Eksploatacija kamene sirovine u prapovijesti i antici istarskoga poluotoka

Šprem, Katarina

Doctoral thesis / Disertacija

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

https://doi.org/10.17234/diss.2022.330381D

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:131:529882

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-12**

Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Humanities
and Social Sciences

Repository / Repozitorij:

ODRAZ - open repository of the University of Zagreb
Faculty of Humanities and Social Sciences

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zagrebu

Filozofski fakultet

Katarina Šprem

EKSPLOATACIJA KAMENE SIROVINE U PRAPOVIJESTI I ANTICI ISTARSKOGA POLUOTOKA

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2022.

Sveučilište u Zagrebu

Filozofski fakultet

Katarina Šprem

EKSPLOATACIJA KAMENE SIROVINE U PRAPOVIJESTI I ANTICI ISTARSKOGA POLUOTOKA

DOKTORSKI RAD

Mentori:

prof. dr. sc. Robert Matijašić

izv. prof. dr. sc. Rajna Šošić Klindžić

Zagreb, 2022.

University of Zagreb

Faculty of Humanities and Social Sciences

Katarina Šprem

EXPLOITATION OF STONE RAW MATERIAL IN PREHISTORY AND ANTIQUITY IN THE ISTRIAN PENINSULA

DOCTORAL DISSERTATION

Supervisors:

Robert Matijašić, Full Prof.

Rajna Šošić Klindžić, Assoc. Prof.

Zagreb, 2022.

Informacije o mentorima

PROF. DR. SC. ROBERT MATIJAŠIĆ

Prof. dr. sc. Robert Matijašić diplomirao je arheologiju (A) i engleski jezik i književnost (B) na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 1979.. Od veljače iste godine radio je u Arheološkom muzeju Istre u Puli, kao kustos u Odjelu za antičku arheologiju. Sudjelovao je na terenskim arheološkim istraživanjima u čitavoj Hrvatskoj (Sesvete kod Zagreba, Vinkovci, Zadar), a napose u Istri (Medulin, Červar, Rim kod Roča, Pula), a samostalno je vodio arheološka istraživanja antičke nekropole na Marsovom polju u Puli i javne antičke arhitekture na Forumu u Puli. U sklopu rada u Arheološkom muzeju Istre u Puli postavio i surađivao kod postave mnogobrojnih izložbi s arheološkom tematikom u zemlji i inozemstvu. Od 1991. do 1994. bio je ravnatelj Muzeja.

Magisterij je obranio 1985.: "Ageri antičkih kolonija Pola i Parentium i njihova naseljenost od I. do III. stoljeća". Doktorirao je 1994. disertacijom "Gospodarska povijest antičke Istre: arheološki izvori za poznavanje društveno gospodarskih odnosa u Istri u antici, I-III st." sve na Filozofskom fakultetu u Zagrebu.

Od 1996. radi na Filozofskom fakultetu Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli, na Odsjeku za povijest (stari vijek), od 2018. na Odsjeku za arheologiju. Predmet zanimanja su mu povijesni i arheološki izvori za gospodarsku povijest, epigrafija i arheologija krajolika. Bio je vanjski suradnik na filozofskim fakultetima u Rijeci i Zagrebu, te na Sveučilištu u Zadru. Bio je dekan Filozofskog fakulteta u Puli, te rektor Sveučiliša Jurja Dobrile u Puli.

Objavio je 9 knjiga, 16 poglavlja u knjigama, oko 200 znanstvenih, stručnih i preglednih tekstova u časopisima i zbornicima u zemlji i inozemstvu (najviše, osim u Hrvatskoj, još i u Sloveniji, Italiji i Francuskoj). Sudjelovao je na više od 100 znanstvenih i stručnih skupova u zemlji i inozemstvu, održao je više tematskih i prigodnih predavanja za širu javnost. U više je navrata bio na kraćim studijskim boravcima na sveučilištima u Italiji, Francuskoj i Engleskoj.

Bio je voditelj više znanstvenih projekata Ministarstva znanosti (1998-2013), voditelj pulske radne skupine u sklopu EU projekta „EAGLE: Europeana network of Ancient Greek and Latin Epigraphy" (CIP Competitiveness and Innovation Framework Programme 2007-2013; CIP-ICT-PSP-2012-6), suradnik i voditelj na projekima Hrvatske zaklade za znanost, posljednji "Arheološki krajolik u održivom razvoju kulturnog turizma Općine Vrsar" (2018-2021). U svibnju 2014. izabran je za člana suradnika HAZU.

IZV. PROF. DR. SC. RAJNA ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ

Rajna Šošić Klindžić rođena je 14. 02. 1978. godine u Zagrebu. Osnovnu školu i Klasičnu gimnaziju pohađala je u Zagrebu. Studij arheologije i povijesti završila je 2003. godine na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu gdje je potom upisala poslijediplomski studij arheologije. Od 2004. do 2014. bila je znanstveni novak na Odsjeku za arheologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Pod mentorstvom prof. dr. sc. Ivora Karavanića 29.04.2010. doktorirala je s temom „Proizvodnja cijepanih kamenih artefakata prvih poljodjelskih zajednica na prostoru istočne Hrvatske“. Od 01.07.2010. u zvanju je višeg asistenta. U znanstveno zvanje znanstvenog suradnika izabrana je 16. studenog 2011. godine. U znanstveno nastavno zvanje docenta izabrana je 22.01.2014. U znanstveno zvanje višeg znanstvenog suradnika izabrana je 2018. godine, a u znanstveno nastavno zvanje izvanrednog profesora 2019..

Znanstveno se usavršavala u inozemstvu u Mađarskoj (Stipendija Mađarske vlade 2006, Magyar Nemzeti Múzeum) i Sjedinjenim Američkim Državama (Stipendija vlade SAD – Junior Faculty Development Program 2007, UC Berkeley).

Kao voditelj ili zamjenik voditelja sudjelovala je na mnogobrojnim arheološkim iskopavanjima, a trenutno je voditelj istraživanja prapovijesnog lokaliteta Gorjani Kremenjača kod Đakova (projekt Ministarstva kulture Republike Hrvatske).

Od 2015.-2018. bila je godine koordinator je Povjerenstva za osiguravanje kvaliteta Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

U razdoblju od 2004. do 2019. godine objavila je autorsku knjigu, dvije su-autorske knjige, te jednu uredničku knjigu. Samostalno ili u koautorstvu objavila je 25 znanstvenih članaka u časopisima ili poglavlja u knjigama. Sudjelovala je na više domaćih i međunarodnih znanstvenih konferencija.

Od 2020. godine voditelj je istraživačkog projekta Hrvatske zaklade za znanost IP-2019-04-5344 Modeliranje mreže prapovijesnih naselja u Slavoniji. Od 2019. koordinator je za Hrvatsku na ERASMUS + strateškom partnerstvu HERISTEM.

Od 2016. (do 2020). sudionik je COST projekta - ARKWORK - Archaeological practices and knowledge work in the digital environment kao predstavnik Republike Hrvatske i član upravljačkog odbora.

Od 2012. do 2013. bila je voditelj ERASMUS projekta Digital technologies in cultural landscape research.

Od akademske godine 2005/06. sudjeluje u izvođenju nastave na studijima arheologije na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu (do 2010. na preddiplomskom studiju, a nakon 2010. i na diplomskom i poslijediplomskom studiju).

Matični broj u upisniku znanstvenika: 262773

Google scholar profil:https://scholar.google.hr/citations?user=RP4VsvYAAAAJ&hl=en&oi=ao

CROSBI:

https://bib.irb.hr/lista-radova?autor=262773

Zahvale

Htjela bih zahvaliti svojim mentorima – prof. dr. sc. Robertu Matijašiću i izv. prof. dr. sc. Rajni Šošić Klindžić na vodstvu prilikom izrade ovog rada, kao i na mnogim savjetima i motivacijskim razgovorima. Na susretljivosti tijekom izrade ovog rada, kao i na mnogim konzultacijama zahvaljujem profesorima prof. dr. sc. Blanki Cvetko Tešović, prof. dr. sc. Marijanu Kovačiću, prof. dr. sc. Vlasti Ćosović te prof. dr. sc. Damiru Buckoviću s Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Na mnogim zanimljivim razgovorima o kamenju, kao i na gostoprimstvu u Pisi tijekom mog Erasmus boravka zahvaljujem prof. Giovanniju Boschianu sa Sveučilišta u Pisi. Velike zahvale dugujem kolegi Paolu Pellegattiju na njegovoj srdačnoj susretljivosti, mnogim informacijama i odgovorima na velik broj mojih pitanja. Na svemu što me naučila i što mi je omogućila zahvaljujem doc. dr. sc. Katarini Gerometti. Na mnogim konstruktivnim razgovorima o arheologiji i GIS-u zahvaljujem dr. sc. Sari Popović. Na ugodnim razgovorima uz komad rožnjaka zahvaljujem dr. sc. Sonji Kačar i Marku Bandi, mag. archeol. Docentu dr. sc. Davoru Buliću zahvaljujem na ugodnim i informativnim razgovorima o razdoblju antike na području Istarskog poluotoka. Sari Reljici Kostić zahvaljujem što me naučila postaviti se na noge.
Najviše zahvaljujem Gospodinu Čovjeku Urošu Barudžiji, izvanrednom profesoru na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, na brojnim konzultacijama, pomoći i ohrabrivanju tijekom izrade mog doktorskog rada. Hvala vam.
Na dozvoli za uzimanje uzoraka s antičkih spomenika iz Zavičajnog muzeja Poreštine te na pomoći prilikom tog procesa srdačno zahvaljujem kolegi Gaetanu Benčiću.
Na pristupu materijalu s arheoloških nalazišta Kargadur i Vižula zahvaljujem mr. sc. Darku Komši, Maji Čuki i Dunji Martić Štefan. Na dozvoli za uzorkovanje antičkih spomenika iz Arheološkog muzeja Istre u Puli zahvaljujem mr. sc. Darku Komši, Geni Gobić-Bravar te Silvani Petešić. Na pomoći prilikom uzorkovanja spomenutih antičkih spomenika zahvaljujem pripravniku Branku Salopeku.
Na entuzijastičnom društvu prilikom mnogih terenskih pregleda diljem Istre zahvaljujem Ivanu Brljeviću, Niki Fonoviću, Antoniju Juričiću, Ivanu Mitroviću, Lani Blažinić, Tinu Rakijašu, Mateu Smokoviću, Robertu Perkatu, Dominiku Ugarkoviću, Marku Zdravkoviću-Kuncu, Borisu Žgaljardiću i zadnje, ali ne najmanje važno, Kristijanu Žgaljardiću. Kristijanu zahvaljujem i na velikom strpljenju posljednje četiri godine.
Kristini Martinec zahvaljujem na svakodnevnom ohrabrivanju. Mama, tata, Goran, Maja, Tin, Iva – hvala vam na svemu. Siki, sad sam i doktorirala kopanje.

Radno mjesto doktorandice financirano je od strane Hrvatske zaklade za znanost preko projekta „Razvoj karijera mladih istraživača“ (ESF-DOK-01-2018). Školarina za poslijediplomski studij arheologije financirana je iz projekta „*ArchaeoCulTour* - Arheološki krajolik u održivom razvoju kulturnog turizma Općine Vrsar“ (HRZZ-PAR-2017-02-1), financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost, Općine Vrsar, Turističke zajednice Općine Vrsar te Maistre d.d., na čemu srdačno zahvaljujem svom mentoru i voditelju projekta prof. dr. sc. Robertu Matijašiću. Doktorsko istraživanje dijelom je također financirano iz projekta *ArchaeoCulTour*, dok je dijelom financirano od strane same doktorandice.

Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work. -- Snoop Dogg

Sikiju

SAŽETAK

Ovaj rad bavi se eksploatacijom, odnosno iskorištavanjem kamene sirovine na području Istarskog poluotoka za vrijeme prapovijesti i antike. Iako se na Istarskom poluotoku pojavljuju različite mineralne sirovine, mi smo svoje istraživanje ograničili na silicijske i karbonatne sedimentne stijene.

Uvodni dio rada bavi se problematikom istraživanja različite kamene sirovine u mlađoj prapovijesti i antici na području hrvatskog dijela Istarskog poluotoka. Odredili smo geografski prostor istraživanja, kao i kronološke granice. Uvodni dio sadrži i opis metodologije istraživačkog rada. Istraživački rad velikim dijelom odnosio se na terenske preglede primarnih i sekundarnih ležišta rožnjaka, gradinskih naselja te antičkih kamenoloma. Uzeti su petrografski uzorci za rastuću bazu podataka.

Drugo poglavlje pod nazivom „Geološka građa površinskih naslaga Istarskog poluotoka“ sadrži opis geomorfoloških karakteristika te detaljan opis geološke građe Istarskog poluotoka, s naglaskom na karakteristične fosile i mikrofosile za pojedine formacije. Daje se kratki opis klasifikacije karbonatnih sedimentnih stijena po Dunhamu i Folku, a koja se koristila u analizi sakupljenih uzoraka vapnenaca i dolomita.

Treće poglavlje nazvano „Iskorištavanje silicijskih sedimentnih stijena“ sadrži klasifikaciju silicijskih sedimentnih stijena, raspravu oko terminologije te popis primarnih i sekundarnih ležišta rožnjaka na području Istre. Poglavlje također donosi kratke opise petrografskih uzoraka rožnjaka s određenih ležišta. Pri kraju poglavlja iznesen su rezultati analiza sirovine, točnije rožnjaka u širem smislu, s prapovijesnih nalazišta Istre, a koji su dostupni u objavljenoj literaturi.

U četvrtom poglavlju – „Iskorištavanje silicijskih sedimentnih stijena u prapovijesti Istre na primjeru neolitičkih nalazišta Kargadur i Vižula“ izneseni su rezultati cjelokupne litičke analize cijepanih litičkih izrađevina s neolitičkih nalazišta Kargadur i Vižula u južnoj Istri s posebnim osvrtom na analizu sirovina.

U petom poglavlju po redu pod imenom „Mineraloško-petrografska analiza uzoraka silicijskih sedimentnih stijena s neolitičkih nalazišta Kargadur“ iznose se rezultati mikropetrografske analize izrađevina od lokalnih rožnjaka.

Šesto poglavlje naslovljeno „Geokemijska analiza uzoraka silicijskih sedimentnih stijena“ donosi rezultate prve geokemijske analize na istarskom rožnjaku. Analizirane su dvije izrađevine s arheološkog nalazišta Kargadur te dva uzorka s pretpostavljenog ishodišnog

ležišta. Interpretirani su rezultati te izneseni komentari o budućim geokemijskim analizama istarskog rožnjaka.

Naziv sedmog poglavlja je „Iskorištavanje karbonatnih sedimentnih stijena u prapovijesti“. Ovo poglavlje sadrži pregled korištenja karbonatnih sedimentnih stijena u razdoblju prapovijesti te pregled prapovijesnih gradina na cjelokupnom području Istarskog poluotoka. Najopsežnije korištenje karbonatnih sedimentnih stijena tijekom prapovijesti bilo je u obliku materijala za izradu suhozidnih bedema gradina.

„Iskorištavanje karbonatnih sedimentnih stijena u antici“ naziv je osmog i najopsežnijeg poglavlja u radu. Ovdje se daje pregled antičkih kamenoloma s obzirom na njihovu administrativnu pripadnost određenom ageru – tršćanskom, parentinskom ili pulskom. Izneseni su rezultati terenskih pregled kamenoloma te njihovi opisi. U ovom poglavlju dan je kratki opis kamenarskih aktivnosti i alata korištenog tijekom rada na kamenu – od vađenja kamenih blokova do gotovog proizvoda. Također se daje pregled tragova koji određeni alat ostavlja na kamenu u određenim koracima rada.

Naziv devetog poglavlja je „Mineraloško-petrografska analiza uzoraka karbonatnih sedimentnih stijena“. Ovo poglavlje donosi pregled prapovijesnih i antičkih nalazišta s kojih su uzeti uzorci vapnenaca i dolomita te rezultate analize tih uzoraka. Uzorke iz arheoloških konteksta usporedili smo s uzorcima iz izdanaka i kamenoloma za koje pretpostavljamo da su njihovo izvorište.

Deseto poglavlje pod nazivom „Transport kamenih blokova u antici“ govori o mogućnostima vodenog i kopnenog transporta na području Desete regije. Poglavlje donosi popis i položaj uvala u kojima su sačuvane rimske lučke konstrukcije te uvala koje su pogodne za sidrenje, te kopneni prometni pravci i njihova pretpostavljena pružanja na području poluotoka. Ovo poglavlje također donosi analizu prostornog rasporeda kamenoloma u usporedbi s obližnjim lukama ili cestama.

U jedanaestom poglavlju nalazi se rasprava o iznesenim podacima i rezultatima doktorskog istraživanja te se sve stavlja u širi geografski kontekst.

U zaključnom poglavlju izneseni su zaključci na temelju podataka i razmatranja u prethodnim poglavljima.

ključne riječi: eksploatacija kamena, prapovijest, neolitik, Kargadur, Vižula, antika, silicijske sedimentne stijene, karbonatne sedimentne stijene, mineraloško-petrografska analiza, geokemijska analiza, transport kamena, Istra, Hrvatska

SUMMARY

This paper deals with the exploitation of stone raw material in the Croatian part of the Istrian peninsula during prehistory and antiquity. Although various mineral resources occur on the Istrian peninsula, we have limited our research to siliceous and carbonate sedimentary rocks.

The introductory part of the dissertation deals with the issue of research of various stone raw materials in younger prehistory and antiquity in the Croatian part of the Istrian peninsula. We determined the geographical space of the research, as well as the chronological boundaries. The introductory part also contains a description of the research methodology. The research work was mostly related to field surveys of primary and secondary deposits of chert or flint, hillfort settlements and roman quarries. Petrographic samples were taken for the growing database.

The second chapter entitled "Geological structure of surface deposits of the Istrian peninsula" contains a description of geomorphological characteristics and a detailed description of the geological structure of the Croatian part of the Istrian peninsula, with emphasis on the characteristic fossils and microfossils for individual formations. A brief description of the Dunham and Folk carbonate sedimentary rock classification is given, which was used in the analysis of the collected limestone and dolomite samples.

The third chapter, entitled "Exploitation of siliceous sedimentary rocks", contains a classification of siliceous sedimentary rocks, a discussion of terminology and a list of primary and secondary chert deposits in Istria. The chapter also provides brief descriptions of petrographic chert samples from the sampled deposits. At the end of the chapter, the lithic analysis of finds from prehistoric sites of Istria, which are available in the published literature, are presented, with an emphasis on the analysis of used raw material.

The fourth chapter - "The use of siliceous sedimentary rocks on Neolithic sites Kargadur and Vižula" presents the results of the overall lithic analysis of knapped lithic artifacts from the Neolithic sites Kargadur and Vižula in southern Istria.

The fifth chapter, entitled "Mineralogical-petrographic analysis of artifacts made from siliceous sedimentary rocks from the Neolithic sites of Kargadur" presents the results of micropetrographic analysis of artifacts from local chert.

The sixth chapter entitled "Geochemical analysis of siliceous sedimentary rock samples" brings the results of the first geochemical analysis on Istrian chert. Two artifacts from the Kargadur archaeological site and two samples from the presumed source sites were

analysed – one from Vižula and one from Marlera. The results are interpreted and comments on future geochemical analyses of the Istrian chert are presented.

The title of the seventh chapter is "Exploitation of carbonate sedimentary rocks in prehistory". This chapter contains an overview of the use of carbonate sedimentary rocks in the prehistoric period and an overview of prehistoric hillforts in the entire area of the Istrian peninsula. The most extensive use of carbonate sedimentary rocks during prehistory was in the form of materials for the construction of dry-stone ramparts.

"Exploitation of carbonate sedimentary rocks in antiquity" is the title of the eighth and most comprehensive chapter in the paper. We present an overview of ancient quarries with regard to their administrative affiliation to a particular ager - *Tergeste*, *Parentium* or *Pola*. The results of the field survey of the quarries and their descriptions are presented. This chapter gives a brief description of stonemasonry activities and tools used during stonework - from extracting stone blocks to the finished product. It also gives an overview of the traces that a particular tool leaves on the stone in certain steps of the work.

The title of the ninth chapter is "Mineralogical-petrographic analysis of carbonate sedimentary rock samples". This chapter provides an overview of prehistoric and ancient sites from which limestone and dolomite samples were taken, and the results of the analysis of these samples. We compared samples from archaeological contexts with samples from outcrops and quarries that we assume are their source.

The tenth chapter entitled "Transport of stone blocks in antiquity" talks about the possibilities of water and land transport in the *Regio Decima*. The chapter provides a list and position of bays in which Roman port structures have been preserved and bays suitable for anchoring, as well as Roman road routes and their presumed directions in the peninsula. This chapter also provides an analysis of the quarries' spatial distribution compared to nearby ports or roads.

The eleventh chapter discusses the presented data and the results of the doctoral research and puts everything in a broader geographical context.

The concluding chapter presents conclusions based on the data and considerations in the previous chapters.

keywords: stone exploitation, prehistory, Neolithic, Kargadur, Vižula, antiquity, siliceous sedimentary rocks, carbonate sedimentary rocks, mineralogical-petrographic analysis, geochemical analysis, transport of stone, Istria, Croatia

SADRŽAJ RADA

Informacije o mentorima i

Zahvale iii

Sažetak v

Summary vii

Sadržaj ..... ix-xiii

1. UVOD 1

1.1 Geografske i kronološke odrednice 2

1.2 Cilj istraživanja i osnovne hipoteze 3

1.3 Metodologija i struktura rada 4

2. GEOLOŠKA GRAĐA POVRŠINSKIH NASLAGA ISTARSKOG POLUOTOKA 14

2.1 Geomorfološke karakteristike Istarskog poluotoka 14

2.2 Definicija i klasifikacija karbonatnih sedimentnih stijena i osnovna terminologija 16

2.3 Površinske naslage srednje i gornje jure (dogera i malma) 19

2.4 Površinske naslage donje krede 24

2.5 Površinske naslage gornje krede 27

2.6 Površinske naslage paleogena 28

3. ISKORIŠTAVANJE SILICIJSKIH SEDIMENTNIH STIJENA 30

3.1 Definicija silicijskih sedimentnih stijena 30

3.2 Terminologija 32

3.3 Primarna ležišta rožnjaka na području Istre 33

3.3.1 Ćićarija 36

3.3.2 Učka 40

3.3.3 Luckići 42

3.3.4 Poljaki 42

3.3.5 Zlatni rt 44

3.3.6 Ušće Raše 45

3.3.7 Uvala Budava 45

3.3.8 Vižula 46

3.3.9 Rt Runke, Premantura 48

3.3.10 Uvala Polje, Premantura ……..… 50

3.4 Sekundarna ležišta rožnjaka na području Istre ……. 53

3.4.1 Uvala Kala ……..…… 53

3.4.2 Marlera ……..... 56

3.5 Pregled iskorištavanja silicijskih sedimentnih stijena na prapovijesnim nalazištima Istre …….. 60

3.6 Pribavljanje sirovinskog materijala u prapovijesti 68

4. ISKORIŠTAVANJE SILICIJSKIH SEDIMENTNIH STIJENA U NEOLITIKU ISTRE NA PRIMJERU NALAZIŠTA KARGADUR I VIŽULA ……..... 70

4.1 Analiza proizvodnog postupka 74

4.2 Tipološka analiza 79

4.3 Makroskopska analiza sirovina 81

4.4 Usporedba rezultata litičke analize materijala s Kargadura i Vižule 87

5. MINERALOŠKO-PETROGRAFSKA ANALIZA UZORAKA SILICIJSKIH SEDIMENTNIH STIJENA S NEOLITIČKOG NALAZIŠTA KARGADUR 90

6. GEOKEMIJSKA ANALIZA UZORAKA SILICIJSKIH SEDIMENTNIH STIJENA 98

6.1 Rezultati geokemijske analize iz laboratorija Bureau Veritas, Kanada 98

6.2 Rezultati geokemijske analize provedene na Odsjeku za metale i metaloide Odjela za zdravstvenu ispravnost hrane Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo..... 103

7. ISKORIŠTAVANJE KARBONATNIH SEDIMENTNIH STIJENA U PRAPOVIJESTI 105

8. ISKORIŠTAVANJE KARBONATNIH SEDIMENTNIH STIJENA U ANTICI 125

8.1 Antički kamenolomi na hrvatskom dijelu tršćanskog agera 130

8.1.1 Oprtalj - Sveti Stjepan 130

8.2 Antički kamenolomi na području porečkog agera 132

8.2.1 Tar-Vabriga -Tarska vala i Vabriga 132

8.2.2 Poreč – Sv. Nikola 135

8.2.3 Poreč – Naftaplin (gradska plaža) 136

8.2.4 Poreč – Sv. Anđeo 138

8.2.5 Vrsar – Sv. Juraj 140

8.2.6. Vrsar 140

8.2.7 Vrsar – Vankanela 142
8.2.8 Vrsar – Monte Ricco 145
8.2.9 Vrsar – Biškupovi vrhi (Monte del Vescovo) 147
8.2.10 Vrsar – Flengi Smokovac 151
8.2.11 Vrsar – Flengi Vršćić 153
8.2.12 Vrsar – Flengi 155
8.2.13 Vrsar – Prekijov vrh (Prekljov vrh) 160
8.2.14 Vrsar – Delići Kontija 162
8.2.15 Vrsar – Kloštar 165
8.3 Antički kamenolomi na području pulskog agera 168
8.3.1 Rovinj – Uvala Soline 168
8.3.2 Rovinj – Uvala Križ (Faborso) 169
8.3.3 Rovinj – Zlatni rt (Montauro) 169
8.3.4 Bale – Skačota 171
8.3.5 Rovinj – Monte delle Arni 173
8.3.6 Rovinj – Rt Sv. Damjan 174
8.3.7 Rakalj 176
8.3.8 Marčana – Pločevi Dvori 177
8.3.9 Brijuni 179
8.3.10 Pula - Šandalja (San Daniele, Sv. Danijel) 181
8.3.11 Medulin - Vinkuran (Cave Romane) 182
8.3.12 Medulin - Pješčana uvala 184
8.3.13 Medulin – Pećine 185
8.3.14 Medulin – Banjole 187
8.3.15 Medulin – Premanturski školjić 188
8.3.16 Medulin – Vižula 191
8.3.17 Medulin – Rt Mugli 192
8.3.18 Medulin – Otočić Šekovac 195
8.3. 19 Medulin – Uvala Portić (Porto Rosso) 197
8.4 Rad na kamenu – alat i tragovi 198

9. MINERALOŠKO-PETROGRAFSKA ANALIZA UZORAKA KARBONATNIH SEDIMENTNIH STIJENA 208

9.1 Milovići 209

9.2 Glavica 211

9.3 Mukaba 213

9.4 Antički nalazi s područja porečkog agera 217

9.4.1 Monte Ricco 217

9.4.2 Finida 224

9.4.3 Kamena greda s natpisom (ZMP-1) 226

9.4.4 Trabeacija hrama s ukrašenim frizom (ZPM-2) 227

9.4.5 Kameni nalazi s Biškupovih vrhi (BV-1 i BV-2) 230

9.4.6 Kamena greda s natpisom (ZMP-3) 231

9.4.7 Nadgrobni spomenik Kalvije Marcele (FV-3) 232

9.5 Antički nalazi s područja pulskog agera 234

9.5.1 Pješčana uvala 234

9.5.2 Ostoteka Oktavija Silona (FV-1) 235

9.5.3 Cipus (FV-2) 235

9.5.4 Nadgrobni spomenik Polencije Klimene (FV-4) 236

9.5.5 Nadgrobni spomenik Mecenata Rufa (FV-5) 237

9.5.6 Nadgrobni spomenik Vibije Arbuskule i Gaja Vibija Feliksa (FV-6) 237

9.5.7 Arhitrav s natpisom (FV-7) 238

9.5.8 Stela Anusije Tercije i Tita Sornacija (FV-8) 238

10. TRANSPORT KAMENIH BLOKOVA U ANTICI 244

10.1 Antičke luke i pristaništa 246

10.2 Kopnene prometne veze u antici 254

10.3 Prometna povezanost i transport kamena 256

11. RASPRAVA 259

12. ZAKLJUČAK 271

POPIS LITERATURE 274

PRILOZI 291

POPIS TAKSONA 301

ŽIVOTOPIS AUTORICE 304

1. UVOD

Najstariji tragovi ljudskog oblikovanja svijeta oko sebe sačuvani su u kamenu. Naš predak, *Homo (Australopithecus) habilis* olakšao je svoje svakodnevne aktivnosti oblikovanjem jednostavnog kamenog oblutka u oruđe (SEMAW I DR. 1997), trenutak koji je ujedno označio početak ljudske povijesti u okvirima arheologije. Stoga se može reći da ljudska priča počinje s kamenom. Ovaj doktorski rad bavi se temom ljudskog iskorištavanja dostupne kamene sirovine na području Istarskog poluotoka u sklopu sedentarnih zajednica za vrijeme prapovijesti i antike. Istra obiluje kamenom, najviše vapnencima i dolomitima, a mi smo osim toga proučavali i silicijske sedimentne stijene, odnosno rožnjake u širem smislu. Iako se na području Istre mogu pronaći i ostale mineralne sirovine korištene u ljudskoj povijesti na ovim prostorima, ograničili smo naše istraživanje na karbonatne i silicijske sedimentne stijene. Razlog tome leži u velikoj važnosti rožnjaka kao sirovine kroz ranija razdoblja prapovijesti s jedne strane, te rasprostranjenim korištenjem najčešće dostupne kamene sirovine u Istri – vapnencima, u mlađim razdobljima prapovijesti i antici. Na taj način mogli smo promatrati i istraživati pristup ljudskih zajednica različitim vrstama sirovine te promjene koje su nastupile u „metalnim“ razdobljima prapovijesti. Razlika u sirovinama ogleda se i u načinu njihova korištenja. Dok je rožnjak zbog svojih oštrih bridova i tvrdoće zahvalan materijal za izradu oruđa za širok raspon djelatnosti, poput lova, poljoprivrednih radova, kućanskih poslova i tako dalje, vapnenac nije pogodan za izradu oruđa, ali je lako dostupan i funkcionalan građevinski maerijal pa je tijekom kasnijih razdoblja prapovijesti korišten većinom u defenzivne te funerarne svrhe. U kasnijim razdobljima prapovijesti neka se naselja počinju ograđivati bedemima. U tu je svrhu upravo poslužio vapnenac dostupan na licu mjesta, čijim se uklanjanjem s vrhova brdašca na koje se određena zajednica želi naseliti istovremeno dobio toliko potreban materijal za obranu. U ofenzivne svrhe ili za obavljanje svakodnevnih aktivnosti više se nisu toliko koristila oružja izrađena od rožnjaka, već su na scenu stupila metalna oružja. Dakako, rožnjak se nije sasvim prestao koristiti, već je njegova upotreba bila donekle smanjena; koristi se na primjer za izradu vrhova strelica (ŠARIĆ 2005, 16-20; FORENBAHER 2018; 75-80). U razdoblju antike pak vapnenac se koristio i za monumentalna zdanja, poput Amfiteatra u Puli, ali i za gradnju temelja zidova kuća, funerarnih spomenika i tako dalje.

Kada govorimo o rožnjaku, moramo imati na umu da je to širok pojam te da različita ležišta sadrže rožnjak različite kvalitete. To su znale prepoznati i prapovijesne zajednice. Zajednice ranog neolitika karakteristične su po korištenju lokalno dostupne rožnjačke sirovine,

bez obzira na njenu kvalitetu, dok se tijekom srednjeg neolitika mijenja fokus i povećava se zastupljenost strane, kvalitetnije sirovine iz udaljenih ležišta. Taj se trend nastavlja i u kasnijim razdobljima. Slično vrijedi i za vapnenac. Naslage vapnenca mogu biti tankoploča ste ili debelo uslojene. S obzirom na to, kamenolomi su se otvarali tamo gdje se nalazila sirovina u obliku koji je bio potreban, uz preduvjet da se nalazi na mjestu pogodnom za što jednostavniji, a time i što jeftiniji transport izvađene sirovine. No, vapnenac se uvijek vadio što je bliže moguće položaju gdje je bio potreban. Za luksuzne dekoracije stambenih i inih zdanja koristio se kamen iz vrlo udaljenih ležišta, kao što je na primjer grčki mramor, vrsta stijene kakva nije zastupljena na području Istarskog poluotoka.

1.1 Geografske i kronološke odrednice

Ovisno o vrsti sedimentne stijene, naše područje proučavanja bilo je različito. Ležišta rožnjaka smo proučavali na cjelokupnom prostoru hrvatskog dijela Istarskog poluotoka, dok smo se za razdoblje antike ograničili na područje Desete regije (*Regio X Venetia et Histria*). Naime, Istarski je poluotok za vrijeme Augusta svrstan u Desetu regiju čija je istočna granica išla od zapadnih obranaka Učke dolinom rijeke Raše do njenog ušća (MATIJAŠIĆ 1998, 42). Ta je granica vrijedila i za vrijeme prapovijesti, kada je predstavljala prirodnu barijeru između naroda Histra i Liburna (BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ 2007, 32-33). Stoga je u sklopu našeg rada proučavanje iskorištavanja karbonatnih sedimentnih stijena tijekom mlađe prapovijesti i antike bilo ograničeno na granice današnje Republike Hrvatske na sjevernoj strani poluotoka te na granice antičke Desete regije na istočnoj strani (Raški zaljev). Pregled prapovijesnih gradina prikazan je na cjelokupnom području hrvatskog dijela Istarskog poluotoka.

Drugi dio našeg rada koji se odnosi na prapovijest obuhvaća analizu sirovina cijepanih kamenih izrađevina s neolitičkih nalazišta Kargadur i Vižula, kao i pregled korištenja karbonatnih sedimentnih stijena u mlađim razdobljima prapovijesti (brončano i željezno doba). Zbog trenutne situacije s pandemijom COVID-19, nismo mogli napraviti analizu sirovina cijepanih kamenih izrađevina s većeg broja prapovijesnih nalazišta u Istri, kao što je prvotno bilo planirano. No, i ovakvi rezultati, iako skromni, svakako pomažu popuniti slagalicu.

Razdoblje antike kronološki smo ograničili na kraj kasne antike, točnije 565. godinu i Justinijanovu smrt. Kasna antika predstavlja određeni prijelaz između antike i srednjega vijeka. Unatoč mnogim ratovima i invazijama u tom prijelaznom razdoblju, kontinuitet se prepoznaje u umjetnosti, kulturi, filozofiji, ali i graditeljstvu. No, ne postoji dogovor oko vremenskih

okvira kasne antike jer su različita područja Europe i Sredozemlja prolazila kroz različite događaje i procese. Hrvatske su zemlje uživale određeni kontinuitet državnih vlasti nakon pada Zapadnog Rimskog Carstva 476. godine i dolaska bizantske vlasti. Iako je Bizant i dalje držao nadzor nad obalom, nakon otprilike 600. godine etnička se situacija u zaleđu istočne jadranske obale počela mijenjati (MATIJAŠIĆ 2012, 12-13). Stoga smo kraj 6. stoljeća uzeli kao krajnju kronološku granicu.

1.2 Cilj istraživanja i osnovne hipoteze

Cilj našeg istraživanja jest utvrditi u kojoj mjeri su sedentarne prapovijesne i antičke zajednice utjecale na krajolik eksploatacijom kamena, koja je bila uloga kamena u njihovom gospodarstvu te koje su komunikacijske mreže postojale između ležišta sirovina i mjesta njihove upotrebe. U tu svrhu jedan je od ciljeva bio sakupiti i predstaviti podatke o primarnim i sekundarnim ležištima rožnjaka na području hrvatskog dijela Istarskoga poluotoka. Također, cilj nam je bio dokumentirati i analizirati tragove kamenarstva u prapovijesti i antici na području Istre, posebice na području općine Vrsar za koju postoje dodatni podaci (razne vizualizacije LiDAR podataka proizašle iz laserskog skeniranja iz zraka). Drugi cilj istraživanja je petrografskim i geokemijskim analizama utvrditi iskorištavanje i provenijenciju kamene sirovine s odabranih prapovijesnih i antičkih nalazišta, kao što su Kargadur, Vižula, Monte Ricco i slična.

Osnovne hipoteze su:

- postojala je određena razmjena između prapovijesnih zajednica u pogledu rožnjačke sirovine, pogotovo kod onih naselja koja su ležala na izvorima rožnjaka
- početkom iskorištavanja druge vrste sirovine – vapnenca – pojavile su se druge komunikacijske rute, a trebala je biti prisutna i velika vještina vađenja kamenih blokova
- brončanodobne zajednice poslužile su se izdancima matične vapnenačke stijene na mjestima gdje su odlučili osnovati ograđeno naselje kako bi izgradili bedeme; tada još nisu bili uspostavljeni sustavi iskorištavanja u obliku kamenoloma
- iskorištavanjem kamenoloma i vađenjem velikih kamenih blokova, antičke su zajednice imale veći utjecaj na krajolik od zajednica koje su im prethodile

1.3 Metodologija i struktura rada

Tijekom našeg istraživanja koristili smo razne metode. Početni dio našeg istraživanja odnosio se na pregled dostupne arheološke i geološke literature o primarnim i sekundarnim ležištima rožnjaka, o prapovijesnim gradinama te o poznatim antičkim kamenolomima. Velik dio našeg istraživanja odnosio se na terenske preglede koji su potom uslijedili, a kojim smo sakupili uzorke rožnjaka te vapnenaca. Interdisciplinarni dio našeg rada odnosio se na mineraloško-petrografsku analizu sakupljenih uzoraka rožnjaka i vapnenaca. Također smo kartirali luke i pristaništa, kao i moguća pružanja antičkih kopnenih pravaca u Istri za potrebe istraživanja distribucije kamena za vrijeme antike. Tijekom našeg istraživanja provedena je i litička analiza materijala s nalazišta Kargadur i Vižula, kao i geokemijska analiza odabranih uzoraka rožnjaka.

Podatke o poznatim ležištima rožnjaka na Istarskom poluotoku dobili smo iz radova S. Forenbahera (FORENBAHER 2006, FORENBAHER 2007-2008) te D. Komše (KOMŠO 2004, 2005, 2006a, 2006b). Velik posao obavio je i P. Pellegatti (PELLEGATTI 2009) čiji je rad većinom ostao neobjavljen, a koji nam je on srdačno ustupio na korištenje. Na tome smo mu jako zahvalni. Većina poznatih ležišta je obiđena kako bi se sakupili uzorci, a položaji su dokumentirani ručnim GPS-om. Iz uzoraka sakupljenih na ležištima izrađeno je po nekoliko petrografskih izbrusaka za našu referentnu zbirku. Ležišta koja nismo obišli navedena su i opisana u našem radu prema podacima u dostupnoj literaturi.

Pomoću podataka dostupnih u literaturi (BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ 1988-1989, 2007, 2008; BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ I ŽERIĆ 2013; CODACCI-TERLEVIĆ 2004; KOS 2005; BEGOVIĆ I SCHRUNK 2006; SADRIĆ 2013; MÜLLER I DR. 2016; POPOVIĆ 2018a, 2018b; GEROMETTA 2020) kartirane su prapovijesne (brončanodobne i željeznodobne) gradine i tumuli na području Istarskog poluotoka kako bi se vidio razmjer utjecaja navedenih zajednica na okoliš korištenjem lokalno dostupne vapnenačke sirovine. Za potvrdu ili opovrgavanje te hipoteze uzeti su uzorci s tri nalazišta datirana u srednje brončano doba koji se nalaze na području općine Vrsar, a koji su istraživani nedavno u sklopu projekta *ArchaeoCulTour*, što je olakšalo uzorkovanje. Na nalazištima Mukaba i Glavica u općini Vrsar uzeti su uzorci iz suhozidnog bedema te uzorci iz matične stijene na nalazištu za usporedbu. S nalazišta Milovići uzorkovana je kamena ploča koja je činila dio kamene škrinje u grobu pokojnika te također dostupna matična stijena za usporedbu.

Drugi dio naših terenskih pregleda odnosio se na antičke kamenolome. Iz dostupne arheološke literature (ŠONJE 1980, MATIJAŠIĆ 1998, BEGOVIĆ I SCHRUNK 2006 i drugi) sakupljeni su podaci o antičkim kamenolomima koji su reproducirani ovdje, a većina ih je i reambulirana (primjer Premanturskog školjića). Osim toga, koristeći vizualizacije LiDAR-a za općinu Vrsar, organizirani su ciljani terenski pregledi određenih lokacije koje su izgledale kao negativne značajke u krajobrazu koje bi mogle predstavljati kamenolome. Neki su kamenolomi otkriveni pregledavajući topografske i ostale karte dostupne na Geoportalu. Novootkrivenim i već poznatim kamenolomima koji su reambulirani skiciran je tlocrt te su zabilježeni tragovi alata, ako su bili prisutni. Položaji svih kamenoloma dokumentirani su ručnim GPS-om. Kamenolom Biškupovi vrhi je i arheološki istražen u jesen 2020. godine u sklopu projekta *ArchaeoCulTour*. Tijekom terenskih pregleda kamenoloma uzeti su i petrografski uzorci za našu referentnu zbirku, a uz opise i položaje kamenoloma, ovdje su navedeni i geološka formacija koja se može pronaći u određenom kamenolomu.

Za mineraloško-petrografsku analizu odabrano je ukupno 13 spomenika s područja porečkog i pulskog agera te ukupno 10 uzoraka raznih nalaza s antičkih lokaliteta na području oba agera. Na području porečkog agera odabrana su tri spomenika iz Zavičajnog muzeja Poreštine u Poreču, te jedan koji se čuva u Arheološkom muzeju Istre u Puli. Dva su uzorka uzeta s antičkog nalazišta Finida te šest uzoraka s antičkog nalazišta Monte Ricco. Uzorci su uzeti i s dva nalaza pronađena tijekom istraživanja antičkog kamenoloma Biškupovi vrhi. Zadnja tri navedena lokaliteta nalaze se na području općine Vrsar. S područja pulskog agera uzorkovano je sedam epigrafskih spomenika iz Arheološkog muzeja Istre u Puli pronađenih na širem području grada Pule te dva nalaza pronađena tijekom istraživanja antičkog kamenoloma u Pješčanoj uvali kod Pule. Spomenici su izabrani prvenstveno s obzirom na mogućnost uzimanja uzoraka; petrografska je analiza destruktivan proces stoga se na to trebala obratiti pozornost. Na kraju je odluka koji će se spomenici uzorkovati bila na ravnateljima i kustosima muzeja u kojima su pohranjeni. Za usporedbu s uzorcima iz arheološkog konteksta korišteni su uzorci uzeti tijekom terenskih istraživanja kamenoloma. Mineraloško-petrografska analiza odrađena je na petrografskom mikroskopu, djelomično u prostorima Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, uz pomoć izv. prof. dr. sc. Uroša Barudžije. Analizu smo radili i uz pomoć prof. dr. sc. Blanke Cvetko Tešović u prostorima Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zavodu. Također, dio analiza radili smo samostalno na mikroskopu doc. dr. sc. Katarine Geromette (Leitz LaborLux 11 POL) te na vlastitom mikroskopu (*Binocular*

Polarising Microscope tvrtke Radical, model RPL-3B). Manji dio analiza proveden je na binokularnom stereomikroskopu Leica S9i.

Važan aspekt iskorištavanja kamena je i mogućnost prijevoza izvađenih kamenih blokova. Slijedom toga, pomoću podataka iz literature kartirali smo luke i pristaništa na području Istarskog poluotoka na kojima su danas vidljivi ostaci antičkih lučkih instalacija, zajedno s uvalama koje nemaju ostatke lučkih instalacija, ali koje su pogodne za sidrenje (KONCANI UHAČ 2018). Kartirano je i pretpostavljeno pružanje antičkih cestovnih prometnica na Istarskome poluotoku (BOSIO 1990, MATIJAŠIĆ 1998), kako bi se proučile mogućnosti prijevoza kopnenim putem do obližnjih rustičnih vila ili gradova.

Kartiranja svih nalazišta, kao i ostale GIS analize radili smo u programu QGIS, verzija 3.0.0, na podlozi satelitskih i zračnih snimaka, topografskih karata i Hrvatske osnovne karte preuzetih na Geoportalu. Osim navedenih karata, za područje općine Vrsar koristili smo i vizualizacije dobivene laserskim snimanjem iz zraka koje je napravljeno u veljači 2017. godine (MATIJAŠIĆ I GEROMETTA 2018, 126).

U sklopu istraživanja provela se litička analiza cijepanih kamenih izrađevina s prapovijesnih nalazišta Kargadur i Vižula, s naglaskom na analizu sirovina. Litička analiza osim toga obuhvatila je i analizu proizvodnog postupka te tipološku analizu.

Analiza proizvodnog postupka ili tehnološka analiza disciplina je koja omogućuje rekonstrukciju metoda i tehnika izrade izrađevina. Proučavajući metode i tehnike izrade možemo sagledati društvene odnose jer one su djelomičan odraz globalnih socijalnih prilika nekog društva (BLASER I DR. 1999-2000, 366). Začetnik tehnološke analize je André Leroi-Gourhan koji je osmislio koncept lanca operacija. Lanac operacija obuhvaća sve faze izrade određene izrađevine – od sakupljanja sirovinskog materijala do odbacivanja istrošenog oruđa (INIZAN I DR. 1999, 14-16). Stoga lanac operacija predstavlja svojevrsnu kronološku ljestvicu proizvodnje izrađevina sastavljenu od različitih faza i kategorija (BLASER I DR. 1999-2000, 367). Za potrebe analize proizvodnog postupka korištena je terminologija iz rada Rajne Šošić Klindžić (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010) koja je prilagođena materijalu na kojem se koristi (tablica 1).

Nulta i prva kategorija označava fazu proizvodnje koja se sastoji od sabiranja sirovinskog materijala, a u nju spadaju **gomolji** i **obluci** neobrađene površine te **predjezgre**. Predjezgra je komad na kojem su vidljive fasete ostale nakon skidanja većih nepravilnih oblika u svrhu pripreme udarne plohe, ali do pravog odbijanja sječiva ili odbojaka nije došlo (ŠOŠIĆ

KLINDŽIĆ 2010, 69).

Kategorije 2 i 3 – **odbojci i sječiva s okorinom** – označavaju početni proces proizvodnje koji se sastoji od skidanja okorine i formiranje jezgara. **Sjekoliki odbojci** pod kategorijom 4 nastali su u pripremi jezgre za proizvodnju i često imaju puno okorine na sebi stoga ih također svrstavamo u početni proces proizvodnje (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 69-70).

Druga faza, koja predstavlja središnji dio procesa proizvodnje, obilježena je proizvodima bez okorine (odbojci i sječiva) te takozvanim *objective pieces* (ANDREFSKY 2005, 12), odnosno komadima sirovine (jezgrama) iz kojih su se proizvodili odbojci i sječiva.

Tablica 1. Popis korištenih kategorija prilikom analize proizvodnog postupka (prema ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010).

broj	tehnološki tip	faza proizvodnje
0	gomolj ili oblutak	0
1	predjezgra	0
2	odbojci s okorinom	1
3	sječiva s okorinom	1
4	sjekoliki odbojci	1
5	odbojci	2
6	sječiva	2
7	odbojci od obrade	3
8	jezgra	2
9	krestasta sječiva	2
10	dotjerujući odbojci jezgre	2
11	okružak	2
12	prebačeno sječivo	2
13	krhotina	razno
14	razno	razno

Također, u drugu fazu spadaju i **krestasta sječiva** koja su zapravo odbijeni duguljasti rub jezgre za sječiva s izraženim središnjim grebenom. Krestasto se sječivo prvo odbija od formirane jezgre, a zatim slijedi odbijanje standardnih sječiva (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 72, INIZAN I DR. 1999, 73). **Odbojci od popravka plohe (*core tablet* ili okružak[1])** su odbojci koji na dorzalnoj strani imaju negative prethodnih odbijanja i tragove pripreme udarne plohe, te iste tragove pripreme i na plohku (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 72-73). **Dotjerujući odbojci jezgre** odbojci su koji se moraju odbiti kako bi se nastavio proces odbijanja. Riječ je o doradi jezgre kojim se dobije pogodan kut za nastavak cijepanja (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 73). **Prebačeno sječivo** produkt je pogreške u cijepanju; prejakim udarcem odbije se odbojak čija distalna strana predstavlja i distalnu (donju) stranu jezgre. Iako se pretpostavlja da je riječ o

[1] http://struna.ihjj.hr/naziv/okruzak/30271/#naziv (pristupljeno 15.7.2021.)

pogrešci, važni su direktni pokazatelj proizvodnje na nalazištu, zajedno s odbojcima od popravka plohe. Ove izrađevine mogu biti i namjenski odbijene kako bi se odstranio vrh jezgre koji je postao previše šiljast (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 73).

Treću fazu u lancu operacija predstavljaju mali **odbojci od obrade** koji nastaju kvrcanjem po rubu rukotvorine prilikom oblikovanja poluproizvoda u oruđe (KARAVANIĆ 1993, 19).

Zadnje dvije kategorije su **krhotine** i **razno**. Krhotine su komadi neodređenog oblika kod kojih nije moguće identificirati smjerove loma i stoga se ne mogu pripisati niti jednom proizvodnom tipu (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 73). Pod razno stavljali smo na primjer odbojke od izrade glačanog oruđa i ostale primjerke kojih nema u velikom broju.

Za potrebe tipološke analize korišten je popis sastavljen na temelju rada Rajne Šošić Klindžić (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 74-76):

1) **komad s obradom.** Izrađevina koja na sebi ima dodatnu obradu, ali se ne može svrstati niti u jednu od jasno definiranih tipoloških kategorija.
2) **grebalo.** Grebala su uglavnom izrađena na odbojcima i sječivima. Obrada je najčešće strma, izravna na distalnom ili proksimalnom dijelu (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 75).
3) **strugalo.** Oruđe koje se izrađuje i na odbojcima i na sječivima. Obrađeni rub duži je nego kod grebala i nalazi se na lateralnoj strani. Obrada je strma ili uzdignuta te kontinuirana. Može biti izravna ili obratna. Namjena obrade kod strugala je zatupljivanje ruba za struganje (KARAVANIĆ 1993, 23; ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 75).
4) **dubilo.** Oruđe koje se uglavnom izrađuje na odbojcima i sječivima. Kod izrade prvo se s jednog od lateralnih rubova paralelnih s longitudinalnom osi oruđa ili s proksimalnog ili distalnog ruba odlama mala pločica (iver dubila). Zatim se taj novi rub dodatno obrađuje kvrcanjem sitnih odbojaka (KARAVANIĆ 1993, 23).
5) **perforator.** Oruđa na odbojcima ili sječivima koji imaju obrađeni šiljak na vrhu izrađen direktnom ili inverznom sitnom obradom (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 75).
6) **zarubak.** Sječivo ili odbojak sa strmom i neprekinutom obradom na distalnom ili proksimalnom dijelu. Vrh djeluje odsječeno (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 75).
7) **dvostruki zarubak.**
8) **geometrijski oblici.** Oruđa izrađena na slomljenim sječivima, odnosno njihovim medijalnim dijelovima. Slomljeni se rubovi dodatno obrađuju (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 75).

9) **udubak.** Komadi s konkavnim udubljenjem na rubu koje je jasno oblikovano dodatnom obradom (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 75).
10) **nazubak.** Oruđe čiji je rub obrađen nizom spojenih malih udubljenja (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 76).
11) **šiljak.** Oruđa čiji se obrađeni bočni rubovi spajaju tvoreći oštar kut (KARAVANIĆ 1993, 21).
12) **razno.** Oruđa koja se javljaju u manjem broju, a ne mogu se pripisati nijednoj od navedenih tipoloških kategorija.

Za potrebe analize sirovina litički materijal s Kargadura i Vižule pregledan je golim okom te pomoću povećala (uvećanje 10x). Na izrađevinama su uzimane u obzir sljedeće karakteristike: boja, uklopljene čestice i struktura, sjaj. Na temelju tih karakteristika, te na temelju prikupljenih uzoraka iz referentne zbirke, izrađevine su podijeljene u nekoliko kategorija sirovine. Osim toga, bilježene su i izrađevine koje pokazuju „mrežaste i jamičaste pukotine“ (FORENBAHER 2006, 226), a koje ukazuju na izloženost visokoj temperaturi. Takve izrađevine stavljene su u kategoriju „gorjelo“. Kategorija „neodredivo“ koristila se u situacijama kad je sirovina bila neodrediva; na primjer kad je patina prekrila cijelu površinu komada. Svako nalazište ima svoju listu sirovina koja je oformljena kako je tekla analiza materijala.

Kargadur

Sirovina 1 – sivkasti, ponekad žućkasti ranodijagenetski rožnjak, vrlo prepoznatljiv. Usporedbom s uzorcima iz naše referentne zbirke pretpostavljamo da potječe s Vižule.

Sirovina 2 – laminirani sivkasto-plavi ranodijagenetski rožnjak. Usporedbom s našom referentnom zbirkom pretpostavljamo da potječe s Marlere.

Sirovina 3 – crvenkasti visokokvalitetni rožnjak, nije lokalan. Pretpostavljamo da je scaglia rossa s područja sjeverne Italije na temelju usporedbe s fotografijama iz literature (BARBIERI I DR. 2013, PERESANI I DR. 2016, 45).

Sirovina 4 – bijeli visokokvalitetni rožnjak s bijelim inkluzijama, ponekad sjajne površine. Pretpostavljamo da potječe s područja Monti Lessini u sjevernoj Italiji na temelju usporedbe s fotografijama iz literature (PERESANI I DR. 2016, 42, 45).

Sirovina 5 – plavkasto-ružičasti visokokvalitetni rožnjak, većinom prekriven bijelom patinom. Kad patina nedostaje, vidljive su bijele okruglaste inkluzije. Tanji komadi prozirni na

rubovima. Pretpostavljamo da potječe s područja Monti Lessini u sjevernoj Italiji na temelju usporedbe s fotografijama iz literature (PERESANI I DR. 2016, 45).

Sirovina 6 – sivi krupnozrnasti rožnjak lošije kvalitete s bijelim inkluzijama, pretpostavljamo da je lokalnog porijekla, no zasad s nepoznatog ležišta. Mikropetrografska analiza upućuje na to da je porijeklom s ležišta na Marleri, no ne možemo biti sigurni.

Sirovina 7 – tamno plavi rožnjak s karakterističnim bijelim uklopcima. Usporedbom s uzorcima iz naše referentne zbirke pretpostavljamo da potječe s Marlere.

Sirovina 8 – bijeli krupnozrnasti rožnjak lošije kvalitete, izgledom podsjeća na vapnenac. Usporedbom s našom referentnom zbirkom pretpostavljamo da potječe s Vižule.

Sirovina 9 – karakteristični visokokvalitetni rožnjak medene boje s bijelim inkluzijama, podsjeća na balkanski rožnjak. Pretpostavljamo da potječe s područja Monti Lessini u sjevernoj Italiji na temelju usporedbe s fotografijama iz literature (PERESANI I DR. 2016, 42).

Sirovina 10 – tamno sivi ranodijagenetski rožnjak sa žutim karbonatnim inkluzijama, „vlaknaste“ teksture. Okorina žute boje kao i inkluzije. Usporedbom s uzorcima iz naše referentne zbirke pretpostavljamo da potječe s Marlere.

Sirovina 11 – rožnjak tamnoplave do zelene ili smeđe boje, grublje strukture, u strukturi vidljive ovalne inkluzije većih kristala kvarca. Zbog grublje strukture i osrednje kvalitete pretpostavljamo da je sirovina lokalna. Vrlo je slična sirovini 6, no ležište je nepoznato.

Kategorija „gorjelo“ – komad ima karakteristične tragove gorenja – „krateri“ i raspucala tekstura, ponekad promijenjena boja.

Kategorija „neodredivo“ – komad je premalen ili u većem dijelu prekriven patinom, sirovina je preloše kvalitete kako bi se mogla odrediti kategorija.

Vižula

Sirovina 1 – sivkasto-zeleni kvalitetni rožnjak. Usporedbom s uzorcima iz naše referentne zbirke pretpostavljamo da potječe s Vižule (Vižula A).

Sirovina 2 – sivi krupnozrnasti rožnjak lošije kvalitete. Usporedbom s uzorcima iz naše referentne zbirke pretpostavljamo da potječe s Vižule (Vižula B).

Sirovina 3 – rožnjak žućkaste boje površine. Usporedbom s uzorcima iz naše referentne zbirke pretpostavljamo da potječe s Vižule (Vižula C). Većinom je riječ o napuklim rožnjacima (krhotinama).

Sirovina 4 – tamno plavi rožnjak. Usporedbom s uzorcima iz naše referentne zbirke pretpostavljamo da potječe s Marlere (Marlera A).

Sirovina 5 – tamnoplavi rožnjak s bijelim uklopcima. Usporedbom s uzorcima iz naše referentne zbirke pretpostavljamo da potječe s Marlere; ekvivalentan sirovini 7 s Kargadura (Marlera B).

Sirovina 6 – rožnjak bijele boje, visoke kvalitete, ekvivalentan sirovini 4 s Kargadura. Pretpostavljamo da potječe s područja Monti Lessini u sjevernoj Italiji na temelju usporedbe s fotografijama iz literature (PERESANI I DR. 2016, 42, 45).

Sirovina 7 – plavkasto-rozi rožnjak visoke kvalitete s bijelom patinom, ekvivalentan sirovini 5 s Kargadura. Pretpostavljamo da potječe s područja Monti Lessini u sjevernoj Italiji na temelju usporedbe s fotografijama iz literature (PERESANI I DR. 2016, 45).

Sirovina 8 – vapnenac, vjerojatno s Vižule.

Kategorija „gorjelo“ – komad ima karakteristične tragove gorenja – „krateri“ i raspucala tekstura, ponekad promijenjena boja.

Kategorija „neodredivo“ – komad je premalen ili u većem dijelu prekriven patinom, sirovina je preloše kvalitete kako bi se mogla odrediti kategorija.

Osim makroskopske analize sirovine, provedena je i geokemijska analiza rožnjaka. Geokemijska analiza čest je alat arheologa u sklopu istraživanja provenijencije materijala korištenog u prapovijesnim ili povijesnim razdobljima, posebice rožnjaka. U inozemstvu to je često korištena metoda (vidi pregled geokemijskih analiza rožnjaka kod BRADLEY 2017, 121-127), dok se u Hrvatskoj provodi vrlo rijetko ili gotovo nikad. Iznimku predstavljaju geokemijske analize trijaskih i jurskih radiolarita s područja sjeverne Hrvatske koje su geolozi proveli s ciljem istraživanja okoliša taloženja navedenih stijena (HALAMIĆ I DR. 2001, 2005, PEH I HALAMIĆ 2010). Rožnjak je silicijska sedimentna stijena koja se većinski sastoji od silicijevog dioksida, SiO_2, često iznad 90% (LUEDTKE 1992, 37), a uz to se sastoji i od nečistoća koje su jedan od glavnih izvora vizualnih karakteristika rožnjaka. Nečistoće koje se obično pojavljuju u rožnjacima su minerali gline, karbonatni minerali, željezni oksidi i organska tvar. Većina tih nečistoća bila je prisutna u okolišu taloženja te su jednostavno uklopljene u sam rožnjak kako se on formirao. Oni mogu utjecati na mehaničke karakteristike rožnjaka te stoga i na način na koji određeni rožnjak reagira na vremenske uvjete i zagrijavanje. Nečistoće također predstavljaju način na koji možemo prepoznati određena ležišta rožnjaka koristeći geokemijske analize (LUEDTKE 1992, 35-36). U laboratorij Bureau Veritas u Vancouver, Kanada, slali smo dvije izrađevine iz arheološkog konteksta s nalazišta Kargadur te dva uzorka s ležišta rožnjaka, jedan s Vižule te jedan s Marlere. Tamo su uzorci izmjereni na spektrometriji masa s induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS) i na optičkoj emisijskoj

spektrometriji s induktivno spregnutu plazmu (ICP-ES). U laboratoriju Odsjeka za metale i metaloide Odjela za zdravstvenu ispravnost hrane Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo obavljena je geokemijska analiza 10 uzoraka rožnjaka s ležišta na Vižuli te 10 uzoraka rožnjaka s ležišta na Marleri. Uzorci su homogenizirani s krio mlinom (6775 Freezer/Mill®, SPEX®SamplePrep) koji usitnjava i homogenizira čvrsti uzorak tako da ga ohladi tekućim dušikom, a zatim usitni sa čeličnim tučkom koji se kreće pomoću elektromagnetskog polja. Mikrovalna ekstrakcija uzoraka provedena je u zatvorenom sustavu s mikrovalno potpomognutom razgradnjom (Multiwave GO, Anton Paar) u skladu s metodom EPA 3051a (Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils). Uzorci su izmjereni na spektrometriji masa s induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS, Agilent 7900).

Rad je strukturalno podijeljen na nekoliko poglavlja.

Uvodni dio bavi se problematikom istraživanja različite kamene sirovine od neolitika nadalje u prapovijesti te u razdoblju antike na području hrvatskog dijela Istarskog poluotoka. Određuje se i opisuje geografski prostor te kronološki okvir rada, kao i metodološki pristup.

Drugo poglavlje daje pregled geološke terminologije i klasifikacije karbonatnih sedimentnih stijena te detaljno opisuje geološku građu naslaga na Istarskome poluotoku, uključujući mikrofosile i fosile specifične za pojedine formacije.

Treće poglavlje donosi definiciju i klasifikaciju silicijskih sedimentnih stijena te pregled problematike s terminologijom. Donosi se i pregled primarnih i sekundarnih ležišta rožnjaka na području Istarskog poluotoka te pregled analize petrografskih izbrusaka uzoraka rožnjaka sakupljenih terenskim pregledima autorice. Ovo poglavlje donosi i pregled objavljenih radova na temu cijepanih kamenih izrađevina s prapovijesnih nalazišta u Istri, s posebnim osvrtom na analizu sirovina i interpretaciju rezultata.

Četvrto poglavlje donosi nove i dosad neobjavljene rezultate litičke analize cijepanih kamenih izrađevina s neolitičkih nalazišta Kargadur i Vižula, s posebnim osvrtom na analizu sirovina.

Peto poglavlje donosi mineraloško-petrografsku analizu lokalnih sirovina korištenih na neolitičkom nalazištu Kargadur.

U šestom poglavlju izneseni su prvi rezultati geokemijskih analiza na istarskom rožnjaku. Analizirana su četiri uzorka, od kojih dva iz arheološkog konteksta s nalazišta Kargadur, jedan s ležišta rožnjaka na Vižuli te jedan s ležišta rožnjaka na Marleri, te su interpretirani rezultati.

Sedmo poglavlje daje pregled korištenja karbonatnih sedimentnih stijena u razdoblju prapovijesti, s posebnim osvrtom na prapovijesne gradine.

Osmo poglavlje donosi pregled antičkih kamenoloma na području Desete regije. U ovom su dijelu izneseni rezultati terenskih pregled kamenoloma te njihovi opisi, dok su tlocrti kamenoloma radi preglednosti izneseni u zasebnom poglavlju pri kraju rada. Ovo poglavlje donosi i kratki pregled kamenarskih djelatnosti i kamenarskog alata korištenog od vađenja kamenih blokova iz stijene pa do gotovog proizvoda.

Deveto poglavlje donosi mineraloško-petrografsku analizu karbonatnih uzoraka s prapovijesnih i antičkih nalazišta te donosi pretpostavke o njihovom mogućem porijeklu.

Deseto poglavlje govori o mogućnosti transporta na području Desete regije. Navode se antičke luke i pristaništa pogodna za sidrenje, kao i kopneni prometni pravci i njihova pretpostavljena širenja na poluotoku. Analizira se prostorni raspored kamenoloma u usporedbi s položajem luka, cesta i antičkih nalazišta.

Jedanaesto poglavlje donosi raspravu o iznesenim podacima i rezultatima analiza i terenskih pregleda u kontekstu širem geografskog područja.

Zaključno poglavlje donosi zaključna razmatranja o rezultatima doktorskog istraživanja.

Pri kraju rada priložen je popis literature, izneseni su razni prilozi i popis taksona spomenutih u radu. Na samome kraju naveden je životopis autorice.

Sve su fotografije u ovom doktorskom radu autoričine, osim one za koje je izrijekom navedeno drugačije.

2. GEOLOŠKA GRADA POVRŠINSKIH NASLAGA ISTARSKOG POLUOTOKA

2.1 Geomorfološke karakteristike Istarskog poluotoka

Istarski poluotok ima površinu od 3476 km^2, a dijele ga tri države. Najmanji dio koji obuhvaća sjevernu stranu Miljskoga poluotoka pripada Republici Italiji. Slovensko primorje s Koparskim zaljevom i dijelom Piranskoga zaljeva do ušća rijeke Dragonje dio je Republike Slovenije, dok najveći dio pripada Republici Hrvatskoj. Veći dio pripada Istarskoj županiji, dok oko 310 km^2 administrativno-teritorijalno pripada Primorsko-goranskoj županiji. Upravno sjedište Istarske županije predstavlja grad Pazin (MIKO I DR. 2013, 3).

Reljefnu struktura Istre karakterizirana je prostranim ravnjakom, dolinama i obalama različitog pružanja te brdski prostor Ćićarije s unutrašnjim padinama Učke (RIĐANOVIĆ I DR. 1975, 175.) Istarski ravnjak između Buja, Pazina i Medulina prema zapadu zaprema najveći dio karbonatnog sastava stijena te se u širem smislu podudara sa zapadnoistarskom antiklinalom (RIĐANOVIĆ I DR. 1975, 15). Antiklinala je izbočeni dio bore – strukturne jedinice nastale savijanjem slojeva pod utjecajem sila kompresije (BENAC 2016, 33; HERAK 1990, 30 – 31). Tjeme antiklinale tvore najmlađe stijene, a jezgru, odnosno središnji dio, najstarije stijene (BENAC 2016, 33). Vapnenačke stijene s obzirom na čistoću osnovne mase vrlo su otporne na procese mehaničkog trošenja, no korozijski se jako otapaju pa tako stvaraju duboke oblike s naglašenom vertikalnom komponentom; na primjer jame i ponori. Na njihovoj površini mogu se vidjeti nakupine zemlje crvenice na temelju kojih se ovaj dio Istre naziva i „crvena Istra“ (RIĐANOVIĆ I DR. 1975, 15).

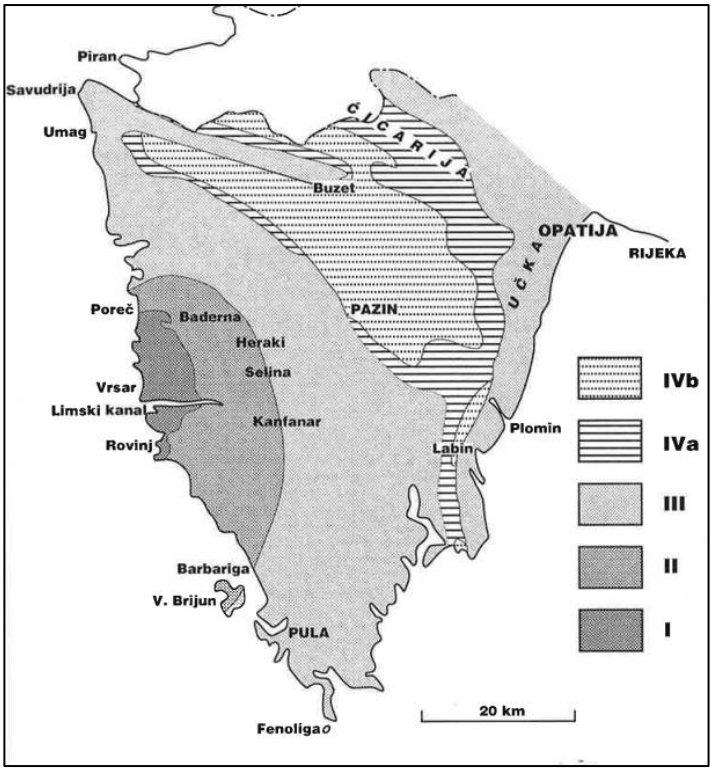
„Sivu Istru“ predstavlja kraj u flišu gdje prevladavaju naslage gline. Bitan element ovog reljefa predstavljaju kompozitne doline Mirne i Raše. Obje rijeke imaju razgranatu mrežu pritoka u flišnim naslagama, a kroz karbonatne su stijene uz pomoć transportiranog materijala usjekle duboke, strme i uske kanjonske doline (MIKO I DR. 2013, 5). Rijeka Raša najdulja je rijeka Istarske županije. Ona iz gornjeg flišnog porječja nanosi trošne naplavine kojima zatrpava zaljev nastao postpleistocenskim potapanjem. Svojim nanosima zatvorila je dolinu Krapanskog potoka te tako stvorila lagunu pretvorenu u obradivo područje (RIĐANOVIĆ I DR. 1975, 15). Rijeka Mirna također je iz flišnih naslaga gornjeg porječja nanosila trošan materijal kojim je gotovo u cijelosti zatrpala potopljeni donji dio doline i pretvorila ga u močvarnu nizinu (RIĐANOVIĆ I DR. 1975, 15). S druge strane, gornji tok Limske drage izgubio se u Pazinskom ponoru, a mlade naplavine nisu ispunile donju potopljenu dragu koja je dublja od priobalnog morskog pojasa (RIĐANOVIĆ I DR. 1975, 15). Najviši dio Istre nalazi se u tzv. „bijeloj Istri“, graničnom prostoru prema Kvarneru. Visinom se ističu Učka, i Planik,

najviši vrh Ćićarije. Velik kontrast gusto razvijenoj hidrografskoj mreži na flišu „sive Istre“ predstavljaju stepenaste i dobro zaravnjene površine na vapnencima Ćićarije i strme padine Učke prema izvorištu Raše. U toj „bijeloj Istri“ najviše se ističu različiti pravci pružanja slojeva što je uvjetovano vrlo jakim tektonskim gibanjima terena (MIKO I DR. 2013, 5).

