

Razvoj klesarstva, klesarskih metoda i alata

Krolo, Josipa

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Arts Academy / Sveučilište u Splitu, Umjetnička akademija**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:175:060711>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-18**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Arts Academy](#)



SVEUČILIŠTE U SPLITU
UMJETNIČKA AKADEMIJA

ODSJEK ZA KONZERVACIJU-RESTAURACIJU

Josipa Krolo

RAZVOJ KLESARSTVA, KLESARSKIH METODA I ALATA

MAGISTARSKI STRUČNI RAD

Split, Siječanj 2018.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
UMJETNIČKA AKADEMIJA**

ODJEL ZA LIKOVNE UMJETNOSTI

RAZVOJ KLESARSTVA, KLESARSKIH METODA I ALATA

MAGISTARSKI STRUČNI RAD

ODSJEK ZA KONZERVACIJU-RESTAURACIJU

Konzervacija-restauracija kamena

Izrada specijalističkog diplomskog rada 2 - Kamen

Mentor: Marin Barišić, doc.

Komentor: Robert Jozić, doc.

Student: Josipa Krolo

Split, Siječanj 2018.

Sadržaj

1. Uvod

1.1. Postanak i vrste stijena

1.1.1. Genetska klasifikacija

1.1.2. Komercijalna klasifikacija

1.2. Fizička i mehanička svojstva kamena

1.3. Kamenolomi

1.3.1. Kamenolomi otoka Brača

1.3.2. Kamenolomi ostalih dijelova Dalmacije

1.3.3. Kamenolomi Istre

1.4. Vađenje kamena

1.4.1. Metode vađenja kamena kroz povijest

1.5. Transport kamena

2. Klesarski alati

2.1. Klin

2.2. Metalni čekić za rad sa dlijetima (maca)

2.3. Drveni bat

2.4. Sjekira za kamen

2.5. Dvošilj (piket)

2.6. Čekić jednošilj i čekić s glavom (majc)

2.7. Odbijač (šćapadur)

2.8. Špica

2.9. Zupčasto dlijeto (gradina)

2.10. Ravno dlijeto (lito)

2.10.1. Klesanje slova

2.11. Zaobljeno dlijeto

2.12. Jednoredna zubača s horizontalnim sječivom (martelina, zubatka)

2.13. Brazdač

2.14. Višeredna zubača (ozrnjivač, bućarda)

2.15. Bušilica

2.16. Strugač (strugalice)

2.17. Turpija (rašpa)

2.18. Abrazivi

2.19. Pneumatski čekić

2.20. Alati za mjerenje, trasiranje i obilježavanje

3. Tragovi klesarskih alata

3.1. Klin

3.2. Špica

3.3. Zupčasto dljeto (gradina)

3.4. Ravno dljeto (lito)

3.5. Zaobljeno dljeto

3.6. Martelina

3.7. Zubačka

3.8. Bušilica

3.9. Brušene i polirane površine

4. Zaključak

4.1. Popis slika

4.2. Popis literature

4.3. Bibliografija

1. UVOD

Tema ovog završnog rada je razvoj klesarstva, klesarskih metoda i alata tokom vremena s ciljem istraživanja procesa klesanja te tragova koje pojedini alat ostavlja u svrhu budućeg proučavanja spomenika kulture odnosno temeljitijeg pristupa restaratorskim zahvatima. Upoznavanje s ovom problematikom vršilo se istraživanjem literature, istraživanjem tragova klesarskih alata te praktičnim radom klesanjem skulpture tradicionalnim i suvremenim alatima uz vodstvo mentora te drugih klesara i restauratora. Ovaj završni rad počinje obradom postanka i vrsta stijena te fizičkih i mehaničkih svojstava kamena kako bi se najprije upoznao materijal kojim se bavimo. Zatim slijedi pregled kamenoloma na našoj obali od antike do danas te kamena koji se iz njih eksploatare. Sljedeća dva poglavlja obrađuju metode vađenja i transporta kamena, od antičkih *pašarina* i *lizzature* do dijamantne pile i hidrauličnih bagera. U drugom dijelu govori se o tradicionalnim i suvremenim klesarskim alatima. Svaki je alat obrađen u zasebnom poglavlju s opisom alata i njegovih inačica te načinom uporabe. Na kraju je prezentirano provedeno istraživanje tragova klesarskih alata na kamenim spomenicima iz Arheološkog muzeja u Splitu, Arheološkog muzeja u Naroni te raznih lokacija Dioklecijanove palače uključujući tragove otkrivene na Peristilu prilikom restauracije u obliku fotografija tragova pojedinog klesarskog alata na spomenicima iz različitih stoljeća.

1.1. Postanak i vrste stijena

Kamen je prirodno ili umjetno odvaljeni dio stijene.¹ Stijene su skup jednog (monomineralne) ili više (polimineralne) minerala. Minerali su spojevi elemenata poput ugljika, kalcija, kalija, aluminijska, magnezija itd. Poznavanje prirodnih stijena, njihovog postanka i sastava važno je za pravilnu upotrebu kamena.²

1.1.1. Genetska klasifikacija

Stijene se prema postanku ili genezi dijele na magmatske ili eruptivne, sedimentne te metamorfne stijene.³ Magma su stijene pretežito silikatnog sastava, sedimentne karbonatnog, a metamorfne mogu biti ili silikatne ili karbonatne.

Magma su stijene nazivaju se primarnim stijenama.⁴ Magma je prirodna silikatna taljevina u litosferi Zemlje. Kada se izlije na površinu postaje lava.⁵ Hlađenjem i kristalizacijom magme u dubljim dijelovima litosfere nastaju dubinske ili intruzivne (lat. intrudere-utisnuti) odnosno plutonske (Pluton-grčki bog podzemlja) magmatske stijene. Među važnijim intruzivnim stijenama nalazimo granite, granodiorite, sienite, diorite, gabre, peridotite. Hlađenjem i kristalizacijom ili očvršćivanjem lave na površini nastaju površinske ili efuzivne (lat. effusio-izlijevanje) odnosno vulkanske (Vulkan-bog vatre) magmatske

¹ ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008., str. 2.

² DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 8.

³ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 40.

⁴ ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008., str. 2.

⁵ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 8.

stijene.⁶ Neke od njih su riolit, dacit, trahit, andezit, bazalt, pikrit.⁷ Najrasprostranjenija i tehnički najvažnija magmatska stijena je granit. Izrazite je zrnaste strukture. Može biti različitih nijansi, od bjeličaste do sive, te crvenkastih i zelenkastih. Polira se do visokog sjaja te zadržava dekorativnost i sjaj. Iznimno je trajan te nepromjenjiv čak i u uvjetima onečišćene atmosfere. Gabro je prvoklasan kamen u velikoj mjeri upotrebljavan za memorijalnu arhitekturu i arhitekturu groblja. Tamnosive je do crne boje, ponekad i zelenkasto nijansiran. Glača se do iznimno visokoj sjaja čime njegova crna boja dolazi do posebnog izražaja. Komercijalno je poznat pod nazivom „jablanički granit“ ili „jablanit“ prema mjestu Jablanice u Bosni i Hercegovini, u čijoj se blizini eksploatira. U Hrvatskoj nema eksploatabilnih ležišta arhitektonsko-građevnog kamena magmatskog postanka.

Sedimentne stijene nastaju razaranjem već postojećih stijena na površini litosfere. Mehanički, kemijski i biokemijski procesi razaranja uključuju različite faze poput trošenja, transporta, taloženja te litifikacije ili okamenjivanja.⁸ Trošenje može biti mehaničko ili kemijsko. Mehaničko trošenje nastupa uslijed promjene temperature i smrzavanja vode⁹ čime dolazi do komadanja i usitnjavanja stijena, bez promjena u njihovom kemijskom sustavu. Kemijsko trošenje nastaje djelovanjem vode čija moć otapanja ovisi o zastupljenosti otopljenog CO₂, kiselina, kisika te klorida i nekih drugih soli.¹⁰ Transport se odvija najčešće vodama tekućicama te vjetrom i ledenjacima.¹¹ Taloženje može biti mehaničko, kemijsko ili biokemijsko.¹² Upravo se zbog procesa taloženja sedimentne stijene odlikuju slojevitošću.¹³

⁶ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 40.

⁷ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 3.

⁸ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 41.

⁹ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 9.

¹⁰ ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008., str. 4.

¹¹ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 41.

¹² DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 9.

¹³ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 41.

Ovisno o debljini sloja dijele se na liske (do 5mm), ploče (od 5 do 100mm), slojeve (od 10 do 100cm) i bankove (od 1 do 3 m). Sedimentne stijene se dalje dijele na klastične i neklastične. Klastične stijene su nastale razaranjem starijih stijena.¹⁴ Tu spadaju nevezani sedimenti poput šljunka, kršje, pijeska, praha, poluvezane stijene poput prapora i gline te vezane stijene, primjerice, konglomerati, breče, pješčenjaci, lapori i glinci.¹⁵ Neklastične stijene dijele se na kemijske i biokemijske. Kemijske sedimentne stijene nastaju izlučivanjem iz vodenih otopina pri pogodnoj temperaturi i koncentraciji.¹⁶ Posebno su zanimljive biokemijske odnosno organogene sedimentne stijene koje nastaju ugibanjem raznih organizama čiji skeleti taloženjem na dnu tvore kalcitni mulj. Nevezani i rastresiti elementi tog kalcitnog skeletnog detritusa okamenjivanjem prelaze u sedimentne stijene.¹⁷ Među neklastične i organogene stijene spadaju vapnenci, dolomiti, sedra, sadra (gips), travertin.¹⁸ Vapnenci i dolomiti su karbonatne sedimentne stijene. Vapnenac je kalcijev karbonat koji procesom dolomitizacije odnosno zamjenom kalcija magnezijem u ionskoj rešetki postaje dolomit.¹⁹

Metamorfne stijene nastale su metamorfozom ili preobrazbom postojećih eruptivnih, sedimentnih i metamorfnih stijena, pretežito u dubljim dijelovima litosfere.²⁰ Glavni čimbenici metamorfnih procesa su temperatura, tlak i kemijski akvini fluidi. Kako se temperatura i tlak povećavaju proporcionalno s dubinom, razlikujemo epi-, mezo- i katametamorfne stijene koje odgovaraju trima termodinamičkim zonama litosfere. U svijetu se eksploatira znatan broj metamorfnih stijena, često iznimnih dekorativnih značajki,

¹⁴ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 10.

¹⁵ ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008., str. 5.

¹⁶ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 42.

¹⁷ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 9.

¹⁸ ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008., str. 5.

¹⁹ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 42.

²⁰ ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008., str. 7.

ponajviše različite vrste mramora, gnajs, kvarcit, serpentin i škriljavci. Kao arhitektonsko-građevni kamen najznačajniji su mramori. U Hrvatskoj nema ležišta arhitektonsko-građevnog kamena metamorfnog postanka.

1.1.2. Komercijalna klasifikacija

Komercijalna podjela arhitektonsko-građevnog kamena nastala je kao rezultat dugog razdoblja rada s kamenom, iz iskustva i potrebe za pojednostavljenjem. Prema njoj, kamen se dijeli na granite i mramore. Graniti obuhvaćaju sve stijene silikatnog sastava bez obzira na njihov postanak. Prvenstveno uključuje magmatske i metamorfne stijene, primjerice, granit, diorit, gabro, labradorit, gnajs i kvarcit. Mramori obuhvaćaju sve stijene karbonatnog sastava bez obzira na njihov postanak, od vapnenaca i dolomita sedimentnog postanka do metamorfnih mramora. Ove dvije skupine razlikuju se prema petrografskoj građi, fizičko-mehaničkim i kemijskim svojstvima, načinima eksploatacije i tehnologiji obrade te prema namjeni s obzirom na vremensku trajnost. No, ponajveća je razlika u tvrdoći kamena. Kod granita prevladavaju minerali silikatne skupine čija se tvrdoća prema Mohsovoj skali kreće od 5,5 do 7,0, dok su kod mramora zastupljeni minerali karbonatne skupine, kalcit i dolomit, tvrdoće između 3,0 i 3,5 prema Mohsovoj skali.²¹

²¹ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 43.

1.2. Fizička i mehanička svojstva kamena

Kamen može imati različite karakteristike koje određuju njegovu pogodnost i obradivost te utječu na naš odabir.²² Struktura stijena definirana je stupnjem kristaliniteta te veličinom, oblikom i međusobnim odnosom minerala, a ovisi o načinu postanka stijene.²³ Može biti zrnata, ljuskava, vlaknasta, staklasta, škriljasta i amorfná. O njoj ovise fizička svojstva kamena, posebice težina, tvrdoća i cjepkost.²⁴ Slojevitost kamena najvažnije je strukturno obilježje kamena sedimentnog postanka.²⁵ Nastaje procesom taloženja. U Hrvatskoj je sva stjenska masa sedimentnog postanka. Za takvu vrstu stijene od davnine je poznato temeljno pravilo da se sva cijepanja i rezanja rade u smjeru pukotina poštujući slojevitost odnosno *veraš* stijene. Jedino tako izvađeni blokovi mogu izdržati velika naprezanja pri pritisku ili udaru. Rezanjem kamena ukoso preko slojevitosti uvelike mu se smanjuje otpornost u bilo kojem smjeru naprezanja.²⁶

Teksturu stijene određuju vanjski izgled, sastav veziva i prostorna udaljenost minerala,²⁷ a ovisi o utjecaju vanjskih faktora, bilo prilikom nastanka stijene ili nakon.²⁸ Može biti jednolična, prugasta, brečasta i škriljasta.²⁹

²² PEACOCK, D P S, *The Archaeology of stone: A report for English Heritage*, English Heritage, 1998., str. 9.

²³ ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008., str.2.

²⁴ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str.13.

²⁵ PEACOCK, D P S, *The Archaeology of stone: A report for English Heritage*, English Heritage, 1998., str. 9.

²⁶ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., ovo na str. 101.

²⁷ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str.14.

²⁸ ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008., str.2.

²⁹ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str.14.

Tvrdoća kamena je otpor kamena na zarezivanje ili odlamanje. Za određivanje tvrdoće kamena koristi se Mohsova skala koja, u nizu od deset minerala predstavljenih od najmekšeg do najtvrdjeg, nabroja talk, sol, kalcit, fluorit, apatit, ortoklas, kvarc, topaz, korund, dijamant. Meke stijene su vapnenac, dolomit, mramor, vapnenasti pješčenjaci i mramori škrljavci, dok među tvrde stijene spadaju granit, sijenit, diorit itd.

Cjepkost kamena označava njegovu osobinu da se pri udaru lomi u manje pravilne komade. Lako cjevivi kamen lomi se paralelno s ravnomjernim rasporedom minerala, dok se teško cjevivi kamen lomi u nepravilnim oblicima.³⁰

Sposobnost za brušenje i poliranje ovisi o mineralima u sastavu stijena. Dobro se poliraju granit, sijenit, diorit, dijabaz, mramori, gusti vapnenci, dolomit, alabaster i sijenit, dok se kameni poroznih površina teško poliraju. Brušenje i poliranje povećava otpornost i trajnost kamena te mu naglašava intenzitet boje.

Prijelom kamena je karakteristika koja opisuje izgled prijeloma. Može biti pravilan, nepravilan, valovit, hrapav, gladak, zrnat itd.

Obradivost kamena označava stupanj mogućnosti obrade kamena raznim alatima. Ovisi o vezivu i mineralima u kamenu.

Boja kamena ovisi o boji, prostornom rasporedu i veličini zrna sedimentnih minerala te o udjelu prirodnih pigmenta koji su češće stabilni kod stijena magmatskog i metamorfnog postanka. Tamno zelenu boju daje mineral augit, a crvenu željezni i manganov oksid.³¹ Prostori između boja često su slabe točke u kamenu.³² Boja može izbljediti pod utjecajem svjetlosti i drugih čimbenika.³³

³⁰ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str.15.

³¹ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str.16.

³² ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.. str. 21.

³³ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str.16.

Čvrstoća na pritisak određuje se djelovanjem okomite sile po jedinici površine na probni uzorak kamena u suhom i u vodi zasićenom stanju te poslije više ciklusa zamrzavanja i odmrzavanja.

Čvrstoća na savijanje je rezultat djelovanja sile na os probnog kamena koji je oslonjen na dva oslonca. Ova osobina bitna je za kamene elemente konzola, balkonskih ploča, arhitrava, stepenica i slično.

Otpornost na habanje je otpornost kamena prema abraziji straganjem.

Gustoća je odnos mase čvrste faze prema njenom volumenu.³⁴

Prostorna masa je odnos čvrste faze prema volumenu uzorka uključujući i volumen šupljina i pora. Većina arhitektonsko-građevnog kamena prostorne je mase između 2,5 i 3,0 g/ cm².

Porozitet definira količina šupljina u kamenu. Ne postoji idealno zbijeni kamen bez ikakve šupljine.

Upijanje vode je karakteristika koja označava sposobnost kamena da upije i zadrži određenu količinu vode u određenim uvjetima. Neke vrste kamena mogu upiti do 50% vlastite mase. Upijanjem vode iznad samo 0,5% može doći do problema zbog smrzavanja vode u kamenu.

Postojanost prema mrazu slabija je što je kamen porozniji, većih šupljina i koeficijenta upijanja vode. Kako led ima za jednu devetinu veći volumen od vode, stvara jaki pritisak unutar kamena. Ova osobina od velike je važnosti budući da je smrzavanje vode u kamenu čest uzrok pucanja i propadanja kamena.³⁵

Postojanost prema kemijski agresivnim reagensima predstavlja otpornost kamena prema uzročnicima kemijskih promjena od koji su u urbanom i industrijskom okolišu najvažniji kišnica i atmosfera sa sumpornim dioksidom kao najagresivnijim agensom. Sredstva za čišćenje također su agresivni agensi.

³⁴ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str.17.

³⁵ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str.18.

Termička ekspanzija ukazuje na činjenicu da se kamen, poput svih ostalih čvrstih tijela, širi i skuplja promjenom topline. Određuje se koeficijentom toplinskog širenja odnosno promjenom dimenzija za svaki stupanj temperature.

Otpornost prema vatri predstavlja stupanj oštećenja koja kamen može pretrpjeti uslijed visoke temperature. Iako kamen ne gori, naglim zagrijavanjem i hlađenjem kamena, primjerice u slučaju požara, dolazi do naprezanja i oštećivanja zbog temperaturnog šoka.³⁶

³⁶ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str.19.

1.3. Kamenolomi



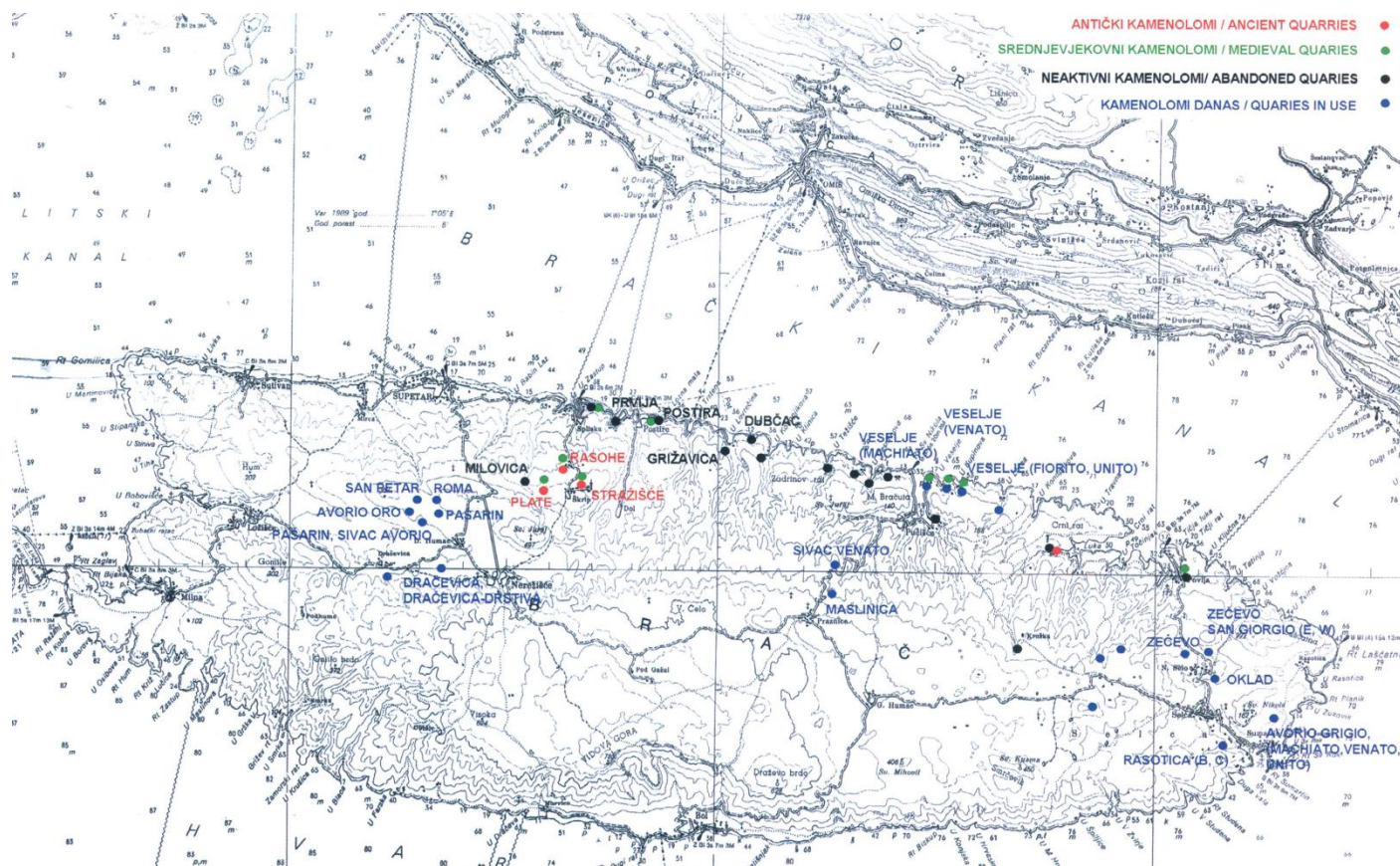
Sl. 1. Kamenolom u Carrari

S obzirom na tehnologiju vađenja kamena razlikujemo kamenolome otvorenog ili površinskog kopa, otvorene i postavljene pri brijegu ili otvoreno ukopane u dubinu zemlje, te kamenolome podzemnog ili galerijskog kopa koji imaju jedan otvor i mrežu tunela.³⁷

³⁷ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 28.

1.3.1. Kamenolomi otoka Brača

Kamenolomi otoka Brača aktivno su djelovali u vrijeme antike,³⁸ o čemu svjedoče tragovi antičke tehnologije branja kamena poput izrade kanala u stijeni (*pašarin, tagliata romana*)³⁹ te reljefi Herkula s kojim su se brački kamenari poistovjećivali.⁴⁰ Najviše se kamenoloma nalazi između Škripa i uvale Splitska, čija je luka omogućavala prijevoz kamena do krajnjeg odredišta. Najpoznatiji su kamenolomi Plate, Stražišće i Rasohe.⁴¹



Sl. 2. Karta Brača s označenim kamenolomima

³⁸ MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015., str. 12.

³⁹ VLAHOVIĆ, Tonči; Zdravko MATIJAŠIĆ; Juraj ETEROVIĆ; Vesna MARTINIĆ; Juraj BAUK; Dario ORLANDINI; Duško KEČKEMET; Joško BELAMARIĆ; Frane MARINOVIĆ; Tomislav BUŽANČIĆ, *Klesarska škola Pučišća 1909.-2009.*, Pučišća: Klesarska škola, 2009., str. 178.

⁴⁰ MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015., str. 13.

⁴¹ MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015., str. 12.

Današnji kamenolomi koncentrirani su u tri zone, u središnjem dijelu oko Pučišća, na istoku u okolici Selaca te slabije na zapadu u blizini Nerežišća.⁴² Ukupno se eksploatira dvadesetak različitih vrsta kamena čije nijanse variraju od bijele do tamne smeđe.⁴³

Vrsta kamena -trgovački naziv / Rock type - commercial name	Lokalitet kamenoloma / Quarry site	Karakteristike – fizička i mehanička svojstva kamena / Characteristics – physical and mechanical properties of stone					
		Prostorna masa	Poroznost	Upijanje vode	Čvrstoća na pritisak	Čvrstoća na savijanje	Otpornost na habanje
		Volumetric weight	Porosity	Water absorption	Compressive strength	Flexural strength	Resistance to wear
Adria Grigio Machiato	Sivac, Pučišća	2.542 t/m ³	7.7 %	2.02 %	138.0 MN/m ²	15.3 MN/m ²	21.0 cm ³ /50 cm ²
Adria Grigio Venato	Sivac, Pučišća	2.520 t/m ³	3.86 %	2.42 %	140.0 MN/m ²	16.8 MN/m ²	26.0 cm ³ /50 cm ²
Adria Grigio Unito	Pučišća	2.551 t/m ³	7.9 %	2.4 %	100.5 MN/m ²	16.0 MN/m ²	33.2 cm ³ /50 cm ²
Avorio	Kavadur, Donji Humac	-	-	-	-	-	-
Cremavorio	Gianesini, Donji Humac	-	-	-	-	-	-
Dračevica	Dračevica, Donji Humac	2.553 t/m ³	6.5 %	1.42 %	116.0 MN/m ²	13.2 MN/m ²	22.9 cm ³ /50 cm ²
Dračevica-drsrva	Donji Humac	-	-	-	-	-	-
Dubčac	Lovrečina	-	-	-	-	-	-
Grižavica	Lovrečina	-	-	-	-	-	-
Ivory gold (Avorio oro)	Donji Humac	-	-	-	-	-	-
Maslinica	Pučišća	-	-	-	-	-	-
Oklad	Selca	2.490 t/m ³	12.7 %	4.09 %	192.0 MN/m ²	7.2 MN/m ²	22.85 cm ³ /50 cm ²
Prvija	Splitska, Postira	-	-	-	-	-	-
Postira	Splitska	-	-	-	-	-	-
Pašarin	Pašarin, Donji Humac	-	-	-	-	-	-
Rasotica B	Žaganj Dolac, Sumartin	2.640 t/m ³	0.849 %	0.2 %	212.0 MN/m ²	13.9 MN/m ²	15.45 cm ³ /50 cm ²
Rasotica C	Žaganj Dolac, Sumartin	2.640 t/m ³	0.849 %	0.2 %	212.0 MN/m ²	13.9 MN/m ²	15.45 cm ³ /50 cm ²
Roma	Donji Humac	-	-	-	-	-	-
San Giorgio E	Selca	2.572 t/m ³	6.7 %	2.2 %	154.0 MN/m ²	20.6 MN/m ²	16.7 cm ³ /50 cm ²
San Giorgio W	Selca	2.529 t/m ³	5.68 %	1.72 %	176.5 MN/m ²	23.7 MN/m ²	15.8 cm ³ /50 cm ²
Sivac Avorio	Pašarin, Donji Humac	-	-	-	-	-	-
Sivac Machiato	Pučišća	-	-	-	-	-	-
Sv.Petar	Donji Humac	-	-	-	-	-	-
Veselje Unito A	Punta, Pučišća	2.469 t/m ³	8.18 %	2.22 %	121.6 MN/m ²	12.6 MN/m ²	27.1 cm ³ /50 cm ²
Veselje Unito B	Punta, Pučišća	2.495 t/m ³	7.7 %	2.02 %	116.0 MN/m ²	9.4 MN/m ²	32.16 cm ³ /50 cm ²
Veselje Fiorito	Punta, Pučišća	2.506 t/m ³	3.91 %	2.06 %	125.3 MN/m ²	10.5 MN/m ²	22.8 cm ³ /50 cm ²
Veselje Fiorito Kupinovo	Pučišća	-	-	-	-	-	-
Zečevo	Zečevo, Selca	2.534 t/m ³	5.867 %	1.74 %	180.2 MN/m ²	22.5 MN/m ²	15.6 cm ³ /50 cm ²

Tablica 1. Vrste kamena aktivnih bračkih kamenoloma

⁴² DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 51.

⁴³ MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015., str. 12., str. 15.

U zoni oko Pušišća nalaze se veliki kamenolomi Punta-Barbakan, Sivac-Sivac jug i Kupinovo-Kupinovo istok. Iz kamenoloma Punta-Barbakan eksploata se bijeli brački „mramor“ komercijalnog naziva Veselje Unito i Veselje Fiorito. Prvi dio imena, Veselje, dolazi od istoimene uvale i starog kamenoloma iznad, gdje su se razvili današnji kamenolomi Sivac, Barbakan i Punta. Drugi dio imena označava građu kamena, tip Unito sadrži relativno ujednačene skeletne ulomke, dok kod tipa Fiorito smeđkasti krupni rudistni ulomci ili cijeli rudisti „plivaju“ u manje više bijeloj osnovi.



Sl. 3. Veselje Unito



Sl. 4. Veselje Fiorito

U kamenolomu Kupinovo-Kupinovo istok također se eksploata bijeli brački „mramor“ komercijalnih naziva Kupinovo (Veselje) Unito i Kupinovo Fiorito. U kamenolomu Sivac-Sivac jug eksploata se sivkastobijeli dolomitizirani vapnenac muljne osnove s rasutim skeletnim česticama. Komercijalni naziv za naše tržište je Sivac, a za inozemno Adria Grigio s inačicama Unito, Machiatio i Venato.



Sl. 5. Adria Grigio Machiatio



Sl. 6. Adria Grigio Venato



Sl. 7. Adria Grigio Unito

U istočnoj zoni oko Selaca nalaze se kamenolomi Glave, Zečevo i Žaganj Dolac. Kako se kamenolomi Glave i Zečevo nalaze u istom slijedu naslaga kao i kamenolom Sivac-Sivac jug, u njima se eksploatira sličan kamen komercijalnog naziva San Giorgio od kojeg su najcjenjenije inačice San Giorgio Venato i San Giorgio (Zečevo) Venato prošarane bitumenskim žilama. U kamenolomu Žaganj Dolac eksploatira se rudistni vapnenac Rasotica. Iznimno je dekorativan, sadrži veliku količinu rudista i rudistnog kršja⁴⁴ koji se svojom svjetlijom bojom ističu u tamnosmeđem matriksu zbog čega se svrstava u grupu kamena izuzetnog i jedinstvenog izgleda.



Sl. 8. Rasotica B



Sl. 9. Rasotica C

U zapadnoj zoni u kamenolomu Milovica eksploatira se kamen tipa Sivac, kao i u kamenolomu Dragonjik. Potonji na tržište dolazi pod imenom Dračevica, zbog znatno drugačijeg izgleda.⁴⁵

⁴⁴ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 51.

⁴⁵ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 52.

1.3.2. Kamenolomi ostalih dijelova Dalmacije

Na jugoistočnoj strani otoka Visa, u uvali Srebrna, evidentirano je postojanje antičkog kamenoloma. Iako se smatra se jednim od najstarijih na jadranskog obali,⁴⁶ nije dovoljno istražen i publiciran.⁴⁷ Poznato je da se kamen se na otoku Visu počeo značajnije upotrebljavati u ranom brončanom dobu povećanjem broja gradinskih naselja. Kamen se vadio kako bi se stvorio plato na kojem su se smještale nastambe te se iskorištavao za njihovu gradnju i gradnju bedema. Polako su bedemi postajali sve veći, a time i obrada kamena bolja. Otvaranje kamenoloma u pravom smislu riječi počinje tek dolaskom Grka.⁴⁸

Kamenolomi otoka Korčule datiraju još od antičkih vremena među kojima su se najznačajniji i najveći nalazili su se na otocima Vrniku, Sutvari i Kamenjaku. Otok Vrnik, bogat kvalitetnim kamenom vapnenačkog sastava, brojao je dvadeset i devet kamenoloma koji su opskrbljivali gradnju Dubrovnika.⁴⁹ Trenutno je na otoku Korčuli aktivan samo kamenolom Humac.⁵⁰

U okolici Trogira nalaze se kamenolomi Seget, Plano i Vrsine s istoimenim nazivima kamena.⁵¹ Kamen iz kamenoloma Seget (lat. seco-sjeći) bere se, za razliku od zatvorenih

⁴⁶ MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015., str. 21.

⁴⁷ KATIĆ, Miroslav, „Antički kamenolom u uvali Srebrna na otoku Visu“, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 3-4, vol. 20., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska Škola Pučišća, 2009., str. 28.-34., ovo na str. 29.

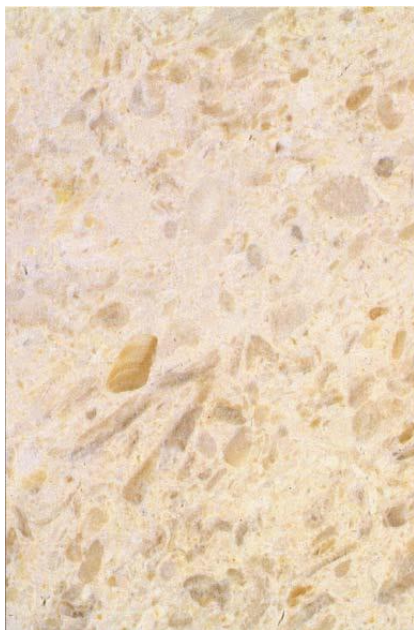
⁴⁸ KATIĆ, Miroslav, „Antički kamenolom u uvali Srebrna na otoku Visu“, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 3-4, vol. 20., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska Škola Pučišća, 2009., str. 28.-34., ovo na str.28.

⁴⁹ MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015., str. 20.

⁵⁰ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 52.

⁵¹ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 51.

bračkih antičkih kamenoloma, od 3.st.pr.Kr. pa sve do danas. Na njegovu vrijednost ukazuje i Plinije Stariji u djelu „*Naturalis Historia*“.⁵²



Sl. 10. Plano



Sl. 11. Seget

U blizini Drniša eksploatira se konglomerat Rozalit.



