjela s obzirom na to da su moderne, suvremene metode eksploatacije zasnovane na kombinaciji različitih tehničko-tehnoloških dostignuća. U praksi se vrlo rijetko susreće da se prilikom eksploatacije koriste samo npr. dijamantne žične pile ili samo lančane sjekačice. Najčešće je to kombinacija



a) Shema pripreme i dobivanja primarnog bloka na razvijenoj etaži



b) dijamantna žična pila u radu



lančana sjekačica u radu

Slika 3. Dobivanje primarnih blokova klasičnom metodom
(kombinacijom lančane sjekačice i dijamantne žične pile)

obaju strojeva. Ovdje naravno nisu navedeni svi strojevi koji se koriste u eksploataciji arhitektonsko-građevnog kamena niti je to predmet ovoga rada.

3.1.1. Dobivanje primarnih blokova kombinacijom lančane sjekačice i dijamantne žične pile

Sa sigurnošću možemo reći da je dobivanje primarnih blokova kombinacijom dijamantne žične pile i lančane sjekačice, uz primjenu bušilice, dominantna metoda eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena u Republici Hrvatskoj.

Prije nego prijeđemo na prikaz ove metode, valja naglasiti da je prethodno potrebno napraviti pripremne radnje (uklanjanje otkrivke, izrada pristupnih putova, razrada ležišta izradom trokutnih i/ili trapeznih usjeka...). Međutim, kako to nije predmet ovog rada, pripremne radnje neće se detaljnije obrađivati.

Način dobivanja primarnih blokova na razvijenoj etaži, kombinacijom dijamantne žične pile i lančane sjekačice, uz primjenu bušilice za izradu vertikalnih bušotina, prikazan je na slici 3. Kao primjer prikazan je primarni blok dimenzija 10,0 x 1,5 x 6,0, odnosno obujma 90 m³. Za primarni blok ovih dimenzija potrebno je izraditi dva vertikalna reza koji se izrađuju dijamantnom žičnom pilom, jedan 60,0 m² (10,0 m x 6,0 m) i drugi 9,0 m² (1,5 m x 6,0 m) te jedan horizontalni rez koji se izrađuje lančanom sjekačicom površine 15,0 m² (10,0 m x 1,5 m). Piljenju prethodi izrada triju bušotina za provlačenje dijamantne žice ukupne dužine bušenja 17,5 m (10,0 m + 6,0 m + 1,5 m). Nakon obaranja primarnoga bloka na posteljicu pripremljenu od rasutog materijala, primarni blok se dalje raspiljuje (obično dijamantnim žičnim pilama manje snage) na manje, komercijalne blokove željenih dimenzija, približno 1,5 m x 1,4 m x 2,5 m.

3.1.2. Eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena samohodnim lančanim sjekačicama

Usprkos činjenici da je metoda eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena kombinacijom dijamantne žične pile i lančane sjekačice još uvijek dominantna metoda, primat polagano, ali sigurno preuzimaju metode eksploatacije samohodnim lančanim sjekačicama. Primjenom suvremenih samohodnih lančanih sjekačica vrijeme rada dijamantnih žičnih pila i bušilica značajno se smanjuje. U budućnosti će se rad ovih strojeva ograničiti na pripremne radnje i otvaranje površinskog kopa te otvaranje površina za rad samohodnih lančanih sjekačica. Također se smanjuje i udio ljudskog rada u ukupnim troškovima eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena odnosno smanjuje se udio ljudskog rada po jedinici eksploatiranog kamena (ljudski rad/m³). Osobito valja naglasiti da se ljudski rad uglavnom smanjuje na teškim i opasnim poslovima (piljenje dijamantnom žičnom pilom, rad na bušilici i sl.).

Pripremne radnje, otvaranje površinskog kopa metodom eksploatacije samohodnim lančanim sjekačicama, skoro su identične metodi eksploatacije arhitek-

tonsko-građevnog kamena kombinacijom dijamantne žične pile i lančane sjekačice. Razlika se ogleda u potrebi za otvaranjem velikih površina kako bi se povećala efikasnost samohodnih lančanih sjekačica, smanjenju nekih faza rudarskih radova te lakšoj prilagodbi pokotinskim sustavima i prirodnim diskontinuitetima.

Metodom eksploatacije samohodnim lančanim sjekačicama, neke faze radova (faza bušenja, provlačenja dijamantne žice...) na otvorenim etažama nestaju ili se u značajnoj mjeri smanjuje njihovo trajanje.