I obale predstavljaju jedan od pokazatelja stupnja reljefne raščlanjenosti Istre. Dužina obale kopnenog dijela Istre iznosi 445 kilometara, a otočni 95 kilometara. Zapadna je obala Istre razvedenija od istočne. Iako je Jadranska regija Hrvatske jedna od najrazvedenijih obala svijeta, Istra ipak predstavlja osrednje razveden prostor (MIKO I DR. 2013, 6). U skupinu manjih reljefnih oblika spadaju ponikve koje su karakteristične uglavnom za krajeve karbonatnog sastava kakvi se nalaze na valovitom jugozapadnom ravnjaku ili na višim vapnenačkim zaravnima Ćićarije. Tu također spadaju i potopljeni krški reljefi južne i zapadne obale Istre; na taj su način nastali karakteristični oblici između Medulina i Premanture, prostrana prirodna luka Pule, otoci kao što su Brijuni te brojne manje otočne skupine uz zapadnu obalu (MIKO I DR. 2013, 6).

Geološki gledano, Istarski poluotok pripada sjeverozapadnom dijelu takozvane *Jadranske karbonatne platforme* (karta 2). Pod pojmom *karbonatna platforma* podrazumijeva se prostrano ravno područje na kojem su dugotrajno održavani uvjeti i okoliši taloženja plitkomorskih karbonatnih sedimenata, što je rezultiralo nastankom velikih debljina takvih stijena (VLAHOVIĆ I DR. 2005). Na Jadranskoj su se karbonatnoj platformi taložili sedimenti od srednjeg trijasa do paleogena s prosječnom debljinom karbonatnih stijena većom od 5000 metara (TIŠLJAR 2001, 177). Na temelju geoloških istraživanja otkrivene naslage na Istarskom poluotoku mogu se podijeliti u četiri sedimentacijske cjeline ili megasekvencije, međusobno odvojene značajnim emerzijama, odnosno izronjavanjima različitog trajanja. Izdvojene megasekvencije u sljedećim su stratigrafskim rasponima: I) bat – donji kimeridž, II) gornji titon – gornji apt, III) gornji alb – donji kampan i IV) paleocen – eocen (karta 1; VELIĆ I DR. 1995a, 6-7).

U novije vrijeme izvršena je litostratigrafska podjela površinskih naslaga na području Istarskog poluotoka, s korisnim osvrtom na litofacijesna obilježja pojedinih stijena (MIKO I DR. 2013, 19). Ovu smo podjelu najviše koristili tijekom izrade rada.

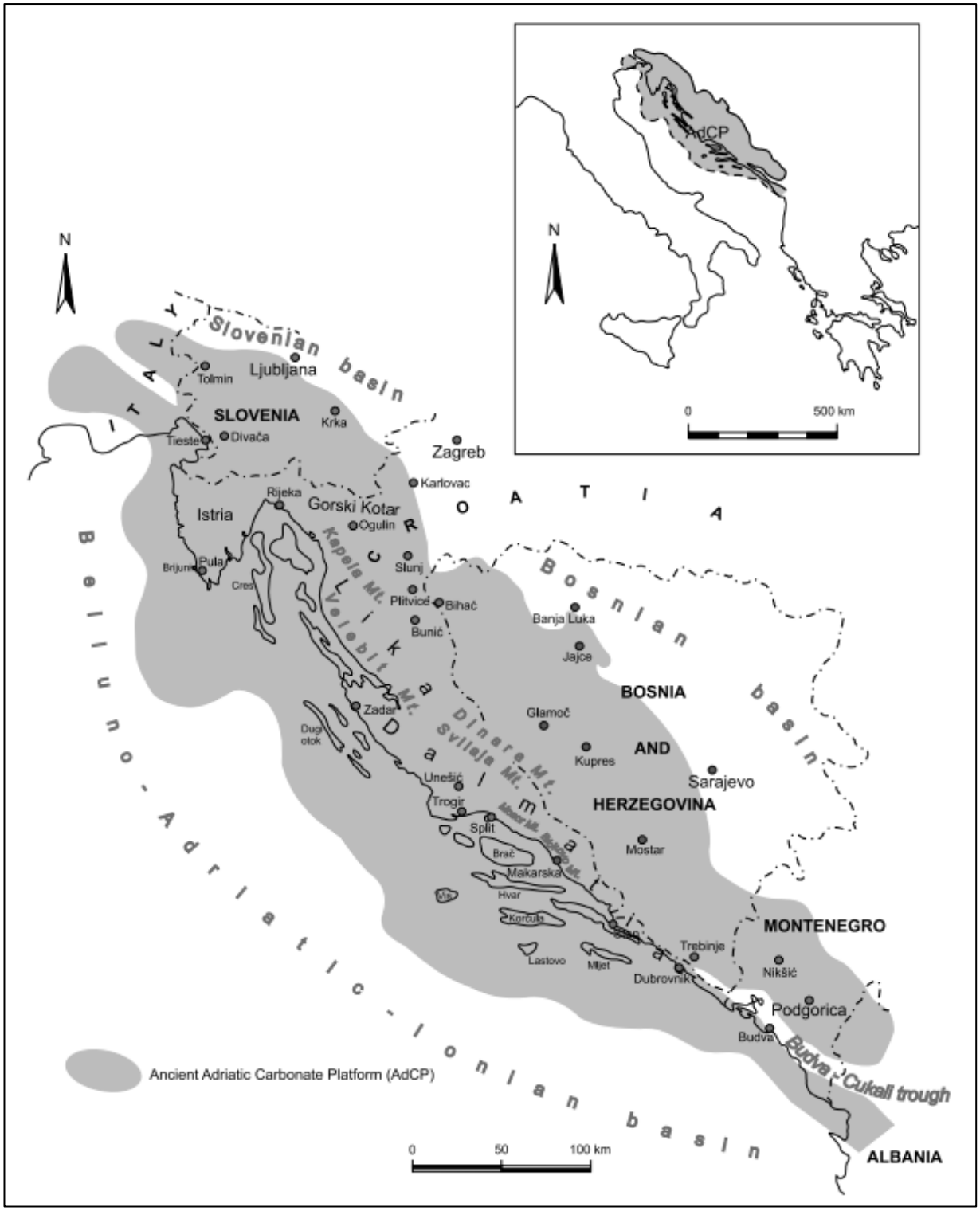


Karta 1. Pojednostavljeni prikaz površinske rasprostranjenosti izdvojenih megasekvencija u Istri, bez označenih tektonskih elemenata (preuzeto iz VELIĆ I DR. 1995a, 7).

2.2 Definicija i klasifikacija karbonatnih sedimentnih stijena i osnovna terminologija

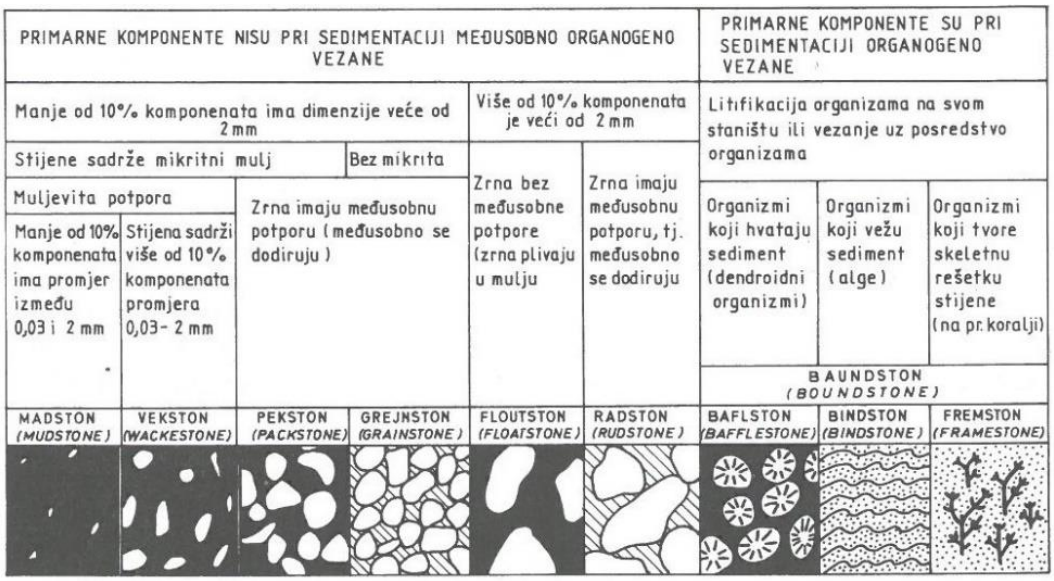
U karbonatne sedimentne stijene spadaju stijene koje sadrže više od 50% karbonatnih minerala; to su vapnenci, dolomitični vapnenci i dolomiti. Vapnenci se sastoje od minerala kalcita, magnezijskog kalcita, ponekad i od aragonita, dok se dolomiti sastoje od minerala dolomita. Karbonatni sedimenti mogu sadržavati i udio siliciklastičnog materijala dimenzija silta, pijeska, gline te autigene minerale poput kvarca, opala, kalcedona i slično (TIŠLJAR 1994, 179).

S obzirom na različite uvjete taloženja vapnenačkih naslaga, on se može klasificirati na razne načine. U svijetu najširu primjenu ima Dunhamova klasifikacija (1962), terenska makroskopska klasifikacija strukturnih tipova vapnenca koju su modificirali Embry i Klovan (tablica 2) (EMBRY I KLOVAN 1971). Navedene klasifikacije zasnivaju se na međusobnim odnosima primarnih strukturnih sastojaka (zrna), karbonatnog mulja i kalcitnog cementa (TIŠLJAR 1994, 225).



Karta 2. Prikaz smještaja naslaga Jadranske karbonatne platforme (preuzeto iz VELIĆ 2007, 4).

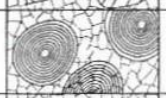
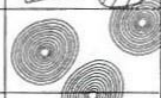
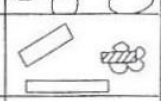
Tablica 2. Klasifikacija struktura vapnenaca prema Dunhamu (1962), modificirali Embry i Klovan (1971) (preuzeto iz TIŠLJAR 1994, 226).



Dunham razlikuje šest osnovnih tipova vapnenaca: madston, vekston i pekston koji sadrže karbonatni mulj, te grejnston i baundston bez karbonatnog mulja (TIŠLJAR 1994, 225-226). Šesti tip stijene je tzv. „kristalinični vapnenac“ kojemu su procesima rekristalizacije primarni strukturni sastojci i karbonatni mulj toliko izmijenjeni da su pretvoreni u kristaliničnu masu (TIŠLJAR 1994, 225). Njegovu klasifikaciju nadopunili su Embry i Klovan 1972. godine uvođenjem dvaju novih tipova vapnenca krupnijih veličina zrna – floutston i radston. Oni sadrže više od 10% zrna promjera većeg od 2 milimetra, a autori ih zovu i „karbonatni konglomerati“. Kod vapnenaca tipa baundston istaloženih procesima organskog vezivanja razlikuju baflston, bajndston i frejmston (TUCKER 2008, 129).

Drugu vrstu klasifikacije izveo je Folk, a temelji se uglavnom na sastavu. Folk razlikuje tri vrste sastojaka – zrna, matriks i cement. Skraćenice koje se odnose na čestice, kao što su bio (skeletna zrna), oo (ooidi), pel (peloidi) i intra (intraklasti), koriste se kao prefiks za mikrit ili sparit, ovisno o tome koji od njih prevladava (tablica 3; TUCKER 2008, 128-129). Folk koristi i nazive biolitit za vapnenac nastao *in situ*, kao na primjer stromatolit ili grebenska stijena, te dismikrit za mikrit sa šupljinama, kao što su vapnenci s fenestrama, odnosno teksturama „ptičjeg oka“ (TUCKER 2008, 129). Za detaljnije opise klasifikacije karbonatnih sedimentnih stijena vidi TIŠLJAR 1994, TIŠLJAR 2001, TUCKER 2008.

Tablica 3. Klasifikacija R. L. Folka temeljena na sastavu (preuzeto iz TUCKER 2008, 129).

Glavna zrna u vapnencu	Tipovi vapnenaca			
	Cementacija sparitom		S mikritnim matriksom	
Skeletna zrna (bioklasti)	Biosparit (*Biosparite*)		Biomikrit (*Biomicrite*)	
Ooidi	Oosparit (*Oosparite*)		Oomikrit (*Oomicrite*)	
Peloidi	Pelsparit (*Pelsparite*)		Pelmikrit (*Pelmicrite*)	
Intraklasti	Intrasparit (*Intrasparite*)		Intramikrit (*Intramicrite*)	
Vapnenac nastao *in situ*	Biolitit (*Biolithite*)		Fenestralni vapnenac-dismikrit	

Karbonatne sedimentne stijene – vapnenci i dolomiti – na površini Istre taložene su od mlađe srednje jure, kroz kredu pa sve do paleogena. Kao što je spomenuto, te su naslage podijeljene u neformalne litostratigrafske jedinice zvane formacije (MIKO I DR. 2013). Formacije su skupine stijena koje su vertikalno i horizontalno više ili manje ujednačena sastava što ukazuje na jednolične uvjete nastanka (HERAK 1990, 125). Formacija se može sastojati od članova i slojeva kao nižih litostratigrafskih jedinica (HERAK 1990, 126). U nastavku su kronološkim redoslijedom taloženja navedene i opisane litostratigrafske formacije na području Istre, s osvrtom na litofacijesna obilježja te mikrofosilne zajednice.

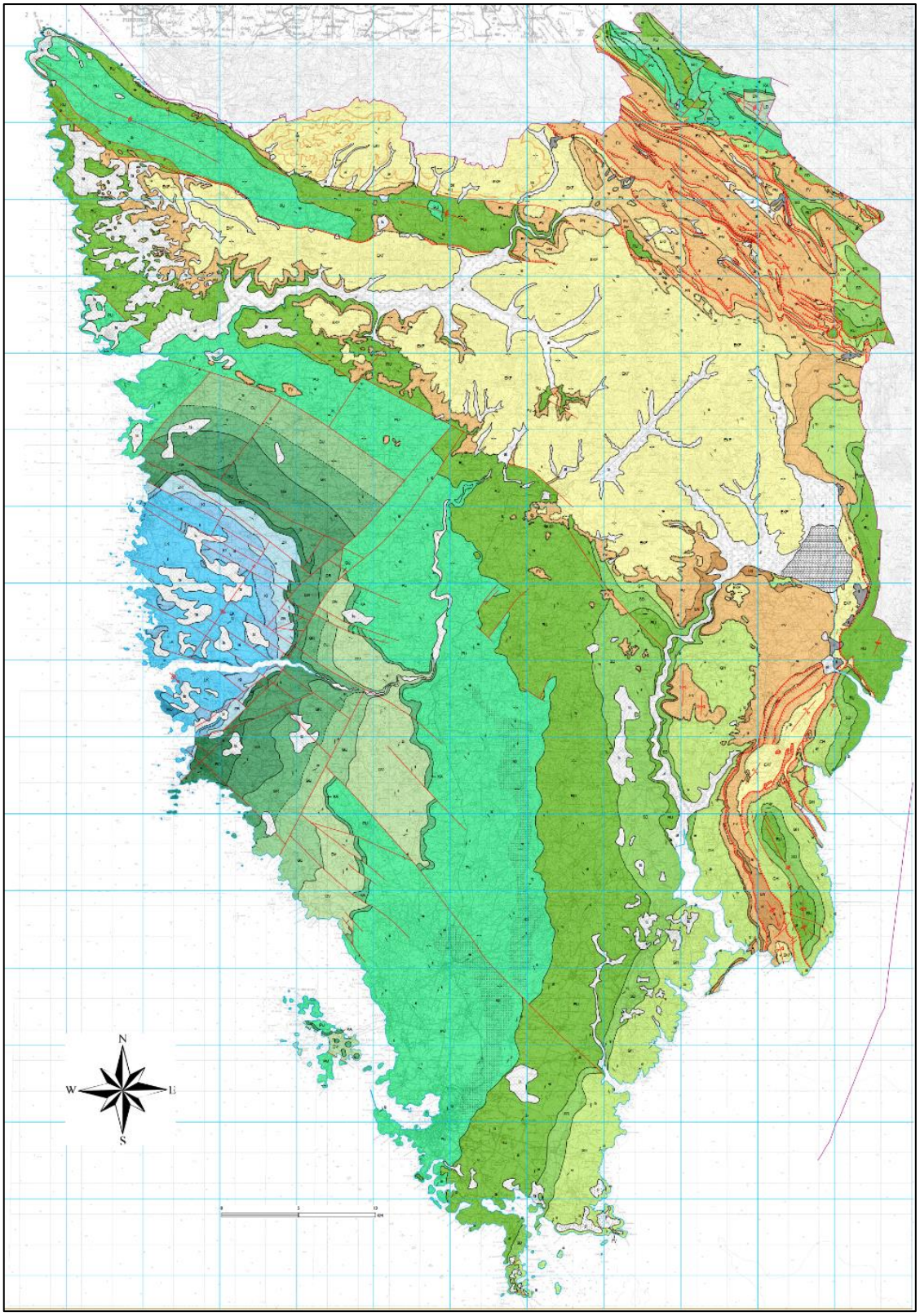
2.3 Površinske naslage srednje i gornje jure (dogera i malma)

Formacije jurske starosti nalaze se sjeverno i južno od Limskog zaljeva i podijeljene su u tri neformalne litostratigrafske jedinice: formacije Monsena, Limski kanal i Poreč (karta 3, slika 1) (MIKO I DR. 2013, 20). Taložene su od batskog kata (prije 168 milijuna godina) do gornjeg titona (prije 152 milijuna godina) s jednom fazom emerzije, odnosno izronjavanja (VELIĆ I DR. 1995a, 8; BUCKOVIĆ 2006, 24).

Naslage jedinice Monsena najstarije su u Istri – datiraju u katove bat i kalovij jurskog perioda (MIKO I DR. 2013, 20). Ova formacija sastoji se od srednje do debelo slojevitih (oko 30 do 80 centimetara), svijetlosmeđih madstona i fosilifernih vekston koji su ponegdje tanko slojeviti do pločasti (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 28 – doger i malm zapadne istre; VELIĆ I DR. 1995a, 8). Vapnenci ove formacije odlikuju se visokim udjelom gustog karbonatnog mulja u kojem se nalaze ljušturice ostrakoda te mikritizirane kućice bentičkih foraminifera, dok se u ponekim slojevima mogu pronaći i sitni peleti te fragmenti skeleta bodljikaša. U središnjem

dijelu ove jedinice zapažena je ritmička sedimentacija: madston – veksto n – onkoidni floatston. U sklopu ovog mikrobiofacijesa dominiraju bentičke foraminifere te kršje alga, sitnih školjkaša, bodljikaša i ljušturice ostrakoda. Među značajnijim foraminiferama mogu se pronaći *Paleopfenderina salernitana* (Sartoni & Crescenti), *Pfenderina trochoidea* Smout & Sugden, *Pfenderella arabica* Redmond, *Satorina apuliensis* Foucade & Chorowicz, *Satorina mesojurassica* (Maync), *Praekurnubia crusei* Redmond te *Valvulina lugeoni* Septfontaine. Mogu se pronaći i presjeci krinoida *Saccocoma* sp. te mikroproblematike *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri). U završnim slojevima jedinice Monsena utvrđeni su i foraminifera *Kurnubia palestiniensis* Henson i hidrozoa *Cladocoropsis mirabilis* Felix. Ova mikrofosilna zajednica stavlja jedinicu Monsena u kronostratigrafski kat gornji bat i kalovij, dok vršni dio jedinice sugerira postupni prijelaz u donji oksford (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 28-29; MIKO I DR. 2013, 20). Ovi vapnenci taloženi su u plitkom potplimskom (subtajdalnom) okolišu lagune ili zaštićenog plićaka s niskom energijom vode te akumulacijom karbonatnog mulja u koji je povremeno bilo naplavljivano sitno kršje bodljikaša, školjkaša i hidrozoja. Ovdje su živjeli i oblici prilagođeni na život u takvom okolišu, kao što su bentičke foraminifere, ostrakodi i cijanoficeje, odnosno modrozelene alge, te zelene alge (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 29).

Na vapnence formacije Monsena kontinuirano slijede peletni vapnenci člana Lim litostratigrafske jedinice Limski kanal (MIKO I DR. 2013, 20). Riječ je o sitnozrnastim peloidnim pekstonima te rjeđe grejnstonima sa sferoidnim peloidima, fragmentima stromatoporoida, algalnim onkoidima, bentičkim foraminiferama i fragmentima bodljikaša u mikritnom matriksu (TIŠLJAR I VELIĆ 1987, 287). Deblje su uslojeni (od 30 do 80 centimetara) do masivni te svijetle do žućkaste boje. Visokog su poroziteta te jednoličnog strukturnog tipa (MIKO I DR. 2013, 20). Ovi vapnenci taloženi su u plitkom okolišu zaljeva ili otvorenih laguna čemu svjedoči velika količina peleta kao i slaba uslojenost masivnih naslaga. Osim peleta, ove su naslage bogate i fosilnim sadržajem. Uz najčešći oblik hidrozoja *Cladocoropsis mirabilis*, određene su i bentičke foraminifere (*Kurnubia palasteniensis, Praekurnubia crusei, Pfenderina salernitana, Pfenderella arabica, Valvulina lugeoni, Chablaisia chablaisensis* (Septfontaine), *Nautiloculina oolithica* Mohler, *Protopeneroplis striata* Weynschenk, *Trocholina alpina* (Leupold), *Trocholina elongata* (Leupold), *Pseudocyclammina lituus* (Yokoyama) i dr.), provodne vrste alga (*Salpingoporella selli* (Crescenti) *i Ghiroporella minima* Nikler i Sokač), sitni gastropodi, pa i kolonijski koralji u prirodnom položaju rasta (TIŠLJAR I VELIĆ 1987, 287; VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 30-31; MIKO I DR. 2013, 21).



Karta 3. Litostratigrafska karta Istarske županije. Plave nijanse - jurska starost, zelene nijanse - kredna starost, žute i narančaste nijanse - paleogenska starost, providno - kvartar (preuzeto iz MIKO I DR. 2013).

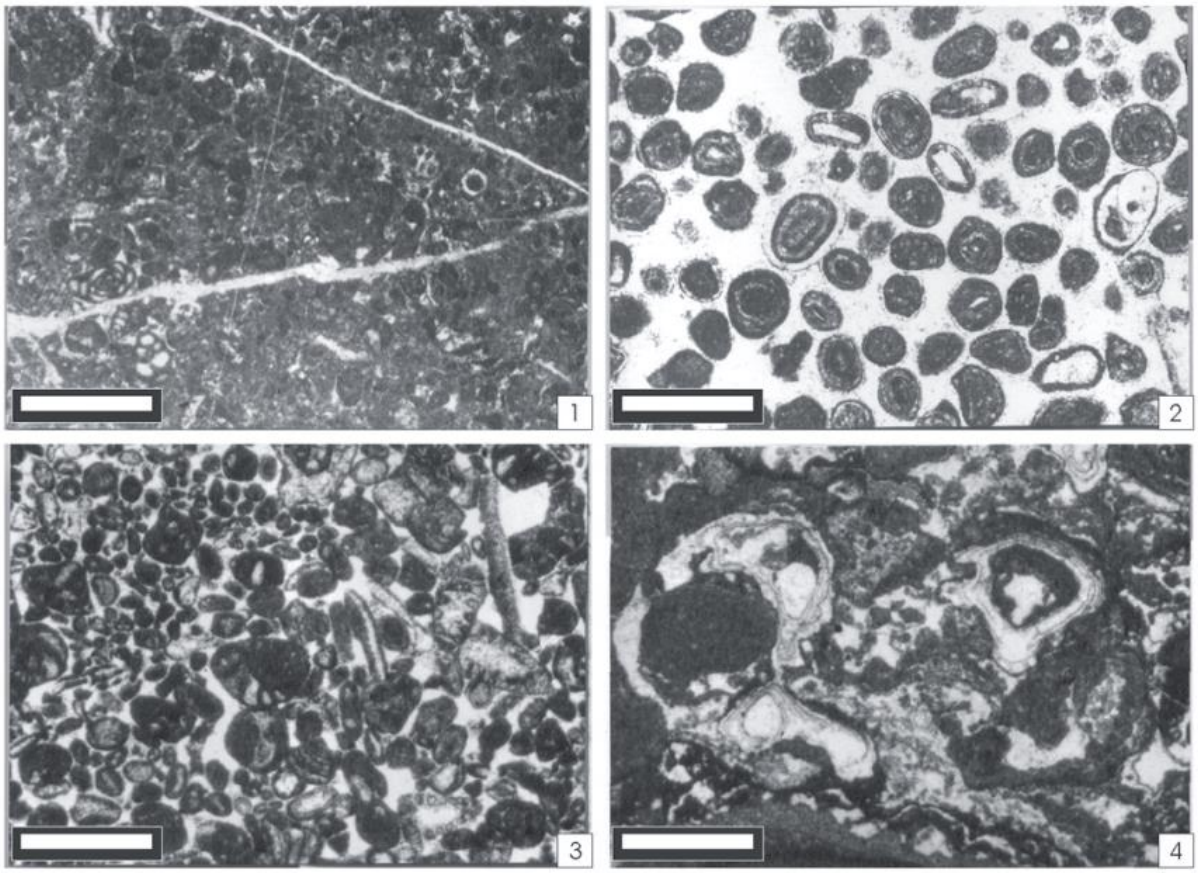
U formaciju Limski kanal spada i član Muča koji se s članom Lim međusobno horizontalno i lateralno izmjenjuje (TIŠLJAR I VELIĆ 1987, 287; VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 29-30, MIKO I DR. 2013, 20). Ova dva člana čine jezgru tzv. Zapadnoistarske antiklinale, a biostratigrafski raspon ovih jedinica određen je kao oksford – donji kimeridž (MIKO I DR. 2013, 20). Vapnenci u slijedu ovih naslaga mogu se klasificirati kao peloidni i skeletni vekstoni, ooidni grejnstoni te ooidni i bioklastični grejnstoni ili radstoni, koji se ritmički superponirajući izmjenjuju. U sastavu ovi vapnenci sadrže kućice bentičkih foraminifera, skelete zelenih algi, fragmente hidrozoja kladokoropsisa te koraljnih busena. Mikrofosilna zajednica jednaka je onoj iz Lim jedinice, osim što se neki oblici pojavljuju češće. To se odnosi na foraminiferske rodove *Chablaisia* i *Trocholina* te na hidrozoon *Cladocoropsis* (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 31-34). Porozitet navedenih stijena je izuzetno visok (MIKO I DR. 2013, 22). Jedinica Muča mikrofosilima i makrofosilima je najbogatija jedinica u juri Istre. To ne iznenađuje s obzirom da je nastala u okolišu gdje je nagomilana najveća količina naplavljenog biodetritusa. Stoga fosili mjestimice čine dominantni sastojak vapnenca (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 34). Zbog izuzetne mrvljivosti i krtosti ovih stijena uslijed slabe cementiranosti peloida od kojih se sastoje, smatra se da nisu zanimljive današnjoj kamenoklesarskoj industriji čak ni kao tehnički kamen (MIKO I DR. 2013, 20). Unatoč tome, poznati su antički kamenolomi iz kojih se vadio kamen ovih naslaga, a koji se nalaze na području današnje općine Vrsar (ŠPREM 2019, 2021).

Sljedeća litostratigrafska jedinica Poreč također se sastoji od dva člana – Kirmenjak i Zlatni rt. U članu Kirmenjak imamo od davnina poznat kamen izuzetne kvalitete koji se koristio za gradnju i za dekoraciju. Poznat je i pod imenima „Orsera“, „Pietra d'Istria“, „Pietra di Rovigno“ i drugi (COTMAN 2004, 135). Naslage Kirmenjaka izlaze na obalu pa stoga postoji niz starih napuštenih kamenoloma iz kojih se vadio kamen i brodovima odvozio za Italiju i druge zemlje. Tome svjedoči najveći kamenolom u ovom dijelu Istre koji se nalazi na položaju Montauro južno od Rovinja. Iako nema dokaza o korištenju u antici, njegov odličan položaj mogao je biti zanimljiv tadašnjim stanovnicima (MATIJAŠIĆ 1998, 398). Zona prostiranja ove formacije proteže se od Poreča, Žbandaja, Gradine i Kloštra, preko Rovinja do Vinkurana. Često ga nalazimo i kao manje „kape“ na brežuljcima unutar ovog područja (MIKO I DR. 2013, 23), kao primjerice na položaju Monte Ricco kod Vrsara gdje se danas nalazi napušteni kamenolom koji je možda eksploatiran i u antici (ŠONJE 1980, 152; MATIJAŠIĆ 1998, 399; ŠPREM 2019, 18). Izvrsne je čvrstoće pa je pogodan za klesanje. Litološki gledano, Kirmenjak

je tvrdi stilolitizirani[2] madston gustog i školjkastog loma (MIKO I DR. 2013, 23). Odlikuje se mnogobrojnim i gustim horizontalnim i mrežnim stilolitima (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 38). Jedinica Kirmenjak pokazuje i određeno fosilno osiromašenje u odnosu na starije jedinice jure u Istri. To je rezultat specifičnih uvjeta taloženja u izrazito plitkim okolišima s čestim izronjavanjima u vadoznu zonu, odnosno u zonu iznad razine mora gdje su bili izloženi subaerskim uvjetima. Takvi uvjeti rezultirali su djelomičnim otapanjem taloga pod djelovanjem slatke meteorske vode (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 40; TIŠLJAR 1994, 361). Nastale šupljine zatim su ispunjene internim sedimentom ili u njima izlučenim kalcitnim mikrostalaktitima ili gravitacijskim i meniskusnim cementima (TIŠLJAR 1994, 361). Od mikrofosila zastupljeni su pojedinačni nalazi vapnenačkih alga, bentičkih foraminifera, sitnih ostrakoda te favreina. Od alga zastupljene su *Clypeina jurassica* Favre i Richard, *Salpingoporella annulata* Carozzi, *Salpingoporella grudii* (Radoičić) te *Campbelliella striata* (Carozzi), dok od foraminifera imamo vrstu *Kurnubia palastiniensis* i *Parurgonina caelinensis* (Cuvillier, Foury i Pignatti Morano). Makrofosili nisu zapaženi. Navedena mikrofosilna zajednica definira gornjotitonsku starost (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 40).

Vapnenci člana Zlatni rt predstavljaju gornji dio formacije Poreč. Riječ je većinom o debelo do masivno uslojenim kasnodijagenetskim dolomitima unutar koji se nalaze relikti stilolitiziranih madstona (MIKO I DR. 2013, 25). Ovi su dolomiti zanimljivi jer često u sebi sadrže stratificirane nodule rožnjaka, kao na primjer na Zlatnom rtu kod Rovinja (TIŠLJAR 2004, 220). Nalazi mikrofosila izuzetno su rijetki, no među njima su prisutne alge kampbeliele gornjotitonske starosti te favreine (*Favreina dinarica* i *Favreina njegosensis* Brönnimann) za koje se drži da su neokomske, odnosno donjokredne starosti (MIKO I DR. 2013, 25). Vapnenci člana Zlatni rt navode se kao potencijalni tehničko-građevni kamen (MIKO I DR. 2013, prilog 3).

[2] Stiloliti su neravne sitne pukotine duž kojih dva dijela stijene zupčasto ulaze jedan u drugi; takve pukotine kod stijena koje nisu izložene dužem trošenju mehanički ne odvajaju ta dva dijela stijena (TIŠLJAR 2004, 71).



Slika 1. Tipični mikrofacijes gornjojurskih jedinica kraj Rovinja u Istri. **1** – peloidno-skeletni vekston, jedinica Lim, mjerilo 0,8 mm. **2** – ooidni grejnston, jedinica Muča, mjerilo 1,6 mm. **3** – bioklastično-ooidni grejnston s prevladavajućim ljušturicama školjkaša i foraminifera, jedinica Muča, mjerilo 1,6 mm. **4** – pizoidno-intraklastični grejnston/radston, jedinica Kirmenjak, mjerilo 1,6 mm (preuzeto iz BUCKOVIĆ I DR. 2004, 12).

2.4 Površinske naslage donje krede

U karbonatnim naslagama donje krede u novije vrijeme izdvojeno je šest neformalnih litostratigrafskih jedinica: Rovinj, Materada, Limska Draga, Dvigrad, Kanfanar i Pula (karta 3). Njihov je raspon od donjeg berijasa do alba, a taložene su između 145 i 100 milijuna godina prije sadašnjosti (MIKO I DR. 2013, 25; BUCKOVIĆ 2006, 47).

Površinske naslage formacije Rovinj, koja spada u donji berijas, sačinjavaju svijetli ranodijagenetski i tamni kasnodijagenetski dolomiti koji se protežu u polukružnom pojasu od Rovinja, preko Sv. Lovreča do Poreča. Ranodijagenetski i kasnodijagenetski dolomiti razlikuju se po teksturama i strukturama koje u njima dolaze. Kasnodijagenetski dolomit, nastao kasnodijagenetskom dolomitizacijom peritajdalnih vapnenaca, uglavnom je krupnokristaliničan te bez vidljivih tekstura, dok ranodijagenetski dolomit pokazuje raznovrsne teksture i promjenjiv sastav. Uočene su desikacijske pukotine, fenestralna građa, stromatolitna

laminacija i drugo. Ovi su dolomiti izgrađeni od kriptokristaliničnog dolomita nastalog dolomitizacijom još neočvrsnutih vapnenačkih taloga u natplimskom okolišu, a koji u sebi može sadržavati intraklaste i peloide (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 41; MIKO I DR. 2013, 25). Izmjenu ovih naslaga svijetlih ranodijagenetskih i tamnih kasnodijagenetskih dolomita može se odlično pratiti na zidovima kamenoloma Fantazija kod Rovinja po kojem su one dobile naziv „Fantazija dolomiti“ (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 41). Pomoću nalaza zelenih alga *Humiella sardiniensis* (Ott i Flaviani) i *Clypeina radici* Sokač u njihovom sastavu starost ovih naslaga određena je kao stariji berijas (MIKO I DR. 2013, 25). Osim toga, od mikrofosila javljaju se foraminifere kuneoline i miliolide, ljušture ostrakoda, zelene alge *Salpingoporella* cf. *apenninica* Sartoni & Crecenti, *Munieria baconica* Deecke te mnogobrojni nalazi *Favreina salevensis* (Paréjas) zbog kojih su se ovi dolomiti nekad nazivali favreinski vapnenci (POLŠAK 1965a, 173; SOKAČ I VELIĆ 1978, 245).

Površinske naslage jedinice Materada, čija je starost određena kao viši berijas – donji valendis, započinju oštrom granicom s formacijom Rovinj u podini. Stijene ove formacije karakterizira izmjena različitih tipova vapnenaca. U donjem dijelu nalaze se stilolitizirani madstoni koji podsjećaju na vapnence jedinice Kirmenjak, no stiloliti su zapunjeni crvenicom zbog kojih se stijena često otvara. Također, krti su i neotporni pa se pod udarcem lome u sitne fragmente. Stoga nisu zanimljivi današnjoj industriji ni kao tehnički kamen (MIKO I DR. 2013, 26). U gornjem dijelu jedinice prevladavaju fenestralni madstoni, favreinski grejnstoni i pekstoni te LLH-stromatoliti s mikrofosilnom zajednicom zelenih algi i foraminifera. Među algama javljaju se *Salpingoporella annulata*, *Clypeina radici* te *Epimastopora cekici* Radoičić, dok se među foraminiferama javljaju *Vercorsella camposaurii* (Sartoni i Crescenti), *Vercorsella tenuis* (Velić i Gušić), *Valvulina lugeoni* i *Praechrysalidina infracretacea* Luperto-Sinni (MIKO I DR. 2013, 26).

Sljedeća donjokredna formacija je formacija Limska draga građena od dva litostratigrafska člana koji se isprepliću – Gradina-Cisterna i Gustinja. Ova formacija određene je starosti srednji valendis do otriv (MIKO I DR. 2013, 27), a u antičko vrijeme eksploatirala se u kamenolomu Skačota kraj Bala te na rtu Sv. Damijan (MATIJAŠIĆ 1998, 398). Na položaju Sv. Damijan nalaze se ostaci većeg antičkog kamenoloma i tragovi antičke kamenorezačke djelatnosti koji su danas djelomično pod morem (MATIJAŠIĆ 1988, 56). Zanimljivost ove formacije su i otisci stopala dinosaura kod rta Gustinja u zaljevu Palud (MEZGA I DR. 2015, 113). Član Gradina-Cisterna odlikuje se peletnim grejnstonima ili pekstonima taloženim u niskoenergijskom subtajdalu koji je zbog toga karakteriziran fenestralnom građom. Taj subtajdal je postupno oplićavao čime je nastala plimna ravnica na

kojoj su se taložili LLH-stromatoliti kao drugi član ovog ciklusa. U pojedinim ciklusima pojavljuju se i bioklastični grejnstoni koje uz bioklaste izgrađuje i skeletno kršje alga, gastropodi i foraminifere (SOKAČ I VELIĆ 1978, 245-248; VELIĆ I DR. 1995b, 51). S druge strane, početak člana Gustinja ove formacije obilježen je emerzijom koja se nalazi unutar stijena fenestralne građe što ukazuje na učestala oplićavanja okoliša (MIKO I DR. 2013, 28). Iako je ovdje riječ o različitim tipovima vapnenaca sivkaste boje, ipak prevladavaju madstoni, a zbog oplićavanja i izronjavanja česte su i pojave peritajdalnih breča s fragmentima crnih valutica (MIKO I DR. 2013, 29). U članu Gustinja zastupljena je mikrofosilna zajednica otrivskog kata donje krede i to s vrstama *Clypeina solkani* Conrad i Radoičić, *Salpingoporella biokovensis* Sokač i Velić, *Salpingoporella annulata, Vercorsella camposauri, Favreina njegosensis* i tako dalje.

Najpoznatiji arhitektonsko-građevni kamen iz Istre je takozvani „Istarski žuti“ ili „Giallo d'Istria“ (COTMAN 2004, 131). Riječ je o vapnencima formacije Kanfanar datirane u apt koji je izuzetno otporan na atmosfersko trošenje (MIKO I DR. 2013, 30). Danas se Istarski žuti eksploatira u kamenolomima Kanfanar i Selina (COTMAN 2004, 131-134) te Korenići[3]. Vapnenci ove formacije predstavljaju izmjenu žućkastih madstona i baćinelskih floutstona s onkoidima i rijetkim kršjem školjkaša (rekvijenidnih rudista; MIKO I DR. 2013, 30). Glavno obilježje ovoj formaciji daje masovna pojava fosila, odnosno mikroproblematike *Bacinella irregularis* Radoičić, a pojavljuje se i alga *Salpingoporella dinarica* Radoičić. Među foraminiferama imamo *Palorbitolinu lenticularis* (Blumenbach), *Sabaudia briacensis* Arnaud-Vanneau, *Sabaudia minuta* (Hofker), *Vercorsella scarsellai* (De Castro), *Vercorsella laurenti* (Sartoni & Crescenti), *Praechrysalidina infracretacea* i tako dalje, dok su osobito vrijedne za donji apt provodne, no vrlo rijetke orbitoline *Praeorbitolina cormyi* Schroeder (VELIĆ I DR. 1995b, 59). Vapnenci ove formacije taloženi su kao karbonatni mulj u plićacima ili lagunama s niskom energijom vode na što ukazuju nalazi brojnih bioturbacija (MIKO I DR. 2013, 30).

Formaciju Pula albskog kata predstavljaju dobroslojeviti mikritni i dominantno zrnati litotipovi vapnenaca u kojima su utvrđene miliolidne foraminifere, orbitolinide, gastropodi, školjkaši i nešto rjeđe zelene alge (MATIČEC I DR. 2017; MIKO I DR. 2013, 31). Među mikrofosilima nalazimo vrste *„Valdanchella“ dercourti* Decrouez & Moullade, *Salpingoporella turgida* (Radoičić) te *Praechrysalidina infracretacea* dok *Pseudonummoloculina heimi* (Bonet) *i Ovalveolina maccagnoi* De Castro zalaze i u cenoman

[3] https://www.kamen.hr/en/kamenolomi/korenici/ (pristupljeno 21.05.2021)

(MATIČEC I DR. 2017). U mlađem dijelu formacije pojavljuje se horizont s kvarcnim pijescima bijele ili svijetlosive boje, ponekad onečišćen limonitnim ili boksitnim materijalom. Kvarcni pijesak je kao mineralna sirovina pogodan za upotrebu u mnogim industrijama (staklarskoj, keramičkoj, građevinskoj, kemijskoj), kako u današnje vrijeme, tako i u prošlosti. Isto tako, naslage su formacije Pula po svojim mehaničkim svojstvima dobar tehnički i građevinski materijal (MIKO I DR. 2013, 31-32). Na području formacije Pula spominju se kamenolomi Poreč – Vabriga i Poreč – Tarska vala koji danas nemaju tragove antičkog korištenja, ali se pretpostavlja da je to posljedica blizine mora i grada što utječe povoljno na isplativost eksploatacije (MATIJAŠIĆ 1998, 399). Šonje piše kako su se spomenuti kamenolomi najviše iskorištavali prije drugoga svjetskog rata, da su im slojevi vrlo tanki te da je kamen slabe kvalitete. Stoga on zaključuje da se nije koristio za gradnju kuća (ŠONJE 1980, 153).

2.5 Površinske naslage gornje krede

Površinske naslage gornjokredne starosti nalaze se u formacijama Rušnjak, Sveti Duh i Gornji Humac (karta 3) (MIKO I DR. 2013, 32).

Formacija Rušnjak zahvaća različite litotipove vapnenaca zbog raznih geoloških procesa tijekom cenomana kada se ova formacija datira. Riječ je o srednjedebelo do debelo slojevitim vapnencima tipa madston, vekston, pekston, grejnston, floutston i radston za koje je karakteristična prisutnost rudista i hondrodonta te bentičkim foraminiferama i vapnenačkim algama (MIKO I DR. 2013, 32; BERGANT I DR. 2020). Kredne naslage južne Istre posebice su bogati fosilnim nalazima rudista (POLŠAK 1967b, 5), najčešće kaprinidnih i radiolitidnih rudista (na primjer *Caprina carinata* (Boehm), *Praeradiolites fleuriasus* (d'Orbigny)) te hondrodontnih školjkaša (na primjer *Chondrodonta joannae* (Choffat)) (MIKO I DR. 2013, 35). U mikrofosilnoj zajednici zastupljene su vrste *Cuneolina pavonia* d'Orbigny, *Broeckina (Pastrikella) balcanica* Cherchi, Radoičić i Schroeder, *Nezzazata concava* (Smout) i tako dalje (POLŠAK 1967a). Gotovo cijela formacija je jedna vrlo perspektivna zona za eksploataciju arhitektonsko-građevnog kamena, ali i kamena za druge građevinske namjene (MIKO I DR. 2013, 35). Tomu svjedoči poznati kamenolom pod nazivom Cave Romane kod naselja Vinkuran koji je bio eksploatiran već u antičko vrijeme za izgradnju vanjskog plašta pulske Arene (CRNKOVIĆ 1991), kao i kamenolomi kod naselja Banjole, Šandalje te na otočiću Premanturski školjić, od kojih neki imaju tragove nedavnog korištenja u 19. i početkom 20. stoljeća (MATIJAŠIĆ 1998, 395). U recentnije vrijeme na području formacije Rušnjak vapnenac se eksploatirao u kamenolomima kod sela Marušići blizu Grožnjana, u kamenolomu

Sv. Stjepan kod Istarskih toplica (COTMAN 1996, 81) te u kamenolomima Lucija 1 i 2 kod Zrenja (COTMAN 2004, 142-144). Između Marčane i Mutvorana nalazi se veliki kamenolom koji je bio korišten do početka 20. stoljeća, a vrlo vjerojatno i u antici jer su od kamena takve strukture izrađeni brojni spomenici Pule i Nezakcija (MATIJAŠIĆ 1998, 398), a i danas su vidljivi tragovi oruđa na licima kamenoloma (slike 157 i 158 u osmom poglavlju).

Na naslage formacije Rušnjak nastavljaju se naslage formacije Sveti Duh. Izdvojene su u južnom i jugoistočnom dijelu Istarske županije, od Premanture i Medulina prema sjeveru do ruba paleogenskog bazena kod Pazina, zatim na središnjem dijelu Labinskoga poluotoka, sjeveroistočno od Rabca te na sjeveru županije na Ćićariji. Riječ je o debelo slojevitim do masivnim, ponegdje slabo uslojenim vapnencima svijetlosive, svijetlosmeđe i gotovo bijele boje strukturnog tipa madston, vekston i pekston s brojim kalcisferulidama, kršjem pelagičkih organizama te planktonskim foraminiferama (MIKO I DR. 2013, 35; BERGANT I DR. 2020). Među makrofosilima javljaju se školjkaši, radiolitidni rudisti, te amoniti koji zajedno s pelagičkim mikrofosilima ukazuju na dubokomorski taložni okoliš i povezanost s otvorenijim morima tijekom gornjeg cenomana i donjeg turona (MIKO I DR. 2013, 36).

Naslage formacije Gornji Humac dolaze iznad vapnenaca formacije Sveti Duh. Formacija je predstavljena srednjedebelo do debelo slojevitim vapnencima različitih strukturnih tipova – madstoni, vekstroni, pekstoni, grejnstoni, floutstoni i radstoni, s promjenjivim udjelima bentičkih foraminifera, taumatoporela, dekastronema, radiolitidnih i hipuritidnih rudista i sitnih neskeletnih čestica (MIKO I DR. 2013, 36; BERGANT I DR. 2020). Danas se rudistni vapnenac iz formacije Gornji Humac eksploatira u kamenolomu Valtura (COTMAN 2004, 137), dok su antički tragovi eksploatacije vidljivi u kamenolomu na premanturskoj uvali Portić (MATIJAŠIĆ 1998, 395). Također, na području ovih naslaga spominje se i antički kamenolom u Ližnjanu koji se vjerojatno koristio i u vrijeme Austrije (MATIJAŠIĆ 1998, 395-397).

Makrofaunu starije i mlađe krede na području južne Istre opsežno je obradio Polšak u svom radu (POLŠAK 1967b).

2.6 Površinske naslage paleogena

U naslagama paleogenske starosti izdvojene su četiri neformalne litostratigrafske jedinice. Nama su zanimljive naslage foraminiferskih vapnenaca te breče, konglomerati i pješčenjaci u sklopu eocenskih klastita i fliša (MIKO I DR. 2013, 38).

Foraminiferske vapnence nalazimo u sjeveroistočnome dijelu Istarske županije. Dijele se na miliolidne, alveolinske i numulitne vapnence, no jasno razdvajanje pojedinih vapnenaca nije uvijek moguće zbog raznolikosti facijesa. Miliolidni vapnenci su gusti, svijetlosmeđi ili sivkasti dobro uslojeni vapnenci. U ostalim područjima na kredne naslage dolaze alveolinsko-numulitni vapnenci, od dobro uslojenih paketa do slabo slojevitih, masivnih slojeva. Većinom su u nižim slojevima alveoline, a u višim numuliti i asiline, tako da neki taj dio naslaga nazivaju asilinski vapnenac. Boja varira od svijetlosmeđe, svijetlosive do gotovo bijele, te smeđe i sive nijanse u alveolinskim dijelovima, javljaju se i smeđe i sive nijanse u numulitima bogatim slojevima, pa do zelenkastih varijanti u samom vrhu numulitnih vapnenaca (MIKO I DR. 2013, 39). Sveukupno, sloj foraminiferskih vapnenaca ima debljinu između 70 i 170 metara, a datira u donji i srednji eocen (oko 40 milijuna godina; MIKO I DR. 2013, 39-40). Nekad se asilinski horizont eksploatirao u kamenolomu Istranka u blizini Lupoglava (slika 7; MIKO I DR. 2013, 95) koji je pogodan kao arhitektonsko-građevni kamen, dok je kao tehnički kamen najbolje koristiti alveolinsko-numulitne vapnence (MIKO I DR. 2013, 40).

Naslage eocenskih klastita i fliša nalazimo u sjevernom dijelu Županije između Momjana i Buzeta te između Buja i Oprtlja, u središnjem dijelu županije na području Pazinskog bazena te na jugoistoku županije u području Plominskog i Labinskog bazena. Litološki gledano, ova jedinica sastoji se od lapora, pješčenjaka, breča, brečokonglomerata i konglomerata te nešto rjeđe od slojeva vapnenca. Najzastupljeniji litotip u ovim naslagama su lapori. Zelenkastosive, sive i žućkaste su boje i bogati planktonskim foraminiferama (MIKO I DR. 2013, 41). Pješčenjaci koji se pojavljuju u ovim naslagama obično su plavkaste boje, a ponekad prelaze u sivkastu, smećkastu i žućkastu boju. Breče i konglomerati pojavljuju se najviše u rubnim područjima (MIKO I DR. 2013, 42). To su više ili manje čvrsto vezane klastične sedimentne stijene sastavljene od zaobljenih ili poluzaobljenih odlomaka (konglomerati) ili uglastih ili poluuglastih odlomaka (breča) stijenskog kršja većeg od 2 mm, te cementa ili matriksa (BENAC 2016, 37, 67). Postoji nekoliko zanimljivih slojeva breča-konglomerata-vapnenaca koji svojom debljinom, kompaktnošću i izgledom predstavljaju potencijalnu zonu za eksploataciju arhitektonsko-građevnog kamena (MIKO I DR. 2013, 43).

3. ISKORIŠTAVANJE SILICIJSKIH SEDIMENTNIH STIJENA

> *Before examining the materials from which stone tools are made and moving on to lithic analysis it is worth repeating how important it is to view individual stone tools as morphologically dynamic articles of a material culture system.*
> ANDREFSKY 2005, 40.

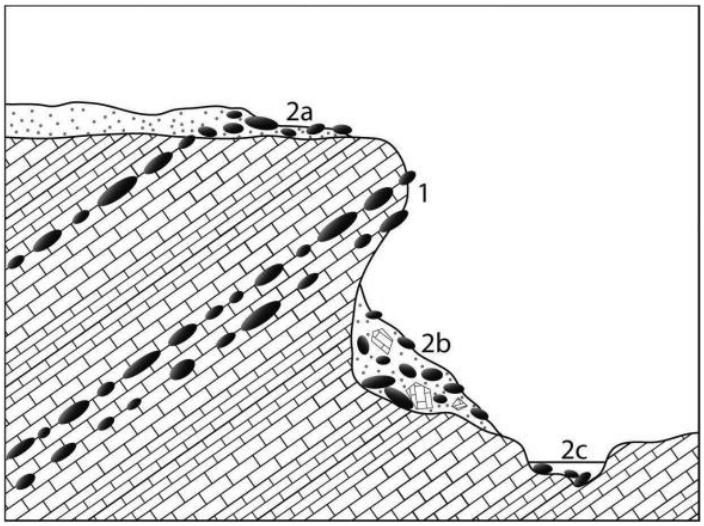
3.1 Definicija silicijskih sedimentnih stijena

Rožnjak je naziv za sitnozrnati silicijski sediment anorganskog, biokemijskog, biogenog, vulkanskog ili hidrotermalnog porijekla pretežno sastavljena od silicijskih oksida, SiO_2, u obliku mikrokvarca, megakvarca i kalcedonskog kvarca ili kremena (TUCKER 2008, 212). To su guste silicijske stijene oštrobridnog iverastog ili školjkastog loma, obično crvenkastosmeđe, zelenkaste i crvene boje, mutnostaklaste, staklaste ili rožnate sjajnosti (TIŠLJAR 2004, 217). Mogu nastati akumulacijom biogeno ili anorganski izlučenih silicijskih minerala ili pak silicifikacijskim procesima iz već postojećih taloga ili sedimentnih stijena kao što su vapnenci, dolomiti, tufovi i tako dalje. Neki od organizama koji svojim opalnim skeletima sudjeluju u stvaranju silicijskih sedimenata su dijatomeje, radiolarije, spikule spužvi kremenjašica te silikoflagelati (TIŠLJAR 1994, 278) koje kao 'duhove' često vidimo u petrografskim izbruscima. Detaljna podjela i klasifikacija silicijskih sedimenata prikazana je u tablici 4.

Tablica 4. Podjela i klasifikacija silicijskih sedimenata (prema TIŠLJAR 1994, 279).

prevladavajući Si-sastojak	nevezani talog taložen na dnu sedimentacijskog bazena	slabo do umjereno litificirani sedimenti s visokom poroznošću	izrazito čvrsta gusta stijena bez poroznosti
dijatomeje	DIJATOMEJSKI MULJ	DIJATOMEJSKA ZEMLJA	DIJATOMIT
radiolarije	RADIOLARIJSKI MULJ	RADIOLARIJSKA ZEMLJA	**RADIOLARIT** (LIDIT)
spikule spužvi	SPIKULNI MULJ	POROZNI SPIKULIT	SPIKULIT
autigeni kriptokristalni do mikrokristalni kvarc, kalcedon ili opal	-	TRIPOLI, PORCULANIT, GEJZIRIT	**SLOJEVITI ROŽNJAK, NODULARNI ROŽNJAK, FLINT**

S obzirom na način pojavljivanja, rožnjaci mogu biti slojeviti te nodularni, grudasti ili lećasti. U vezi s time je i njihov način postanka (TIŠLJAR 1994, 280). Nodularni rožnjaci su kuglaste do nepravilne nodule, koncentrirane duž određenih slojnih ploha pa njihovim spajanjem često nastaju gotovo kontinuirani slojevi slični slojevitim rožnjacima (TUCKER 2008, 218). Rožnjačke nodule, grude i leće većinom nastaju u stijeni domaćinu procesima silicifikacije, odnosno potiskivanjem drugih minerala opalom, kalcedonom ili kriptokristalastim kvarcem, dok postanak slojevitih rožnjaka još uvijek nije objašnjen (TIŠLJAR 1994, 281). Rožnjaci se mogu pojaviti i u obliku žila koje vertikalno ili subvertikalno presijecaju više slojeva vapnenaca (TIŠLJAR 2004, 220-221). Zbog svoje otpornosti na fizikalne i kemijske uvjete trošenja, nodule rožnjaka često su istaknute iz sloja domaćina (slike 2 i 3) ili se zbog trošenja stijene domaćina nakupljaju kao valutice ili obluci na dnu izdanaka, padina, hridina, ili pak u bujičnim, potočnim i riječnim nanosima, na morskim obalama ili plažama (slika 4; TIŠLJAR 2004, 220). Tada govorimo o sekundarnim ležištima.



Slika 2. Shema geološkog konteksta primarnog i sekundarnog ležišta rožnjaka 1 – primarno ležište, 2 – sekundarna ležišta: a – *alterites,* b – koluvijalni nanos, c- aluvijalni nanos (preuzeto iz CAUX I BORDES 2016, 12).

Slika 3. Primjer primarnog ležišta rožnjaka. Rožnjačke nodule u dolomitima na Zlatnom rtu kod Rovinja (preuzeto iz TIŠLJAR 2004, 220).

Slika 4. Primjer sekundarnog ležišta rožnjaka. Valutice rožnjaka na plaži, poluotok Vižula (fotografija: Robert Matijašić).

3.2 Terminologija

Važno je spomenuti i raspravu oko termina za silicijske sedimentne stijene koje su se u prapovijesnim i povijesnim razdobljima koristile za izradu izrađevina. U Hrvatskoj se koriste termini rožnjak, kremen, sileks, a ponekad i jaspis, opal, kalcedon i kvarcit kad se žele pobliže definirati (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 91). U tom kaosu ne pomažu nam ni engleski termini *flint* i *chert* koji se prevode kao „kremen" i „rožnjak", a koji se ponekad koriste kao sinonimi, a ponekad se termin *flint* koristi kao kvalitetnija inačica termina *chert* (LUEDTKE 1992, 5-6; ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 91; BRANDL 2016, 146). No, engleski termin *flint* (kremen) najčešće se koristi za silicijske sedimentne stijene gornjokredne i paleocenske starosti koji se pronalazi u sjevernoeuropskim krednim i vapnenačkim naslagama (sjeverno od Alpi; od Francuske i Engleske preko Skandinavije do Ukrajine) (BRANDL 2014, 42). S druge strane, neki autori kremenom nazivaju silicijske sedimentne stijene u obliku nodula, dok je rožnjak naziv za slojevite silikate (vidi raspravu u PŘICHYSTAL 2010, 179). U geološkoj literaturi, kremenom se naziva mineral mineral kvarc, SiO_2 (VRKLJAN I DR. 2018), što unosi dodatnu konfuziju u već konfuznu terminologiju. Kako navodi Forenbaher, razlika između termina kremen (*flint*) i rožnjak (*chert*) u arheološkoj literaturi nije petrografski definirana već odabir ovisi najviše o zemljopisnom području na kojem se koriste (LUEDTKE 1992, 5-6). Tako se u Europi termin kremen najčešće koristi za vrlo kvalitetnu silikatnu sirovinu, dok se rožnjakom naziva sirovina loše kvalitete (FORENBAHER 2003, 27). Neki geolozi umjesto termina rožnjak koriste termin „rožnac" (TIŠLJAR 2004, 217). Kroz ovaj rad mi ćemo koristiti termin rožnjak.

U geološkoj, ali i arheološkoj literaturi spominju se i termini „nodula" i „konkrecija". Nodule su kuglaste, elipsoidne, lećaste ili nepravilne mineralne nakupine u stijeni koje su nastale nakupljanjem mineralne tvari u šupljinama stijena ili potiskivanjem jedne mineralne tvari drugom. Česte su rožnjačke, piritne i fosfatne nodule (TIŠLJAR 2004, 70), a obično su koncentrirane duž određenih slojnih ploha (TUCKER 2008, 218), kao na primjer rožnjačke nodule u uvali Polje na rtu Kamenjak (Premantura). S druge strane, konkrecije su mineralne akumulacije kuglastog, jajolikog ili nepravilnog bubrežastog oblika koje nastaju izlučivanjem neke mineralne tvari u talogu ili stijeni u porama ili oko neke jezgra, koja može biti kalcitni skelet (alge, cefalopodi, gastropodi…), skeleti radiolarija, dijatomeja, spikula spužvi (TIŠLJAR 2004, 69). S obzirom da je razlika u navedenim geološkim terminima način njihova

postanka, istraživanje čega nije cilj ovog rada, mi ćemo koristiti isključivo termin nodula, s dodatnim opisom oblika njihova pojavljivanja.

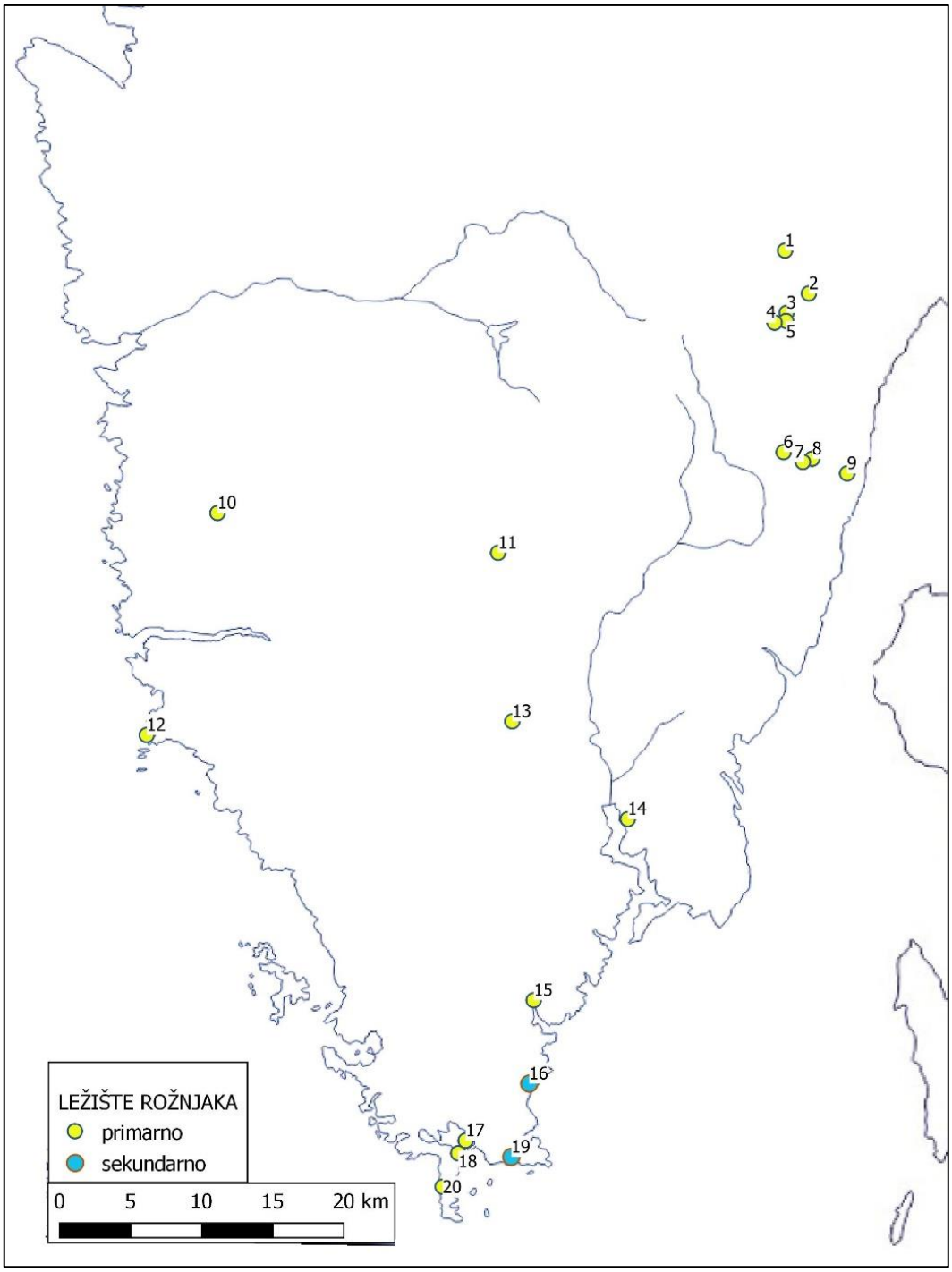
3.3 Primarna ležišta rožnjaka na području Istre

Podaci o ležištima rožnjaka izneseni u nastavku teksta, kao i karakteristike samih silicijskih stijena rezultat su pregleda dostupne geološke i arheološke literature na temu, terenskih pregleda autorice rada te analize sakupljenog referentnog materijala. Prilikom analiziranja ležišta i prikupljene sirovine, djelomično smo se vodili primjerom Forenbahera (FORENBAHER 2003): bilježili smo u kojem se obliku pojavljuje sirovina (nodula, oblutak, lećasti/pločasti), vizualna svojstva materijala (boja materijala određena prema Munsell Rock Color Chart) te kako se sirovina lomi (nepravilno, pravilno, osrednje, drobi se). Na temelju spomenutih svojstava, pokušali smo odrediti koliko je materijal prikladan za izradu oruđa cijepanjem: neprikladan (1), dovoljno prikladan za jednostavne tehnološke postupke (2), dobar za manje zahtjevne tehnološke postupke (3), vrlo dobar za većinu tehnoloških postupaka (4) ili odličan, prikladan za najzahtjevnije tehnologije (5) (prema FORENBAHER 2003, 29). Prikladnost materijala za cijepanje određen je, osim fizičkim svojstvima sirovine, i eksperimentalnim cijepanjem sakupljenih uzoraka koristeći tehniku tvrdog čekića. Rezultati naše analize pokazani su u tablici 6. Sakupljeni uzorci su analizirani i mikropetrografskom analizom uz pomoć izv. prof. Uroša Barudžije s Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te su petrografska svojstva također iznesena. Primarna i sekundarna ležišta rožnjaka, kao i karakteristike sakupljenih uzoraka bit će navedeni od sjevera prema jugu Istarskoga poluotoka.

Ležište	Jura		Kreda		Paleogen			Neogen		Kvartar	
	J_2	J_3	K_1	K_2	Pc	E	Ol	M	Pli	Ple	H
Ćićarija											
Učka											
Žbandaj											
Poljaki											
Luckići											
Zlatni rt											
Trget											
Uvala Budava											
Vižula											
Rt Runke											
Uvala Polje											

Tablica 5. Geološka starost stijene domaćina u kojima su pronađene nodule rožnjaka (prema POLŠAK I ŠIKIĆ 1973; FORENBAHER 2006, PELLEGATTI 2009).

Rožnjak je na području Istre taložen pretežito za vrijeme gornje krede (tablica 5) (POLŠAK 1967a, POLŠAK I ŠIKIĆ 1969, ŠIKIĆ I DR. 1969, ŠIKIĆ I DR. 1972), uz iznimku gornjotitonskih jurskih naslaga na području lista Rovinj (POLŠAK I ŠIKIĆ 1969), odnosno prema litostratigrafskoj karti na području člana Zlatni rt formacije Poreč (MIKO I DR. 2013, prilog 1). U gornjokrednim naslagama pojavljuje se u obliku proslojaka, leća ili nodula u sklopu cenomanskih, turonskih ili senonskih pločastih ili škriljastih vapnenaca (POLŠAK 1970, POLŠAK I ŠIKIĆ 1973, ŠIKIĆ I POLŠAK 1973, ŠIKIĆ I PLENIČAR 1975). Izvori rožnjaka koji se navode na području južne Istre - Premantura, Vižula i Marlera – nalaze se u naslagama gornjokredne starosti (cenoman, turon, senon), a ista je situacija i nešto sjevernije u uvali Budava gdje se izvori rožnjaka nalaze u naslagama turona (POLŠAK 1967a). Na području senonskih karbonatnih naslaga oko ušća rijeke Raše nalaze se rožnjaci bijele okorine i tamno sive unutrašnjosti s bijelim točkama koje je pronašao i opisao P. Pellegatti (ŠIKIĆ I DR. 1969; PELLEGATTI 2009, 47), dok se nešto zapadnije izvor kod sela Poljaki nalazi na cenomanskim naslagama (POLŠAK I ŠIKIĆ 1969). Kod Učke se izvori nalaze na području cenomanskih i turonskih naslaga (ŠIKIĆ I DR. 1969). Četiri ćićarijska ležišta navedena u Pellegattijevom istraživanju nalaze se na području naslaga turonskih vapnenaca (ŠIKIĆ I DR. 1972).



Karta 4. Primarna i sekundarna ležišta rožnjaka na hrvatskom dijelu Istarskog poluotoka: 1 – Veliki uzidanac, 2 – Mraske griže, 3 – Gradec, 4 – Gabrova gorica, 5 – Kupice, 6 – Podmaj, 7 – Pod Trebišća, 8 – Trebišća, 9 – Sv. Petar, 10 – Žbandaj, 11 – Luckići, 12 – Zlatni rt, 13 – Poljaki, 14 – Trget, 15 – Uvala Budava, 16 – Uvala Kala, 17 – Vižula, 18 – Rt Runke, 19 – Marlera, 20 – Uvala Polje.