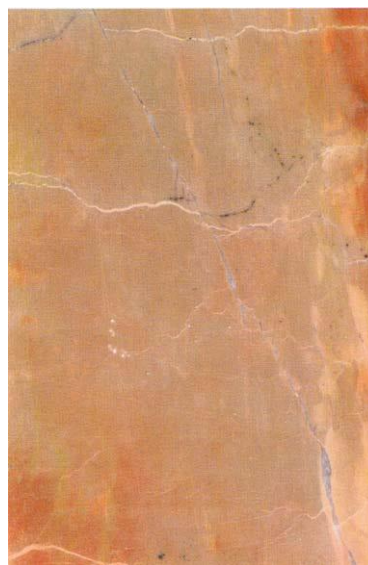
Sl. 12. Rozalit

⁵² MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015., str. 21.

U okolici Sinja, blizu Radošića, eksploatira se konglomerat Multikolor te povremeno dekorativni vapnenac Alkasin koji se javlja u više inačica.



Sl. 13. Alkasin Crveni



Sl. 14. Alkasin Svijetli

Na Mosoru, u kamenolomu Putišići, eksploatira se kamen Jadran zeleni.⁵³

1.3.3. Kamenolomi u Istri

Cijela Istra bogata je kamenom. Za vrijeme antike bila je dobro cestovno povezana, zbog čega je branje i obrada kamena bila jedna od najvažnijih djelatnosti. Kamen iz kamenoloma u Vinkurani i Vintijanu, danas poznatijih kao *Cave Romane*, korišten je za izgradnju pulske Arene, Sergejevog slavluka i mnogih drugih antičnih građevina u Puli. (21) Kirmenjak, danas najpoznatiji arhitektonsko-građevni kamen iz Istre, dolazi i pod drugim nazivima poput Orsera, Pietra d'Istria, Pietra d'Rovigo, Jezerski cvijet, Istarski cvijet, Giallo venato d'Orsera, Avorio. Kamen svijetlo smeđe boje, eksploatirao se na više mjesta u rimsko doba, a danas je aktivno četiri do pet kamenoloma u okolici mjesta Kirmenjak.⁵⁴ Kako ima bolju otpornost na vremenske utjecaje, često je korišten umjesto mramora za vanjsko oblaganje građevina u Veneciji.⁵⁵

⁵³ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 52.

⁵⁴ MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015., str. 22.

⁵⁵ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 25.

1.4. Vađenje kamena

Intenzivnije vađenje kamena počinje u brončanom dobu oko 2000 godina pr. Kr. te se pojačava oko 1000 godina pr. Kr. u željeznom dobu otkrićem željeza i primjenom željeznog alata u obradi kamena.⁵⁶ Najstarije poznate građevine su ilirske gomile, zidane kamenom bez uporabe veziva, te grobovi obloženi kamenim pločama.⁵⁷ Antičko razdoblje na našoj obali obilježava masovna upotreba kamena za građenje monumentalnih građevina, poput Dioklecijanove palače u Splitu izgrađene od bračkog kamena, te akvedukata, mostova, sarkofaga i skulptura. U predromanici i romanici prevladava sakralno graditeljsko za koje se kamen vadi iz obližnjih kamenoloma ili se, kao pri izgradnji crkve Svetog Donata u Zadru, iskorištava kamen s antičkih građevina (spolije).



Sl. 15. Crkva sv. Donata u Zadru

⁵⁶ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 26.

⁵⁷ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str.12.

Renesansa donosi oživljavanje klesarstva i graditeljstva, ponovno pokretanje antičkih te otvaranje novih kamenoloma.⁵⁸ Na Braču se, tijekom 14. i 15. stoljeća, odvija intenzivna eksploatacija kamena za graditeljske potrebe u dalmatinskim gradovima poput Šibenika, gdje Juraj Dalmatinac gradi katedralu Sv. Jakova.⁵⁹ Za gradnju u Dubrovniku otvaraju se kamenolomi na Korčuli, dok je za Veneciju najznačajniji Kirmenjak iz Istre.⁶⁰ Tijekom 17. i 18. stoljeća ponovo zamire kamenoklesarska djelatnost u službi crkvene arhitekture i kiparstva.⁶¹ U arhitekturi 20. stoljeća prevladavaju ravni oblici čime se prilagodila i suvremena industrija kamena.⁶²

⁵⁸ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 26.

⁵⁹ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str.16.

⁶⁰ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 26.

⁶¹ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str.17.

⁶² DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str.19.

1.4.1. Metode vađenja kamena kroz povijest



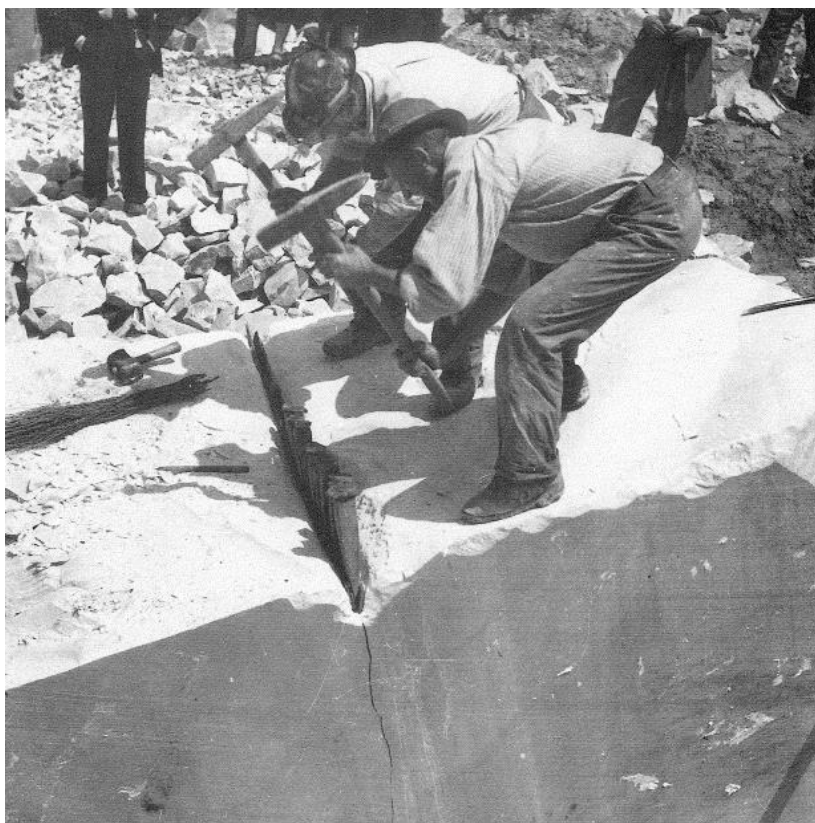
Sl. 16. Vađenje kamena, crtež Marina Barišića

U antici se odvajanje kamenog bloka od matične stijene tradicionalno se vršilo drvenim ili željeznim klinovima, kanalom odnosno *pašarinom*, bušenjem rupe do rupe, vatrom te živim vapnom.

Željezni klinovi posebice su učinkoviti kod slojevitih stijena, poput vapnenaca, čiji slojevi olakšavaju odvajanje kamenog bloka. U stijeni se dvošiljom izdube rupe veličine između pet i deset centimetara⁶³ u koje se zatim zabijaju klinovi ručnim čekićem odnosno *macom*, ravnomjernim udarcima po svakom klinu. Rupa mora pratiti oblik klina te ne smije biti preširoka, u protivnom klin nema svrhe. Veličina klinova mijenja se ovisno o tvrdoći kamena i veličini bloka kojeg je potrebno odlomiti.⁶⁴

⁶³ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 28.

⁶⁴ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 33.



Sl. 17. Zabijanje željeznih klinova, Carrarra

Za razliku od metode sa željeznim klinovima, odvajanje drvenim klinovima zahtjeva dosta dublje rupe. U njih bi umetali drvene klinove koji su se namakanjem u vodi širili te na taj način odsjecali stijenu.⁶⁵

Odvajanje kamenih blokova kanalom odnosno *pašarinom*, jedan je od najstarijih načina vađenja kamena poznat još u Egiptu, Grčkoj i Rimu, a zadržao se sve do polovice 20. stoljeća. Upotrebljava se pri radu s masivnim stijenama. Prvo se iscrtaju dimenzije željenog bloka na površini stijene prema kojima se ručno dubi kanal, širine između 60 i 70 centimetara kako bi odgovarao širini ljudskog tijela, s dvije strane bloka, dok su druge dvije oslobođene vađenjem prethodnog bloka. Zatim se blok odvaja i od osnovne stijene usijecanjem dubokog horizontalnog kanala, takozvane *kunjere*, u kojeg se zabijaju klinovi.

⁶⁵ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking techniques and processes (version 1.0)", The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/3-stoneworking-techniques-and-processes-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)



Sl. 18. Pašarin, Carrara

Odvajanje kamenog bloka bušenjem, poznatijim kao „rupa do rupe“, vrši se vertikalnim i horizontalnim bušenjem rupa⁶⁶ udarom ručnog svrdla⁶⁷ nakon čega se nastala rebra između vertikalnih rupa otklanjaju dljetastom šipkom. Postoje dva načina bušenja rupe ručnim svrdlom. Kod prvog načina klesar podiže i spušta svrdlo uvijek na isto mjesto. Tim udarcima postupno dobiva rupu željene dubine. Ovim načinom buše se dublje rupe. Svrdlo može biti dugo do tri metra, težine do 20 kilograma te promjera 25-35 milimetara. Drugi način podrazumjeva da jedan klesar okreće svrdlo dok drugi udara čekićem po glavi svrdla bušeći tako dosta pliće rupe. U ovom slučaju svrdlo može biti dužine do 50 centimetara, težine do deset kilograma te promjera 25-35 milimetara. U horizontalne rupe postavljaju se klinovi⁶⁸ koji se ujednačeno udaraju čekićem⁶⁹ kako bi se blok odvojio od stijene.⁷⁰

⁶⁶ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 28.

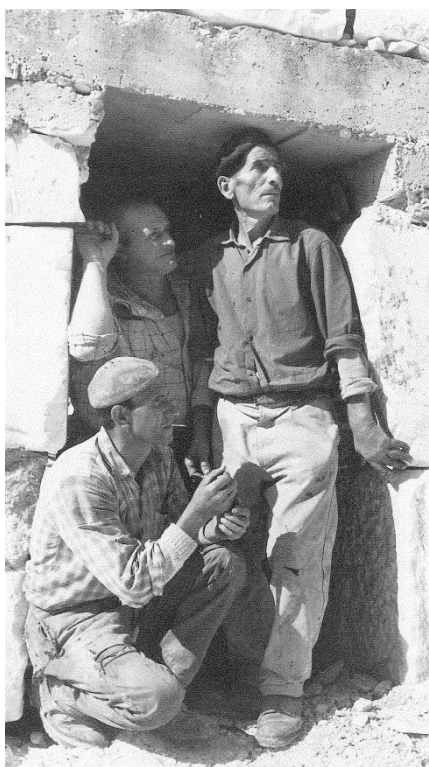
⁶⁷ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 33.

⁶⁸ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 28.

⁶⁹ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 33.

⁷⁰ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 28.

Pojavom baruta iz Kine, počelo se s miniranjem u kamenolomima čime bi se stjenska masa razbijala, a od većih bi se komada obrađivali blokovi.⁷¹ Iako je uvelike olakšala vađenje kamena, zbog količine krhotina zdravog kamena,⁷² prikrivenih pukotina u kamenom bloku,⁷³ trajnog oštećivanja matične⁷⁴ stijene te nemogućnosti većeg iskorištenja stjenske mase, ova tehnologija ubrzo je napuštena.⁷⁵ Eksploziv se danas koristi kao pomoćno sredstvo pri miniranju debelih krovinskih naslaga karbonatnih stijena, uz izradu umjetnog diskonuiteta između otkrivke i korisne sirovine, pri eksploataciji velikih blokava samaca eruptivnog postanka te u mnogim kamenolomima granita.⁷⁶



Sl. 19. Radnici u zaklonu od eksplozije, Carrara



Sl. 20. Eksplozija, Carrara

⁷¹ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 99.

⁷² CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996, str. 178.

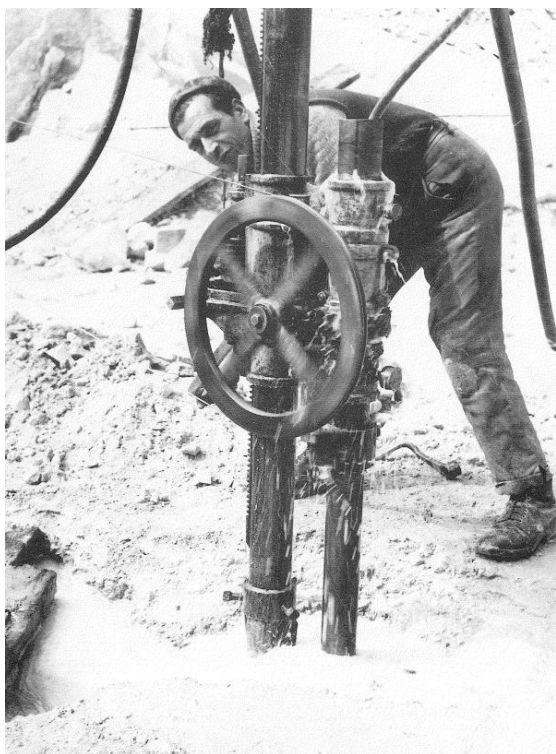
⁷³ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 100.

⁷⁴ CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996, str. 178.

⁷⁵ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 99.

⁷⁶ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 100.

Krajem 19. stoljeća uvodi se uporaba helikoidalne žice.⁷⁷ Na Braču se počinje koristiti 1948. godine u kamenolomu Veselje te nedugo zatim i u kamenolomima Kupinovo i Punta.⁷⁸ Spiralnom željeznom niti helikoidalne žice mogu se uz pomoć kremenog pijeska dobiti horizontalni, kosi i vertikalni rezovi velikih površina.⁷⁹ O njenom učinku ovisila je proizvodnja cijelog kamenoloma te se zbog dugotrajnog piljenja često kombinirala s drugim metodama.⁸⁰



Sl. 21. Helikoidalna žica, Carrara

Pneumatski čekići počinju se koristiti početkom 20. stoljeća.⁸¹ Prvi kompresor na Braču uveden je 1948. godine⁸² čime se dodatno olakšava i ubrzava rad.⁸³

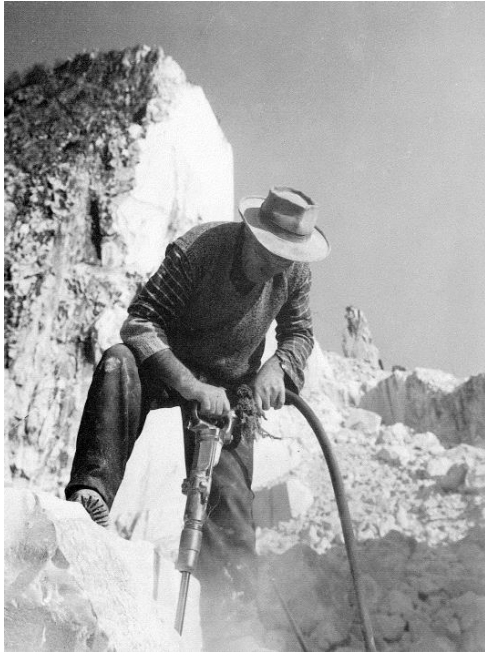
⁷⁷ CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996, str. 178.

⁷⁸ MARINOVIĆ, Frane, „Povijesne natuknice o tehnologiji branja, prerade i transporta kamena na Braču“, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 3-4, god. 7., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska škola Pučišća, 1996., str. 80.-84., ovo na str. 81.

⁷⁹ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 100.

⁸⁰ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 101.

⁸¹ CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996, str. 178.



Sl. 22. Pneumatski čekić, Carrara

Helikoidalna žica izlazi iz uporabe uvođenjem dijamantne žične pile i lančane sjekačice čime je riješen problem dugotrajnog piljenja.⁸⁴ Lančana sjekačica, ranije korištena u rudnicima ugljena, prvi je put upotrebljena u kamenolomu 1928. godine u Njemačkoj.⁸⁵



Sl. 23. Lančana sjekačica

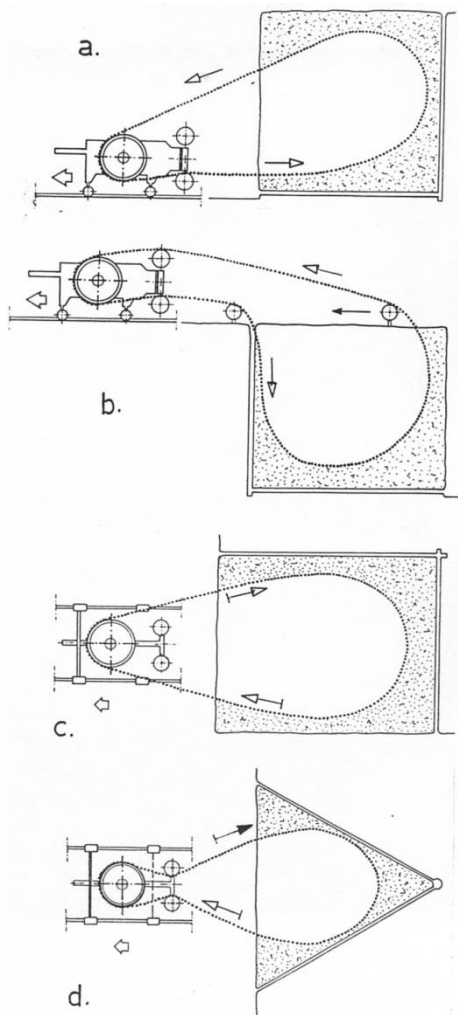
⁸² MARINOVIĆ, Frane, „Povijesne natuknice o tehnologiji branja, prerade i transporta kamena na Braču“, Klesarstvo i graditeljstvo, br. 3-4, god. 7., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska škola Pučišća, 1996., str. 80.-84., ovo na str. 81.

⁸³ CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996, str. 178.

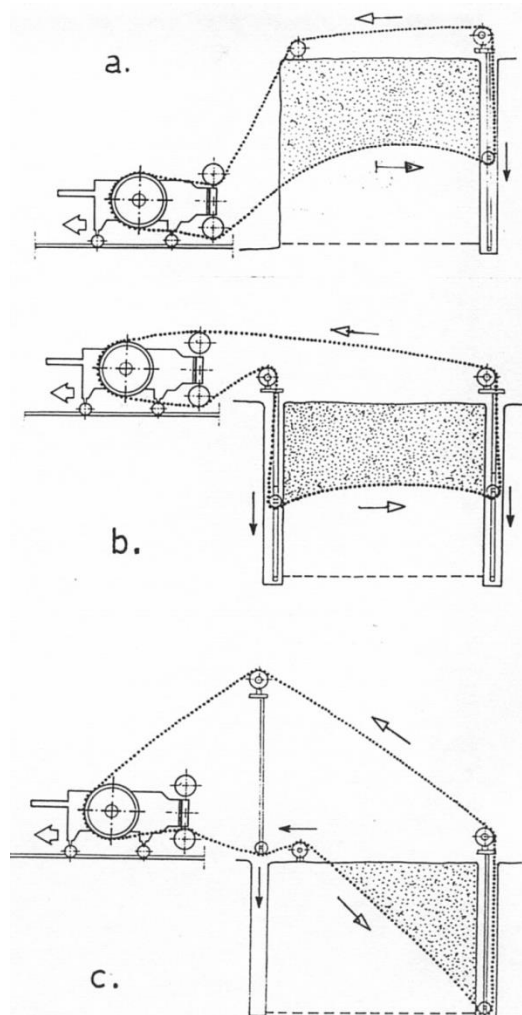
⁸⁴ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 100.

⁸⁵ MARINOVIĆ, Frane, „Lančana pila s dijamantnim remenom“, Klesarstvo i graditeljstvo, br. 2, god. 1., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska Škola Pučišća, 1990., str. 21.-24., ovo na str.21.

Primjena dijamantne pile u bračkim kamenolomima počinje 1980-ih godina.⁸⁶ Brzo postaje dominantan stroj u kamenolomima koji se sve više formiraju u skladu s njenim tehničkim značajkama i mogućnostima rada.⁸⁷



Sl. 24. Načini piljenja zatvaranjem dijamantne žice u petlju



Sl. 25. Načini zatvaranja dijamantne žice obrnutim slijedom

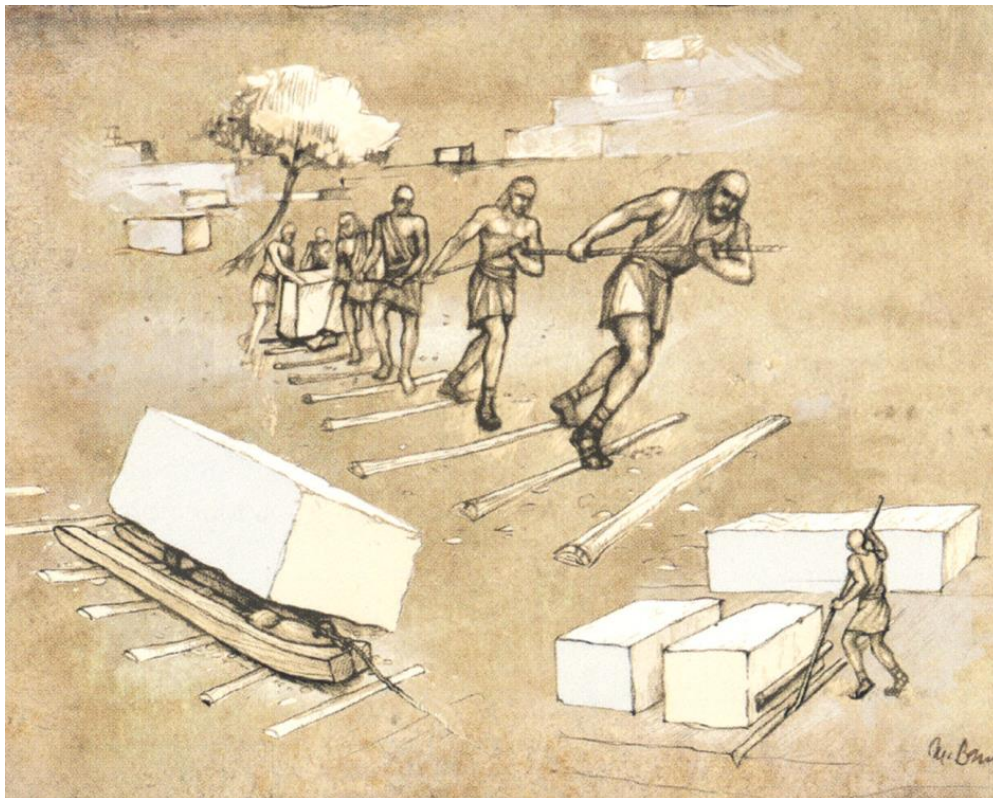
Premda je time nova tehnologija dobivanja kamenih blokova dosegla visok stupanj, u mnogim modernim kamenolomima još se uvijek mogu vidjeti tradicionalne metode vađenja kamena.⁸⁸

⁸⁶ MARINOVIĆ, Frane, „Povijesne natuknice o tehnologiji branja, prerade i transporta kamena na Braču“, Klesarstvo i graditeljstvo, br. 3-4, god. 7., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska škola Pučišća, 1996., str. 80.-84., ovo na str. 81.

⁸⁷ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 101.

⁸⁸ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking techniques and processes (version 1.0)”, *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*.

1.5. Transport kamena



Sl. 26. Transport kamena, crtež Marina Barišića

Premještanje kamena iznimno je težak zadatak s obzirom na to da većina vapnenaca i mramora teži između 2500 i 2800 kg/m³. Prvu prepreku predstavlja premještanje kamena iz kamenoloma koji su se često nalazili na padinama nepodobnim za zapregu volova. U tim slučajevima kamen se klizao na sanjkama ili preko valjaka.⁸⁹ Drvenim podmetačima trasirao se put do odredišta, zatim se kamen podizao na valjke postavljene preko drvenih podmetača. Jedan ili više klesara, ovisno o težini kamena, gurali bi ili vukli kamen preko valjaka, dok ih

<http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/3-stoneworking-techniques-and-processes-w-wootton-b-russell-p-rockwell/>
(accessed on <2.3.2017.>)

⁸⁹ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

je jedan sakupljao te ponovo podmetao ispred kamena.⁹⁰ Kod strmijih padina, kamen se morao kontrolirati užadima od konoplje kako ne bi proklizao. Ova metoda poznata je kao *lizzatura*.⁹¹ Laganim puštanjem, zatim opet zatezanjem užadi, kamen bi se djelovanjem svoje težine i nagiba padine polagano spustio do odredišta.⁹² Uporaba lizzature zadržala se u nekim kamenolomima, primjerice u Carrari, sve do 1960-ih godina,⁹³ uz zamjenu užadi od konoplje sigurnijim čeličnim kabelima.⁹⁴



Sl. 27. Lizzatura, Carrara

⁹⁰ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 32.

⁹¹ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

⁹² CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996., str. 177.

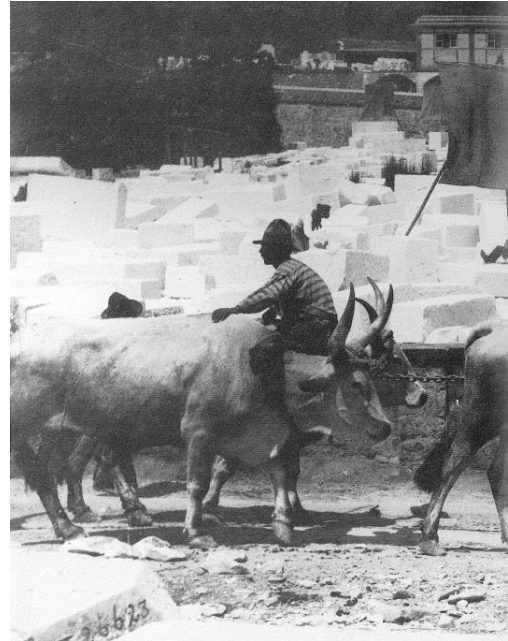
⁹³ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 168.

⁹⁴ CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996., str. 179.

Kamen se, jednom kada bi se spustio s padine, dalje mogao prevoziti volovskom zapregom koja je u rimsko doba bila najčešći oblik kopnenog prevoza kamenog materijala. Najveće blokove kola ne bi mogla podnijeti te su ih ljudi ili volovi vukli preko valjaka.



Sl. 28. Transport kamenih blokova volovskom zapregom, Carrara

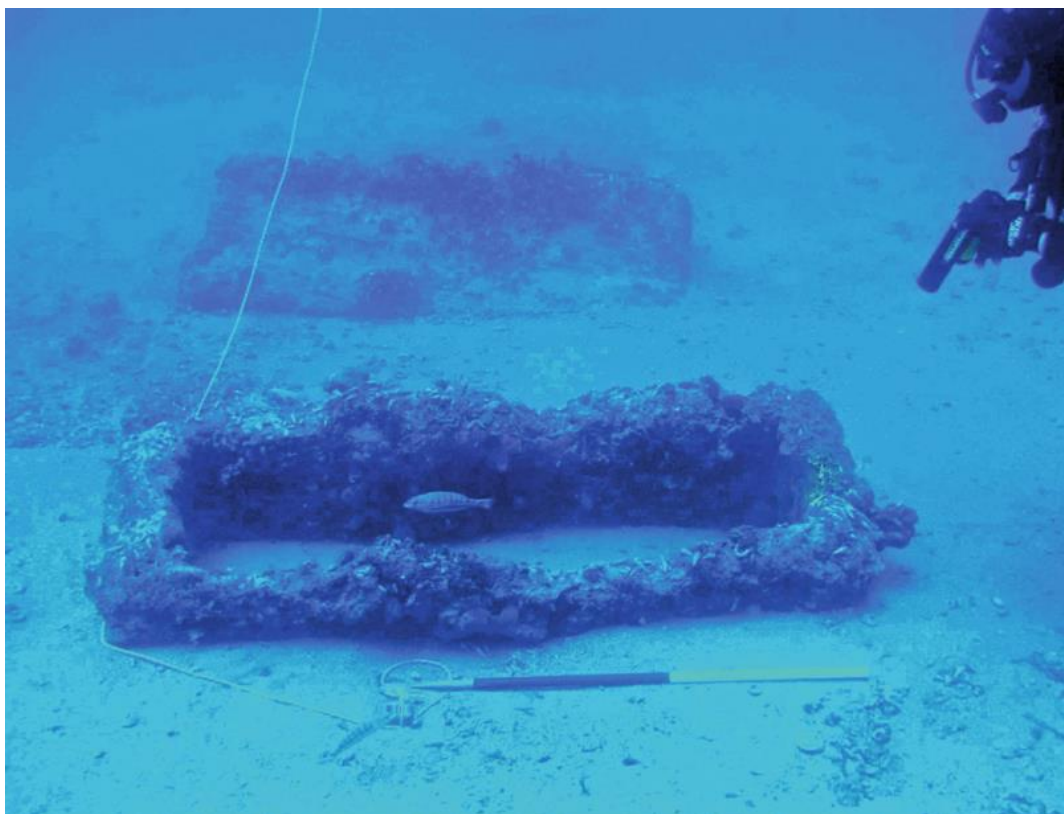


Sl. 29. Volovska zaprega, Carrara

Kamenolomi smješteni uz obalu imali su veliku prednost. Prijevoz do dalekih odredišta bio je puno jeftiniji morem nego kopnom te se kameni materijal mogao direktno ukrcavati na brodove. Kamen se na Sredozemlju prevozio morem u velikim količinama, o čemu nam svjedoče brojni nalazi antičkih brodoloma⁹⁵ poput onih s teretom sarkofaga na lokalitetima ispred Velog Školja kod Mljeta, kod otoka Jakljana nedaleko od Dubrovnika te kod Sutivana na otoku Braču.⁹⁶

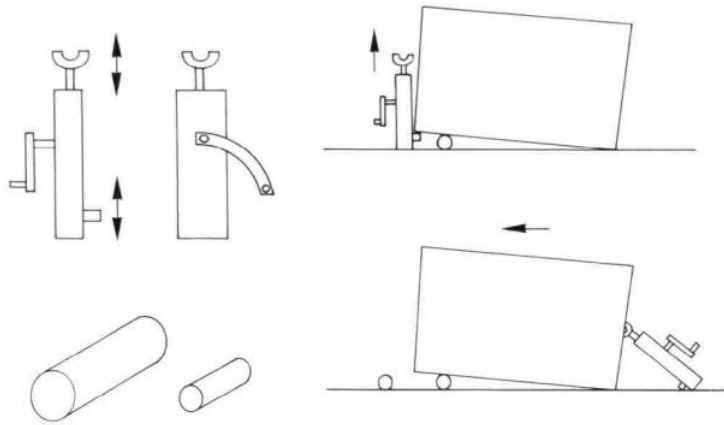
⁹⁵ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

⁹⁶ MIHOLJEK Igor; Igor MIHAJLOVIĆ, „Antički brodolomi s teretom sarkofaga na području Dalmacije“, Portal, 2/2011., Višnja Bralić, Ana Azinović Bebek, Zagreb: Hrvatski restauratorski zavod, 2011., str. 215.-221., ovo na str. 215.



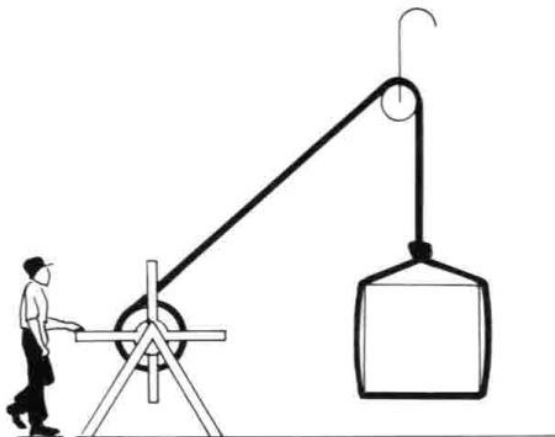
Sl. 30. Ostaci antičkog brodoloma sa sarkofazima kod otoka Jakljana, fotografija Domagoj Perkić

Kako bi se kamen premjestio na valjke, volovsku zapregu ili brod bilo ga je potrebno podignuti različitim vrstama dizalica, poput ručne dizalice i dizalice s vitlom. Prva se sastoji od željeznog mehanizma koji je uklopljen u drveni nosač te radi na principu zupčanika. Okretanjem pokretačke ručice poluga se diže u vertikalnom smjeru te može dosegnuti do 1,5 metara, dok je sama ručna dizalica duga jedan metar i teška do 50 kilograma. Najprije treba ručnu dizalicu ukopati pored kamenog bloka, a donju polugu užlijebiti ispod kamena te ju podići do željene visine. Zatim se podvuče drvena greda pod kamen kako bi se oslobodila dizalica te ponovila radnja s druge strane kamena. U slučaju da kamen treba podignuti u vertikalni položaj, prvo se podigne donjom polugom do 50 centimetara i podupre. Dizalica se oslobodi kako bi se moglo dvošiljom napraviti užljebljenje u koje će se uglaviti vrh gornje poluge koja nastavlja podizati blok do vertikalnog položaja.



Sl. 31. Podizanje kamenih blokova ručnom dizalicom

Dizalica s vitlom podiže kamen namotavanjem sajle oko vitla čime omogućuje jednostavnije i lakše podizanje kamenog bloka u željeni položaj.⁹⁷



Sl. 32. Podizanje kamenih blokova dizalicom s vitlom

Najjednostavniji alat za podizanje kamena je poluga. Izrađivala se od željeza okruglog profila promjera do pet centimetara, dužine do 1,5 metara i težine do 20 kilograma. Može biti različitih oblika, ali najčešće ima jedan krak u obliku zadebljanog sječiva, a drugi u obliku zaobljene špice.⁹⁸ Tradicionalne metode transporta kamena zadržale su se dugi period vremena

⁹⁷ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 31.

⁹⁸ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 32.

uz polaganu mehanizaciju. Godine 1908. kamenolom Kupinovo dobio je prvu vagon-spuštalicu s protuutegom nosivosti deset tona. Zatim je izgrađena operativna obala na kojoj je montirana Derik dizalica.⁹⁹ Danas se u kamenolomima transport odvija uz pomoć raznih dizalica,¹⁰⁰ utovarača,¹⁰¹ hidrauličnog bagera¹⁰² i kamiona.¹⁰³ Derik dizalice su kružne stacionarne dizalice za velike terete. Služe za prenošenje i odlaganje kamenih blokova te strojeva i uređaja iz dubinskih kamenoloma.¹⁰⁴



Sl. 33. Uporaba Derik dizalice u kamenolomu

Auto-dizalice dijele se prema mogućnosti zakretanja dohvatnika na usmjerene i kružne. Ukoliko im pogon zataji, moraju automatski zakočiti teret.