Prema namjeni, samohodne lančane sjekačice na površinskim kopovima dijele se na:

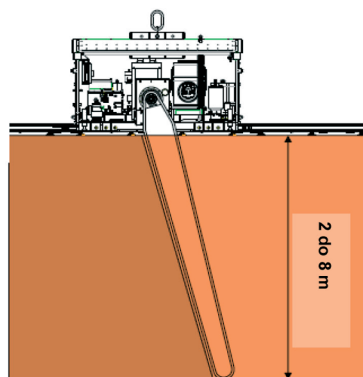
- etažne lančane sjekačice, za izradu većeg stražnjeg reza (“leđa”) na etaži,
- lančane sjekačice za kvadriranje (bočne strane i završno oblikovanje komercijalnih blokova).

Etažne lančane sjekačice

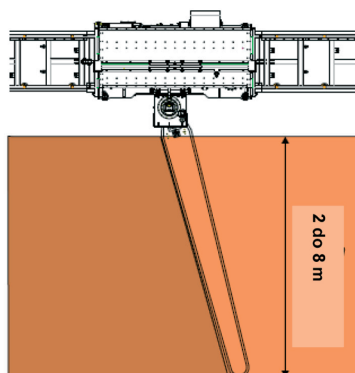
Etažne lančane sjekačice koriste se uglavnom za izradu stražnjeg velikog reza (“leđa”) za dobivanje primarnih blokova kao i velikih horizontalnih rezova (slika 4). Ovim strojevima upravlja se hidrauličkim sustavom s glavnom crpkom promjenjivog kapaciteta koju pokreće električni motor, a neki su tipovi pogonjeni i



a) izrada stražnjeg velikog reza (“leđa”)



b) shema vertikalnog rezanja



c) shema horizontalnog rezanja

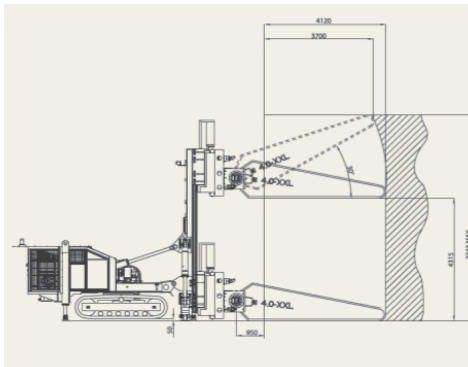
Slika 4. Dobivanje primarnih blokova etažnim lančanim sjekačicama



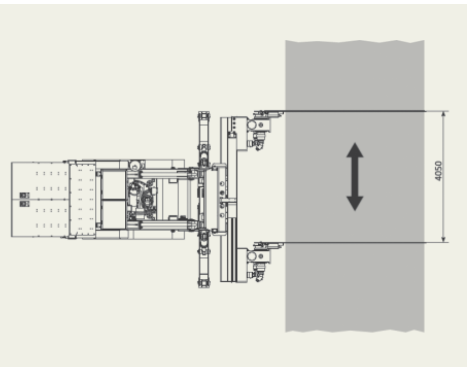
a) izrada vertikalnog bočnog reza



b) razrezivanje primarnog bloka



c) shematski prikaz verikalnog rezanja



d) shematski prikaz rezanja primarnog bloka

Slika 5. Izrada bočnih rezova i rezanje primarnog bloka lančanim sjekačicama za kvadriranje

dizel-motorom. Konstruirane su na način da mogu izvesti horizontalne i vertikalne rezove bez uporabe vode. Dakle za svoj rad ne trebaju vodu za hlađenje rezne glave. Rezna glava (mač) može se zakretati pod kutom od 360°. Proizvode se u raznim varijantama i različitom snagom u granicama od 20 Kw pa do 77 Kw. Dubina vertikalnog reza je od 2 pa do 8 metara. Brzina rezanja je do 15 cm/min što ovisi o fizičko-mehaničkim značajkama stijene.

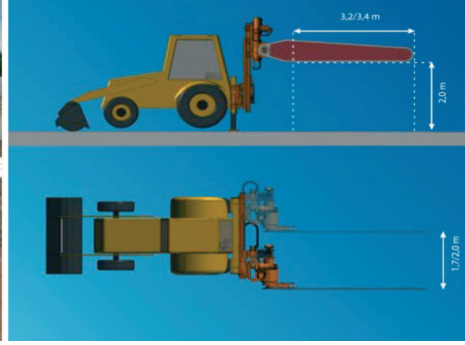
Zamijetan je trend kod velikih proizvođača rudarske opreme u industriji arhitektonsko-građevnog kamena da ove strojeve izrađuju po narudžbi odnosno po željama i potrebama kupca jer su prilično skupi.