3.3.1 Ćićarija

Najsjevernija primarna ležišta rožnjaka na području hrvatskog dijela Istre nalaze se na Ćićariji (karta 4, 1-5; karta 5). U svom je terenskom radu Paolo Pellegatti locirao i uzorkovao nekoliko mjesta na kojima se u sklopu matične stijene ili stijene domaćina nalaze pločasti, slojeviti ili nodularni rožnjaci. Sljedeći podaci, kao i mikroskopski izbrusci s ležišta na Ćićariji rezultat su njegova neobjavljena rada. [4]

Na lokaciji Kupice na južnim obroncima Ćićarije, oko 2,25 kilometara južno od vrha Veli Planik, u matičnoj stijeni nalaze se zelenkasti rožnjaci loše kvalitete. S obzirom na njegov opis sakupljenih rožnjaka, zaključili smo da su ovi rožnjaci prikladni za manje zahtjevne tehnološke postupke. Mikropetrografska analiza pokazala je rožnjak kriptokristalaste osnove (mikrofotografija 1).

U blizini navedenog položaja nalazi se Klanjčeva peć (slika 5) gdje se rožnjaci mogu pronaći u stropu pećine (usmeno priopćenje S. Forenbaher).

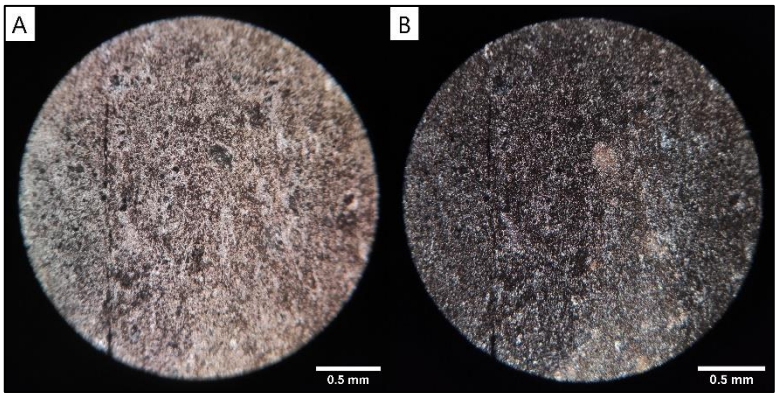
Slika 5. Pogled prema unutrašnjosti Klanjčeve peći.

Rožnjak sakupljen u obliku nepravilnih nodula u vapnenačkoj stijeni kod toponima Gradec 600 metara sjevernije od lokacije Kupice također je loše kvalitete, tamnosive do crne boje (mikrofotografija 2).

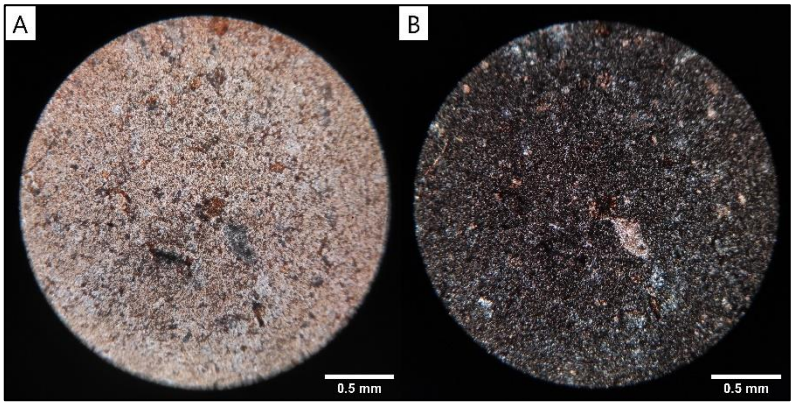
Slojeviti rožnjaci i vrlo nepravilne nodule koje je P. Pellegatti sakupio pri dnu vrha Grabrovica (802,6 metara nadmorske visine) razlikuju se od prije spomenutih uzoraka. U ovom slučaju riječ je o nodulama dobre kvalitete te finozrnate strukture. Iako ponekad pucaju

[4] Ovom prilikom želimo zahvaliti Paolu Pellegattiju na ustupljenim podacima i srdačnoj susretljivosti.

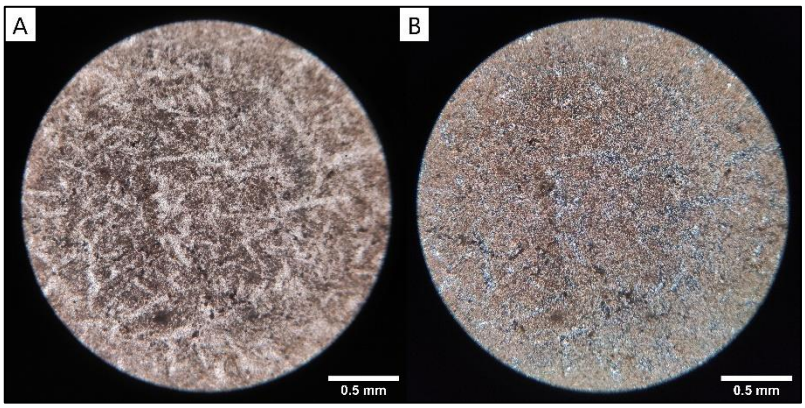
nepravilno, prema podacima P. Pellegattija prikladne su za proizvodnju sječiva te stoga okarakterizirani kao vrlo dobri za većinu tehnoloških postupaka. Mikropetrografska analiza pokazala je da se kriptokristalasta osnova rožnjaka sastoji od spikula spužvi te karbonatne komponente (mikrofotografija 3).



Mikrofotografija 1. Petrografski izbrusak uzorka rožnjaka s položaja Kupice, povećanje 40x. A) paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.

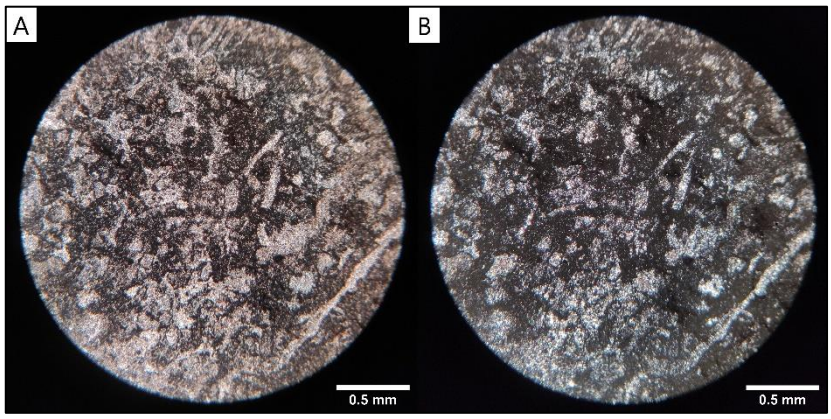


Mikrofotografija 2. Petrografski izbrusak uzorka rožnjaka s položaja Gradec, povećanje 40x. A) paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.



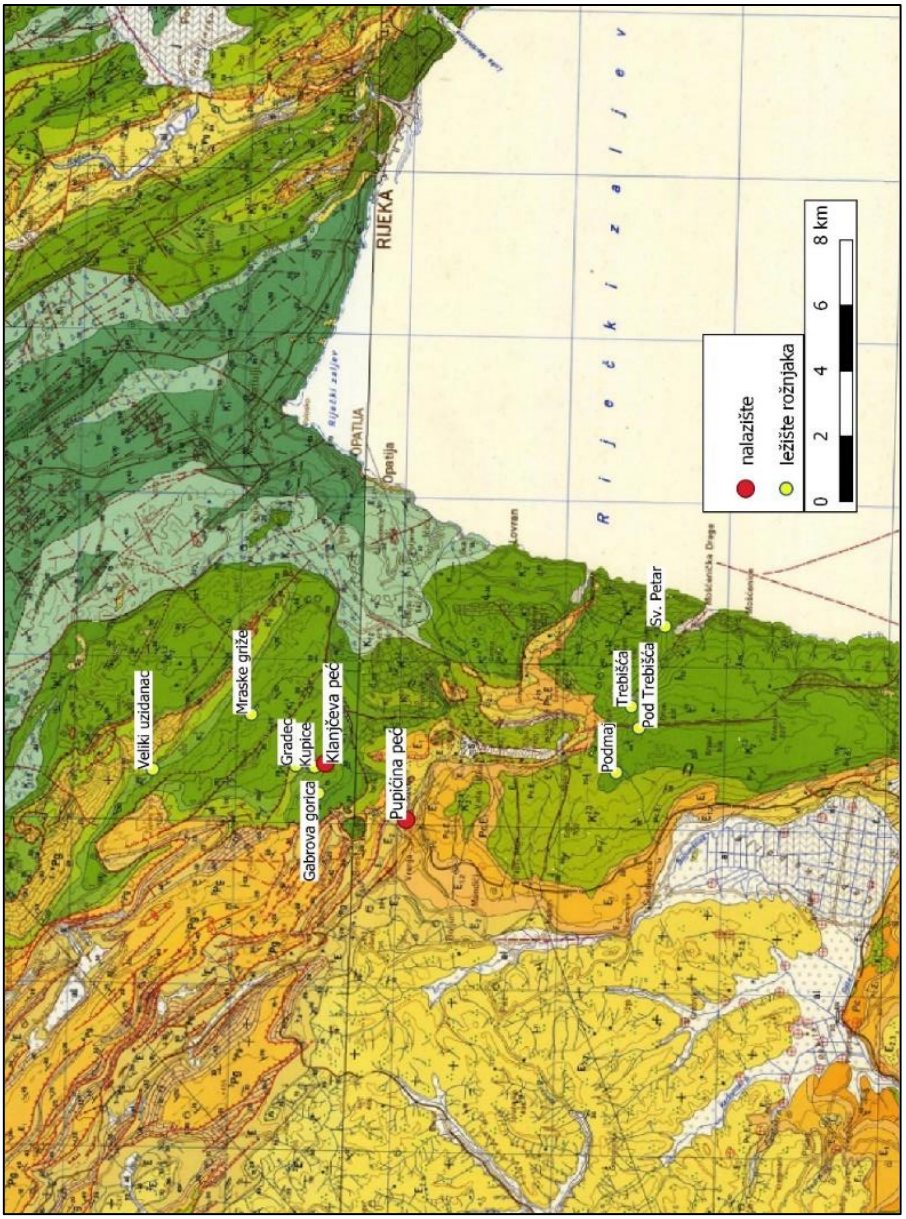
Mikrofotografija 3. Petrografski izbrusak uzorka rožnjaka s položaja pri dnu vrha Grabrovica, povećanje 40x. A) paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.

Na lokacijama Veli uzidanac i Mraske griže također se mogu pronaći rožnjaci; na Mraskim grižama riječ je o nodulama sive do crne boje (slika 6). Nodule na lokaciji Mraske griže izgledaju ispucane stoga smatramo da su prikladne samo za jednostavne tehnološke postupke. Mikropetrografska analiza uzorka rožnjaka s položaja Veli uzidanac pokazala je kriptokristalastu kvarcnu osnovu te moguće bioklaste iz primarne strukture (mikrofotografija 4).



Mikrofotografija 4. Petrografski izbrusak uzorka rožnjaka s položaja Veli uzidanac, povećanje 40x. A) paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.

Slika 6. Rožnjak u matičnoj stijeni na položaju Mraske griže, Ćićarija (fotografija: Paolo Pellegatti).



Karta 5. Primarna ležišta rožnjaka na području Ćićarije i Učke i nalazišta koja se spominju u tekstu prikazana na geološkoj karti (prema ŠIKIĆ I DR. 1969, ŠIKIĆ I DR. 1972).

3.3.2 Učka

Slika 7. Profil uz potok Trebišća u kojem je pronađen rožnjak.

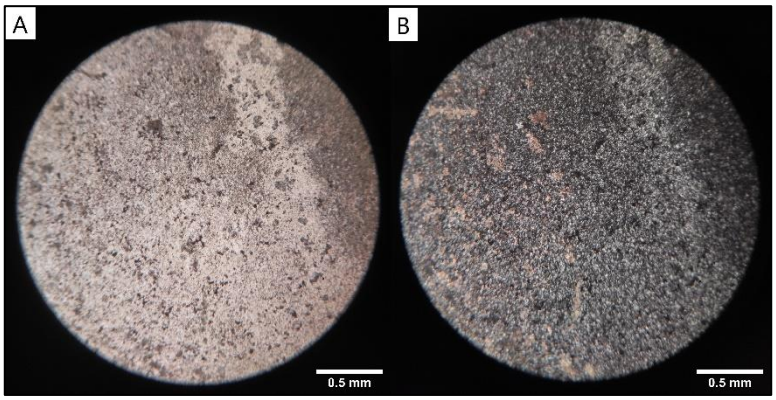
Slika 8. Laminirana tekstura rožnjaka pronađenog u zemljanom profilu, Trebišća.

Slika 9. Karakteristična laminirana tekstura rožnjaka s Trebišća. Povećanje 6 puta, mjerka je duljine 5 mm.

Terenskim pregledom autorice rada pronađeno je sekundarno ležište rožnjaka na padinama Male Učke u zemljanom profilu uz potok kod napuštenog sela Trebišća (karta 5; slika 7). Rožnjak je pločast, s karbonatnom okorinom na dvije strane, sive ili smeđe boje (N5 do N4, medium gray do medium dark gray prema Munsell Rock Color Book), s vidljivom slojevitošću i laminacijama (slike 8 i 9). Sakupljeni pločasti i laminirani uzorci debljine su oko 3,5 cm. Prilikom terenskog pregleda sakupljena je i jedna izrađevina, odnosno jezgra od koje su odbijani odbojci. Na istome je mjestu i P. Pellegatti sakupio uzorke rožnjaka, ali u primarnom ležištu. Sakupio je dvije različite vrste rožnjaka – manje nodule tamnosive do crne boje i veličine između 10-20 cm u vapnenačkoj stijeni na brežuljku iznad sela te nodule sive boje veličine između 20 i 40 cm. Nodule većih dimenzija su srednjozrnaste s crnim inkluzijama.

Mikropetrografskom analizom uzoraka sakupljenih u profilu potoka Trebišća od strane autorice utvrđeno je da rožnjak ima kriptokristalastu strukturu onečišćenu željezovitim izotropnim mineralima i/ili organskom tvari, dok pojedini slojevi pokazuju izuzetno homogenu strukturu. Ponegdje su prisutni litoklasti.

Kod napuštenog naselja Podmaj u matičnoj se stijeni može vidjeti pločasti rožnjak (karta 5; slika 10). P. Pellegatti sakupio je nodule rožnjaka sivkaste boje s istog mjesta, različite kvalitete (od sitnozrnastih do nešto krupnozrnastijih) (mikrofotografija 5). No, svi sakupljeni uzorci sadržavali su pukotine koje mogu ograničiti tehnološke postupke stoga su okarakterizirani kao dobri za manje zahtjevne tehnološke postupke.



Mikrofotografija 5. Petrografski izbrusak uzorka rožnjaka iz Podmaja, povećanje 40x. A) paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.

Slika 10. Pločasti rožnjak uklopljen u stijenu domaćina kod napuštenog naselja Podmaj (preuzeto iz FORENBAHER 2006, 246).

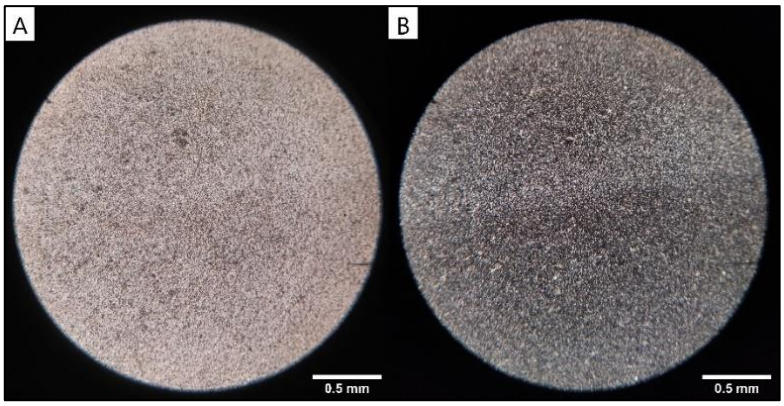
Slika 11. Nodule rožnjaka uklopljene u stijenu domaćina kod naselja Sveti Petar (preuzeto iz FORENBAHER 2006, 247).

Pločasti rožnjak nalazi se i kod zaseoka Pod Trebišća udaljenog nekoliko kilometara od Podmaja. Nodule uklopljene u stijenu domaćina nalaze se u blizini naselja Sveti Petar kod Mošćeničke Drage (karta 5; slika 11) (FORENBAHER 2006, 245). Riječ je o takozvanim „tamnim“ i „crvenkastim“ rožnjacima slabije kvalitete koji su zastupljeni među litičkim materijalom u neolitičkim slojevima nalazišta Pupićina peć (FORENBAHER 2006, 226-228). „Tamnim“ rožnjacima boja varira od crne do sive, dok je kod „crvenkastih“ rožnjaka boja obično tamno crvenkastosmeđa do crvena (FORENBAHER 2006, 226 – 227). S obzirom da su ovi rožnjaci neolitičkim stanovnicima Pupićine peći poslužili za izradu odbojaka, sječiva i pločica

(FORENBAHER 2006, 230), okarakterizirat ćemo ih kao vrlo dobre za većinu tehnoloških postupaka.

3.3.3 Luckići

Oko pet kilometara istočno od Svetog Petra u Šumi u središnjoj Istri na području naselja Luckići nalazi se nekoliko slojeva pločastog rožnjaka uklopljenog u stijenu domaćina. Rožnjak je fino zrnat i dobre kvalitete no raspucan je horizontalno (PELLEGATTI 2009, 47). Uzorak za mikropetrografsku analizu sakupio je P. Pellegatti (mikrofotografija 6).



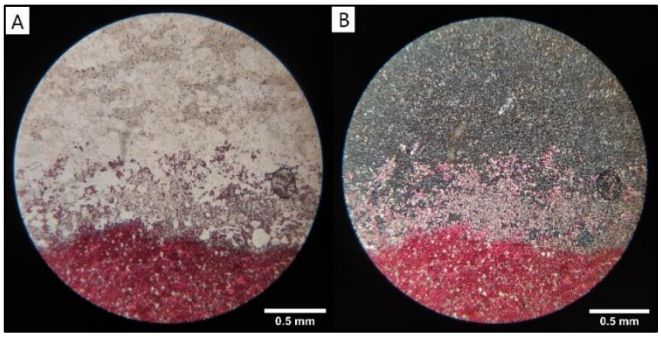
Mikrofotografija 6. Petrografski izbrusak uzorka rožnjaka iz naselja Luckići, povećanje 40x. A) paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.

3.3.4 Poljaki

Oko šest kilometara istočno od Svetvinčenta na području naselja Poljaki u vapnenačkoj je stijeni pronađen nodularni, ali i pločasti rožnjak. Rožnjak je pronađen i u okolnoj zemlji. Dobre je kvalitete, lako prepoznatljiv po crnim inkluzijama, no vrlo tvrd za obradu (slika 13) (PELLEGATTI 2009, 47). Terenskim pregledom na području naselja Poljaki pronađen je suhozid novijeg datuma u sklopu kojeg se nalazio i pločasti rožnjak (slika 12), zbog čega smo zaključili da se primarno ležište pločastog rožnjaka nalazi blizu. Ovi rožnjaci dolaze u malim paketima; debljina im iznosi oko 5 cm što znači da se iz njih ne mogu izraditi oruđa većih dimenzija.

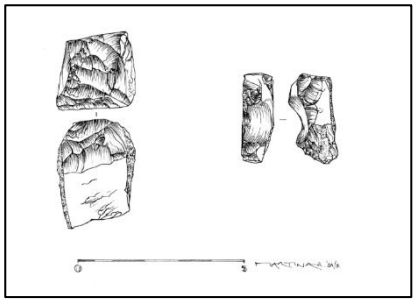
Slika 12. Lijevo: suhozid s pločastim rožnjakom na gornjoj plohi. Desno: uzorak pločastog rožnjaka iz suhozida.

Mikropetrografska analiza uzorka pločastog rožnjaka s područja Poljaka pokazala je da je riječ o rožnjaku kriptokristalaste strukture koji u svom sastavu sadrži minerale kalcit i dolomit (mikrofotografija 7). Izbrusak je obojen otopinom Alizarina Red-S pomoću kojeg u izbrusku raspoznajemo mineral kalcit, dok mineral dolomit ne biva obojen otopinom. No, minerali su prepoznatljivi s uključenim analizatorom jer kalcit i dolomit imaju interferencijske boje visokog reda. Prilikom terenskog pregleda kod naselja Poljaki, na šljunčanom putu pronađeno je nekoliko manjih komada rožnjaka smeđe boje (5YR 5/2 pale brown po Munsellu) te dvije izrađevine (slika 14).



Mikrofotografija 7. Izbrusak rožnjaka pronađenog u Poljakima, povećanje 40x. A) paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.

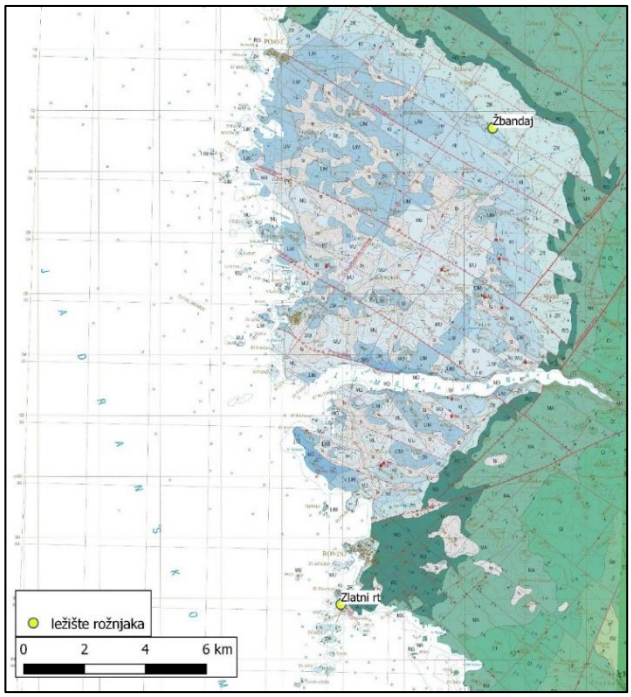
Slika 13. Odbojak izrađen iz nodule rožnjaka pronađenog u Poljakima (fotografija: Paolo Pellegatti).



Slika 14. Izrađevine pronađene prilikom terenskog pregleda na području naselja Poljaki (crtež: Martina Rončević).

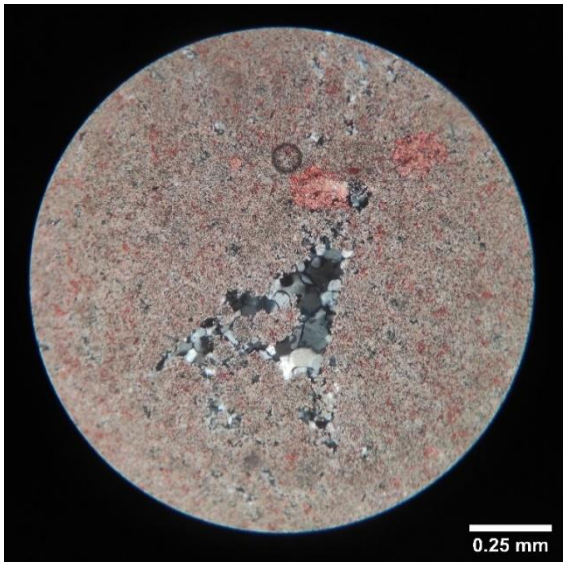
3.3.5 Zlatni rt

Na poluotoku Montauro ili Zlatni rt južno od Rovinja, u sklopu kasnodijagenetskih dolomita gornjotitonske (jurske) starosti nalaze se kuglaste do jajolike te eliptične rožnjačke nodule koje se spominju i u geološkoj literaturi (slika 3) (TIŠLJAR 2004, 220; MIKO I DR. 2013, 25). Stijene u kojima se pojavljuju rožnjaci dio su člana Zlatni rt neformalne litostratigrafske jedinice Poreč koja se proteže i sjeverno od Limskog kanala, a u literaturi se spominje da rožnjake možemo pronaći i na području Žbandaja (karta 6) (POLŠAK I ŠIKIĆ 1973, 17). Terenskim pregledom na području poluotoka Montauro ili Zlatni rt nismo pronašli nodule, no pretpostavljamo da je to zbog moderne modifikacije obale uslijed razvijanja turizma na ovom prostoru, a koja je zatrpala matičnu stijenu s nodulama. Pronašli smo samo konkrecije u matičnoj stijeni koje na prvi pogled izgledaju kao rožnjačke nodule (slika 15), a za koje se mikropetrografskom analizom uspostavilo da je riječ o mikritnom vapnencu s ponekim mineralom megakvarca u svojoj strukturi (mikrofotografija 8). Mikritni vapnenci, zbog svoje homogene strukture također se mogu lomiti školjkasto i biti potencijalna sirovina za izradu oruđa, iako je po Mohsovoj skali relativne tvrdoće minerala kalcit mekši od kvarca.



Karta 6. Ležišta rožnjaka u sklopu člana Zlatni rt formacije Poreč na prostoru Žbandaja i na poluotoku Zlatni rt (prema MATIČEC I DR. 2015).

Slika 15. Vapnenačka nodula u kamenom bloku, Zlatni rt.



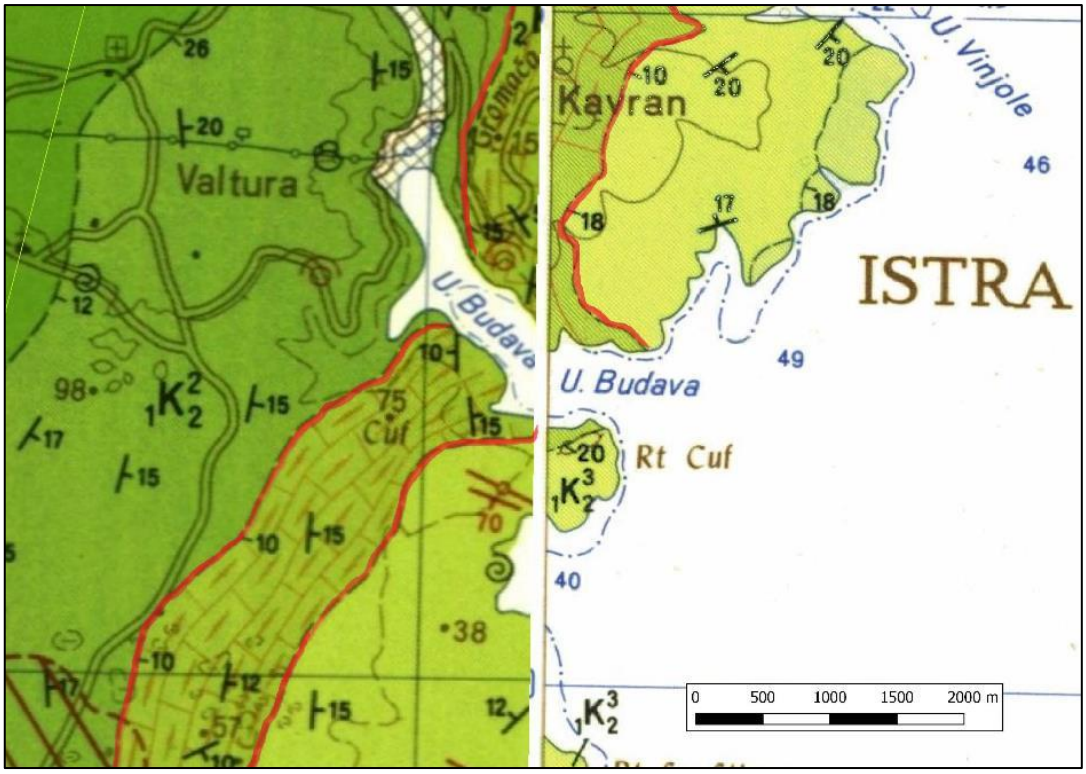
Mikrofotografija 8. Uzorak vapnenačke nodule sa Zlatnog rta.
Mikritna osnova kalcita prošarana je kristalima mikrokvarca.
Povećanje 100x, ukriženi nikoli.

3.3.6 Ušće Raše

U svome radu P. Pellegatti spominje i izvor rožnjaka kod ušća Raše. Za rožnjak s tog ležišta piše da je među najlakšima za prepoznati zbog svoje bijele okorine te brojnih bijelih točaka unutar tamno sive osnove (PELLEGATTI 2009, 47). Iz drugih izvora dobili smo informaciju da se ležište nalazi u okolici Trgeta (usmeno priopćenje Darko Komšo), no terenskim pregledom nismo ga pronašli.

3.3.7 Uvala Budava

Nešto južnije od ušća Raše, kod uvale Budava Pellegatti opisuje još jedno ležište rožnjaka, no osim oznake na karti, nije dao nikakve informacije o izgledu rožnjaka ili točnoj lokaciji ležišta. Terenski pregledi područja uvale Budava bili su bez rezultata. Geološka karta među gornjoturonskim naslagama na ovom području spominje uloške rožnjaka na području uvale Budava (karta 7) (POLŠAK 1967a, MAGAŠ 1968).



Karta 7. Geološka karta okolice uvale Budava. Naslage s uloščima rožnjaka oivičene crvenom bojom (prema POLŠAK 1967a, MAGAŠ 1968).

3.3.8 Vižula

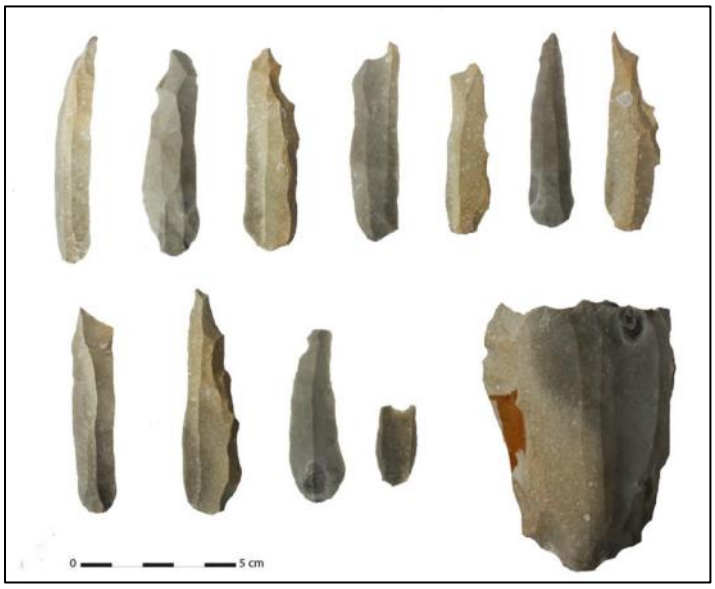
Na poluotoku Vižula na jugu Istre, u sklopu pločastih vapnenaca srednjoturonske starosti (POLŠAK 1967a) nalaze se nepravilne grudaste i lećaste nodule rožnjaka sivkastih nijansi (N8 do N5 po Munsellu, slike 16 i 17). Također se spominju u literaturi, kako geološkoj (POLŠAK 1970), tako i arheološkoj (CODACCI 2002).

Slika 16. Rožnjačke nodule u zemljanom profile te u sklopu pločastog vapnenca, poluotok Vižula.

S obzirom da su nodule rožnjaka, za razliku od stijene domaćina koja je najčešće vapnenac, otpornije na fizikalne i kemijske uvjete trošenja, one se u obliku oblutaka često nalaze u riječnim nanosima ili na morskim plažama. Tako je i na Vižuli – ova lokacija predstavlja i sekundarno ležište rožnjaka jer se rožnjak u obliku oblutaka može pronaći i na plaži. Osim oblutaka manjih dimenzija (slika 18), mogu se pronaći i obluci veličine desetak centimetara (slika 17). Sirovinu u takvom obliku lakše je sakupiti nego nodule i leće unutar vapnenačke stijene. Obluci sakupljeni na obali Vižule mogu bojom odudarati od sivkastih nijansi rožnjaka u matičnoj stijeni (na primjer boja 10YR 6/6 dark yellowish orange).

Slika 17. Grudaste nodule sakupljene u zemljanom profilu, Vižula.

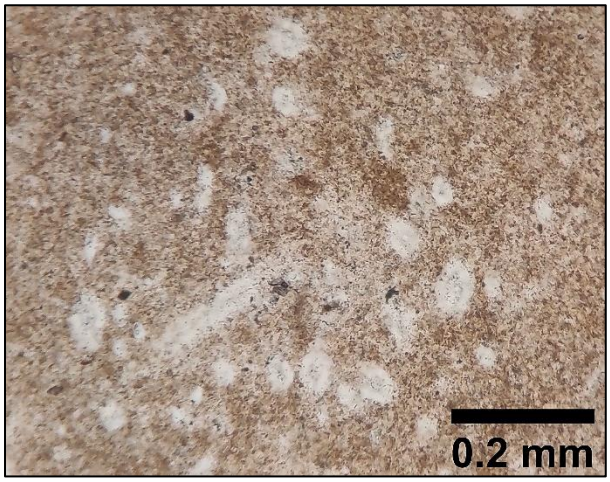
Slika 18. Obluci malih dimenzija sakupljeni na obali, Vižula.



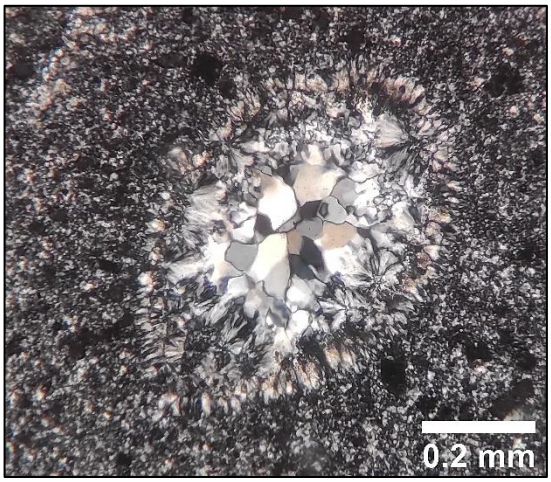
Slika 19. Sječiva izrađena iz sirovine s Vižule eksperimentalnim cijepanjem tehnikom pritiska (preuzeto iz KAČAR 2019a,139).

Većina sakupljenih nodula i oblutaka nepravilno je raspucana što otežava izradu jednostavnih izrađevina. No, može se pronaći kvalitetnija sirovina od koje se eksperimentalnim cijepanjem mogu proizvesti sječiva, kao na primjer sječiva na slici 19 koje su izradili Jérôme Vosges, Antoni Palomo i Frédéric Abbès eksperimentalnim cijepanjem tehnikom pritiska (KAČAR 2019a, 138-140). Stoga ovu sirovinu određujemo kao vrlo dobru za većinu tehnoloških postupaka.

Mikropetrografskom analizom utvrđeno je da je riječ o rožnjacima s kriptokristalastom strukturom te 'duhovima' mikrofosila (radiolarije ili kalcisfere, ostrakodi; mikrofotografije 9 i 10) te karbonatnom komponentom u zonama koje nisu silicificirane. Neki izbrusci rožnjaka bogati su kubičnim ili amorfnim, odnosno opakim mineralima koji su neprozirni kad se promatraju s ukriženim nikolima.



Mikrofotografija 9. 'Duhovi' mikrofosila u izbrusku rožnjaka s Vižule. Povećanje 100x, paralelni nikoli. Smeđa boja dolazi od gusto pakiranih mikrokristalastih kalcitnih minerala.



Mikrofotografija 10. Ljuštura ostrakoda ispunjena fibroznim kvarcom i mikrokvarcom u kriptokristalastoj osnovi. Povećanje 100x, ukriženi nikoli.

3.3.9 Rt Runke, Premantura

Na rtu Runke na premanturskom poluotoku u sklopu pločastih vapnenaca nalaze se lećaste i grudaste nodule rožnjaka o kojima je pisao i J. Tišljar (slike 20 i 21) (TIŠLJAR 1994, TIŠLJAR 2004, 219). Na rtu u vapnenačkim slojevima visine oko tri metra pojavljuje se oko pet, šest proslojaka lećastih i grudastih rožnjaka, negdje većih dimenzija, drugdje manjih od

Slika 20. Lećaste i grudaste nodule rožnjaka na rtu Runke, poluotok Premantura.

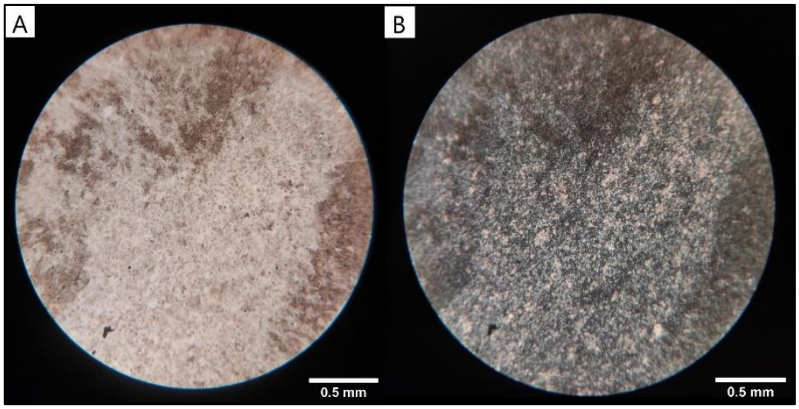
Slika 21. Okruglaste nodule na hodnoj površini, rt Runke, poluotok Premantura.

pet centimetara. Sakupljen uzorak rožnjaka u obliku nodule s hodne površine pokazao se dovoljno kvalitetnim za izradu nekoliko odbojaka oštrih rubova eksperimentalnim cijepanjem. Sivih su nijansi, vrlo karakterističnog izgleda (slike 22 i 23).

Slika 22. Nodula iz koje su eksperimentalnim cijepanjem odbijani odbojci, rt Runke.

Slika 23. Pločice iz kojih su izrađeni mikroskopski preparati pokazuju sličnosti, ali i razlike u sirovini sakupljenoj na istom mjestu, rt Runke.

Mikropetrografska analiza pokazala je da je riječ o rožnjaku s kriptokristalastom osnovom onečišćenom opakim mineralima. Ponegdje se pojavljuju lamine ili zone s mikrokristalastom osnovom te karbonatnom komponentom, odnosno dijelom koji nije u potpunosti silicificiran (mikrofotografija 11).



Mikrofotografija 11. Kriptokristalasta osnova rožnjaka s rta Runke, povećanje 40 puta. A) paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.

3.3.10 Uvala Polje, Premantura

Slična situacija nalazi se i u uvali Polje na zapadnoj strani premanturskog rta gdje se nalaze lećaste nodule koje se protežu nekoliko metara u sloju te nepravilne grudaste i pravilne elipsoidne nodule (slike 24-26). Na obje se lokacije, kao i na Vižuli, na morskoj obali mogu pronaći obluci rožnjaka abradirane i zaobljene površine uslijed dugotrajne izloženosti morskim valovima (slika 27). Među oblucima mogu se vidjeti laminacije i slojevi koncentrične teksture.

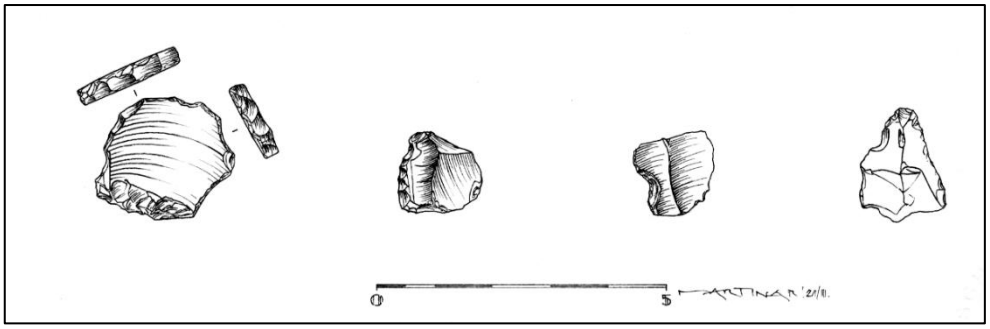
Slika 24. Lećaste nodule rožnjaka koje se pružaju nekoliko metara u sloju, uvala Polje.

Slika 25. Pravilna elipsoidna nodula u matičnoj stijeni, uvala Polje.

Slika 26. Karakterističan izgled sirovine s bijelim litoklastima, uvala Polje.

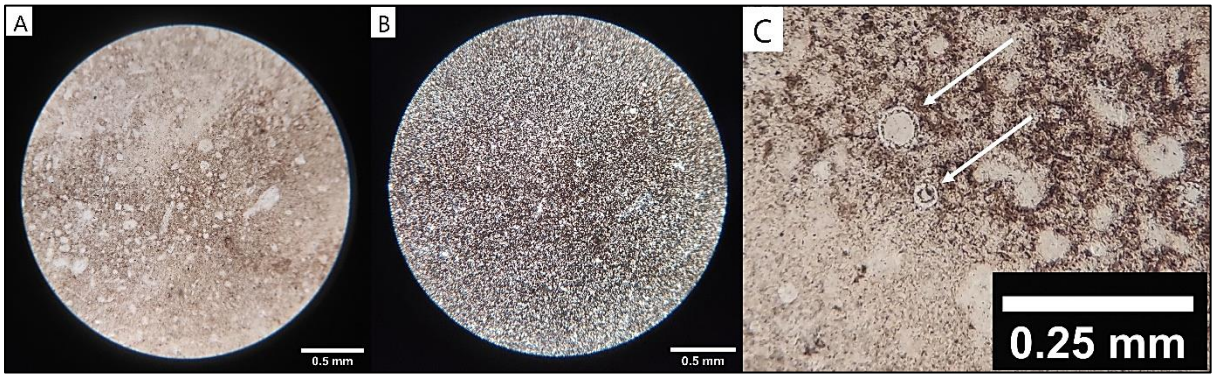
Slika 27. Rožnjačke valutice sakupljene na plaži u uvali Polje.

Prilikom terenskih pregleda na području Premanture,rtu Kamenjak, na sjevernoj obali uvale Portić pronađeno je nekoliko jednostavnih kamenih izrađevina i oruđa. Sve izrađevine izrađene su iz lokalne sirovine, dok je jedna izrađevina svijetle crvene boje prekrivena svjetlijom patinom i vjerojatno je izrađena iz sirovine koja nije lokalna (možda scaglia rossa?).



Slika 28. Izrađevine pronađene u uvali Portić (crtež: Martina Rončević).

Sva sirovina sakupljena na rtu Kamenjak sivkastih je nijansi (N9 do N5 po Munsellu), iz određenih slojeva karakterističnih uzoraka „prelijevanja“ (na primjer nodula pronađena na rtu Runke; slika 22). Formacija u sklopu koje se na rtu Kamenjak nalaze rožnjaci proteže se prema sjeveru poluotoka pa nodule rožnjaka pronalazimo i na rtu Runke te na poluotoku Vižula (karta 8). Radi se o naslagama pločastog vapnenca srednjoturonske starosti nataloženog tijekom gornje krede (POLŠAK 1967a). Ovi rožnjaci su dijagenetski – silicijski su minerali u još nevezanom karbonatnom talogu potisnuli kalcitne primarne strukturne sastojke te je došlo do procesa silicifikacije (mikrofotografija 12) (TIŠLJAR 2001, 96).



Mikrofotografija 12. Izbrusak rožnjaka iz Uvale Kala. A) Povećanje 40x, paralelni nikoli, B) Povećanje 40x, ukriženi nikoli, C) Detalj. 'Duhovi' kalcisfera u kriptokristalastoj osnovi, povećanje 100x, paralelni nikoli.

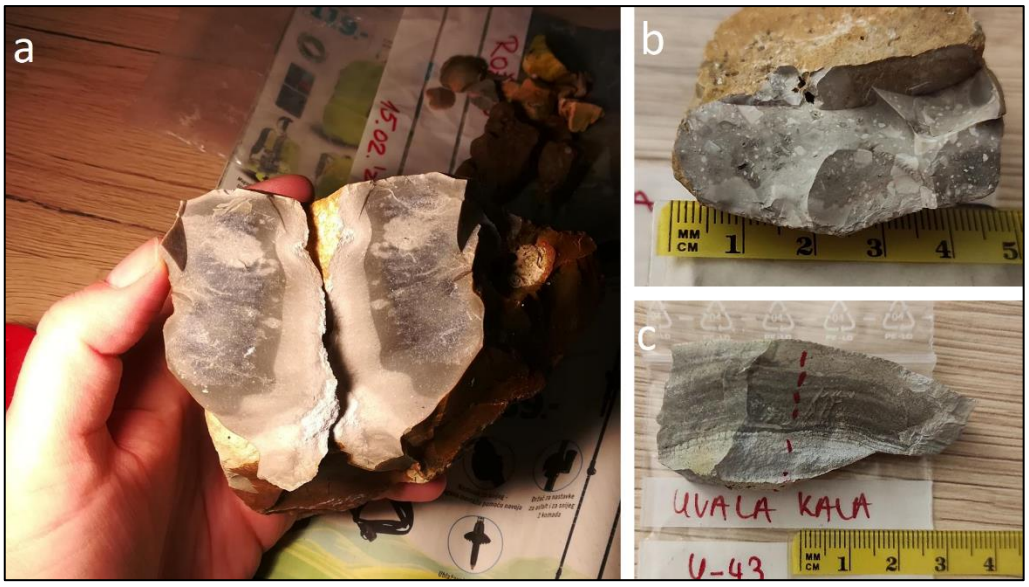
Karta 8. Premanturski poluotok Kamenjak s označenim položajima primarnih ležišta rožnjaka na poluotoku Vižula, na rtu Runke te u uvali Polje (prema POLŠAK 1967a).

3.4 Sekundarna ležišta rožnjaka na području Istre

3.4.1 Uvala Kala

Uvala Kala nalazi se istočno od Šišana (slika 29). Među vapnenačkim oblucima na obali se mogu pronaći i obluci rožnjaka. Terenskim pregledom sakupili smo vrlo raznolike primjerke rožnjaka (slika 30); od velikih komada sirovine sa žutom i bijelom okorinom i sive homogene teksture, do tankih pločastih i laminiranih rožnjaka sličnim onima s Trebišća. Također, jedan sakupljeni primjerak sirovine s bijelim litoklastima u strukturi nalikuje sirovini sakupljenoj s primarnog ležišta u uvali Polje te sirovini s poluotoka Marlera.

Slika 29. Uvala Kala istočno od Šišana.



Slika 30. Raznolikost sirovine sakupljene na obali uvale Kala.

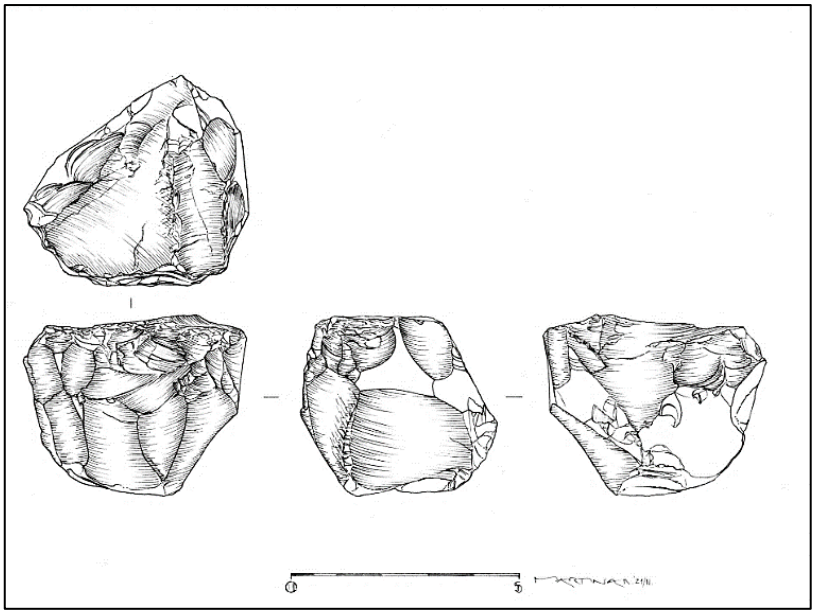
Od velike nodule sakupljene u uvali Kala uspjeli smo izraditi nekoliko odbojaka (slike 31 i 32). Lom je pravilan školjkasti, a rubovi odbojaka oštri. Stoga smo sirovinu s ove lokacije opredijelili kao vrlo dobru za većinu tehnoloških postupaka. Također, uspoređujući oblutke sakupljene na plažama na Vižuli, rtu Runke i uvali Kala, primjećujemo da svi imaju karakterističnu žutu patinu ili okorinu, dok su jedini izuzetak obluci sakupljeni u uvali Polje koji su pokriveni karakterističnom bijelom patinom. Prisutnost patine mogla bi pomoći pri raspoznavanju sirovine koja je sakupljena na plaži u sekundarnom depozitu od sirovine sakupljene unutar matične stijene.

Slika 31. Jezgra od sirovine iz uvale Kala od koje su odbijeni odbojci. Vidljiva je karakteristična žućkasta boja okorine.

Slika 32. Odbojci dobiveni eksperimentalnim cijepanjem iz sirovine sakupljene u uvali Kala.

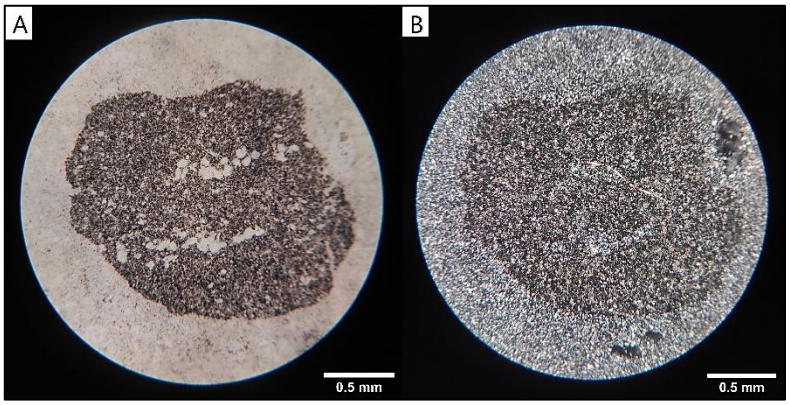
Slika 33. Jezgra pronađena prilikom terenskog pregleda uvale Kala.

Prilikom sakupljanja uzoraka sirovine na obali, pronašli smo i jednu klinastu jezgru (slike 33 i 34). Služila je za odbijanje odbojaka i sječiva, a s obzirom da je od lokalne sirovine iz uvale Kala, pretpostavljamo da su na licu mjesta cijepali sirovinu i izrađivali potrebno oruđe.



Slika 34. Jezgra pronađena prilikom terenskog pregleda uvale Kala (crtež: Martina Rončević).

Mikropetrografska analiza pokazala je da je riječ o rožnjacima kriptokristalaste strukture sa zonama mikrokristalastog kvarca te zonama s preostalom karbonatnom komponentom (mikrofotografija 13).

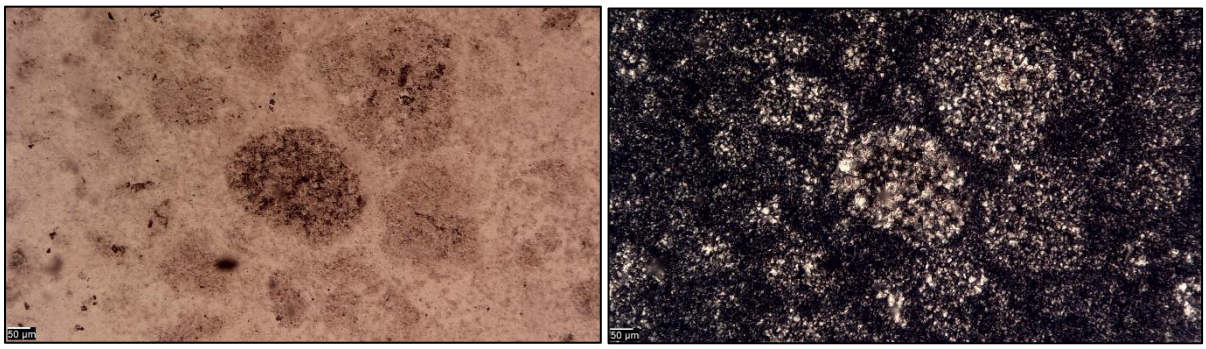


Mikrofotografija 13. Karbonatni litoklast u rožnjaku iz Uvale Kala, povećanje 40x. A) Paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.

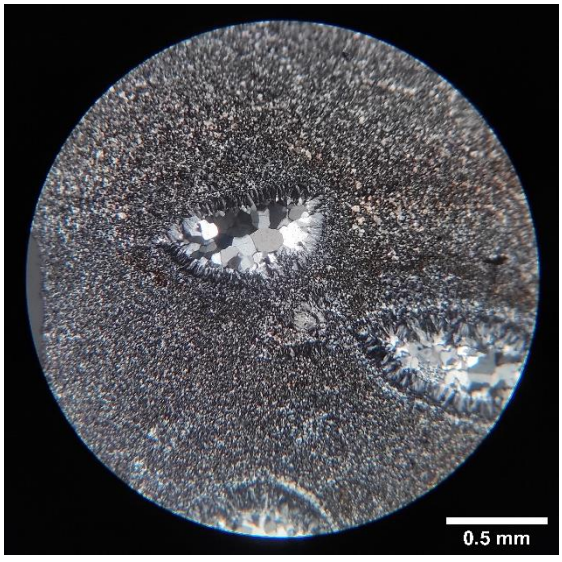
3.4.2 Marlera

Slika 35. Karakterističan izgled sirovine s Marlere. Povećanje 6x, mjerka je duljine 5 mm.

Na središnjem dijelu poluotoka Marlera na oranici na površini tla mogu se pronaći veći i manji komadi rožnjaka. Riječ je o sirovini sive do tamno sive boje s proslojcima svjetlijih nijansi (slika 35). Sirovina puca nepravilno, no unatoč tome pogodna je za cijepanje te izradu sječiva. Mikropetrografska analiza pokazala je da se većinom radi o sirovini kriptokristalaste strukture, ponegdje s 'duhovima' mikrofosila (radiolarija ili peleta; mikrofotografija 14) te krupnozrnastijim laminama. Kriptokristalasta struktura prošarana je porama koje su ispunjene fibroznim kvarcom i megakvarcom (koloidne forme; mikrofotografija 15). Riječ je o dijagenetskom laminiranom rožnjaku kod kojeg su primarne strukture karbonatne stijene ponekad sačuvane silicifikacijskim procesom.

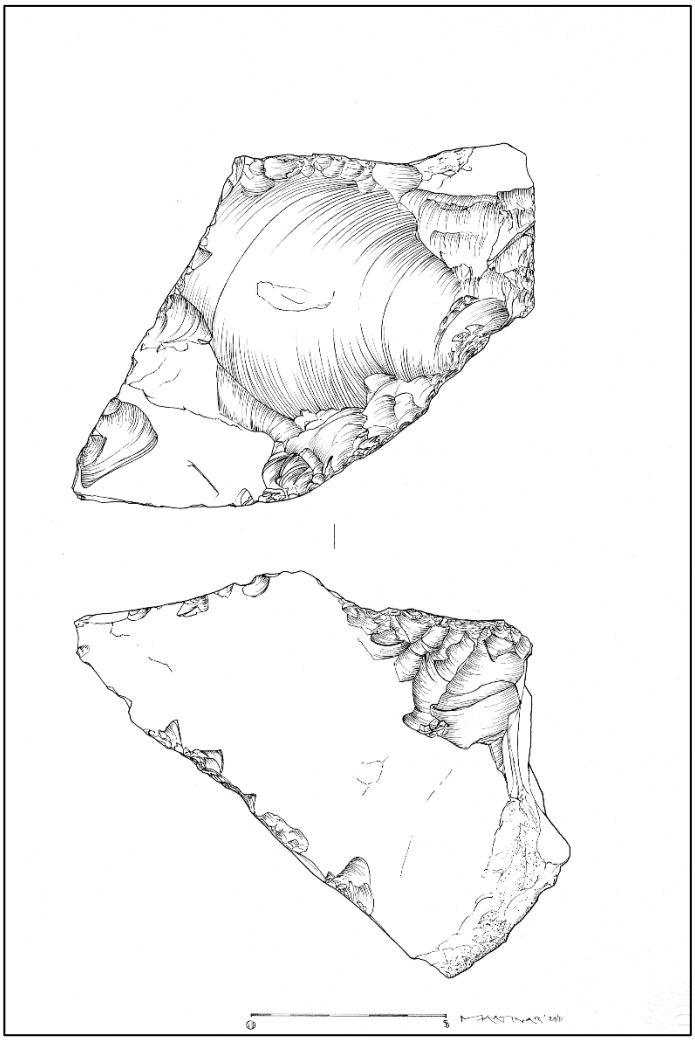


Mikrofotografija 14. Silicificirani mikrokristalasti 'duhovi' primarnog sastava karbonatne stijene u kriptokristalastoj strukturi rožnjaka s Marlere. Lijevo: paralelni nikoli, desno ukriženi nikoli.

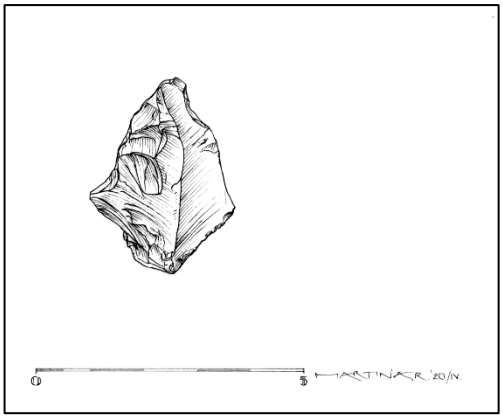


Mikrofotografija 15. Pore u kriptokristalastoj strukturi rožnjaka s Marlere ispunjene fibroznim kvarcom i megakvarcom.

Osim malih i većih paketa sirovine karakteristična izgleda, na području Marlere pronađeno je i nekoliko kamenih izrađevina iz iste sirovine (slike 36 i 37).



Slika 36. Jezgra pronađena prilikom terenskog pregleda na oranici, Marlera (crtež: Martina Rončević).



Slika 37. Oruđe pronađeno na oranici na Marleri (crtež: Martina Rončević).

Tablica 6. Karakteristike rožnjaka iz primarnih i sekundarnih ležišta na području hrvatskog dijela Istarskog poluotoka.

broj	porijeklo	ležište	boja sirovine	oblik prikupljene sirovine	dimenzije	prikladnost uzorka	izvor:
1	**Veli uzidanac**	nepoznato	nepoznato	nepoznato	nepoznato	nepoznato	Pellegatti
2	**Mraske griže**	primarno	siva	nepravilna nodula	nepoznato	2	Pellegatti
3	**Kupice**	primarno	zelenkasta	nepoznato	nepoznato	3	Pellegatti
4	**Gradec**	primarno	tamnosiva do crna	nodula	nepoznato	2	Pellegatti
5	**Grabrovica**	nepoznato	mat siva	nodula slojevito	nepoznato	4	Pellegatti
6	**Podmaj**	primarno	svijetlo siva	nepravilna nodula	nepoznato	3	Pellegatti
7	**Trebišća**	primarno	siva tamnosiva do crna	nodula	10-20 cm 20-40 cm	**3**	Pellegatti
8	**Trebišća**	sekundarno	N5 do N4, medium gray do medium dark gray	pločast	3-10 cm	3	Šprem
9	**Pod Trebišća**	primarno	„tamni ili crvenkasti“	pločast	nepoznato	4	Forenbaher 2006.
10	**Sveti Petar**	primarno	„tamni ili crvenkasti“	nodula	5-10 cm	4	Forenbaher 2006.
11	**Luckići**	primarno	5PB 6/1 do 5PB5/1, light gray do bluish gray	pločast	nepoznato	3	Pellegatti
12	**Poljaki**	primarno	5PB 6/1 do 5PB5/1, light	nodula slojevit	10-35 cm 5 cm	3	Pellegatti

			gray do bluish gray				
13	**Poljaki**	sekundarno	5YR 5/2 pale brown	pločast	10 cm	3	Šprem
14	**Zlatni rt**	primarno	nepoznato	nodula	oko 10 cm	nepoznato	Tišljar 2004.
15	**Vižula**	primarno	N8 do N5 very light gray do medium gray	nodula lećast	5-25 cm	4	Šprem
16	**Vižula**	sekundarno	N8 do N5 very light gray do medium gray	oblutak	5-25 cm	4	Šprem
17	**Marlera**	sekundarno	N8 do N4, very light gray do medium dark gray, s proslojcima 5B 7/6 light blue	pločast	3-12 cm	4	Šprem
18	**Rt Runke**	primarno	N9 do N5 white do medium gray	nodula lećast	5-20 cm	4	Šprem
19	**Uvala Polje**	primarno	N8 do N4, very light gray do medium dark gray, bliže okorini 5Y 8/1 yellowish gray	lećast	5-30 cm	4	Šprem
20	**Uvala Polje**	sekundarno	N8 do N4, very light gray do medium dark gray	oblutak	5-10 cm	4	Šprem
21	**Uvala Kala**	sekundarno	N8 do N4, very light gray do medium dark gray	oblutak	10 cm	4	Šprem

3.5 Pregled iskorištavanja silicijskih sedimentnih stijena na prapovijesnim nalazištima Istre

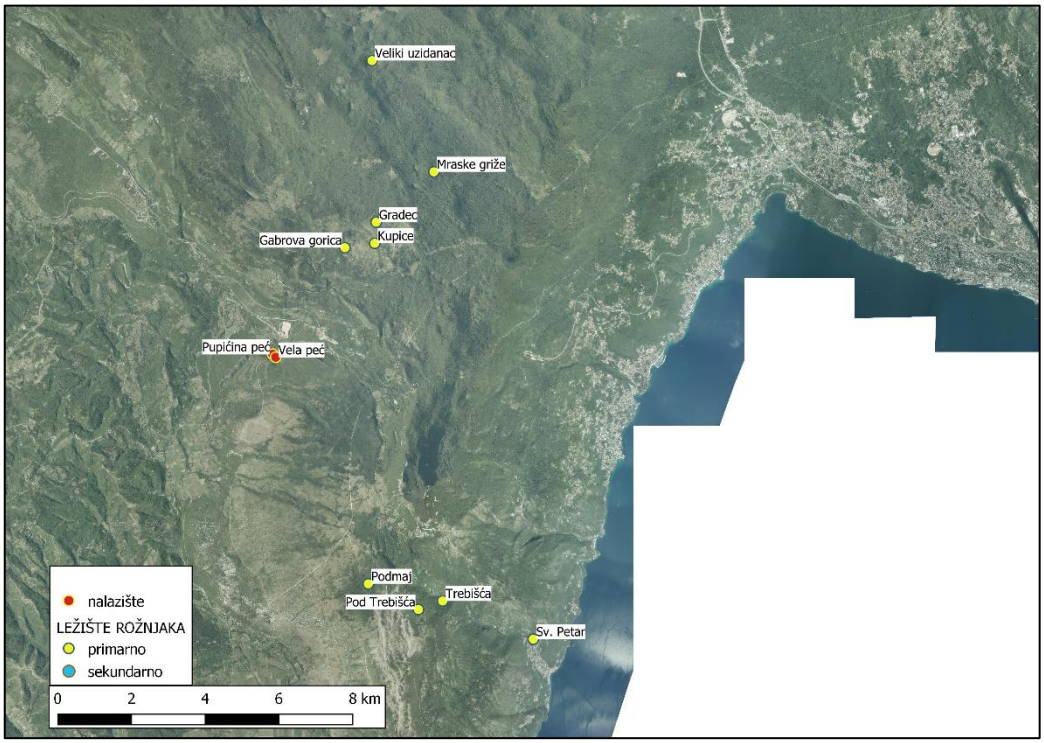
Iako je rožnjak kao sirovina vrlo često korišten u prapovijesti, cijepane kamene izrađevine iz prapovijesnih razdoblja mlađih od paleolitika rijetko su u fokusu arheologa. Iznimku u Istri čine nalazišta Pupićina peć (FORENBAHER 2006), Vela peć (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008) te Vrčevan (KOMŠO 2004).

Pupićina peć

Jedan od najkvalitetnije istraživanih, analiziranih i objavljenih nalazišta srednjeg neolitika na području Istarskog poluotoka zasigurno je Pupićina peć (MIRACLE I FORENBAHER 2006, HULINA I DR. 2011, i dr.). Pupićina peć nalazi se u sjeveroistočnoj Istri, na sjevernim padinama Vele drage, na zapadnom dijelu planinskog masiva Učke (slika 38). Sustavna istraživanja provedena su od 1995. do 2002. godine u sklopu projekta „Pupićina peć“ koji je za cilj imao istraživanja klimatskih i kulturnih promjena na sjevernom Jadranu između 13 000 i 6000 godina pr. Kr. (HULINA I DR. 2011, 139). Iskopano je nekoliko post-mezolitičkih horizonata; I (starija faza srednjeg neolitika), H (mlađa faza srednjeg neolitika), G (kasni neolitik), F (srednje brončano doba), E (srednje brončano doba), D (kasno brončano doba), C (željezno doba?), te B (željezno doba). Horizont A predstavljao je rimske i miješane nalaze (MIRACLE I FORENBAHER 2006, 80 – 101).

Srednji neolitik u Pupićinoj peći radiokarbonski je datiran oko 5500. pr. Kr. pa sve do oko 5000. pr. Kr., što predstavlja jedne od starijih skupova srednjoneolitičkih nalaza s područja istočnog Jadrana (FORENBAHER I KAISER 2006, 172). Keramički ulomci dijelovi su posuda koje se većinom mogu razvrstati u nekoliko glavnih klasa; otvorene zdjele, zdjele više ili manje uvučena oboda, kuglaste zdjele, bikonični tanjuri i šalice, te ritoni (slika). U skupu keramičkih nalaza nema lonaca ni ručki, kao ni slikanih ukrasa; lonci se drugdje na Jadranu za vrijeme srednjeg neolitika pojavljuju vrlo rijetko, ručki nema, no slikanje je jedno od glavnih obilježja ovog razdoblja dalje prema jugoistoku (BATOVIĆ 1979, 544 – 547). Razlika između dvaju horizonata srednjeg neolitika Pupićine peći jest u oblicima posuda; dok se u mlađoj podfazi srednjeg neolitika (horizont H) nalaze oblici tipični za to razdoblje, kao što su bikonične posude, ritoni, tanjuri ili pak spiralni ukrasni motivi, u starijoj podfazi (horizont I) prevladavaju „generični neolitički oblici“ (FORENBAHER I KAISER 2006, 179). Uz to, u horizontu I javljaju se ulomci keramike ukrašeni utiskivanjem, no nedostaje klasično ukrašavanje impresso

keramike. Usprkos tome, radiokarbonski datum smješta horizont I oko 5500. g. pr. Kr., što je autore navelo da horizont opredijele kao mogući „finalni“ ranoneolitički boravak, unatoč maloj veličini uzoraka (FORENBAHER I KAISER 2006, 179).



Slika 38. Položaj Pupićine i Vele peći te okolnih ležišta rožnjaka.

Iz post-mezolitičkih slojeva Pupićine peći prikupljene su ukupno 123 izrađevine od cijepanog kamena; iz srednjoneolitičkih horizonata H i I dolazi ukupno 86 izrađevina, dok iz kasnoneolitičkog horizonta G dolazi 15 izrađevina. Iz horizonata brončanog i željeznog doba (F, E, D, C i B) potječe ukupno 10% izrađevina (FORENBAHER 2006, 232). Stoga većina izrađevina pripada razdoblju neolitika.

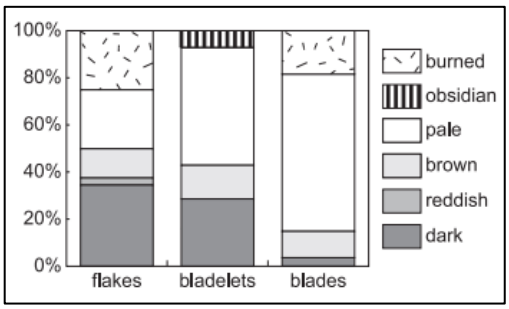
U analizi su na svim izrađevinama makroskopskim ispitivanjem bilježeni boja, prozirnost, uklopljene čestice i strukture, boja okorine, sjaj te promjene izazvane zagrijavanjem (FORENBAHER 2006, 225 – 226). Shodno tome, sirovine su podijeljene u četiri grupe: „tamni rožnjaci“ (variraju od crne i tamnosive do sive), „svijetli rožnjaci“, „smeđi rožnjaci“ i „crvenkasti rožnjaci“ (slika 40) (FORENBAHER 2006, 226 – 227). Jedna je izrađevina od cijepanog kamena izrađena iz opsidijana s liparskog otočja (FORENBAHER 2006, 226). Sličnosti postoje između „svijetlih“ i „smeđih rožnjaka“, kao što su prozirnost, česte uklopljene bijele točkice ili mrlje te okorina blijede boje. Isto vrijedi i za „tamne“ i „crvenkaste rožnjake“

koji su slični po neprozirnosti te malom broju i maloj raznovrsnosti uklopljenih elemenata. Stoga su istraživači materijal podijelili na dvije velike grupe sirovina – jedna sadrži „svijetle“ i „smeđe rožnjake“, a druga „tamne“ i „crvenkaste“. „Tamni“ rožnjaci se u malim paketima pojavljuju u neposrednoj blizini nalazišta, stoga su određeni kao lokalna sirovina, dok je analiza „svijetlih“ i „smeđih“ rožnjaka pokazala da je riječ o sirovini koja je vjerojatno porijeklom iz udaljenijih krajeva, van Istre (FORENBAHER 2006, 227-228).