⁹⁹ MARINOVIĆ, Frane, „Povijesne natuknice o tehnologiji branja, prerade i transporta kamena na Braču“, Klesarstvo i graditeljstvo, br. 3-4, god. 7., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska škola Pučišća, 1996., str. 80.-84., ovo na str. 84.

¹⁰⁰ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 225.

¹⁰¹ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 226.

¹⁰² DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 227.

¹⁰³ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 228.

¹⁰⁴ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 225.



Sl. 34. Uporaba auto-dizalice u kamenolomu

Utovarač se zbog svoje mobilnosti i univerzalnosti koristi za više namjena. Služi za izvlačenje i manipuliranje blokovima, za prenošenje i utovar kamenih blokova i jalovine u kamione te za održavanje putova, čišćenje radnih površina, transport materijala itd.¹⁰⁵ Klasična lopata utovarača, pogodna za utovar primjerice jalovine, može se zamijeniti s viljuškama za prihvaćanje, premještanje i utovar kamenih blokova.



Sl. 35. Uporaba utovarača u kamenolomu

¹⁰⁵ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 226.

Hidraulični bager koristi se za obaranje primarnih i preguravanje blokova te razmještanje i utovar komercijalnih blokova.¹⁰⁶



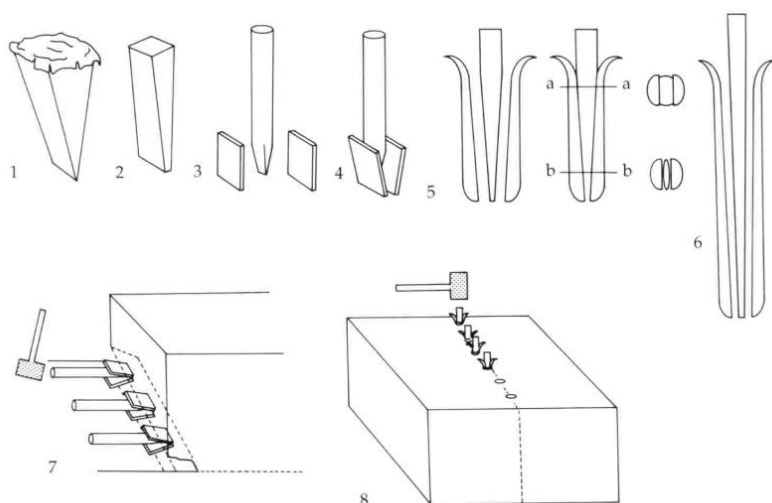
Sl. 36. Uporaba hidrauličnog bagera u kamenolomu

¹⁰⁶ DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003., str. 227.

2. Klesarski alati

2.1. Klin

Klin je komad tvrdog drva ili metala. Ima „V“ oblik gledano sa strane te pravokutni gledano odozgo. Koriste se za rasjecanje kamena,¹⁰⁷ najviše u kamenolomima. Zabijaju se čekićem u rupe u kamenu napravljene najčešće špicom. Očito je da su drveni klinovi, sami po sebi, preslabi da bi izravno slomili kamen. Zato se nakon umetanja u pravokutne rupe u kamenu namoče vodom te širenjem zasićenog drva rasijećaju kamen duž ležišta.¹⁰⁸ Tragovi korištenja drvenih klinova mogu se naći na više mjesta u kamenolomima Aphrodisiasa. Odgovarali su klinovima duljine stranica između deset i 15 centimetara.¹⁰⁹ Metalni klinovi jednostavno se umetnu u rupu odgovarajućeg oblika te udaraju čekićem.



Sl. 37. Različiti klinovi i način korištenja

¹⁰⁷ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 34.

¹⁰⁸ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹⁰⁹ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 34.

Posebice zanimljiva inačica klina zove se „utor i pero“. Povijest njegovog korištenja proteže se od starog Egipta do danas. Sastoji se od središnjeg klina odnosno utora te dva bočna umetka odnosno pera. U rupu se prvo postave pera širom stranom dolje, a zatim se utor čekićem zabija između njih dok se kamen ne rascijepi.¹¹⁰ Ovom metodom postižu se veći i dublji lomovi nego kod običnih klinova¹¹¹ iz razloga što oblik pera usmjerava silu udarca kroz kamen.¹¹² Klinovima se može precizno rascijepiti kamen tako da se rupe za klinove dube u nizu duž linije željenog rascijepa te u skladu s ležištem kamena.¹¹³

¹¹⁰ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)“, *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹¹¹ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 34.

¹¹² Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)“, *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹¹³ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 34.

2.2. Metalni čekić za rad sa dlijetima (maca)

Najraniji klesarski čekići bila su jednostavno kamenja. Na Uskršnjim otocima, gdje nije bilo metalnih ruda, tvrdo kamenje se vjerojatno koristilo za sve klesanje. Čekić za rad s dlijetima može biti željezni i/ili čelični. Postoje i drvene verzije odnosno drveni batovi¹¹⁴ koji su obrađeni u sljedećem poglavlju.



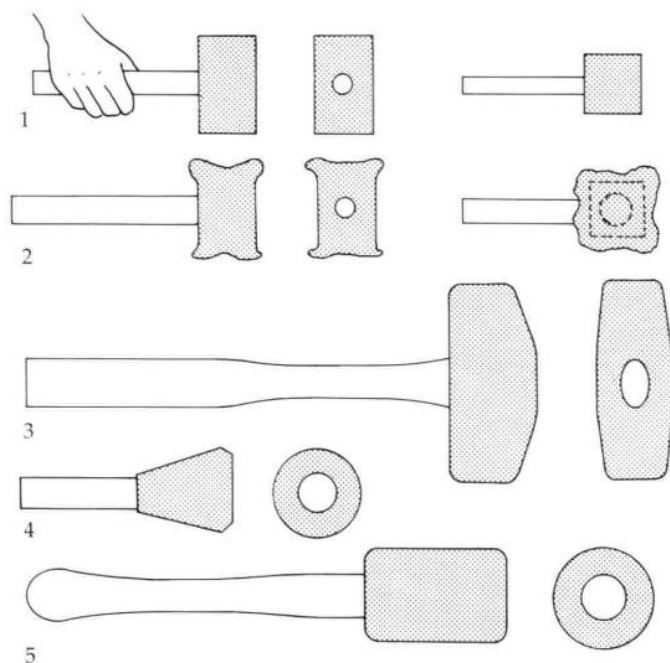
Sl. 38. Prikaz metalnog čekića za rad s dlijetima na reljefu Trajanovog stupa

Veličina i oblik glave čekića, kao i duljina njegove drške variraju ovisno o materijalu na kojem se koristi i namjeni te vrlo često o tradiciji.¹¹⁵ Naime, zbog učestalosti korištenja ovog alata u različitim tradicijama redovito su nastajali različite oblici čekića. Najčešće su kockasti ili kvadratasti,⁽³²⁾ ali lakše verzije mogu biti zaobljene imitirajući drvene batove. Tipični talijanski čekići za rad sa dlijetima su kockasti ili kvadratasti sa duljinom drške između 15 i

¹¹⁴ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹¹⁵ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

25 centimetara(33) zbog čega imaju slabiji zamah.¹¹⁶ Međutim, čekići u Veneciji imaju dulju i tanju glavu te tanju dršku.¹¹⁷ Američki klesarski čekić za granit ima dršku duljine 30 centimetara koja se sužava prema glavi što daje jaki zamah udarcu.¹¹⁸ U Belgiji i Engleskoj nalazimo čekiće sa zaobljenom glavom za fino klesanje te se redovito koriste drveni batovi.¹¹⁹



Sl. 39. Različiti oblici metalnog čekića za rad s dlijetima: 1. Talijanski čekić od mekog željeza za rad u mramoru; 2. Prikazuje čekić pod brojem jedan nakon dugotrajne uporabe; 3. Američki čekić za rad u granitu; 4. Engleski čekić; 5. Francuski čekić

¹¹⁶ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 32.

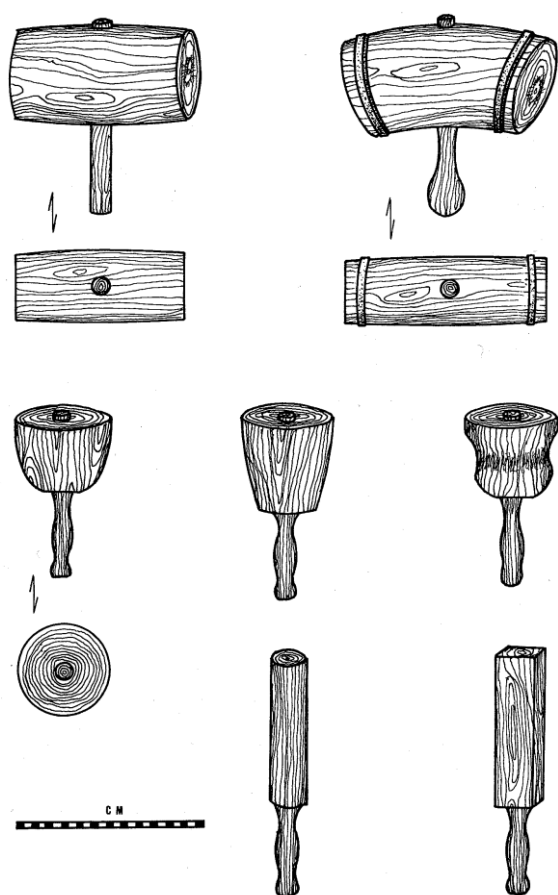
¹¹⁷ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 33.

¹¹⁸ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 32.

¹¹⁹ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

2.3. Drveni bat

Drveni bat služi za rad s dlijetima u mekšem kamenu. Izrađuje se od tvrdog drva, ručno ili na tokarskom stroju.¹²⁰ Drveni batovi su uglavnom veliki i zaobljeni sa kratkim drškama čija duljina često odgovara širini dlana. Moraju biti veliki kako bi imali dovoljnu masu.¹²¹ Pojavljuju se u različitim oblicima poput vertikalnog, horizontalnog, cilindričnog, konusno-cilindričnog te u obliku kvadra.



Sl. 40. Inačice drvenog bata

¹²⁰ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 62.

¹²¹ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 32.

Duljina bata može biti do 30 centimetara, promjer cilindra do deset centimetara, a težina do jedan kilogram. U jednoj ruci se drži dlijeto, dok se drugom udara batom po glavi dlijeta¹²² koja mora biti drvena ili zaobljeno-pločasta ako je metalna. Dlijeto mora imati veću površinu kojom prima udarac kako se ne bi oštetio drveni bat zbog mekoće drva,¹²³ iako se i pravilnim korištenjem brzo troši za razliku od metalnog čekića.¹²⁴

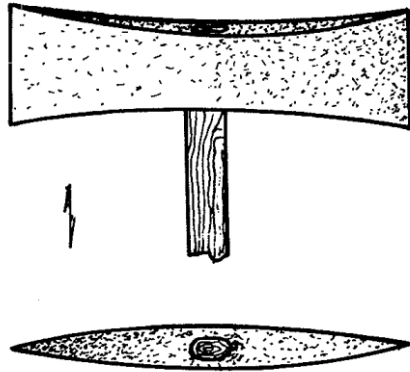
¹²² DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 62.

¹²³ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 32.

¹²⁴ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 62.

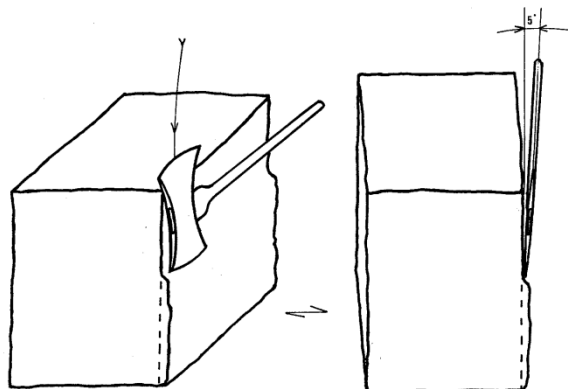
2.4. Sjekira za kamen

Sjekira za kamen sastoji se od željeznog dijela sa dva ravna kaljena sječiva paralelna sa drškom od tvrdog drva.



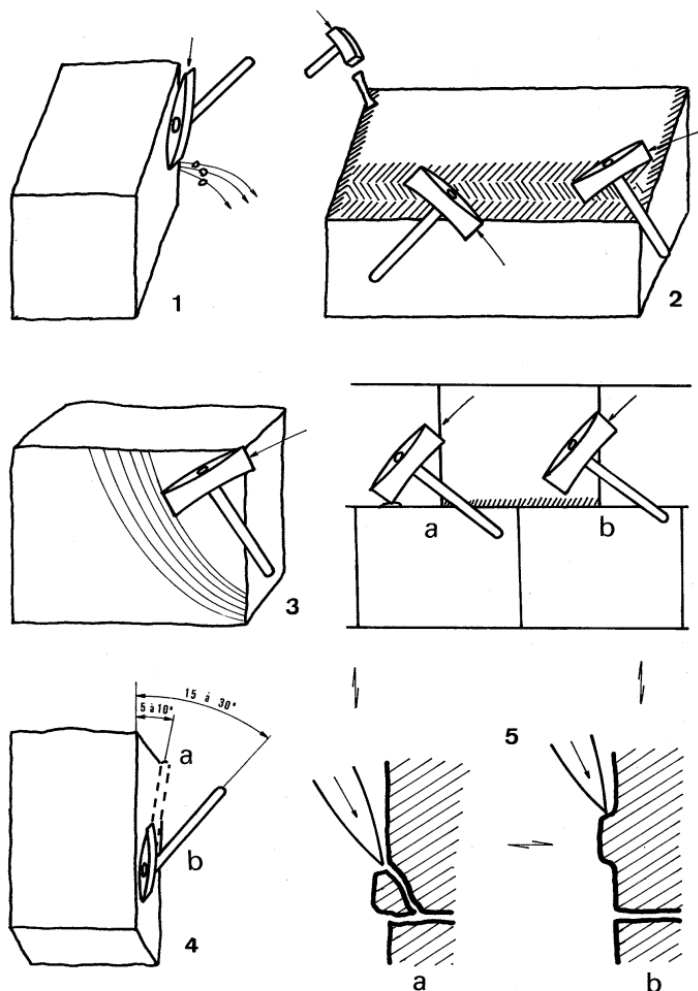
Sl. 41. Sjekira za kamen

Postoji i verzija sječiva blago zaobljene oštrice. Željezni dio duljine je do 30 centimetara, širina oštrice je između deset i 15 centimetara, dok duljina drške može biti između 40 i 60 centimetara. Može težiti između tri i pet kilograma. Sjekira za kamen je udarni alat s malom kosinom rada. (44) Kut oštrice namjenjene mekom kamenu iznosi deset stupnjeva, a za tvrdi kamen do 40 stupnjeva. Koristi se za skidanje kamena otpilike širine oštrice i debljine do četiri centimetra.



Sl. 42. Uporaba sjekire za kamen

Završna obrada kamena izvodi se malim, brzim i preciznim udarcima. Radni položaj sjekire mijenja se ovisno o procesu rada. Površina kamenog bloka koja se obrađuje treba biti postavljena vertikalno ili, u najboljem slučaju, blago nakošena do deset stupnjeva. Radni položaj sjekire stvara kut između pet i deset stupnjeva u odnosu na plohu koja se kleše.¹²⁵ (45)



Sl. 43. Pravilno korištenje sjekire za kamen

¹²⁵ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 45.

2.5. Dvošilj (piket)

Dvošilj se koristio u grčkom kiparstvu arhajskog razdoblja. Međutim, teško je odrediti u kojoj mjeri zbog sličnosti njegovih tragova s tragovima vertikalnih udaraca špice. U srednjovjekovnoj Europi redovito je korišten na svim vrstama kamena, o čemu svjedoče srednjovjekovni prikazi klesara.¹²⁶



Sl. 44. Prikaz dvošilja na reljefu, crkva Orsanmichele

Sastoji se od željezne glave s rupom u sredini u koju se usađuje drška od tvrdog drva. Željezna glava završava piramidalnim šiljcima na oba kraja. Duljina joj varira između 25 i 40 centimetara. Drška je ovalnoga oblika,¹²⁷ duljine do 60 centimetara,¹²⁸ najčešće od 30 do 40¹²⁹ i promjera oko četiri. Težina dvošilja može biti od dva do pet kilograma. Kut šiljka ovisi

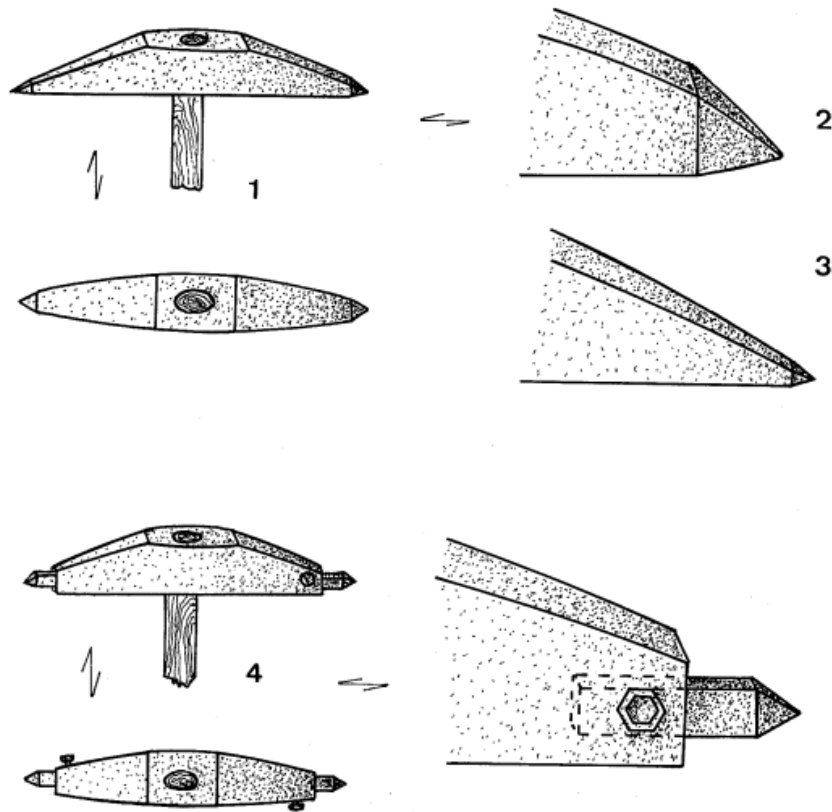
¹²⁶ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 40.

¹²⁷ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 39.

¹²⁸ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 40.

¹²⁹ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking

o tvrdoći kamena. Tako je za tvrdi kamen potrebno odabrati veći kut, dok se za polutvrde i meke vrste kamena koristi šiljak oštoga kuta. Postoje dvošilji s promjenjivim čeličnim šiljcima čija je uloga sačuvati željeznu glavu od oštećenja.¹³⁰



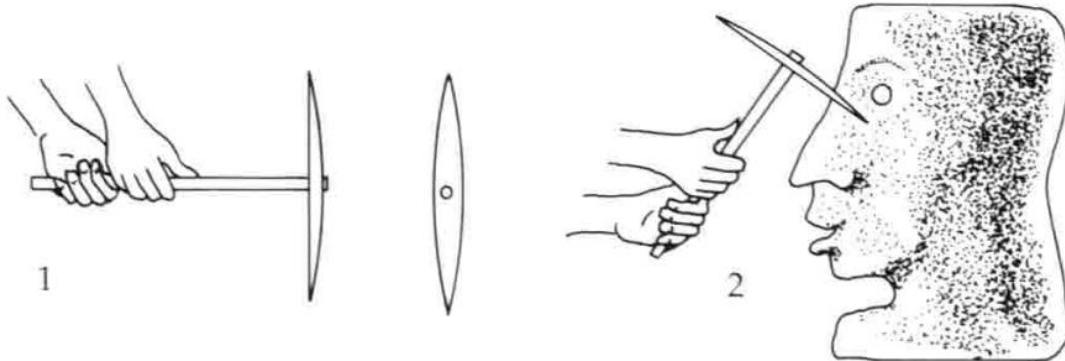
Sl. 45. Inačice dvošilja

Dvošilj se upotrebljava za grubu obradu kamena, njime se otklanjaju velike neravnine na klesancima. Svakim udarom šiljak odlama manje ili veće komade kamena ovisno o tvrdoći kamena, udarnom kutu, težini alata te snazi i vještini klesara. Strana kamenog bloka koja se obrađuje treba biti postavljena vertikalno ili se, još bolje, naginje 20 stupnjeva u odnosu na

tools and toolmarks (version 1.0) “, The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹³⁰ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 39.

vertikalno.¹³¹ Dvošiljom se, držeći ga objema rukama, kameni blok udara vertikalno stvarajući tako karakteristično grbavu površinu. Udarci trebaju biti dovoljno lagani kako se kamen ne bi oštetio.¹³²



Sl. 46. Uporaba dvošilja

S klesanjem se prestaje petnaestak centimetara od kraja stranice jer bi nastavak klesanja doveo do odlamanja brida.¹³³ Uvođenjem poliranja mramornih skulptura opada uporaba dvošilja.¹³⁴

¹³¹ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 40.

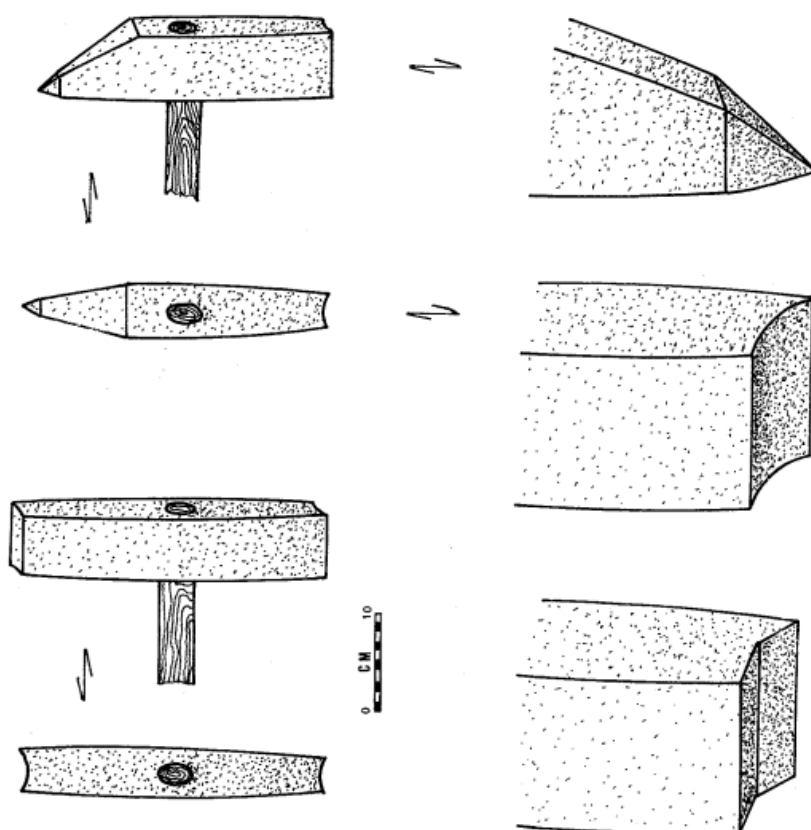
¹³² ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 40.

¹³³ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 41.

¹³⁴ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 40.

2.6. Čekić jednošilj i čekić s glavom (majc)

Čekić jednošilj je željezni alat koji na jednoj strani završava šiljkom, a na drugoj strani je četvrtastog oblika sa završetkom koji može biti ravan, pod kosim kutem, konkavan te u obliku slova „V“. Šiljak je tup i kraći nego kod dvošilja.

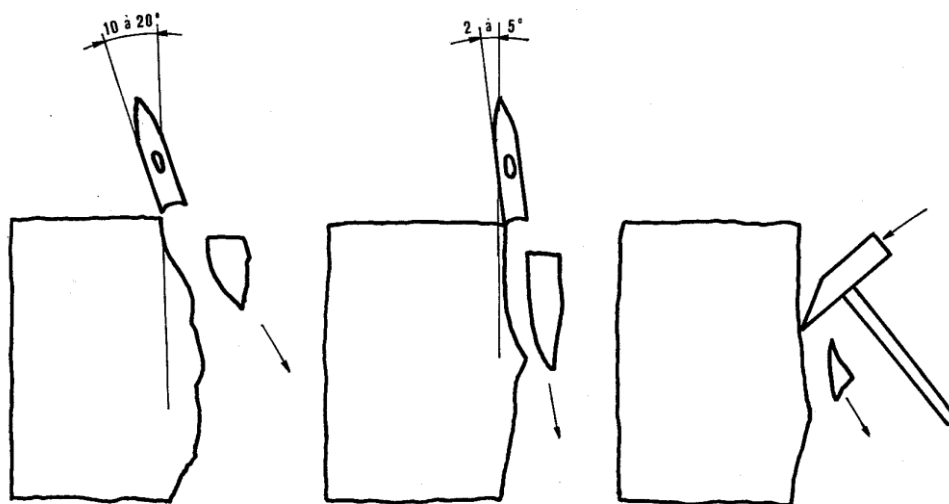


Sl. 47. Čekić jednošilj i čekić s glavom

Čekić s glavom je željezni alat koji ima dva paralelna konkavna završetka.¹³⁵ Druge verzije ovog alata imaju s jedne strane konkavan završetak, a s druge strane mogu završavati s dvije kosine pod određenim unutranjim ili vanjskim kutem. Duljina glave alata kreće se od 20 do 30 centimetara, dok dimenzije četvrtastog završetka variraju između 2x4 i 4x6 centimetara, najčešće s udubljenjem od tri do pet milimetara. Drška je ovalnog presjeka od tvrdog drva

¹³⁵ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 42.

duljine između 30 i 70 centimetara. Čekić s glavom koristi se za grubu obradu kamena.¹³⁶ Okomitim ili uzdužnim usmjerenim udarima odlamaju se veliki komadi kamena. Čekić se drži objema rukama te se udara pod kutem do pet stupnjeva kako bi se krhotine odbijale prema vani. Smije se udarati samo s jednim bridom po kamenu.¹³⁷ (44)



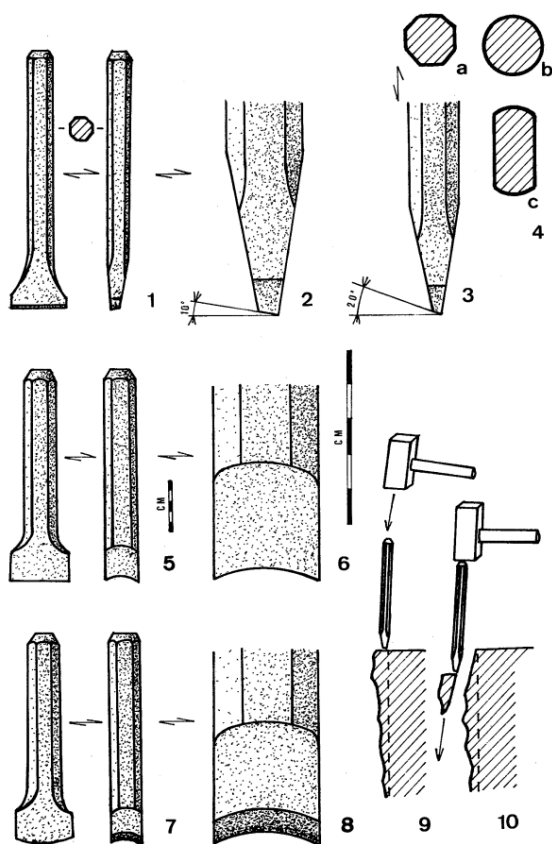
Sl. 48. Uporaba čekića jednošilja i čekića s glavom

¹³⁶ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 43.

¹³⁷ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 44.

2.7. Odbijač (šćapadur)

Odbijač je dljeto cilindričnog oblika koje završava dosta širim sječivom.¹³⁸ To je zapravo najgrublji oblik dlijeta.¹³⁹ Sječivo ima dvije nakošene oštrice.. Duljina odbijača je između 15 i 30 centimetara, širina sječiva dva do pet centimetra, kosina sječiva do 60 stupnjeva te promjer cilindra do dva centimetra. Koristi se samo u gruboj obradi kamena¹⁴⁰ za odlamanje viška kamena debljine do deset centimetara.¹⁴¹



Sl. 49. Inačice odbijača

¹³⁸ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 59.

¹³⁹ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 39.

¹⁴⁰ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 59.

¹⁴¹ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 38.

Kut odbijača u odnosu na radnu površinu može biti različit, ali ne smije prijeći 80 stupnjeva. Kut loma kamena ovisi o kutu udara te o strukturi i tvrdoći kamena.¹⁴² Sječivo se postavi na mjesto odlamanja naslanjajući se samo donjom oštricom¹⁴³ koja služi kao ojačanje. Odbijač se drži čvrsto jednom rukom, a drugom se jakim udarcem čekića po glavi odbijača odlama kamen.¹⁴⁴ Rezultat odbijanja nije predvidljiv. Odbijač je najučinkovitiji kada se prislanja uz ravnu površinu. Precizniji je od čekića s glavom. Tragove ova dva alata teško je razlikovati, naime, riječ je o odlomljenoj površini sastavljenoj od mnogo malih lomova koji su najravniji uz rub kamena.¹⁴⁵

¹⁴² DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 59.

¹⁴³ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 38.

¹⁴⁴ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 59.

¹⁴⁵ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 39.

2.8. Špica

Špica je metalno dljeto duljine između 20 i 30 centimetara, promjera od deset do 25 milimetara, Završava piramidalnim vrhom čija duljina ovisi o tvrdoći materijala na kojem se koristi. Tako se za mramore i vapnence koristi špica s duljim vrhom, dok tvrdi graniti zahtjevaju tuplji vrh.¹⁴⁶ Drugi kraj špice je ravan ili zaobljen.



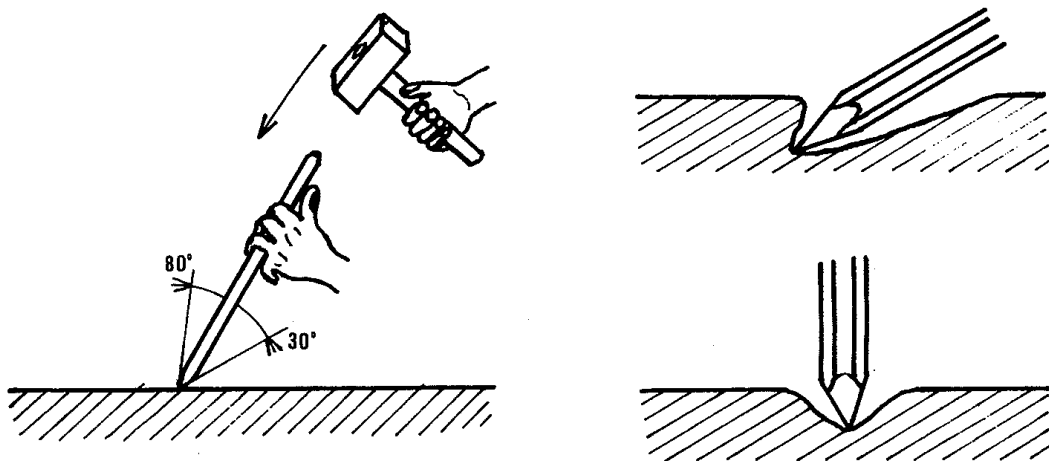
Sl. 50. Špica

Uobičajeno se udara čekićem, iako postoje špice Koristi se najviše za grubo klesanje. Pri izradi skulpture ovim se alatom odstrani namjanje 85% kamena.¹⁴⁷ Prema Blaggu, špica je „najstariji, najjednostavniji i najsvestraniji alat“.¹⁴⁸ Špica se može držati vertikalno u odnosu na kamen, pod kutem od 70 ili pod kutem od 45 stupnjeva, ovisno o namjeni i željenim tragovima alata.

¹⁴⁶ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)”, *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹⁴⁷ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 39.

¹⁴⁸ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)”, *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)



Sl. 51. Uporaba špice

Vertikalni udarac koristi se za vrlo tvrde kamene poput granita. Između svakog udarca alat se pomakne na drugo mjesto ostavljajući tako površinu punu rupica. Udarcem od 70 stupnjeva nastaje kratka linija, duljine od dva do šest centimetara, i zona loma oko nje. Između svakog udarca alat se podiže i premješta na drugo mjesto. Ovakav način najučinkovitiji je pri odstranjivanju kamena te se radi toga ne smije koristiti blizu završne površine. Tradicionalno se koristio za ravnanje kamenih blokova u kamenolomu. Udarcima pod kutem od 45 stupnjeva bez podizanja alata nastaje duga linija poprijeko površine kamenog bloka. Zatim se radnja ponavlja dobivajući paralelno nanizane linije u razmaku od pola do tri centimetra. Ovakav način omogućava veliku kontrolu klesanja pri grubom definiranju forme bez obzira na njenu složenost.



Sl. 52. Nedovršena skulptura Michelangela, Galleria dell' Accademia, Firenca, fotografija: Josipa Krolo

Tragovi špice često se mogu vidjeti na nedovršenim¹⁴⁹ ili sakrivenim dijelovima skulptura i spomenika.¹⁵⁰ Špica se koristi i kao alat za završnu obradu kamena posebice kada se želi kontrastom naglasiti ravno isklesana površina stvarajući, slabijim udarcima, sitne rupice ili paralelne ravne linije koje gustoćom ispunjavaju površinu kamena.¹⁵¹

¹⁴⁹ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 39.

¹⁵⁰ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹⁵¹ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 39.