Lančane sjekačice za kvadriranje

Lančane sjekačice za kvadriranje projektirane su za izvođenje vertikalnih i frontalnih rezova na visokim etažama ili velikim primarnim blokovima na površinskim kopovima arhitektonsko-građevnog kamena (slika 5). Reznu glavu nije



a). traktorska lančana sjekačica u radu



a). shematski prikaz rada

Slika 6. Traktorska lančana sjekačica

potrebno hladiti vodom. Pogonjene su dizelskim motorom što jamči autonomnost i neovisnost. Postižu dubinu rezanja do 6,2 m (dužina) i 7,0 m (visina). Rezna glava (mač) može se zakretati pod kutom od 360°. Proizvode se u raznim varijantama i različitom snagom u granicama od 60 Kw pa do 80 Kw. Potrošnja im je 8-10 l/h dizela, a brzina rezanja do 25 cm/min što ovisi o fizičko-mehaničkim značajkama stijene.

Naročito popularan stroj koji je široko prihvaćen u suvremenoj eksploataciji arhitektonsko-građevnog kamena jest traktorska lančana sjekačica (slika 6). Montirana je na traktoru JCB („icebejac“) na gumenim kotačima. Strojem se omogućuje brz i lak dolazak do mjesta rezanja, bilo na primarnom bloku, na skraćivanju već formiranog komercijalnog bloka ili na samoj etaži. Proizvođači opreme vole reći da se ovim strojem ostvario cilj da stroj putuje bloku, a ne blok stroju čime se zapravo štedi i vrijeme i novac. Operater radi iz kabine, zaštićene od atmosferskih utjecaja, bez potrebe za pomoćnim osobljem, a rezovi se izvode suhi (voda za hlađenje nije potrebna).

3.1.3. Eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena strojem s diskom kao reznim elementom

U rudarskoj stručnoj literaturi i praksi poznata je i metoda eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena strojem s diskom kao reznim elementom. Na slici 7. prikazan je stroj s dva rezna diska (a) i isti stroj u radu na etaži (b).

Princip rada stroja s reznim diskom jest sljedeći. Na glavnu osovinu montiraju se rezni diskovi. Glavna osovina se uz veliku obodnu brzinu diže i spušta uz istodobno horizontalno kretanje čitavog stroja po čeličnim tračnicama. Dizanje i spuštanje glavne osovine kontrolira se putem hidrauličkog tlaka ulja u cilindrima. Za primjenu ovoga stroja potrebno je imati veće površine etaža u jednoj ravni. Što je veća površina etaža (radni plato), to je i učinkovitost stroja veća.

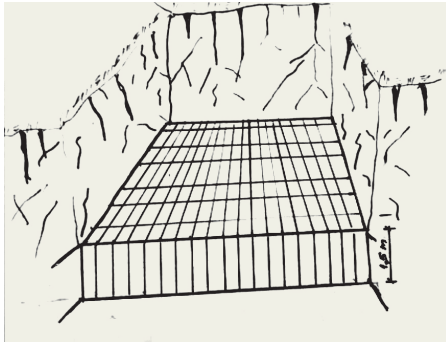
Glavna prednost metode eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena strojem s diskom kao reznim elementom jest brzina rezanja, time i povećanje kapa-



a) stroj s dva rezna diska



b) stroj s reznim diskom u radu na etaži



c) izgled etaže nakon rezanja (shema)



d) vađenje blokova nakon rezanja

Slika 7. Dobivanje blokova strojem s diskom kao reznim elementom

citeta eksploatacije, a glavni i presudni je nedostatak manje iskorištenje ležišta i manji udjel blokova A i B kategorije u odnosu na klasičnu metodu eksploatacije s obzirom na to da je visina etaže limitirana na 1,5 m dok je širina rezanja limitirana na 1,5-2,0 m.

Mala je vjerojatnost da će ova metoda „zaživjeti” na našim prostorima, međutim ona može imati svoju uspješnu primjenu u homogenim i izotropnim ležištima kod kojih slojevitost nije izražena, poglavito u efuzivnim ležištima arhitektonsko-građevnog kamena (granit i sl.).

3.2. Podzemna eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena

Za sada, jedini rudarski objekt na području Republike Hrvatske na kojem se eksploatira bilo koja vrsta mineralne sirovine podzemnim načinom eksploatacije jest eksploatacijsko polje arhitektonsko-građevnog kamena “Kanfanar”. Smješteno je u kontinentalnom dijelu istarskog poluotoka, oko 1,5 km zapadno od mjesta Kanfanar. Radove izvodi trgovačko društvo KAMEN d.d. Pazin.

Tehnološki proces podzemne eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena načelno možemo podijeliti u tri faze:

- rezanje eksploatacijskog sloja (horizontalno i vertikalno),
- kalanje ili rezanje zadnje stranice bloka,
- vađenje bloka i njegov transport do odlagališta.

Za podzemnu eksploataciju arhitektonsko-građevnog kamena neophodna je sljedeća rudnička mehanizacija:

1. lančana sjekačica,
2. oprema za kalanje (hidraulična pumpa s vodenim jastucima) ili dijamantna žična pila, sa specijalnim dodacima za piljenje zadnjeg reza,
3. utovarno-transportno sredstvo,
4. izvor energije.