U litičkom materijalu iz post-mezolitičkih slojeva Pupićine peći najviše je zastupljena kategorija „tamnih rožnjaka“ s 36% (44 izrađevine), iza kojih odmah slijede „svijetli rožnjaci“ s 35% (43 izrađevine). „Smeđi rožnjaci“ zastupljeni su s 12 izrađevina, što čini 10%, a „crvenkasti rožnjaci“ s devet izrađevina, odnosno 7% (FORENBAHER 2006, 226-227).

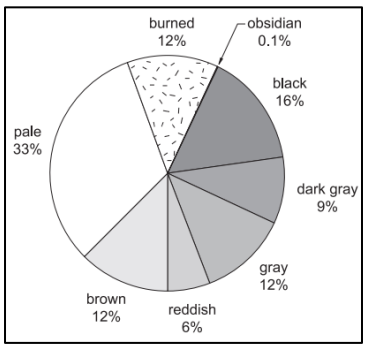
Što se tiče morfoloških kategorija izrađevina, sječiva su izrađivana gotovo isključivo od „svijetlih“ ili „smeđih rožnjaka“, kao i većina oruđa na sječivima, dok je polovica svih oruđa na odbojcima izrađivana na “tamnim rožnjacima“ i “crvenkastim rožnjacima“ (slika 39) (FORENBAHER 2006, 229).

Raw Material	Flakes	Bladelets	Blades
obsidian		1	
dark chert	11	4	1
black	*5*	*1*	
dark gray	*5*	*3*	
gray	*1*		*1*
reddish chert	1		
brown chert	4	2	3
pale chert	8	7	18
indeterminate	8		5
Total	**32**	**13**	**27**



Slika 39. Zastupljenost vrsta izrađevina prema grupi sirovina na nalazištu Pupićina peć (preuzeto iz FORENBAHER 2006, 230).

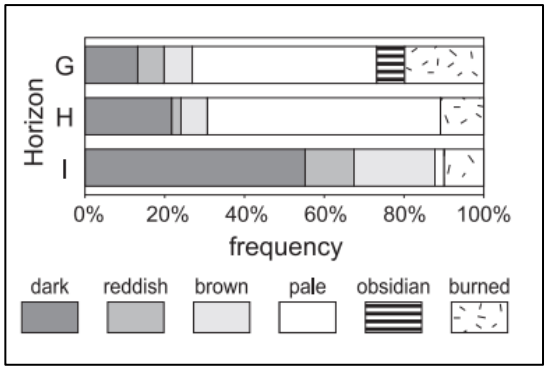
Što se tiče različitih horizonata naseljavanja Pupićine peći za vrijeme neolitika, analiza izrađevina pokazala je da zastupljenost sirovina iz udaljenijih krajeva postaje veća u mlađim fazama (slika 41). Većina sirovine iz starije podfaze srednjeg neolitika (horizont I) lokalnog je porijekla; riječ je o „tamnim rožnjacima“ i „crvenkastim rožnjacima“. Strani „svijetli



Slika 40. Postotna zastupljenost različitih grupa sirovina u materijalu iz post-mezolitičkih slojeva Pupićine peći (preuzeto iz FORENBAHER 2006, 227).

rožnjaci“ zastupljeni su s jednim komadom, dok „smeđi rožnjaci“ čine oko 20% nalaza (FORENBAHER 2006, 238).

	Frequency (N)		
Raw Material	**I**	**H**	**G**
obsidian			1
dark chert	*22*	*10*	2
black	*10*	*5*	*1*
dark gray	*5*	*5*	
gray	7		*1*
reddish chert	5	1	1
brown chert	8	3	1
pale chert	1	27	7
indeterminate	4	5	3
Total	**40**	**46**	**15**



Slika 41. Zastupljenost različitih vrsta sirovina u horizontima neolitika na nalazištu Pupićina peć (preuzeto iz FORENBAHER 2006, 238).

Tijekom mlađe faze srednjeg neolitika (horizont H) pribavljanje sirovine iz udaljenijih krajeva postalo je učestalije – „svijetli rožnjaci“ zastupljeni su s 58%. U kasnoneolitičkoj fazi (horizont G) pojavljuje se i opsidijan što ponovo govori o pribavljanju sirovine iz udaljenih krajeva (FORENBAHER 2006, 238).

Iz svega navedenog možemo zaključiti da je u starijoj fazi srednjeg neolitika u većem postotku korištena lokalna sirovina, dok je u mlađoj fazi srednjeg neolitika strana sirovina postala više tražena. Slični trend nastavio se i u kasnom neolitiku kada je bio prisutan i opsidijan. Taj nam trend govori o intenziviranju razmjene sirovine tijekom srednjeg i kasnog neolitika. Odbojci su češće izrađivani od lokalne sirovine, dok je strana, kvalitetnija, sirovina korištena za izradu prizmatičnih sječiva. Strana je sirovina donošena na nalazište u obliku jezgara ili već gotovih proizvoda (oruđa) na što ukazuje mali postotak zastupljenosti okorine na izrađevinama od stranog rožnjaka.

Vela peć

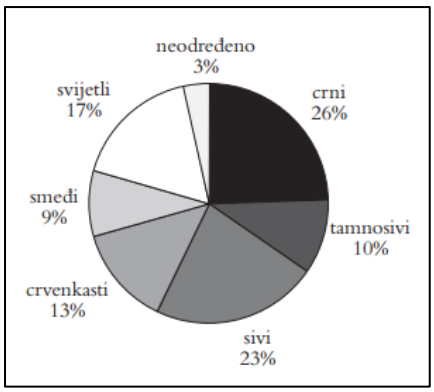
Vela peć je pripećak koji se nalazi preko puta Pupićine peći u kanjonu Vela draga u sjevernoj Istri (slika 38). Istraživana je krajem 20. stoljeća, a istražene naslage podijeljene su u sedam kronoloških faza: najstarija faza 1 pripada mezolitiku, faza 2 pripada srednjem neolitiku, faza 3 kasnom neolitiku, faza 4 srednjem ili kasnom brončanom dobu, faza 5 kasnom brončanom ili željeznom dobu, faza 6 ostala je neopredijeljena te faza 7 koja spada u kasnu antiku (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 6).

Tijekom istraživanja prikupljeno je ukupno 199 cijepanih kamenih izrađevina; 35 komada pripada mezolitičkoj fazi, stoga o njima neće biti rasprave na ovom mjestu, dok je 20 predmeta sakupljeno bez konteksta. Iz sigurnih post-mezolitičkih konteksta dolaze 144 izrađevine od cijepanog kamena (tablica 7). Iz neolitičke faze dolazi 116 izrađevina, a iz brončanodobne faze 28 izrađevina. No, obilježja nalaza, kao i analiza konteksta iz kojih potječu spomenuti brončanodobni nalazi ukazali su na to da je riječ o zaostalim nalazima iz ranijih faza boravka na nalazištu, točnije iz neolitičkih faza (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 7-8).

Tablica 7. Zastupljenost izrađevina od cijepanog kamena po fazama, nalazište Vela peć (preuzeto iz FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 24).

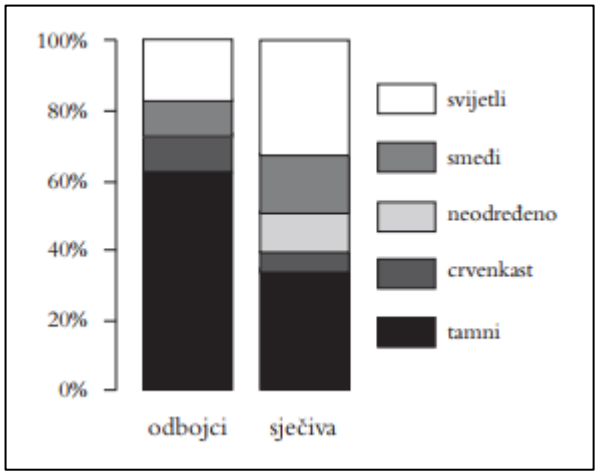
		broj	težina	učestalost		površina	zapremina
Faza	Razdoblje	n	g	n/m³	g/m³	m²	m³
2	Srednji neolitik	39	39,2	35,5	35,6	3	1,1
3	Kasni neolitik	77	78,1	64,2	65,1	4	1,2
4	Srednje / kasno brončano doba	28	16,4	17,5	10,3	12	1,6
5	Kasno brončano / željezno doba	0	0,0	0,0	0,0	23	16,1
6	?	0	0,0	0,0	0,0	35	38,5
7	Kasnoantičko razdoblje	0	0,0	0,0	0,0	84	49,8
Ukupno		144	133,7	1,3	1,2	84	108,3

Metodologija analize litičkog skupa nalaza iz Vele peći jednaka je onoj primijenjenoj na cijepanim litičkim nalazima iz Pupićine peći što omogućuje usporedbu dvaju nalazišta. Na svakoj izrađevini bilježena su svojstva sirovine kao što su boja materijala, boja okorine, prozirnost te uklopljene čestice (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 8). Bilježene su i mrežaste i jamičaste pukotine koje su pokazatelji izlaganja visokoj temperaturi, kao i sjaj uz radne rubove koji ukazuju na upotrebu i trošenje (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 9).

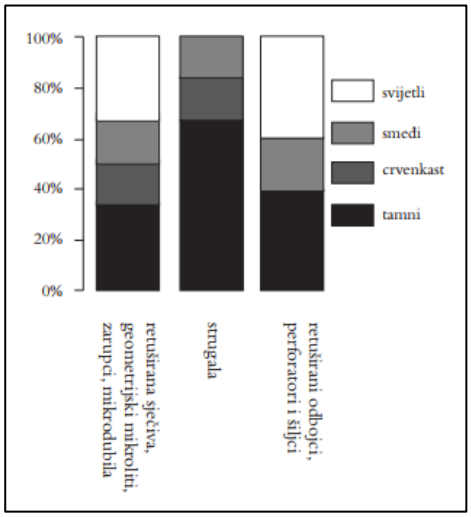


Slika 42. Zastupljenost po težini pojedinih grupa sirovina u Veloj peći (preuzeto iz FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 9).

Sirovina je klasificirana kao „tamni“, „crvenkasti“, „svijetli“ i „smeđi rožnjaci“, kao i u Pupićinoj peći. U kategoriju neodređeno spadaju potpuno spaljeni komadi (slika 42). „Tamni“ i „crvenkasti rožnjaci“ lokalnog su porijekla, dok su „svijetli“ i „smeđi rožnjaci“ stranog porijekla (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 9). „Crvenkasti rožnjaci“ slični su „tamnim rožnjacima“ po svemu osim po boji. Vjerojatno je upravo riječ o „tamnim rožnjacima“ koji su uslijed izlaganja visokoj temperaturi promijenili boju, na što ukazuju jasni tragovi zagrijavanja na preko 60% izrađevina od „crvenkastog rožnjaka“. Važno je pripomenuti da se smatra kako su ove izrađevine slučajno izložene visokim temperaturama; nema naznaka svjesne termičke obrade (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 10).



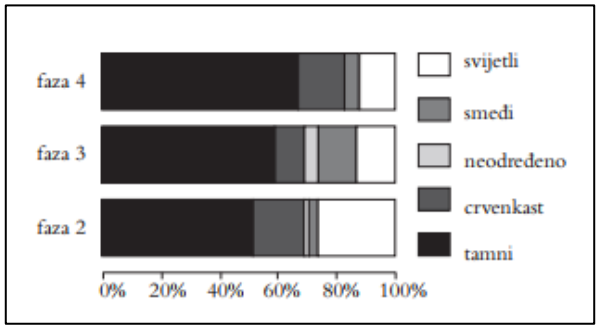
Slika 43. Zastupljenost pojedinih grupa sirovina prema vrsti izrađevina (preuzeto iz FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 9).



Slika 44. Zastupljenost pojedinih grupa sirovina prema vrsti oruđa (preuzeto iz FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 10).

Čini se kako su se dvije glavne grupe sirovina na nalazištu koristile na drugačije načine (slike 43 i 44). Za izradu sječiva više se koristio „svijetli“ i „smeđi rožnjak“, dok su odbojci više izrađivani od „tamnih rožnjaka“, kao i strugala. Izrađevine od „svijetlih“ i „smeđih rožnjaka“ veće su, izduženije i tanje od onih izrađenih iz „tamnih“ i „crvenkastih rožnjaka“.

Do razlike je moglo doći uslijed različitih veličina paketa sirovine, ali i primjenjivanja različite strategije redukcije na različitoj sirovini (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 10).



Slika 45. Zastupljenost po težini pojedinih grupa sirovina po fazama nalazišta (preuzeto iz FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 10).

Ako promatramo po fazama nalazišta, zamjetno je opadanje „svijetlih rožnjaka“ u fazi 3 (kasni neolitik) te fazi 4 (brončano doba; moguća pripadnost i ranijoj fazi). „Tamni“ i „crvenkasti rožnjaci“ čine dvije trećine skupa nalaza u obje faze neolitika, te preko 80% u brončanodobnoj fazi. To nam pokazuje povećanje upotrebe lokalne sirovine u odnosu na stranu u mlađim fazama nalazišta (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 14). Velika količina krhotina ukazuje na to da se u Veloj peći odvijala aktivnost cijepanja. Sirovini su pristupili vrlo štedljivo o čemu svjedoče gotovo potpuno iscrpljene jezgre te izrađevine s vidljivim oštećenjima od intenzivne upotrebe (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 18-19).

Autori S. Forenbaher, P. Rajić Šikanjić i P. T. Miracle usporedili su nalaze lončarije i cijepanih kamenih izrađevina iz Vele peći i nedaleke Pupićine peći te utvrdili da je riječ o „jedinstvenoj funkcionalnoj cjelini“ (FORENBAHER I DR. 2008, 34). Učestalost lončarije u Veloj peći je niža od one u odgovarajućim horizontima Pupićine peći, dok je situacija sa cijepanim kamenim izrađevinama obrnuta – njihova učestalost u Veloj peći je viša nego u odgovarajućim fazama Pupićine peći (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 22). Analize ukazuju na to da se tijekom neolitika rožnjak sve manje cijepa u Pupićinoj peći, a sve više u Veloj peći. Također, u Pupićinu peć donose se gotova oruđa napravljena od kvalitetnih, ali stranih sirovina, dok se u Veloj peći proizvode izrađevine od lokalnog, ali manje kvalitetnog rožnjaka. „To seljenje litičkih proizvodnih aktivnosti iz Pupićine u Velu peć moglo bi upućivati na sve jasniju podjelu funkcija dviju susjednih špilja.“ (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 23).

Vrčevan

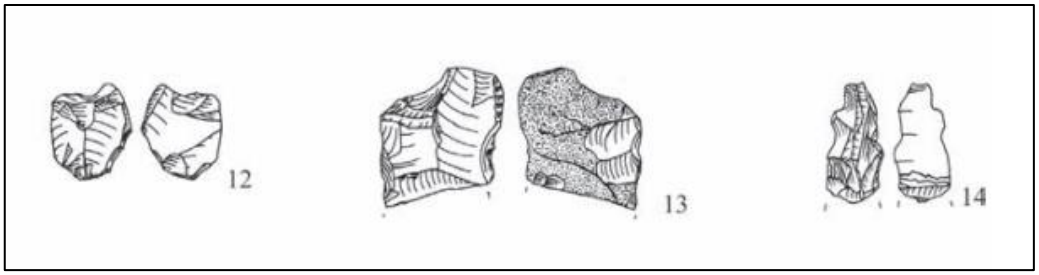
Vrčevan je naziv za brežuljak nedaleko Medulina u južnoj Istri (slika 46) (KOMŠO 2004, 7). Tijekom zaštitnog istraživanja 2002. i 2003. godine prikupljeno je ukupno 223 ulomaka keramike, većina kojih pripada prapovijesnom razdoblju (KOMŠO 2004, 11-13). Manji dio prapovijesnih ulomaka može se svrstati u razdoblje ranog neolitika, odnosno u prvu fazu impresso kulture (KOMŠO 2004, 13-15). Počeci ovog ranoneolitičkog naselja sežu u kraj faze A2 i početak faze B1, a traje tijekom faza B2/C po J. Mülleru (KOMŠO 2004, 20).

Slika 46. Položaj nalazišta Vrčevan u odnosu na obližnja ležišta rožnjaka.

Osim keramičkih nalaza, na Vrčevanu je pronađeno 12 cijepanih kamenih izrađevina; među kojima tri odbojka, jedno sječivo, dvije pločice te dvije jezgre (slika 47). Ostalo spada u lomljevinu te u neodređene komadiće. Sedam izrađevina je bez tragova obrade, dok tri izrađevine sadrže dodatnu obradu (KOMŠO 2004, 16-17). Važno je spomenuti jedan ulomak sječiva sa sjajem srpa na bočnom rubu što ukazuje na njegovu upotrebu za rezanje biljnog materijala (KOMŠO 2004, 18).

Najčešće zastupljena sirovina među izrađevinama je ona dostupna na poluotoku Marlera. Od 12 izrađevina, njih 10 je izrađeno iz spomenute sirovine. Jedan primjerak je sivi rožnjak porijeklom s poluotoka Vižula, dok je jedna izrađevina oštećena uslijed izlaganja visokim temperaturama. Analiza okorine na izrađevinama ukazuje na to da je primarna dekortifikacija, odnosno skidanje okorine sa sirovine, obavljana na drugom mjestu, a ne na

samom nalazištu. Naime, okorina je zabilježena na samo četiri izrađevine, što čini jednu trećinu nalaza, i to između 1 i 24% ukupne pokrivenosti dorzalne površine. D. Komšo, istraživač Vrčevana, smatra kako je već na ležištima sirovinskog materijala, kao na primjer na poluotocima Marleri i Vižuli, obavljana primarna dekortifikacija, a sirovinski je materijal na nalazište donošen u obliku gotovog proizvoda ili poluproizvoda (KOMŠO 2004, 18).



Slika 47. Neke od cijepanih kamenih izrađevina s nalazišta Vrčevan (preuzeto iz KOMŠO 2004, 30).

3.6 Pribavljanje sirovinskog materijala u prapovijesti

Kao što je navedeno ranije, rožnjak u prirodi nastaje i javlja se na nekoliko načina. Slojeviti rožnjaci pojavljuju se u obliku debelih paketa sastavljenih od tankoslojevitih naslaga rožnjaka različite boje unutar šejlova ili pješčenjaka (TIŠLJAR 2004, 218-219). Najčešće je riječ o rožnjacima dijagenetskog porijekla, radiolarijskim rožnjacima ili radiolaritima i slično. Vrlo se često pojavljuju u stijenama prekambrijske, paleozojske i mezozojske starosti, posebice u jurskim i krednim naslagama na cijelom planetu (TIŠLJAR 2004, 219). Na području sjeverne Hrvatske poznati su jurski i kredni radiolariti za koje se pretpostavlja da su korišteni u prapovijesnim zajednicama (HALAMIĆ I DR. 2001; HALAMIĆ I DR. 2005; HALAMIĆ I ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2009). Na području Istre to bi mogli biti rožnjaci kod naselja Podmaj na Učki koje spominje S. Forenbaher u svom radu (FORENBAHER 2006, 246).

Nodularni rožnjaci pojavljuju se unutar karbonatnih sedimentnih stijena kakve su vapnenci i dolomiti, a ponekad i unutar pelitnih i pješčanih sedimenata. Primjer takvih nodula možemo vidjeti u gornjocenomanskim vapnencima u južnoj Istri. Zbog svoje otpornosti na trošenje, nodule rožnjaka često se ističu iz matične stijene u kojoj se nalaze, ili se pak nakupljaju kao samostalne valutice pri dnu izdanaka ili padina, u potocima ili rijekama, morskim plažama i slično (TIŠLJAR 2004, 219-220), kao što je to slučaj na primjer u uvali Polje na Premanturi.

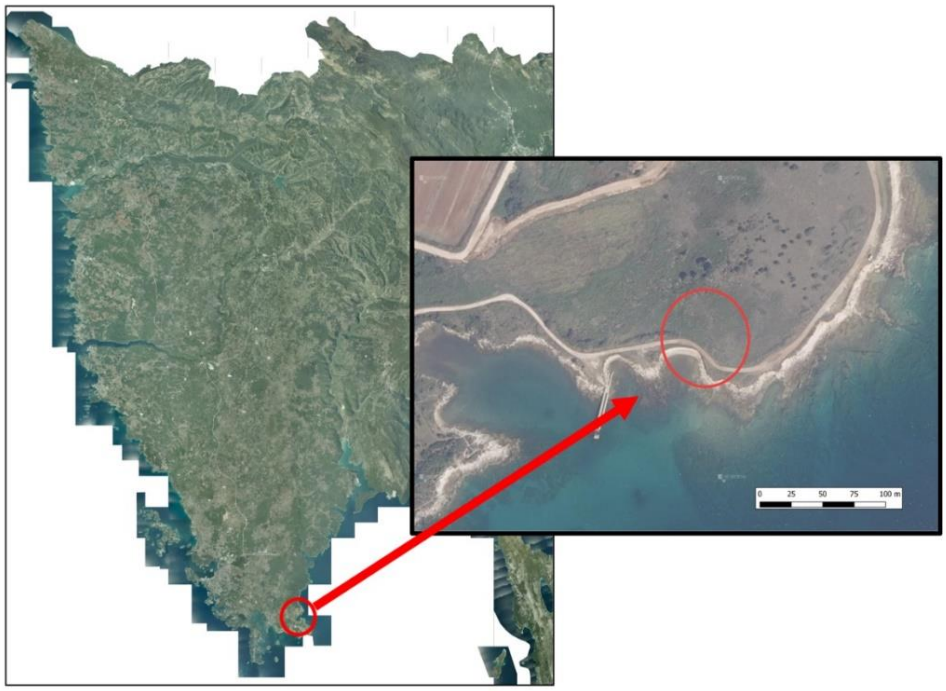
U slučaju slojevitih i nodularnih rožnjaka riječ je o primarnim ležištima; rožnjak pronalazimo na mjestu gdje je nastao. S druge strane, kada ga nalazimo kao samostalne valutice ili oblutke na plažama ili u riječnim nanosima, riječ je o takozvanom sekundarnom ležištu rožnjaka; rožnjak se ne nalazi na mjestu gdje je nastao, već je uslijed atmosferskih prilika, tektonike, djelovanja prirodnih sila i ostalih djelatnosti dospio na drugo mjesto (CAUX I BORDES 2016, 12). Na takvim mjestima rožnjak je lakše sakupiti nego kad se nalazi u matičnoj stijeni.

No, dostupnost i kvaliteta sirovinskog materijala nije uvijek ključan faktor u odabiru, već to mogu biti i tradicija određene zajednice, odnosi s drugim grupama, mobilnost grupe, znanje o izvorima te ostali faktori (HALAMIĆ I ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2009, 20). Poznati su rudnici rožnjaka iz Arnhofena u Njemačkoj kojim se trgovalo još u vrijeme kulture linearnotrakaste keramike (BALEN 2006; KOCH I DR. 2013). Za područje istočnog Jadrana važan je rožnjak koji potječe s rta Gargano na zapadnoj jadranskoj obali. U rudniku Defensola A na rtu Gargano najranija eksploatacija povezuje se s nositeljima kulture impresso-keramike te radiokarbonski datira između 5980. do 5790. prije Krista (CONSUEGRA I DIAZ-DEL-RIO 2018, 5). Eksploatacija rožnjaka na ovom rtu trajala je 3500 godina, do sredine 3. tisućljeća i bakrenog doba, a poznato je ukupno 18 rudnika (TARANTINI I DR. 2010; TARANTINI I DR. 2011). Na istočnoj jadranskoj obali rožnjak s Gargana pojavljuje se od najranijeg neolitika (FORENBAHER 2021, 128), što ukazuje na intenzivnu razmjenu i/ili trgovinu između dvije obale Jadrana.

4. ISKORIŠTAVANJE SILICIJSKIH SEDIMENTNIH STIJENA U NEOLITIKU ISTRE NA PRIMJERU NALAZIŠTA KARGADUR I VIŽULA

Kargadur

Nalazište Kargadur nalazi se u sjevernom dijelu uvale Kuje u južnoj Istri, oko dva kilometra jugoistočno od Ližnjana (slika 48). Riječ je o naselju iz ranog i srednjeg neolitika koje se počelo istraživati 2002. godine (slika 49) (KOMŠO 2005; KOMŠO 2006a; KOMŠO 2006b). Na nalazištu su u horizontu ranog neolitika zabilježeni ostaci kopnenih i morskih životinja, keramički ulomci i kamene izrađevine, dok su analize paleobotaničkih ostataka pokazale da su stanovnici naselja u uzgajali ječam, pšenicu, mahunarke i pir (KOMŠO 2006a, 235). Važan nalaz svakako su četiri koštane udice i više koštanih poluproizvoda koji svjedoče o ribarskoj tradiciji naselja te predstavljaju jedinstven nalaz iz vremena ranog neolitika na području istočne jadranske obale. Prva faza naselja datira između 5710. i 5630. godine prije Krista, no nije poznato koliko je dugo trajalo naselje te je li nastanjivano više puta tijekom ranog neolitika (KOMŠO 2006a, 235).



Slika 48. Položaj nalazišta Kargadur (prema KOMŠO 2006a, izvor: Geoportal).

Slika 49. Ulomci ranoneolitičke keramike s nalazišta Kargadur (preuzeto iz KOMŠO 2005, 213; KOMŠO 2006a, 234).

Nakon ranoneolitičke faze i hijatusa, na Kargaduru je ponovno formirano naselje u razdoblju srednjeg neolitika. Ističe se prisutnost goveda koje je dotad nezabilježeno na nalazištu. Važan je i nalaz 25 ulomaka opsidijana koji svjedoče o razgranatoj gospodarskoj mreži za vrijeme srednjeg neolitika, a čije je izvorište u većinskom dijelu na otočju Lipari sjeverno od Sicilije (TYKOT 2014, 178). Za razliku od keramike iz razdoblja ranog neolitika koja je oksidacijski pečena te time pokazuje crvenu boju, srednjoneolitička keramika je pečena redukcijski te je stoga često crne boje. Ističu se i prizmatična sječiva izrađena od visokokvalitetnog rožnjaka stranog porijekla (KOMŠO 2006a, 235).

Za potrebe ovog rada analiziran je litički materijal pronađen u sondi 3 istraživanoj 2005. i 2006. godine. Odrađena je analiza proizvodnog postupka (tehnološka analiza) i tipološka analiza kao i makroskopska analiza sirovina kamenih izrađevina. Litički je materijal podijeljen po horizontima ranog (horizonti B2, C1 i C2) i srednjeg neolitika (horizont B1), te u miješani horizont (horizont A) (KOMŠO 2005, 213). Horizont A tvore recentni slojevi s manjom količinom kulturnih nalaza u sekundarnoj depoziciji u kojima je pronađena 691 izrađevina. Horizonte ranog neolitika čini 570 izrađevina, dok su u horizontima srednjeg neolitika pronađene 923 izrađevine; ukupno 2184 izrađevina. Nepoznatom horizontu iz sonde 3 pripada 199 izrađevina koje nisu ušle u analizu izrađevina iz sonde 3.

Vižula

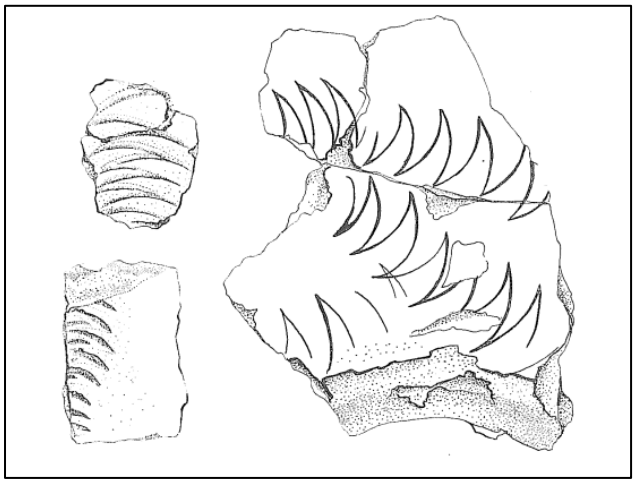
Nalazište Vižula nalazi se oko 3,5 kilometara zapadno od nalazišta Kargadur (slika 50). Riječ je o malom poluotoku kružna oblika nedaleko današnjeg naselja Medulin. Neolitičko nalazište otkriveno je 1969. godine kada je otvorena i prva sonda (BAĆIĆ 1969). Kasnije je nalazište istraživano između 1972. i 1974. godine (CODACCI 2002, 151).

Slika 50. Položaj neolitičkog nalazišta na Vižuli (prema SPATARO 2002, 43; izvor: Geoportal).

Sloj ranog neolitika debljine 20 cm ležao je na matičnoj stijeni na dubini od 40 cm od današnje površine (BAĆIĆ 1969, 23). Pronađeno je nekoliko ognjišta i jama, a među nalazima ističu se fragmenti keramike s impresso ukrasom, kućni lijep te nekoliko tisuća cijepanih kamenih izrađevina (slike 51 i 52). B. Baćić je istaknuo kako je sloj ranog neolitika pronađen neporemećen, odnosno *in situ* (BAĆIĆ 1969, 24). Postoje dva radiokarbonska datuma za neolitički sloj: 5655-5545 BP (HD-12093) i 5220-4950 BP (HD-11733) (CHAPMAN I MÜLLER 1990, 130).

Nalaz kućnog lijepa ukazuje na postojanje nadzemnih kuća i naselja u blizini otvorenih sondi, dok velika količina cijepanih kamenih izrađevina s okorinom te jezgre ukazuju da se može raditi o aktivnostima povezanih s ekstrakcijom i prvotnom obradom rožnjaka

(SPATARO 2002, 43-44). Veliku količinu izrađevina i jezgara s okorinom potvrdila je i naša analiza.



Slika 51. Izabrani ulomci impreso keramike pronađeni na nalazištu Vižula (preuzeto iz *Arheološki pregled* 11, 1969, T. VII).

Slika 52. Jezgra iz lokalne vižulanske sirovine pronađena u kulturnom sloju.

Na nalazištu su pronađene i životinjske kosti te velika količina školjaka, najčešće *Cardium edule, Lamarcki* i oštrige. Malo se zna o vrstama zastupljenih životinja, osim da je većinom riječ o ovikapridima. Čini se kako se strategija preživljavanja stanovnika Vižule sastojala od lova, ribolova te poljoprivrede (SPATARO 2002, 44).

Za potrebe ovog rada analizirano je 2834 komada litičkog materijala. Dio materijala dolazi iz istraživanja nalazišta, dok je nekoliko komada sakupljeno „iz zemljanog sloja na južnoj obali Vižule“, nekoliko komada je izvađeno „iz sloja crvenice sa jugoistočne obale“, a nekoliko je komada sakupljeno „sa same obale na prevlaci gdje su antički grobovi“[5]. Nekoliko je komada pronađeno u nesigurnom kontekstu zajedno s rimskom keramikom ili crnim i bijelim teserama. Dio materijala nije imao podatke o kontekstu nalaza. Zbog nepovoljne situacije s pandemijom COVID-19 te preseljenja Arheološkog muzeja Istre u Puli, nismo bili u mogućnosti dovršiti analizu cjelokupnog materijala. Također, ne možemo reći koliki udio cjelokupnog litičkog materijala pronađenog na Vižuli predstavlja naš uzorak. S obzirom na sve navedeno, kao i na manjkavost dokumentacije vođene tijekom iskopavanja, ovaj litički materijal može predstavljati nasumično odabrani uzorak.

Litičku analizu 416 komada s Vižule, s naglaskom na tipološku analizu, provela je nedavno G. Codacci-Terlević (CODACCI 2002). Njezina je analiza pokazala da je 91,75% izrađevina izrađeno iz lokalne sirovine s Vižule označene kao „st 1“, dok je 4,37% izrađevina

[5] Podaci iz dokumentacije s istraživanja koja se čuva u Arheološkom muzeju Istre u Puli.

izrađeno iz podtipa lokalne sirovine označenog kao „st 2“. Treća vrsta sirovine označena kao „st 3“ je tamnosivo-smeđi rožnjak bolje kvalitete zastupljen u 2,91% izrađevina. Iz bijelog rožnjaka, vjerojatno egzogenog porijekla i označenog kao „st 4“, izrađeno je oko 0,73% analiziranih izrađevina. Izrađevine iz vapnenačkih oblutaka zastupljene su s 0,96% (CODACCI 2002, 159-161). Mi smo svoju analizu proveli neovisno o njezinim rezultatima.

4.1 Analiza proizvodnog postupka

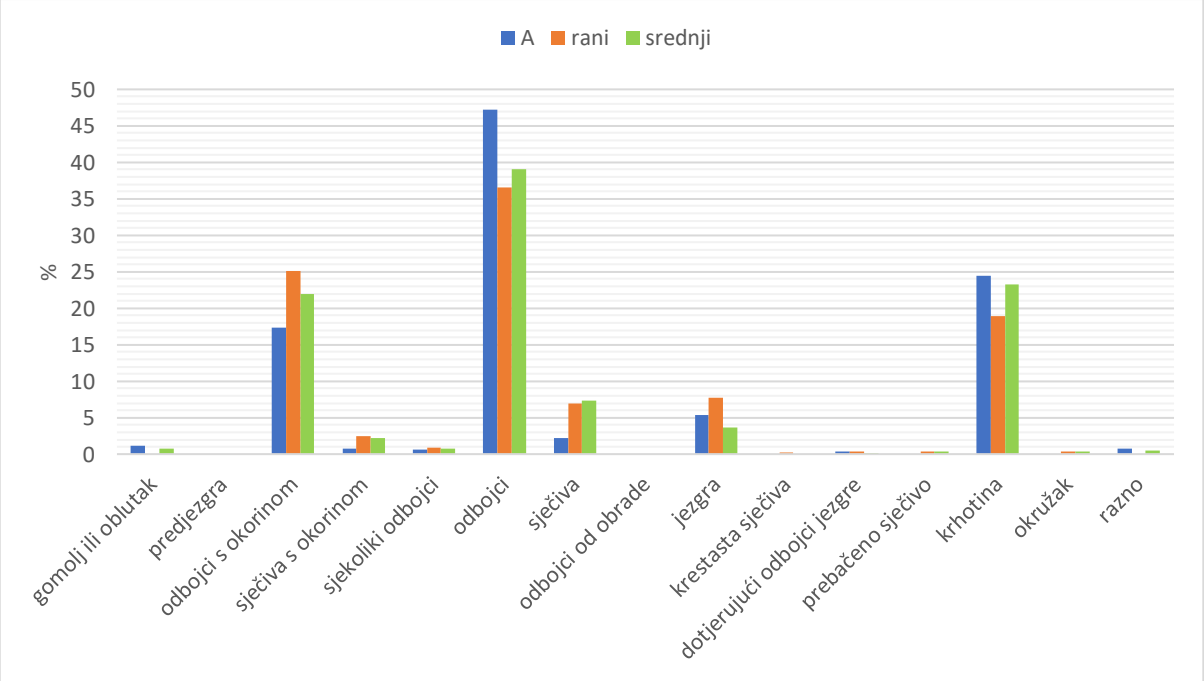
Kargadur

Među kamenim izrađevinama u miješanom horizontu nalazišta Kargadur prevladavaju odbojci (47,2%) iza kojih slijede krhotine (24,5%) te odbojci s okorinom (17,4%) (tablica 8, slika 53).

Među kamenim izrađevinama iz horizonata ranog neolitika također prevladavaju odbojci (36,5%), dok su iza njih po zastupljenosti odbojci s okorinom (25,1%). Relativno je niska zastupljenost sječiva (7,0%), kao i sječiva s okorinom (2,5%). Krhotine su u ovom horizontu zastupljene u visokom postotku – čak 18,9%. Među izrađevinama iz horizonata srednjeg neolitika prevladavaju odbojci (39,0%), dok iza njih slijede krhotine (23,3%) te odbojci s okorinom (22%). Odbojci s okorinom zastupljeni su s 22%, a sječiva s okorinom 2,2%. Jezgara ima 3,6% u skupu nalaza iz srednjeg neolitika.

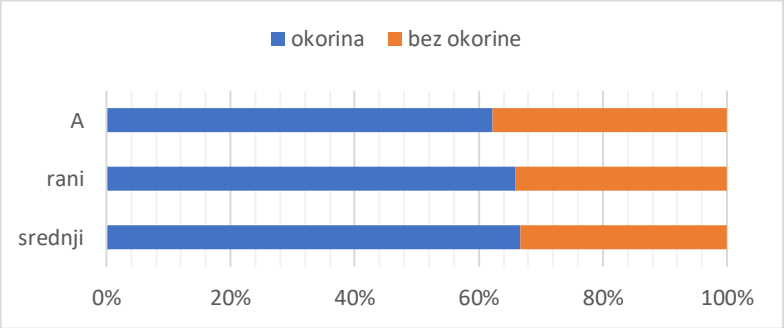
Tablica 8. Brojčani i postotni udio proizvodnih tipova u skupovima nalaza iz miješanog horizonta (A) te horizonata ranog i srednjeg neolitika s nalazišta Kargadur.

Proizvodni tipovi	A (miješani)		rani neolitik		srednji neolitik			
gomolj ili oblutak	8	1,2 %	0	0,0%	6	0,7 %		
predjezgra	0	0,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %		
odbojci s okorinom	120	17,4 %	143	25,1 %	203	22,0 %		
sječiva s okorinom	5	0,7 %	14	2,5 %	20	2,2 %		
sjekoliki odbojci	4	0,6 %	5	0,9 %	7	0,8 %		
odbojci	**326**	**47,2 %**	**208**	**36,5 %**	**360**	**39,0 %**		
sječivo	15	2,2 %	40	7,0 %	67	7,3 %		
odbojci od obrade	0	0,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %		
jezgra	37	5,4%	44	7,7 %	33	3,6 %		
krestasta sječiva	0	0,0 %	1	0,2 %	0	0,0 %		
dotjerujući odbojci jezgre	2	0,3 %	2	0,4 %	1	0,1 %		
okružak	0	0,0 %	2	0,4 %	3	0,3 %		
prebačeno sječivo	0	0,0 %	2	0,4 %	3	0,3 %		
krhotina	169	24,5 %	108	18,9 %	215	23,3 %		
razno	5	0,7 %	1	0,2 %	5	0,5 %		
Ukupno	**691**	**100,0 %**	**570**	**100,0 %**	**923**	**100,0 %**	**2184**	**100,0 %**



Slika 53. Grafički prikaz udjela proizvodnih tipova u skupovima nalaza iz horizonata: A (miješani horizont), horizonti ranog neolitika, horizonti srednjeg neolitika.

U svim je horizontima visok udio zastupljenosti odbojaka s okorinom, dok su sječiva s okorinom zastupljena u malom broju. Odbojci su najzastupljenija kategorija stoga se može zaključiti kako su izrađivani na nalazištu te da su bili glavni cilj proizvodnog postupka. Jezgre su na nalazištu zastupljene s 5,4% (horizont A), 7,7% (horizonti ranog neolitika) te 3,6% (horizonti srednjeg neolitika). Udio jezgara s okorinom, koji bi mogao ukazivati na to da su sirovinu donosili na nalazište te tamo pristupili proizvodnom postupku, je relativno visok (slika 54). No, da se ta pretpostavka potvrdi potrebno je detaljnije bilježiti prisutnost okorine na jezgrama, što nije bio cilj naše analize.



Slika 54. Prikaz prisutnosti okorine na jezgrama iz horizonata: A (miješani horizont), horizonti ranog neolitika, horizonti srednjeg neolitika.

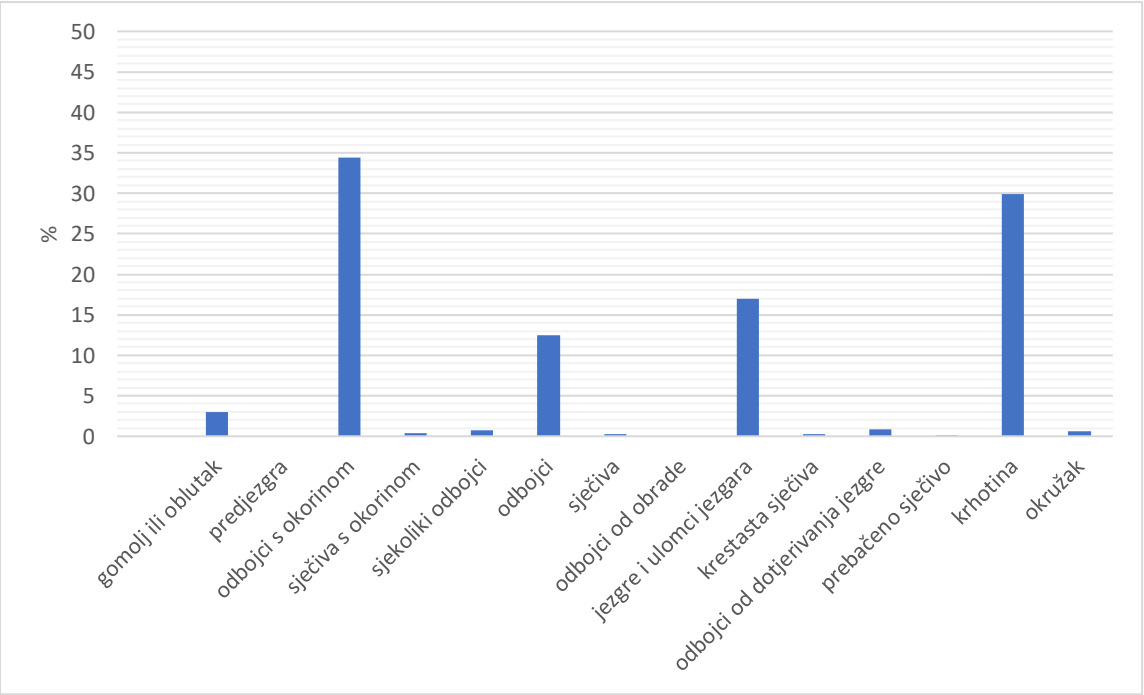
Vižula

Tehnološka analiza pokazala je da među izrađevinama s Vižule prevladavaju odbojci s okorinom kojih ima 34,4% (tablica 9, slika 55). Iza njih slijede krhotine koje su zastupljene s 29,9%, gotovo jedna trećina svih analiziranih komada. To ne treba čuditi s obzirom na raspucanost vižulanske sirovine koja je u najvećoj mjeri korištena na nalazištu (slika 67).

Tablica 9. Brojčani i postotni udio proizvodnih tipova u skupu analiziranih nalaza s Vižule.

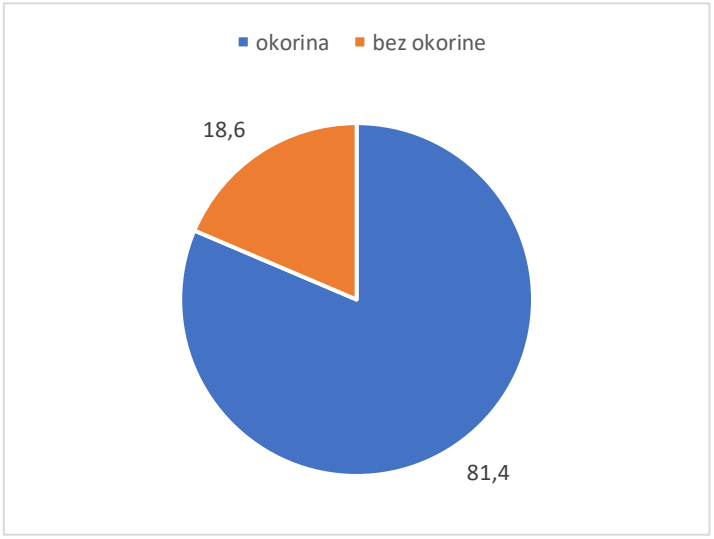
Proizvodni tipovi	**n**	**%**
gomolj ili oblutak	84	3,0
predjezgra	0	0
odbojci s okorinom	975	34,4
sječiva s okorinom	10	0,4
sjekoliki odbojci	21	0,7
odbojci	354	12,5
sječiva	9	0,3
odbojci od obrade	0	0
jezgre i ulomci jezgara	481	17,0
krestasta sječiva	9	0,3
dotjerujući odbojci jezgre	23	0,8
prebačeno sječivo	2	0,1
krhotina	848	29,9
okružak	16	0,6
razno	2	0,1
Ukupno	**2834**	**100,0**

Dalje su po zastupljenosti jezgre i ulomci jezgara (17,0%), a iza njih odbojci koji su bili glavni cilj strategija redukcije na nalazištu. S druge strane, sječiva su zastupljena samo s devet komada, što čini 0,3%. Gomolji i obluci neiskorištene sirovine zastupljeni su s 3,0%. No, moramo naglasiti da je većina sirovine porijeklom sa poluotoka te da je ona vrlo često nekvalitetna i raspucana. Stoga je bilo vrlo teško zaključiti kada je riječ o gomoljima, odnosno paketu još neiskorištene sirovine koji je donesen na nalazište ili pak krhotini koja je rezultat cijepanja takve nekvalitetne sirovine.



Slika 55. Grafički prikaz udjela proizvodnih tipova u skupu analiziranih nalaza s Vižule.

Okorina je na litičkom skupu nalaza zastupljena u visokih 81,4% (slika 56). S obzirom da se ležište sirovine koja je u najvećoj mjeri korištena na nalazištu nalazi na obližnjoj jugoistočnoj obali poluotoka udaljenoj oko 500 metara, to nije iznenađujuće.

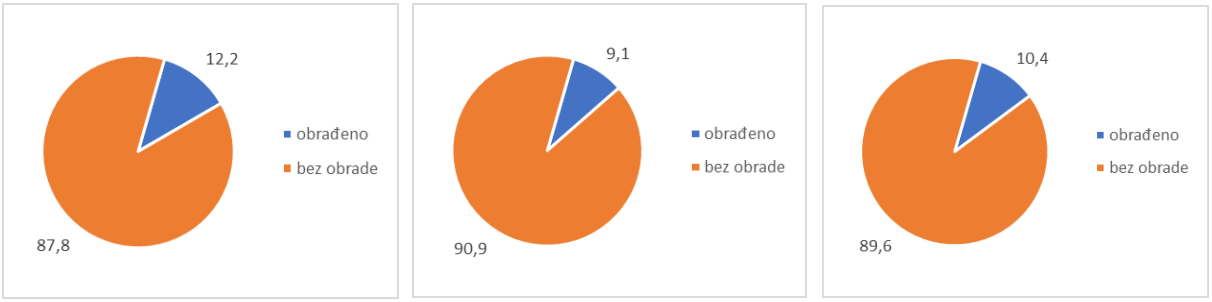


Slika 56. Udio okorine na analiziranom skupu nalaza s Vižule.

4.2 Tipološka analiza

Kargadur

Tipološka analiza izrađevina iz horizonata A, horizonata ranog i srednjeg neolitika pokazala je sljedeći udio oruđa; u miješanom horizontu A oruđa čine 12,2% svih izrađevina, u ranoneolitičkom horizontu oruđa su zastupljena s 9,1%, dok su u srednjoneolitičkom horizontu zastupljena s 10,4% (slika 57).



Slika 57. Postotni udio obrađenih i neobrađenih izrađevina po horizontima. Lijevo: horizont A, sredina: horizonti ranog neolitika, desno: horizonti srednjeg neolitika.

Tablica 10. Brojčani i postotni udio vrsta oruđa iz horizonata A, ranog i srednjeg neolitika.

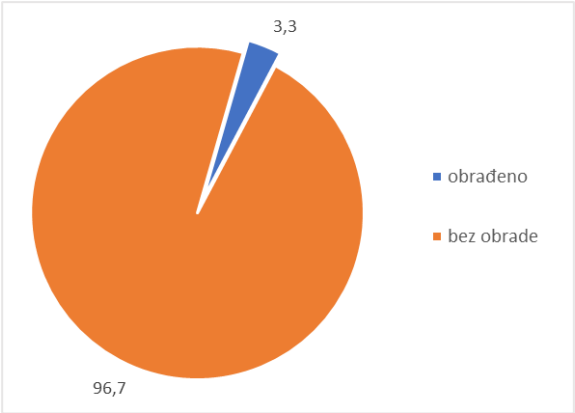
Vrsta oruđa	*A*		*rani*		*srednji*	
komad s obradom	31	37,3 %	11	21,2 %	29	30,5 %
grebalo	0	0,0	0	0,0	1	1,1 %
strugalo	4	4,8 %	4	7,7 %	4	4,2 %
dubilo	7	8,4 %	7	13,5 %	14	14,7 %
perforator	14	16,9 %	2	3,8 %	5	5,3 %
zarubak	1	1,2 %	6	11,5 %	11	11,6 %
dvostruki zarubak	1	1,2 %	1	1,9 %	1	1,1 %
geometrijski oblici	2	2,4 %	0	0,0	2	2,1 %
udubak	5	6,0 %	6	11,5 %	7	7,4 %
nazubak	5	6,0 %	6	11,5 %	9	9,5 %
šiljak	12	14,5 %	9	17,3 %	12	12,6 %
razno	1	1,2 %	0	0,0 %	0	0,0
ukupno	**83**	**100,0**	**52**	**100,0**	**95**	**100,0**

U miješanom horizontu A najčešće oruđe je komad s obradom (37,3 % svih oruđa), dok iza njega po zastupljenosti slijede perforator (16,9 %) te šiljak (14,5 %). U skupu nalaza iz horizonata ranog neolitika najčešće je oruđe također komad s obradom koji je zastupljen s 21,2 %. Iza njega također slijede šiljak, (17,3%) te dubilo (13,5 %). U skupu nalaza iz horizonata

srednjeg neolitika najzastupljenije je oruđe također komad s obradom (30,5 %), a iza njega slijede dubilo (14,7 %) te šiljak (12,6 %) (tablica 10).

Vižula

Od 2834 komada u analiziranom skupu litičkih nalaza, obrađeno je samo 3,3%, odnosno 94 komada (slika 58).



Slika 58. Postotni udio obrađenih i neobrađenih izrađevina u analiziranom skupu nalaza.

Tablica 11. Brojčani i postotni udio vrsta oruđa iz analiziranog skupu nalaza.

Vrsta oruđa	*n*	*%*
komad s obradom	33	35,1
grebalo	4	4,3
strugalo	12	12,8
dubilo	4	4,3
perforator	2	2,1
udubak	20	21,3
nazubak	5	5,3
šiljak	14	14,9
Ukupno	**94**	**100,0**

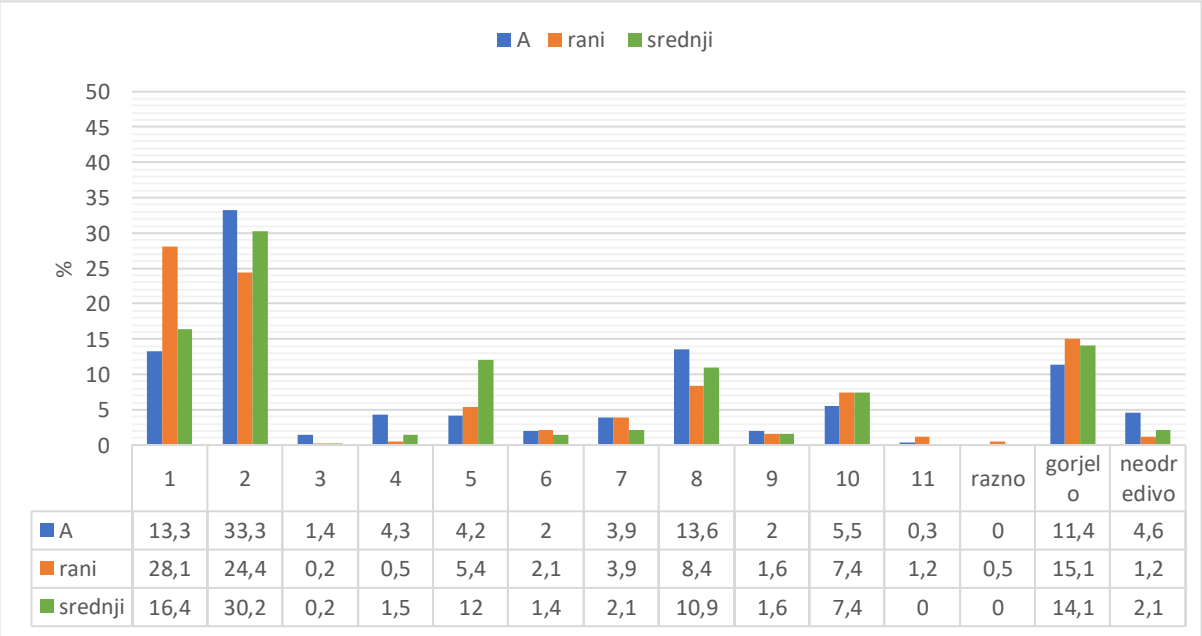
Najčešća vrsta oruđa u analiziranom skupu nalaza je komad s obradom; zastupljen je s 33 komada, odnosno 35,1%. Sljedeća vrsta oruđa po zastupljenosti je udubak s 21,3% (20 komada). Prisutna su i strugala (12,8%) i šiljci (14,9%). Ostala oruđa zastupljena su s manje od 10% (tablica 11).

4.3 Makroskopska analiza sirovina

Kargadur

Materijal s nalazišta Kargadur podijeljen je u 11 kategorija sirovina detaljnije opisanih u potpoglavlju 4.1.3. Od navedenih kategorija, sirovine 3, 4, 5 i 9 su stranog porijekla, odnosno egzogene (ležišta im se ne nalaze na području Istarskog poluotoka). Sirovine pod brojem 1, 2, 8, 9, 10, 12 i 13 lokalnog su porijekla, odnosno ležišta im se nalaze na području Istarskog poluotoka. Osim slike 59, sirovine su u daljnjem tekstu grupirane u sedam grupa po ležištima: Vižula, Marlera, strana sirovina, lokalna, no točna lokacija zasad neodrediva, gorjelo, neodredivo i razno.

Pretpostavljamo da sirovine 3 (scaglia rossa), 4 (bijeli kvalitetni rožnjak), 5 (plavkasto-ružičasti kvalitetni rožnjak) i 9 (rožnjak medene boje) prisutne u materijalu s Kargadura dolaze iz raznih formacija na području planinskog masiva Monti Lessini u sjevernoj Italiji, kao što su: formacija Maiolica, formacija Scaglia Rossa, formacija Scaglia Variegata te formacija s tercijarnim kalkarenitima (vidi PERESANI I DR. 2016, 41 i fotografije u članku).

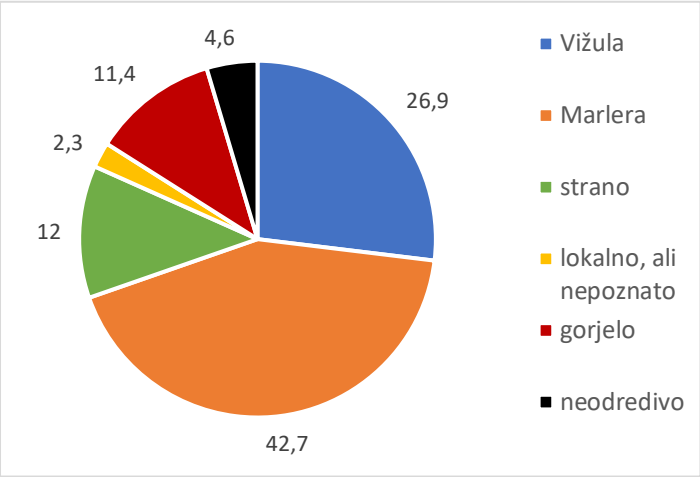


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	razno	gorjelo	neodredivo
A	13,3	33,3	1,4	4,3	4,2	2	3,9	13,6	2	5,5	0,3	0	11,4	4,6
rani	28,1	24,4	0,2	0,5	5,4	2,1	3,9	8,4	1,6	7,4	1,2	0,5	15,1	1,2
srednji	16,4	30,2	0,2	1,5	12	1,4	2,1	10,9	1,6	7,4	0	0	14,1	2,1

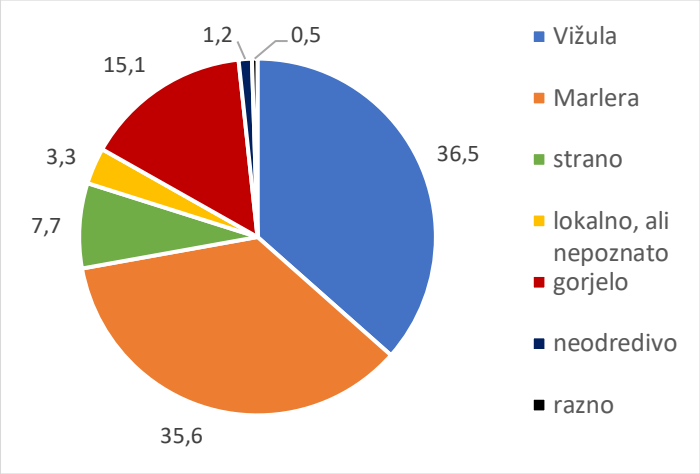
Slika 59. Zastupljenost različitih sirovina po horizontima nalazišta. 1 – Vižula, 2 – Marlera, 3 – scaglia rossa, 4 – bijeli rožnjak, 5 – plavi rožnjak, 6 – krupnozrnasti sivi rožnjak, 7 – plavi rožnjak s bijelim litoklastima, 8 – krupnozrnasti bijeli rožnjak, 9 – medeni rožnjak, 10 – tamno sivi rožnjak vlaknaste strukture sa žutim inkluzijama, 11 – smeđi rožnjak grublje strukture.

Kada sirovinu podijelimo po porijeklu, vidljivo je da postotak strane sirovine raste za vrijeme srednjeg neolitika (slike 60-62). Također je zanimljivo primijetiti kako su za vrijeme

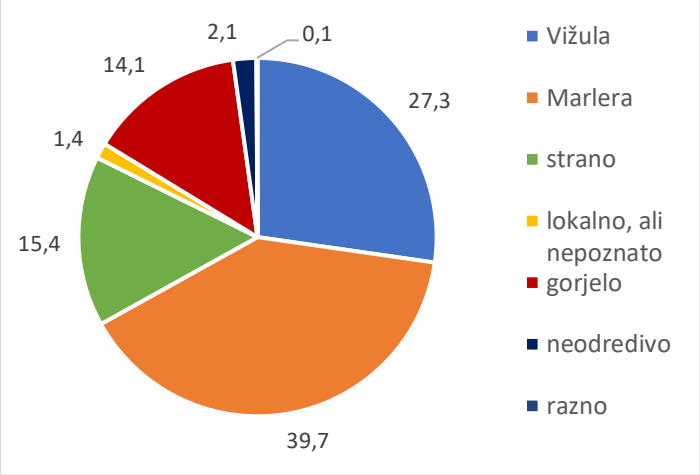
ranog neolitika sirovina s Vižule i sirovina s Marlere gotovo jednako zastupljene, dok za vrijeme srednjeg neolitika prevladava sirovina s Marlere.



Slika 60. Udio grupa sirovina u miješanom horizontu (A).

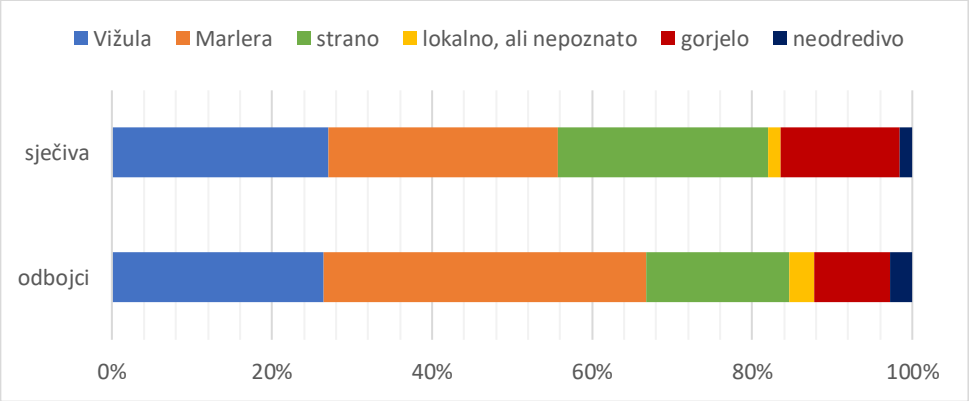


Slika 61. Udio grupa sirovina u horizontima ranog neolitika.

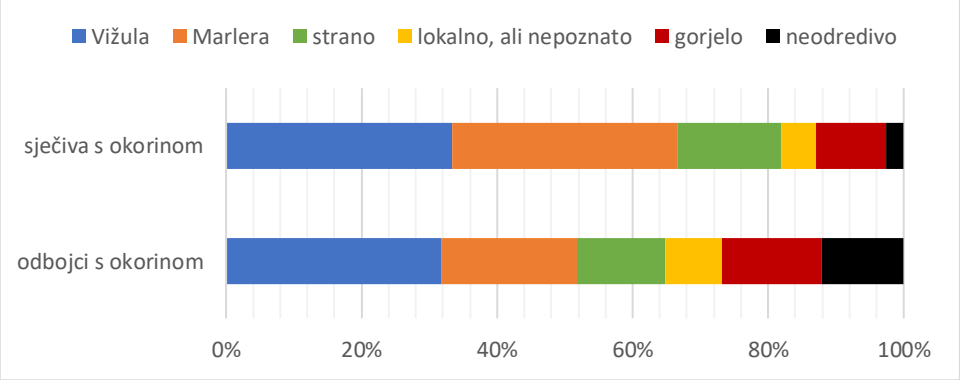


Slika 62. Udio grupa sirovina u horizontima srednjeg neolitika.

Što se tiče prvobitnih oblika izrađevina, analiza je pokazala da su za izradu sječiva podjednako korištene sirovina s Vižule i sirovina s Marlere (27,0% i 28,7%), dok je u nešto manjem postotku korištena strana sirovina (26,2%) (slika 63). Za izradu odbojaka najviše je korištena lokalna sirovina (čak 66,7%); najviše ona s Marlere (40,2%), dok je strana sirovina korištena u manjem postotku – 17,9%. Ova analiza uzela je u obzir samo odbojke i sječiva čija je dorzalna strana „čista“ od okorine; odbojci i sječiva s okorinom nisu uračunati jer se smatra da ne predstavljaju krajnji cilj strategija redukcije. Unatoč tome, čak je 72 od ukupno 230 oruđa izrađeno na odbojcima i sječivima s okorinom, što čini gotovo jednu trećinu svih oruđa (31,3%).



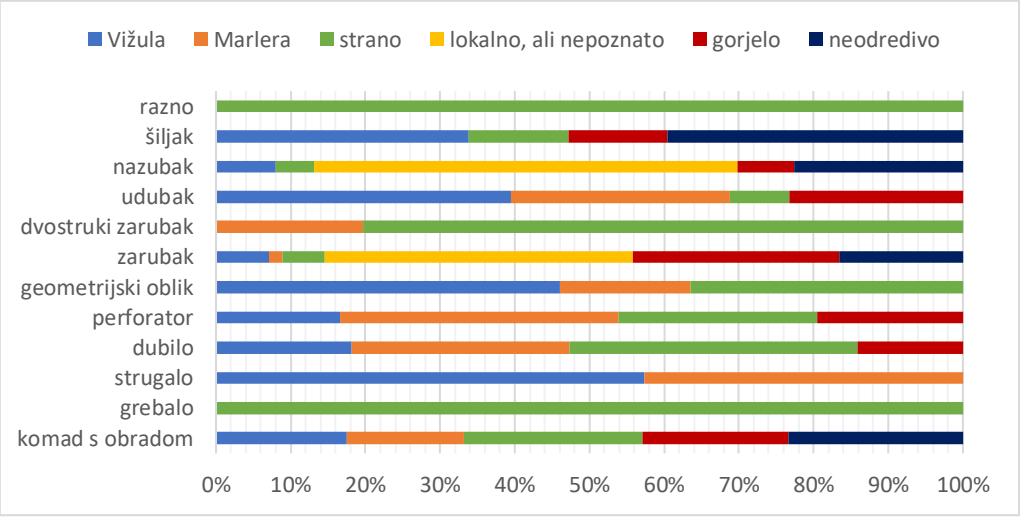
Slika 63. Učestalost grupa sirovina prema tehnološkoj kategoriji izrađevina (broj odbojaka: 894, broj sječiva: 122).



Slika 64. Učestalost grupa sirovina prema tehnološkoj kategoriji izrađevina (broj odbojaka s okorinom: 466, broj sječiva s okorinom: 39).

Analiza okorine na odbojcima i sječivima pokazuje da su sječiva s okorinom od vižulanske sirovine te sirovine s Marlere zastupljena u visokom postotku (slika 64), dok je manji broj odbojaka s okorinom od sirovine s Marlere. Ovi podaci mogu nam ukazivati da je

skidanje okorine s lokalnih sirovina obavljano na nalazištu, dok se primarno skidanje okorine sa strane sirovine obavljalo negdje drugdje.



Slika 65. Učestalost grupa sirovina prema vrsti oruđa.

Slika 65 ukazuje na činjenicu da je za izradu jednog grebala te jednog bifacijalnog oruđa navedenog pod 'razno' korištena strana sirovina. Slično stoji i za dvostruke zarupke za čiju je izradu većinom korištena strana sirovina. Strana je sirovina u velikom dijelu korištena i za izradu dubila, a jednim dijelom i komada s obradom te perforatora. Za izradu nazubaka, udubaka, geometrijskih oblika i strugala korištena je većinom lokalna sirovina.

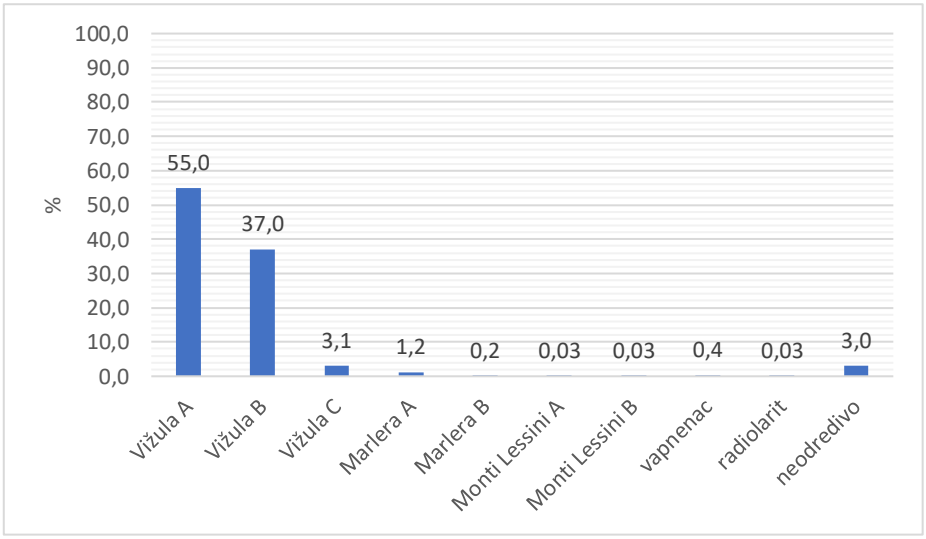
Bitno je spomenuti da su u cijeloj sondi 3 pronađene samo četiri jezgre strane sirovine, od kojih su tri zadnje služile za izradu pločica.