2.9. Zupčasto dljeto (gradina)

Mislilo se da su zupčasto dljeto izmislili Grci u 6. stoljeću prije Krista, sve dok njegovi tragovi nisu otkriveni na egipatskoj grobnici iz 7. stoljeća prije Krista. Radi se dakle o još jednoj posudbi Egipta, premda nije točno poznato kada se uveo u Grčku.¹⁵² Zupčasto dljeto može biti duljine između 16 i 22 centimetra te promjera jedan do dva centimetra. Završava nizom paralelnih fino naoštrenih zubi ukupne širine između pola i deset centimetara. Broj zuba varira između dva i šest.¹⁵³ Uobičajeno zupčasto dljeto za kiparstvo ima četiri ili pet zuba i širinu od 1.5 do tri centimetra, dok je najomiljenije u Italiji u 16. stoljeću bilo dljeto koje, sa dva razmaknuta zuba ukupne širine dva centimetra, nalikuje na dvostruku špicu (tal. calcagnolo). Postoji i usko dljeto sa dva široka zuba koje izgleda više kao ravno dljeto s usjekom. Redovito je korišten u 15. i 16. stoljeću u Italiji¹⁵⁴ (tal. dente di cane).¹⁵⁵ Dljeto širine između sedam i deset centimetara sa tupim zubima često se koristilo za ravne arhitektonske površine. Treba napomenuti da se zubi dljeta s vremenom troše te postaju sve širi i tuplji ostavljajući tako i drugačije tragove.¹⁵⁶

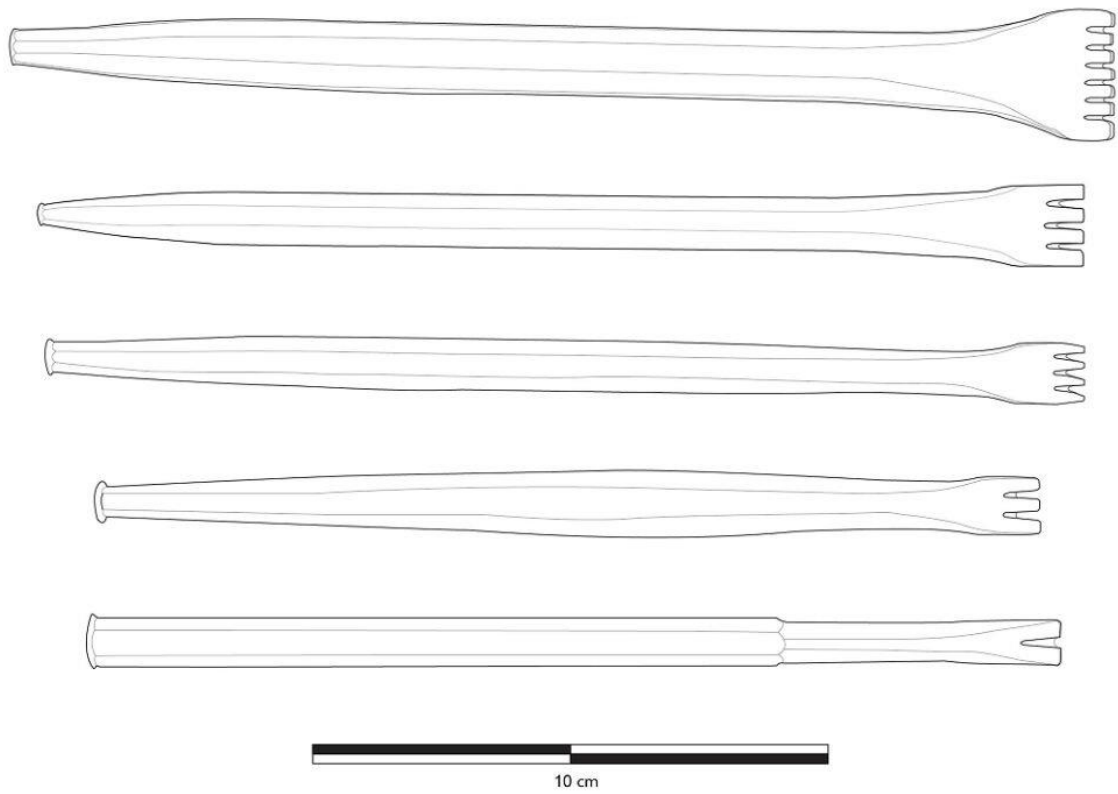
¹⁵² PALAGIA, Olga, *Greek Sculpture: function, materials, and techniques in the Archaic and classical periods*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006., str. 252.

¹⁵³ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹⁵⁴ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 41.

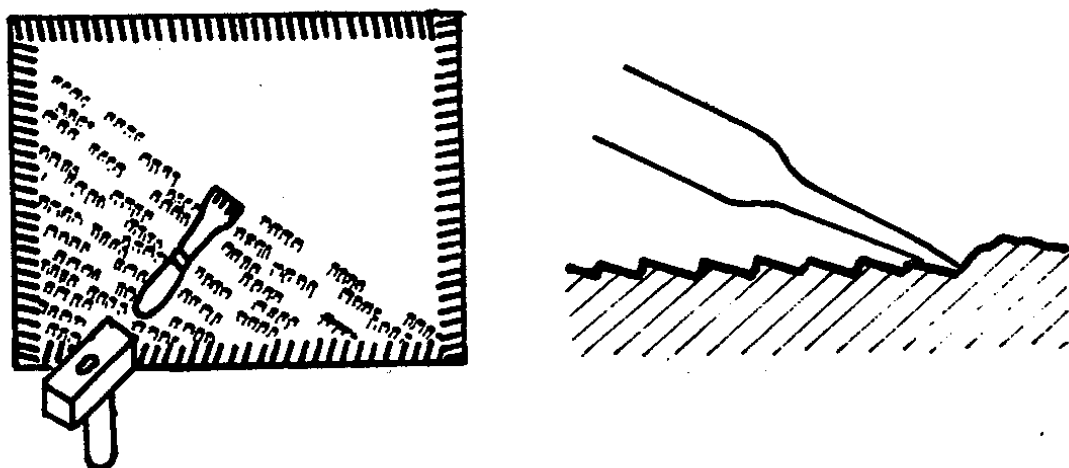
¹⁵⁵ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹⁵⁶ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 41.



Sl. 53. Inačice zupčastog dlijeta

Zupčasto dlijeto uobičajeno se drži pod kutem između 35 i 60 stupnjeva u odnosu na kamen te se udara čekićem stvarajući karakterističan niz plitkih paralelnih linija.



Sl. 54. Uporaba zupčastog dlijeta

Može se držati vertikalnije u odnosu na kamen. U tom slučaju nastaju neurednije linije tragova bez kontinuiteta. Na izgled tragova alata utjecat će i oblik zuba koji može biti šiljasti ili kvadratasti. Ne smije se upotrebljavati na granitu jer bi njegova tvrdoća slomila zube. Zupčasto dlijeto najčešće se koristi između grube i završne obrade za uklanjanje¹⁵⁷ grebenastih tragova špice¹⁵⁸ te pripremanje površine za fini rad ravnog dlijeta.¹⁵⁹ Nadalje, može se koristiti za grubo definiranje oblika manjih dimenzija te za završnu obradu. Najpoznatiji primjer potonjeg je površina brojnih Michelangelovih skulptura redovito obrađenih uskim zupčastim dlijetom sa dva zuba. Zupčasto dlijeto također je pogodno za završnu klesarsku obradu kose dajući joj smjer kretanja, teksture stabala na reljefima i životinjske kože.¹⁶⁰

¹⁵⁷ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

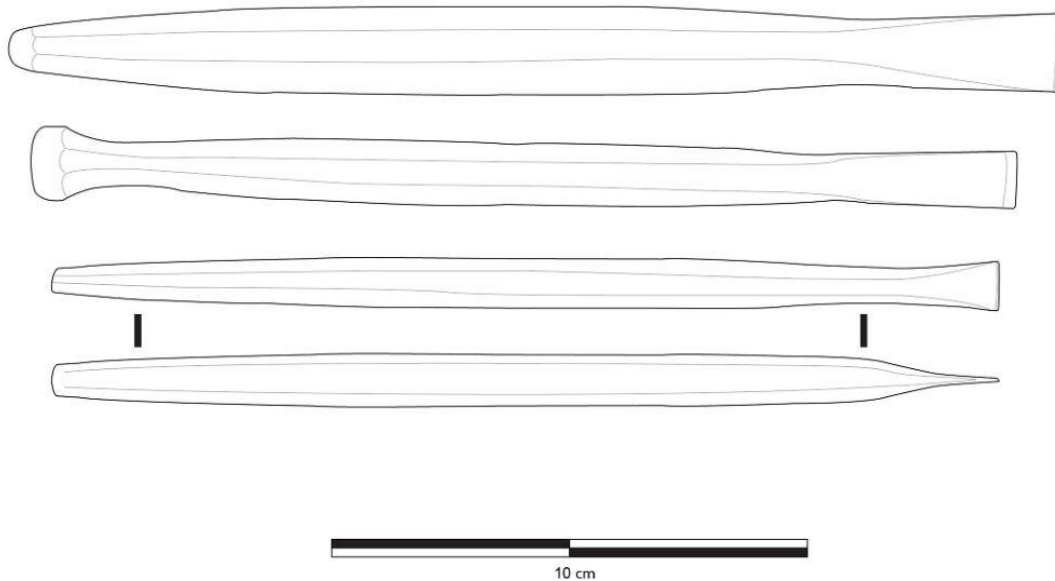
¹⁵⁸ PURCHASE, William, *Practical masonry: A guide to the art of stone cutting*, fifth edition, enlarged, London: Crosby Lockwood and Son, 1904., str. 2.

¹⁵⁹ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹⁶⁰ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 41.

2.10. Ravno dlijeto (lito)

Ravno dlijeto je bilo i još uvijek je najkorišteniji alat za završnu obradu.¹⁶¹ Koristilo se od početka arhajskog razdoblja grčke skulpture za obradu pramenova kose, lica, očnih kapaka, prstiju, žila i mišića.¹⁶² Ravno dlijeto se, poput špice i zupčastog dlijeta, najčešće udara željeznom te u nekim slučajevima i drvenim čekićem. Duljine je između 15 i 25 centimetara, promjera jedan do dva centimetra te završava ravnom okomitom oštricom.



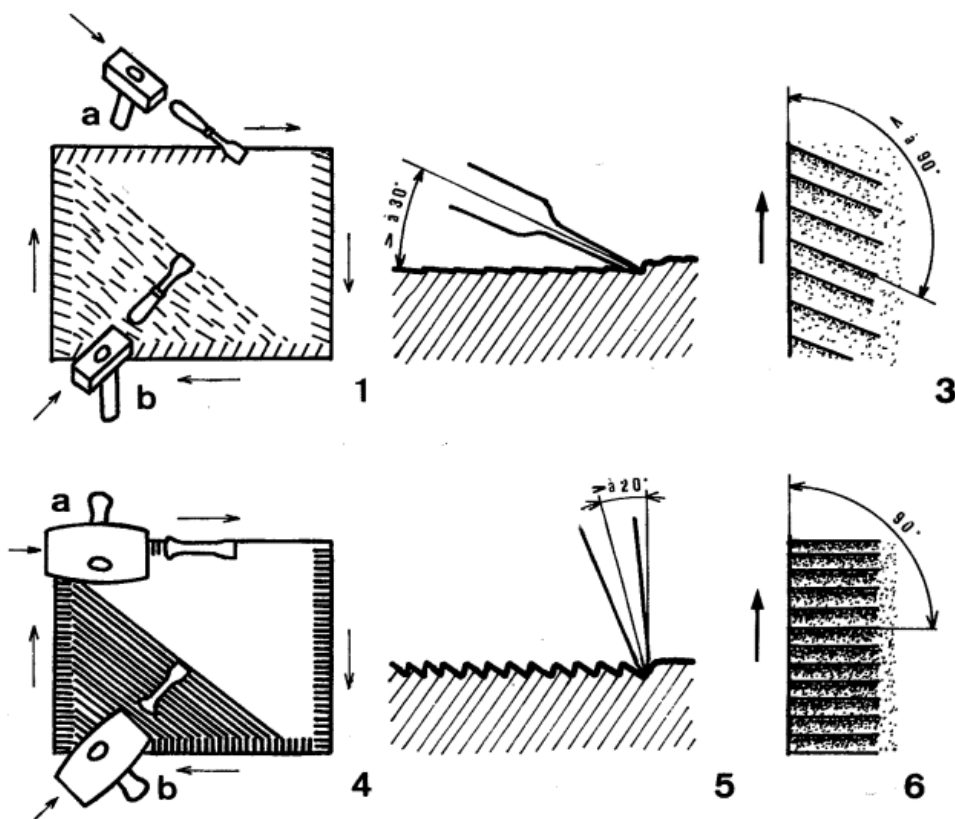
Sl.55. Ravno dlijeto

Ravno dlijeto uobičajeno se drži po kutem između 35 i 60 stupnjeva u odnosu na kamen, ali se, kao i druga dlijeta, može držati i pod drugim kutevima ovisno o namjeni i vrsti materijala koji se obrađuje.¹⁶³

¹⁶¹ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 42.

¹⁶² PALAGIA, Olga, *Greek Sculpture: function, materials, and techniques in the Archaic and classical periods*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006., str. 252.

¹⁶³ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)



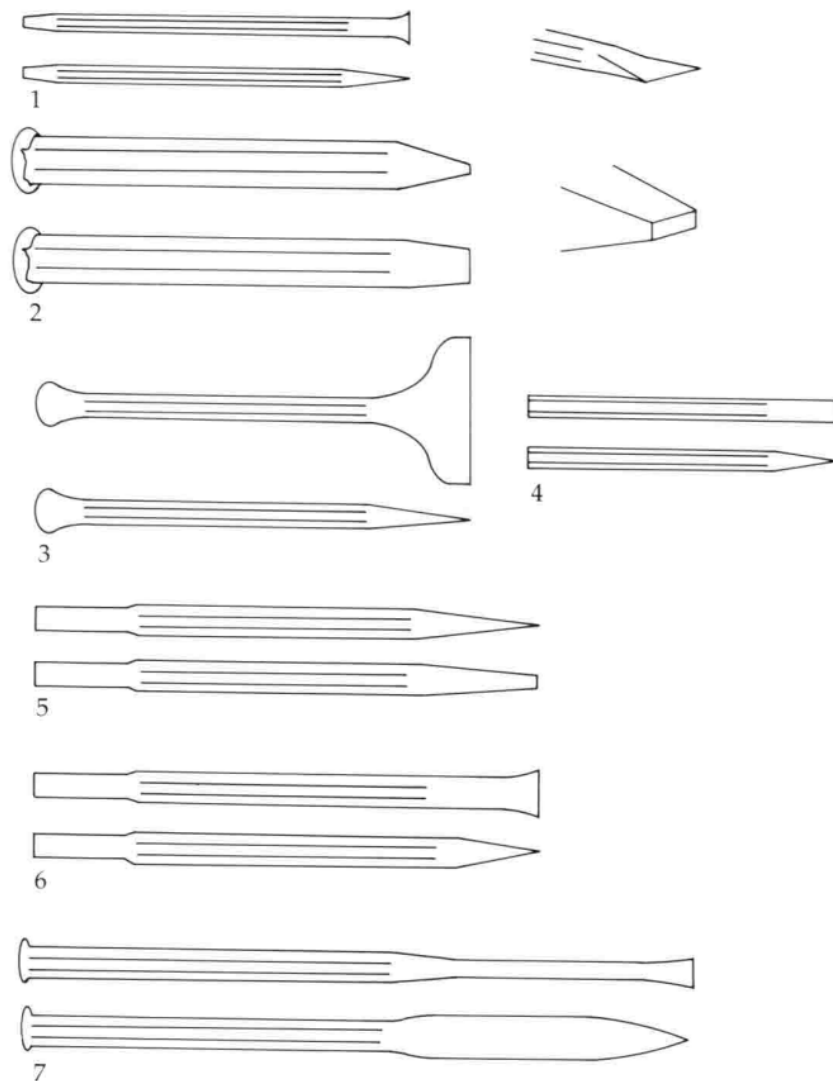
Sl. 56. Uporaba ravnog dlijeta

Ostavlja gotovo ravnu površinu s nizom¹⁶⁴ paralelnih¹⁶⁵ ravnih linija od kojih svaka predstavlja jedan udarac čekićem. Ako se radi brzo, odnosno bez podizanja dlijeta između udaraca, postoji tendencija dubljenja. Nadalje, što su udarci jači i brži ostavljaju grublju površinu. Suprotno tomu, nježnom završnom obradom dobiva se vrlo glatka površina.¹⁶⁶ Širina ravnog dlijeta može varirati između pola i deset centimetara. Najšire verzije koriste se za ravnjanje arhitektonskih površina.

¹⁶⁴ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 42.

¹⁶⁵ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹⁶⁶ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 42.



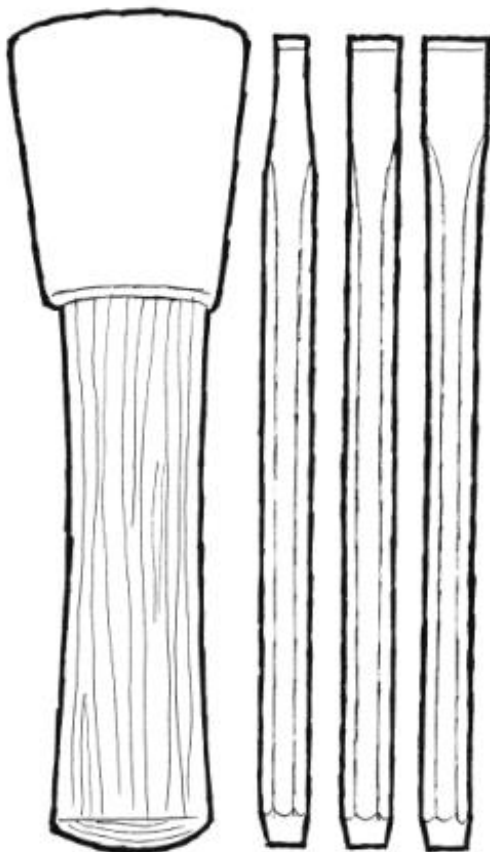
Sl. 57. Inačice ravnog dljeta

Ponekad se rubovi oštrice zaoble kako bi mogla prolaziti kroz kamen neoštećujući ga pri izradi detalja. Međutim, za urezivanje finih detalja te klesanje slova koje podrazumjeva dubljenje plićih ili dubljih „V“ kanala moraju ostati naoštrena pod kutem od 90 stupnjeva.¹⁶⁷

¹⁶⁷ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)”, The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

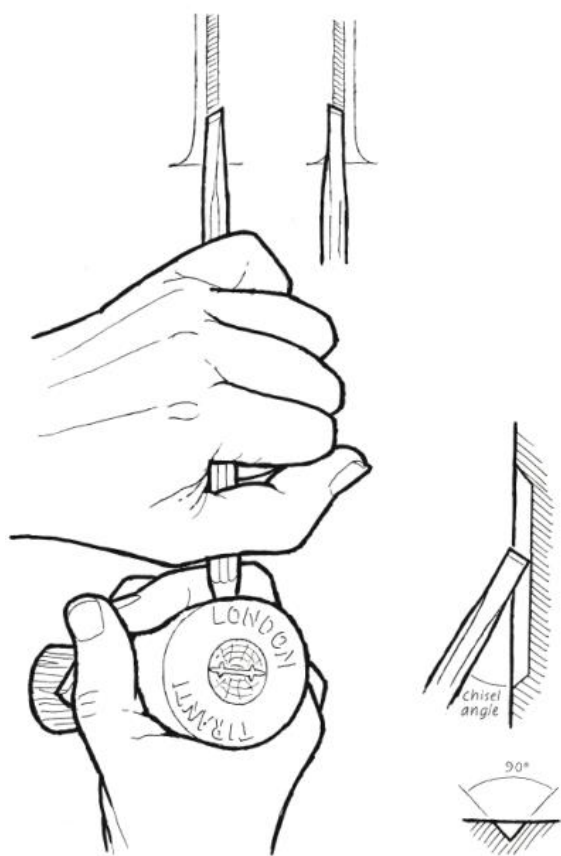
2.10.1. Klesanje slova

Za klesanje slova potrebno je samo nekoliko alata poput ravnih dlijeta različitih širina, zaobljenog čekića i kamena za oštrenje dlijeta. Današnja dlijeta imaju oštrice od volframovog karbida zbog čega se teže troše te dulje zadržavaju oštri ravni rub u odnosu na čelične alate. Dije se na dlijeta za granit koja imaju crvenu oznaku te dlijeta za mramor s plavom. Ova potonja pogodna su za sve vrste kamena osim granita. Dovoljne su otprilike četiri različite veličine dlijeta počevši od pola do 2-3 centimetra za skidanje viška kamena s većih slova. Za pozadine se mogu koristiti zupčasto dlijeto ili špica. Zaobljeni čekić najčešće teži oko 600 grama. Vezije napravljene od olova i cinka daju blaži zamah pri udarcu te se često koriste iako se brže oštećuju od željeznih.



Sl. 58. Zaobljeni čekić i dlijeta

Za teže radove upotrebljava se obični čelični čekić težine oko 800 grama sa jako kratkom drškom. Slova se uobičajeno klešu na uspravnoj površini naslanjanjem kamena na štafelaj, no postoje klesari koji radije klešu na vodoravnoj površini kamena. Za prenošenje crteža potrebni su kutnik, ravnalo te tvrde olovke.¹⁶⁸ Najbrži i najlakši način klesanja slova je klesanjem „V“ ureza. Kod ovog načina ključna su dva kuta. Prvi je kut između dlijeta i površine kamena koji ne smije biti previše okomit da se ne bi ukopavao u kamen niti premali kako dlijeto ne bi klizalo po površini. Drugi bitan kut je kut između oštrice dlijeta i površine kamena koji treba biti otprilike 45 stupnjeva kako bi dvije strane „V“ ureza zatvarale kut od 90 stupnjeva.

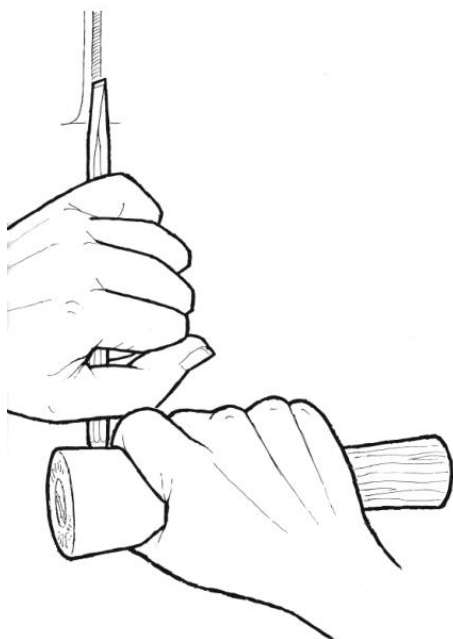


Sl. 59. Postavljanje dlijeta pri klesanju slova

Zaobljeni čekić može se držati okomitije u odnosu na kamen ili vodoravnije s rukom sa strane kada je potrebna veća kontrola udaraca.¹⁶⁹

¹⁶⁸ HARVEY, Michael, *Creative lettering today*, London: A & C Black, 1996., str. 172.

¹⁶⁹ HARVEY, Michael, *Creative lettering today*, London: A & C Black, 1996., str. 174.



Sl. 60. Postavljanje dljeta ukoso pri klesanju slova

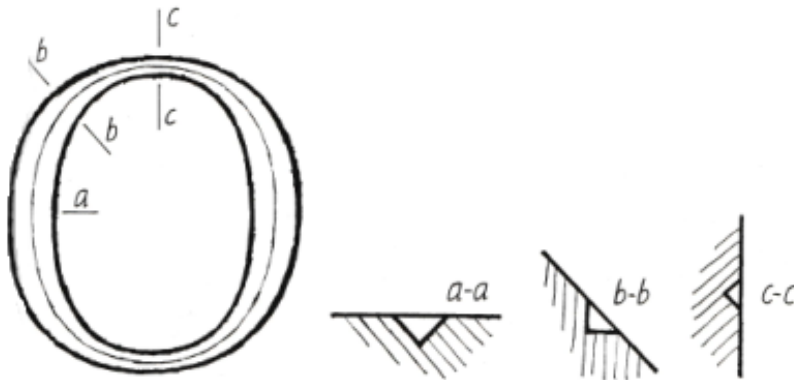
Za klesanje krivulja potrebno je više vještine. Kako se dljeto kreće oko zaobljenja, položaj ruku se postepeno mijenja.¹⁷⁰ Uvijek se polazi od najužeg dijela „V“ ureza prema širem.



Sl. 61. Klesanje krivulja slova

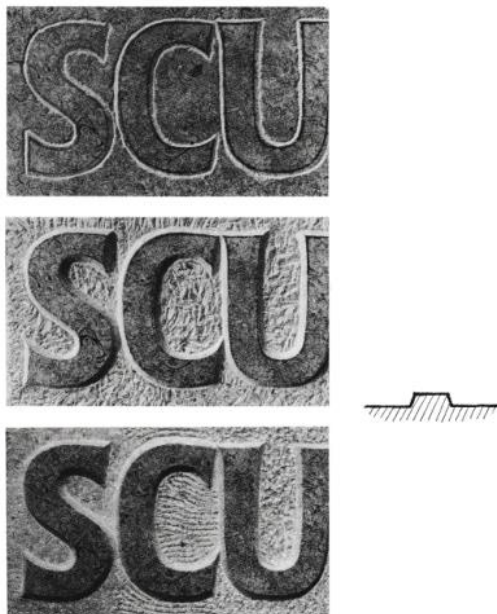
¹⁷⁰ HARVEY, Michael, Creative lettering today, London: A & C Black, 1996., str. 176.

Širina „V“ ureza proporcionalna je njegovoj dubini. Dakle, najuži dijelo klesanog slova su ujedno i najplići.¹⁷¹



Sl. 62. Odnosi debljine i dubine pri klesanju slova

Serifi su završetci slova koji potječu od pisanja kistom. Postoje različite varijante, no zajedničko im je da se uvijek moraju stapati s ostatkom klesanog slova. Ogrebotine koje nastaju proklizavanjem dlijeta mogu se lagano odstraniti brusnim papirom. Veće greške mogu se popuniti mješavinom kamene prašine i epoksidne smole koja se može brusiti i klesati nakon sušenja.¹⁷²



Sl. 63. Izrada reljefnih slova

¹⁷¹ HARVEY, Michael, Creative lettering today, London: A & C Black, 1996., str. 177.

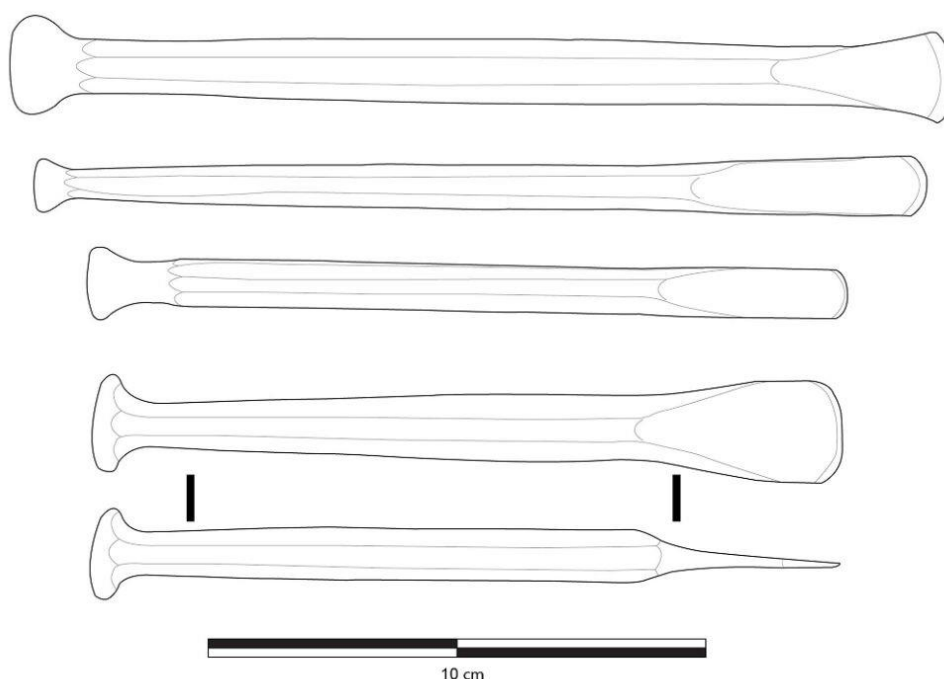
¹⁷² HARVEY, Michael, Creative lettering today, London: A & C Black, 1996., str. 179.

Klesanje reljefnih slova podrazumjeva puno više rada. Prvo se prenese crtež slova koji se obrubi dlijetom. Zatim se pozadina spušta do željene dubine koja ne mora biti prevelika da bi bila učinkovita. Završna obrada pozadine slijedi nakon što se rubovi slova iskešu do kraja. Najčešće se obrađuje zupčastim dlijetom ili špicom tako da se postigne kontrast između pozadine i glatkih slova, iako se mogu i slova i pozadina zagladiti ravnim dlijetom.¹⁷³

¹⁷³ HARVEY, Michael, Creative lettering today, London: A & C Black, 1996., str. 182.

2.11. Zaobljeno dlijeto

Zaobljeno dlijeto metalni je alat koji se udara željeznim ili drvenim čekićem. Može biti duljine između 15 i 25 centimetara i promjera jedan do dva centimetra. Završava zaobljenom oštricom koja može varirati od polukruga do jedva uočljive zaobljenosti. Teško je razlikovati ravno dlijeto sa zaobljenim krajevima oštrice od zaobljenog dlijeta. Poput ravnog i zupčastog, zaobljeno dlijeto drži se između 35 i 60 stupnjeva u odnosu na kamen. Često se koristi na mramoru i vapnencu, ali gotovo nikad na granitu.



Sl. 64. Inačice zaobljenog dlijeta

Zaobljenim dlijetom može se dobiti gruba i glatka obrada kamena. Također je pogodan za fino klesanje detalja. Naime, zbog svoje zaobljenosti ne može oštetiti kamen. Koristi se za dubljenje oblikih kanala koji odgovaraju širini dlijeta¹⁷⁴ i klesanje konkavnih oblika¹⁷⁵ Ponekad

¹⁷⁴ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

se može naći kao alat završne obrade, posebice na oblicima iz prirode poput stabala, kamenja ili vode te kose i brade kao što je vidljivo na Trajanovom stupu.¹⁷⁶ Može se koristiti i kao bušilica tako da se drži između dlanova ruku koje se trljaju naprijed-nazad. Iako je spora, ova metoda često se koristi za bušenje plitkih rupa poput uglova očiju i usta skulpture.¹⁷⁷

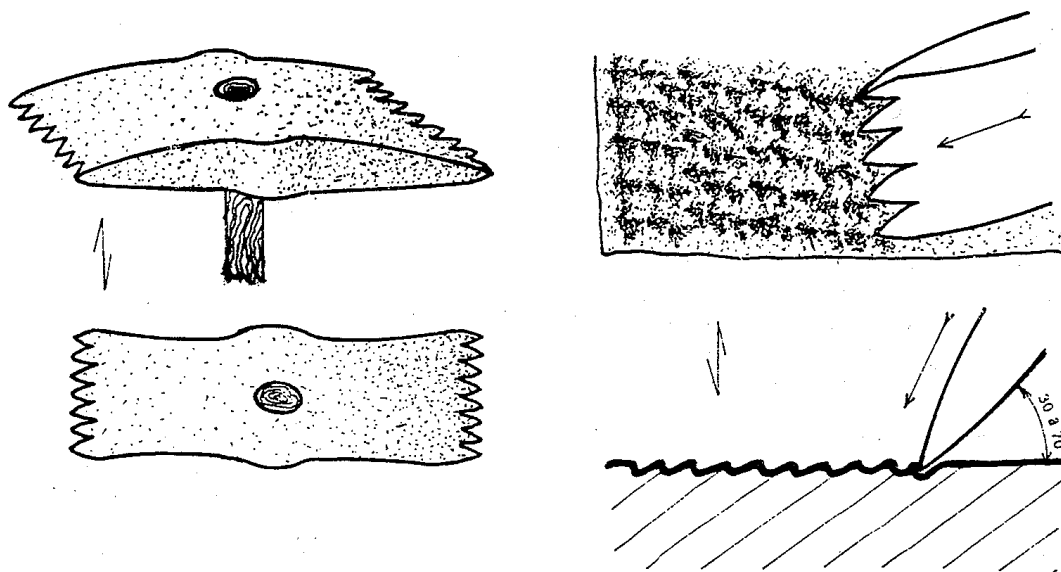
¹⁷⁵ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 56.

¹⁷⁶ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0) ", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹⁷⁷ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 37.

2.12. Jednoredna zubača s horizontalnim sječivom (martelina, zubatka)

Jednoredna zubača s horizontalnim sječivom sastoji se od metalnog dijela s dva paralelna sječiva koja završavaju piramidalnim zubima¹⁷⁸ i ovalne drvene drške koja je postavljena okomito na sječiva. Zupci mogu biti dugi najviše jedan centimetar i široki od dva milimetra do 1,5 centimetara. Razmak zubaca varira između jedan i pet milimetara. Kut oštrenja zuba za rad u mekom kamenu iznosi između pet i deset centimetara, dok za tvrdi i polutvrdi kamen može biti od deset do 20 stupnjeva.¹⁷⁹ Jednoredna zubača s horizontalnim sječivom tradicionalno se dijeli na zubatku i martelinu. Zubatka ima manji broj većih zubaca s kutem oštrenja sječiva između deset i 20 stupnjeva koji ostavljaju rustičniji trag.¹⁸⁰ Koristi se nakon špice za skidanje viška kamena i pripremu površine za martelinu ili kao završna obrada. Martelina ima više zašiljenih zubaca koji su manjih dimenzija. Redovito se koristi kao alat završne obrade bez obzira radi li se o gruboj ili finoj inačici.