Pored naprijed iskazane neophodne opreme, za podzemnu eksploataciju arhitektonsko-građevnog kamena potrebna je i dodatna oprema:

1. ventilator i ventilacijske cijevi odgovarajućeg promjera,
2. crpka za vodu,
3. sustav za otprašivanje,
4. oprema za mjerenje i kontrolu zraka i jamskih pritisaka.



a) ulaz u podzemni dio kamenoloma



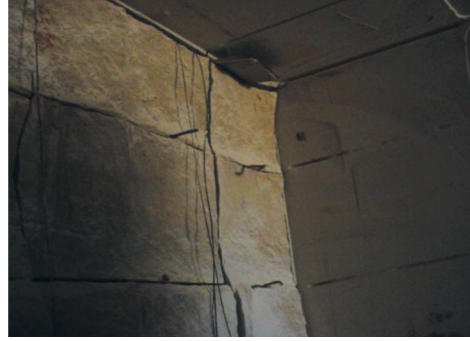
a) površinski dio kamenoloma

Slika 8. Eksploatacijsko polje arhitektonsko-građevnog kamena "Kanfandar"

Podzemna eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena suvremena je metoda eksploatacije, osobito primjenjiva na područjima koja imaju prostorno-planska ograničenja i lokalitetima gdje kameni ostatak (tehničko-građevni kamen) nema komercijalnu vrijednost. Ona je u potpunosti prihvatljiva kako iz ekoloških, tako i iz tehničko-ekonomskih razloga.



a) lančana sjekačica na radu u galeriji



b) kalanje zadnje stranice



c) vađenje "oslobođenih" blokova



d) energetska stanica

Slika 9. Prikaz tehnološkog procesa podzemne eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena

4. ZAKLJUČAK

Primjena suvremenih metoda eksploatacije i tehničko-tehnoloških dostignuća ima presudan utjecaj na rentabilnost eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena.

U Republici Hrvatskoj još je uvijek dominantna klasična metoda eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena koja podrazumijeva kombinaciju dijamantne žične pile i lančane sjekačice.

S velikom sigurnošću može se tvrditi da će u skoroj budućnosti primat preuzeti metode eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena sa samohodnim lančanim sjekačicama. Ovom metodom smanjuje se trošak radne snage, povećava brzina rezanja, smanjuju ukupni troškovi eksploatacije, dobivaju veliki pravilno oblikovani blokovi, povećava produktivnost blokova po broju radnika te smanjuje buka i prašina.

LITERATURA

- [1] Asmhole, I., Moutloug, M. (2008.): *The latest trends in exploration and production technology*, The Southern African Institute of Mining and Metallurgy.
- [2] Dunda, S., Kujundžić, T., Globan, M., Matošin, V. (2003.): *Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Digitalni udžbenik, Zagreb.
- [3] Cotman, I., Damijanić, A. (1991.): „Nova otkopna metoda u eksploataciji slojevitih ležišta arhitektonskog kamena“, *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, Zagreb.
- [4] Popović, S. (2012.): *Kamenolomi starogradske zaljeva: Problematika podrijetla kamena korištenog za izgradnju bedema antičkog Fara*, Hvar.
- [5] Vidić, D., Galić, I. & B. Farkaš (2012.): „The profitability of dimension stone deposit exploitation in relation to the coefficient of utilization“, *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, Zagreb.
- [6] Vidić, D. (2012.): *Poboljšanje iskorištenja ležišta arhitektonsko-građevnog kamena okrupnjavanjem blokova i povezivanjem raspucanih stijena*. Doktorski rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.
- [7] Vidić, D., Puljić, M. (2015.): „Probna eksploatacija arhitektonskog-građevnog kamena na površinskom kopu Rudine uporabom stroja s dva rezna diska“, *Rudarsko-geološki glasnik*, Mostar.

CONTEMPORARY TECHNOLOGIES OF EXPLOITATION OF DIMENSION STONE

Summary

Exploitation of dimension stone is from the professional point of view a very sensitive and demanding activity. Thanks to the very high prices that this mineral raw material achieves in the world market, it has proven to be cost-efficient to transport the dimension stone to the farthest markets (Chinese, American ...). Consequently, all the mining business entities involved in the exploitation of dimension stones operate in the global market and necessarily must adapt to it.

Trends in the global market have shown that the share of labour costs in relation to the total cost constantly decreases, which is the result of application of the latest technical and technological achievements.

This paper portrays a brief historical review of the development of the methods of exploitation of the dimension stone.

The emphasis is on contemporary, modern methods of exploitation which apply the latest technical and technological achievements.

Key words: dimension stone; exploitation method; contemporary technologies