Vižula

Sirovine zastupljene u analiziranom skupu nalaza većinom su lokalne. Slika 67 pokazuje zastupljenost svih kategorija sirovine – vidljivo je da su izrađevine većinom izrađene iz vižulanske sirovine (slika 66), dok je različita sirovina s Marlere rijetko zastupljena. Također, vrlo je rijetko zastupljena sirovina za koju pretpostavljamo da dolazi iz planinskog masiva Monti Lessini u sjevernoj Italiji. Neodredivo je ostalo 3,0% sirovine. Slika 68 pokazuje udio lokalne

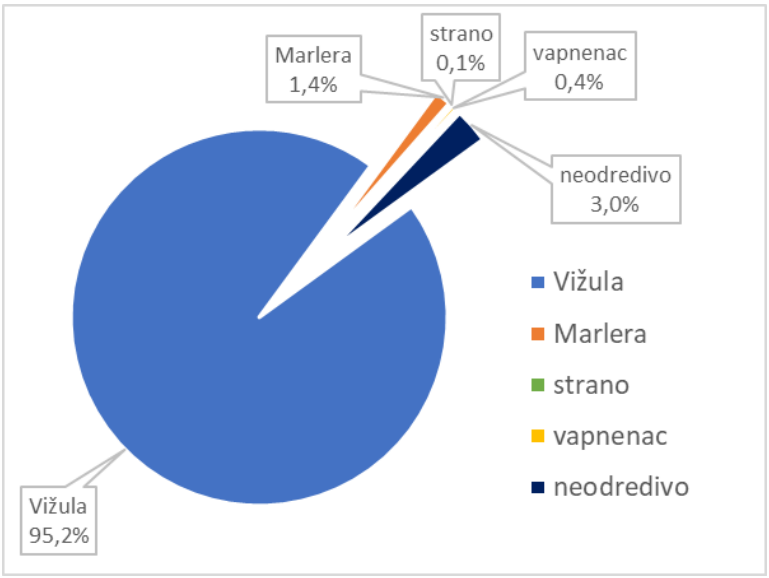
Slika 66. Razlika između sirovina Vižula A (lijevo) i Vižula B (desno).

naspram stranoj sirovini u analiziranom skupu nalaza. Vižula je najviše zastupljena s 95,2%, iza koje slijedi sirovina s Marlere s 1,4% te na kraju ispod 1% strana sirovina i izrađevine od vapnenca.

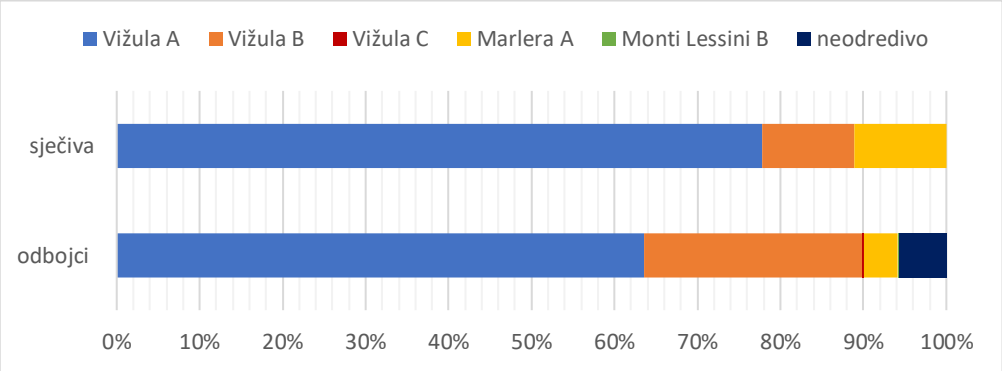


Slika 67. Udio različitih sirovina u analiziranom skupu nalaza.

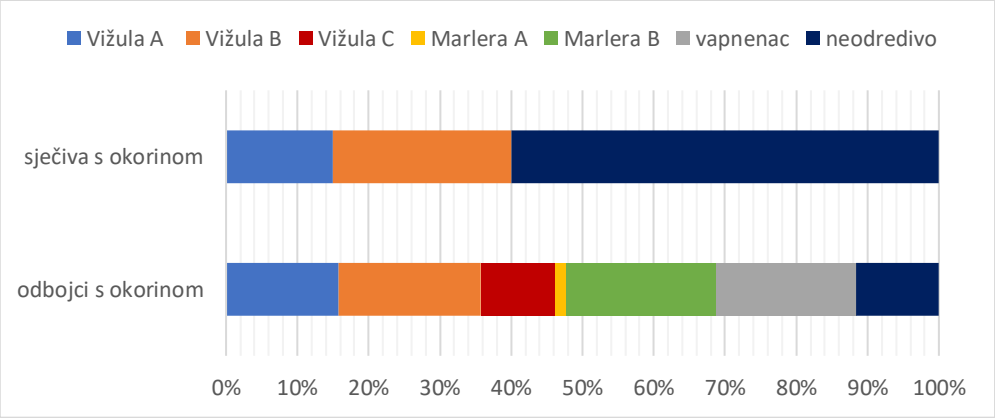
Za izradu većine sječiva korištena je kvalitetnija sirovina s Vižule (Vižula A), ona sivkasto-zelenkaste boje (slika 69). Slično vrijedi i za izradu odbojaka koji su većinski izrađeni iz kvalitetnije vižulanske sirovine. No, korištena je i ona krupnozrnastija. Tri izrađevine iz strane sirovine su jezgra (radiolarit), krhotina (iz sirovine Monti Lessini A) te odbojak (sirovina Monti Lessini B).



Slika 68. Udio grupa sirovina u analiziranom skupu nalaza.



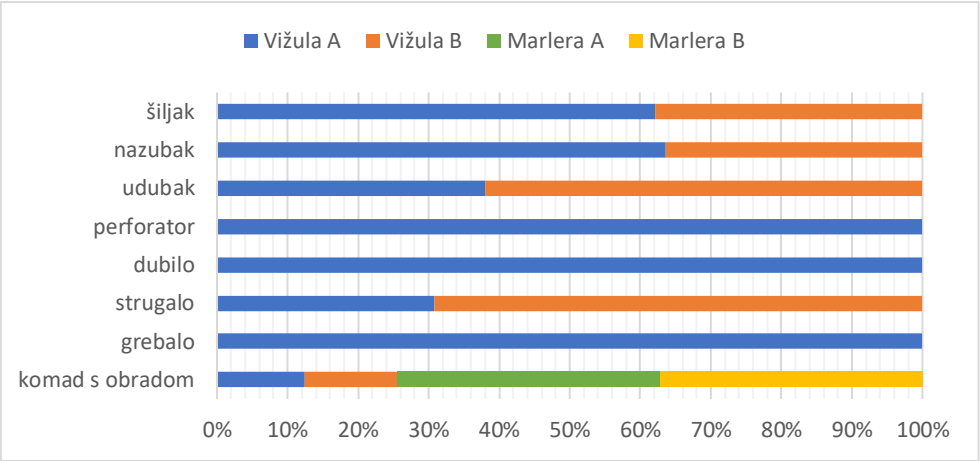
Slika 69. Učestalost grupa sirovina prema tehnološkoj kategoriji izrađevina (broj odbojaka: 354, broj sječiva: 9).



Slika 70. Učestalost grupa sirovina prema tehnološkoj kategoriji izrađevina (broj odbojaka s okorinom: 975, broj sječiva s okorinom: 10).

Odbojci s okorinom većim dijelom su izrađeni iz vižulanske sirovine, što vrijedi i za sječiva s okorinom (slika 70). Osim vižulanske sirovine, odbojci s okorinom izrađeni su i od one s Marlere te od vapnenca. Velik dio sječiva s okorinom izrađen je iz sirovine koja je bila neodrediva.

Iz analize oruđa vidljivo je da je za većinu oruđa korištena sirovina s Vižule, dok je sirovina s Marlere korištena isključivo za izradu komada s obradom (slika 71). Pretpostavljamo da razlog tome leži u činjenici da je to bila najbliža dostupna sirovina. U analiziranom skupu nalaza nije bilo obrađene strane sirovine.



Slika 71. Učestalost grupa sirovina prema vrsti oruđa.

4.4 Usporedba rezultata litičke analize materijala s Kargadura i Vižule

Rezultati litičke analize cijepanih kamenih izrađevina s nalazišta Kargadur i Vižula pokazala je neke sličnosti i razlike u skupovima nalaza.

Na oba nalazišta glavni cilj strategije redukcije kamene sirovine bili su odbojci (tablica 12), što čini razliku s obzirom na ostala neolitička nalazišta na istočnoj jadranskoj obali, a koja su od najranijeg neolitika bila orijentirana na izradu sječiva (vidi KAČAR 2019b, 360 i literaturu navedenu tamo). U sva tri horizonta nalazišta Kargadur odbojci su najzastupljenija tehnološka kategorija. Sječiva su češće izrađivana na nalazištu Kargadur; zastupljena su između 2,2% i 7,3%, dok ih je na Vižuli 9 komada (0,3%).

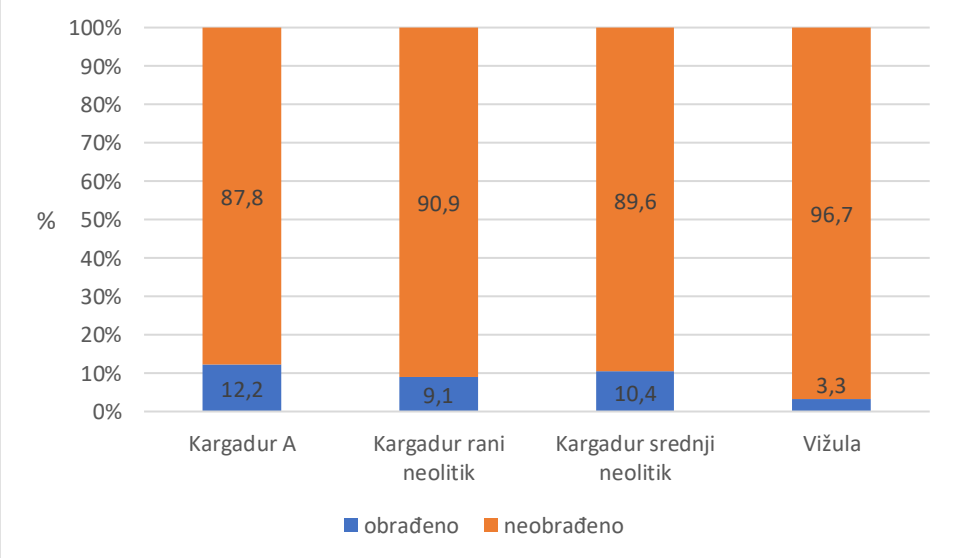
Tablica 12. Tri najzastupljenije tehnološke kategorije kamenih izrađevina na nalazištima Kargadur i Vižula.

	Kargadur A	Kargadur rani neolitik	Kargadur srednji neolitik	Vižula
1	odbojci (47,2%)	odbojci (36,5%)	odbojci (39,0%)	odbojci s okorinom (34,4%)
2	krhotine (24,5%)	odbojci s okorinom (25,1%)	krhotine (23,3%)	krhotine (29,9%)
3	odbojci s okorinom (17,4%)	krhotine (18,9%)	odbojci s okorinom (22,0%)	jezgre i ulomci jezgara (17,0%)
ostalo	10,9%	19,5%	15,7%	18,7%

Sječiva izrađenih iz strane sirovine na Kargaduru je nešto više od jedne četvrtine (26,2%). U nešto većem postotku zastupljena su sječiva izrađena iz lokalne sirovine s Vižule i Marlere, što pokazuje da strana sirovina nije bila posebno tretirana. Sječiva nisu pravilna; otprilike jednak broj ih ima i trokutast i trapezoidan (prizmatičan) presjek. Sječiva je na Vižuli ukupno devet; osam ih je izrađeno iz sirovine s Vižule, a jedan iz sirovine s Marlere.

Vrlo je bitno spomenuti da se na oba nalazišta radila primarna dekortikacija lokalne sirovine, odnosno skidanje okorine s kamene sirovine jer su odbojci s okorinom među najzastupljenijim kategorijama. Na oba nalazišta malen je broj jezgara od strane sirovine (četiri jezgre na Kargaduru, jedna na Vižuli) i niska zastupljenost odbojaka i sječiva s okorinom od strane sirovine, stoga pretpostavljamo da je strana sirovina dopremana na nalazišta u obliku pripremljenih ili polu-pripremljenih jezgara, kako je to bio slučaj s rožnjakom s Gargana na nekim neolitičkim nalazištima u Dalmaciji (KAČAR 2019b, 361).

Zanimljiva je, ali nimalo začuđujuća činjenica da su jezgre i ulomci jezgara treća najzastupljenija kategorija izrađevina na Vižuli s obzirom na blizinu ležišta kamene sirovine. Bitno je spomenuti i da su krhotine u visokom postotku zastupljene u sva tri horizonta Kargadura kao i na Vižuli. Razlog tome vjerojatno leži u činjenici da su i sirovina s Marlere i sirovina s Vižule, koje su najčešće korištene na oba nalazišta, lošije kvalitete te nepravilno raspucane.



Slika 72. Postotak obrađenih i neobrađenih izrađevina na nalazištima Kargadur i Vižula. Ukupni broj analiziranih izrađevina u miješanom horizontu Kargadura (A): 691, u horizontima ranog neolitika na Kargaduru: 570, u horizontima srednjeg neolitika na Kargaduru: 923, na Vižuli: 2834.

Razlika se nalazi u postotku obrađenih izrađevina na dvama nalazištima (slika 72). Dok na Kargaduru postotak oruđa iznosi između 9,1% i 12,2%, na Vižuli je postotak oruđa vrlo nizak – samo 3,3%. Najzastupljenije oruđe na oba nalazišta je komad s obradom. Pretpostavljamo da je riječ o *ad hoc* oruđima koja su se izrađivala po trenutnoj potrebi.

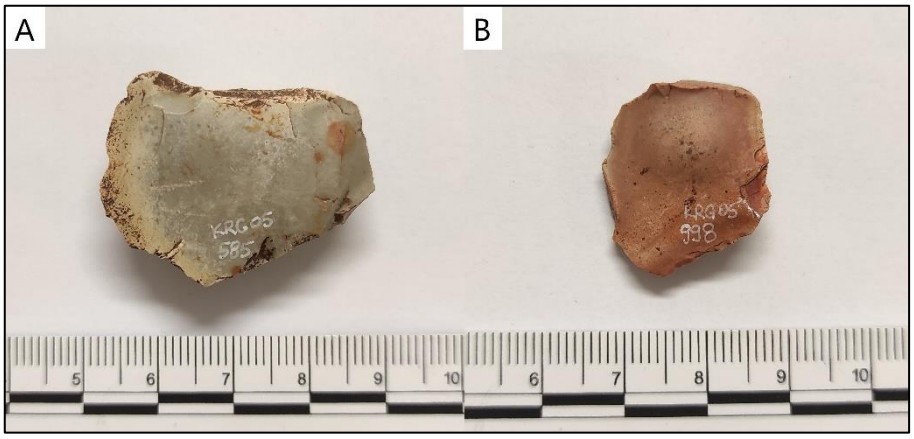
Najveća razlika između dva nalazišta nalazi se u postotku zastupljenosti strane sirovine. Dok je na nalazištu Kargadur strana sirovina zastupljena između 7,7% i 15,4%, na Vižuli je zastupljena samo s tri primjerka, odnosno 0,1% (broj ukupnih izrađevina: 2834). I ovaj ćemo podatak povezati sa činjenicom da se neolitičko nalazište Vižula nalazi gotovo na samome ležištu rožnjaka. Pretpostavljamo da, iako nije bio visoke kvalitete, rožnjak s Vižule bio je dostatan za aktivnosti koje su provodili stanovnici ovog neolitičkog nalazišta. Zanimljivo je primijetiti da se količina sirovine s Vižule smanjuje u horizontima srednjeg neolitika na nalazištu Kargadur, u usporedbi sa zastupljenošću ove sirovine za vrijeme ranog neolitika. Istovremeno se povećava i postotak zastupljenosti strane sirovine, kao i sirovine s Marlere. Pretpostavljamo da je riječ o tome da su stanovnici Kargadura imali veću potrebu za kvalitetnijom sirovinom od one s Vižule te da više nisu u tolikoj mjeri putovali po sirovinu na Vižulu.

5. MINERALOŠKO-PETROGRAFSKA ANALIZA UZORAKA SILICIJSKIH SEDIMENTNIH STIJENA S NEOLITIČKOG NALAZIŠTA KARGADUR

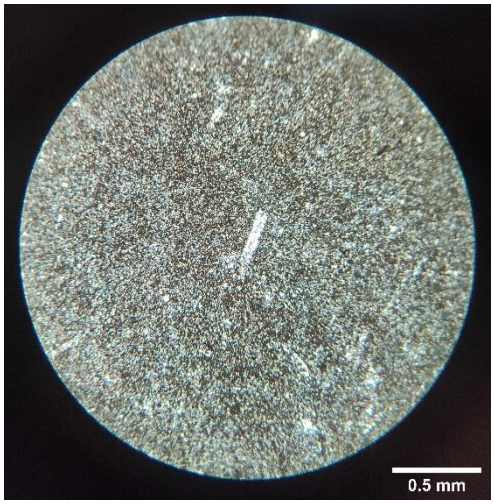
Na litičkom materijalu s nalazišta Kargadur izrađenom iz lokalne sirovine napravljena je mikropetrografska analiza. Riječ je o tri uzorka sirovine određene kao vižulanska, pet uzoraka sirovine s poluotoka Marlera te dva uzorka lokalne sirovine čije je ležište zasad nepoznato. Izbrusci uzoraka izrađeni su u Laboratoriju za analizu geoloških materijala (LaGeMa) pri Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Mikropetrografska analiza napravljena je uz pomoć izv. prof. Uroša Barudžije s Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Sirovina 1

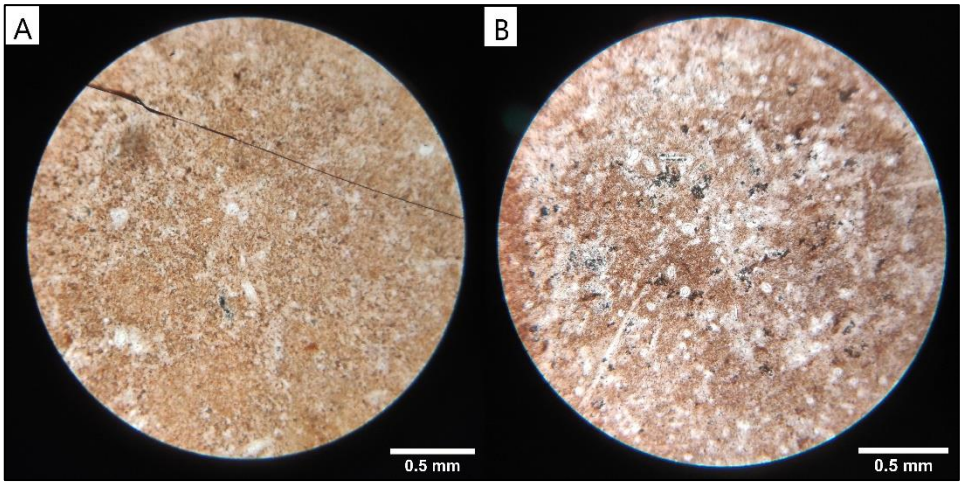
Kategorija sirovine pod brojem 1 opisana je kao sivkasti, ponekad žućkasti rožnjak vrlo prepoznatljiva izgleda koji potječe s Vižule, što je utvrđeno makroskopskom usporedbom sa sakupljenim uzorcima. Riječ je o dijagenetskom rožnjaku. Za mikropetrografsku analizu izabrana su dva nalaza: K-1 i K-2 (slika 73).



Slika 73. A) Uzorak K-1, B) Uzorak K-2.



Mikrofotografija 16. Petrografski uzorak K-1, ukriženi nikoli, povećanje 40x.



Mikrofotografija 17. Petrografski uzorci, paralelni nikoli, povećanje 40x.
A) Uzorak K-2, B) Uzorak U-2b.

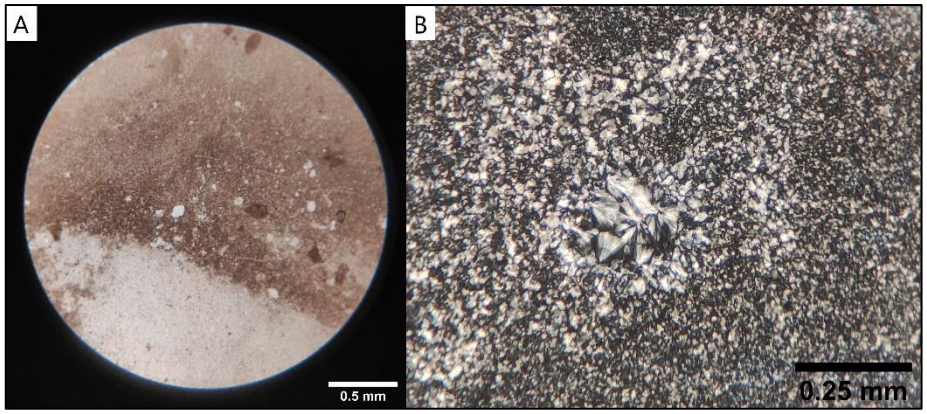
Oba uzorka su makroskopskom analizom i usporedbom s prikupljenim uzorcima određena kao vižulanska sirovina. Mikropetrografska analiza izbruska K-1 pokazala je da je riječ o rožnjaku kriptokristalaste osnove s rijetkim reliktima mikrofosila, prošaran kriptokristalastim kalcitom. Uzorak K-2 već je svojom karakterističnom bojom ukazivao da je riječ o vižulanskoj sirovini, sličan onoj koju smo prikupili pod nazivom U-2b. Sličnost je pokazala i mikropetrografska analiza (mikrofotografija 17). Oba izbruska sadrže okruglaste 'duhove' mikrofosila te kriptokristalastu osnovu.

Sirovina 2

Slika 74. A) Uzorak K-3, B) Uzorak K-4.

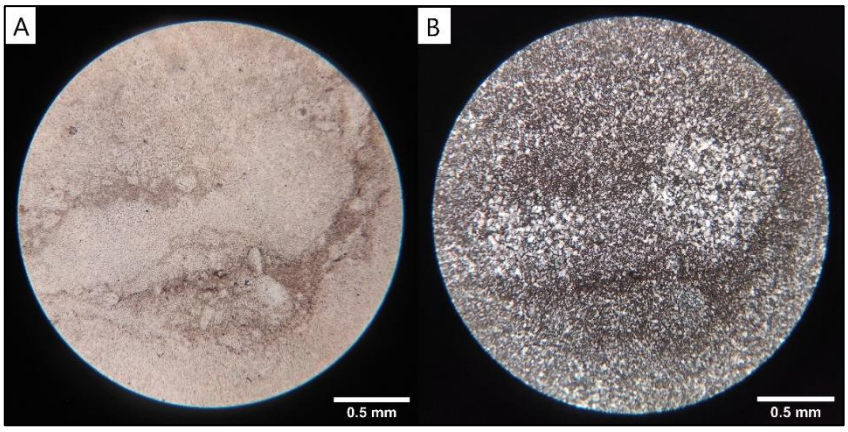
Sirovina pod brojem 2 potječe s poluotoka Marlera, što pokazuje makroskopska usporedba s uzorcima sakupljenim na ovom sekundarnom ležištu. Riječ je o laminiranom dijagenetskom rožnjaku sivkasto-plave boje. Za mikropetrografsku analizu određeni su uzorci K-3 i K-4 (slika 74).

Uzorak K-3 je dijagenetski rožnjak koji se sastoji od kriptokristalaste do mikrokristalaste osnove te kalcedona (mikrofotografija 18).



Mikrofotografija 18. Petrografski uzorak K-3. A) Vidljiva je zoniranost uzorka, povećanje 40x, paralelni nikoli, B) Kalcedon u uzorku K-3. Povećanje 100x, ukriženi nikoli.

Uzorak K-4 je laminirani kriptokristalasti do makrokristalasti rožnjak (mikrofotografija 19).



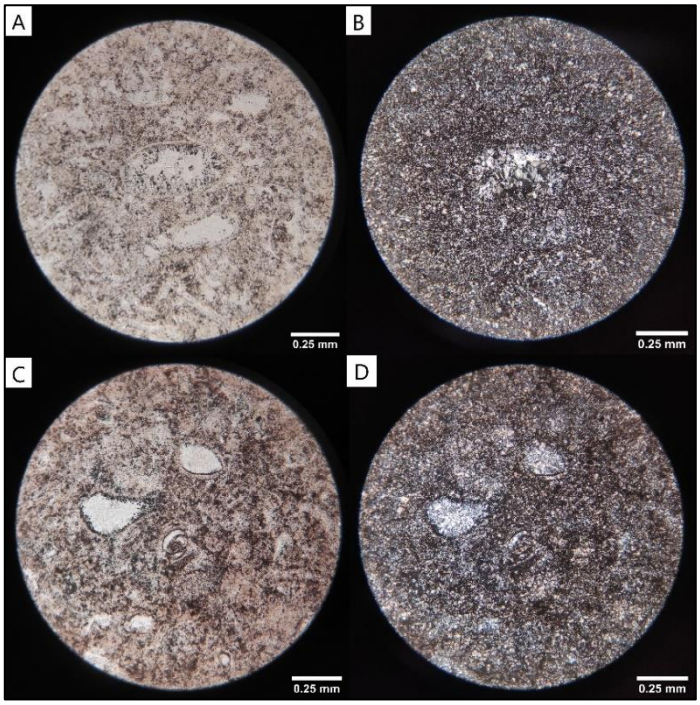
Mikrofotografija 19. Uzorak K-4, povećanje 40x. Kriptokristalasti i mikrokristalasti kristali kvarca. A) paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.

Sirovina 6

Sirovinu pod brojem 6 predstavljaju sivi krupnozrnasti rožnjaci lošije kvalitete s bijelim inkluzijama. Pretpostavlja se da je sirovina lokalna, no nije poznato točno ležište. Za mikropetrografsku analizu određeni su uzorci K-5 i K-6 (slika 75).

Slika 75. A) Uzorak K-5, B) uzorak K-6.

Uzorak K-5 je kriptokristalasti rožnjak bogat 'duhovima' mikrofosila – ostrakoda, foraminifera, spikula spužvi (mikrofotografija 20A i 20B). Uzorak K-6 vrlo je sličan prethodnome – bogat je 'duhovima' mikrofosila. Osnova je kriptokristalasta s dijelovima s makrokristalastim kvarcom (mikrofotografija 20C i 20D).



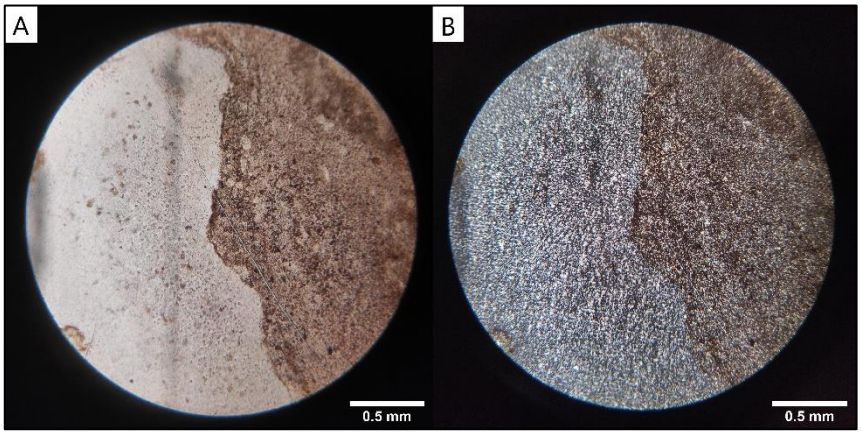
Mikrofotografija 20. 'Duhovi' mikrofosila u kvarcnoj osnovi. Povećanje 100x.
A i B – uzorak K-5, C i D – uzorak K-6.
A i C – paralelni nikoli, B i D – ukriženi nikoli.

Sirovina 7

Sirovinu 7 čini tamno plavi rožnjak s karakterističnim bijelim uklopcima koji potječe s Marlere. Uzet je jedan uzorak – K-7 (slika 76).

Slika 76. Uzorak K-7.

Uzorak K-7 karakterizira zonacija, ponegdje s većim udjelom mikrokristalastog mikrita, ponegdje s manjim (mikrofotografija 21).



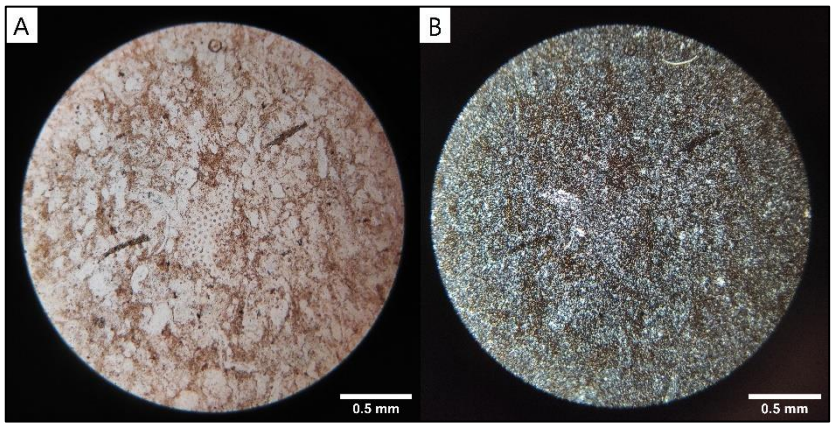
Mikrofotografija 21. Zonacija vidljiva u uzorku K-7. Povećanje 40x.
A) paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.

Sirovina 8

Ovu grupu lokalne sirovine predstavlja bijeli krupnozrnasti rožnjak lošije kvalitete koji izgledom podsjeća na vapnenac (slika 77; uzorak K-8). Makroskopskom analizom i usporedbom s prikupljenim uzorcima s Vižule zaključujemo da je prikupljena na navedenom ležištu.

Slika 77. Uzorak K-8.

Uzorak K-8 predstavlja kriptokristalasti rožnjak sa sačuvanom primarnom strukturom (mikrofotografija 22). S obzirom da mu je porijeklo s Vižule, možemo zaključiti kako je riječ o dijagenetskom rožnjaku, stoga ne čudi da mu je primarna struktura sačuvana. Riječ je o više ili manje pravilnim okruglastim 'duhovima' mikrofosila; moguće je da je riječ o kalcisferama koje su vrlo česte u karbonatnim stijenama ove formacije, ili pak o radiolarijama.

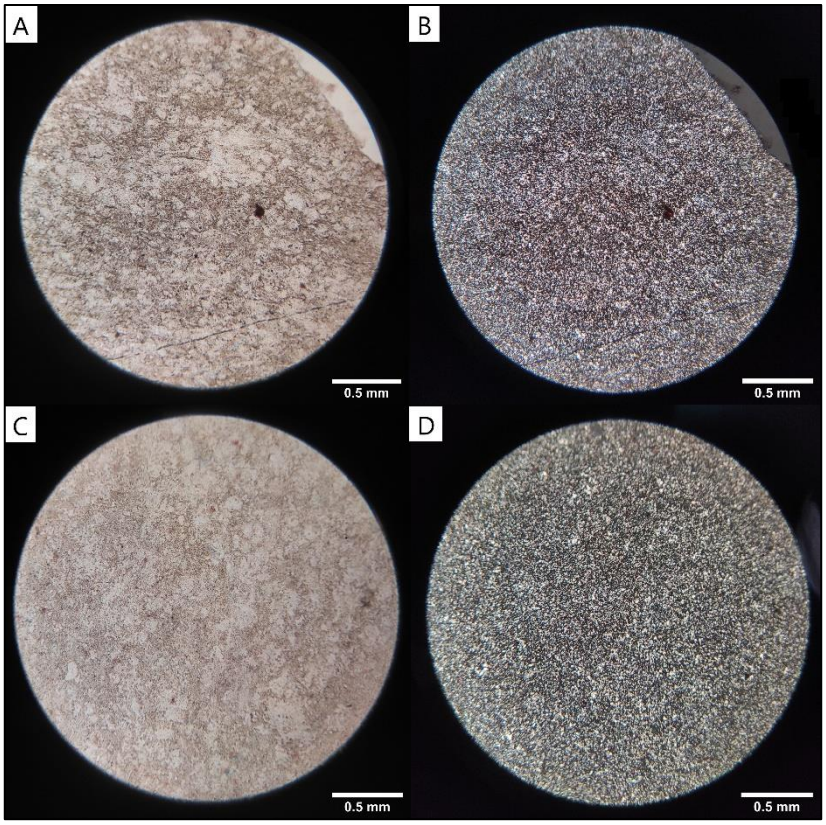


Mikrofotografija 22. Sačuvana primarna struktura u uzorku K-8. Povećanje 40x.
A) paralelni nikoli, B) ukriženi nikoli.

Sirovina 10

Sirovinu pod brojem 10 predstavljaju tamno sivi dijagenetski rožnjaci sa žutim karbonatnim inkluzijama te „vlaknaste“ teksture. Okorina, kao i „vlaknaste“ inkluzije žute su boje. Usporedbom s prikupljenim uzorcima pretpostavljamo da potječe s Marlere. Za analizu su uzeti nalazi K-9 i K-10 (slika 78).

Slika 78. A) Uzorak K-9, B) Uzorak K-10.



Mikrofotografija 23. 'Duhovi' mikrofosila u kvarcnoj osnovi. Povećanje 40x.
A i B – uzorak K-9, C i D – uzorak K-10.
A i C – paralelni nikoli, B i D – ukriženi nikoli.

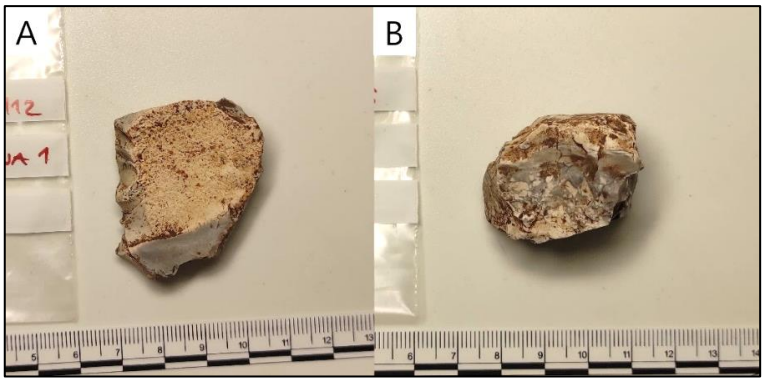
Uzorak K-9 određen je kao rožnjak kriptokristalaste osnove, bogat 'duhovima' mikrofosila, najčešće okruglastih i izduženih za koje pretpostavljamo da je riječ o spikulama spužvi (mikrofotografija 23A i 23B). Uzorak K-10 također je rožnjak kriptokristalaste osnove, s okruglastim 'duhovima' mikrofosila iz primarne strukture te vjerojatno spikulama spužvi (mikrofotografija 23C i 23D).

Oba uzorka vrlo su slična uzorcima sirovine 6 čije se porijeklo ne zna, osim da je vjerojatno riječ o lokalnoj sirovini. Uzorci K-9 i K-10 potječu s Marlere i predstavljaju grupu sirovina pod brojem 10. Mikrofacijesno su slični uzorcima sirovine 6, stoga je moguće da je i sirovina 6 porijeklom s Marlere.

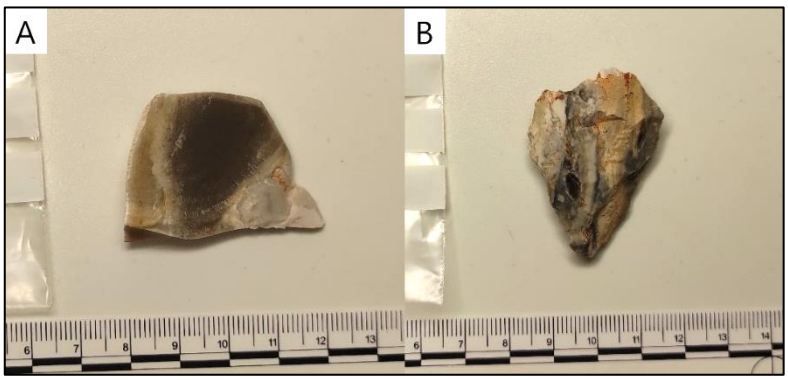
6. GEOKEMIJSKA ANALIZA UZORAKA SILICIJSKIH SEDIMENTNIH STIJENA

6.1 Rezultati geokemijske analize iz laboratorija Bureau Veritas, Kanada

Cijepane kamene izrađevine s nalazišta Kargadur makroskopski su analizirane s obzirom na korištene sirovine (poglavlje 4). Dvije izrađevine odabrane za geokemijsku analizu izrađene su od sirovine s Vižule te sirovine s Marlere (slika 79). Uz navedene izrađevine, uzorkovali smo i po jedan uzorak rožnjaka sa svakog ležišta rožnjaka na Vižuli i Marleri radi usporedbe rezultata (slika 80). Svi uzorci analizirani su u Bureau Veritas Commodities Canada Ltd u Vancouveru, Kanada. Metodama atomske emisijske spektrometrije uz induktivno spregnutu plazmu (*Inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy*, ICP-OES) te spektrometrije masa uz induktivno spregnutu plazmu (*Inductively coupled plasma mass spectrometry*, ICP-MS) dobivena je zastupljenost glavnih oksida, elemenata u tragovima te elemenata rijetkih zemalja (tablice 13-16). Zastupljenost titanijevog dioksida nije prikazana zajedno s ostalim oksidima u tablici 13 jer je bila ispod granica detekcije instrumenata (<0.01). Zastupljenost svih elemenata u tragovima navedena je na kraju poglavlja u tablici 16.



Slika 79. A) uzorak U-1, Vižula, B) uzorak U-2, Marlera.



Slika 80. Uzorci s Vižule (A) i Marlere (B).

Četiri se uzorka većinski sastoje od silicijevog dioksida (SiO2), u postotnoj zastupljenosti između 96,39% i 97,28%. Ostali oksidi zastupljeni u većoj količini su aluminijev oksid (Al_2O_3) i željezo (III) oksid (hematit, Fe_2O_3) (tablica 13). Porijeklo aluminija u rožnjacima uglavnom se veće uz gline koje obično sadrže elemente aluminij, silicij, vodik i kisik. Isto porijeklo možemo zaključiti i za elemente kalij (P), titanij (Ti), vanadij (V), krom (Cr), rubidij (Rb) i cezij (Cs) (LUEDTKE 1992, 41).

Željezo je četvrti najzastupljeniji element u Zemljinoj kori i kao takav nalazi se u mnogim mineralima. Hematit je, uz getit ($HFeO_2$), pirit (FeS_2) i magnetit (Fe_3O_4), najčešći mineral željeza zastupljen u rožnjacima. S mineralima željeza često dolaze mangan (u obliku manganovog dioksida ili piroluzita, MnO_2), kobalt (Co), nikal (Ni) i bakar (Cu) (LUEDTKE 1992, 41). U mnogim je rožnjacima prisutnost željeza i ostalih metala povezana s glinom i često postoji korelacija među njima (LUEDTKE 1992, 42).

Tablica 13. Podaci o zastupljenosti oksida u uzorcima.

oksid	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
U-1	97,28	0,25	1,24	0,03	0,09	0,01	0,03	0,04	0,01	0,004
U-2	97,07	0,15	1,92	0,02	0,10	<0,01	0,02	0,04	0,02	0,008
Vižula	96,59	0,22	1,26	0,05	0,03	0,24	0,04	0,02	<0,01	0,007
Marlera	96,39	0,19	2,38	0,01	0,05	<0,01	0,03	0,02	0,02	0,013

Tablica 14. Podaci o zastupljenosti pojedinih elemenata u spojevima oksida u uzorcima (ppm).

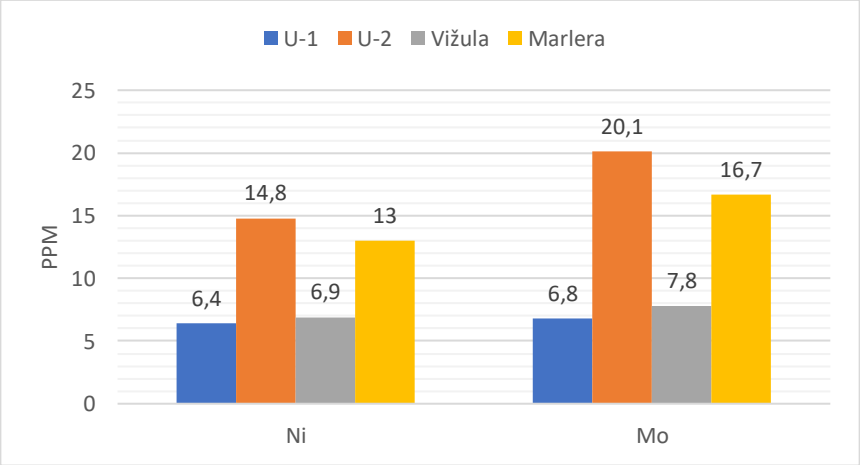
element	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	P	Mn	Cr
jedinica	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
U-1	1323	8672	151	643	74,2	249	174	77,4	27,4
U-2	793	13428	100	714	74,2	166	174	154	54,7
Vižula	1164	8812	251	214	178	332	87,3	-	47,8
Marlera	1005	16645	50,3	357	74,2	249	87,3	154	88,9

Od elemenata u tragovima primjetna je različita zastupljenost elemenata nikla (Ni), molibdena (Mo) i rubidija (Rb) (tablica 15, slike 81 i 82) koja bi mogla ukazivati na određenu korelaciju između uzoraka. Kao što smo spomenuli prije, nikal i rubidij često se povezuju s

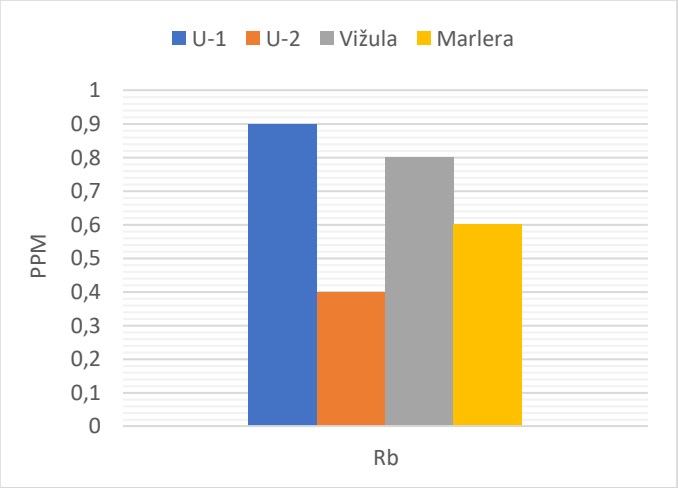
mineralima gline, dok je molibden većinom povezan s mineralima željeza ili organskom tvari (LUEDTKE 1992, 40).

Tablica 15. Podaci o zastupljenosti elemenata aluminij (Al), nikal (Ni), molibden (Mo) i rubidij (Rb) (ppm).

element	Al	Ni	Mo	Rb
jedinica	ppm	ppm	ppm	ppm
U-1	1323	6,4	6,8	0,9
U-2	793	14,8	20,1	0,4
Vižula	1164	6,9	7,8	0,8
Marlera	1005	13	16,7	0,6



Slika 81. Zastupljenost elemenata nikla (Ni) i molibdena (Mo) u uzorcima.



Slika 82. Zastupljenost elementa rubidija (Rb) u uzorcima.

Zastupljenost nikla, rubidija i molibdena, osim same makroskopske analize, također ukazuju na Vižulu kao porijeklo sirovine za uzorak U-1 te Marleru kao porijeklo sirovine za uzorak U-2. Veća zastupljenost elemenata nikla i rubidija u uzorcima s Marlere mogla bi ukazivati na drugačiji okoliš taloženja rožnjaka na poluotoku Marleri, no možda je i riječ o „nečistom“, odnosno nedovoljno opranom uzorku koji je sadržavao nešto sedimenta u kojem je pronađen. Molibden se može povezati sa crvenicom bogatom željeznim oksidima u sklopu koje se danas mogu pronaći paketi rožnjaka na Marleri i Vižuli. Je li riječ o tome da je crvenica na Marleri bogatija željeznim oksidima nego ona na Vižuli, preostaje vidjeti. Elementi srebro (Ag), zlato (Au), živa (Hg), talij (Tl) i selen (Se) su ispod granica kvantifikacije ovom metodom stoga nisu navedeni u tablici 16.

Tablica 16. Zastupljenost elemenata u tragovima u uzorcima.

element	jedinica	U-1	U-2	Vižula	Marlera
Ba	ppm	34	11	6	9
Co	ppm	0.8	0.8	0.9	1.3
Ga	ppm	4.0	2.4	0.6	<0.5
Nb	ppm	1.6	0.6	0.5	0.7
Rb	ppm	0.9	0.4	0.8	0.6
Sr	ppm	6.3	3.0	4.0	2.8
Th	ppm	0.2	<0.2	<0.2	<0.2
U	ppm	2.5	3.1	0.2	3.4
V	ppm	14	<8	<8	<8
Zr	ppm	5.5	2.4	2.9	2.0
Y	ppm	1.3	0.4	0.4	0.3
La	ppm	1.4	0.5	0.4	0.4
Ce	ppm	1.3	0.4	0.6	0.4
Pr	ppm	0.35	0.11	0.11	0.09
Nd	ppm	1.5	0.3	0.6	<0.3
Sm	ppm	0.22	0.06	0.11	0.05
Eu	ppm	0.06	0.02	0.03	<0.02
Gd	ppm	0.25	0.10	0.12	0.06
Tb	ppm	0.03	<0.01	0.01	<0.01
Dy	ppm	0.26	0.08	0.09	<0.05
Ho	ppm	0.04	<0.02	<0.02	<0.02
Er	ppm	0.10	0.03	0.04	<0.03
Tm	ppm	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
Yb	ppm	0.10	<0.05	0.05	<0.05
Lu	ppm	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
Mo	ppm	6.8	20.1	7.8	16.7
Cu	ppm	12.8	21.1	25.1	27.8
Pb	ppm	1.5	1.3	1.8	2.0
Zn	ppm	15	15	19	22
Ni	ppm	6.4	14.8	6.9	13.0
As	ppm	1.2	1.1	0.9	0.8
Sb	ppm	0.1	0.2	0.1	0.1
Bi	ppm	0.1	0.1	0.1	0.1
Hg	ppm	0.01	<0.01	<0.01	<0.01

6.2 Rezultati geokemijske analize provedene na Odsjeku za metale i metaloide Odjela za zdravstvenu ispravnost hrane Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo[6]

Rezultati geokemijske analize 10 uzoraka rožnjaka s Vižule i 10 uzoraka rožnjaka s Marlere provedene na Odsjeku za metale i metaloide Odjela za zdravstvenu ispravnost hrane Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo pokazala je da sljedeći elementi imaju potencijal za razlikovanje rožnjaka s ove dvije lokacije: litij, bor, selen, stroncij, uran, magnezij (tablica 17). U nastavku slijede podaci i interpretacija.

Tablica 17. Zastupljenost elemenata u tragovima u uzorcima s Vižule i Marlere prikazana u srednjoj vrijednosti.

element ili spoj	Li µg/kg	B µg/kg	Se µg/kg	Sr µg/kg	U µg/kg	MgO %
Vižula	302	1779	8,3	2253	61	0,03
Marlera	163	662	19,7	1293	344	0,01

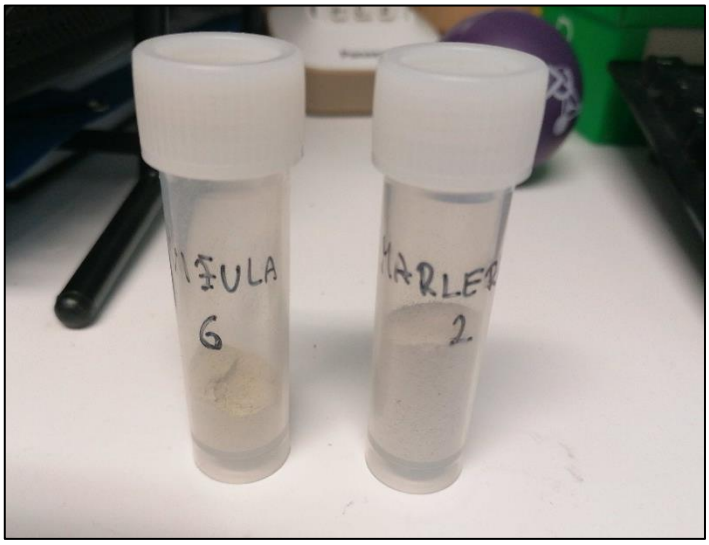
U uzorcima rožnjaka s Vižule izmjereno je gotovo dvostruko više litija (Li) nego u uzorcima s Marlere. Isto vrijedi i s elementima bor (B), stroncij (Sr) te magnezijev oksid (MgO). Suprotno vrijedi s elementima selen (Se) i uran (U) kojih ima mnogo više u uzorcima s Marlere. Problem nam predstavlja malo iskorištenje, odnosno slaba ekstrakcija elemenata koja se kreće između 35% (uran) i 82% (selen).

Kad se rezultati usporede s onima iz Kanade, vidljiva je korelacija s elementom stroncijem (Sr). I u kanadskom laboratoriju i u HZJZ dobiven je jednak omjer između uzoraka s Vižule i Marlere – 2:1, stoga bi ovaj element mogao biti od značaja za utvrđivanje lokacije. Isto vrijedi i za magnezijev oksid (MgO) čija je koncentracija u uzorcima jednaka ili slična podacima dobivenima iz kanadskog laboratorija.

Tijekom analize uzoraka u kanadskom laboratoriju element selen (Se) bio je ispod granica kvantifikacije, dok je u laboratoriju pri HZJZ uspješno određen. Riječ je o količini elementa koja je gotovo dvostruko veća u uzorcima s Marlere nego u uzorcima s Vižule. Ovaj

[6] Zahvaljujem Bernardu Marciušu, mag. chem. (HZJZ) i dr. sc Ivanu Nemetu sa Zavoda za analitičku kemiju zagrebačkog PMF-a na izrađenim analizama i dostavljenim podacima.

element također bi mogao predstavljati značajni element za određivanje geokemijskog otiska ležišta rožnjaka, te prepoznavanja između ove dvije lokacije.



Slika 83. Usitnjeni uzorci s Vižule i Marlere (fotografija: Bernardo Marciuš).

Geokemijska analiza rožnjaka s Vižule i Marlere pokazala je potencijal u određivanju geokemijskog otiska ležišta. Dobiveni podaci najviše ukazuju na elemente nikal, rubidij, molibden, litij, bor, selen, stroncij i uran kao važne za buduća istraživanja provenijencije rožnjaka.

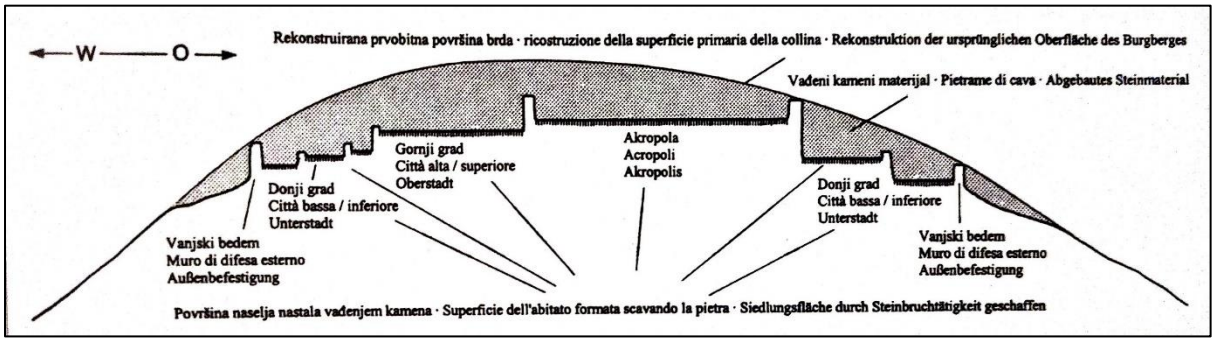
7. ISKORIŠTAVANJE KARBONATNIH SEDIMENTNIH STIJENA U PRAPOVIJESTI

Prapovijesni stanovnici Istre karbonatne su stijene počeli koristiti u većem obimu tijekom brončanog doba. Jurske i kredne površinske naslage vapnenca i dolomita koristile su se u dekorativne, ali i građevne svrhe, pri gradnji bedema (GABROVEC i MIHOVILIĆ 1987, 326-331) ili konstrukciji grobnica od kamenih škrinja (CODACCI-TERLEVIĆ 2004, 41-42). Vapnenac se koristio za gradnju bedema i kuća na nekim mjestima već pri kraju ranog brončanog doba (HÄNSEL I DR. 1997), za izradu grobnih kamenih škrinja ili spomenika (BURŠIĆ MATIJAŠIĆ 2008, 20). Pretpostavlja se da se za gradnju bedema prapovijesnih gradina kamen vadio sa vrhova i padina brežuljaka ili u neposrednoj blizini izgradnje naselja (BURŠIĆ MATIJAŠIĆ 2008, 91). Primjer gradine Monkodonje ukazuje na antropogeni utjecaj na prirodnu podlogu, odnosno vapnenački brijeg. Stjenovita je podloga Monkodonje svugdje bila klesana i zaravnjena, a površine za gradnju stambenih zdanja prilagođene su pružanju horizontalnih slojeva u prirodnom vapnencu (HÄNSEL I DR. 2015, 62-63). Većina je nalazišta gradinskih naselja dakle antropizirani krajolik jer su na uzvisinama vršeni radovi u vidu skidanja kamena čime se proširivao zaravnjen koristan prostor (slike 86 i 87) (BURŠIĆ MATIJAŠIĆ 2008, 79) te istovremeno dobivao potreban materijal za izgradnju bedema i kuća. Kamen bi se vadio jednostavnim tehnikama uz upotrebu drvenih klinova, dlijeta i metalnih šiljaka (BAĆIĆ 1978, 32) iz debelo uslojenih naslaga te po potrebi tesao u blokove potrebne veličine. Obrambeni su se zidovi u pravilu gradili samo tamo gdje je pristup gradini bio lakši čime su zidine zapravo služile pojačavanju prirodne obrane. Za gradnju gradinskih bedema i zidova upotrebljavali su se veliki, grubo obrađeni kameni blokovi (slika 84), a naslućuje se da se uz kamen koristilo i drvo, iako je to zasad teško dokazati (BURŠIĆ MATIJAŠIĆ 2008, 89). Gradile su se obično dvije vrste zidova – jednostruki i dvostruki s ispunom, a temelji zidovi bili su položeni na prirodnu podlogu matične stijene (BURŠIĆ MATIJAŠIĆ 2008, 91-92), kao što je vidljivo u primjeru gradine Glavica u općini Vrsar istraživane u sklopu projekta *ArchaeoCulTour* (slika 85) (POPOVIĆ 2018a).

Slika 84. Dio glavnog bedema, Monkodonja (preuzeto iz HÄNSEL I DR. 2015, 112).

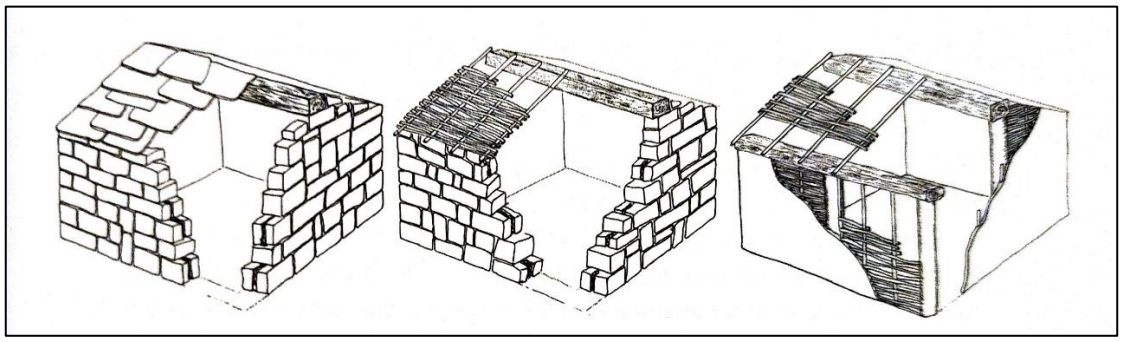
Slika 85. Sačuvani prvi red kamena gradinskog bedema na prirodnoj podlozi, odnosno matičnoj stijeni, gradina Glavica, općina Vrsar (fotografija: Sara Popović).

Slika 86. Zaravnjena površina matične stijene na Monkodonji.



Slika 87. Shematski prikaz naseobinskog prostora Monkodonje u presjeku. Gornji dio prikaza pokazuje pretpostavljenu prvotnu visinu brežuljka prije utjecaja čovjeka (preuzeto iz HÄNSEL I DR. 2015, 63).

I za potrebe gradnje kuća korišten je vapnenac. Pretpostavlja se da su za vrijeme brončanog doba na gradinama građene kuće s kamenim temeljima, dok su zidovi i krov bili od drvene građe ili pruća oblijepljenog sušenim blatom (slika 88). Kameni su materijal dobivali skidanjem dijela kamena s padina brežuljaka, koji je zatim mogao poslužiti kao građevinski materijal za gradnju kuća i bedema, kao što je prije spomenuto, te kao ispuna u sustavu gradnje bedema sa dvostrukim zidovima (BURŠIĆ MATIJAŠIĆ 2008, 100-102).



Slika 88. Idejna rekonstrukcija načina gradnje prapovijesne kuće četvrtastog tlocrta (preuzeto iz BURŠIĆ MATIJAŠIĆ 2008, 101).

Za ukope kroz brončano doba Istre također je korištena lokalna vapnenačka sirovina (slike 89-92). Početak tog razdoblja u Istri obilježen je pokapanjem pokojnika ispod kamenog tumula (BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ 1998, 51). Ukopi su tijekom srednjeg brončanog doba vršeni u sanducima od kamenih, vapnenačkih ploča, s pokojnikom u skvrčenom položaju, prekriveni pločom i gomilom kamenja, odnosno kamenom gomilom. Često je grobni humak opasan kružnim zidom (MIHOVILIĆ 1987, 50; CODACCI-TERLEVIĆ 2004). Tijekom srednjeg brončanog doba se pojavljuje i sahranjivanje pokojnika u ograđenim grobovima unutar bedema ili uz njih (BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ 1998, 51), kao što je to slučaj na Monkodonji (HÄNSEL I DR. 2007-2008). Na nalazištu Milovići u općini Vrsar pronađeno je nekoliko kamenih škrinja sa skeletnim ukopima koji su se nalazili ispod kamenog tumula (slika 90) (GEROMETTA 2020), dok su na Monkodonji istražena dva ukopa u kamenim sanducima – grob A i grob B, koji su se nalazili kod zapadnih vrata bedema (slika 89) (HÄNSEL I DR. 2007-2008, 95-113). Zanimljivo je da je nad kamenim sandukom groba B stajala kamena stela izrađena od pješčenjaka stranog porijekla (HÄNSEL I DR. 2007-2008. 98), dok za kamenu stelu i kamenu škrinju groba A istraživači smatraju da je izrađena iz lokalnog materijala (HÄNSEL I DR. 2007-2008, 106).

Slika 89. Kamena škrinja groba A na Monkodonji (preuzeto iz HÄNSEL I DR. 2015, 194).

Slika 90. Milovići, grob 1 (bez pokrovne ploče) i pokrovna ploča groba 2, općina Vrsar (fotografija: Katarina Gerometta).

Slika 91. Jedna od vapnenačkih ploča iz groba pod kamenim tumulom na položaju Milovići, općina Vrsar.

Slika 92. Komad obrađene pokrovne ploče s jednog od uništenih grobova u kamenim škrinjama, Monkodonja (preuzeto iz HÄNSEL I DR. 2015, 227).

Kamene ploče grobnih sanduka na nalazištu Milovići obrađene su na rubovima kako bi se bolje uklopile u grobnu konstrukciju. Jedna od ploča uzorkovana je kako bismo petrografskom analizom provjerili pretpostavku da je materijal za izradu kamenih sanduka zaista lokalnog porijekla (slika 91). Već na prvi pogled ploča pokazuje odlike naslaga karbonatnih sedimenata taloženih u sklopu jedinice Kirmenjak na kojoj nalazište leži – riječ je o mikritnom vapnencu sa stilolitima (MIKO I DR. 2013, 23, MATIČEC I DR. 2015). Taj će se podatak svakako utvrditi petrografskom analizom (više o rezultatima petrografske analize u

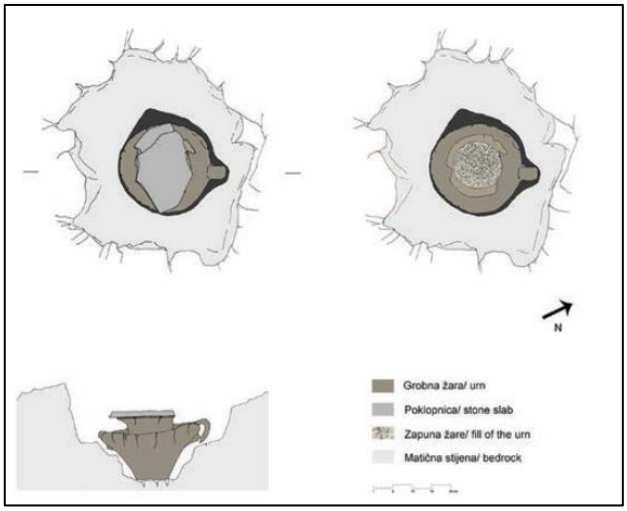
poglavlju 9 ovog rada).

Slika 93. Okomiti izdanci matične stijene, takozvani "španjolski konjanici" na obronku Monkodonje.

I dok su prilikom gradnje bedema i stvaranja prostora za stambene objekte stanovnici gradina uvelike utjecali na izgled krajolika, te u velikoj mjeri koristili kamenu sirovinu dostupnu im na licu mjesta, kao dio fortifikacijskog sustava mogli su koristiti i nemodificirane izdanke vapnenačke stijene šiljastog oblika, kao što je to slučaj s gradinom Monkodonja (slika 93). Riječ je o prirodnoj formaciji koja nastaje erozijom, a koja se izdiže iz matične stijene. Nazivaju je i „španjolski konjanici“ ili *Chevaux-de-Frise* (HÄNSEL I DR. 2015, 239). Slična je formacija zabilježena i ispred glavnog bedema gradine Vrčin , kod gradine na Velikom Brijunu te kod gradine Gradac-Turan iznad Koromačna. Naime, na spomenutim nalazištima ispred pojasa bedema slagan je pojas okomito usađenog oštrog kamenja čija je funkcija bila otežavanje i usporavanje prodora prema zidinama (slika 94) (MIHOVILIĆ 1997b, 42; MIHOVILIĆ 2013, 38; VITASOVIĆ 2000, 14-16). Prilikom istraživanja gradine Turan takav je pojas datiran u kasno brončano doba (MIHOVILIĆ 1997b, 45).

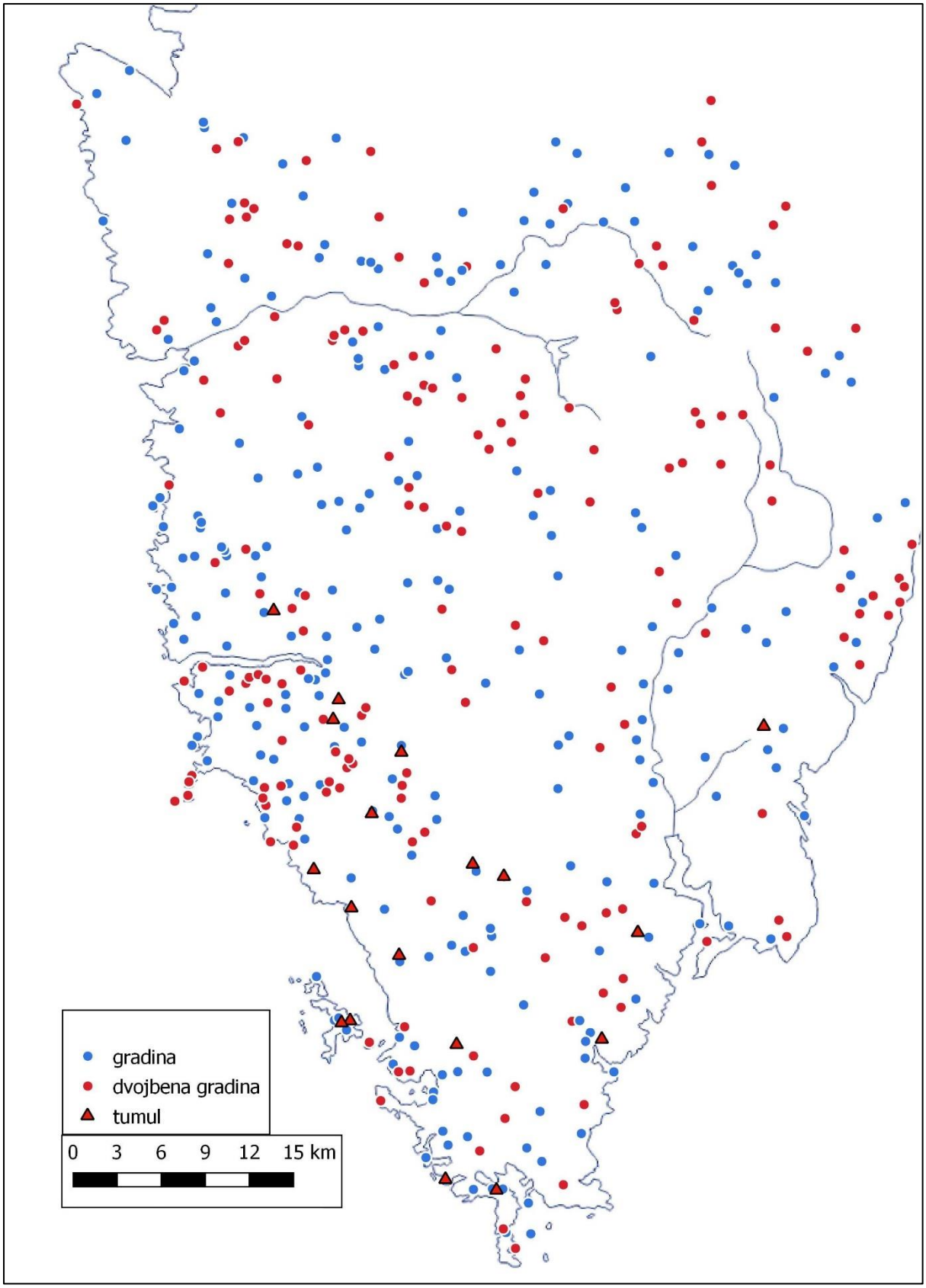
Slika 94. Prostor izvan grobnih arhitektura nekropole Gradina na otoku Veli Brijun. Vidljivi su nepravilno usađeni kameni blokovi povezani s obranom naselja (preuzeto iz VITASOVIĆ 2000, 14).

Iako je željezno doba donijelo neke novitete na područje Istre, način života je ostao donekle isti. Stanovništvo je i dalje većinom živjelo na gradinama obrubljenim suhozidnim bedemima, u pravokutnim kućama s kamenim temeljima (MIHOVILIĆ 2013, 32-48; BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ 1998, 19). Jedan od noviteta je svakako paljevinski način ukopavanja koji više nije uključivao ukope ispod tumula. Paljevinski ostaci pokojnika ponekad su se polagali u žare, a zatim u kamene sandučiće prekrivene jednom ili više ploča (MIHOVILIĆ 2013, 64). Zabilježeno je i nekoliko primjera grobnih jama uklesanih u živu stijenu, kao na primjer u nekropoli Beram (slika 95) i jedan primjer u Nezakciju (MIHOVILIĆ 2013, 64; VIŠNJIĆ I DR. 2013, 40).