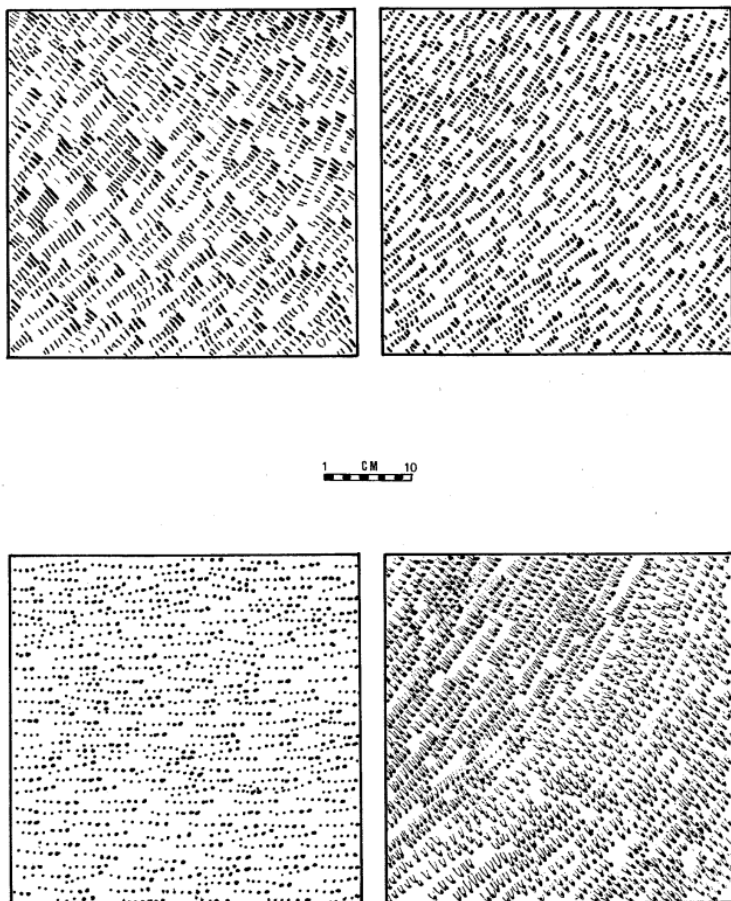
Sl. 65. Jednoredna zubača s horizontalnm sječivom

¹⁷⁸ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 47.

¹⁷⁹ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 47.

¹⁸⁰ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 47.

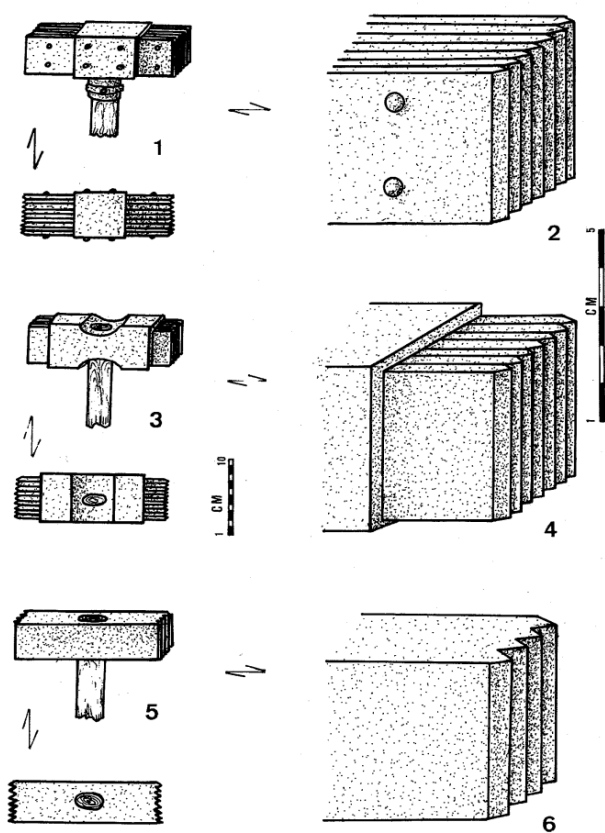
Jednoredna zubača s horizontalnim sječivom drži se s dvije ruke dok se tijelo lagano naginje nad kamenim blokom postavljenim ukoso. Udarci trebaju biti pod kutem između 30 i 70 stupnjeva. Važno je napomenuti da opetovani okomiti udarci mogu rascijepati kamen. Sječivo treba biti paralelno s površinom kamena prilikom udarca odnosno svi zubi trebaju udarati u isto vrijeme. Poželjno je da se tragovi alata kreću u približno istom smjeru. Dijagonalni smjerovi olakšavaju obradu uz rubove bloka koji se mogu lako okrhnuti.



Sl. 66. Crtež tragova jednoredne zubače s horizontalnim sječivom

2.13. Brazdač

Brazdač je kamenoklesarski alat s usmjerenim udarom okomitim na površinu. Napravljen je od željeza presvučenim kaljenim čelikom. Završava krajevima kvadratnog oblika s višerednim konusnim sječivima koji mogu biti postavljeni vertikalno ili horizontalno.



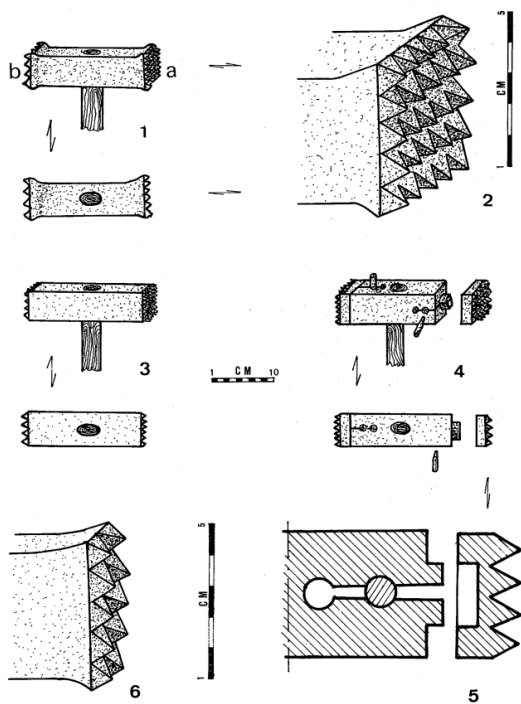
Sl. 67. Inačice brazdača

Drži se s obje ruke na kraju drške. Jakim okomitim udarcima prekrivaju se prethodni tragovi te nastaju brazdani tragovi po kojima je dobio ime. Koristi se za umjereno rustične površine.¹⁸¹

¹⁸¹ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 51.

2.14. Višeredna zubača (ozrnjivač, bućarda)

Višeredna zubača je kamenoklesarski čekić čiji kvadratni krajevi završavaju piramidalnim zubima.¹⁸² Broj zubi ovisi o veličini alata i njegovoj namjeni.¹⁸³ Na jednom kraju može imati najmanje četiri zuba, dok su najčešće varijante s 9, 16, 24 ili 36 zuba.¹⁸⁴ Klasična višeredna zubača duljine je između 15 i 25 centimetara, širine bočnog kvadrata od dva do pet centimetara te težine od pola do četiri kilograma. Drška treba biti od tvrdog drva, duljine do 30 centimetara. Kod klasičnih višerednih zubača kut oštrenja je oko 30 stupnjeva, dok kod industrijski proizvedenih iznosi blizu 60 stupnjeva radi lakšeg lijevanja. Kako se u slučaju oštećenja zubaca ne bi morao popravljati cijeli alat, napravljena je i verzija s promjenjivim čeličnim pločicama sa zubima.



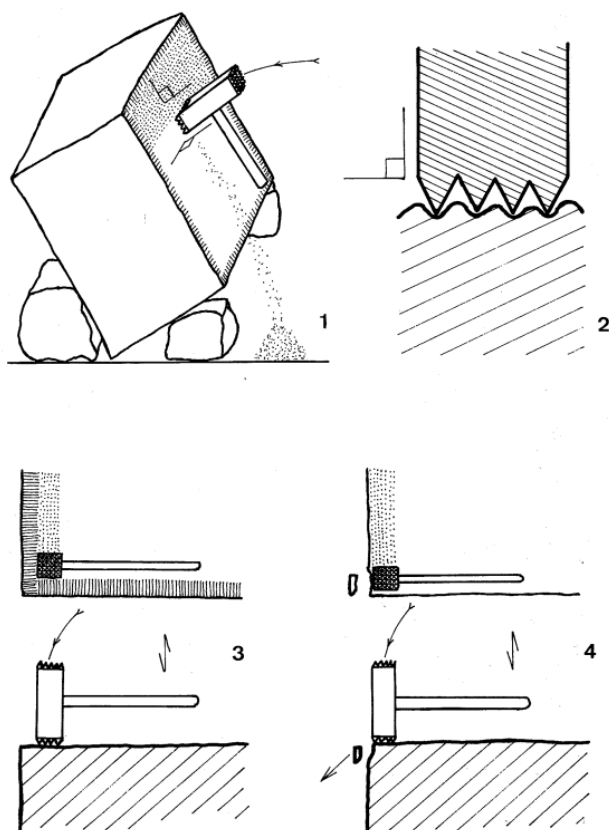
Sl. 68. Inačice višeredne zubače

¹⁸² ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 42.

¹⁸³ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 49.

¹⁸⁴ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 42.

Klasična višeredna zubača koristila se za skidanje većih neravnina, no pojavom strojne pile ta funkcija iščezava.¹⁸⁵ Ranije se koristila za ravnanje površine nakon rada s dvošiljom ili špicom, a danas se koristi na ravnoj površini radi dekorativnosti. Treba se držati s dvije ruke pri kraju drške. Udarci moraju biti okomiti na površinu¹⁸⁶ kako bi svi zubi udarili u isto vrijeme te ostavili ujednačeni rupičasti trag.¹⁸⁷ Također, trebaju biti jaki kako bi nestali tragovi prethodnog alata. Udarci se nižu jedan do drugoga s laganim preklapanjem.¹⁸⁸ Tragovi ovog alata mogu se u velikoj mjeri naći na arhitekturi Venecije.¹⁸⁹



Sl. 69. Način korištenja višeredne zuba

¹⁸⁵ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 49.

¹⁸⁶ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 50.

¹⁸⁷ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 42.

¹⁸⁸ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 50.

¹⁸⁹ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 42.

2.15. Bušilica

Bušilica je jedan od rijetkih mehaničkih alata s tako dugom poviješću korištenja u klesarstvu.¹⁹⁰ Njeni tragovi se pojavljuju na nekim od najstarijih poznatih skulptura poput Nikandra Kore iz Naxosa čije ruke imaju rupe napravljene bušilicom za umetanje metalnih lavljih uzica.¹⁹¹ Od 6. stoljeća prije Krista koristi se za izradu nosnica i ušiju, a od 5. stoljeća prije Krista za suzne kanale te krajeve usana.¹⁹² U rimskom dobu uobičajeno je obrubljivanje figura reljefa tankim izbušenim kanalima. Također se upotrebljava za izradu zjenica te dodavanje teksture odjeći poput lančane viteške oprave naglašavajući *chiaroscuro* završne obrade. Općenito se koristi za sva fina područja klesanja koja bi dlijeto moglo oštetiti.¹⁹³ Bušilicom se može dobiti rupa u kamenu koja ima ujednačeni promjer cijelom dubinom. Najčešći oblik bušilice u rimskom vremenu bila je ručna bušilica s užadi. Sastojala se od metalnog svrdla postavljenog u držalo koje je bilo povezano s drvenim ručkama. Držalo je bilo namotano užetom čijim se povlačenjem naprijed-nazad kretalo oko svoje osi. Jedan bi radnik povlačio užu, dok je drugi usmjeravao bušilicu gurajući svrdlo u kamen. Očito je da brzina i sila pritiska mogu varirati.¹⁹⁴

¹⁹⁰ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

¹⁹¹ PALAGIA, Olga, *Greek Sculpture: function, materials, and techniques in the Archaic and classical periods*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006., str. 253.

¹⁹² PALAGIA, Olga, *Greek Sculpture: function, materials, and techniques in the Archaic and classical periods*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006., str. 255.

¹⁹³ PALAGIA, Olga, *Greek Sculpture: function, materials, and techniques in the Archaic and classical periods*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006., str. 258.

¹⁹⁴ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)



Sl. 70. Uporaba ručne bušilice s užadi, radiona De Tomassi , Rim



Sl. 71. Ručna bušilica s užadi

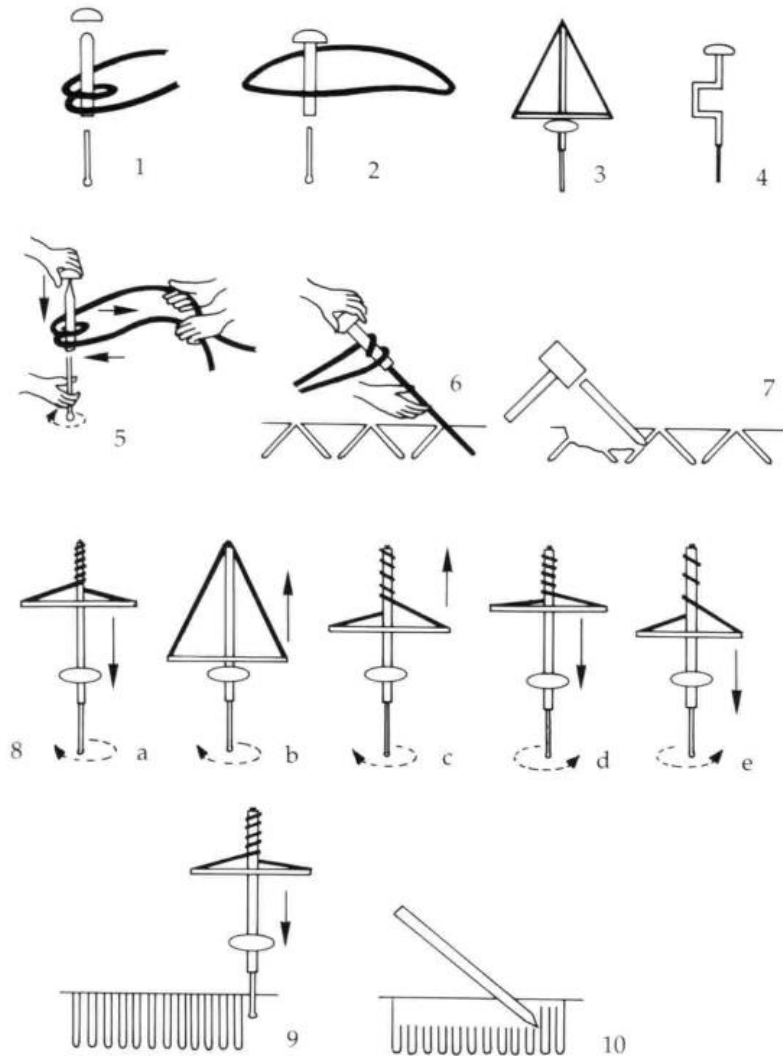
Drugi tip ručne bušilice je bušilica s napetim lukom. Sastoji se od metalnog svrdla te navojnice i gudala od tvrdog drva.¹⁹⁵ Pomicanjem luka naprijed-nazad konop namotan oko navojnice okreće svrdlo oko svoje osi bušeći rupu.¹⁹⁶ Za ovakav način rada potreban je samo jedan radnik.¹⁹⁷ Bušilica se najčešće koristi pod kutem od 90 stupnjeva u odnosu na kamen ili

¹⁹⁵ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 61.

¹⁹⁶ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 62.

¹⁹⁷ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0) ", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

s odstupanjima od 30 stupnjeva.¹⁹⁸ Može se koristiti za izradu dubokih kanala. Prvo se izbuši gusti niz rupa, a zatim se nastali mostovi između njih uklone dlijetom. Drugi način izrade kanala, iako plitkih, radio se ručnom bušilicom s užadi postavljenoj od 35 do 45 stupnjeva u odnosu na kamen s laganjem niza ukošenih rupa.¹⁹⁹

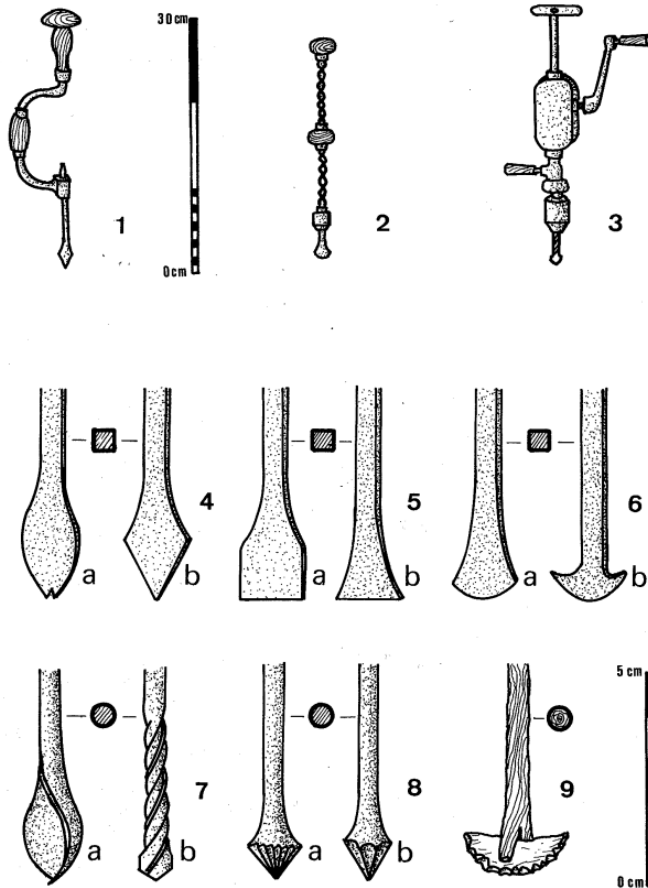


Sl. 72. Inačice bušilica i način uporabe

¹⁹⁸ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 62.

¹⁹⁹ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Svrkla imaju cilindrična tijela koja na jednom kraju završavaju sječivima različitih kuteva, a na drugom krnjom piramidom koja se postavlja u utor ručne bušilice.²⁰⁰ Može se bušiti i samim svrdlom (trapnjem) trljajući ga između dlanova.



Sl. 73. Inačice svrdla

Danas se koriste pneumatske i električne bušilice te sonde za bušenje. Pneumatske bušilice spojene su na zračni čekić. Koriste se u velikoj mjeri za odvajanje velikih blokova kamena u kamenolomima. Električne bušilice dolaze u različitim oblicima i veličinama prilagođenima širokom spektru poslova. Sonda za bušenje oblika je šuplje cijevi. Sječivo može imati zubce, ugrađene abrazive ili može koristiti mješavinu pijeska i vode za rezanje. Koristi se za bušenje dubokih, širokih rupa.²⁰¹

²⁰⁰ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 61.

²⁰¹ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 35.

2.16. Pila

Pile se mogu koristiti na gotovo svim vrstama kamena. U rimsko doba pilama su se redovito radile tanke ploče za oblaganje zidova i podova. Uobičajeno se sastoje od duge, tanke metalne oštrice, širine do pet milimetara i dužine preko dva metra. Za pomicanje ovakve pile naprijed-nazad bila su potrebna dva radnika, po jedan na svakom kraju. Za manje pile bio je dovoljan samo jedan radnik, ali isključivo u slučaju piljenja mekih vapnenaca, pješčenjaka ili tufova. Pile za meki kamen najčešće su nazubljene, dok su one za tvrdi kamen ravne te su se koristile zajedno s mješavinom abraziva i vode koji su, kretanjem pile, drobili kamen. Na reljefu iz Ostije prikazana su dva radnika u procesu pilanja. Može se vidjeti i amfora koja vjerojatno sadržava mješavinu abraziva i vode.



Sl. 74. Prikaz procesa pilanja na reljefu, Museo di Ostia

Abrazivi se ukopaju u željeznu oštricu čineći proces učinkovitijim te se zato i danas u profesionalnim pilanama često koriste željezne oštrice umjesto čeličnih. Veće oštrice pile uglavnom bi se učvrstile za drveni okvir koji bi se²⁰² pomoću užadi²⁰³ objesio iznad kamena

²⁰² Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

sistemom koloturnika i utega²⁰⁴ koji su omogućavali spuštanje i podizanje pile. Ovim načinom oštrica se nježno oslanja na kamen ostavljajući dovoljno prostora za prolaženje abraziva i vode.²⁰⁵



Sl. 75. Tradicionalni način pilanja

Rezovi pile očituju se kao velike ravne površine bez tragova dljetja. Često se naziru duge paralelne linije koje tvore pomalo stepenastu površinu nastalu kretanjem pile. Pri dnu reza pile redovito se nalazi malo izbočenje te jedan do dva centimetra slomljenog kamena. Naime, pila bi se uklonila prije nego što bi došla do kraja reza, a zatim bi se dva dijela kamenog bloka odlomila.²⁰⁶

²⁰³ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 46.

²⁰⁴ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

²⁰⁵ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

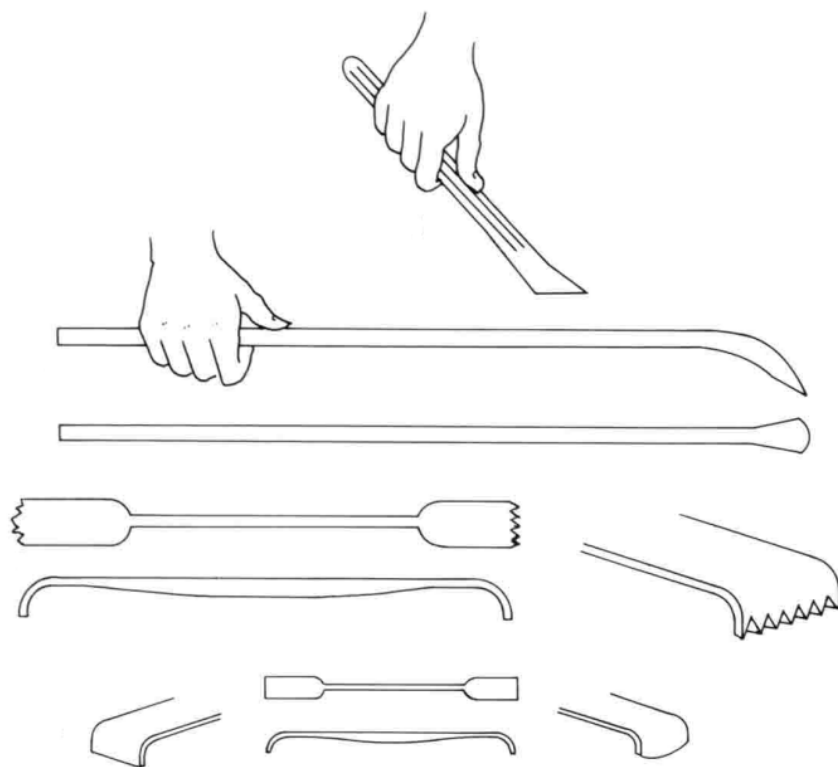
²⁰⁶ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 46.

Pila se koristila odmah nakon vađenja kamena, kako bi se napravile ravne površine kamenog bloka koje su olakšavale daljne klesanje. Dužim pilama odvajali su se kameni blokovi od matične stijene u kamenolomima. Tragovi tog načina rada evidentirani su u antičkom kamenolomu Dokimeionu. Današnje pile pretežito su motorne. Mehanizacija pila seže još u rimsko doba. Pile su se pokretale vodenim mlinovima kao što dokazuju primjerci u Efezu i Jordanu iz 5. i 6. stoljeća te prikaz na sarkofagu iz Hierapolisa iz 3. stoljeća. Kod ovakvih pila jedini zadatak radnika bilo je dodavanje abraziva i vode.²⁰⁷

²⁰⁷ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

2.17. Strugač (strugalice)

Strugač je metalni alat²⁰⁸ sa zupčastim ili ravnim završetkom koji je zakrivljen kako bi se mogao vući po površini kamena.²⁰⁹ Može biti duljine do 50 centimetara. Služi za glačanje površine pri završnoj obradi. Drži se objema rukama te se pritišćući i povlačeći oštricu struže kamen. Strugači s ravnom oštricom koriste se za obradu mekog ili polutvrdog kamena. Širina oštrice varira između dva i pet centimetara te može biti i nakošena. Strugač sa zupčastim završetkom koristi se samo za obradu mekog kamena.



Sl. 76. Inačice strugača

²⁰⁸ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 60.

²⁰⁹ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Zupčaste oštrice mogu biti ravne, okrugle, u obliku krijesta ili mamuze.²¹⁰ Ostavljaju niz paralelnih linija²¹¹ koje sličje tragovima zupčastog dlijeta.²¹² Iako su se rijetko koristili u rimsko doba, tragove strugača možemo naći na pozadini i nekim detaljima Trajanovog stupa.²¹³

²¹⁰ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 60.

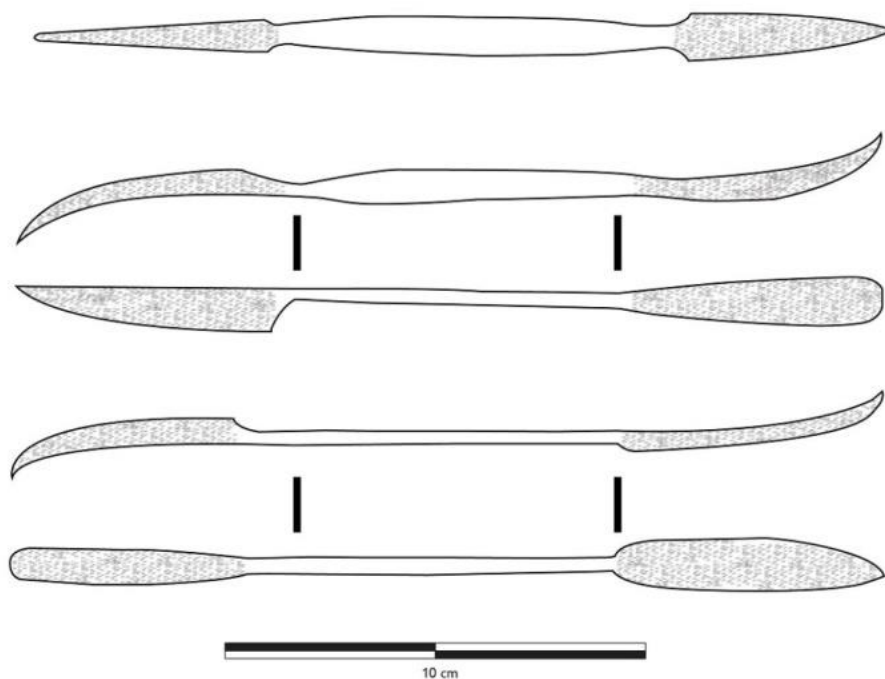
²¹¹ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

²¹² DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 60.

²¹³ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

2.18. Turpija (rašpa)

Tragovi turpije pojavljuju se već krajem arhajskog razdoblja grčke skulpture te se tokom 4. stoljeća prije Krista i u rimsko doba sve više koristi kao alat završne obrade.²¹⁴ Turpije su metalni alati čija duljina varira između 12 i 40 centimetara. Sastoje se od tanke drške koja na oba kraja završava plosnatim zadebljanjima prekrivenim sitnim šiljcima. Krajevi mogu biti kvadratasti, obli, šiljasti te ravni ili zaobljeni, omogućujući njeno korištenje na složenim²¹⁵, uskim i teško dohvatljivim površinama.²¹⁶



Sl. 77. Inačice rašpi

²¹⁴ PALAGIA, Olga, *Greek Sculpture: function, materials, and techniques in the Archaic and classical periods*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006., str. 260.

²¹⁵ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

²¹⁶ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 47.

Gustoća šiljaka može biti različita o čemu ovisi finoća tragova.²¹⁷ Što je manja turpija, to su šiljci gušći i finiji.²¹⁸ Uobičajeno se koristi nakon ravnog dlijeta kako bi se dodatno zagladila površina te za fino modeliranje detalja²¹⁹ poput očnih kapaka, nosnica i usana.²²⁰ Tragovi turpije sastoje se od finih ogrebotina²²¹ u svim smjerovima²²² koje se često preklapaju. Pretežito se koriste na mramoru i tvrdim vapnencima zato što nemaju zamjetnog učinka na granitu, dok se za mekši kamen najčešće koriste strugači.²²³

²¹⁷ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

²¹⁸ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 47.

²¹⁹ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

²²⁰ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 47.

²²¹ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

²²² ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 48.

²²³ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

2.19. Abrazivi

Abraziv je, u pravilu, bilo koji materijal kojim se može polirati kamen.²²⁴ Abrazivi variraju od grubljih materijala poput šmirgla koji se sastoji većinski od korunda do mekših materijala poput pješčenjaka i plovučca.



Sl. 78. Uporaba abraziva

Nanose se na površinu kamena zajedno s vodom koja uklanja nastalu kamenu prašinu. Poliranje se izvodi postupnim mijenjanjem abraziva od najgrubljih do najfinijih.²²⁵ Ovisno o vrsti abraziva te stupnju poliranosti postiže se manje ili više glatka površina kamena koja može biti mat ili visokog sjaja.²²⁶ U rimskom dobu proces poliranja bi se najčešće zaustavio kada bi se postigla glatka mat površina, iako se mogu naći i primjerci poliranja kamena do visokog sjaja. Poliranje je fizički vrlo zahtjevan posao, posebice ako se radi o poliranju do visokog sjaja. Nadalje, visoki sjaj se može postići samo na određenim vrstama kamena poput

²²⁴ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 49.

²²⁵ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

²²⁶ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 49.

mramora, granita te nekih tvrdih vapnenaca. U novije vrijeme koriste se industrijski abrazivi poput brus papira te šmirgl papira, kao i različite kiseline. Strojevi s pogonom na električnu energiju uvelike su skratili vrijeme te umanjili fizički napor poliranja. Umjetan sjaj može se postići utrljavanjem tankog sloja voska na kamenu površinu kako bi reflektirala svjetlo, imitirajući tako poliranje do visokog sjaja. Za vrijeme renesanse vosak se nanosio na brojne rimske skulpture i sarkofage dajući im žućkasti ton s vremenom.²²⁷ Ova metoda falsificiranja poliranja do visokog sjaja bila je poznata i u rimsko doba. Zanimljivo je da engleska riječ *sincere*, u prijevodu *iskreno*, dolazi od latinske sintagme *sin cere* kojom su rimski klesari označavali pravi visoki sjaj, *bez voska*.²²⁸

²²⁷ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

²²⁸ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 50.

2.20. Pneumatski čekić

Pneumatski čekić počinje se koristiti u klesarstvu već krajem 19. stoljeća, ali nije bio u većoj primjeni zbog visokih cijena čekića, alata i komprimiranog zraka te jeftine radne snage. Ozbiljnija primjena počinje 1940-ih godina kada se razvijaju razni oblici ručnih pneumatskih čekića. Zatim se, 1950-ih godina, pojavljuju poznati proizvođači pneumatskih alata, među kojima su „Atlas Copco“, „Ingersoll“ i „Bohler“, dok posebne čekiće za klesarsku obradu razvijaju talijanske tvrtke „Cuturi“ i „Tongiani“. Prve pneumatske klesarske alate na Braču nabavilo je 1955. godine poduzeće „Jadrankamen“ za pogon u Pučišćima, međutim nisu se koristili do 1968. godine kada su postali neophodni za izvedbu velike narudžbe klesanih elemenata jednog šetališta u Libiji. Veliki otpor radnika prema pneumatskim alatima nalazimo i u poznatim klesarskim centrima poput Carrare i Masse koji pneumatski čekić prihvataju tek početkom 1970-ih godina.²²⁹



Sl. 79. Početni pneumatskih čekića, Carrara, fotografija: Josipa Krolo

²²⁹ MARINOVIĆ, Frane, „Klesarski strojevi i alati“, Klesarstvo i graditeljstvo, br. 1-2, god. 4., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska Škola Pučišća, 1993., str. 57.-62., ovo na str. 57.

Pneumatski čekić je cilindar crijevom povezan s kompresorom. Čekić se pomiče kretanjem zraka naprijed-nazad unutar cilindra²³⁰ te udara alat brže od klesara odnosno njegova prednost nije u jačini već u količini udaraca.²³¹ Pneumatski čekić drži se u jednoj ruci pritisnit na alat koji se drži u drugoj.²³² Od klesarskih alata za pneumatski čekić najviše se upotrebljavaju klesarska dlijeta poput ravnog i zupčastog te špica. Uglavnom se rade od tvrdog metala odnosno widia te moraju imati obrađeni usadnik za pneumatski čekić.²³³ Tragovi alata nastali pneumatskim čekićem redovito su duži i gladi.²³⁴



Sl. 80. Zračni čekić i dlijeta za zračni čekić, fotografija: Josipa Krolo

²³⁰ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 32.

²³¹ Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

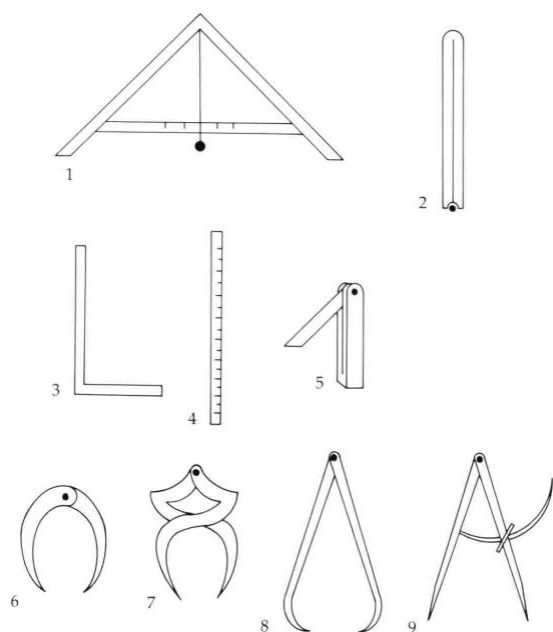
²³² ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 32.

²³³ MARINOVIĆ, Frane, „Klesarski strojevi i alati“, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 1-2, god. 4., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska Škola Pučišća, 1993., str. 57.-62., ovo na str. 59.

²³⁴ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 32.

2.21. Alati za mjerenje, trasiranje i obilježavanje

Postoji više alata koje su klesari koristili²³⁵ za mjerenje, trasiranje i obilježavanje.²³⁶ Najraniji dokazi njihovog korištenja su ispuščenja na kamenoj površini figura Zeusovog hrama u Olimpiji. Ova ispuščenja vjerojatno su služila kao pozicije na koje se stavljao visak.²³⁷ Nadalje, postoje prikazi ovih alata koji potječu iz starog Egipta, Grčke i Rima te srednjeg vijeka i renesanse.²³⁸ Odabir alata ovisi o obliku, vrsti i tvrdoći kamena te o načinu obrade.²³⁹



Sl. 81. Alati za mjerenje: 1. archipendolo; 2. visak ; 3. kutnik; 4. metar; 5. kutomjer; 6.,7.,8.,9., šestari

²³⁵ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 50.