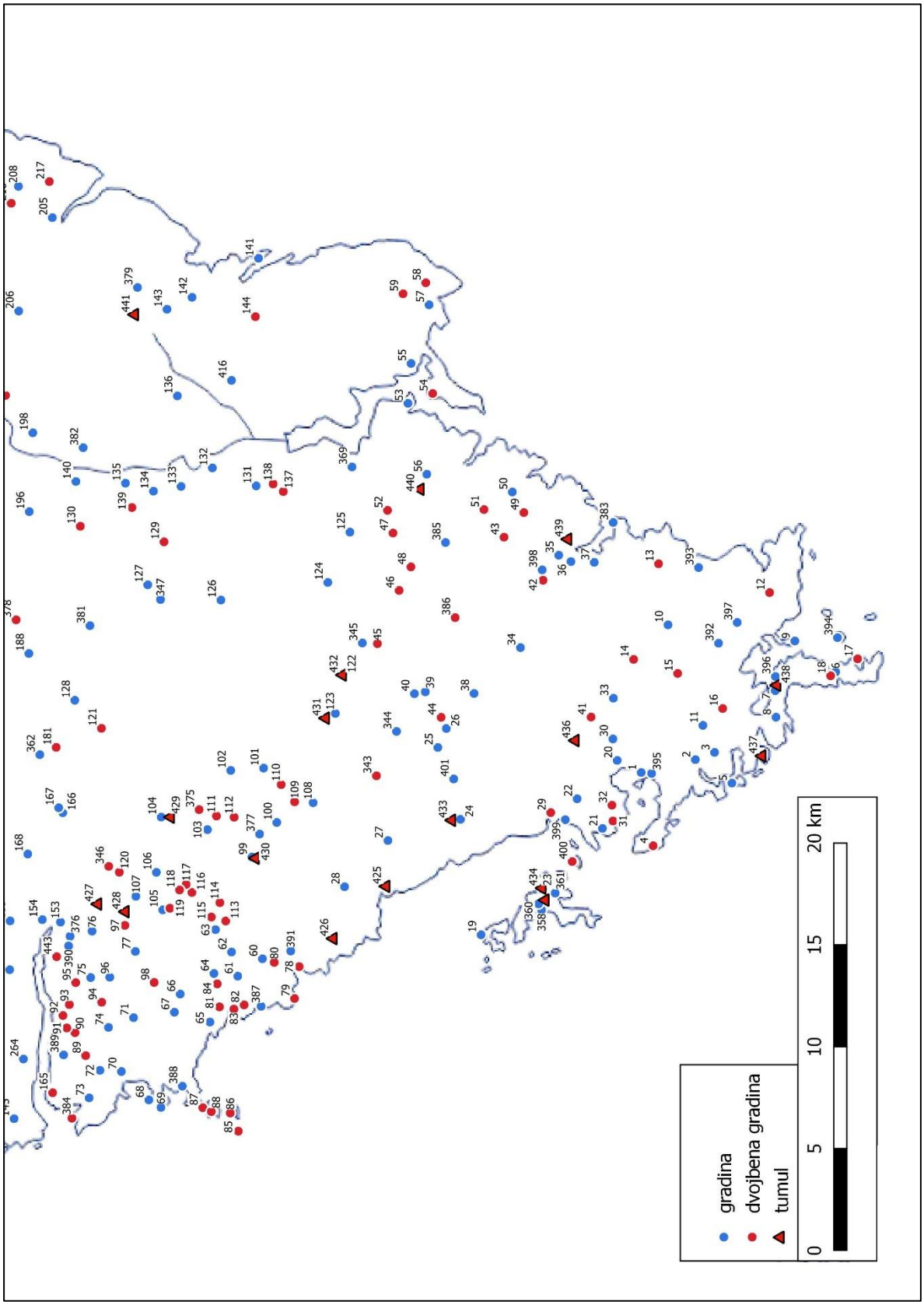


Slika 95. Tlocrt i presjek željeznodobnog žarnog groba ukopanog u matičnu stijenu, nekropola Beram (preuzeto iz VIŠNJIĆ I DR. 2013, 40).

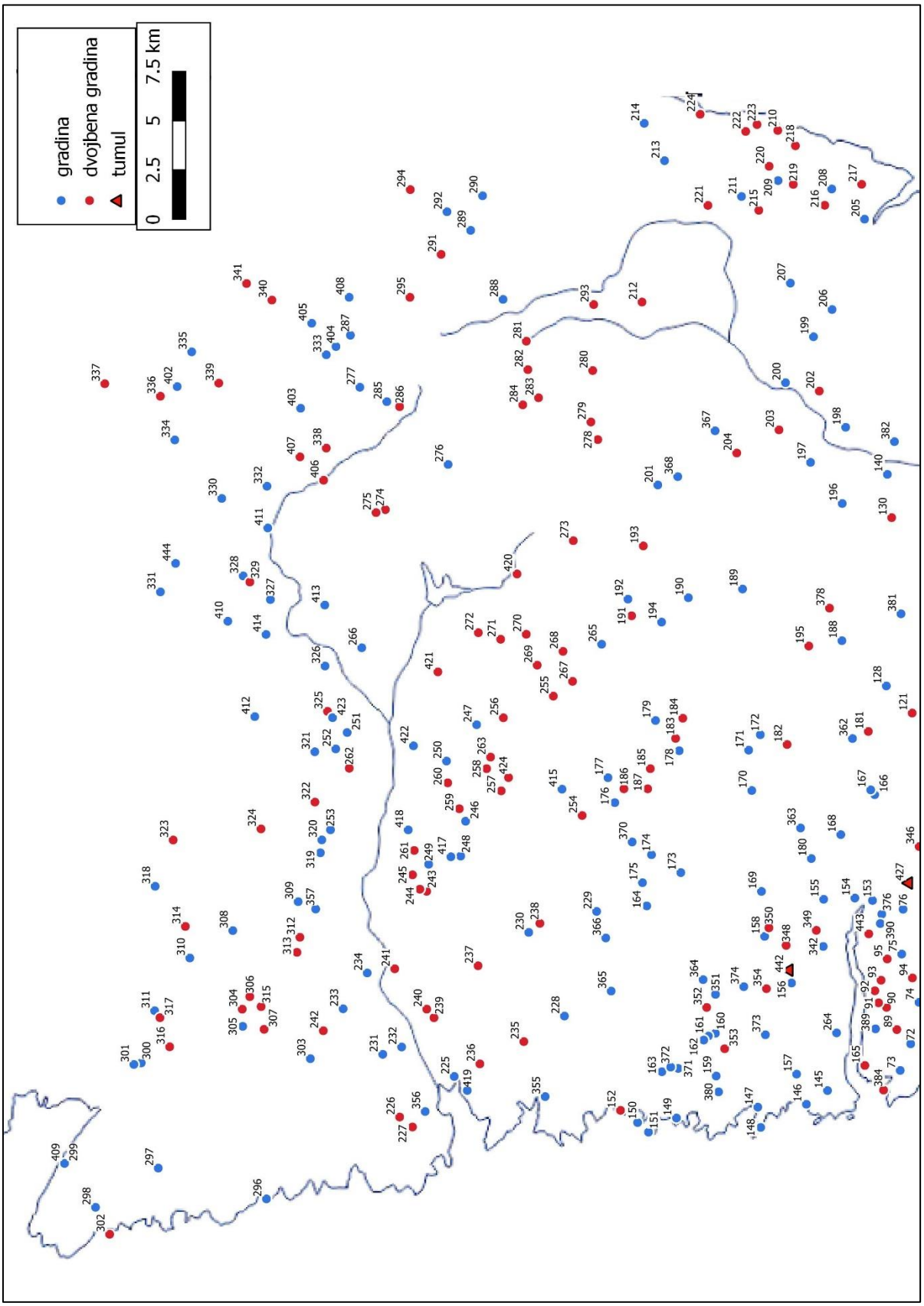
Dakle, kako smo spomenuli, osim što su vrhove brežuljaka zaravnali kako bi dobili više mjesta za život te potrebnu sirovinu za gradnju suhozidnih bedema, kameni materijal koristili su i prilikom nasipavanja tumula kod ukopa članova svoje zajednice tijekom brončanog doba. U nastavku slijede karte s prapovijesnim gradinama iz brončanog i željeznog doba, kao i brončanodobnim ukopima ispod tumula koje su priložene kako bi se prikazao raspon čovjekova utjecaja na okoliš u kojem je živio kroz kasnija razdoblja prapovijesti (karte 9-11, tablica 18).



Karta 9. Gradine brončanog i željeznog doba te brončanodobni ukopi ispod tumula na hrvatskom dijelu Istarskog poluotoka (prema CODACCI-TERLEVIĆ 2004, BURŠIĆ–MATIJAŠIĆ 2007, BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ I ŽERIĆ 2013).



Karta 10. Gradine brončanog i željeznog doba te brončanodobni ukopi ispod tumula na južnom dijelu Istarskog poluotoka. Brojevi odgovaraju onima u tablici (prema CODACCI-TERLEVIĆ 2004, BURŠIĆ–MATIJAŠIĆ 2007, BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ I ŽERIĆ 2013).



Karta 11. Gradine brončanog i željeznog doba te brončanodobni ukopi ispod tumula na sjevernom dijelu Istarskog poluotoka. Brojevi odgovaraju onima u tablici (prema CODACCI-TERLEVIĆ 2004, BURŠIĆ–MATIJAŠIĆ 2007, BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ I ŽERIĆ 2013).

Tablica 18. Popis prapovijesnih potvrđenih i dvojbenih gradina te brončanodobnih tumula na području Istarskog poluotoka. Brojevi odgovaraju onima na kartama.

Broj	Toponim	Vrsta nalazišta	Izvor
1	Kaštel	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
2	Vintijan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
3	Kućine Vinkuran	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
4	Muzil	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
5	Otok Veruda Fratarski	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
6	Kastril	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
7	Glavica	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
8	Kaštelir	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
9	Punta Kašteja	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
10	Montići	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
11	S. Marina	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
12	Sv. Antun	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
13	Glavica Sarancan	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
14	Glavica Jadreški	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
15	Turtijan	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
16	Kaštijun	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
17	Debeljak	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
18	Sv. Martin Premantura	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
19	Fort Mali Brijun	gradina	Begović i Schrunk 2006., Buršić-Matijašić 2007.
20	Monte Ghiro	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
21	Brdina Monte Groso	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
22	Kaštelir Štinjan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
23	Gradina Veli Brijun	gradina	Begović i Schrunk 2006., Buršić-Matijašić 2007.
24	Magornjak	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
25	Kasteljer Vodnjan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
26	M. Mulino	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
27	Kaštelir Batvači	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
28	Mandriol	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
29	Valbandon	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
30	Sv. Juraj Zeleni brijeg	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
31	Munida	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
32	Karbuner	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
33	Šandalja	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
34	Glavica Loborika	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
35	Kaštelir Valtura	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
36	Kitica Vinac	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
37	Sanapu	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
38	Kašteljer Galižanski	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
39	Sv. Jakov	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
40	Gropi	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
41	Vernal	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
42	Gradina Nezakcij	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
43	Bubanj	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.

44	Sv. Jakov	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
45	Sv. Vid	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
46	Vrh Proštine	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
47	Kaštelir Krnica	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
48	Stražica	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
49	Kvanjke	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
50	Kaštelir Duga uvala	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
51	Kaštel Šegotići	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
52	Glavica Krnica	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
53	Stari Rakalj	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
54	Gradina Ubac	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
55	Gradac Tunarica	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
56	Gradina	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
57	Gradac Turan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
58	Cuf Skitača	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
59	Brdo Skitača	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
60	Kanonika Mongrižeja	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
61	Grašicov vrh	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
62	Kaštelir Stancija Gati	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
63	Mulem	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
64	Šarižol	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
65	Muja Rovinal	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
66	Monkodonja	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
67	Valtida	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
68	Rovinj	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
69	Sv. Katarina	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
70	Laštre Monestaso	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
71	Turnina	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
72	Mondelako	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
73	Mompaderno	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
74	Konjski vrh	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
75	Moričovica	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
76	Karaštak	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
77	Sv. Kalcijan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
78	Mongrego	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
79	Pisulj	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
80	Garzotto	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
81	Veštar	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
82	Lešo	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
83	Paradiž	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
84	Monšporko	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
85	Sv. Ivan na pučini	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
86	Otok Sv. Ivan	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
87	Crveni otok Sv. Andrija	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
88	Maškin	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
89	Sv. Tomaž	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
90	Karpa	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
91	Montelongo	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
92	Mokripož	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.

93	Varave	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
94	Bogunov vrh	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
95	Gomila Rovinjsko selo	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
96	Perićeva glavica	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
97	Muvica	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
98	Jar	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
99	Bale	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
100	Mažin	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
101	Gradina	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
102	Tondolon Sv. Petar	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
103	Monkaštel	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
104	Stari grad	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
105	Kaž	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
106	Veliki Golaš	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
107	Mrvazin	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
108	Turnina	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
109	Maškerada	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
110	Veliki vrh	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
111	Črnjin vrh	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
112	Grabrovac	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
113	Karma	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
114	Čubani	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
115	Arke	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
116	Škacota	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
117	Moncorno	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
118	Pižanovac	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
119	Pudarica	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
120	M. Mamu	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
121	Pištine	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
122	Vrčin	gradina	Buršić-Matijašić 1988.-1989., Buršić-Matijašić 2007.
123	Lakoršaga	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
124	Gradina Glavani	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
125	Gradina Bratulići	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
126	Krnički vrh	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
127	Gradina Gočan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
128	Mikulanija	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
129	Bilićev vrh	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
130	Gromača	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
131	Prezenak	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
132	Gradište	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
133	Jelensko	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
134	Gradine Prnjani	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
135	Gurla	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
136	Špreharica	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
137	Sv. Ivan	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
138	Grubišnjak	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
139	Kuharija	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
140	Gradina Sutivanac	gradina	Buršić-Matijašić 2007.

141	Punta Lunga	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
142	Sv. Galo	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
143	Labin	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
144	Buligrad	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
145	Montigun	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
146	Vrsar	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
147	Funtana	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
148	Školjic	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
149	Brulo	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
150	Poreč	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
151	Sv. Nikola	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
152	Pical	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
153	Sv. Martin	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
154	Limska gradina	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
155	Bumberić	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
156	Gradina	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
157	Monte Ricco	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
158	Kaštelir	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
159	Mugeblić	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
160	Picugi 1	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
161	Picugi 2	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
162	Picugi 3	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
163	Bevjakin vrh	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
164	Punčan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
165	Majerov vrh	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
166	Parentin	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
167	Dvigrad	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
168	Gradina Morozula	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
169	Sv. Lovreč	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
170	Korona	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
171	Kringa	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
172	Sv. Toma	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
173	Baderna	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
174	Štandar vrh	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
175	Selin vrh	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
176	Rajkov vrh	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
177	Štandar	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
178	Tijola	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
179	Sv. Špeta	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
180	Blogi	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
181	Gadovac	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
182	Faturi	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
183	Tinjan	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
184	Veliki vrh	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
185	Sv. Martin	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
186	Muntrilj	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
187	Glavica Brečevići	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
188	Žminj	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
189	Sv. Marija Magdalena	gradina	Buršić-Matijašić 2007.

190	Gradišće Bertoši	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
191	Stari Pazin	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
192	Pazin Kaštel	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
193	Lindar	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
194	Stancija Patai	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
195	Sv. Juraj	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
196	Bresnica	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
197	Stari Grad Orič	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
198	Starigrad Ružići	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
199	Blaškovici Straža	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
200	Šumber	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
201	Perunčevac	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
202	Gradina Benažići	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
203	Sv. Katarina	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
204	Medigi	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
205	Plomin	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
206	Eržišće	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
207	Kršan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
208	Borigrad	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
209	Gradac	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
210	Brseč	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
211	Gradina Kožljak (Kaštel)	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
212	Brdo Šušnjevica	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
213	Gračišće Sv. Jelena	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
214	Gradac iznad Grabrove	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
215	Gradina Kožljak	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
216	Kalić	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
217	Lokva Filipaši	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
218	Tepanj	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
219	Sisol	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
220	Gradac Brseč	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
221	Gorinca	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
222	Golovik Marijanov breg	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
223	Ozida Golovik	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
224	Mošćenice	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
225	Sv. Martin Tarska vala	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
226	Grumazzo	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
227	Sv. Servulo	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
228	Nova Vas	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
229	Montaur	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
230	Montebello	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
231	Gromača	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
232	Sv. Jurij	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
233	Kaštelir	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
234	Sv. Pelagij	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
235	Monperlon	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
236	Tar	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
237	Kaštelir	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
238	Višnjan	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.

239	Golaš	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
240	Gradina na Mirni	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
241	Gradina na Mirni 2	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
242	Smergo Brtonigla	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
243	Sv. Marija kod Vižinade	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
244	Vranje Selo Vižinada	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
245	Monte d'Oro	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
246	Glavica Mučitada	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
247	Sv. Spas Kaldir	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
248	Gradina Ferenci	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
249	Bošket Vižinada	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
250	Šublenta	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
251	Čebranjak	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
252	Sv. Jelena Oprtalj	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
253	Završje	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
254	Glavica Rapavel	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
255	Kaštelir Škropeti	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
256	Novaki Motovunski	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
257	Krč	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
258	Umejak Močibobi	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
259	G. Pahovići	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
260	Rušnjak	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
261	Monte Vižinal Sv. Toma	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
262	Lončići	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
263	Karojba	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
264	Mukaba	gradina	Buršić-Matijašić 2007., Popović 2018b.
265	Beram	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
266	Veliki vrh	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
267	Trviž	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
268	Sv. Jure brih	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
269	Sv. Lovreč Trviž	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
270	Pilošćak	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
271	Padova	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
272	Lokvina	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
273	Sv. Lovreč Pazinski Novaki	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
274	Račice	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
275	Sv. Marija	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
276	Stari Draguć	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
277	Gradac	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
278	Gologorica	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
279	Sv. Križ Gologorica	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
280	Gradinje	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
281	Paz	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
282	Straževica	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
283	Gradnji breg	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
284	Sv. Kocijan	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
285	Čuharija Hum	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
286	Hum	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
287	Gradišće	gradina	Buršić-Matijašić 2007.

288	Boljun	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
289	Stara Vragna	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
290	Pricejak Vranja	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
291	Krog Gradac	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
292	Orljak Vela vrata	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
293	Gradina Letaj	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
294	Gradac	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
295	Sv. Marija	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
296	Rt Sv. Ivana	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
297	Kaštelir Umag	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
298	Romanija	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
299	Sv. Petar	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
300	Markovac	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
301	Monte di Mazzoria	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
302	Rt Kaštel Sipar	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
303	Brtonigla	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
304	Buje	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
305	Pelegrin	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
306	Sv. Margerita	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
307	M. Casai	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
308	Krug Triban	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
309	Gradina kod Fraške	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
310	Fineda	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
311	Kaštel	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
312	Čuket	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
313	Kavruja	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
314	Momjan	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
315	Sv. Eufemija	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
316	Kaldanija	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
317	Vižinada	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
318	Oskoruš Gornji	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
319	Sv. Jure	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
320	Sv. Križ	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
321	Oprtalj	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
322	Vižintini vrhi	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
323	Šavarinovac	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
324	Kaštelir Oprtalj	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
325	Gradinje	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
326	Sv. Stjepan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
327	Meja Veli Mlun	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
328	Vršok Štrped	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
329	Sv. Petar Štrped	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
330	Kuk	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
331	Krog	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
332	Sv. Križ	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
333	Črni grad	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
334	Sv. Bartul	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
335	Gradina Rašpor	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
336	Gradina Trstenik	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.

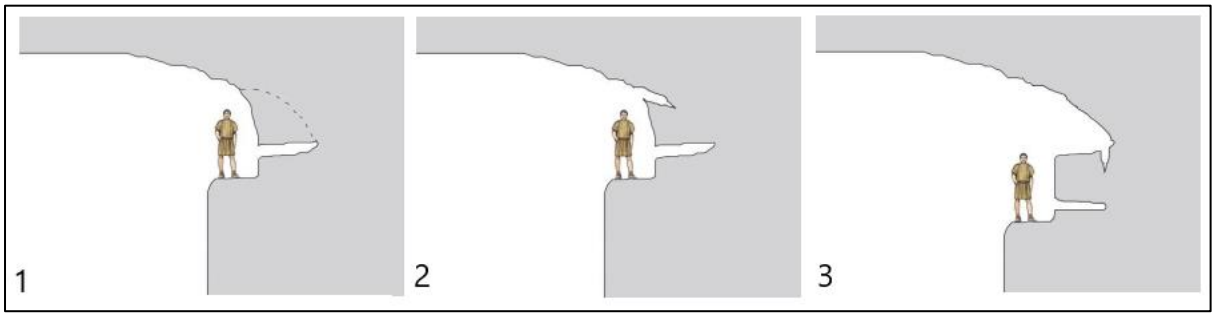
337	Sv. Martin kod Vodica	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
338	Sv. Lucija Blatna vas	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
339	Gradišće Prapoče	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
340	Nilinium Lanišće	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
341	Orljak	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
342	Glavica	gradina	Popović 2018a.
343	Sv. Mičel	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
344	Kota 167.3	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
345	Gradina nad Kužinici	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
346	Mompeter	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
347	Rogatica	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
348	Veli Major	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
349	Perovac	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
350	Dodin vrh	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
351	Malovar	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
352	Valdecin	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
353	Sansar	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
354	Delićki vrh	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
355	Monkaštel	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
356	Sv. Duh Novigrad	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
357	Grožnjan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
358	Petrovac	gradina	Begović i Schrunk 2006., Buršić-Matijašić 2007.
359	Antunovac	gradina	Begović i Schrunk 2006., Buršić-Matijašić 2007.
360	Straža	gradina	Begović i Schrunk 2006., Buršić-Matijašić 2007.
361	Javorika	gradina	Begović i Schrunk 2006., Buršić-Matijašić 2007.
362	Kašteljir	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
363	Gradišće Selina	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
364	Glavica kod Radmani	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
365	Rompelak	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
366	Petrovac	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
367	Pićan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
368	Gračišće	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
369	Šiljar	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
370	Majkusi	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
371	Veliki Sv. Anđeo	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
372	Mordele	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
373	Mrtacol	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
374	Montižansko brdo	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
375	Grabrovac	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
376	Gradina	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
377	Sv. Mihovil	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
378	Sv. Foška	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
379	Kunci	gradina	Kos 2005., Buršić-Matijašić 2007.
380	Mugeba	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
381	Breg Gradišce	gradina	Buršić-Matijašić 2007.

382	Gradina Sv. Križ	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
383	Cuf Valtura	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
384	Faborso	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
385	Mutvoran	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
386	Očak	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
387	Monbrodo	gradina	Buršić-Matijašić 2007., Müller i dr. 2016.
388	Monve	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
389	Monter	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
390	Kičer	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
391	M. Majan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
392	Sv. Petar	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
393	Monte Madonna	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
394	Ceja	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
395	Monte Zaro	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
396	Gradina Premantura	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
397	Vrčevan	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
398	Nezakcij	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
399	Turulu	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
400	Sv. Jerolim	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
401	Kaštelir	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
402	Trstenik	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
403	Roč	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
404	Beligrad	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
405	Gradina Lanišće	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
406	Veliki Kuk	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
407	Cunj	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
408	Gradišće	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
409	Sv. Petar Kanegra	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
410	Sv. Juraj Salež	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
411	Buzet	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
412	Kukuj	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
413	Sovinjak	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
414	Kaštel Pietra Pelosa	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
415	Glogovac	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
416	Gradište Kršulji	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
417	Grič Ferenci	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
418	Vižinal	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
419	Sv. Križ Bleki	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
420	Stari Grad Grdoselo	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
421	Zamask	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
422	Motovun	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
423	Beninići	gradina	Buršić-Matijašić 2007.
424	Liretov brig	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
425	Uvala Marić	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
426	Paravija	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
427	Maklavun	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.

428	Žamnjak	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
429	Novi Grad - Krmed	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
430	Monte Svenche	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
431	Škicini	tumul	Buršić-Matijašić 2003., Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
432	Vrčin	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
433	Magornjak	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
434	Veli Brijun	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
435	Antunovac	tumul	Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
436	Valmarin	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
437	Bumbišta	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
438	Vela Gomila	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
439	Vela Gromača	tumul	Baćić 1973., Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
440	Krnica	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
441	Vetva	tumul	Codacci-Terlević 2004., Buršić-Matijašić i Žerić 2013.
442	Milovići	tumul	Sadrić 2013., Gerometta 2020.
443	Koren	dvojbena gradina	Buršić-Matijašić 2007.
444	Jašmovica	gradina	Buršić-Matijašić 2007.

8. ISKORIŠTAVANJE KARBONATNIH SEDIMENTNIH STIJENA U ANTICI[7]

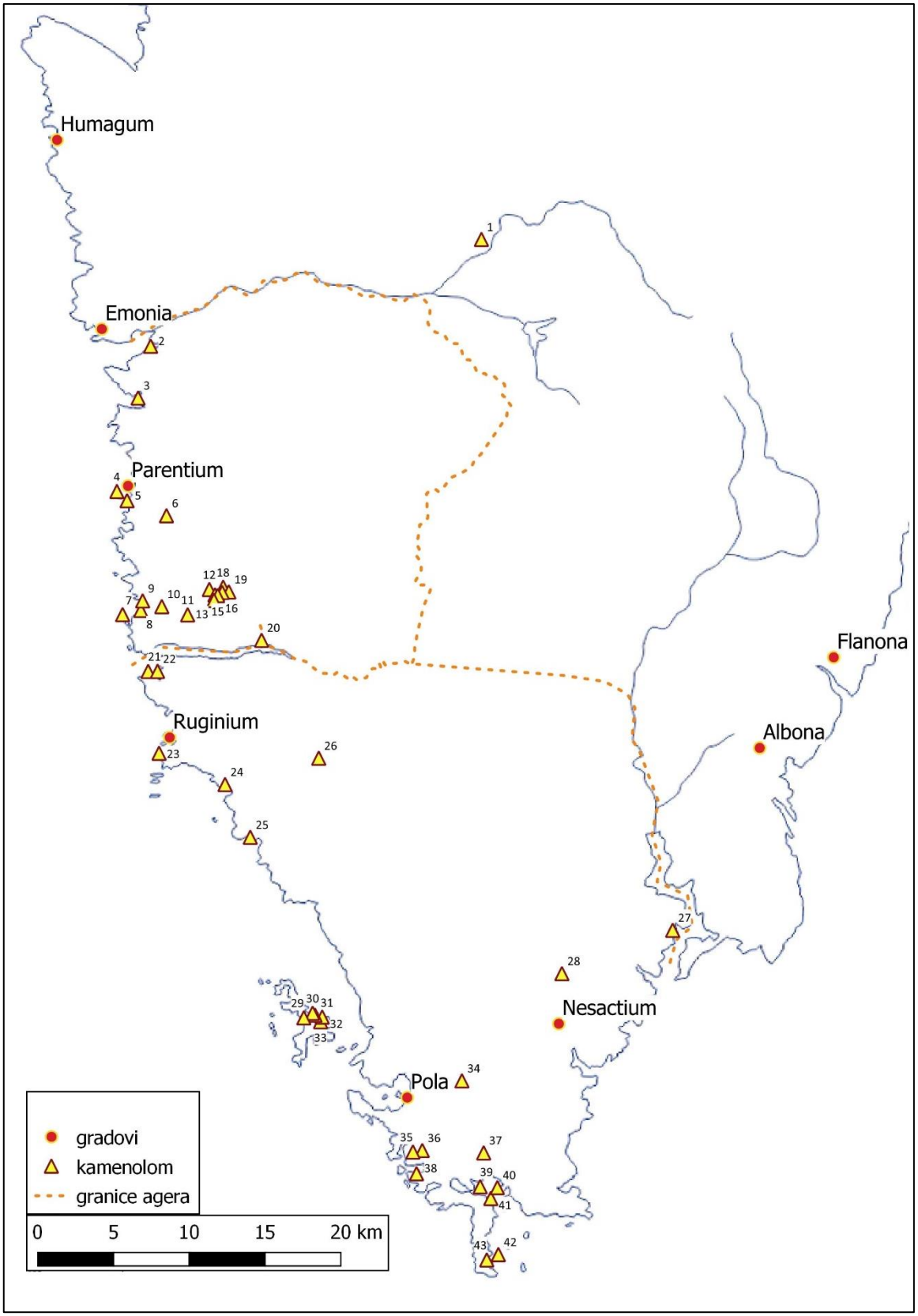
Dolaskom pod rimsku upravu eksploatacija, odnosno iskorištavanje kamene sirovine na prostoru Istarskog poluotoka vrši se na drugačiji način, ne samo korištenjem drugačijeg alata, već je i drugačijim pristupom ležištima kvalitetne kamene sirovine sustavniji. Rimljani preuzimaju kamenarska dostignuća prijašnjih civilizacija; točnije staroegipatsku tehniku pašarina[8] te upotrebu željeznih klinova koja je razvijena na prostoru Grčke (PARICA 2014a, 133). Njihov sustavni pristup iskorištavanju kamena rezultirao je više-manje pravilnim tlocrtima kamenoloma; naime, kamen se organizirano iskorištavao u obliku pravilnih kamenih blokova (PARICA 2014a, 140). M. Parica spominje dvije tehnike ekstrakcije kamenih blokova u razdoblju antike – otvoreni kop te galerijski kop (PARICA 2014a, 133-145). Pod otvorenim kopom smatra se vađenje sirovine s površine zemlje. Na taj način se uklanjaju i neželjeni i nekvalitetni površinski slojevi kamena koji se moraju ukloniti kako bi se pristupilo vađenju kvalitetnijih slojeva ispod njih. Ova se vrste ekstrakcije može razlikovati ovisno o vrsti stijenske mase koja se iskorištava. Naime, priroda deblje uslojenog arhitektonskog kamena nalaže da se vađenje takve mase razlikuje od vađenja pločastog ili uslojenog kamena gdje se blokovi odvajaju po horizontalnim i vertikalnim slojnicama (PARICA 2014a, 133). U otvorenom kopu kameni blokovi mogu se vaditi u jednom redu ili pak stepenasto zbog konfiguracije terena, sastava stijenske mase ili drugih razloga (PARICA 2014a, 137-138). S druge strane, galerijski kopovi nastali su kao posljedica činjenice da se kvalitetna sirovina nalazi ispod površinskih slojeva lošije kvalitete (slika 96). Riječ je o vađenju kamenih blokova s bočne strane litice jer se čišćenje površinskih slojeva smatra neisplativim (PARICA 2014a, 142). Detaljnije o kamenoklesarskim tehnikama i alatima vidi u poglavlju 8.4.



Slika 96. Pristup galerijskom kopu u kamenolomu: 1 – izrada horizontalnog i vertikalnog pašarina, 2 – izrada gornjeg pašarina i kunjere unutar njega, 3 – nastavak eksploatacije odozgo prema dolje (preuzeto iz PARICA 2014a, 143).

[7] Dio ovog poglavlja objavljen je u radovima ŠPREM 2019, ŠPREM 2020a, ŠPREM 2021.
[8] Pašarin je tradicionalni dalmatinski naziv za kanal u stijenskoj masi kojim se okružuje kameni blok (PARICA 2014a, 4), a koji ćemo mi koristiti u daljnjem radu.

Iako se Paričin rad, kojeg opsežno koristimo, temelji na rimskim i srednjovjekovnim kamenolomima u Dalmaciji, dosadašnja istraživanja su ukazala da ne postoje velike razlike, stoga se može primijeniti ista metodologija za područje Dalmacije i Istre. Stoga smo uz pomoć Paričine metodologije na području Istarskog poluotoka opisali velik broj otprije poznatih antičkih kamenoloma, među kojima je vjerojatno najpoznatiji Cave Romane kod Vinkurana (ŠONJE 1980, CRNKOVIĆ 1991, MATIJAŠIĆ 1998), te dokumentirali dosad nepoznate antičke kamenolome. Svi su dosad otkriveni antički kamenolomi na području Istarskog poluotoka otvorenog tipa, odnosno s otvorenim kopom – kamena se sirovina vadila s površine zemlje. U nastavku će kamenolomi biti predstavljeni s obzirom na njihov smještaj u tri agera kojima je bio podijeljen Istarski poluotok: hrvatskom dijelu tršćanskog agera, porečkom ageru ili pulskom ageru; te opisani počevši sa sjevera prema jugu (karta 12, tablica 19). U nazivu kamenoloma stoji katastarska općina u kojoj su smješteni te ime položaja prema topografskoj ili hrvatskoj osnovnoj karti. Tlocrti novootkrivenih kamenoloma radi preglednosti stavljeni su u zasebno poglavlje.



Karta 12. Položaji antičkih kamenoloma na hrvatskom dijelu Istarskog poluotoka (kamenolomi djelomično prema ŠONJE 1980, MATIJAŠIĆ 1998; centurijacija prema BULIĆ 2012; osnova za kartu: www.d-maps.com).

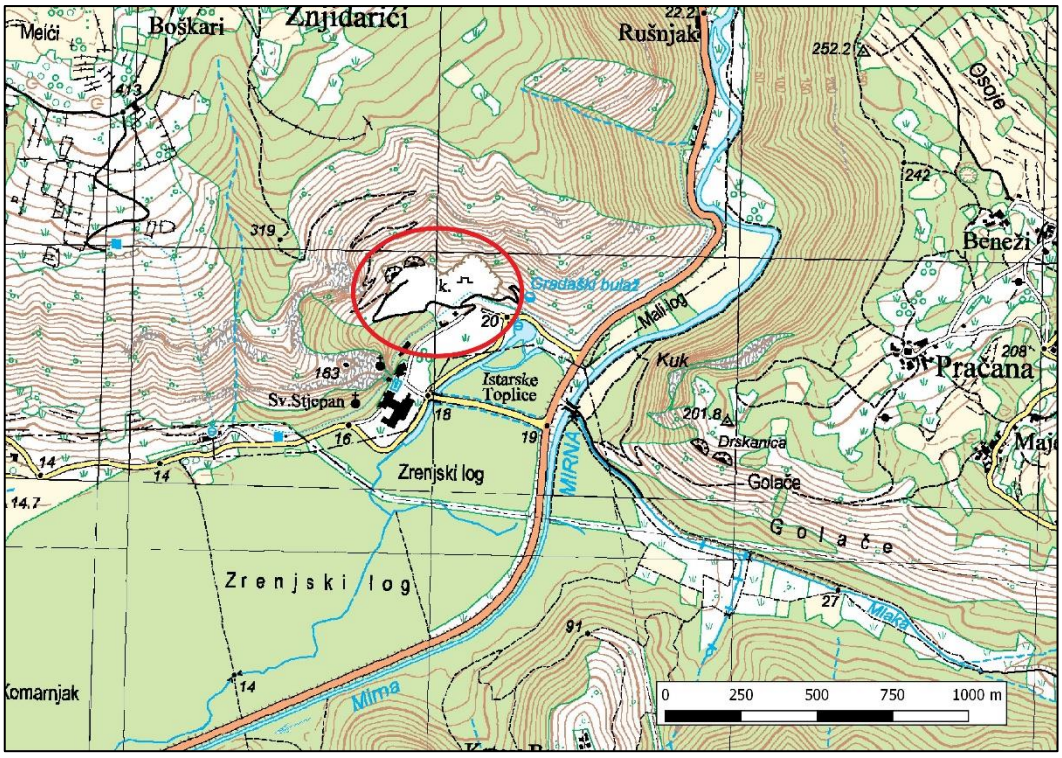
Tablica 19. Popis pretpostavljenih antičkih kamenoloma na području hrvatskog dijela Istarskog poluotoka. Brojevi odgovaraju onima na karti (geološke formacije prema MIKO I DR. 2013).

Broj	Općina – naziv	Geološka formacija	Ager	Izvor, literatura
1	Oprtalj – Sv. Stjepan	Rušnjak	*Tergeste*	pretpostavka (petrografska analiza)
2	Tar-Vabriga – Tarska vala	Pula	*Parentium*	Šonje 1980., Matijašić 1998., reambulacija
3	Tar-Vabriga	Pula	*Parentium*	Šonje 1980., Matijašić 1998.
4	Poreč – Sv. Nikola	Kirmenjak?	*Parentium*	Šonje 1980., Matijašić 1998.
5	Poreč – Naftaplin	Lim	*Parentium*	Benčić 2019., reambulacija
6	Poreč – Sv. Anđeo	Zlatni rt?	*Parentium*	Benčić 2019., reambulacija
7	Vrsar – Sv. Juraj	Kirmenjak	*Parentium*	Šonje 1980., Matijašić 1998.
8	Vrsar	Kirmenjak	*Parentium*	Šonje 1980., Matijašić 1998., reambulacija
9	Vrsar – Vankanela (Valkanela)	Muča	*Parentium*	terenski pregled
10	Vrsar - Monte Ricco	Kirmenjak	*Parentium*	Šonje 1980., Matijašić 1998., reambulacija
11	Vrsar – Biškupovi vrhi (Monte del Vescovo)	Muča	*Parentium*	terenski pregled
12	Vrsar – Flengi Smokovac	Muča	*Parentium*	terenski pregled
13	Vrsar – Flengi Vršćić	Muča	*Parentium*	terenski pregled
14	Vrsar – Flengi	Muča	*Parentium*	terenski pregled
15	Vrsar – Prekijov vrh (Prekljov vrh) 3	Muča	*Parentium*	terenski pregled
16	Vrsar – Prekijov vrh (Prekljov vrh) 2	Muča	*Parentium*	terenski pregled
17	Vrsar – Prekijov vrh (Prekljov vrh) 1	Muča	*Parentium*	terenski pregled
18	Vrsar – Delići Kontija 1	Muča	*Parentium*	terenski pregled
19	Vrsar – Delići Kontija 2	Muča	*Parentium*	terenski pregled
20	Vrsar – Kloštar	Rovinj	*Parentium*	terenski pregled
21	Rovinj – Uvala Križ (Faborso)	Muča	*Pola*	Šonje 1980., Matijašić 1998.
22	Rovinj – Uvala Soline	Muča	*Pola*	Šonje 1980., Mlakar 1996, Matijašić 1998.
23	Rovinj – Zlatni rt (Montauro)	Kirmenjak	*Pola*	Šonje 1980., Matijašić 1998., reambulacija
24	Rovinj – Monte delle Arni	Cisterna	*Pola*	Šonje 1980., Matijašić 1998.
25	Rovinj – Rt Sv. Damjan	Gustinja	*Pola*	Šonje 1980., Matijašić 1998., reambulacija
26	Bale – Skačota	Gustinja/Kanfanar?	*Pola*	Šonje 1980., Matijašić 1998., Buršić-Matijašić i Matijašić 2018.
27	Rakalj	Gornji Humac	*Pola*	Girardi-Jurkić 1997, Zlatunić 2006, terenski pregled
28	Marčana – Pločevi Dvori	Rušnjak	*Pola*	Šonje 1980., Matijašić 1998., reambulacija

29	Brijuni – Kamenolom u uvali Madona	Dvigrad	*Pola*	Premužić Ančić i Gašparović 2017.
30	Brijuni – Kamenolom Zoo	Dvigrad	*Pola*	Premužić Ančić i Gašparović 2017.
31	Brijuni – Kochov kamenolom	Dvigrad	*Pola*	Premužić Ančić i Gašparović 2017.
32	Brijuni – Čufarov kamenolom	Dvigrad	*Pola*	Premužić Ančić i Gašparović 2017.
33	Brijuni – Kamenolom pod Gradinom	Kanfanar	*Pola*	Premužić Ančić i Gašparović 2017.
34	Pula – Šandalja	Rušnjak	*Pola*	Šonje 1980., Matijašić 1998.
35	Medulin – Pješčana uvala	Pula/Rušnjak	*Pola*	istraživanje Teodore Godinović
36	Medulin – Vinkuran (Cave Romane)	Rušnjak	*Pola*	Šonje 1980., Mlakar 1996, Matijašić 1998., Girardi Jurkić 2012., reambulacija
37	Medulin – Pećinice	Rušnjak	*Pola*	Šonje 1980., Matijašić 1998.
38	Medulin – Banjole	Rušnjak	*Pola*	Šonje 1980., Matijašić 1998.
39	Medulin – Premanturski školjić	Rušnjak?	*Pola*	Matijašić 1998., reambulacija
40	Medulin – Vižula	Sveti Duh	*Pola*	Šonje 1980., Matijašić 1998.
41	Medulin – Rt Mugli	Rušnjak	*Pola*	terenski pregled
42	Medulin – Otočić Šekovac	Gornji Humac	*Pola*	terenski pregled
43	Medulin – Uvala Portić (Porto Rosso)	Gornji Humac	*Pola*	Šonje 1980., Matijašić 1998.

8.1 Antički kamenolomi na hrvatskom dijelu tršćanskog agera

8.1.1 Oprtalj – Sveti Stjepan



Karta 13. Napušteni podzemni kamenolom Sveti Stjepan prikazan na topografskoj karti (izvor: Geoportal).

Slika 97. Napušteni podzemni kamenolom Sveti Stjepan prikazan na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

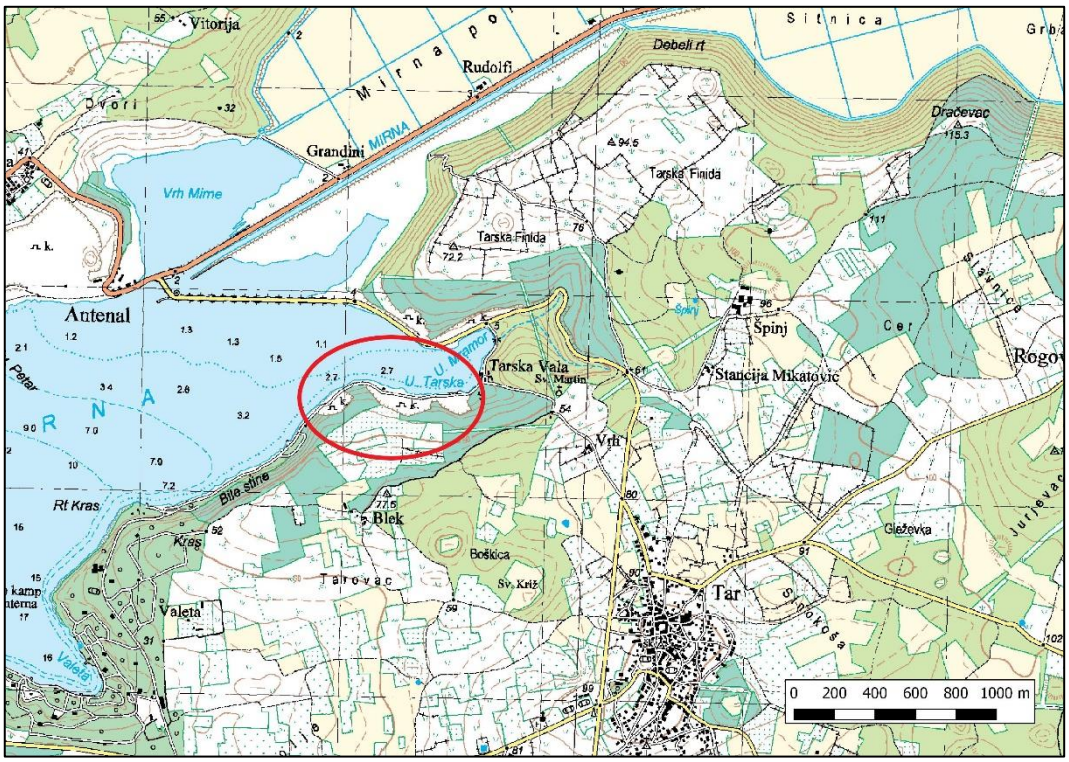
Slika 98. Napušteni podzemni kamenolom arhitektonskog kamena Sveti Stjepan (preuzeto iz MIKO I DR. 2013, 104).

Kamenolom Sveti Stjepan nalazi se na sjevernoj obali rijeke Mirne, oko tri kilometra južnije od srednjovjekovne utvrde Petrapilosa. Eksploatacija u ovom podzemnom kamenolomu prema nekim izvorima započela je u 17. stoljeću (KOVAČEVIĆ ZELIĆ I DR. 2019, 197), a prestala sredinom 20. stoljeća (COTMAN 1996, 81). Mi pretpostavljamo da se koristio i u antici. Naime, petrografske analize opisane u osmom poglavlju pokazale su da su stanovnici sjevernih krajeva parentinskog agera imali pristup cenomanskom rudistnom vapnencu koji je većinom karakterističan za područje pulskog agera. Tamo se nalaze poznati antički kamenolomi Cave Romane i Pješčana uvala iz kojeg su se vadili blokovi rudistnog vapnenca za izgradnju Amfiteatra (CRNKOVIĆ 1991), ali i za izradu nadgrobnih spomenika (petrografske analize u devetom poglavlju). No, udaljenost navedenih kamenoloma čine ih manje izglednim kandidatima za izvor kamena korištenog na području parentinskog agera. S druge strane, kamenolom Sveti Stjepan nalazi se na mjestu na podnožju kojeg je u antici dopiralo more, a neki autori navode da je rijeka Mirna bila plovna do današnjeg Motovuna (MILOTIĆ 2004, 12-15). Stoga se nalazi na vrlo povoljnom položaju za daljnji transport kamenih blokova. No ovu pretpostavku potrebno je provjeriti terenskim pregledom u potrazi za tragovima antičke eksploatacije, kao i petrografskom analizom uzoraka kamena iz kamenoloma.

8.2 Antički kamenolomi na području porečkog agera

Područje porečkog agera također obiluje antičkim kamenolomima. Najveći dio porečkog agera nalazi se na površinskim naslagama vapnenaca i dolomita jurske starosti, dok se mali dio na sjeveru agera nalazi na krednim naslagama vapnenaca i dolomita.

8.2.1 Tar-Vabriga – Tarska vala i Vabriga



Karta 14. Kamenolom na položaju Tarska vala prikazan na topografskoj karti (izvor: Geoportal).

Kamenolomi na položajima Vabriga i Tarska vala kod Tara danas ne pokazuju znakove antičkog korištenja, no smatra se da je to zbog blizine mora što pogoduje prijevozu izvađenog kamena. Mogući razlog je i blizine samog grada Poreča zbog koje bi se mogući tragovi antičke eksploatacije mogli izgubiti uslijed modernog graditeljstva. Tarska vala je najsjevernije mjesto na zapadnoj istarskoj obali s kojeg se mogao vaditi kamen za potrebe sjevernog priobalja (MATIJAŠIĆ 1998, 399).

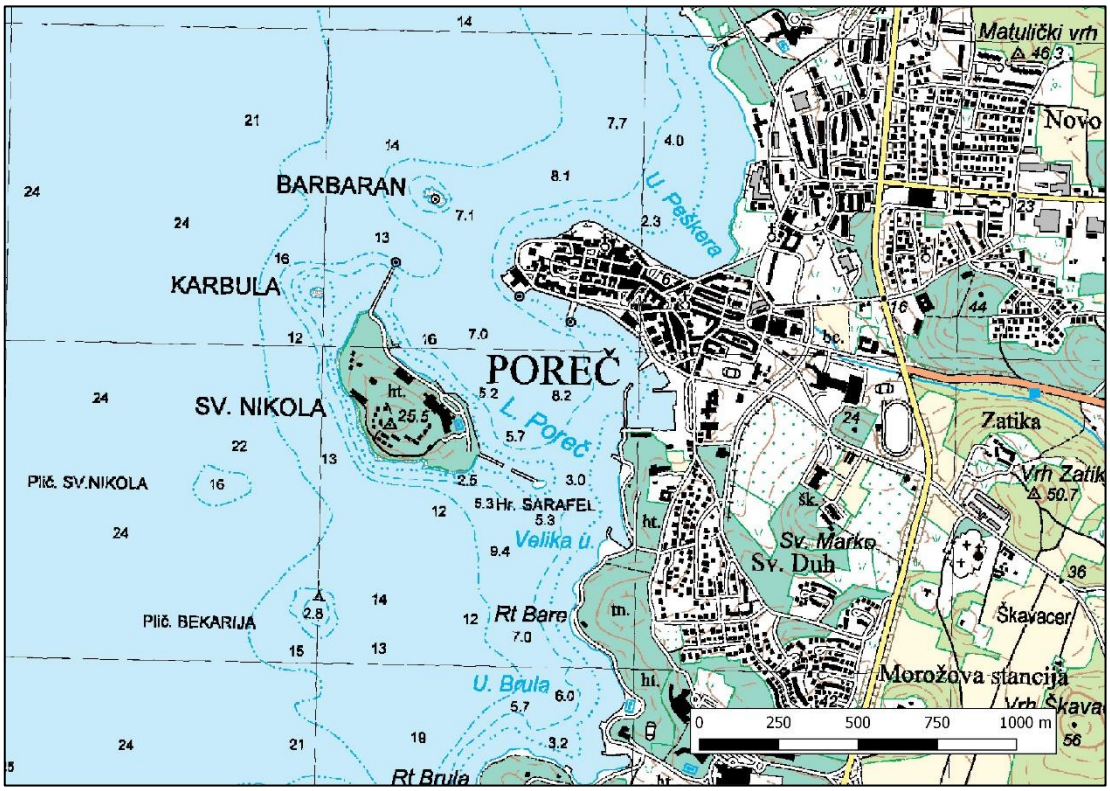
Slika 99. Kamenolom na položaju Tarska vala prikazan na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

Slika 100. Kamenolom u Tarskoj vali.

Karta 15. Kamenolom u blizini Vabrige prikazan na Hrvatskoj osnovnoj karti (izvor: Geoportal).

Slika 101. Kamenolom u blizini Vabrige prikazan na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

8.2.2 Poreč – Sv. Nikola



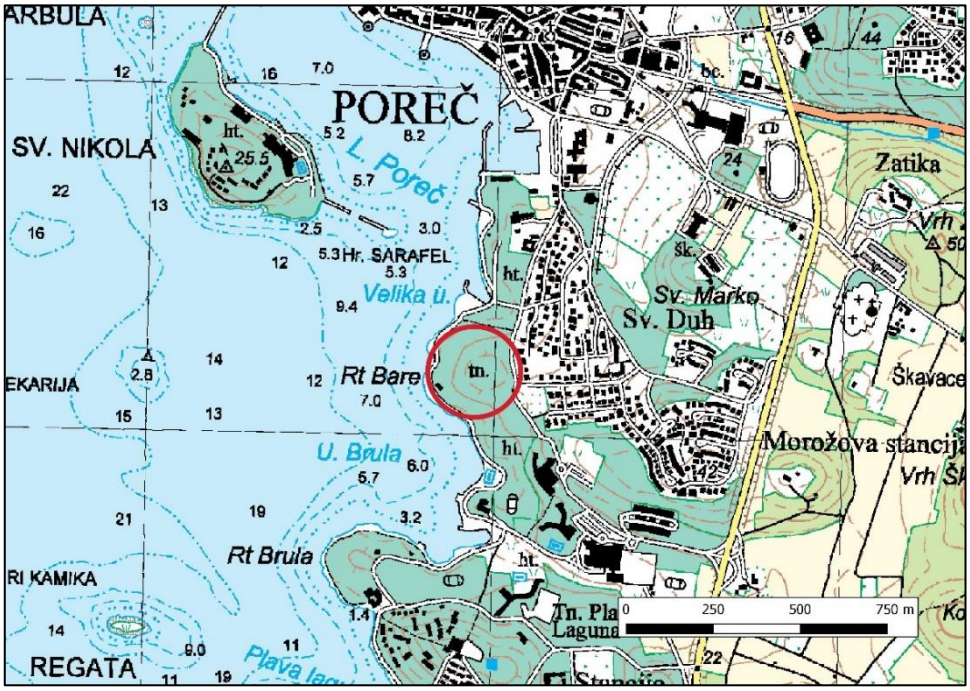
Karta 16. Otok Sveti Nikola kod Poreča prikazan na topografskoj karti (izvor: Geoportal).

Slika 102. Otok Sveti Nikola kod Poreča prikazan na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

Kamen s otoka Sv. Nikole kod Poreča izuzetne je kakvoće. Slojevi vapnenca debeli su do osam metara, a vertikalnih pukotina gotovo i nema pa se smatra da je kamenolom, zajedno uz pogodan smještaj, bio vrlo prikladan za korištenje u antici (MATIJAŠIĆ 1998, 399). Kamenolom je otvoren na južnoj obali otoka, a Šonje smatra kako je iz ovog kamenoloma izvađen monolitni blok iz kojeg je izrađena kupola Teodorikova mauzoleja u Ravenni (ŠONJE 1980, 153).

Slika 103. Kamenolom na otoku Sveti Nikola kod Poreča (preuzeto s https://www.lust-auf-kroatien.de/istrien/porec/insel-sveti-nikola-in-porec/, pristupljeno 21. listopada 2021.).

8.2.3 Poreč – Naftaplin (gradska plaža)



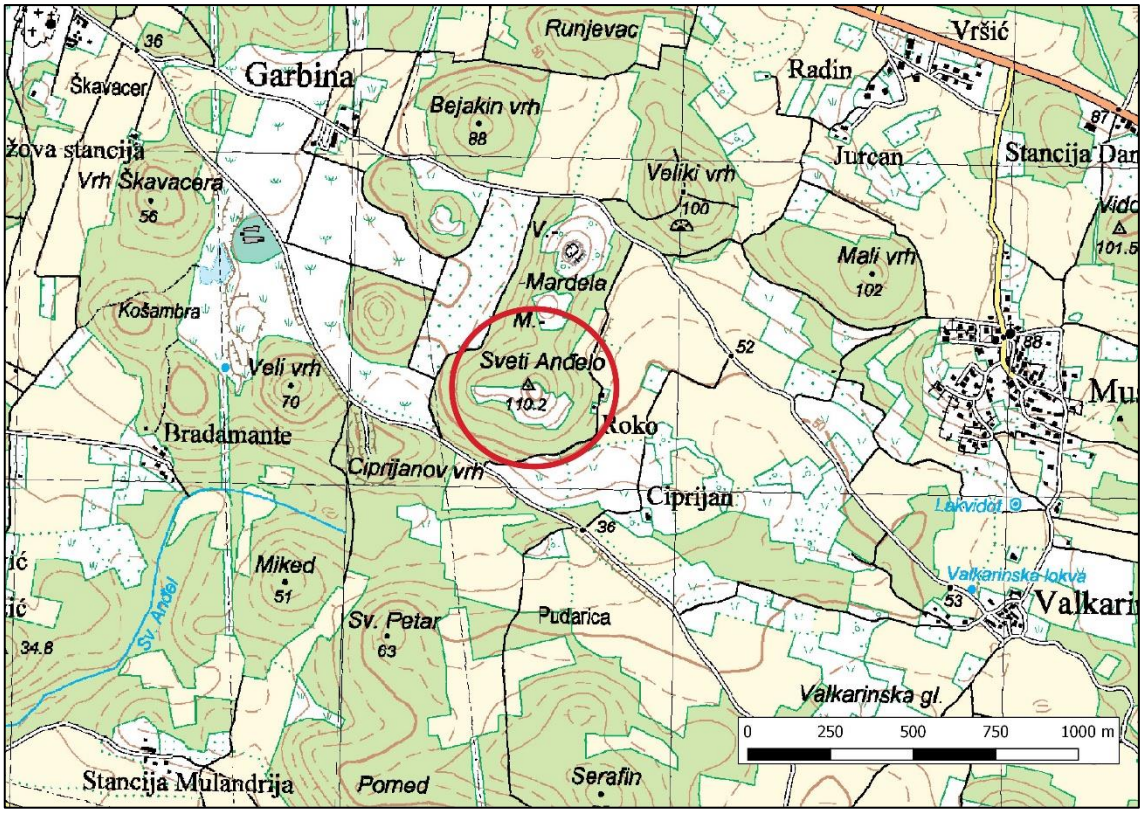
Karta 17. Područje gradske plaže u Poreču prikazano na topografskoj karti (izvor: Geoportal).

Slika 104. Područje gradske plaže u Poreču prikazano na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

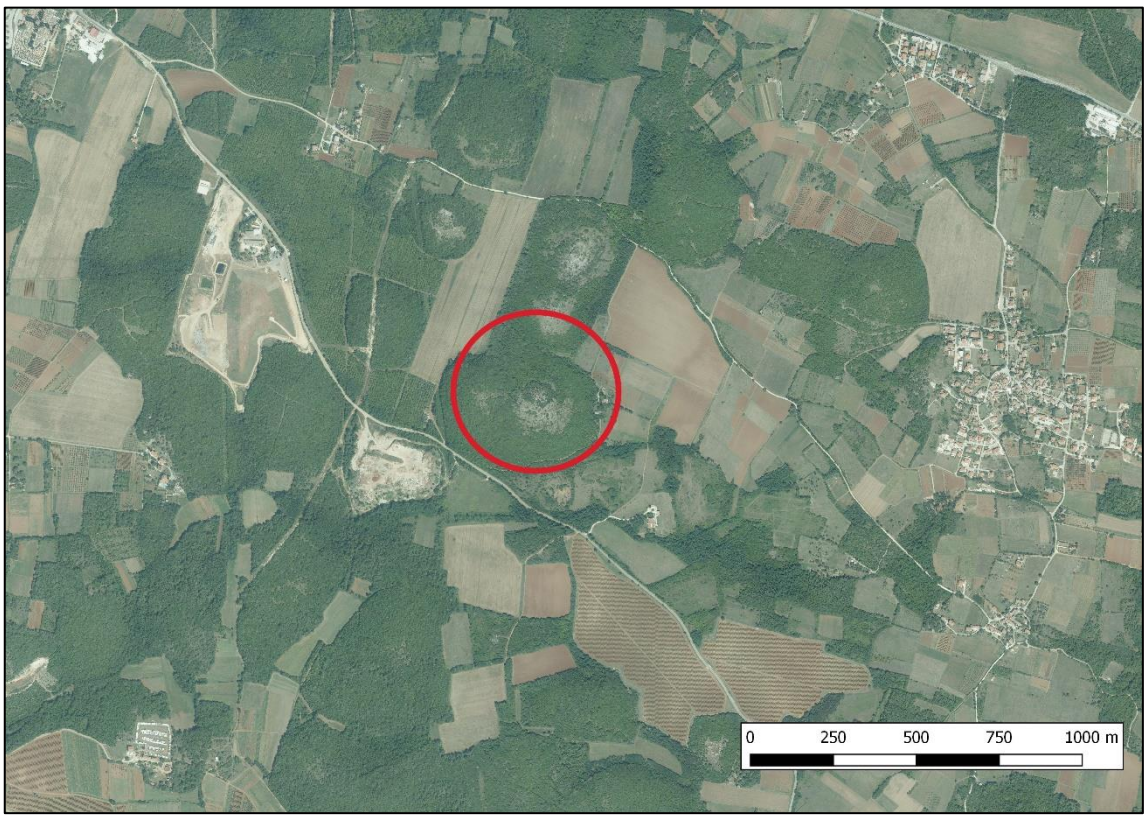
Slika 105. Antički kamenolom na porečkoj gradskoj plaži (Naftaplin).

Osim kamenoloma na otoku Sv. Nikola, u Poreču se antički kamenolom nalazi i na današnjoj gradskoj plaži (Naftaplin; slika 105). Kamenolom je korišten i u kasnijim razdobljima, posebno srednjem i novom vijeku (BENČIĆ 2019, 102).

8.2.4 Poreč – Sveti Anđeo



Karta 18. Sveti Anđeo prikazan na topografskoj karti (izvor: Geoportal).



Slika 106. Sveti Anđeo prikazan na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

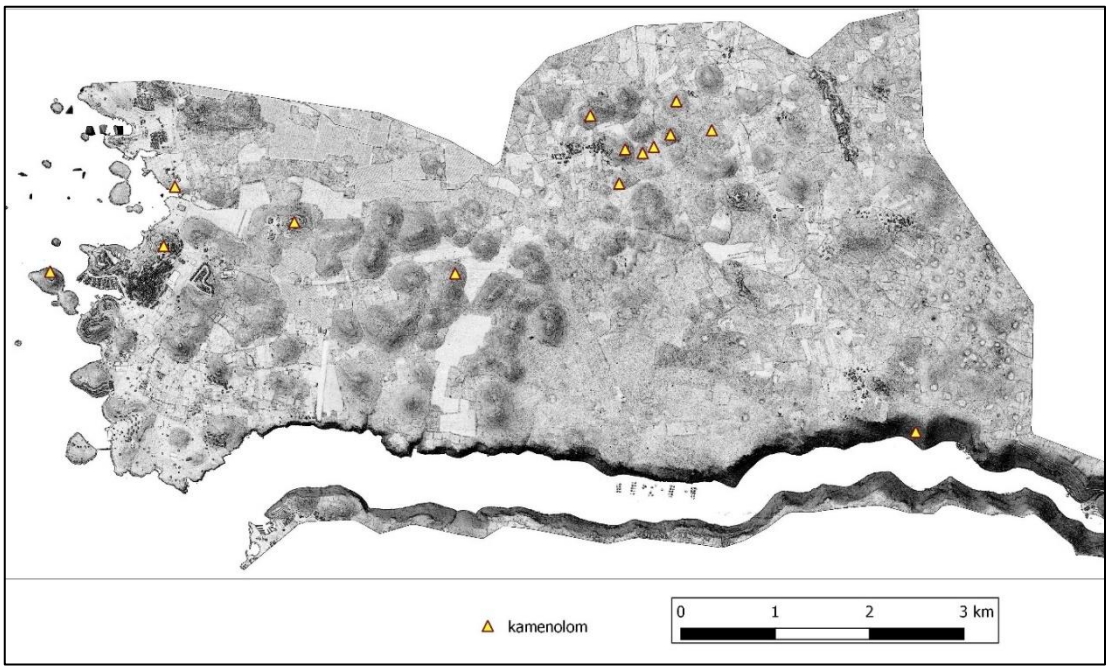
Na položaju Sveti Anđeo nedaleko Poreča nalazi se nedovršeni sarkofag ostavljen *in situ* (BENČIĆ 2019, 114) koji može datirati u antičko razdoblje (slika 107). Matična stijena se na brežuljku lomi u obliku velikih kamenih blokova koji danas stoje nagnuti stoga pretpostavljamo da su bili jednostavni za ekstrakciju.

Slika 107. Tragovi izrade sarkofaga na položaju Sv. Anđeo kod Poreča.

Kamenolomi na području Općine Vrsar

Na području općine Vrsar nova nalazišta, a time i kamenolomi, otkriveni su korištenjem ALS (Airborne Laser Scanning) podataka, odnosno vizualizacija LiDAR-a te ciljanim terenskim pregledima u sklopu projekta ArchaeoCulTour (o korištenju ALS podataka prilikom terenskih pregleda u sklopu projekta ArcheoCulTour vidi GEROMETTA I MATIJAŠIĆ 2017;, MATIJAŠIĆ I GEROMETTA 2018, POPOVIĆ I DR. 2021; detaljnije o ALS i laserskom skeniranju vidi na primjer MLEKUŽ 2018 i KOKALJ I DR. 2018). Ti podaci omogućili su nam otkrivanje dosad nepoznatih kamenoloma koji su nakon njihova korištenja zarasli u gustu vegetaciju. Krške jame, kao i kamenolomi, na vizualizacijama su vidljivi kao negativne, tamne značajke pa su terenskim pregledom pregledani kako bi se ustvrdilo je li riječ o prirodnoj ili antropogenoj značajki. Prilikom terenskih pregleda pokušalo se dokumentirati tlocrt kamenoloma, njihove dimenzije te postojanje pašarina ili tragova alata (dvošilja) na stijeni. Kamenolomi su većinom bili smješteni na vrhovima ili padinama brdašaca u unutrašnjosti općine. Antički kamenolomi obično su bili smješteni uz morsku obalu ili u njezinoj blizini, kako bi se izvađeni kameni blokovi jednostavno ukrcali na brodove i prevozili dalje morskim putem s obzirom da je morski prijevoz bio najjeftiniji (RUSSELL 2014, 139). No, kamenolomi

u unutrašnjosti općine, a pogotovo oni na području između naselja Flengi i Delići nalaze se u blizini pretpostavljenog pružanja antičke prometnice Via Flavia (MATIJAŠIĆ 1998). Određeni kamenolomi na području općine Vrsar su takozvanog zatvorenog tipa; to su oni kamenolomi kod kojih je otvoreni kop ispod današnje hodne površine, a lica kamenoloma ga zatvaraju u jednu cjelinu pravilnog tlocrta.



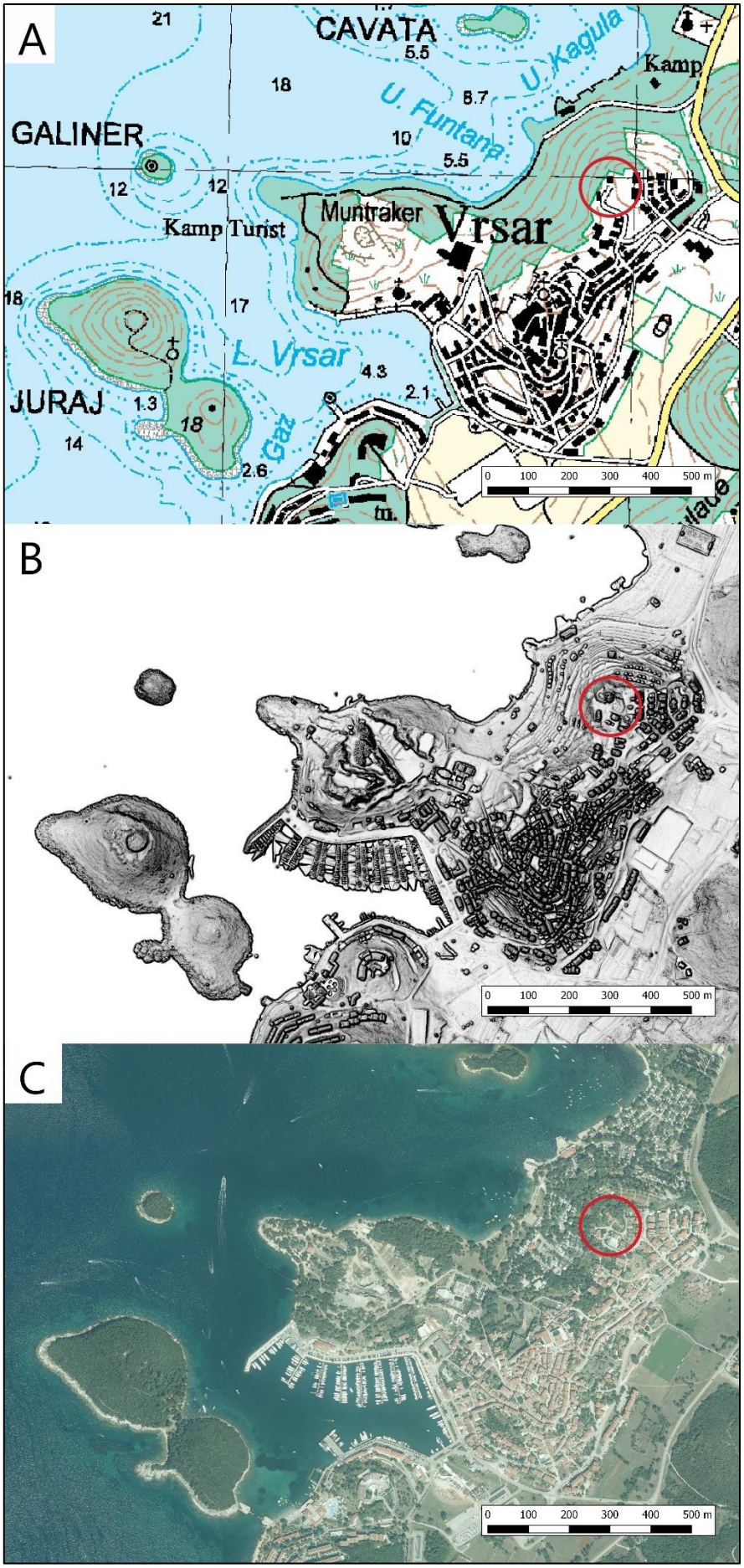
Slika 108. Mogući antički kamenolomi na području današnje općine Vrsar, Istarska županija. Vizualizacija dijela vidljivog neba (*sky-view factor*), polumjer (*radius*) 10 m, broj smjerova 16 (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli).

8.2.5 Vrsar – Sv. Juraj

Sjeverno od Limskog zaljeva nalazi se kamenolom na otočiću Sv. Juraj kod Vrsara. U njemu su vidljivi tragovi antičke kamenarske djelatnosti, ali ovdje se nisu vadili veći blokovi kamena (MATIJAŠIĆ 1998, 399). Kamenolom se nalazi na vrlo strmome položaju i uz plitku obalu što njegov položaj čini nepogodnim za ukrcaj velikih blokova kamena (ŠONJE 1980, 152-153).

8.2.6 Vrsar

Na sjeveroistočnoj padini povijesne jezgre Vrsara nalazi se kamenolom s vapnencem tamnije boje (ŠONJE 1980, 152), no ne može se sa sigurnošću reći je li se koristio u antici. R. Matijašić smatra da se možda koristio samo za grublje radove (MATIJAŠIĆ 1998, 399).