²³⁶ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 37.

²³⁷ PALAGIA, Olga, *Greek Sculpture: function, materials, and techniques in the Archaic and classical periods*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006., str. 264.

²³⁸ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 50.

²³⁹ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 37.

Ravnjača, odnosno ravnalo,²⁴⁰ ima paralelne bridove.²⁴¹ Može biti drvena ili metalna. Predstavlja jedan od najvažnijih klesarskih alata još od staroga Egipta.²⁴² Koristi se za izvlačenje i kontrolu ravnih linija i površina. Kako se s vremenom iskrivi, dobivajući blaga udubljenja i izbočenja, mora se redovito provjeravati te, po potrebi, zamijeniti novom. Metar je alat koji se koristi za mjerenje duljine. Dobio je naziv po današnjoj osnovnoj mjernoj jedinici za duljinu.²⁴³ Dok se nisu standardizirale mjere za duljinu,²⁴⁴ koristile su se mjere poput duljine stopala ili dijela ruke od lakta do vrhova prstiju. Kutnik je metalni alat u obliku slova „L“²⁴⁵ kojim se provjerava jesu li dvije dodirne plohe pod pravim kutem.²⁴⁶ Kako je izvedba pravilnih blokova bila jedan od najčešćih klesarskih zadataka, kutnik je bio široko korišten alat.²⁴⁷ Visak je komad željeza²⁴⁸ ili olova na niti koji služi za određivanje vertikale te za određivanje središnje osi kipa. Za određivanje horizontalne površine koristio se visak obješen za vrh jednakokraknog trokuta, poznatiji kao *archipendolo*. Horizontalnu površinu odredio bi visak u vertikalnom položaju poravnjavanjem s oznakom sredine između dva kraka.²⁴⁹ Kutomjer na sklapanje, odnosno kosnik, ima pokretni krak te služi za određivanje i prenošenje bilo kojeg kuta. Može biti drveni ili metalni. Šestar je alat s drva kraka kojim se crtaju krugovi

²⁴⁰ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 50.

²⁴¹ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 37.

²⁴² ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 50.

²⁴³ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 37.

²⁴⁴ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 50.

²⁴⁵ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 50.

²⁴⁶ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 37.

²⁴⁷ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 50.

²⁴⁸ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 37.

²⁴⁹ ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993., str. 51.

i mjere manje udaljenosti. Šestar s ravnim krakovima kojemu oba kraka završavaju šiljom služi za izravno izvlačenje kružnih lukova u kamenu, dok šestar s ravnim krakom i krakom nosačem olovke služi crtanju kružnih lukova i prenošenju zadanih dimenzija. Šestar obujmnik sa svoja dva zakrivljena kraka služi mjerenju debljine.²⁵⁰



Sl. 82. Kutnik, šestari, metar

Šestar za mjerenje otvora ima završetke krakova okrenute prema van. Koristi se za mjerenje i prenošenje unutarnjih dimenzija otvora. Postoji i kombinirani šestar odnosno spoj šestara obujmnik i šestara za mjerenje otvora.²⁵¹ Za izvlačenje kružnica velikog polumjera²⁵² koristi se dvokraki šestar. Sastoji se od ravnala duž kojeg kližu dva kursora te se mogu zategnuti na željenim pozicijama.²⁵³

²⁵⁰ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 37.

²⁵¹ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 38.

²⁵² DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 39.

²⁵³ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 38.



Sl. 83. Šestar za razmjerno povećavanje

Šestarom za razmjerno umanjenje ili povećanje može se direktno povećavati ili smanjivati prema određenom mejrilu.²⁵⁴ Za obilježavanje po kamenoj površini koriste se olovke s tvrdim grafitima²⁵⁵ ili igle za urezivanje linija.²⁵⁶

²⁵⁴ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 39.

²⁵⁵ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 38.

²⁵⁶ DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999., str. 39.

3. Tragovi klesarskih alata

3.1. Klin



Sl. 84. Tragovi zabijanja klinova, Carrara, fotografija. Josipa Krolo

3.2. Špica



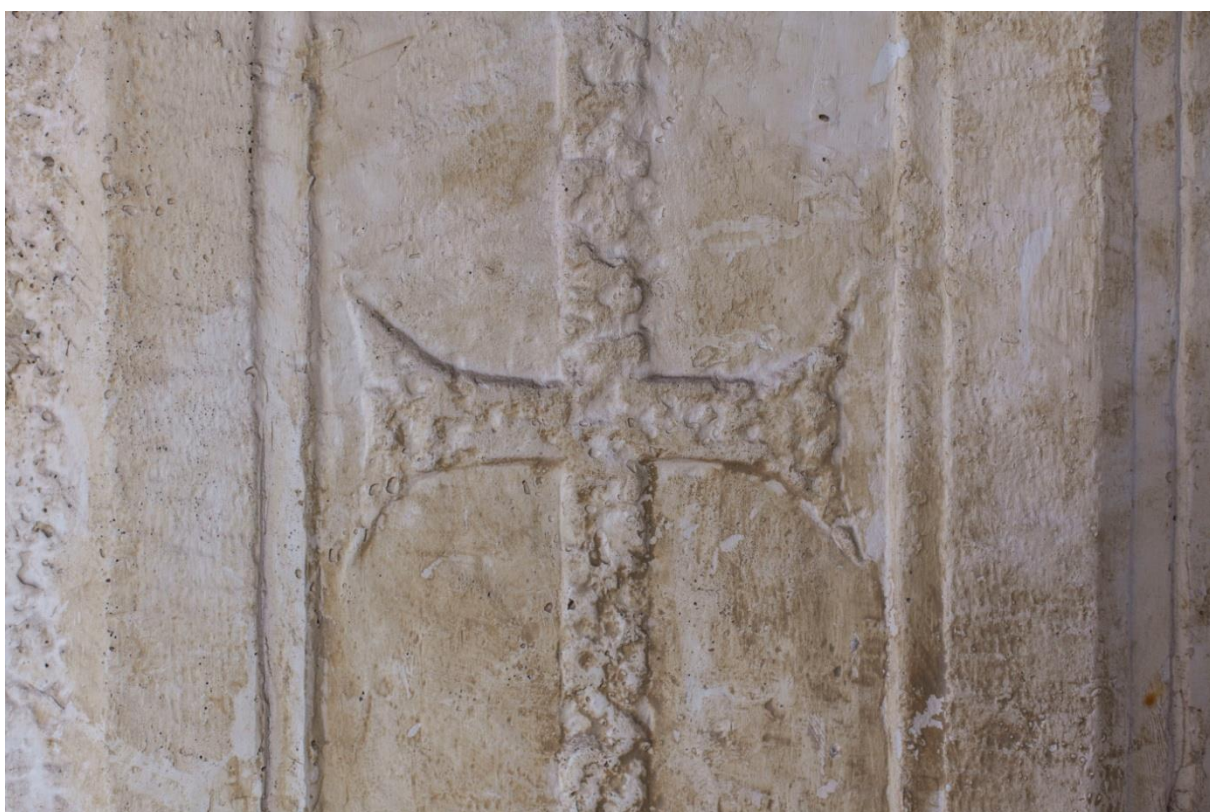
Sl. 85. Trag špice, Mali hram Dioklecijanove palače, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 86. Fino izvedena površina malom špicom, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



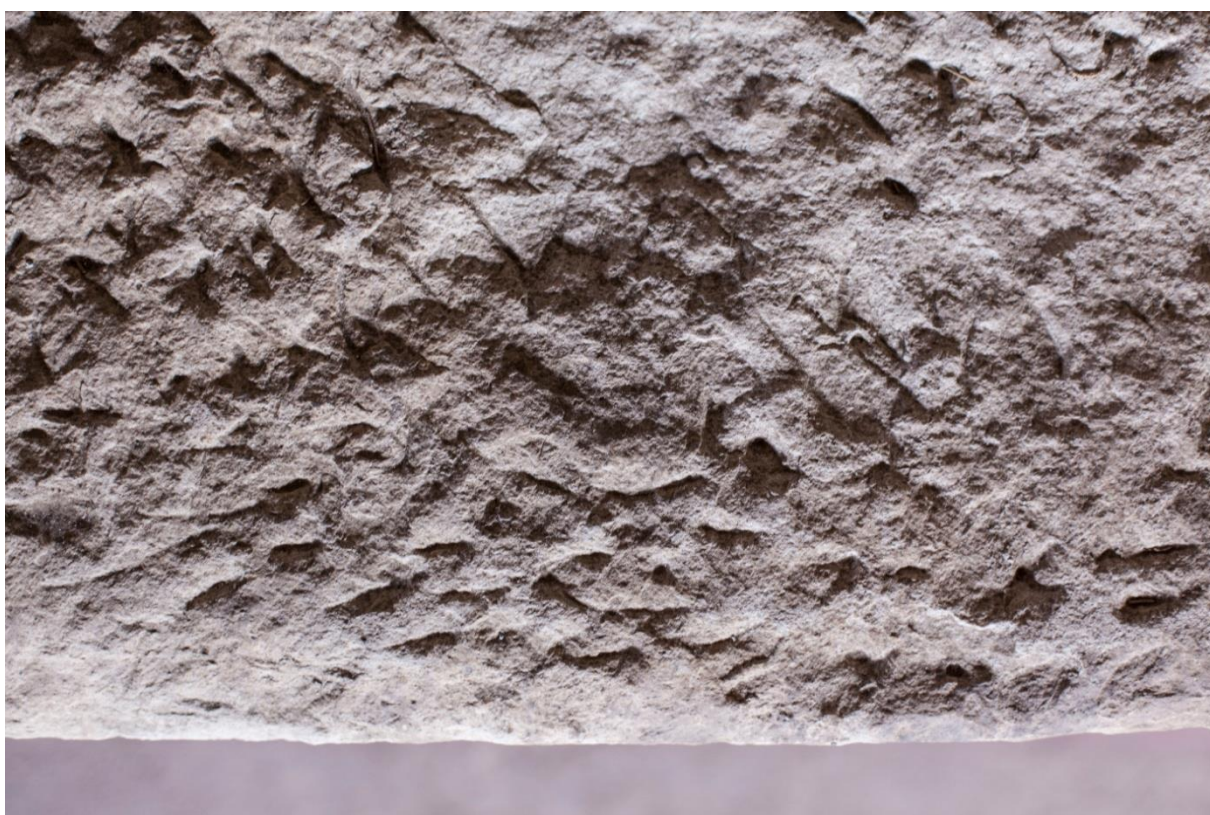
Sl. 87. Tragovi špice (gore) i grube marteline (dolje), Sarkofag s prikazom Dobrog pastira, 310. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



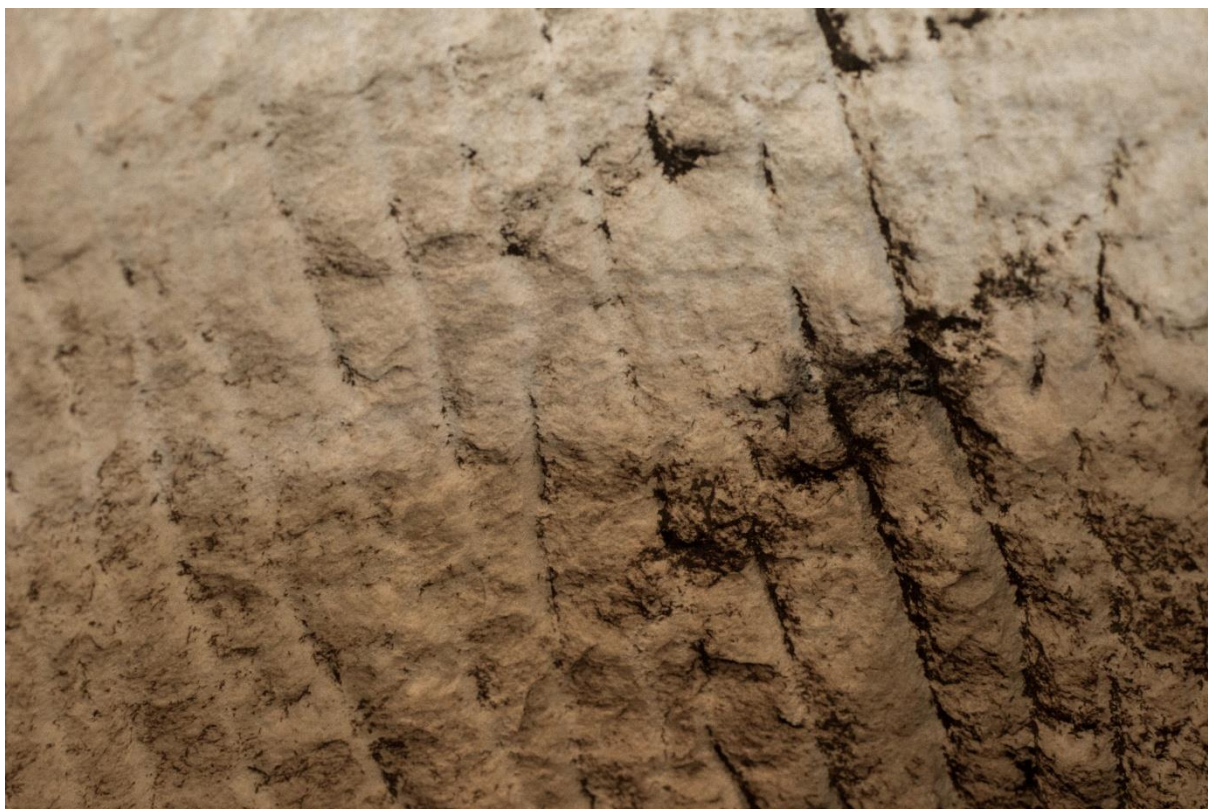
Sl. 88. Tragovi špice nastali kao pokušaj uklanjanja isklesanog križa, Propovjedaonica, 6.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 89. Tragovi špice, Nadvratnik s natpisom biskupa maksima II ,6 .st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 90. Tragovi špice, Nadvratnik s monogramima biskupa Honorija, Antonija i Januarija. 6.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

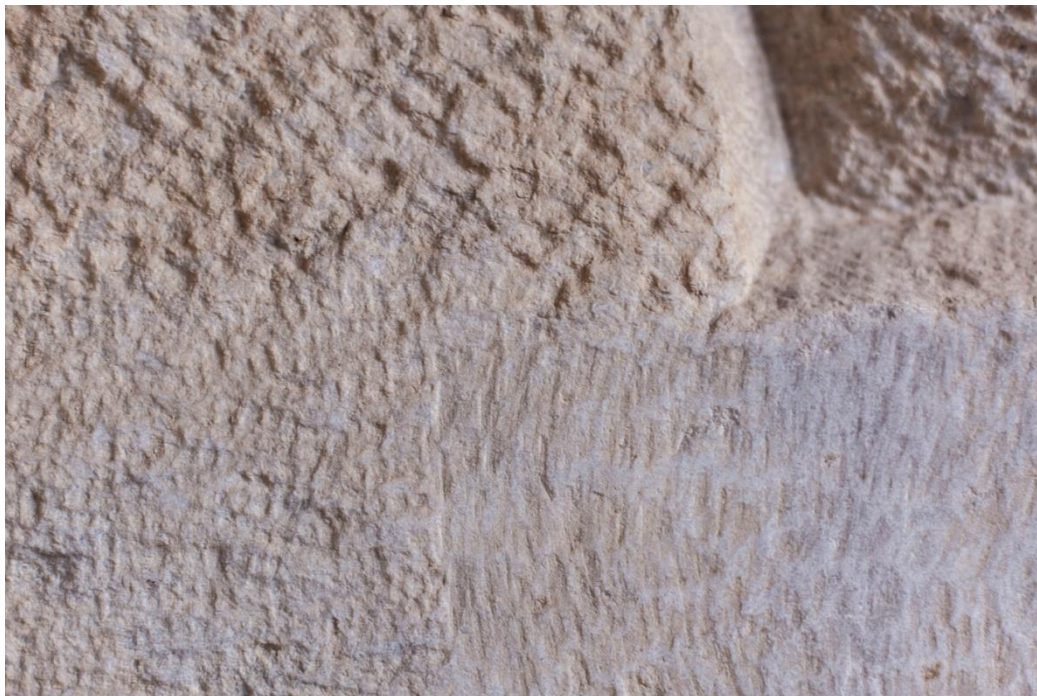


Sl. 91. Tragovi špice u obliku paralelnih kanala u unutrašnjosti Urne s poklopcem, 1.-3.st., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

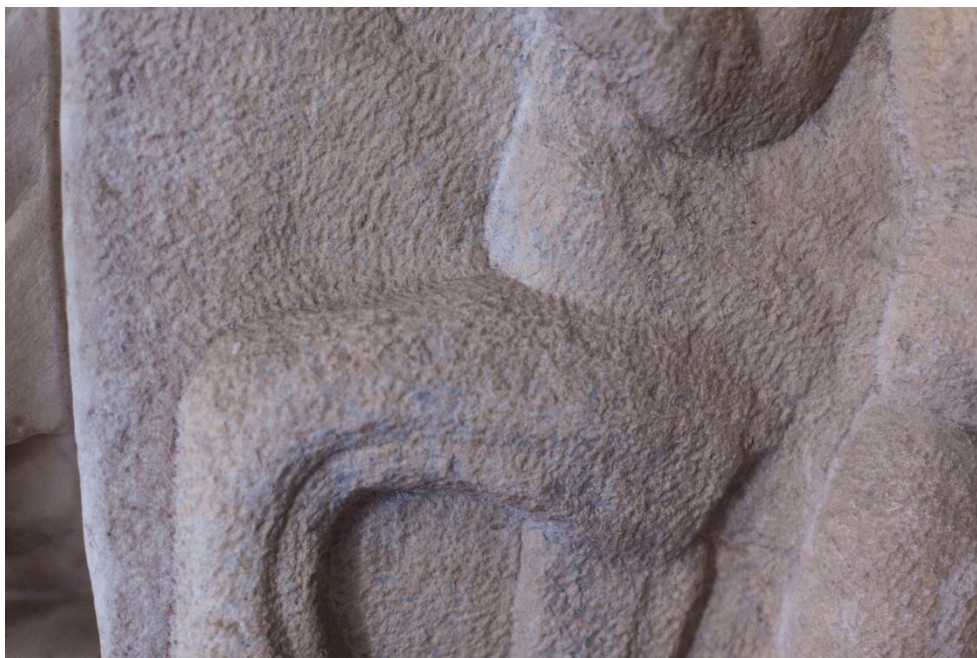


Sl. 92. Tragovi špice, Stela, 2.-1.st.pr.Kr., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

3.3. Zupčasto dlijeto (gradina)



Sl. 93. Tragovi gradine (dolje desno), ravnog dlijeta (dolje lijevo) i zubatke (gore), Sarkofag s prikazom Dobrog pastira ,310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 94. Pozadina i figura obrađene gradinom, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 95. Pozadina obradena gradinom prilagodavajući smjer kretanja alata oko figure, figura obradena ravnim dljetom, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 96. Lice figure i denti obradene gradinom, Peristil, fotografija: Vinka Marinković



Sl. 97. Tragovi gradina na licu figure i dentima, Peristil, fotografija: Vinka Marinković



Sl. 98. Tragovi gradine su vidljivi na dentima, Zapadna strana vijenca, Peristil, fotografija. Vinka Marinković



Sl. 99. Detalj površine na kojoj je sačuvan izvorni trag alata-marteline i gradine i detalj površine koja je erodirana kišom, Friz, Peristil, fotografija: Vinka Marinković

3.4. Ravno dlijeto (lito)



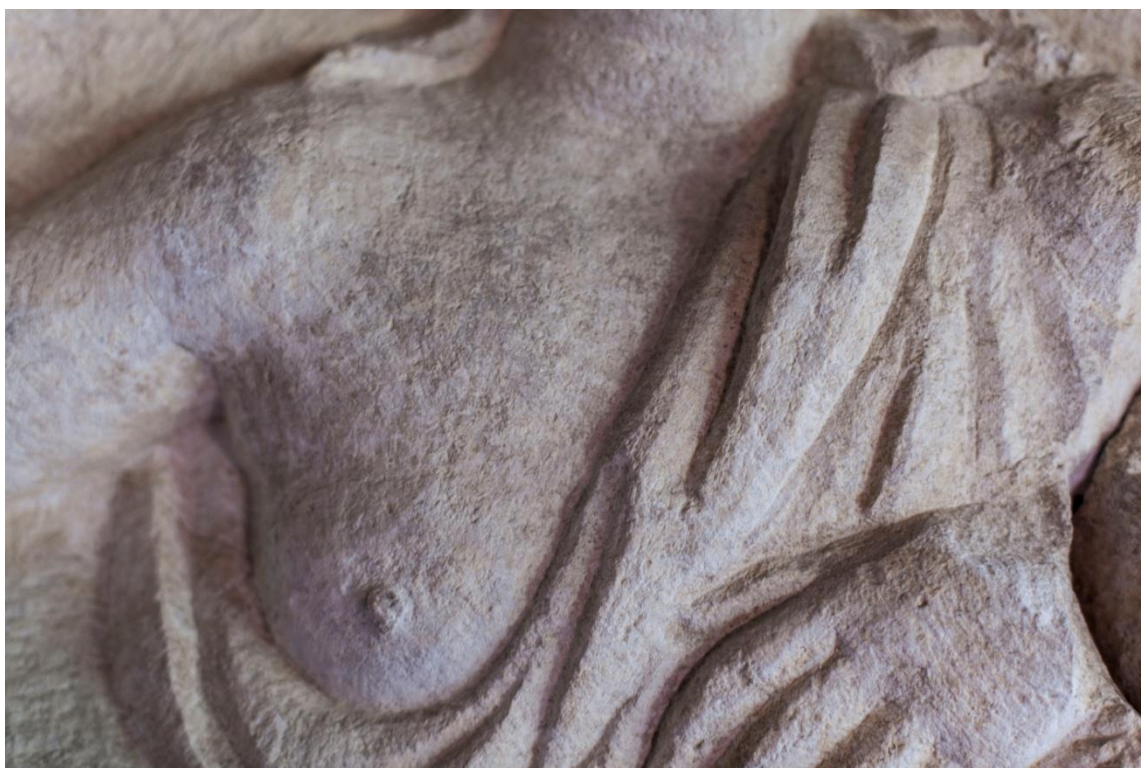
Sl. 100. Oblikovanje ravnim dlijetom, Velika Papalićeva palača, Split, 16. st., fotografija: Josipa Krolo



Sl. 101. Draperija oblikovana ravnim dlijetom, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4. st., „Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 102. Tragovi ravnog dlijeta, Sarkofag s prikazom Dobrog pastira, 310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



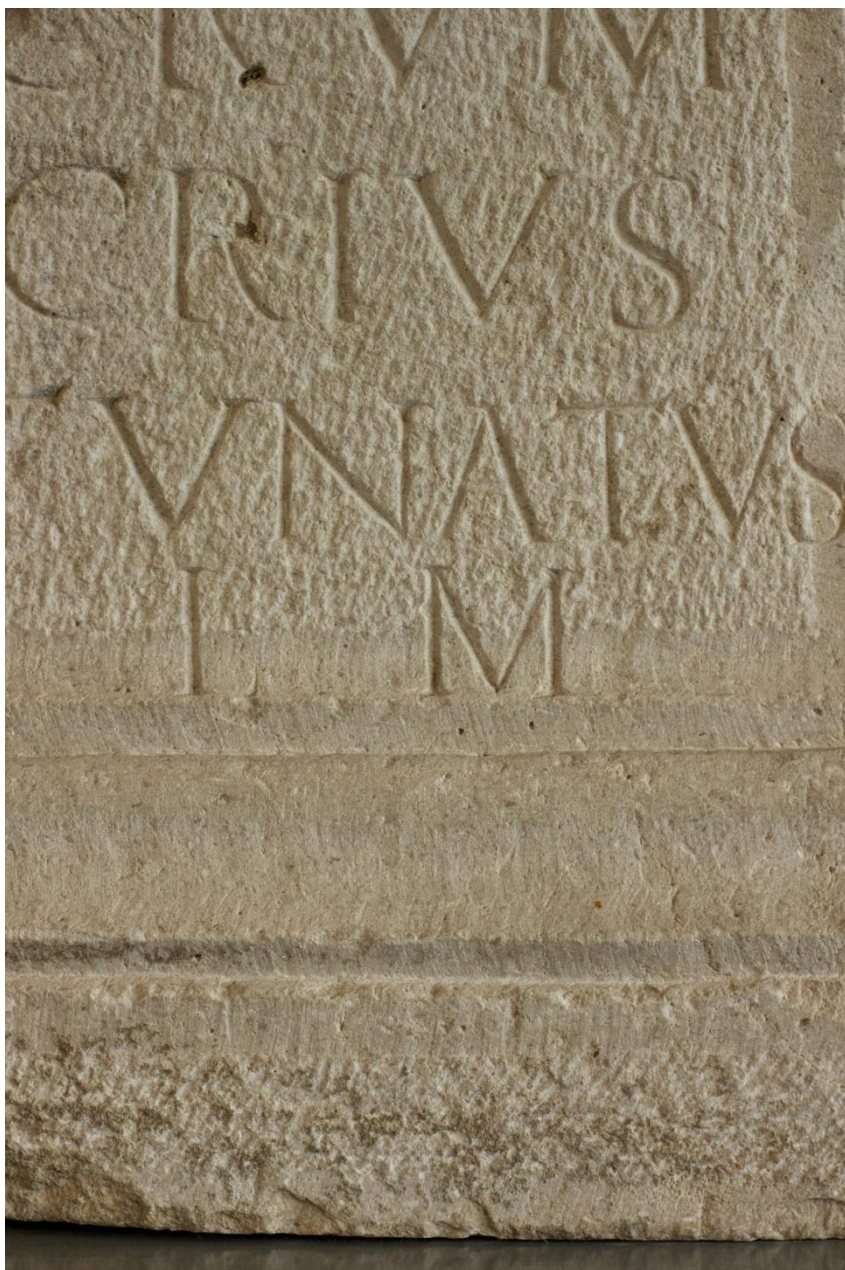
Sl. 103. Tragovi ravnog dlijeta, Reljef s personifikacijom grada Salone, 4. st, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 104. Primjer iznimno kvalitetnog oblikovanja ravnim dlijetom, Bičevanje Krista Jurja Dalmatinca, 15. st., crkva Uznesenja Blažene Djevice Marije (Splitska katedrala), fotografija: Josipa Krolo



Sl. 105. Cijela površina zvedena ravnim dlijetom, Urna haruspeksa Q. Nazija Julijana, 1.-3.st., Arheološki muzej Narona, fotografija: vedran Kundić



Sl. 106. Tragovi ravnog dljeta u donjem dijelu, Žrtvenik božice Fortune, 1.-3. st., Arheološki muzej Naron, fotografija: Vedran Kundić

3.5. Zaobljeno dlijeto



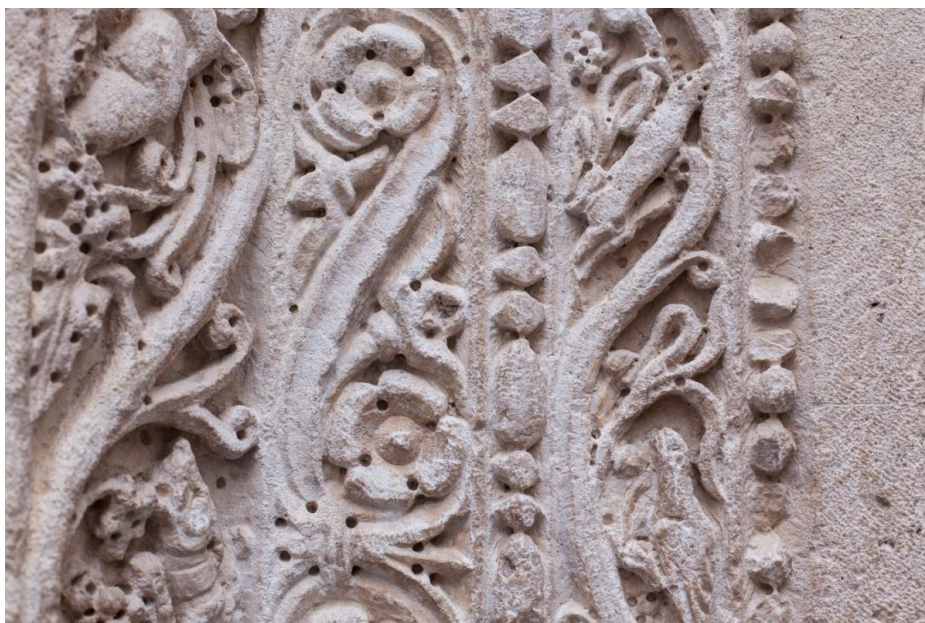
Sl. 107. Tragovi zaobljenog dlijeta u naborima draperije, Sarkofag s prikazom Dobrog pastira 310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 108. Tragovi zaobljenog dlijeta u gornjem dijelu, , Sarkofag s prikazom Dobrog pastira 310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 109. Tragovi zaobljenog dljeta u spiralnim udubinama stupova, Nadgrobnii spomenik s natpisom u kojem se spominje *collegium fabrum*, rimsko razdoblje, Arheološki muzej Naronaa, fotografija: Vedran Kundić

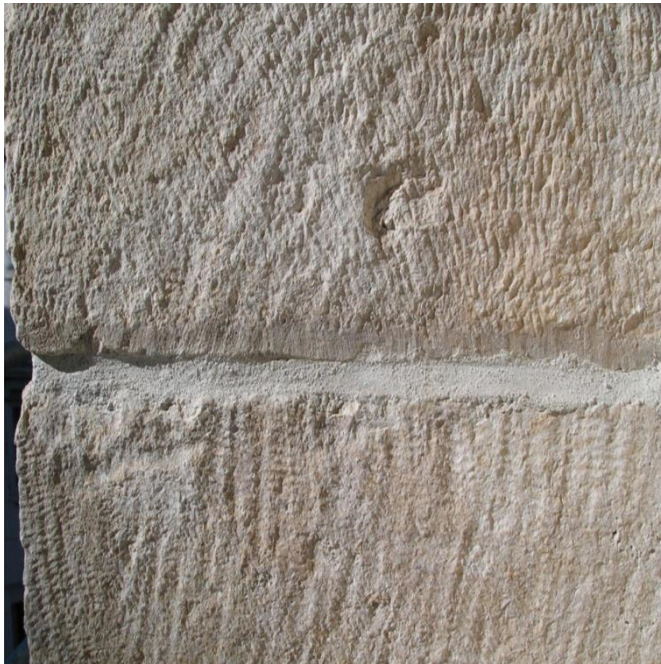


Sl. 110. Tragovi zaobljenog dljeta u udubinama zavinitih ornamentaa, Mali hram Dioklecijanove palače, fotografirala: Josipa Krolo

3.6. Martelina



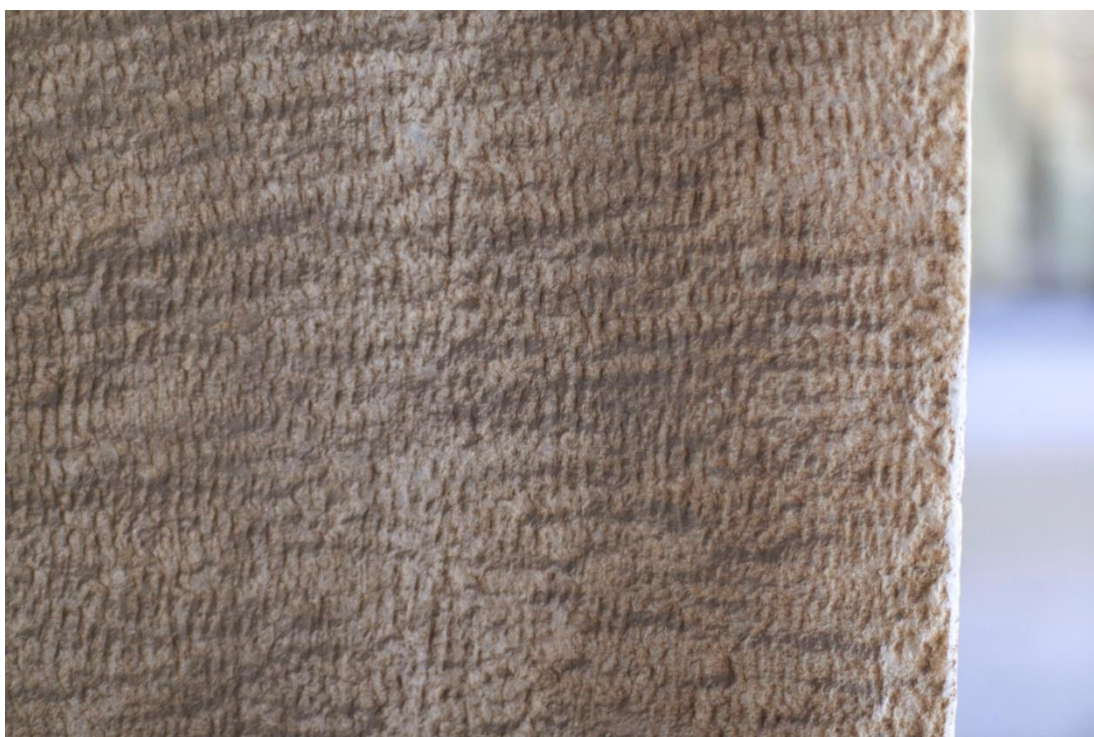
Sl. 111. Tragovi marteline, Zapadna strana vijenca, Peristil, fotografija: Vinka Marinković



Sl. 112. Tragovi marteline, uočljiva je razlika klesarskog rukopisa gornjeg i donjeg dijela (radi se o dva različita klesara), Južna strana pilona, Spoj s pilastrom, Zapadna strana kolonade, Peristil, fotografija: Vinka Marinković



Sl. 113. Fina obrada martelinom, površina je erodirana, Velika Papalićeva palača, Split, 16. st., fotografija: Josipa Krolo



Sl. 114. Tragovi marteline, Sarkofag Valerija Dinenta i Atije Valerije , 3.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 115. Tragovi grube marteline, Sarkofag s prikazom Dobrog pastira, 310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