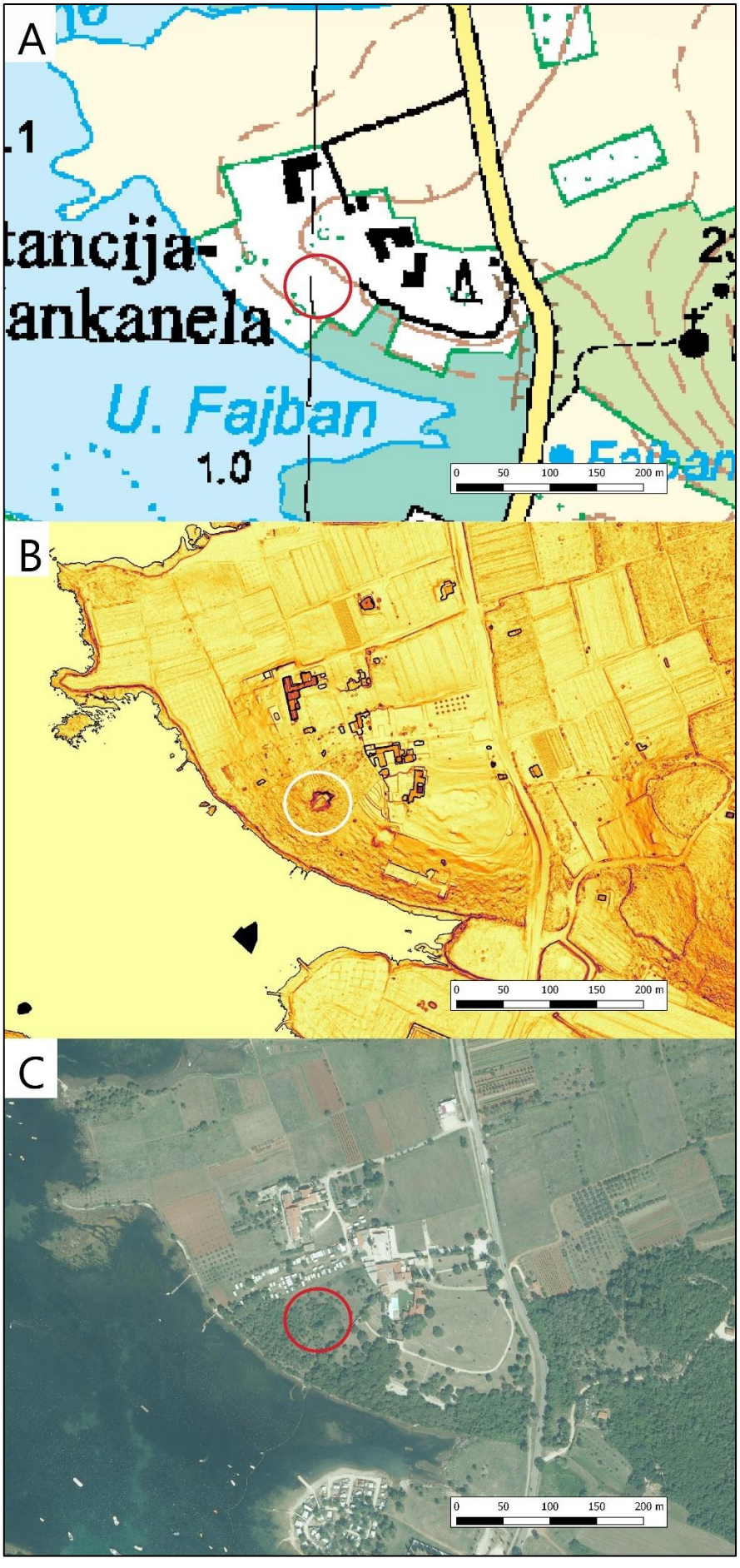

A
CAVATA
GALINER
JURAJ
Kamp Tunist
Muntraker
Vrsar
U. Kagula
U. Funtana
L. Vrsar
Gaz
Kamp
0 100 200 300 400 500 m
B
0 100 200 300 400 500 m
C
0 100 200 300 400 500 m

Prethodna stranica.
Slika 109. Kamenolomi na otoku Sv. Jurja kod Vrsara te u Vrsaru. A) topografska karta (izvor: Geoportal), B) Vizualizacija dijela vidljivog neba (*sky-view factor*), polumjer (radius) 10 m, broj smjerova 16 (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli), C) satelitski snimak (izvor: Geoportal).

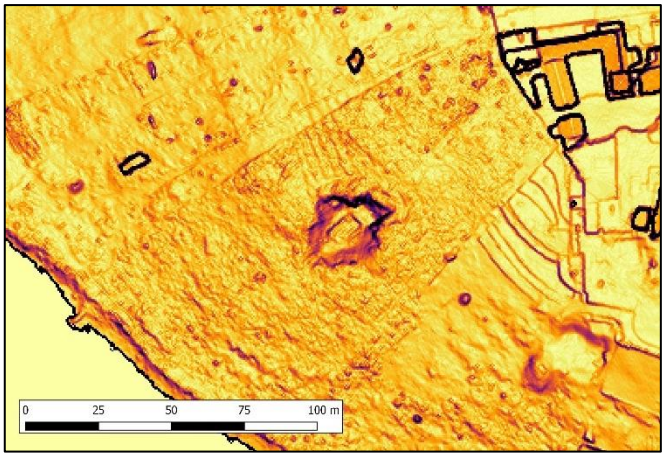
8.2.7 Vrsar – Vankanela

Na položaju Stancija Vankanela (Valkanela) sjeverno od Vrsara nalazi se kamenolom primijećen prilikom analize vizualizacija LiDAR-a (slika 111). Manipulacijom podataka i vizualizacija primjećuje se pravilan četvrtasti tlocrt, a možda i ulaz u kamenolom na jugozapadnoj strani (slika 111B). Kamenolom je udaljen 70 metara blagog pada od morske obale, a u uvali koja je na sjeverozapadu omeđena Mićelovim rtom, a na jugu Sakovim rtom, nalazila se luka lokalne rustične vile (KONCANI UHAČ 2018, 294). Prilikom terenskog pregleda u lipnju 2021. godine kamenolom je bio zatrpan vegetacijom i građevinskim materijalom, no bio je vidljiv manji dio njegova istočna lica na kojem su primijećene strije (slika 110).

Slika 110. Ravno istočno lice kamenoloma s tragovima alata.


A
tancija-
ankanela
U. Fajban
1.0
0 50 100 150 200 m
B
0 50 100 150 200 m
C
0 50 100 150 200 m

Prethodna stranica.
Slika 111. Kamenolom na položaju Stancija Vankanela sjeverno od Vrsara. A) topografska karta (izvor: Geoportal), B) Vizualizacija nagiba, paleta boja *inferno* (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli), C) satelitski snimak (izvor: Geoportal).



Slika 112. Detalj. Kamenolom sjeverno od Vrsara na položaju Stancija Vankanela. Vizualizacija nagiba, paleta boja *inferno* (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli).

Oko sto metara istočno od spomenutog kamenoloma, u Parku Skulptura Dušana Džamonje, nalazi se mjesto na kojem su vidljivi tragovi intervencije na matičnoj stijeni u obliku polukružnog „bazena“ (slika 113). Vidljivi su tragovi alata na licu.

Slika 113. Polukružni „bazen“ u matičnoj stijeni stotinjak metara istočno od kamenoloma Vankanela.

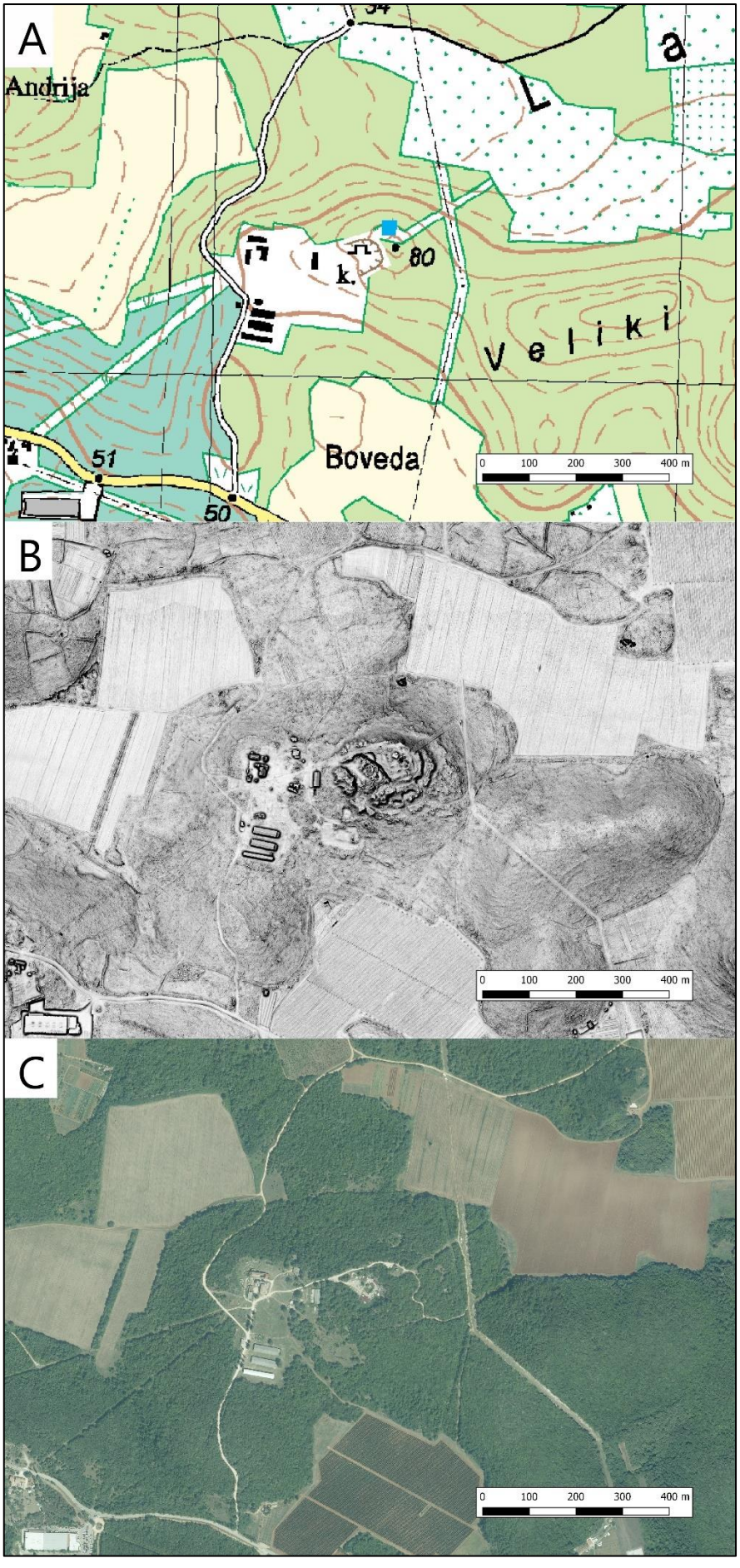
U istome parku, nešto istočnije, nalazi se kamenolom za kojeg pretpostavljamo da je rimski. Pokazuje karakterističan pravokutni tlocrt te tragove alata na licima, kao i pašarin širok oko 20 cm. U kamenolomi nalazi se skulptura koja stoji na mlinskom kamenu s tragovima alata, dok je u istočnom dijelu kamenoloma eksploatiran kružni kameni blok, vjerojatno upravo mlinski kamen koji se još uvijek nalazi u kamenolomu (slike 114 i 115).

Slika 114. Drugi kamenolom na položaju Stancija Vankanela, u Parku skulptura Dušana Džamonje. Ovdje su se također vadili kružni blokovi.

Slika 115. Skulptura na mlinskom kamenu s tragovima alata. Pašarin u polukružnom dijelu kamenoloma, Park skulptura Dušana Džamonje.

8.2.8 Vrsar – Monte Ricco

Na južnoj strani brežuljka zvanog Monte Ricco nalazi se kamenolom koji danas ne pokazuje znakove antičke eksploatacije (slika 116) (MATIJAŠIĆ 1998, 399). No, na brežuljku postoji i dobro sačuvana antička vodosprema, kao i antička građevina ruralnog karaktera (BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ i MATIJAŠIĆ 2016, BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ 2020).


A
Andrija
80
Veliki
Boveda
51
50
0 100 200 300 400 m
B
0 100 200 300 400 m
C
0 100 200 300 400 m

Prethodna stranica.
Slika 116. Kamenolom na položaju Monte Ricco nedaleko od Vrsara. A) topografska karta (izvor: Geoportal), B) Vizualizacija dijela vidljivog neba (*sky-view factor*), polumjer (radius) 10 m, broj smjerova 16 (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli), C) satelitski snimak (izvor: Geoportal).

Slika 117. Kamenolom na položaju Monte Ricco prije zatrpavanja (fotografija: Jan Sonnemans).

8.2.9 Vrsar – Biškupovi vrhi (Monte del Vescovo)

Slika 118. Tragovi alata na licu kamenoloma Biškupovi vrhi.

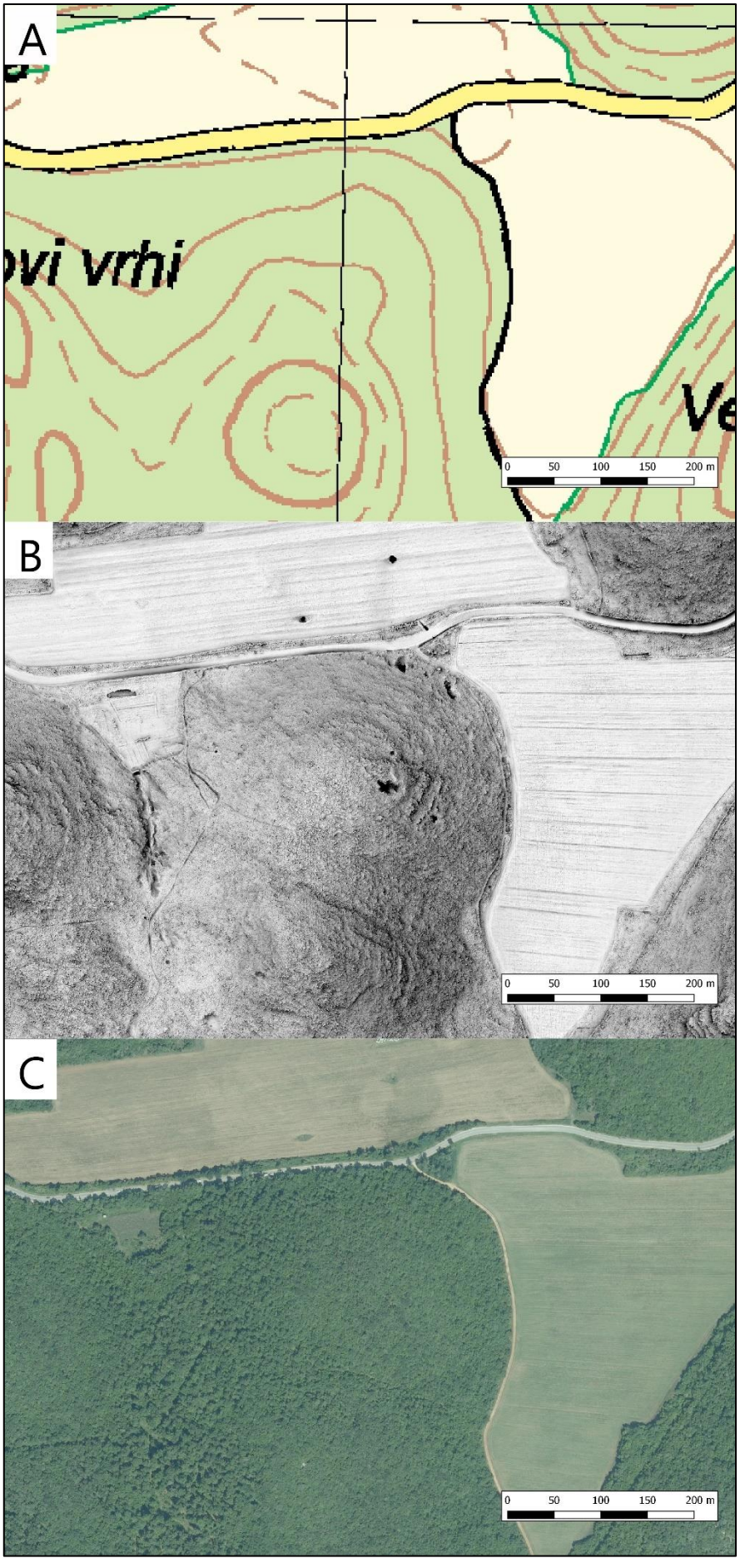
Na položaju Biškupovi vrhi (Monte del Vescovo) na nadmorskoj visini od 90 metara nalazi se kamenolom većih dimenzija u kojem su primijećeni tragovi alata te pašarini (slike 118-120). Tri izmjerena pašarina široka su od 18 do 20 cm, što odgovara dimenzijama pašarina u antičkim kamenolomima u Dalmaciji (PARICA 2014a, 137). Tlocrt kamenoloma je pravilan četvrtasti, što također odgovara tlocrtima antičkih kamenoloma u Dalmaciji, a prema ALS podacima prostire se na otprilike 195 m^2.

U rujnu i listopadu 2020. godine kamenolom je arheološki istraživan u sklopu projekta ArchaeoCulTour[9], prilikom čega je pronađeno nekoliko grubo obrađenih kamenih nalaza (ŠPREM 2020b). Prema pašarinima u kamenolomu, kao i otkrivenim blokovima na dnu kamenoloma, mogu se procijeniti duljina, širina i visina izvađenih kamenih blokova. Iz ovog kamenoloma vadili su se kameni blokovi dugi oko dva metra, široki oko jedan metar, te visoki oko 80 centimetara. Pretpostavlja se da je riječ o blokovima namijenjenima za izradu sarkofaga. Provedeno je i lasersko skeniranje kamenoloma (ŠPREM 2020b).

Kamenolom Biškupovi vrhi 2 (slika 121) nalazi se na nadmorskoj visini od otprilike 65 metara. Za vrijeme prvog posjeta u siječnju 2020. godine bio je potopljen vodom, no nazirao se pravilan četvrtasti tlocrt. Ponovili smo posjet krajem rujna kada je voda u kamenolomu donekle presušila pa smo mogli dokumentirati tragove alata i tlocrt kamenoloma. Riječ je o zatvorenom tipu kamenoloma, a u središnjem dijelu se nalazi odbačeni kameni blok. Dokumentirali smo pet pašarina, svi širine između 15 i 20 centimetara. Tragovi modernog alata nisu primijećeni.

Slika 119. Južno lice kamenoloma Biškupovi vrhi pri kraju istraživanja, listopad 2021. godine.

[9] puni naziv *Arheološki krajolik u održivom razvoju kulturnog turizma Općine Vrsar*, https://ffpu.unipu.hr/cirla/projekti/archaeocultour


A
ovi vrhi
0 50 100 150 200 m
B
0 50 100 150 200 m
C
0 50 100 150 200 m

Prethodna stranica.
Slika 120. Kamenolomi na položaju Biškupovi vrhi. A) topografska karta (izvor: Geoportal), B) Vizualizacija dijela vidljivog neba (*sky-view factor*), polumjer (radius) 10 m, broj smjerova 16 (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli), C) satelitski snimak (izvor: Geoportal).

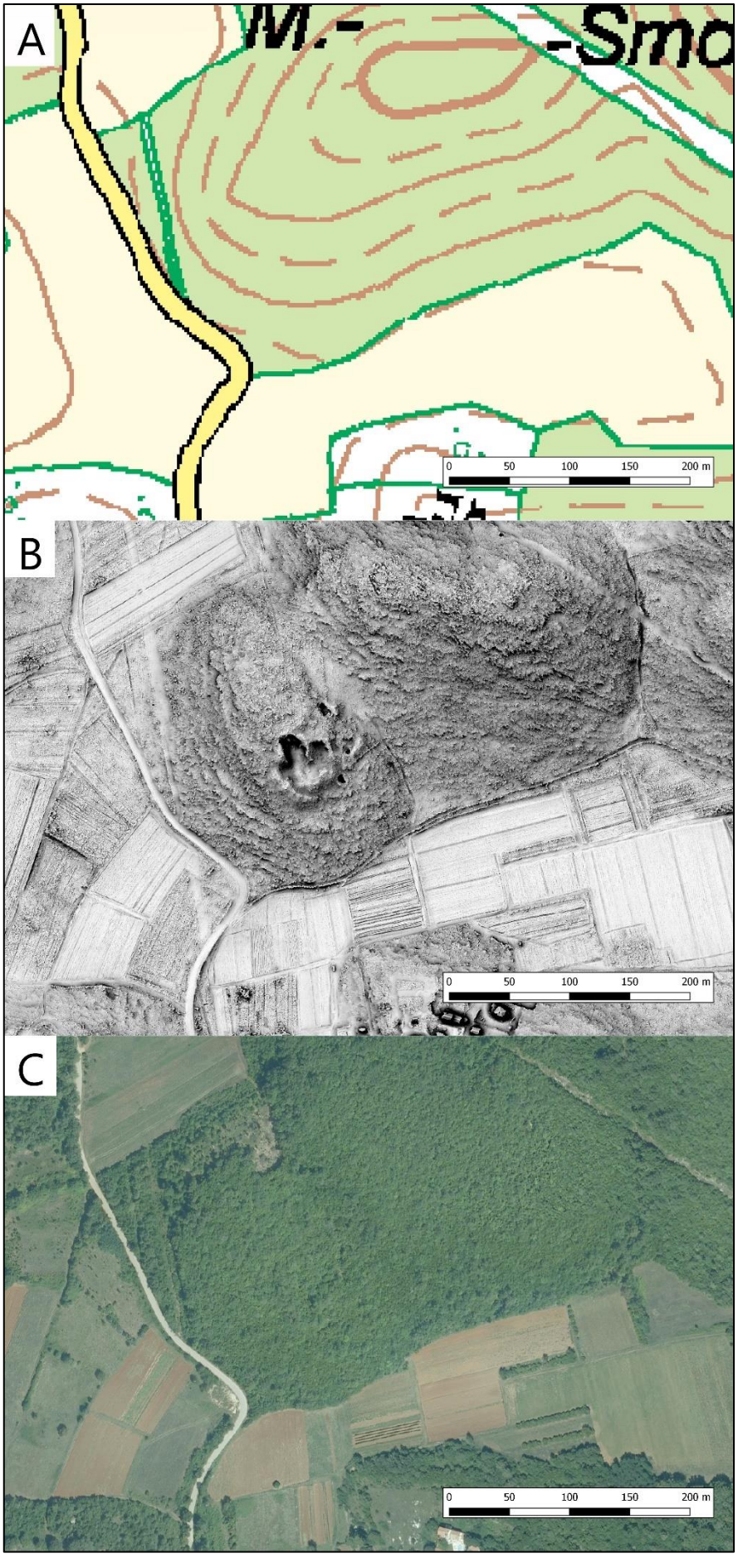
Na položaju Biškupovi vrhi nalaze se još barem dva kamenoloma, nazvana Biškupovi vrhi 3 i Biškupovi vrhi 4. Kamenolom Biškupovi vrhi 3 nalazi se na oko 85 metara nadmorske visine, na istočnoj padini brda istog naziva. Vizualizacije LiDAR-a pokazuju terase na padinama koje su moguća posljedica eksploatacije (slika 120b). Također, na istočnoj padini brda nalazi se kamenolom zatvorenog tipa, proizvoljno nazvan Biškupovi vrhi 4. Tragovi modernog alata nisu primijećeni, a prilikom pregleda zabilježen je jedan pašarin.

Slika 121. Kamenolom Biškupovi vrhi 2. Vidljivi su tragovi alata.

8.2.10 Vrsar – Flengi Smokovac

Na brdu Smokovac sjeverno od naselja Flengi nalazi se nekoliko zatvorenih kamenoloma (slika 122). Kamenolom s antičkim karakteristikama nalazi se na sjeveroistočnoj padini brda, na 92 metra nadmorske visine. Dimenzija je otprilike 10,5 metara x 6,5 metara s visinom lica između 70 cm i jedan metar. Riječ je o zatvorenom tipu kamenoloma, no unutrašnji dio je u vrijeme terenskog pregleda bio ispunjen vodom pa točnu dubinu, odnosno visinu lica nismo mogli izmjeriti. Na sjevernom licu vidljivi su tragovi strija od dvošilja, kao i vjerojatni tragovi pašarina. Na istočnom i zapadnom licu vidljivi su negativi kamenih blokova koji su ostavili stepenice u tlocrtu kamenoloma; na istočnom su licu dvije veće stepenice koje vire iz vode. Moguće je da se na zapadnom licu vidi i dno pašarina. Na zapadnom licu vidljive su i pukotine u stijenskoj masi zbog čega je ovaj kamenolom vjerojatno na kraju i napušten. Prilikom terenskog pregleda nisu primijećeni tragovi modernog alata, kao na primjer ručnih svrdla ili korištenje eksploziva koji bi upućivali na novovjekovnu ili modernu fazu eksploatacije, a koji su zabilježeni na kamenolomu većih dimenzija na ovom položaju.

Slika 122. Antički kamenolom Flengi na brdu Smokovac
(fotografija: Robert Matijašić).

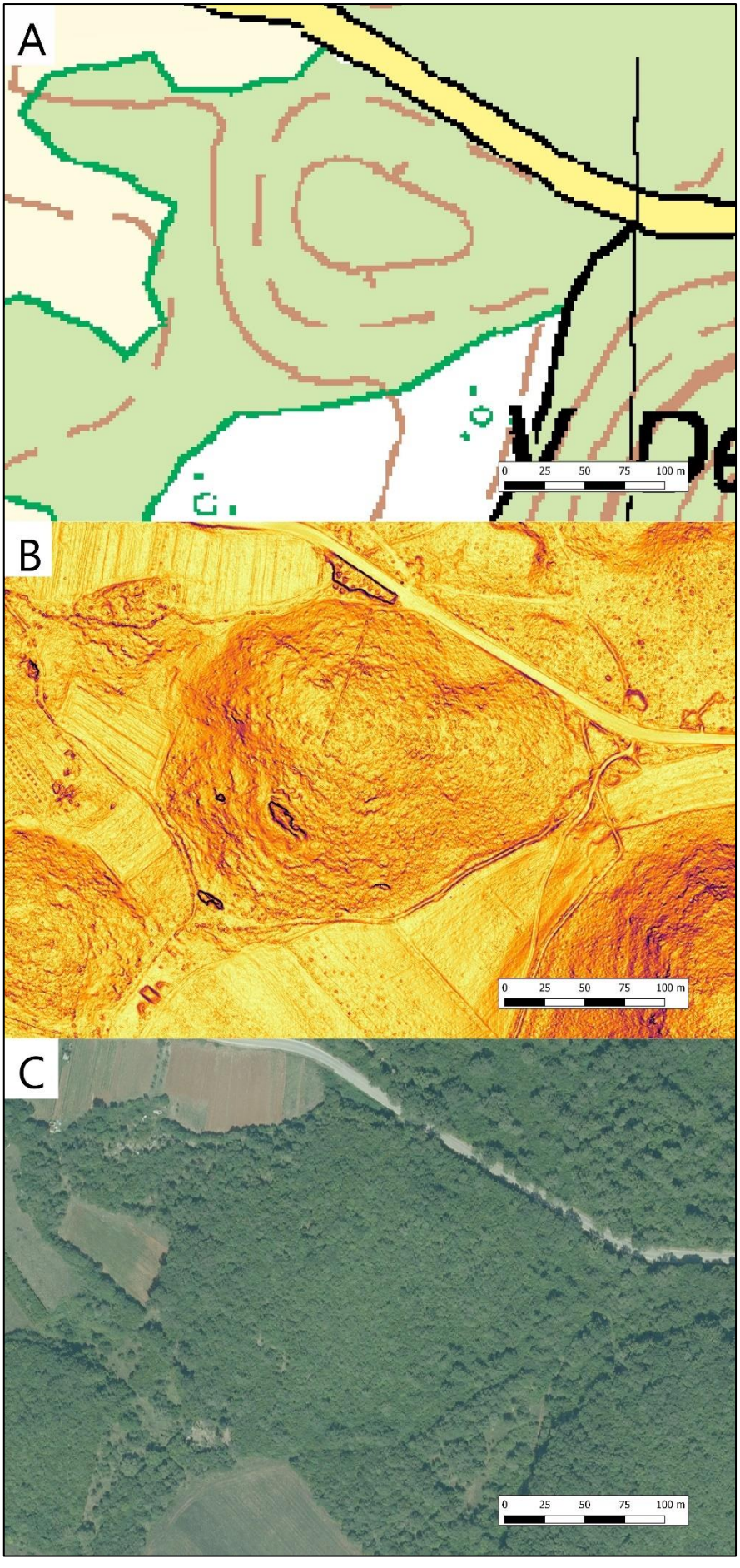

A
M.-
-Smo
0 50 100 150 200 m
B
0 50 100 150 200 m
C
0 50 100 150 200 m

Prethodna stranica.
Slika 123. Kamenolomi na položaju Smokovac nedaleko naselja Flengi. A) topografska karta (izvor: Geoportal), B) Vizualizacija dijela vidljivog neba (*sky-view factor*), polumjer (radius) 10 m, broj smjerova 16 (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli), C) satelitski snimak (izvor: Geoportal).

8.2.11 Vrsar – Flengi Vršćić

Južno od naselja Flengi na položaju naziva Vršćić prema Hrvatskoj osnovnoj karti nalazi se kamenolom (slika 124). Pravilnog je tlocrta s tragovima alata na licu te jednim zabilježenim pašarinom. Izduljenog je tlocrta duljine oko 30 metara i otvorenog kopa na površini od oko 190 m^2 (slika 125).

Slika 124. Tragovi alata na licu kamenoloma, položaj Vršćić kod naselja Flengi.


A
0 25 50 75 100 m
B
0 25 50 75 100 m
C
0 25 50 75 100 m

Prethodna stranica.
Slika 125. Kamenolom na položaju Vršćić nedaleko naselja Flengi. A) topografska karta (izvor: Geoportal), B) Vizualizacija nagiba, paleta boja *inferno* (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli), C) satelitski snimak (izvor: Geoportal).

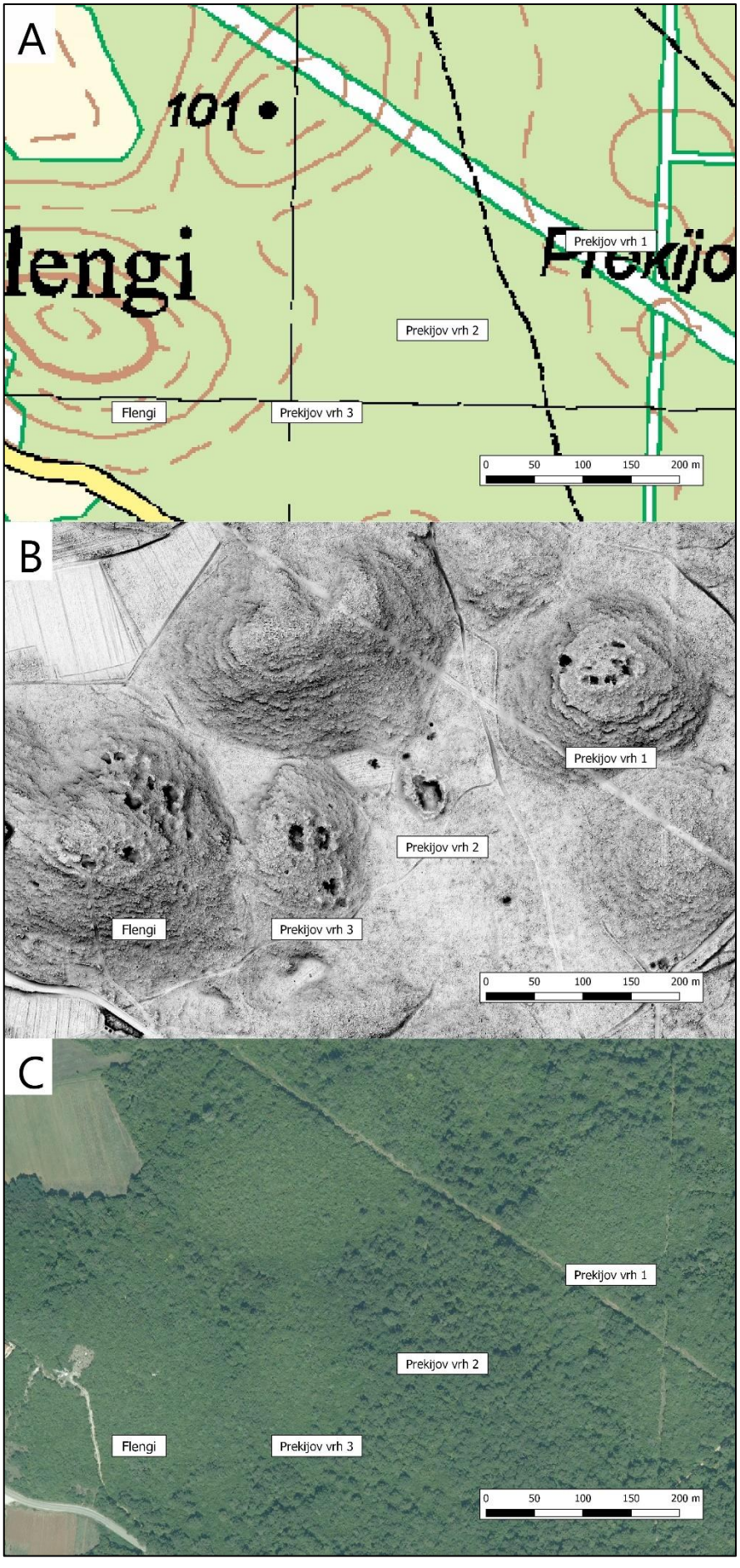
8.2.12 Vrsar – Flengi

U blizini položaja Smokovac, na brdu sjeveroistočno od naselja Flengi nalazi se velik broj istražnih i većih kamenoloma. Na vizualizaciji LIDAR-a vidljive su tamne značajke na brdu koje su dokumentirane tijekom nekoliko terenskih pregleda (slika 127).

Slika 126. Dio kamenoloma Flengi 1.

Kamenolom Flengi 1 manjih je dimenzija (slika 126). Visina lica na istočnoj strani iznosi barem 60 cm, dok je zapadna strana previše prekrivena vegetacijom kako bi se raspoznala. Prilikom obilaska vidjela su se dva moguća pašarina širine oko 25 cm i 50 cm. Strije nisu vidljive na otkrivenim licima kamenoloma.

Kamenolom Flengi 2 većih je dimenzija od kamenoloma Flengi 1 (slika 128). Vidljiva su dva pašarina, a kamenolom se prostire na barem dvije razine. Kameni blok koji stoji između dva pašarina visine je oko 50 cm i širine oko jedan metar. Na strani prema kojoj se pružaju pašarini nalazi se druga razina, odnosno stepenica visine oko 25-30 cm. Na otkrivenim licima kamenoloma nisu vidljivi tragovi strija. Ostalo je zaraslo u gustu vegetaciju pa cjelokupni tlocrt kamenoloma nije bilo moguće razaznati.


A
101
lengi
Prekijo
Prekijov vrh 1
Prekijov vrh 2
Flengi
Prekijov vrh 3
0 50 100 150 200 m
B
Prekijov vrh 1
Prekijov vrh 2
Flengi
Prekijov vrh 3
0 50 100 150 200 m
C
Prekijov vrh 1
Prekijov vrh 2
Flengi
Prekijov vrh 3
0 50 100 150 200 m

Prethodna stranica.
Slika 127. Kamenolomi na području naselja Flengi te položajima Prekijov vrh 1, Prekijov vrh 2 i Prekijov vrh 3. A) topografska karta (izvor: Geoportal), B) Vizualizacija dijela vidljivog neba (*sky-view factor*), polumjer (radius) 10 m, broj smjerova 16 (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli), C) satelitski snimak (izvor: Geoportal).

Slika 128. Dvije razine kamenoloma Flengi 2.

Kamenolom Flengi 3 također je obrastao u gustu vegetaciju no vidljiv je barem jedan pašarin, a dva lica kamenoloma pod pravim su kutom (slika 129). Lice kamenoloma visoko je oko 40 cm.

Slika 129. Pašarin u kamenolomu Flengi 3.

Kamenolom Flengi 4 jedan je od dva najveća kamenoloma na području naselja Flengi. Također se u njemu tragovi dvošilja vide na najvećoj površini (slika 130). Kamenolom ima dimenzije otprilike 18 metara duljine i šest metara širine, a prema ALS podacima prostire se na barem 200 m^2. Na sjevernom licu kamenoloma mogu se vidjeti dvije različite vrste tragova;

sa zapadne strane vide se gušće strije, dok su s istočne strane strije nešto rjeđe raspoređene. Slični, rjeđe raspoređeni tragovi nalaze se i na zapadnoj strani litice, no na visini od oko 1,5 m. Pretpostavlja se da su različiti tragovi nastali upotrebom različitog oruđa. To bi moglo značiti da je istočna strana lica i dio zapadne strane lica već bio eksploatiran kada se eksploatacija nastavila na nižoj razini zapadnog lica. Parica navodi moguće objašnjenje za to; za vrijeme rimske uprave u kamenolomima se koristio teži dvošilj koji je ostavljao manji broj strija na dužnom metru, dok se u vrijeme srednjeg vijeka koristio lakši dvošilj koji je shodno tome ostavljao gušće tragove na licima kamenoloma (PARICA 2014b, 77). Na sjevernom licu vidljiva je prirodna pukotina u stijenskoj masi koja se proteže cijelim kamenolomom te duž zapadnog lica. Moguće je da je eksploatacija u ovom kamenolomu stala upravo zbog toga.

Slika 130. Lice kamenoloma Flengi 4 s različito dubokim tragovima alata.

Slika 131. Kamenolom Flengi 5.

Kamenolom Flengi 5 zarastao je u gusto raslinje pa je bilo moguće vidjeti samo njegov zapadni dio (slika 131). Vidljiv je pašarin i dva lica kamenoloma pod pravim kutem, od kojih se jedno nastavlja dalje stepenasto. Visina lica iznad zemlje je oko 40 cm.

Kamenolom Flengi 6 također je previše zarastao u gusto raslinje kako bi se raspoznao njegov cjelokupni tlocrt. Prilikom pregleda bila su vidljiva dva pašarina i pravilan tlocrt.

Kamenolom Flengi 7 (slika 132) spada u veće kamenolome na području naselja. Prostire se na oko 170 m^2. Prilikom pregleda nisu primijećeni tragovi modernog alata kao što su ručna svrdla ili pak tragovi kunjera, što bi upućivalo na srednjovjekovnu ili novovjekovnu dataciju. Na nekoliko lica u kamenolomu vidljive su dijagonalne zakrivljene strije te barem jedan pašarin. Strije, odnosno tragovi alata, slični su tragovima alata koji se mogu primijetiti na sjevernom licu kamenoloma Flengi 4 na istočnoj strani te na zapadnoj strani lica na visini oko metar i pol. Moglo bi se zaključiti da je ove tragove ostavio sličan alat, veće težine od alata koji bi ostavio rjeđe strije nalik onima na donjoj polovici zapadne strane sjevernog lica u kamenolomu Flengi 4. Kroz kamenolom se u stijenskoj se masi proteže horizontalna pukotina.

Slika 132. Stepenasto lice kamenoloma Flengi 7.

Otvoreni kop kamenoloma Flengi 8 prostire se na površini od oko 40,5 m^2, a najveća visina lica iznosi oko 2,20 m (slika 133). U kamenolomu su za vrijeme pregleda bila vidljiva četiri pašarina i tragovi alata na istočnom licu. Širina svih pašarina je oko 20 cm. Na sjevernom i istočnom licu vidljiva je pukotina u stijenskoj masi zbog koje je možda eksploatacija u ovom kamenolomu stala.

Slika 133. Pašarini i tragovi alata u kamenolomu Flengi 8.

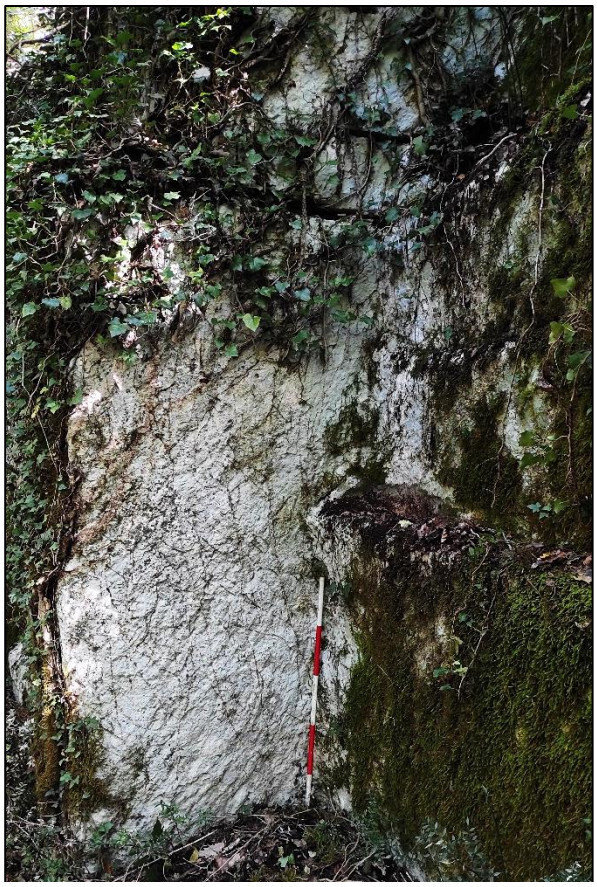
8.2.13 Vrsar – Prekijov vrh (Prekljov vrh)

Položaj Prekijov vrh 1 nalazi se na oko 99 metara nadmorske visine. Na vrhu brda nalazi se nekoliko kamenoloma, dok se jedan veliki kamenolom može pronaći na sjeverozapadnoj padini (slika 134). Dodijeljena su im proizvoljna imena Prekijov vrh 1a do 1g, ovisno o tome kojim smo ih redom otkrivali. Zbog guste vegetacije bilo je otežano dokumentiranje kamenoloma, no uspjeli smo zabilježiti četiri kamenoloma velikih dimenzija, te nekoliko manjih. Najveći kamenolom, Prekijov vrh 1g, prema LIDAR-u sadrži otvoreni kop od 120 m^2.

S druge strane, na položaju Prekijov vrh 2 nalazi se veliki kamenolom u nešto nižem području (slika 135). Prostire se barem na 770 m^2 te time spada među veće kamenolome na području općine Vrsar, a koji su otkriveni pomoću ALS podataka. Zabilježeno je šest pašarina i tragovi alata na gotovo svim licima kamenoloma. Kamenolom se prostire u obliku slova L te je na sredini povišeni kružni dio za koji pretpostavljamo da je hrpa otpadnog kamenja prekrivena vegetacijom.

Na položaju Prekijov vrh 3 nalazi se nekoliko kamenoloma pravilnih tlocrta s pašarinima. Jedan od njih je i kamenoloma Prekijov vrh 3b (slika 136). Na jednom licu duljine tri metra vidljivi su zakrivljeni tragovi dvošilja koji se protežu slijeva na desno. Ostali kamenolomi na ovom položaju sličnih su karakteristika; zarasli gustom vegetacijom, s mahovinom koja prekriva lica kamenoloma, no i dalje se naziru tragovi dvošilja te poneki pašarin. Nalaze se na otprilike 88 metara nadmorske visine.

Slika 134. Tragovi alata u jednom od kamenoloma na položaju Prekijov vrh 1.



Slika 135. Tragovi alata na licu kamenoloma Prekijov vrh 2.

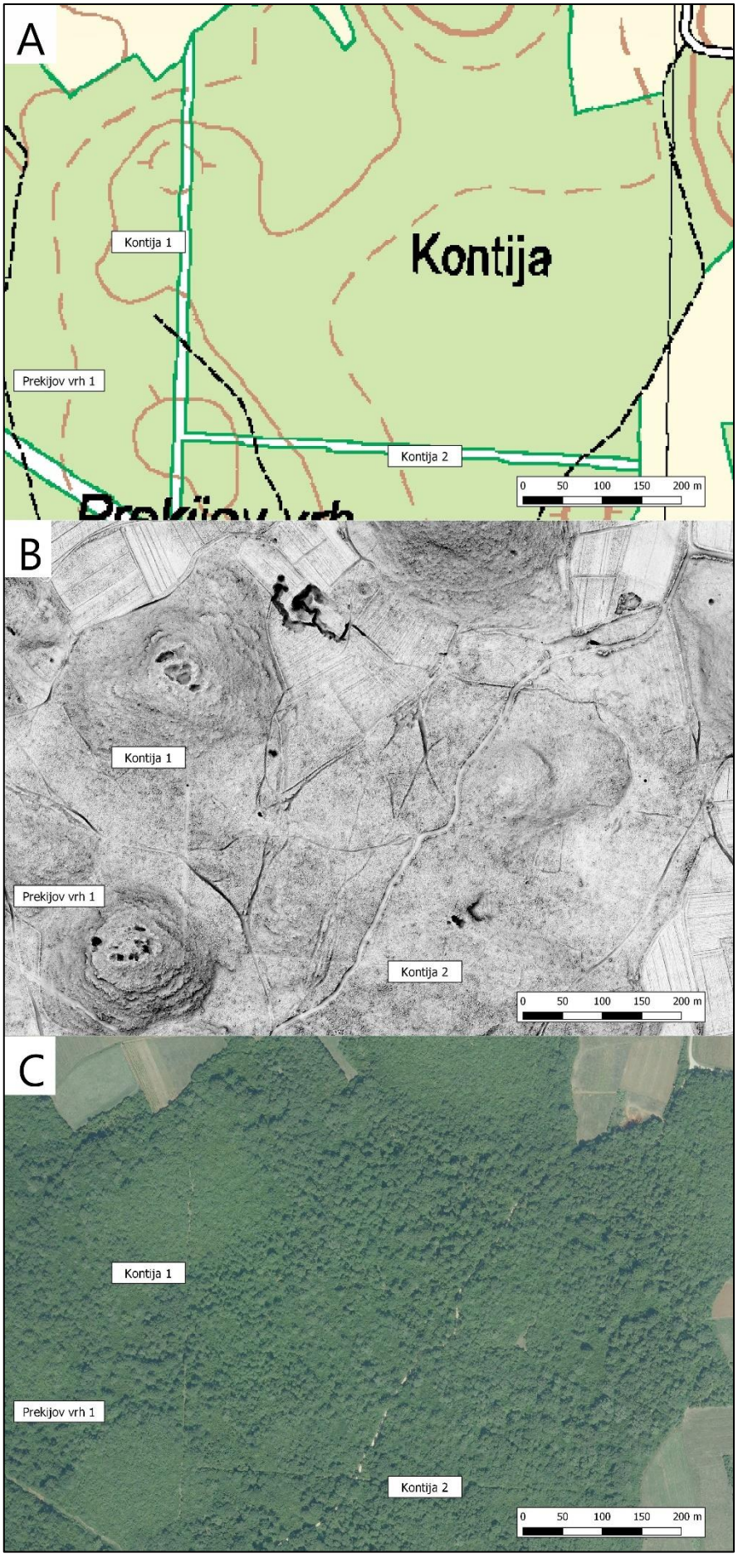
Slika 136. Tragovi dvošilja na licu jednog od kamenoloma na položaju Prekijov vrh 3.

8.2.14 Vrsar – Delići Kontija

Nešto istočnije od naselja Flengi, na položaju Kontija u blizini naselja Delići, također je vidljivo nekoliko negativnih značajki na vizualizacijama ALS podataka.

Na položaju Kontija 1 u blizini naselja Delići nalaze se četiri kamenoloma na nadmorskoj visini od oko 98 metara. Kamenolomi većih dimenzija ostavili su velike „ožiljke“ vidljive na LIDAR-u na vrhu brda kao i na sjeverozapadnoj padini. Prilikom terenskog pregleda zabilježeni su tragovi alata na licima kao i pašarini širine oko 20 cm (slike 137-139).

Slika 137. Pašarin u jednom od kamenoloma na položaju Kontija 1.


A
Kontija
Kontija 1
Prekijov vrh 1
Kontija 2
0 50 100 150 200 m
B
Kontija 1
Prekijov vrh 1
Kontija 2
0 50 100 150 200 m
C
Kontija 1
Prekijov vrh 1
Kontija 2
0 50 100 150 200 m

Prethodna stranica.
Slika 138. Kamenolomi na položaju Kontija 1 i Kontija 2 te Prekijov vrh 1. A) topografska karta (izvor: Geoportal), B) Vizualizacija dijela vidljivog neba (*sky-view factor*), polumjer (radius) 10 m, broj smjerova 16 (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli), C) satelitski snimak (izvor: Geoportal).

Slika 139. Slabo vidljivi tragovi alata i nedovršeni pašarin širine oko 25 cm koji se pruža dijagonalno u jednom od kamenoloma na položaju Kontija 1.

Kamenolom na položaju Kontija 2 pokazuje jednake karakteristike kao kamenolomi na području naselja Flengi – jednake tragove na licima kamenoloma (slika 140), pašarine jednake širine kao i pravilan tlocrt. Tragovi alata vidljivi na slikama 140 i 141 gotovo su identični tragovima vidljivima u kamenolomu Flengi 4.

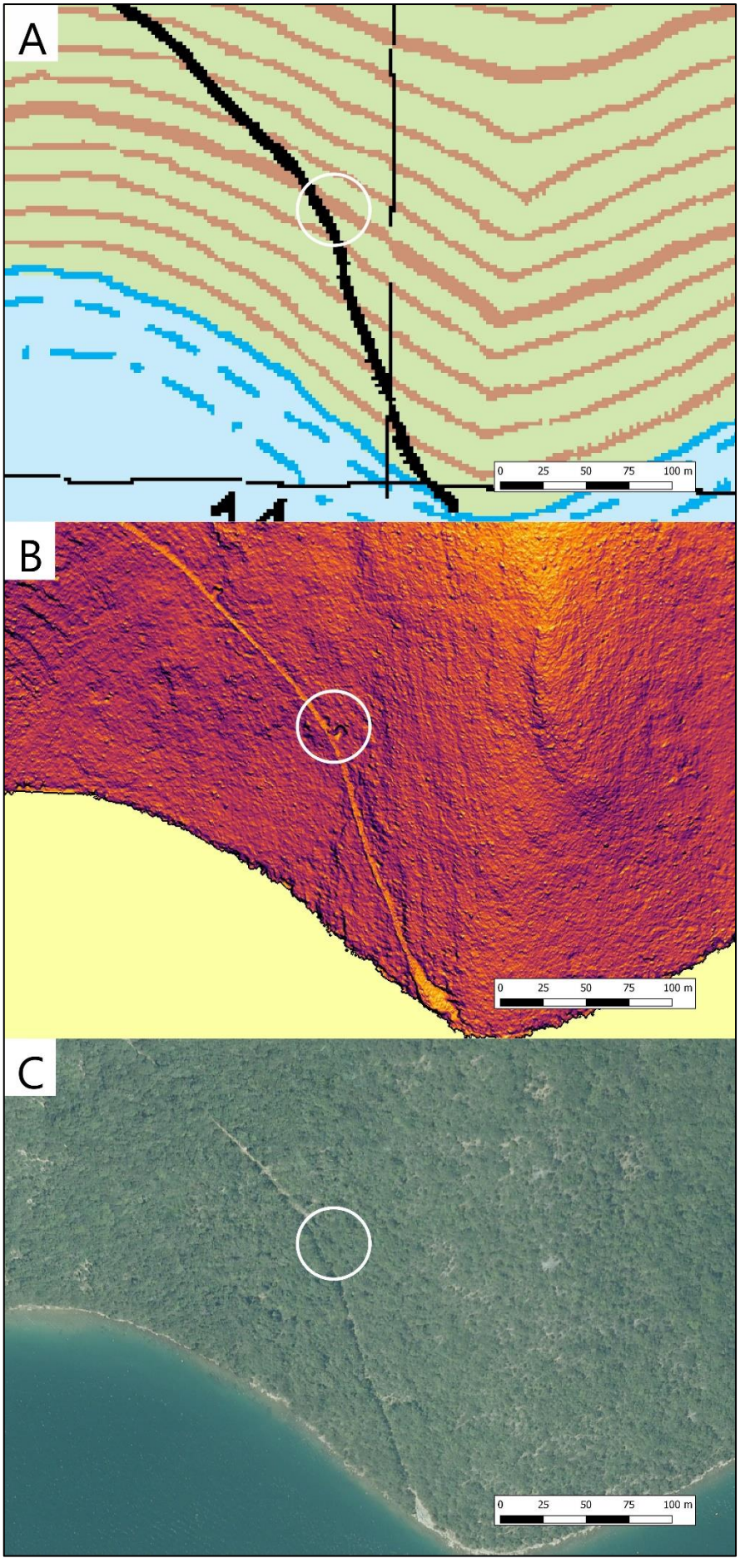
Slika 140. Tragovi alata na licu kamenoloma Kontija 2.

Slika 141. Pašarin i tragovi alata vidljivi u kamenolomu Delići Kontija 2.

Područje naselja Flengi i Delići obilježeno je gornjojurskim naslagama oksforda i donjeg kimeridža. Riječ je o debelo uslojenim i grebenskim vapnencima koji su krti, mrvljivi i porozni te današnjoj struci nezanimljivi kao arhitektonsko-građevni ili tehnički kamen (MIKO I DR. 2013, 20). No, broj otvorenih kamenoloma na ovim naslagama ukazuje na to da su ove naslage ipak bile zanimljive prošlim stanovnicima ovih područja. Pretpostavljamo da je to zbog njegove poroznosti koja ga čini „mekanim“ i jednostavnim za obradu.

8.2.15 Vrsar – Kloštar

Prilikom terenskog pregleda u zimu 2018. godine na sjevernim padinama Limskog zaljeva, južno od naselja Kloštar, zabilježen je kamenolom manjih dimenzija koji se može primijetiti i na vizualizaciji LiDAR-a (slike 142 i 143). S obzirom na njegov položaj u blizini mora te na blagoj padini, moguće je da je bio korišten za vrijeme antike.

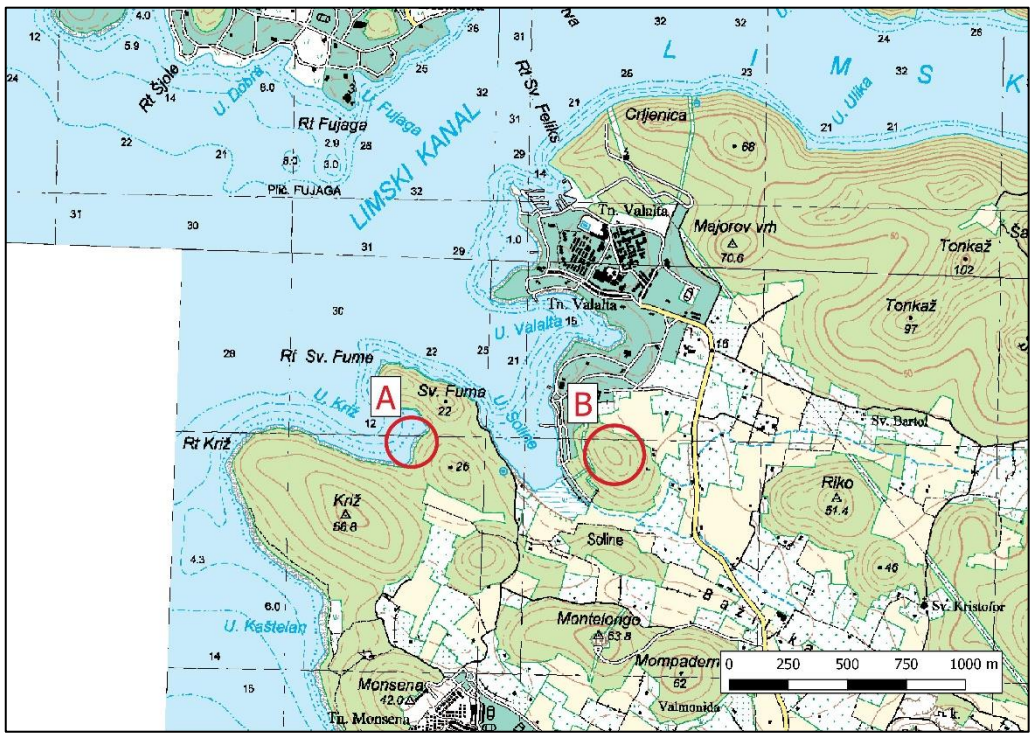

A
0 25 50 75 100 m
B
0 25 50 75 100 m
C
0 25 50 75 100 m

Prethodna stranica.
Slika 142. Kamenolom na sjevernim padinama Limskog zaljeva. A) topografska karta (izvor: Geoportal), B) Vizualizacija nagiba, paleta boja *inferno* (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli), C) satelitski snimak (izvor: Geoportal).

Slika 143. Napušteni kamenolom na sjevernim padinama Limskog zaljeva (fotografija: Robert Matijašić).

8.3 Antički kamenolomi na području pulskog agera

8.3.1 Rovinj – Uvala Soline



Karta 19. Kamenolomi u uvali Križ (A) i iznad uvale Soline (B) prikazani na topografskoj karti (izvor: Geoportal).

Slika 144. Kamenolomi u uvali Križ (A) i iznad uvale Soline (B) prikazani na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

Uvala Soline nalazi se na ulazu u Limski zaljev, a u kamenolomu su jasno vidljivi tragovi antičkog korištenja. Kamen je tanko uslojen pa se ovdje nisu vadili veliki blokovi, već samo manji komadi. Š. Mlakar je smatrao da se ovdje vadio kamen za gradnju unutrašnjeg dijela Amfiteatra u Puli (MLAKAR 1996, 10).

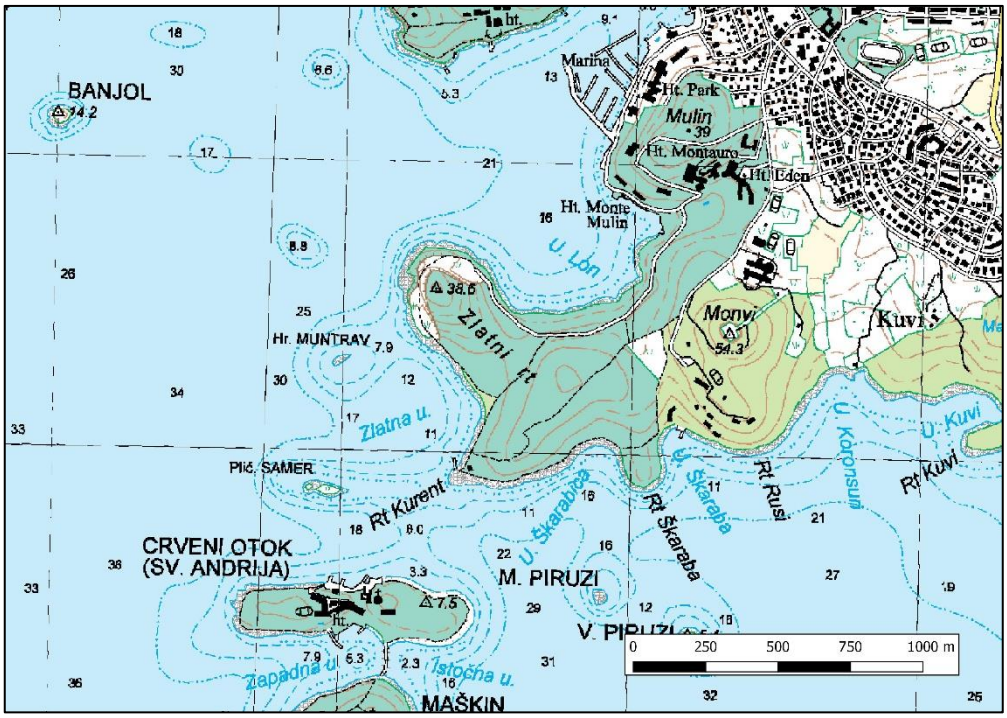
8.3.2 Rovinj - Uvala Križ (Faborso)

Između rta Sv. Eufemije i rta Križ, u uvali Križ, također su vidljivi tragovi kamenarske djelatnosti (slika 145). Prema Šonji, iz ovih blokova izrađivali su se sarkofazi (ŠONJE 1980, 152).

Slika 145. Antički kamenolom u uvali Faborso, Rovinj (fotografija: Jan Sonnemans).

8.3.3 Rovinj – Zlatni rt (Montauro)

Kod Rovinja na položaju Montauro, odnosno Zlatni rt, nalazi se najveći kamenolom u ovom dijelu Istre (slika 147). Smatra se da se zbog pogodnog položaja vrlo blizu obale koristio i u antici, iako izravnih dokaza nema jer se tragovi uslijed kontinuirane eksploatacije ne vide (MATIJAŠIĆ 1998, 396).



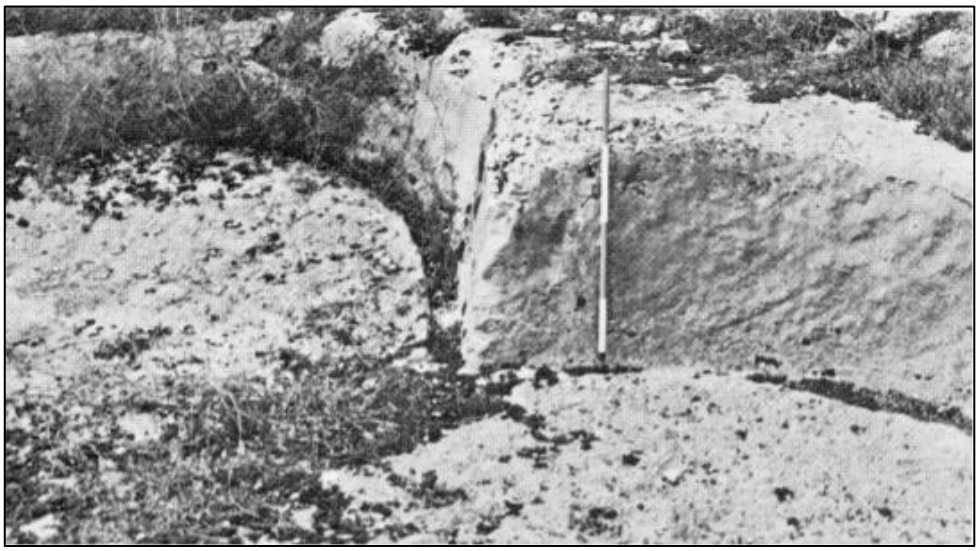
Karta 20. Zlatni rt (Montauro) kod Rovinja prikazan na topografskoj karti (izvor: Geoportal).

Slika 146. Zlatni rt (Montauro) kod Rovinja prikazan na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

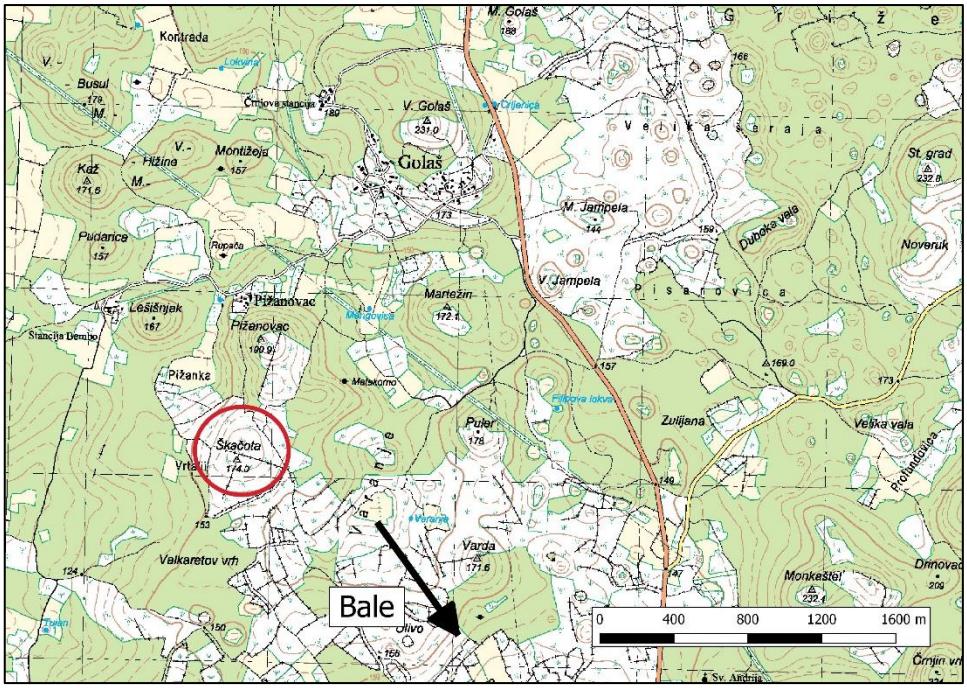
Slika 147. Kamenolom na Zlatnom rtu kod Rovinja.

8.3.4 Bale – Skačota

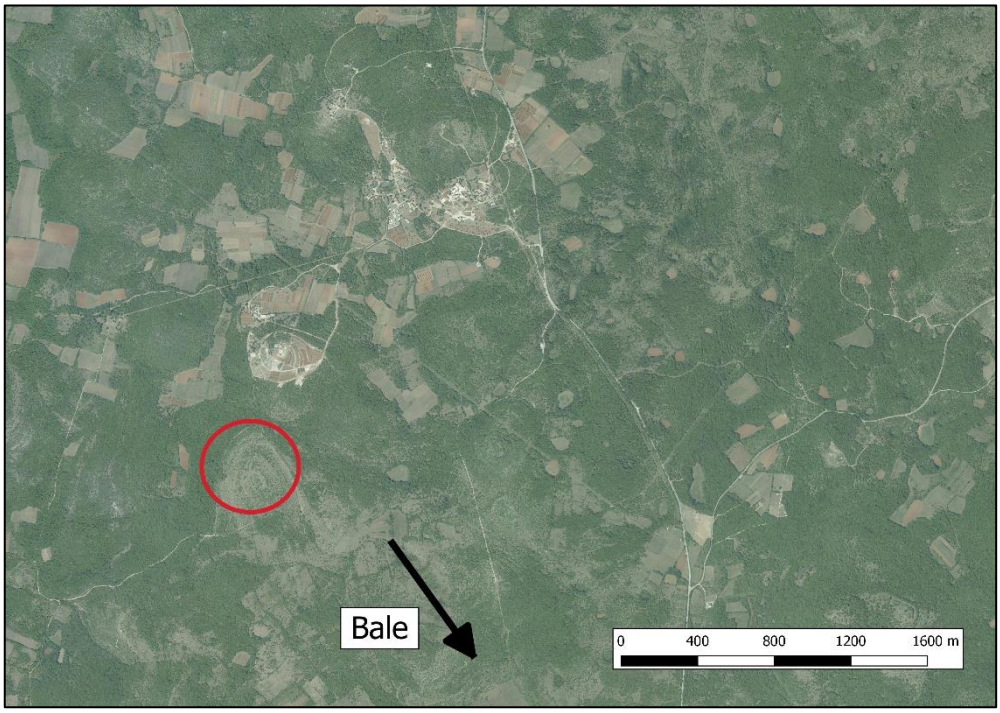
Kod naselja Bale, u unutrašnjosti poluotoka, nalaze se ostaci manjeg kamenoloma s vidljivim tragovima vađenja okruglih blokova (slika 148). R. Matijašić smatra kako se s tog mjesta kameni blokovi vjerojatno nisu prenosili daleko te da je izvađeni kamen korišten za izradu monolitnih recipijenata za taloženje ulja poslije tiještenja. Također smatra da su izvađeni kameni blokovi vjerojatno bili korišteni za potrebe neke ruralne građevine u blizini (MATIJAŠIĆ 1998, 399).



Slika 148. Negativi dva izvađena okrugla bloka (preuzeto iz MARUŠIĆ 1990, 415).



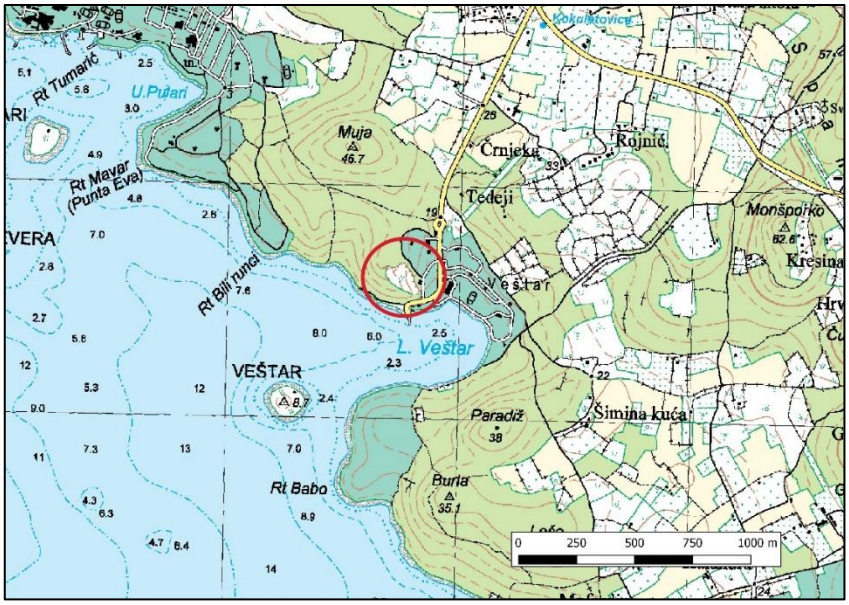
Karta 21. Položaj Skačota (Škačota) kod Bala prikazan na topografskoj karti (izvor: Geoportal).