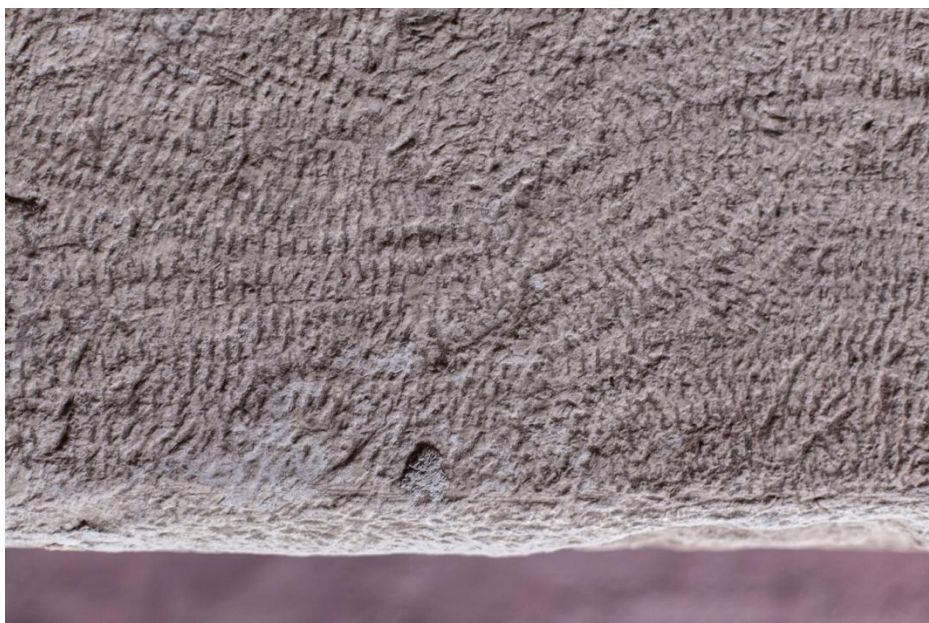
Sl. 116. Tragovi marteline (dolje) i špice (gore), Sarkofag s prikazom Dobrog pastira 310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 117. Tragovi marteline u slobodnim smjerovima, Reljef, 4.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



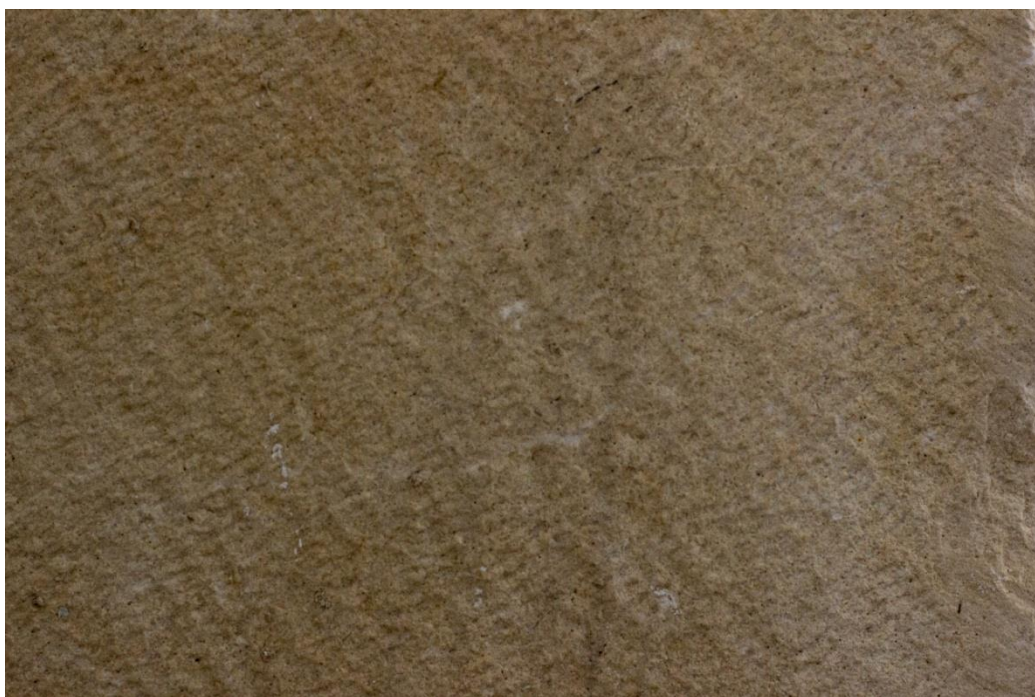
Sl. 118. Tragovi marteline mjestimično pobrušeni, Natpis iz Lazareta, 1626. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



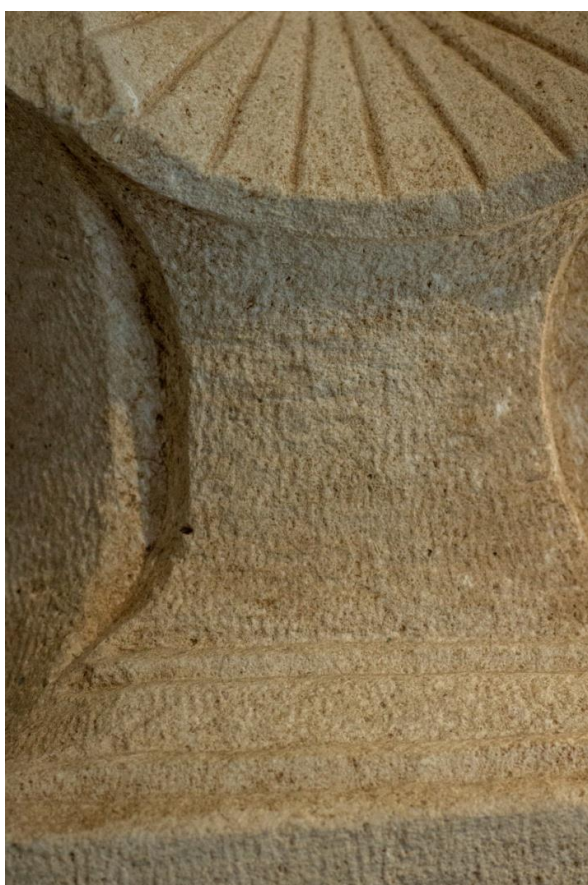
Sl. 119. Tragovi marteline u više smjerova, Nadvratnik s natpisom biskupa maksima II, 6.st.,
Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



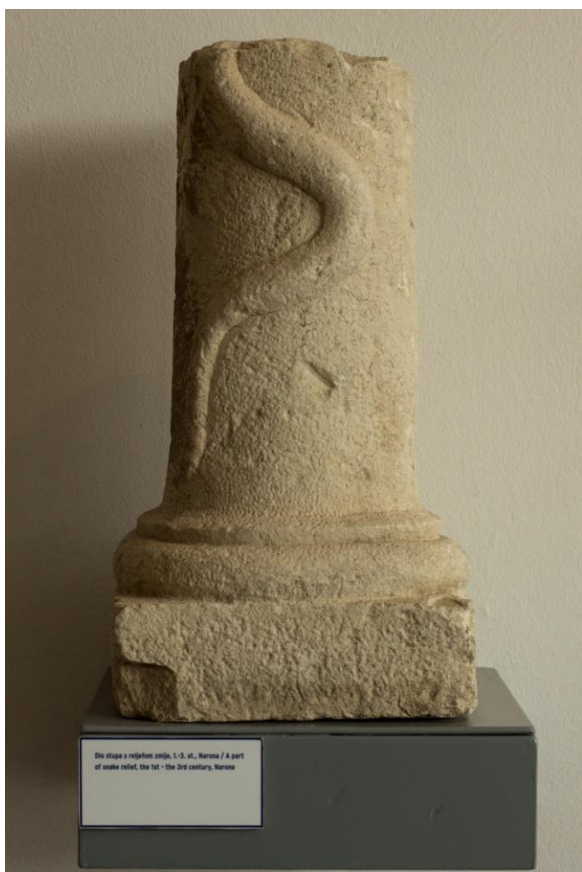
Sl. 120. Tragovi marteline ispod kojih se naziru tragovi špice i
zubatke (estetika u drugom planu), Urna s poklopcem, 1.-3.st.,
Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić



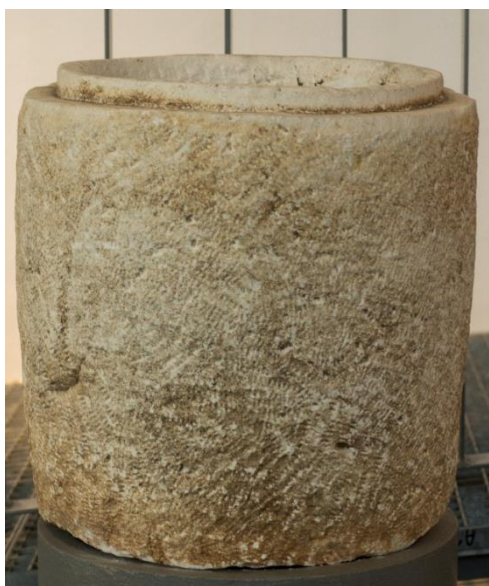
Sl. 121. Tragovi martelina s rubom (špigulom) napravljenim ravnim dlijetom, Postolje s natpisom u čast božice Venere, sredina 2. st., Arheološki muzej Naron, fotografija: Vedran Kundić



Sl. 122. Tragovi marteline, hemisferni sunčani sat, 1.-3.st., Arheološki muzej Naron, fotografija: Vedran Kundić



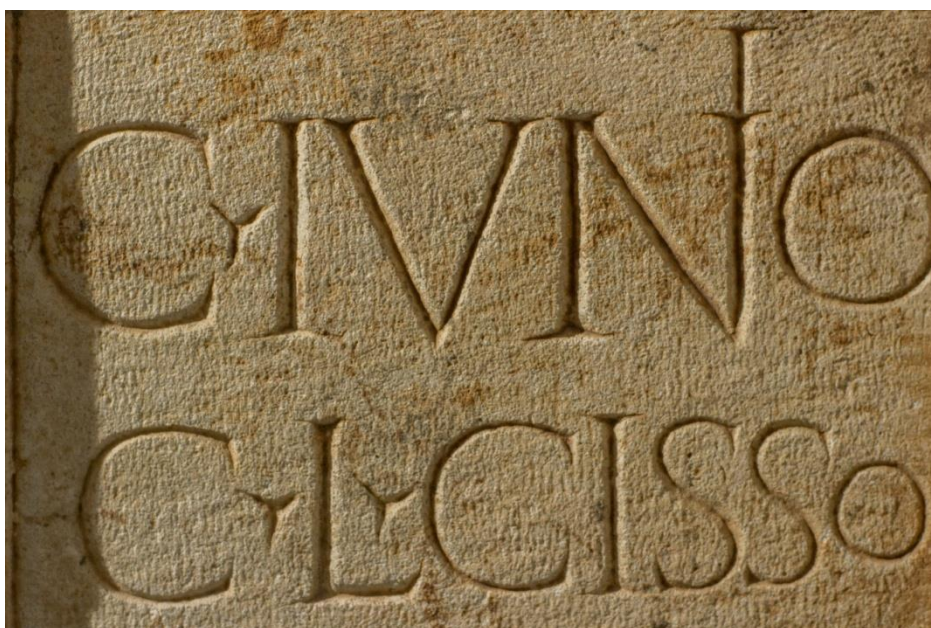
Sl. 123. Dio stupa s prikazom zmijske, 1.-3.st., Arheološki muzej Naron, fotografija: Vedran Kundić



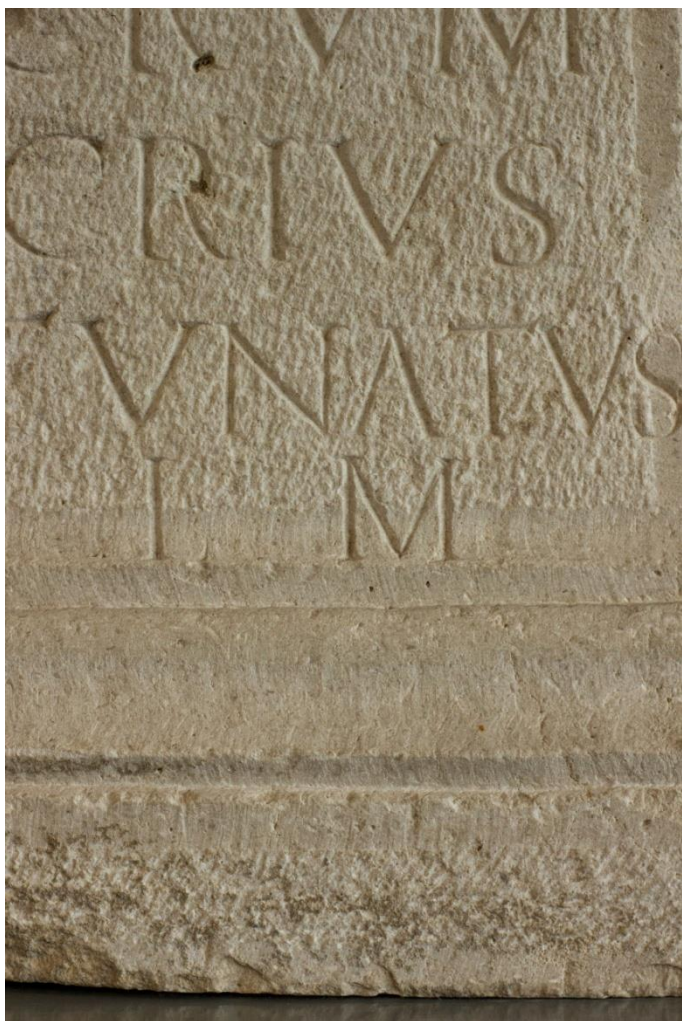
Sl. 124. Tragovi marteline u raznim smjerovima, tragovi špice se naziru ispod (estetika u drugom planu), Urna s poklopcem, 1.-3.st., Arheološki muzej Naron, fotografija: Vedran Kundić



Sl.125. Ukopani tragovi marteline rađeni okomitijim postavljanjem alata, Dio dekoriranog arhitektonskog elementa, 1.-3.st., Arheološki muzej Naron, fotografija: Vedran Kundić



Sl. 126. Tragovi marteline na pozadini, Nadgrobnji spomenik u kojem se spominje *collegium fabrum*, rimsko razdoblje, Arheološki muzej Naron, fotografija: Vedran Kundić



Sl. 127. Tragovi marteline u pozadini slova, Žrtvenik božice Fortune, 1.-3.st.,
Arheološki muzej Naron, fotografija: Vedran Kundić



Sl.128. Tragovi marteline preko figure i pozadine, Mali hram Dioklecijanove palače,
fotografija: Josipa Krolo



Sl.129. Tragovi marteline u pozadini slova, Stela,
2.-1.st.pr.Kr., Arheološki muzej Narona,
fotografija: Vedran Kundić

3.7. Zubatka



Sl. 130. Površina koja nije bila vidljiva obrađena je zubatkom, Urna haruspeksa Q. Nazija Julijana, 1.-3. st., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić



Sl. 131. Tragovi grube zubatke kao priprema za tašel , Monumentalni torzo Apolona ili Dioniza, 1.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

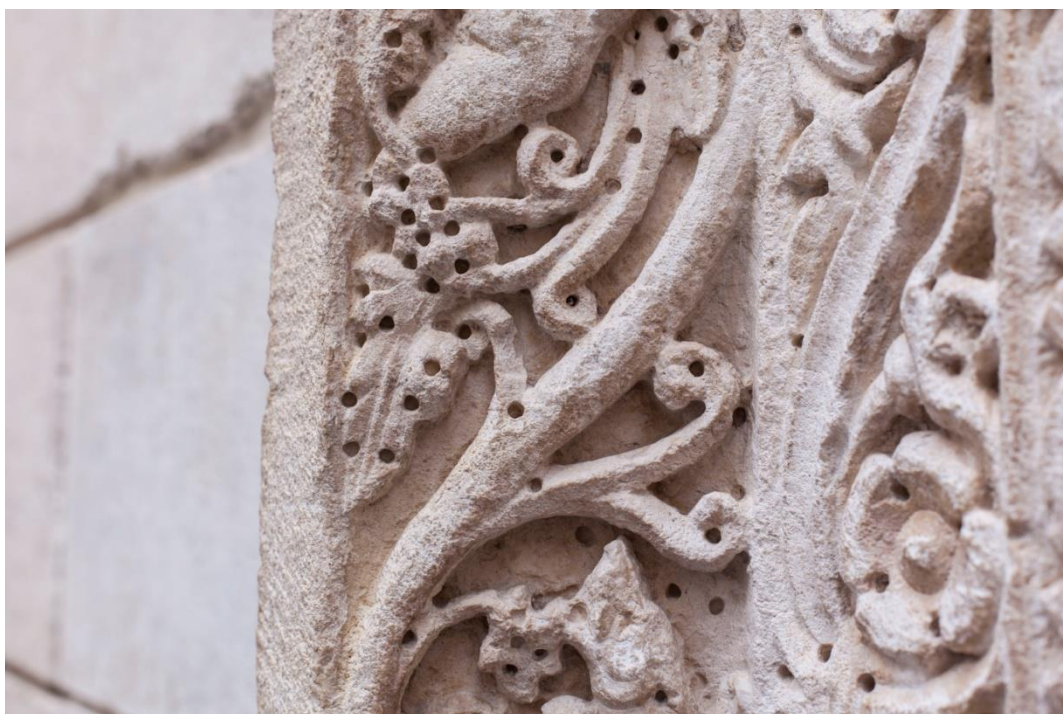


Sl. 132. Tragovi zubatke (gore) te grube i fine martelina i ravnog dlijeta (ispod), Sarkofag s prikazom Dobrog pastira , 310.-330. godina, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

3.8. Bušilica



Sl. 133. Tragovi bušilice, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 134. Tragovi bušilice, Mali hram Dioklecijanove palače, fotografija: Josipa Krolo

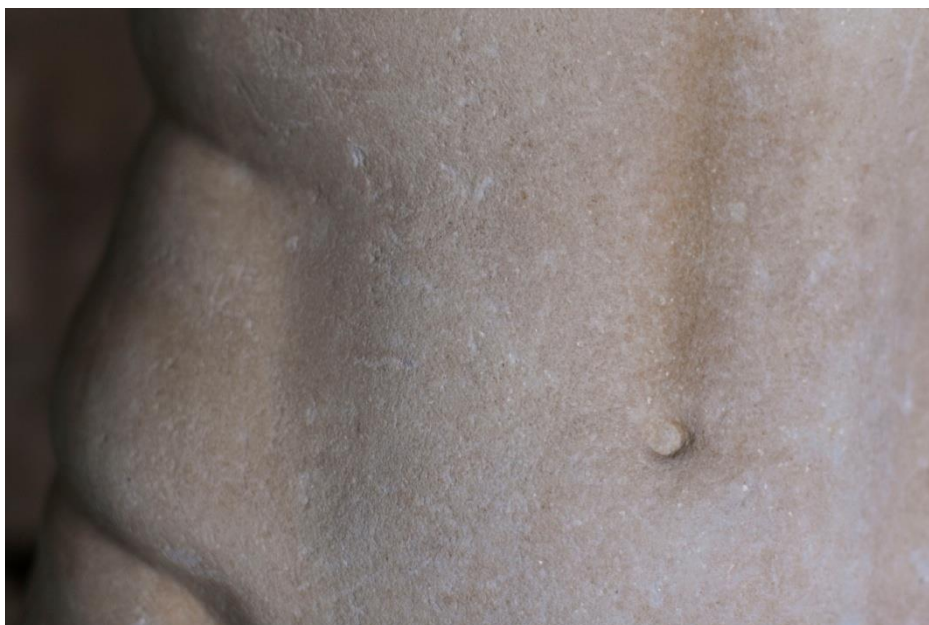


Sl.135. Rupice rađene svrdlom, Detalj akantusovih listova na kapitelu prvog stupa, Peristil, fotografija: Vinka Marinković

3.9. Brušene i polirane površine



Sl. 136. Tragovi rašpe, Palača Augubio, fotografija: Josipa Krolo



Sl.137. Fino brušena površina, Monumentalni torzo Apolona ili Dioniza, 1. st. , Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo



Sl. 138. Polirana površina, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4.st, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

4. Pregled praktičnog rada

Praktični dio završnog rada započela sam u veljači 2017. godine u klesaoni Hrvatskog restauratorskog zavoda u Splitu koja se nalazi na Dračevcu. Zajedno s mentorima Marinom Barišićem, konzervatorom-restauratorom kamena i akademskim kiparom Robertom Jozićem, odlučila sam klesati skulpturu u kamenu prema modelu kojeg sam izradila u siporexu, uvećanu 2,5 puta. U klesarskom obrtu Kamen Marović uzeli smo kameni blok bečira dimenzija 75 x 57 x 53 centimetra koji se vadi u Segetu Gornjem.



Slika 139. Kameni blok i model, fotografija: Josipa Krolo

Kameni blok je imao više manjih i jedno veliko oštećenje. Zato smo prije početka klesanja pozicionirali kamen i odredili tijek rada kako bi oštećenja eliminirali prilikom klesanja. Nadalje, kako bi izbjegli nova oštećenja, najprije sam rašpom otupila sve bridove pod kutem od 45 stupnjeva u odnosu na plohe koje spaja. Tvrdom olovkom, primjerice H5, koja se teže briše prilikom rada, ucrtala sam tijekom rada prve strane. Dio kamenog bloka gdje sam trebala skidati veliku količinu kamene mase, najprije smo iskoristili za učenje osnova klesanja slova i

pletera te općenito prvo uvježbavanje načina rada s različitim dlijetima i čekićem, kao i pneumatikom.



Slika 140. Vježbanje klesanja slova i pletera, fotografija: Josipa Krolo

Zatim sam krenula ravnim dlijetom uklesavati urez u obliku slova V duž crteža koji odvaja dio kamene mase koju želimo maknuti od dijela kojeg želimo sačuvati. Naime, prilikom rada odbijačem koristimo veliku silu udarca čekićem koja se prenosi kroz kamen te postoji opasnost, u slučaju povezane mase kamena, da se odlomi dio kojeg nismo naumili skidati.



Slika 141. V urez, masa odbijena odbijačem, fotografija: Josipa Krolo

Uz rub kamene mase koju smo oslobodili odbijačem napravila sam obrub ravnim dlijetom, dok sam ostatak nastavila skidati šiljastim dlijetom.



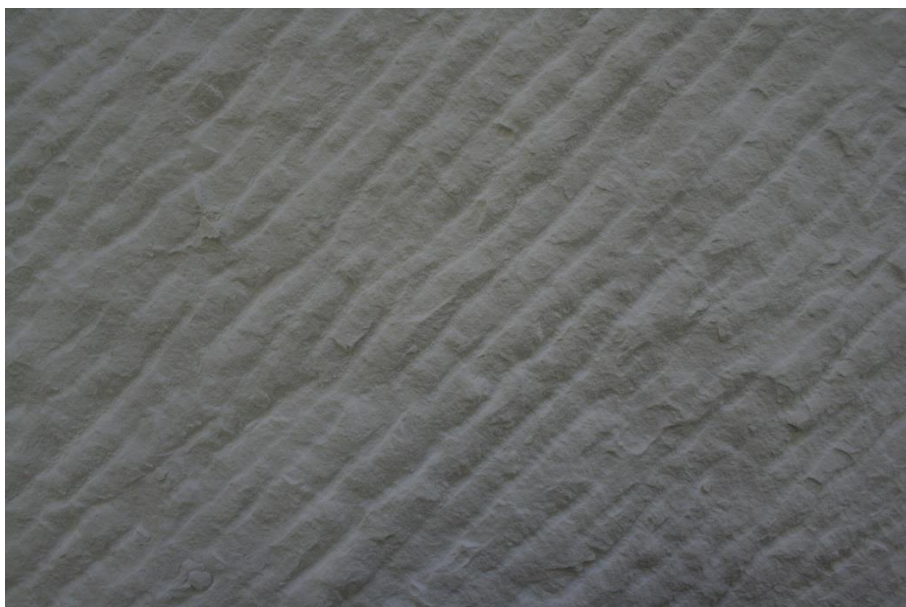
Slika 142. Obrub ravnim dlijetom, trag šiljastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo



Slika 143. Skidanje kamene mase šiljastim dlijetom, fotografija: Josipa Krolo



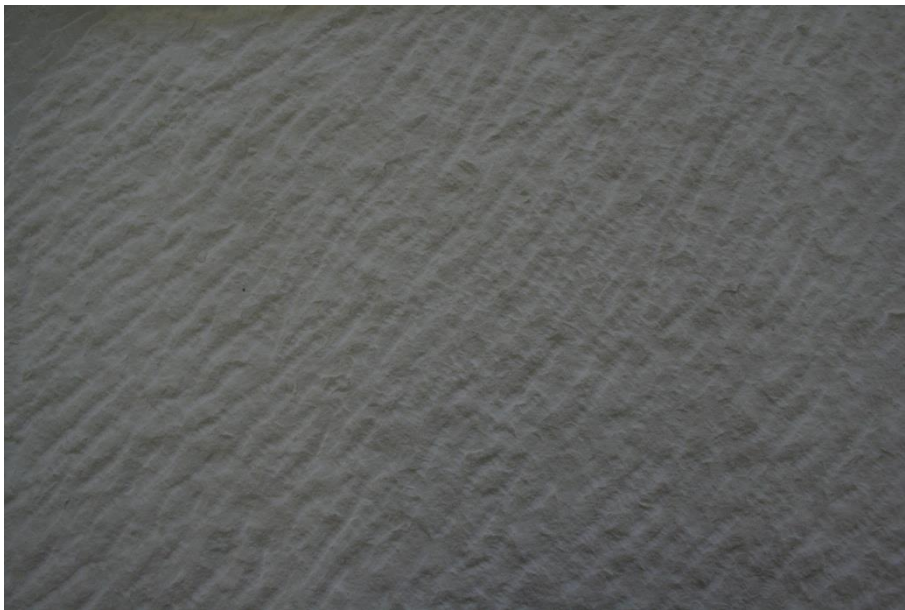
Slika 144. Nastavak skidanja kamene mase šiljastim dlijetom, fotografija: Josipa Krolo



Slika 145. Tragovi šiljastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo



Slika 146. Nastavak skidanja kamene mase šiljastim dlijetom, fotografija: Josipa Krolo



Slika 147. Gušći trag šiljastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo

Zatim smo kameni blok postavili u kosi položaj koji je pogodniji za rad zubatkom i martelinom.



Slika 148. Postavljanje kamenog bloka u kosi položaj, fotografija: Josipa Krolo

Kutnikom i olovkom sam označavala viškove mase koje sam zatim otklanjala zubatkom.



Slika 149. Označavanje viškova mase, fotografija: Josipa Krolo

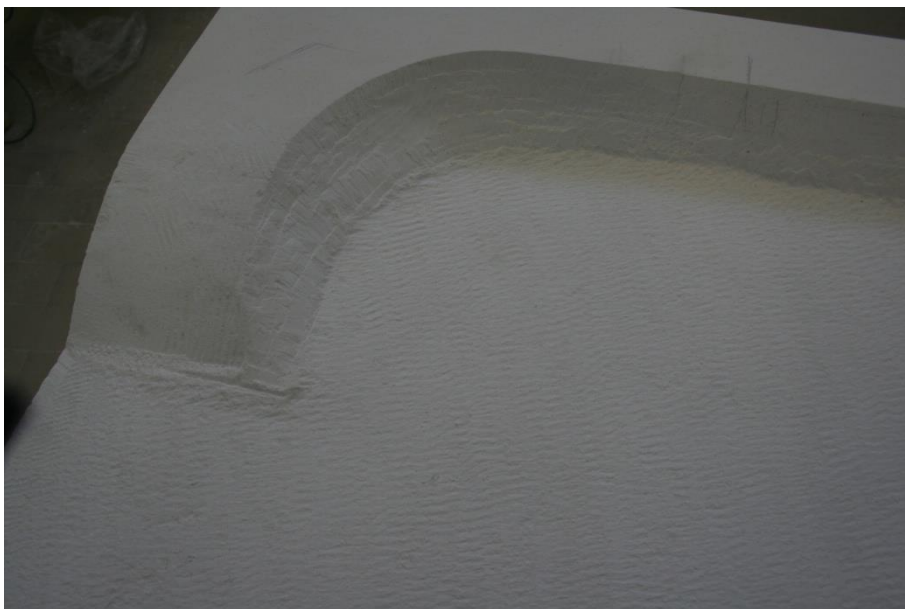


Slika 150. Tragovi zubarke, fotografija: Josipa Krolo

Nakon zubarke prešla sam na grublju martelinu koju sam odabrala za završni alat ove površine, dok sam između traga ravnog dljeteta na obrubu i tragova marteline napravila prijelaz zupčastim dljetom.



Slika 151. Označavanje olovkom smjerova tragova marteline, fotografija: Josipa Krolo



Slika 152. Tragovi marteline, ravnog dlijeta, zupčastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo

Istaknute površine ove strane obradila sam ravnim dlijetom s prijelazom u tragove zupčastog dlijeta.



Slika 153. Tragovi ravnog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo



Slika 154. Tragovi ravnog dlijeta prelaze u tragove zupčastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo

Obrada druge strane započela je ucrtavanjem tijeka rada. Zatim smo viličarom iznijeli kameni blok ispred radione kako prilikom zapilavanja polukužnog gornjeg dijela skulpture odnosno zaobljenog prijelaza između prve i druge strane ne bi zaprašivali klesaonu.

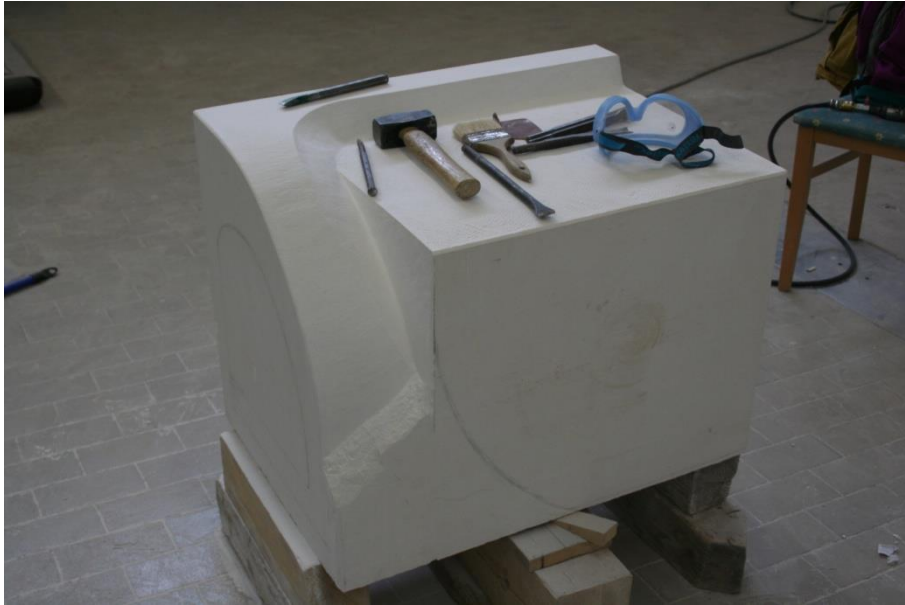


Slika 155. Zapilavanje prijelaza između prve i druge strane kamenog bloka, fotografija: Josipa Krolo



Slika 156. Zapilana kamena masa odlomljena odbijačem, fotografija: Josipa Krolo

Zapilanu masu smo odlomili odbijačem. Preostale viškove dalje sam skidala šiljastim dlijetom te sam jednu plohu završno obradila zupčastim dlijetom, a drugu ravnim dlijetom i rašpom.



Slika 157. Nastavak klesanja zupčastim dlijetom, fotografija: Josipa Krolo

Nakon toga smo okrenuli kameni blok u položaj u kojem je druga strana u slijedu obrade gornja te sam olovkom ucrtala daljni tijek rada. Na ravnom dijelu površine najprije sam napravila obrub ravnim dlijetom. Nekoliko centimetara od obruba prema sredini obradila sam zupčastim dlijetom kako bih zaštitila bridove tokom obrade velike središnje površine grubljom martelinom. Ponovno smo viličarom iznijeli kameni blok te zapilali nastavak polukružnog gornjeg dijela. Zapilane dijelove smo odlomili odbijačem. Preostale viškove kamene mase skinula sam šiljastim dlijetom te završila obradu zupčastim dlijetom.



Slika 158. Zapilavanje druge strane kamenog bloka, fotografija: Josipa Krolo



Slika 159. Maca, špica i tragovi špice, fotografija: Josipa Krolo

Okrenuli smo kameni blok tako da treća strana po tijeku obrade bude gornja. Ucertala sam daljni plan rada te smo viličarom iznijeli kameni blok ispred radione na zapilavanje donjeg dijela skulpture.



Slika 160. Zapilavanje treće strane kamenog bloka, fotografija: Josipa Krolo

Zapilanu kamenu masu odlomili smo odbijačem te sam je nastavila skidati šiljastim dlijetom. Obrube površine sam obradila ravnim dlijetom, a ostatak zupčastim dlijetom.



Slika 161. Tragovi ravnog dlijeta na obrubu, tragovi zupčastog dlijeta, tragovi šiljastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo



Slika 162. Zupčasto dlijeto i tragovi zupčastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo

Donji dio skulpture obradila sam grubljom martelinom.

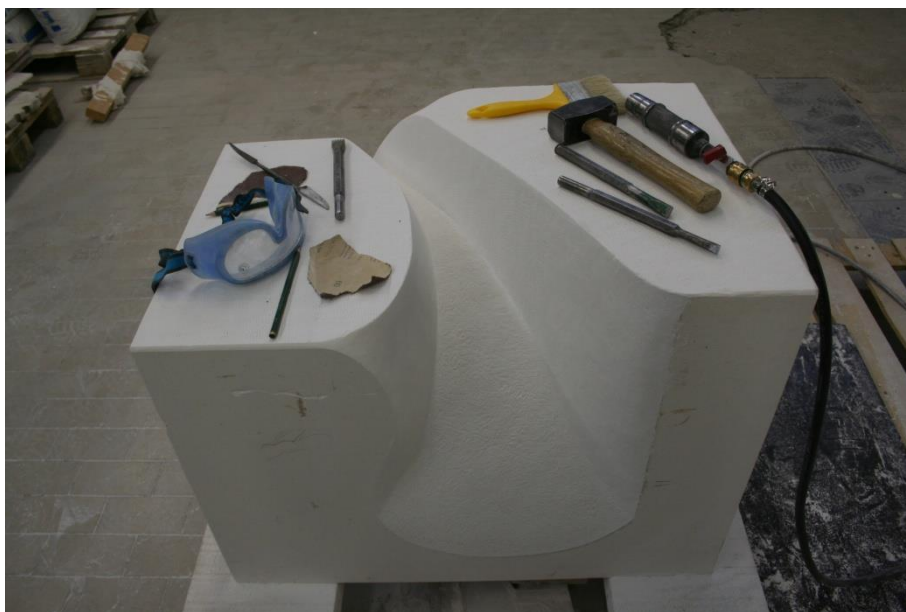


Slika 163. Martelina i tragovi marteline, fotografija: Josipa Krolo

Veliki višak kamene mase koja definira prijelaz iz treće u četvrtu stranu najprije smo zapilali. Masu sam nastavila skidati šiljastim dlijetom, zatim zupčastim dlijetom na pneumatski čekić.

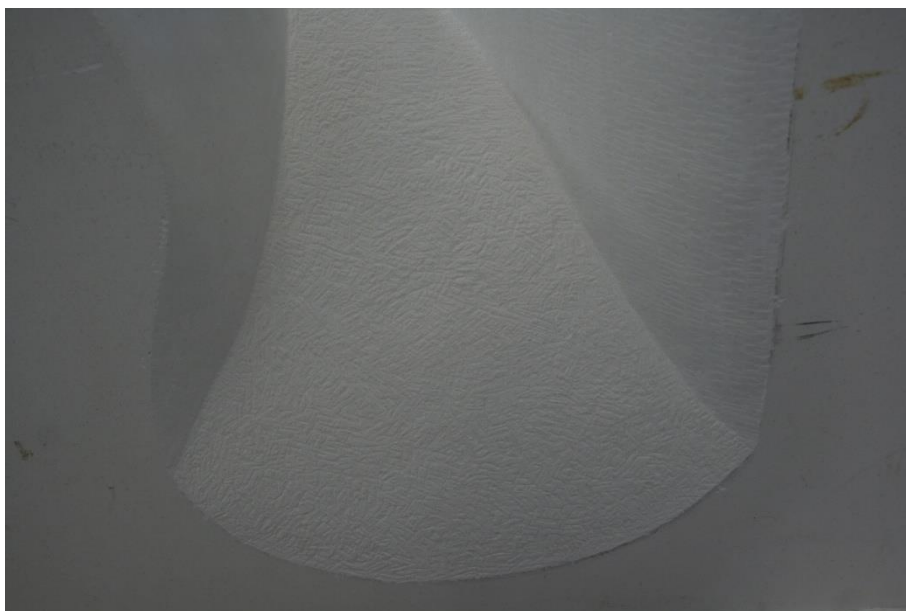


Slika 164. Zapilana kamena masa odlomljena odbijačem, fotografija: Josipa Krolo



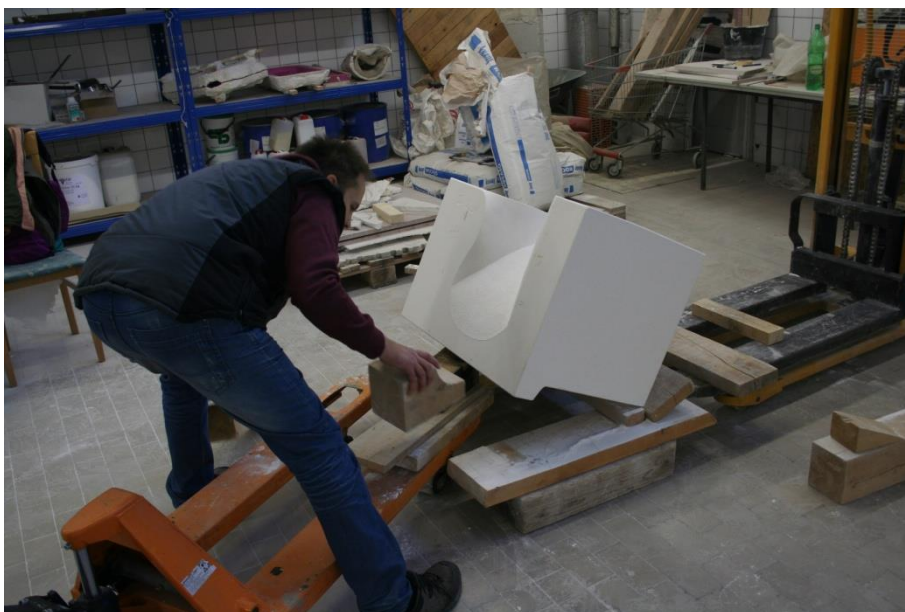
Slika 165. Završavanje udubljenog prijelaza, tragovi rašpe (lijevo), unakrsni tragovi ravnog dlijeta (dolje), pravilni tragovi ravnog dlijeta (desno), fotografija: Josipa Krolo

Lijevu bočnu stranu udubine sam obradila ravnim dlijetom te ju zatim izbrusila rašpom. Desnu bočnu stranu sam obradila ravnim dlijetom u pravilnom nizu tragova, dok je donja strana udubine također obrađena ravnim dlijetom, ali unakrsnim udarcima, oponašajući trag sjekire za kamen.



Slika 166. Tragovi rašpe, tragovi ravnog dlijeta-pravilni i unakrsni, fotografija: Josipa Krolo

Zatim smo okrenuli skulpturu u položaj u kojem je četvrta strana gornja kako bih mogla preciznije definirati prijelaz između treće i četvrte strane te lakše obraditi četvrtu stranu zupčastim dlijetom.



Slika 167. Okretanje kamena, fotografija: Josipa Krolo



Slika 168. Obrada četvrte strane zupčastim dlijetom, fotografija: Josipa Krolo

Naposljetku, okrenuli smo skulpturu u uspravan položaj te krenuli definirati gornju stranu. Olovkom sam ucrtala granice između ravnog ruba i udubine namjenjene sađenju biljaka. Zbog oštećenja na bridu gornje strane kamenog bloka, najprije sam ravnim dlijetom na pneumatski čekić skidala nekoliko milimetara površine kako bih eliminirala oštećenje. Zatim sam uravnala površinu mjereći uz pomoć kutnika te ju završno obradila ravnim dlijetom. Samu udubinu sam najprije obrubila V-urezom kako bih mogla ostatak mase skidati šiljastim dlijetom. Bočne strane udubine ostavila sam ukošene nekoliko stupnjeva kako bi voda prilikom smrzavanja, širenjem volumena, izašla na površinu, umjesto da raspukne kamen.



Slika 169. Obrada gornje strane skulpture, fotografija: Josipa Krolo



Slika 170. Obrada gornje strane skulpture, fotografija: Josipa Krolo

Dno udubine sam zatim uravnala zupčastim dlijetom na pneumatski čekić te ga obradila ravnim dlijetom unakrsnim udarcima, a bočne strane pravilnim udarcima.



Slika 171. Završena skulptura, Josipa Krolo



Slika 172. Završena skulptura, Josipa Krolo



Slika 173. Završena skulptura, Josipa Krolo



Slika 174. Završena skulptura, Josipa Krolo



Slika 175. Završena skulptura, Josipa Krolo



Slika 176. Završena skulptura, Josipa Krolo



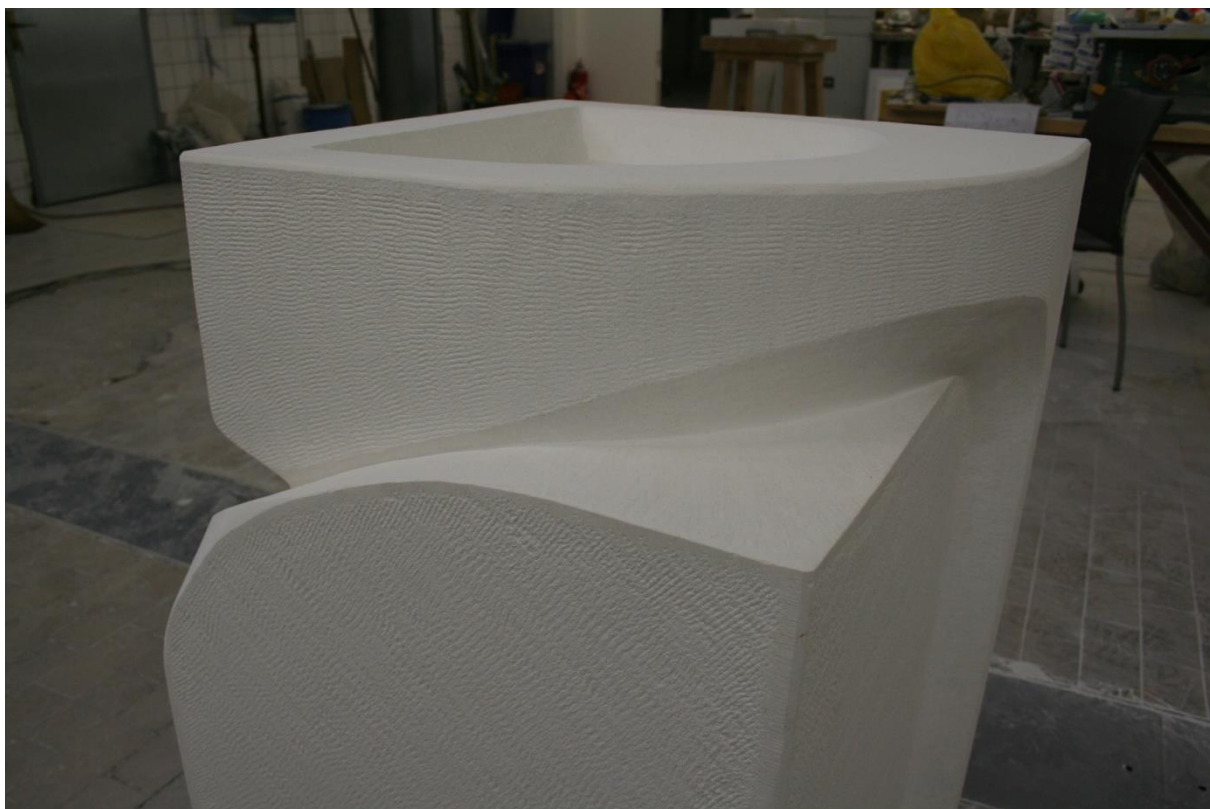
Slika 177. Završena skulptura, Josipa Krolo



Slika 178. Završena skulptura, Josipa Krolo



Slika 179. Završena skulptura, Josipa Krolo



Slika 180. Završena skulptura, Josipa Krolo

5. Zaključak

Izrada ovog magistarskog rada uključivala je istraživanje literature, istraživanje tragova klesarskih alata kamenih spomenika Arheološkog muzeja u Splitu, Arheološkog muzeja u Naroni te nekoliko različitih lokacija Dioklecijanove palače poput Peristila, Malog hrama i Papalićeve palače, istraživanje tradicionalnih i suvremenih procesa u kamenolomima obilaskom kamenoloma mramora u Carrari te praktičan rad klesanja kamene skulpture u radionici Hrvatskog restauratorskog zavoda pod mentorstvom profesora Marina Barišića, konzervatora-restauratora kamena te Roberta Jožića, akademskog kipara. Usvojeno znanje i vještine imaju za cilj pospješiti proučavanje spomenika kulture te osiguravati temeljitiji pristup restaratorskim zahvatima, a time i kvalitetniju izvedbu. Primjerice, poznavanje postanka i vrsta stijena, kao i fizičkih i mehaničkih svojstvava, olakšava konzervatoru-restauratoru kamena razumijevanje materijala kojim se bavi te problema na koje može naići, dok je poznavanje kamenoloma u Hrvatskoj te danas dostupnog kamena na tržištu bitno kako bi imao uvid u raznolikost materijala kojim raspolaže. Istraživanjem tradicionalnih i suvremenih klesarskih alata te praktičnim radom klesanja proširuje se spektar vještina potrebnih za izvedbu restauratorskih zahvata te se, uz istraživanje tragova klesarskih alata na kamenim spomenicima, stječe razumijevanje procesa obrade samog objekta.

5.1. Popis slika

Sl. 1. Kamenolom u Carrari - Josipa Krolo

Sl. 2. Karta Brača s označenim kamenolomima - MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015.

Tablica 1. Vrste kamena aktivnih bračkih kamenoloma - MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015.

Sl. 3. Veselje Unito - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 4. Veselje Fiorito - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 5. Adria Grigio Machiatio - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 6. Adria Grigio Venato - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 7. Adria Grigio Unito - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 8. Rasotica B - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 9. Rasotica C - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 10. Plano - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 11. Seget - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 12. Rozalit - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 13. Alkasin Crveni - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 14. Alkasin Svijetli - ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

Sl. 15. Crkva sv. Donata u Zadru - DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003.

Sl. 16. Vađenje kamena, crtež Marina Barišića - MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015.

Sl. 17. Zabijanje željeznih klinova, Carrarra - CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996.

Sl. 18. Pašarin, Carrara - CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996.

Sl. 19. Radnici u zaklonu od eksplozije, Carrara - CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996.

Sl. 20. Eksplozija, Carrara - CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996.

Sl. 21. Helikoidalna žica, Carrara - CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996.

Sl. 22. Pneumatski čekić, Carrara - CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996.

Sl. 23. Lančana sjekačica - DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003.

Sl. 24. Načini piljenja zatvaranjem dijamantne žice u petlju - DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003.

Sl. 25. Načini zatvaranja dijamantne žice obrnutim slijedom - DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003.

Sl. 26. Transport kamena, crtež Marina Barišića - MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015.

Sl. 27. Lizzatura, Carrara - CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996.

Sl. 28. Transport kamenih blokova volovskom zapregom, Carrara - CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996.

Sl. 29. Volovska zaprega, Carrara - CONTI, Alessandro, *Il marmo...ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996.

Sl. 30. Ostaci antičkog brodoloma sa sarkofazima kod otoka Jakljana, fotografija: Domagoj Perkić - MIHOLJEK Igor; Igor MIHAJLOVIĆ, „Antički brodolomi s teretom sarkofaga na području Dalmacije“, *Portal*, 2/2011., Višnja Bralić, Ana Azinović Bebek, Zagreb: Hrvatski restauratorski zavod, 2011., str. 215.-221.

Sl. 31. Podizanje kamenih blokova ručnom dizalicom - ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Sl. 32. Podizanje kamenih blokova dizalicom s vitlom - ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Sl. 33. Uporaba Derik dizalice u kamenolomu - DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003.

Sl. 34. Uporaba auto-dizalice u kamenolomu - DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003.

Sl. 35. Uporaba utovarača u kamenolomu - DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003.

Sl. 36. Uporaba hidrauličnog bagera u kamenolomu - DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003.

Sl. 37. Različiti klinovi i način korištenja - ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Sl. 38. Prikaz metalnog čekića za rad s dlijetima na reljefu Trajanovog stupa - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 39. Različiti oblici metalnog čekića za rad s dlijetima: 1. Talijanski čekić od mekog željeza za rad u mramoru; 2. Prikazuje čekić pod brojem jedan nakon dugotrajne uporabe; 3. Američki čekić za rad u granitu; 4. Engleski čekić; 5. Francuski čekić - ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Sl. 40. Inačice drvenog bata - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 41. Sjekira za kamen - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 42. Uporaba sjekire za kamen - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 43. Pravilno korištenje sjekire za kamen - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 44. Prikaz dvošilja na reljefu, crkva Orsanmichele – (<http://www.teggelaar.com/florence-dag-4-vervolg-5/> preuzeto: 2.3.2017.)

Sl. 45. Inačice dvošilja - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 46. Uporaba dvošilja - ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Sl. 47. Čekić jednošilj i čekić s glavom - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 48. Uporaba čekića jednošilja i čekića s glavom - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 49. Inačice odbijača - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 50. Špica - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0) ", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 51. Uporaba špice - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 52. Nedovršena skulptura Michelangela, Galleria dell' Accademia, Firenca, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 53. Inačice zupčastog dlijeta - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0) ", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 54. Uporaba zupčastog dljeta - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl.55. Ravno dljeto - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0) ", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 56. Uporaba ravnog dljeta - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 57. Inačice ravnog dljeta - ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Sl. 58. Zaobljeni čekić i dljeta - HARVEY, Michael, *Creative lettering today*, London: A & C Black, 1996.

Sl. 59. Postavljanje dljeta pri klesanju slova - HARVEY, Michael, *Creative lettering today*, London: A & C Black, 1996.

Sl. 60. Postavljanje dljeta ukoso pri klesanju slova - HARVEY, Michael, *Creative lettering today*, London: A & C Black, 1996.

Sl. 61. Klesanje krivulja slova - HARVEY, Michael, *Creative lettering today*, London: A & C Black, 1996.

Sl. 62. Odnosi debljine i dubine pri klesanju slova - HARVEY, Michael, *Creative lettering today*, London: A & C Black, 1996.

Sl. 63. Izrada reljefnih slova - HARVEY, Michael, *Creative lettering today*, London: A & C Black, 1996.

Sl. 64. Inačice zaobljenog dlijeta - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0) ", The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 65. Jednoredna zubača s horizontalnm sječivom - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 66. Crtež tragova jednoredne zubače s horizontalnim sječivom - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 67. Inačice brazdača - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 68. Inačice višeredne zubače - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 69. Način korištenja višeredne zubače - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 70. Uporaba ručne bušilice s užadi, radiona De Tomassi , Rim - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0) ", The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 71. Ručna bušilica s užadi - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0) ", The Art of Making in Antiquity:

Stoneworking in the Roman World. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 72. Inačice bušilica i način uporabe - ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Sl. 73. Inačice svrdla - BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

Sl. 74. Prikaz procesa pilanja na reljefu, Museo di Ostia – (<https://www.romeartlover.it/Porto.html> preuzeto: 11.3.2017.)

Sl. 75. Tradicionalni način pilanja - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)“, *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/>(accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 76. Inačice strugača - ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Sl. 77. Inačice rašpi - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)“, *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 78. Uporaba abraziva - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0)“, *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 79. Početci pneumatskih čekića, Carrara, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 80. Zračni čekić i dlijeta za zračni čekić, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 81. Alati za mjerenje: 1. archipendolo; 2. visak ; 3. kutnik; 4. metar; 5. kutomjer; 6.,7.,8.,9.,šestari - ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

Sl. 82. Kutnik, šestari, metar - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0) ", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/>(accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 83. Šestar za razmjerno povećavanje - Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). "Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0) ", *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*. <http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/>(accessed on <2.3.2017.>)

Sl. 84. Tragovi zabijanja klinova, Carrara, fotografija. Josipa Krolo

Sl. 85. Trag špice, Mali hram Dioklecijanove palače, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 86. Fino izvedena površina malom špicom, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 87. Tragovi špice (gore) i grube marteline (dolje), Sarkofag s prikazom Dobrog pastira, 310. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 88. Tragovi špice nastali kao pokušaj uklanjanja isklesanog križa, Propovjedaonica, 6.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 89. Tragovi špice, Nadvratnik s natpisom biskupa maksima II, 6 .st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 90. Tragovi špice, Nadvratnik s monogramima biskupa Honorija, Antonija i Januarija. 6.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 91. Tragovi špice u obliku paralelnih kanala u unutrašnjosti Urne s poklopcem, 1.-3.st., Arheološki muzej Naron, fotografija: Vedran Kundić

Sl. 92. Tragovi špice, Stela, 2.-1.st.pr.Kr., Arheološki muzej Naron, fotografija: Vedran Kundić

Sl. 93. Tragovi gradine (dolje desno), ravnog dlijeta (dolje lijevo) i zubatke (gore), Sarkofag s prikazom Dobrog pastira ,310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 94. Pozadina i figura obrađene gradinom, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 95. Pozadina obrađena gradinom prilagođavajući smjer kretanja alata oko figure, figura obrađena ravnim dlijetom, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 96. Lice figure i denti obrađeni gradinom, Peristil, fotografija: Vinka Marinković

Sl. 97. Tragovi gradina na licu figure i dentima, Peristil, fotografija: Vinka Marinković

Sl. 98. Tragovi gradine su vidljivi na dentima, Zapadna strana vijenca, Peristil, fotografija: Vinka Marinković

Sl. 99. Detalj površine na kojoj je sačuvan izvorni trag alata-marteline i gradine i detalj površine koja je erodirana kišom, Friz, Peristil, fotografija: Vinka Marinković

Sl. 100. Oblikovanje ravnim dlijetom, Velika Papalićeva palača, Split, 16. st., fotografija: Josipa Krolo

Sl. 101. Draperija oblikovana ravnim dlijetom, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4. st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 102. Tragovi ravnog dlijeta, Sarkofag s prikazom Dobrog pastira, 310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 103. Tragovi ravnog dlijeta, Reljef s personifikacijom grada Salone, 4. st, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 104. Primjer iznimno kvalitetnog oblikovanja ravnim dlijetom, Bičevanje Krista Jurja Dalmatinca, 15. st., crkva Uznesenja Blažene Djevice Marije (Splitska katedrala), fotografija: Josipa Krolo

Sl. 105. Cijela površina zvedena ravnim dlijetom, Urna haruspeksa Q. Nazija Julijana, 1.-3.st., Arheološki muzej Narona, fotografija: vedran Kundić

Sl. 106. Tragovi ravnog dlijeta u donjem dijelu, Žrtvenik božice Fortune, 1.-3. st., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl. 107. Tragovi zaobljenog dlijeta u naborima draperije, Sarkofag s prikazom Dobrog pastira 310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 108. Tragovi zaobljenog dlijeta u gornjem dijelu, , Sarkofag s prikazom Dobrog pastira 310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 109. Tragovi zaobljenog dlijeta u spiralnim udubinama stupova, Nadgrobni spomenik s natpisom u kojem se spominje *collegium fabrum*, rimsko razdoblje, Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl. 110. Tragovi zaobljenog dlijeta u udubinama zavnutih ornamenata, Mali hram Dioklecijanove palače, fotografirala: Josipa Krolo

Sl. 111. Tragovi marteline, Zapadna strana vijenca, Peristil, fotografija: Vinka Marinković

Sl. 112. Tragovi marteline, uočljiva je razlika klesarskog rukopisa gornjeg i donjeg dijela (radi se o dva različita klesara), Južna strana pilona, Spoj s pilastrom, Zapadna strana kolonade, Peristil, fotografija: Vinka Marinković

Sl. 113. Fina obrada martelinom, površina je erodirana, Velika Papalićeva palača, Split, 16. st., fotografija: Josipa Krolo

Sl. 114. Tragovi marteline, Sarkofag Valerija Dinenta i Atije Valerije , 3.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 115. Tragovi grube marteline, Sarkofag s prikazom Dobrog pastira, 310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 116. Tragovi marteline (dolje) i špice (gore), Sarkofag s prikazom Dobrog pastira 310.-330. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 117. Tragovi marteline u slobodnim smjerovima, Reljef, 4.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 118. Tragovi marteline mjestimično pobrušeni, Natpis iz Lazareta, 1626. godine, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 119. Tragovi marteline u više smjerova, Nadvratnik s natpisom biskupa maksima II, 6.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 120. Tragovi marteline ispod kojih se naziru tragovi špice i zubatke (estetika u drugom planu), Urna s poklopcem, 1.-3.st., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl.121. Tragovi martelina s rubom (špigulom) napravljenim ravnim dljetom, Postolje s natpisom u čast božice Venere, sredina 2. st., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl. 122. Tragovi marteline, hemisferni sunčani sat, 1.-3.st., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl. 123. Dio stupa s prikazom zmijske, 1.-3.st., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl. 124. Tragovi marteline u raznim smjerovima, tragovi špice se naziru ispod (estetika u drugom planu), Urna s poklopcem, 1.-3.st., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl.125. Ukopani tragovi marteline rađeni okomitijim postavljanjem alata, Dio dekoriranog arhitektonskog elementa, 1.-3.st., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl. 126. Tragovi marteline na pozadini, Nadgrobni spomenik u kojem se spominje *collegium fabrum*, rimsko razdoblje, Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl. 127. Tragovi marteline u pozadini slova, Žrtvenik božice Fortune, 1.-3.st., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl.128. Tragovi marteline preko figure i pozadine, Mali hram Dioklecijanove palače, fotografija: Josipa Krolo

Sl.129. Tragovi marteline u pozadini slova, Stela, 2.-1.st.pr.Kr., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl. 130. Površina koja nije bila vidljiva obrađena je zubatkom, urna haruspeksa Q. nazija Julijana, 1.-3. st., Arheološki muzej Narona, fotografija: Vedran Kundić

Sl. 131. Tragovi grube zubatke kao priprema za tašel, Monumentalni torzo Apolona ili Dioniza, 1.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 132. Tragovi zubatke (gore) te grube i fine martelina i ravnog dlijeta (ispod), Sarkofag s prikazom Dobrog pastira , 310.-330. godina, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 133. Tragovi bušilice, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4.st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 134. Tragovi bušilice, Mali hram Dioklecijanove palače, fotografija: Josipa Krolo

Sl.135. Rupice rađene svrdlom, Detalj akantusovih listova na kapitelu prvog stupa, Peristil, fotografija: Vinka Marinković

Sl. 136. Tragovi rašpe, Palača Augubio, fotografija: Josipa Krolo

Sl.137. Fino brušena površina, Monumentalni torzo Apolona ili Dioniza, 1. st., Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 138. Polirana površina, Sarkofag s prikazom mita o Hipolitu i Fedri, 4.st, Arheološki muzej u Splitu, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 139. Kameni blok i model, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 140. Vježbanje klesanja slova i pletera, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 141. V urez, masa odbijena odbijačem, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 142. Obrub ravnim dlijetom, trag šiljastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 143. Skidanje kamene mase šiljastim dlijetom, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 144. Nastavak skidanja kamene mase šiljastim dlijetom, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 145. Tragovi šiljastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 146. Nastavak skidanja kamene mase šiljastim dlijetom, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 147. Gušći trag šiljastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 148. Postavljanje kamenog bloka u kosi položaj, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 149. Označavanje viškova mase, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 150. Tragovi zubatke, fotografija: Josipa Krolo

- Sl. 151. Označavanje olovkom smjerova tragova marteline, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 152. Tragovi marteline, ravnog dlijeta, zupčastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 153. Tragovi ravnog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 154. Tragovi ravnog dlijeta prelaze u tragove zupčastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 155. Zapilavanje prijelaza između prve i druge strane kamenog bloka, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 156. Zapilana kamena masa odlomljena odbijačem, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 157. Nastavak klesanja zupčastim dlijetom, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 158. Zapilavanje druge strane kamenog bloka, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 159. Maca, špica i tragovi špice, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 160. Zapilavanje treće strane kamenog bloka, fotografija: Josipa Krolo
- .
- Sl. 161. Tragovi ravnog dlijeta na obrubu, tragovi zupčastog dlijeta, tragovi šiljastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 162. Zupčasto dlijeto i tragovi zupčastog dlijeta, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 163. Martelina i tragovi marteline, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 164. Zapilana kamena masa odlomljena odbijačem, fotografija: Josipa Krolo
- Sl. 165. Završavanje udubljenog prijelaza, tragovi rašpe (lijevo), unakrsni tragovi ravnog dlijeta (dolje),
pravilni tragovi ravnog dlijeta (desno), fotografija: Josipa Krolo

Sl. 166. Tragovi rašpe, tragovi ravnog dlijeta-pravilni i unakrsni, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 167. Okretanje kamena, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 168. Obrada četvrte strane zupčastim dlijetom, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 169. Obrada gornje strane skulpture, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 170. Obrada gornje strane skulpture, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 171. Završena skulptura, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 172. Završena skulptura, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 173. Završena skulptura, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 174. Završena skulptura, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 175. Završena skulptura, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 176. Završena skulptura, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 177. Završena skulptura, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 178. Završena skulptura, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 179. Završena skulptura, fotografija: Josipa Krolo

Sl. 180. Završena skulptura, fotografija: Josipa Krolo

5.2. Popis literature

CONTI, Alessandro, *Il marmo... ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996.

DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003.

DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999.

GLUČINA, Toni; Hrvoje MANENICA, *Katalog stalnog postava*, Naron: Arheološki muzej Naron, 2016.

HARVEY, Michael, *Creative lettering today*, London: A & C Black, 1996.

KATIĆ, Miroslav, „Antički kamenolom u uvali Srebrena na otoku Visu“, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 3-4, vol. 20., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska Škola Pučišća, 2009., str. 28.-34.

MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015.

MARINOVIĆ, Frane, „Klesarski strojevi i alati“, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 1-2, god. 4., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska Škola Pučišća, 1993., str. 57.-62.

MARINOVIĆ, Frane, „Povijesne natuknice o tehnologiji branja, prerade i transporta kamena na Braču“, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 3-4, god. 7., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska škola Pučišća, 1996., str. 80.-84.,

MARINOVIĆ, Frane, „Lančana pila s dijamantnim remenom“, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 2, god. 1., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska Škola Pučišća, 1990., str. 21.-24.

MIHOLJEK Igor; Igor MIHAJLOVIĆ, „Antički brodolomi s teretom sarkofaga na području Dalmacije“, Portal, 2/2011., Višnja Bralić, Ana Azinović Bebek, Zagreb: Hrvatski restauratorski zavod, 2011., str. 215.-221.

PALAGIA, Olga, *Greek Sculpture: function, materials, and techniques in the Archaic and classical periods*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

PEACOCK, D P S, *The Archaeology of stone: A report for English Heritage*, English Heritage, 1998.

PURCHASE, William, *Practical masonry: A guide to the art of stone cutting*, fifth edition, enlarged, London: Crosby Lockwood and Son, 1904.

ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i tekture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

VLAHOVIĆ, Tonči; Zdravko MATIJAŠIĆ; Juraj ETEROVIĆ; Vesna MARTINIĆ; Juraj BAUK; Dario ORLANDINI; Duško KEČKEMET; Joško BELAMARIĆ; Frane MARINOVIĆ; Tomislav BUŽANČIĆ, *Klesarska škola Pučišća 1909.-2009.*, Pučišća: Klesarska škola, 2009.

Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking techniques and processes (version 1.0)”, *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*.

<http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/3-stoneworking-techniques-and-processes-w-wootton-b-russell-p-rockwell/>(accessed on <2.3.2017.>)

Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking

tools and toolmarks (version 1.0) “, The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World.

<http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

5.3. Bibliografija

BESSAC, Jean-Claude, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris: Editions du centre national de la recherche scientifique, 1986.

CONTI, Alessandro, *Il marmo... ieri e oggi*, Massa: Societa Editrice Apuana, 1996.

CRNKOVIĆ, Branko, “Hrvatski prirodni kamen na tržištu i u okviru europskih normi”, Rudarsko-geološko-naftni zbornik, vol. 11., Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1999., str. 61.-72.

DUNDA, Siniša; Trpimir KUJUNDŽIĆ; Mladen GLOBAN; Veran MATOŠIN, *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*, Zagreb: Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2003.

DŽAJA, Nikola, *Tradicionalna obrada kamena klasičnim alatima*, Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 1999.

GLUČINA, Toni; Hrvoje MANENICA, *Katalog stalnog postava*, Narona: Arheološki muzej Narona, 2016.

HARVEY, Michael, *Creative lettering today*, London: A & C Black, 1996.

KATIĆ, Miroslav, „Antički kamenolom u uvali Srebrena na otoku Visu“, Klesarstvo i graditeljstvo, br. 3-4, vol. 20., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska Škola Pučišća, 2009., str. 28.-34.

MARINKOVIĆ, Vinka; Miona MILIŠA, *Marmore lavdata Brattia*, Split: Muzej grada Splita, 2015.

MARINOVIĆ, Frane, „Klesarski strojevi i alati“, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 1-2, god. 4., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska Škola Pučišća, 1993., str. 57.-62.

MARINOVIĆ, Frane, „Povijesne natuknice o tehnologiji branja, prerade i transporta kamena na Braču“, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 3-4, god. 7., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska škola Pučišća, 1996., str. 80.-84.,

MARINOVIĆ, Frane, „Lančana pila s dijamantnim remenom“, *Klesarstvo i graditeljstvo*, br. 2, god. 1., Tomislav Bužančić, Pučišća: Klesarska Škola Pučišća, 1990., str. 21.-24.

MIHOLJEK Igor; Igor MIHAJLOVIĆ, „Antički brodolomi s teretom sarkofaga na području Dalmacije“, *Portal*, 2/2011., Višnja Bralić, Ana Azinović Bebek, Zagreb: Hrvatski restauratorski zavod, 2011., str. 215.-221.

PALAGIA, Olga, *Greek Sculpture: function, materials, and techniques in the Archaic and classical periods*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

PEACOCK, D P S, *The Archaeology of stone: A report for English Heritage*, English Heritage, 1998.

PURCHASE, William, *Practical masonry: A guide to the art of stone cutting*, fifth edition, enlarged, London: Crosby Lockwood and Son, 1904.

ROCKWELL, Peter, *The art of stoneworking: a reference guide*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

ŠESTANOVIĆ, Slobodan; Aleksandar TOŠEVSKI, *Stijene litosfere: Način postanka, strukture i teksture, vrste, mogućnosti temeljenja, primjena kamena*, Split: Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.

VLAHOVIĆ, Tonči; Zdravko MATIJAŠIĆ; Juraj ETEROVIĆ; Vesna MARTINIĆ; Juraj BAUK; Dario ORLANDINI; Duško KEČKEMET; Joško BELAMARIĆ; Frane MARINOVIĆ; Tomislav BUŽANČIĆ, *Klesarska škola Pučišća 1909.-2009.*, Pučišća: Klesarska škola, 2009.

Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking techniques and processes (version 1.0)”, *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*.

<http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/3-stoneworking-techniques-and-processes-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)

Wootton, W., Russell, B., and Rockwell, P. (2013). “Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0) “, *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World*.

<http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/> (accessed on <2.3.2017.>)