Slika 149. Položaj Skačota (Škačota) kod Bala prikazan na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

8.3.5 Rovinj – Monte delle Arni

Na položaju Monte delle Arni južno od Rovinja, do nedavno su bili zabilježeni sarkofazi i njihovi nedovršeni poklopci, što također svjedoči o njihovom korištenju u antici (MATIJAŠIĆ 1998, 396). Danas se u kamenolomu proširilo obližnje turističko naselje (slika 151).



Karta 22. Položaj Monte delle Arni prikazan na topografskoj karti (izvor: Geoportal).

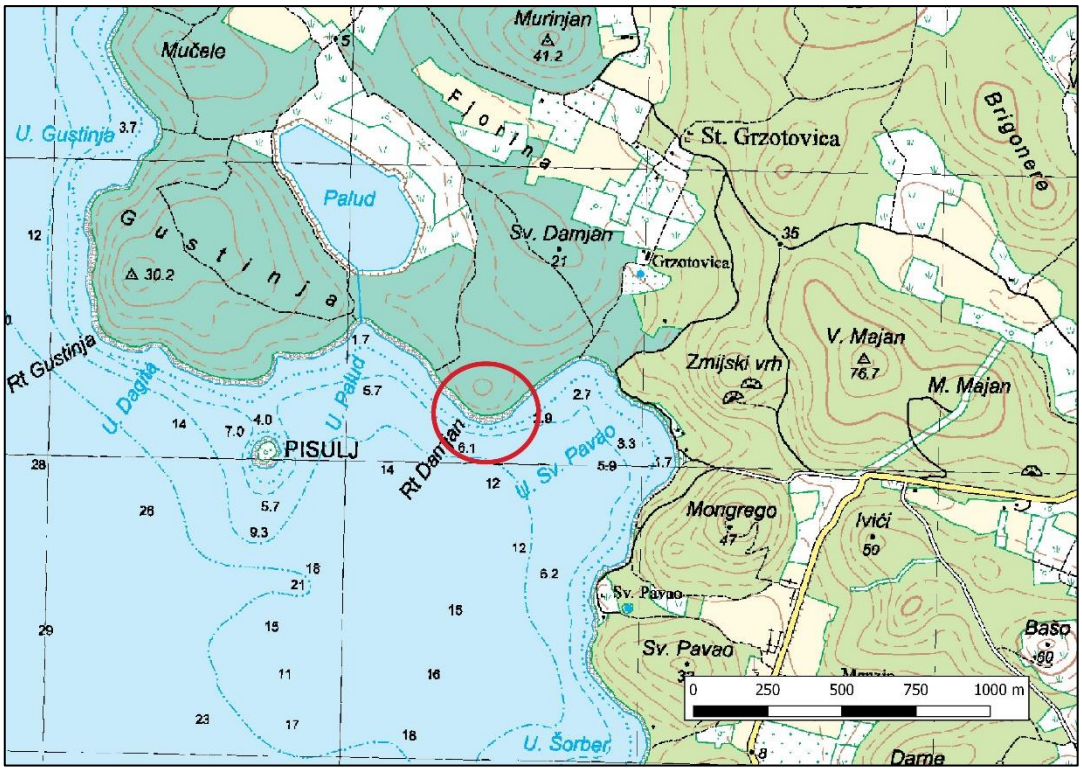
Slika 150. Položaj Monte delle Arni prikazan na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

Slika 151. Antički kamenolom na položaju Monte delle Arni južno od Rovinja. Danas kamp (preuzeto s https://www.booking.com/hotel/hr/mobile-homes-vestar.html, pristupljeno 09.

8.3.6 Rovinj – Rt Sv. Damjan

Na rtu Sv. Damjan kod Rovinja nalazi se veliki kamenolom s tragovima vađenja kamenih blokova u obliku strija i pašarina (slika 152). Smatra se da kamenolom nakon antike nije bio korišten. Prostire se na površini od oko 300 m^2 , a pretpostavlja se da se s ovog mjesta moglo izvaditi oko 1000 m^3 kamenih blokova (MATIJAŠIĆ 1998, 398). Kao i kamenolom na položaju Monte delle Arni, nalazi se na vrlo pogodnom mjestu za daljnji transport kamenih blokova.

Slika 152. Antički kamenolom na rtu Damjan kod Rovinja.



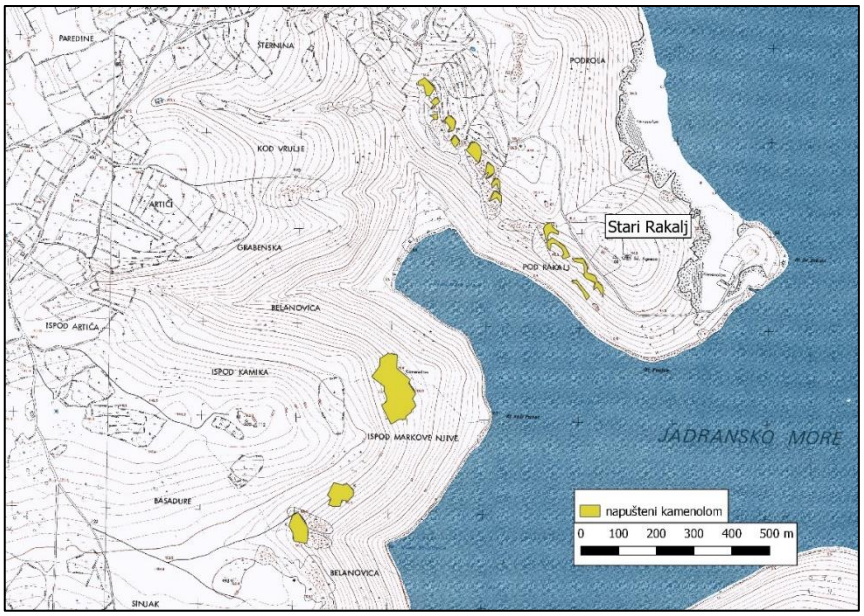
Karta 23. Rt Damjan prikazan na topografskoj karti (izvor: Geoportal).

Slika 153. Rt Damjan prikazan na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

8.3.7 Rakalj

Slika 154. Uslojeni vapnenac u jednom od napuštenih kamenoloma južno od Starog Raklja.

Kamenolomi na području Raklja spominju se u literaturi u kontekstu antike kao moguće izvorište kamena korištenog za gradnju unutarnjeg dijela amfiteatra u Puli (GIRARDI-JURKIĆ 1997, 24-25; ZLATUNIĆ 2006, 197). V. Jurkić Girardi spominje slojevite vapnence gornjokredne starosti koji se i danas vade u okolici Raklja, a koji su Rimljanima mogli poslužiti kao materijal za gradnju zidova, stepeništa i ostalih konstrukcija u unutrašnjosti amfiteatra (GIRARDI-JURKIĆ 1997, 24). Danas se na području Raklja nalaze napušteni, vjerojatno novovjekovni kamenolomi s obzirom da su u nekima od njih vidljive rupe od svrdala, no to ne isključuje mogućnost da su neki od njih eksploatirani u razdoblju antike (slika 154, karta 24).



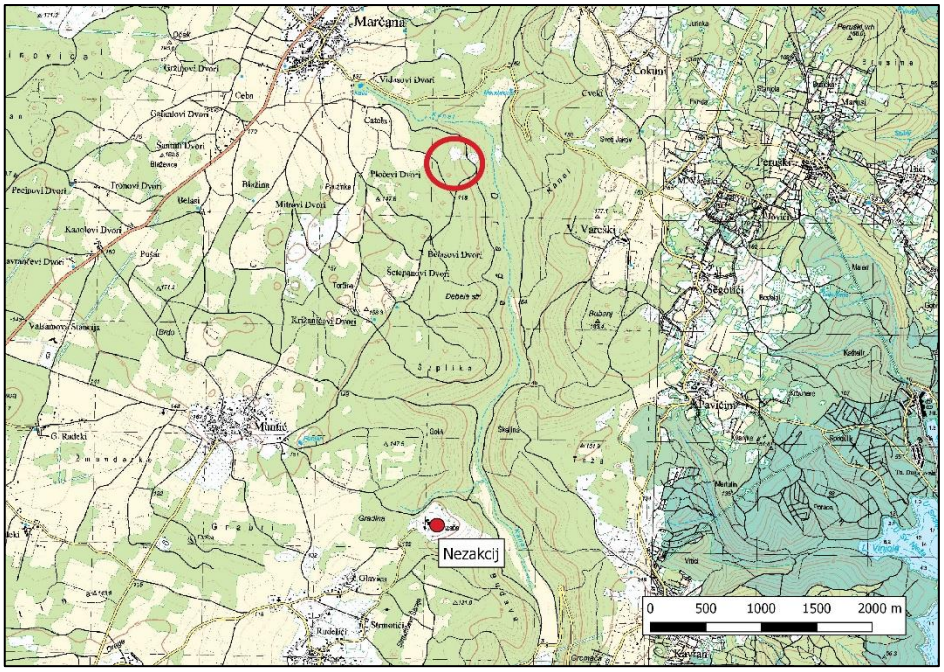
Karta 24. Napušteni kamenolomi u blizini Starog Raklja na Hrvatskoj osnovnoj karti (izvor: Geoportal).

Slika 155. Napušteni kamenolomi u blizini Starog Raklja na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

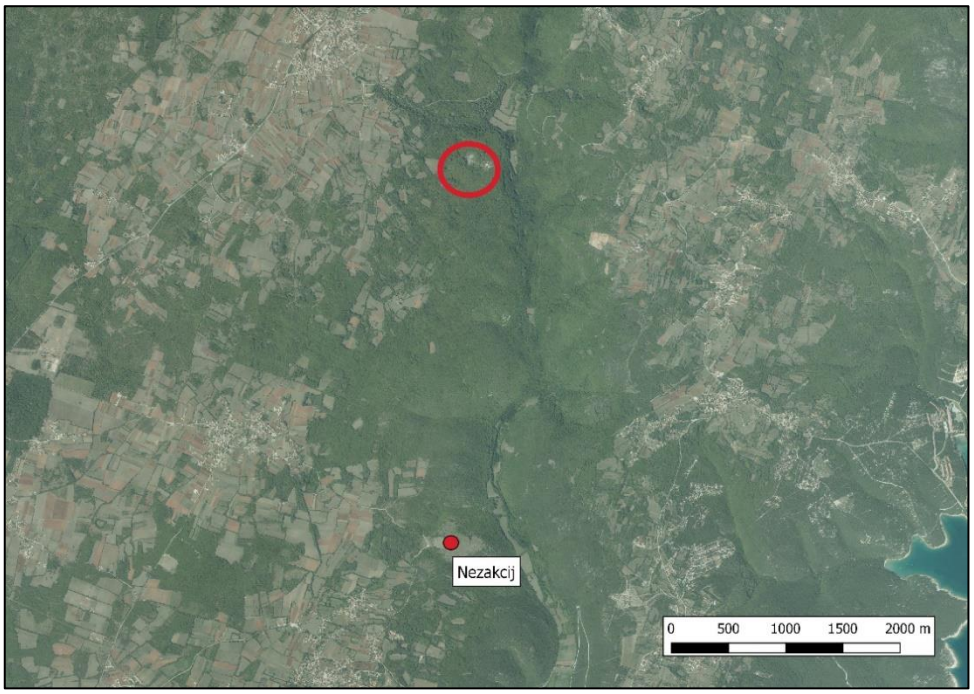
Zabilježene debljine slojeva vapnenca u kamenolomima iznose između 13 i 32 centimetara, dok su oni tankopločasti između jedan i dva centimetra. Zanimljivo je da dimenzije slojeva tankopločastih vapnenaca odgovaraju dimenzijama tesera pronađenih na nalazištu Monte Ricco. Kako bismo povezali ova dva lokaliteta, potrebno je, osim usporedbe dimenzija, provesti i mikropetrografske analize. Padine ovog brežuljka, kao i okolica kamenoloma oko Raklja obiluju pločastim otpadnim materijalom iz kamenoloma.

8.3.8 Marčana – Pločevi Dvori

Na zapadnim obroncima drage između Marčane i Mutvorana nalazi se veliki kamenolom koji se vjerojatno koristio i u antici jer je iz kamena takve strukture izrađena nekolicina spomenika Pule i Nezakcija, koji je u blizini (MATIJAŠIĆ 1998, 398). Također pokazuje tragove dvošilja u obliku strija na licima kamenoloma, a prisutni su i pašarini (slike 157 i 158). Iz kamenoloma su uzeta dva petrografska uzorka za potrebe usporedbe s uzorcima s antičkih spomenika pronađenih na širem području Pule.



Karta 25. Antički kamenolom sjeverno od nalazišta Nezakcij, topografska karta (izvor: Geoportal).



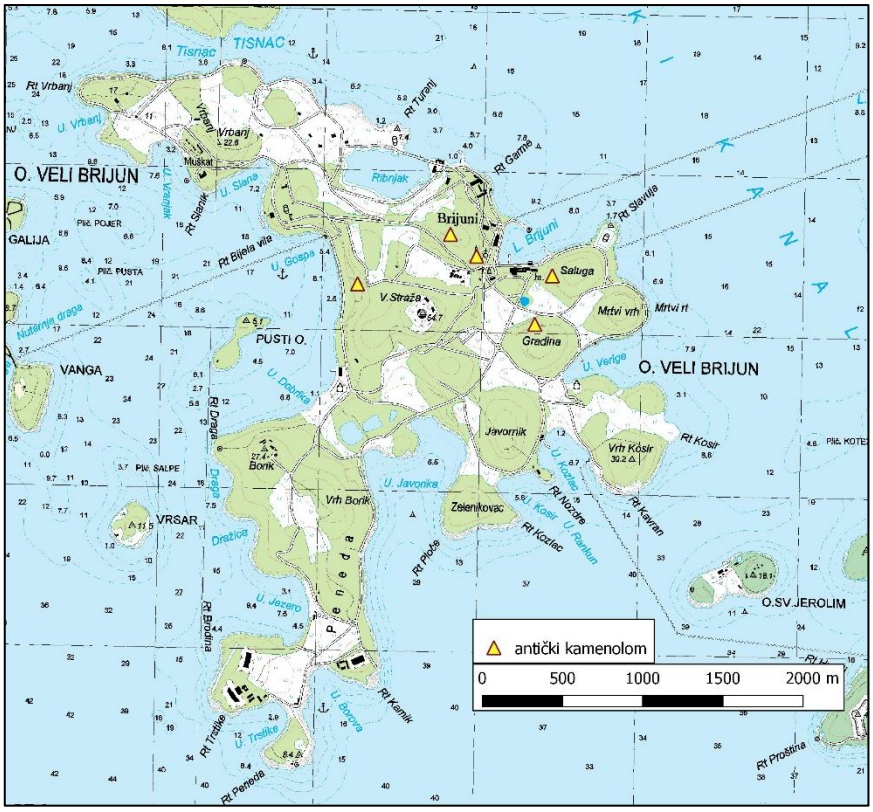
Slika 156. Antički kamenolom sjeverno od nalazišta Nezakcij na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

Slika 157. Tragovi dvošilja na litici kamenoloma u Marčani.

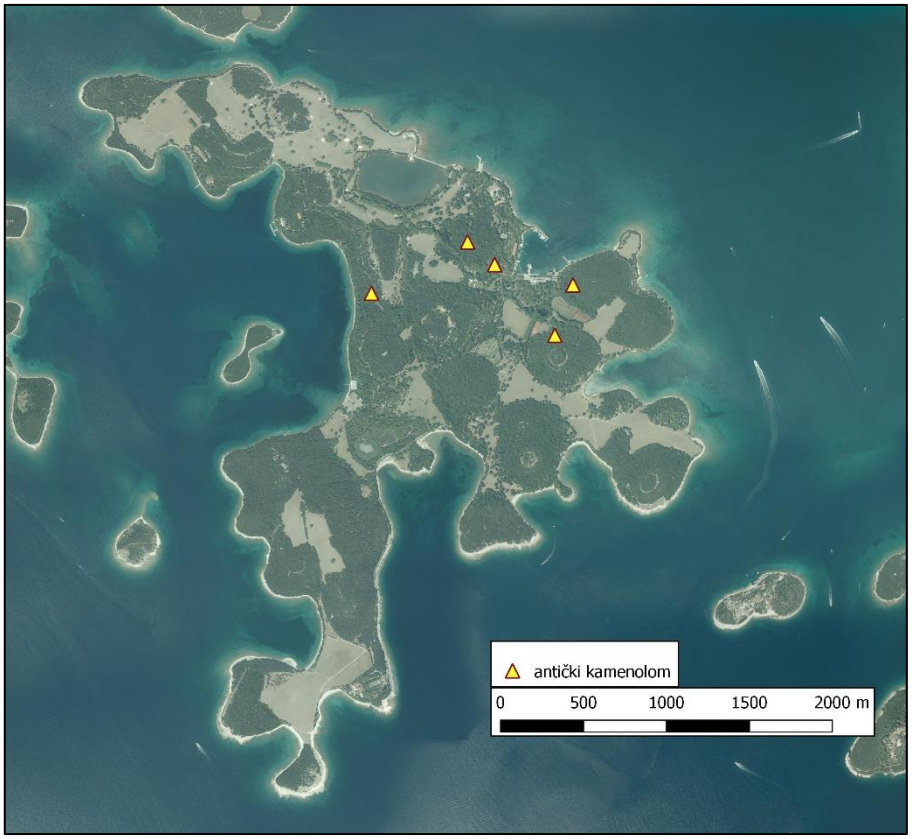
Slika 158. Pašarin, kamenolom Marčana.

8.3.9 Brijuni

Brijunsko otočje također je bogato kvalitetnim kamenom (BEGOVIĆ I SCHRUNK 2006; PREMUŽIĆ ANČIĆ i GAŠPAROVIĆ 2017). Zbog nalazišta monumentalnog karaktera, kao što je to na primjer rimska vila u uvali Verige, može se pretpostaviti eksploatacija kamena u antici na nekoliko lokacija: kamenolom u Gospinoj uvali (Uvala Madona), kamenolom zoo, Čufarov kamenolom, kamenolom pod Gradinom te Kochov kamenolom (karta 26, slika 159) (BEGOVIĆ I SCHRUNK 2006, 30; PREMUŽIĆ ANČIĆ i GAŠPAROVIĆ 2017, 74), koji je ujedno i jedan od najeksploatiranijih kamenoloma na otočju (PREMUŽIĆ ANČIĆ i GAŠPAROVIĆ 2017, 80). Većina tih kamenoloma koristila se i u srednjem vijeku, no ne toliko intenzivno s obzirom na to da je tada bio dostupan materijal napuštenih antičkih građevina, koji je mogao zadovoljiti uglavnom skromne potrebe za gradnjom (MATIJAŠIĆ 1998, 398).



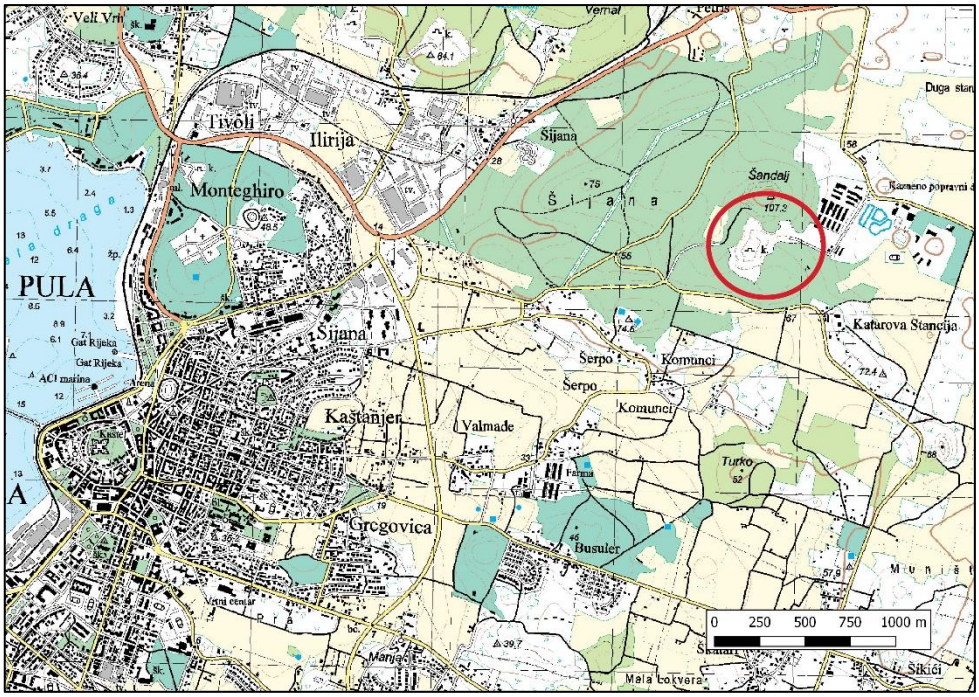
Karta 26. Antički kamenolomi na Velom Brijunu na topografskoj karti (izvor: Geoportal).



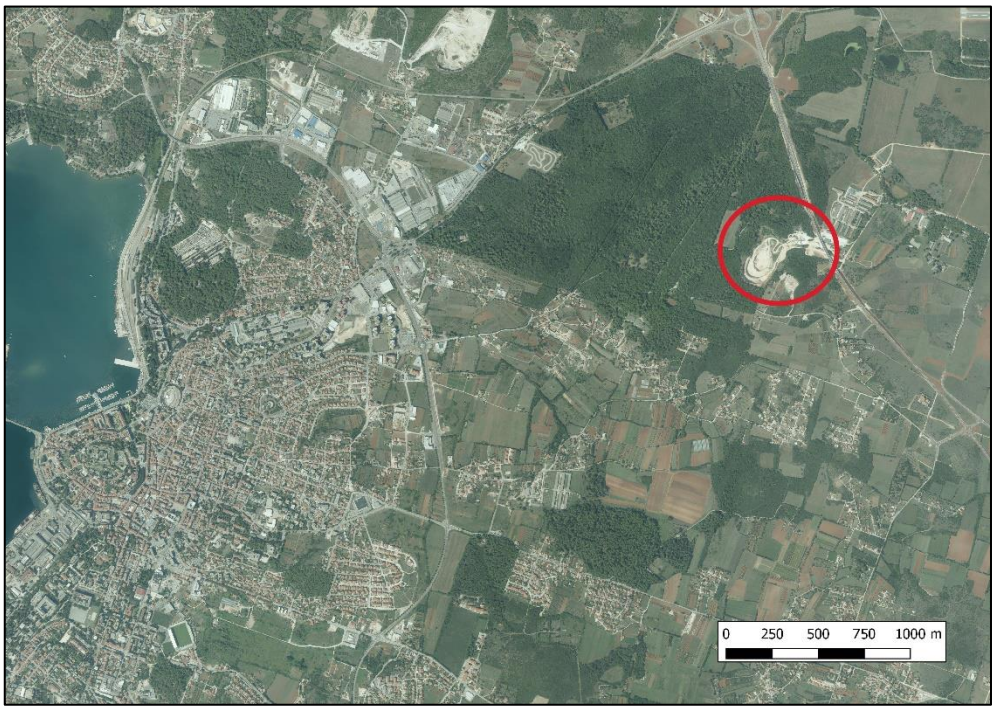
Slika 159. Antički kamenolomi na Velom Brijunu na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

8.3.10 Pula – Šandalja (San Daniele, Sv. Danijel)

Na istočnom rubu Šijane u Puli padina jednog brežuljka odrezana je suvremenim kamenolomom, no nekada su bili dobro vidljivi tragovi vađenja kamenih blokova za izradu sarkofaga (ŠONJE 1980, 152).

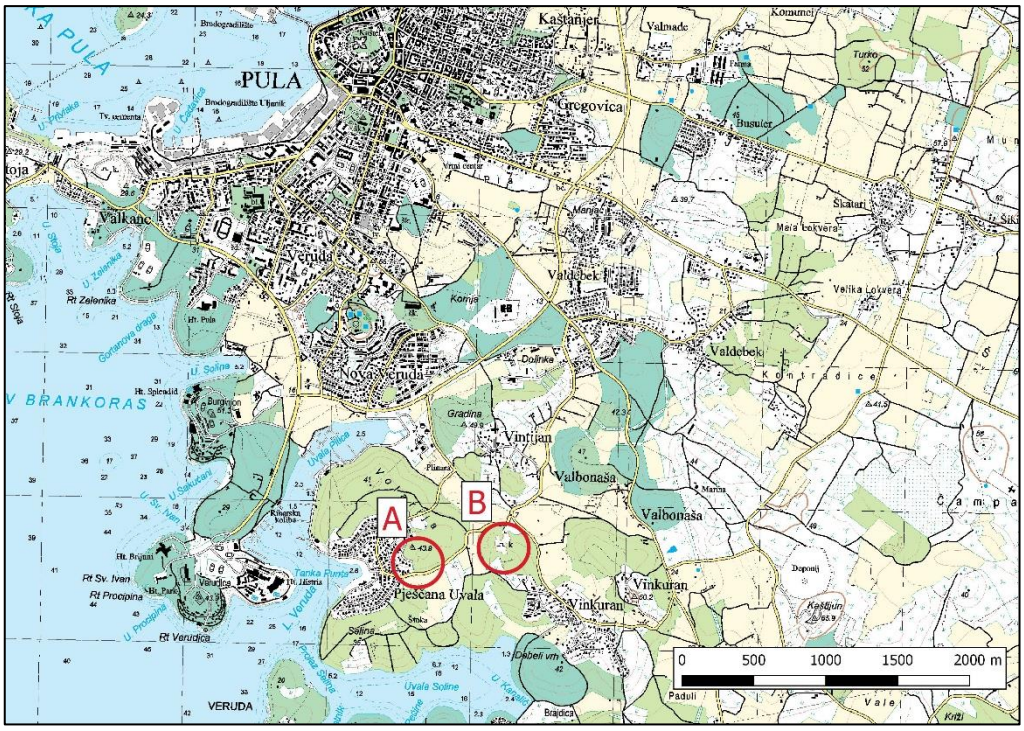


Karta 27. Antički kamenolom na brdu Sv. Danijela (Šandalja) prikazan na topografskoj karti (izvor: Geoportal).



Slika 160. Antički kamenolom na brdu Sv. Danijela (Šandalja) prikazan na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

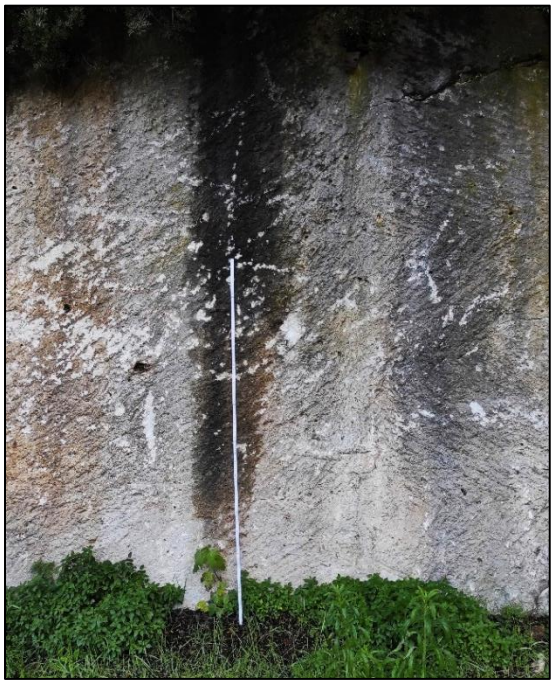
8.3.11 Medulin – Vinkuran (Cave Romane)



Karta 28. Antički kamenolomi u Pješčanoj uvali (A) i Vinkuranu (B) prikazani na topografskoj karti (izvor: Geoportal).

Slika 161. Antički kamenolomi u Pješčanoj uvali (A) i Vinkuranu (B) prikazani na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

Kod naselja Vinkuran južno od Pule nalazi se kamenolom iz kojeg je izvađen kamen korišten za izgradnju najvećeg dijela vanjskog plašta Amfiteatra u Puli (CRNKOVIĆ 1991; MATIJAŠIĆ 1998). Do danas je sačuvao naziv Cave Romane, vjerojatno zbog značaja kamenoloma ili svijesti o starosti kamenoloma. Vinkuranski kamenolom nalazi se oko 500 m od zaljeva Verude, uz nagib terena što je moglo olakšati transport kopnom do same obale (ŠONJE 1980, 151). U njemu se i danas mogu vidjeti tragovi strije na licima kamenoloma (slika 162). Terenskim pregledom utvrđeno je postojanje antičkog dijela kamenoloma i iznad zapadne litice, a koji je sakriven gustom vegetacijom (slika 163). Zabilježena je stepenasta litica te pašarini širine oko 20 cm koji okružuju blok duljine oko metar i pol. Danas se u kamenolomu održavaju koncerti zbog izvrsne akustike prostora, a litice kamenoloma koriste i penjači.



Slika 162. Tragovi dvošilja na licu vinkuranskog kamenoloma. Duljina drvenog metra - dva metra.

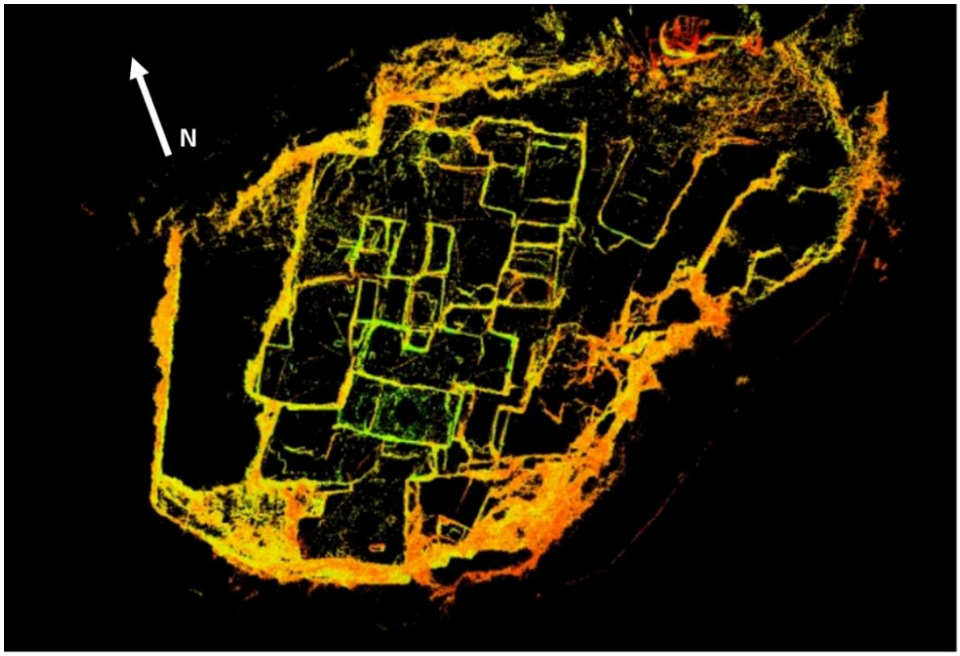
Slika 163. Položaj vegetacijom sakrivenog dijela antičkog kamenoloma prikazan crvenom točkom (izvor: Geoportal).

8.3.12 Medulin – Pješčana uvala

Prilikom gradnje kuće na privatnoj parceli u jesen 2020. godine otkriven je antički kamenolom u naselju Pješčana uvala u blizini Pule (slika 164). Istraživan je od strane tvrtke Arheo TiM d.o.o. u jesen iste godine.[10] Na dnu kamenoloma pronađen je *in situ* nedovršeni sarkofag koji je vjerojatno oštećen prilikom izrade pa je ostavljen u kamenolomu. Osim spomenutog sarkofaga, unutar sedimenta u kamenolomu pronađeni su još jedan sarkofag te jedan poklopac sarkofaga. U prosincu iste godine kamenolom je laserski skeniran čime je dobiven tlocrt (slika 165). Dimenzije kamenoloma su otprilike: duljina 31 m, širina 23 m, visina jednog lica 3,5 m. Otprilike ga se može datirati od prvog do četvrtog stoljeća nove ere (usmeno priopćenje Teodora Godinović). Kamenolom se nalazi oko 600 metara jugozapadno od poznatog rimskog kamenoloma Cave Romane u Vinkuranu, a bliži je obali od spomenutog kamenoloma. Uzeti su petrografski uzorci stijene na dva mjesta u kamenolomu, kao i uzorci sa sarkofaga i poklopca pronađenih prilikom istraživanja.

Slika 164. Kamenolom u Pješčanoj uvali tijekom istraživanja (fotografija: Davor Bulić).

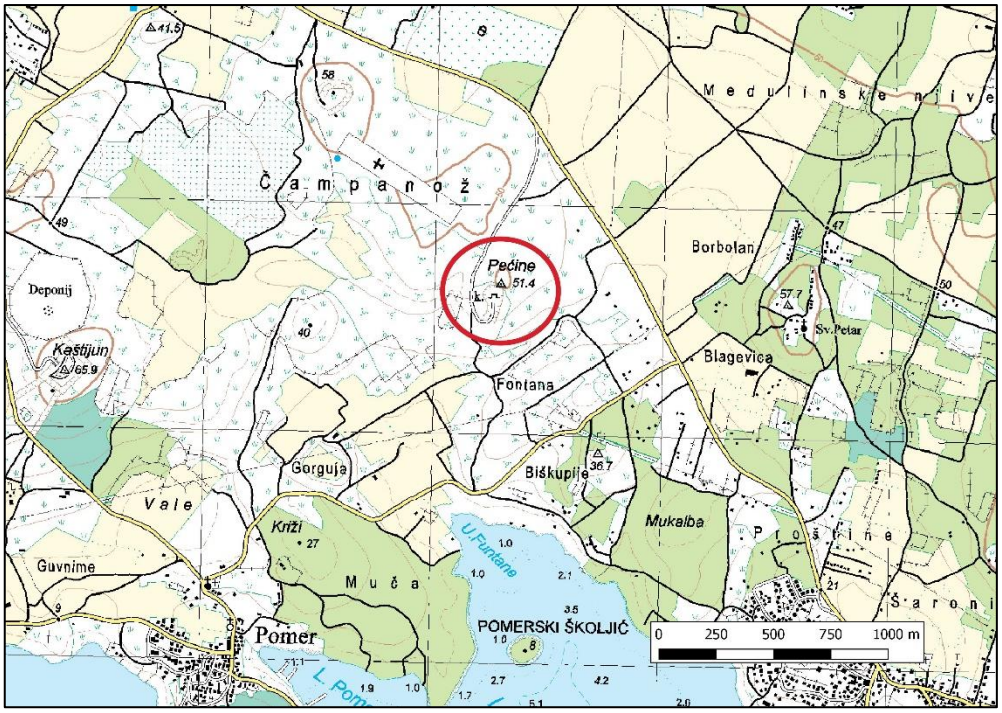
[10] Zahvaljujem Teodori Godinović iz tvrtke Arheo TiM d.o.o. na dozvoli za dokumentiranje kamenoloma.



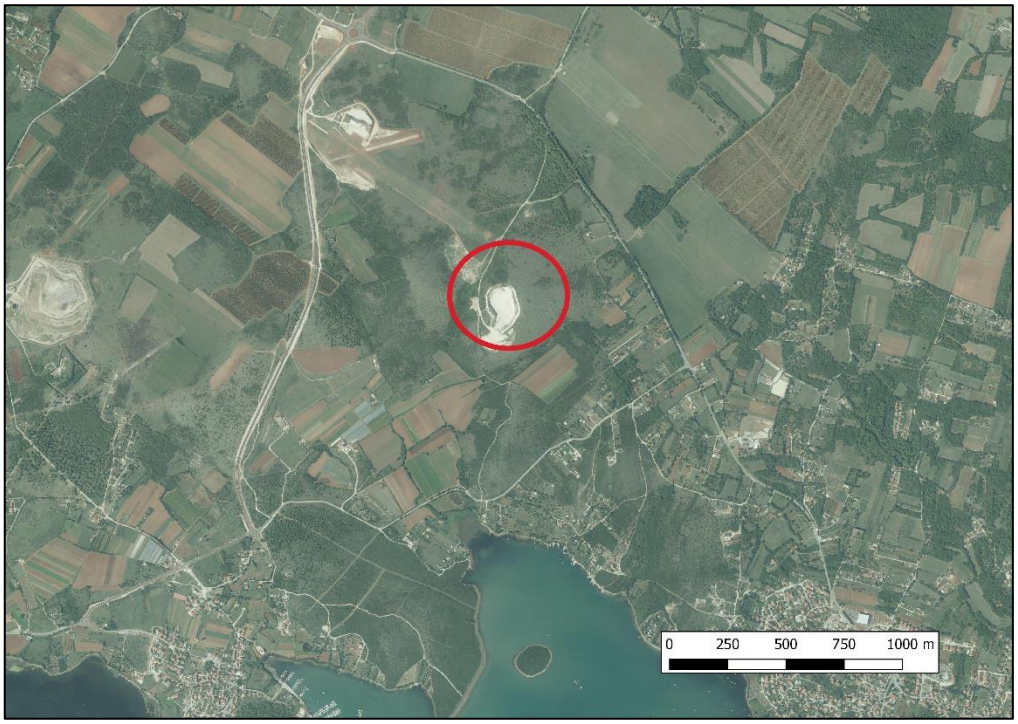
Slika 165. Tlocrt kamenoloma u Pješčanoj uvali na takozvanoj *intensity map.* Vidljivi su obrisi izvađenih kamenih blokova za izradu sarkofaga.

8.3.13 Medulin – Pećine

Na položaju Pećine između Pule i Ližnjana nalazi se kamenolom za kojeg se pretpostavlja da je korišten u rimsko vrijeme, a svakako u vrijeme Austrije koja je na ovom području gradila brojne utvrde. Vapnenac je na ovom položaju karakteristično uslojen – vertikalne vene ispresijecaju naslage svakih pet metara (ŠONJE 1980, 151; MATIJAŠIĆ 1998, 397). Položaj kamenoloma danas se ne zna, no pretpostavljamo da je riječ o toponimu Pećine nedaleko Medulina (karta 29, slika 166).



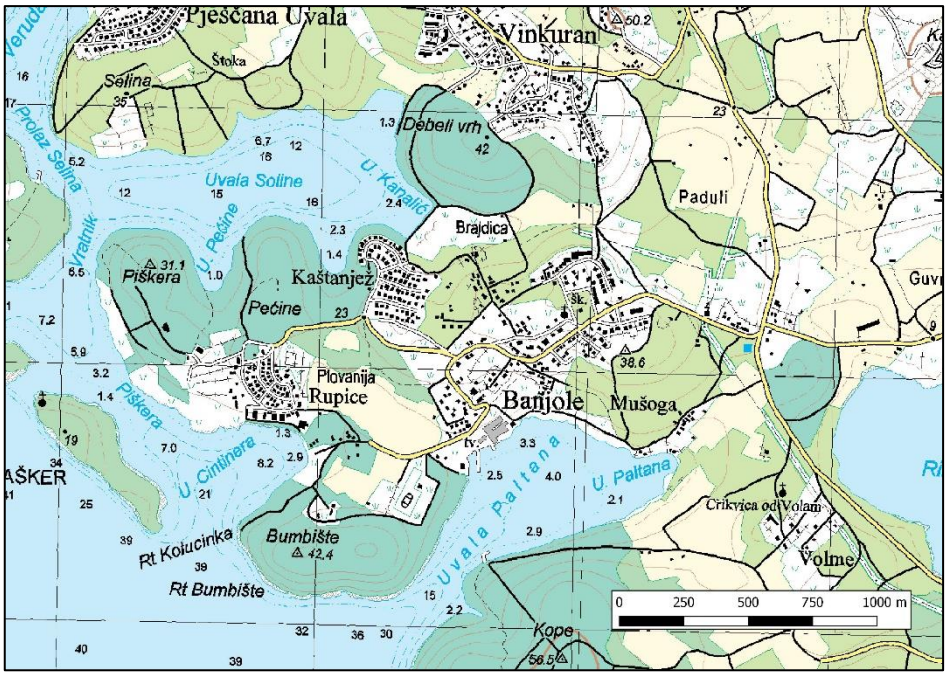
Karta 29. Pretpostavljeni položaj antičkog kamenoloma Pećine u blizini Medulina prikazan na topografskoj karti (izvor: Geoportal).



Slika 166. Pretpostavljeni položaj antičkog kamenoloma Pećine u blizini Medulina prikazan na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).

8.3.14 Medulin – Banjole

Dva kamenoloma u naselju Banjole, na položajima Rupice i Pećine, nalaze se oko 350 metara od morske obale (karta 30, slika 167) (ŠONJE 1980, 151). Onaj na položaju Rupice ima nesumnjive tragove korištenja u doba Austrije, a prije dvadesetak godina u njemu je pronađeno nekoliko poluobrađenih stupova i jedna nedovršena glava žene (MATIJAŠIĆ 1998, 395-396).



Karta 30. Položaji Pećine i Rupice nedaleko Banjola na kojima se nalaze antički kamenolomi (izvor: Geoportal).

Slika 167. Položaji Pećine i Rupice nedaleko Banjola na kojima se nalaze antički kamenolomi, satelitska snimka (izvor: Geoportal).

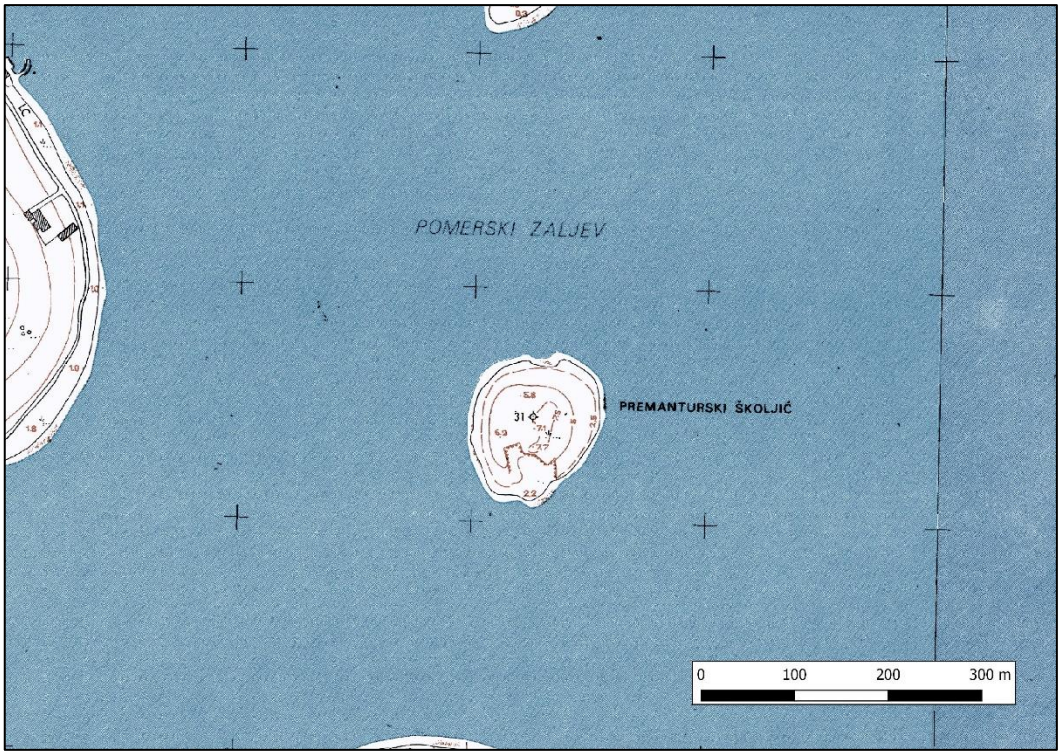
8.3.15 Medulin - Premanturski školjić[11]

Antički kamenolom na otočiću Premanturski školjić na sjeveru Medulinskog zaljeva spominje se u literaturi zadnjih četrdesetak godina (slika 168) (MATIJAŠIĆ 1998). Nalazi se na mjestu pogodnome za transport kamena, kao i u blizini nekolicine nalazišta ruralne arhitekture. Terenskim pregledom spomenutog otoka otkrivena su još dva kamenoloma na obali otoka. U velikom kamenolomu na otoku, o kojem pretpostavljamo da su pisali prošli autori (MATIJAŠIĆ 1998, 395), vidljivi su tragovi alata. Motiv riblje kosti vidljiv na stijeni (slika 169), a koji nastaje kao posljedica rada s lakšim dvošiljem i izradom plitkih pašarina, obično se povezuje s eksploatacijom u srednjem ili novom vijeku vijeku (PARICA 2014a, 86). Ostali tragovi rada isključivo su u obliku pašarina.

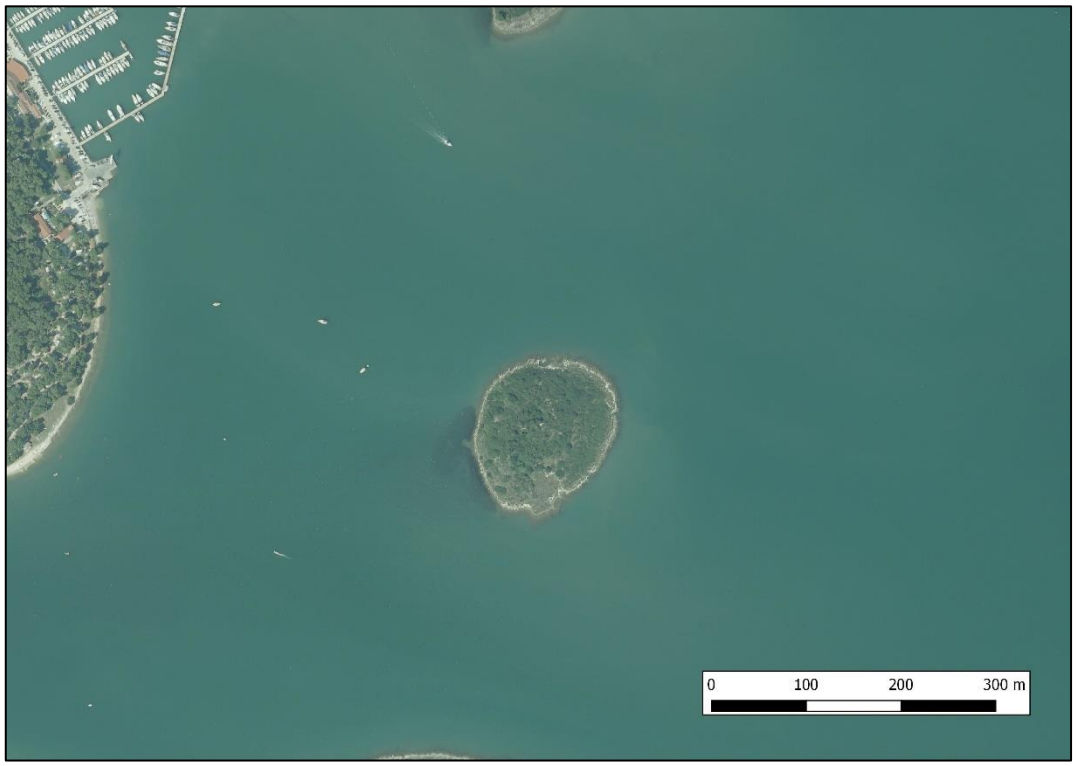
Slika 168. Dio kamenoloma na Premanturskom školjiću vidljiv s mora.

Slika 169. Tragovi alata u velikom kamenolomu na Premanturskom školjiću.

[11] Na posudbi kajaka za istraživanje Premanturskog školjića zahvaljujem Dalenu Geromelli iz Geromella Windsurfing Centra u Pomeru.



Karta 31. Otočić Premanturski školjić na kojem se nalazi antički kamenolom, Hrvatska osnovna karta (izvor: Geoportal).



Slika 170. Otočić Premanturski školjić na kojem se nalazi antički kamenolom, satelitska snimka (izvor: Geoportal).

Na drugim dijelovima stijene vidljivi su rjeđi tragovi alata koji nastaju kao posljedica rada s težim dvošiljem, što bi ovaj kamenolom moglo svrstati i u antičko razdoblje (slika 169).

Drugi kamenolom na ovom otoku manjih je dimenzija i djelomično se nalazi ispod razine mora. Na dijelovima stijene vidljivi su tragovi alata i ostaci kunjera, što bi moglo svrstati ovaj kamenolom u novi vijek.

Treći kamenolom na istome otoku također se djelomično nalazi ispod razine mora (slike 171 i 172). Od cijelog kamenoloma prepoznati se mogu samo pašarini koji su ostali vidljivi, a koji su poslužili za skiciranje tlocrta. Na jednom dijelu kamenoloma vidljiv je i okomiti pašarin koji time omogućuje izračunavanje dimenzija kamenih blokova koji su se ovdje vadili: bili su duljine oko 200 centimetara te širine oko 65 centimetara.

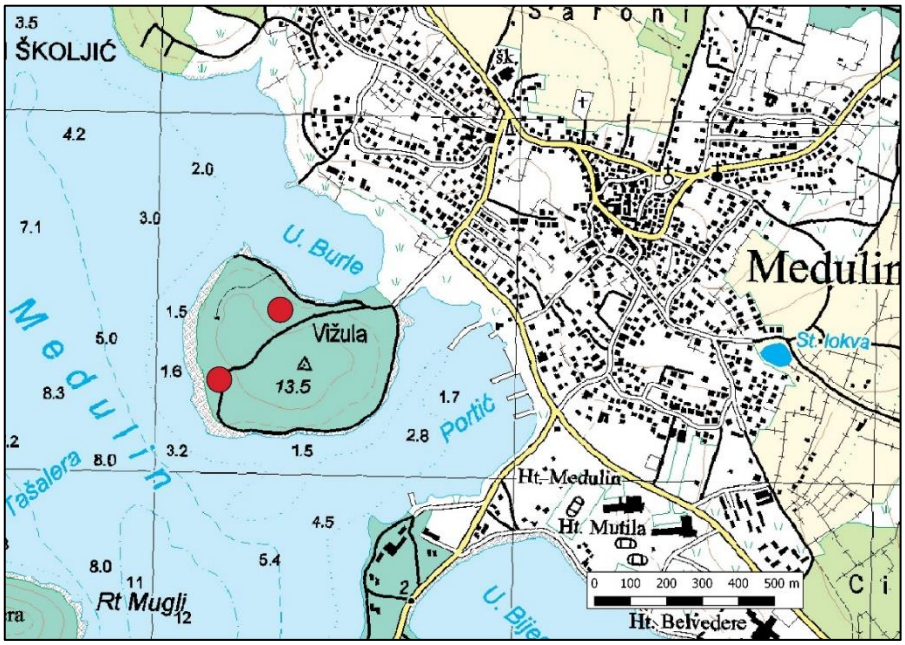
Slika 171. Kamenolom Premanturski školjić 3. Vidljiv je ostavljeni kameni blok.

Dubina nezavršenog pašarina, odnosno visina nezavršenog kamenog bloka je svega oko 5 cm. Na istočnom dijelu kamenoloma vidljiv je ispod razine morske vode odbačeni kameni blok duljine 165 centimetara, širine 83 centimetara te visine 46 centimetara. Širina pašarina iznosi 20 centimetara.

Slika 172. Ocrtani kameni blok duljine oko 200 cm te širine oko 65 cm.

8.3.16 Medulin – Vižula

Na poluotoku Vižula nalazi se dva antička kamenoloma koji su vjerojatno poslužili za gradnju rustičnih zdanja na poluotoku. Jedan se nalazi na jugozapadnoj strani otoka, većih je dimenzija i danas je ograđen ogradom. U njemu se ne vide strije. Manji kamenolom nalazi se na sjeverozapadnoj strani otoka i danas je zarastao u gustu vegetaciju. Ovdje se prvi vrhu nalaze naslage tankopločastog vapnenca ispod kojeg su naslage debelo uslojenog vapnenca na kojem su vidljivi tragovi alata. Vrsta kamena koja se ovdje vadila spada u takozvani „istarski mekani kamen“ (*konzervatorski elaborat* 2016).



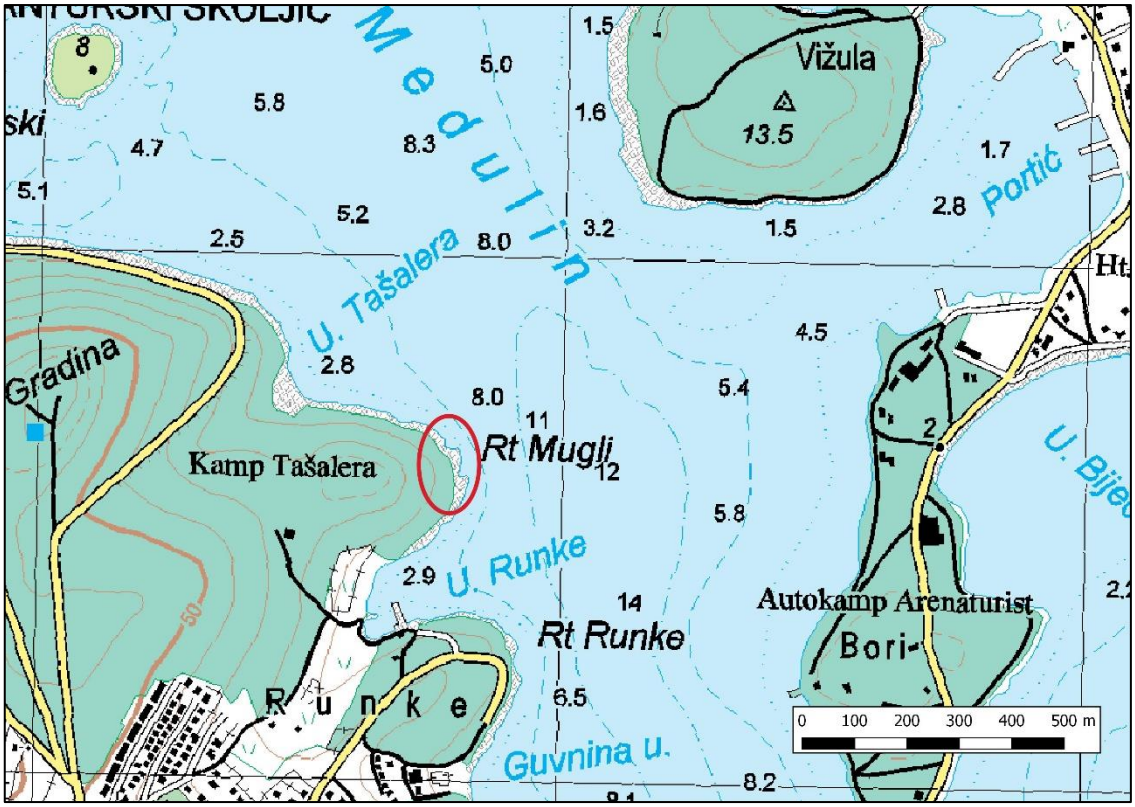
Karta 32. Poluotok Vižula nedaleko Medulina na topografskoj karti. Dva kamenoloma označena su crvenim točkama (izvor: Geoportal).

Slika 173. Poluotok Vižula nedaleko Medulina, satelitska snimka. Dva kamenoloma označena su crvenim točkama (izvor: Geoportal).

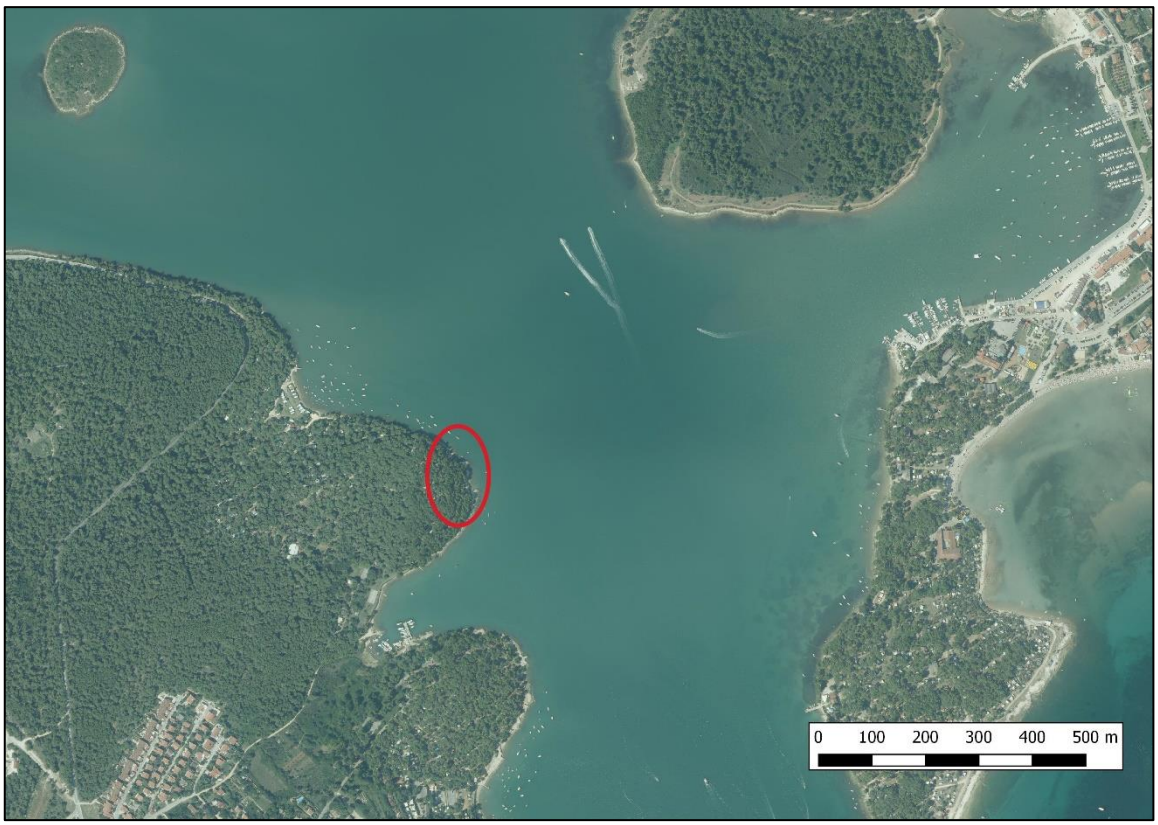
8.3.17 Medulin – Rt Mugli

Na jugu Istre, na rtu Kamenjak (Premantura), osim poznatog kamenoloma u uvali Portić, nalazi se nekoliko položaja s kojih je eksploatiran vapnenac tijekom antičkog i novovjekovnog razdoblja. Premanturski poluotok odlikuje se naslagama uslojenog i dijelom tanko pločastog vapnenca (POLŠAK 1967a), a kamenolomi se nalaze odmah na obali što pogoduje morskom prijevozu. Pregledom Hrvatske osnovne karte kao i satelitskih snimaka primijećeni su usjeci u obalama kod rta Mugli. Na rtu Mugli na Premanturi nalaze se površinske naslage pločastog vapnenca debljine između 1 i 2 metra, dok se ispod nalaze naslage debljih slojeva oko 40 cm. U razini debelih slojeva ostala su sačuvana dva pašarina širine oko 25 cm te utori za klinove, dok se na mjestu eksploatacije pločastog vapnenca tragovi ne primjećuju. Slojnice pločastog vapnenca na rtu Mugli debeli su između 5 i 16 cm. Na obali uz dio gdje se eksploatirao pločasti vapnenac pronađen je fragment kasnoantičke keramike[12] (slike 175 i 176).

[12] Zahvaljujemo dr. sc. Zrinki Šimić-Kanaet na analizi pronađenog fragmenta keramike.



Karta 33. Rt Mugli na premanturskom poluotoku, topografska karta (izvor: Geoportal).



Slika 174. Rt Mugli na premanturskom poluotoku, satelitska snimka (izvor: Geoportal).

Slika 175. Mjesto pronalaska kasnoantičkog fragmenta keramike na rtu Mugli.

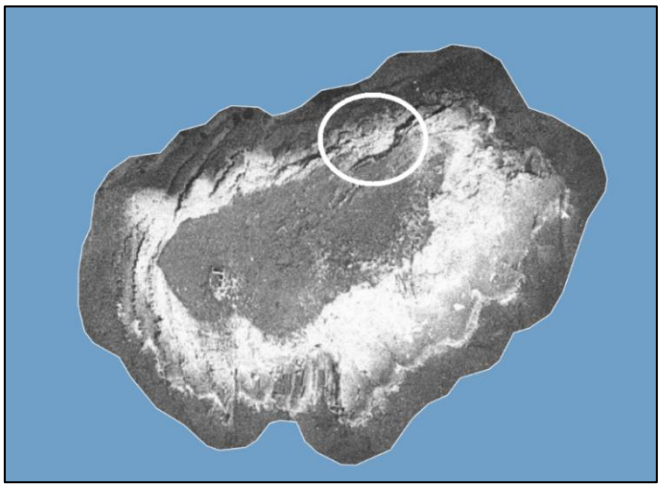
Slika 176. Ulomak kasnoantičke keramike pronađen na rtu Mugli.

Oko dvjesto metara južnije na rtu Mugli danas su na obali vidljive kunjere, neprekinuti utori V oblika koji se koriste kada se želi odvojiti tanja ploča ili se u njih postavlja niz željeznih klinova. Slična tehnika vidljiva je na otoku Vrniku u blizini Korčule u kontekstu srednjeg i novog vijeka (PARICA 2014a, 115-116), dok je u galerijskom kamenolomu na otoku Sutvari, koji se također nalazi u blizini Korčule, moguća i antička datacija (PARICA 2014a, 110-113). Uz kunjere, vidljiv je i pašarin ispunjen cementom (slika 177). Desetak metara udaljena od kunjera nalazi se bitva za vezanje brodica, također isklesana u stijeni.

Slika 177. Kunjere na južnoj strani rta Mugli. Bijela strelica ukazuje na pašarin ispunjen cementom.

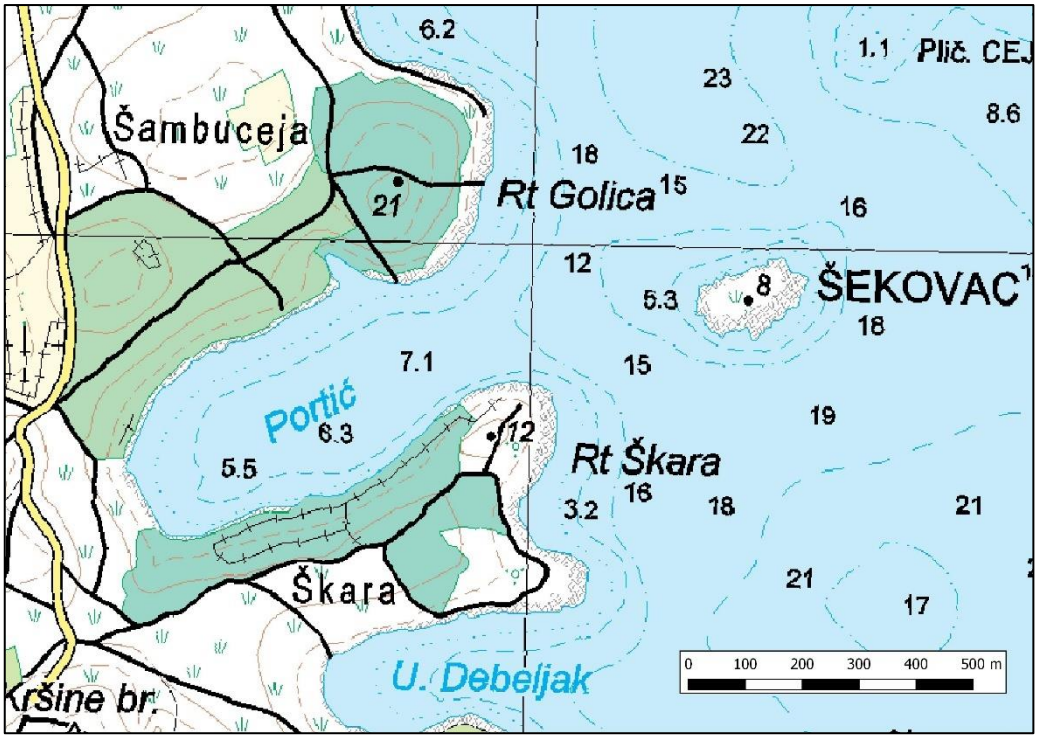
8.3.18 Medulin – Otočić Šekovac[13]

Preko puta uvale Portić na rtu Kamenjak (Premantura), nalazi se otok naziva Šekovac čija je južna strana primjetno „izrezana“, pretpostavlja se upravo kamenarskom aktivnošću (slika 178). Na otoku se nalaze gornjokredne naslage formacije Gornji Humac, odnosno rudistni te pločasti vapnenac čiji slojevi najčešće iznose 20 do 50 cm, dok su neki horizonti debeloslojeviti do masivni (MIKO I DR. 2013, 36; POLŠAK 1967a). Pregledavajući otok Šekovac na satelitskim snimkama, primijećen je još jedan kamenolom, ovog puta na sjevernoj strani otoka (slika 178).



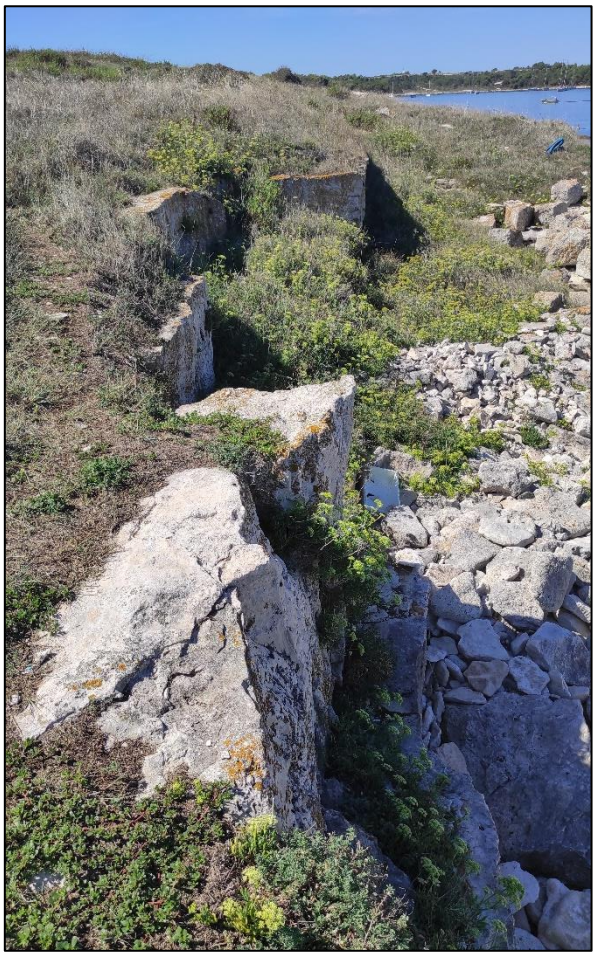
Slika 178. Sjeverni, mogući antički kamenolom na otoku Šekovac na zračnim snimkama iz 1968. godine (izvor: Geoportal).

[13] Na posudbi kajaka za istraživanje Otočića Šekovac srdačno zahvaljujem Lovri Barbaliću iz Istra Kayak Windsurf Stationa u Premanturi.



Karta 34. Rt Uvala Portić i otočić Šekovac na topografskoj karti (izvor: Geoportal).

Slika 179. Rt Uvala Portić i otočić Šekovac na satelitskoj snimci (izvor: Geoportal).



Slika 181. Ravne linije lica sjevernog kamenoloma na otoku Šekovac, pogled prema zapadu.

Slika 180. Ostavljeni kameni blokovi u sjevernom kamenolomu na otoku Šekovac.

Južni kamenolom sadrži tragove novovjekovnog alata, kao što su kunjere i utori za klinove, i općenito je velikih dimenzija te je na temelju spomenutih karakteristika datiran u novi vijek. Na licima sjevernog kamenoloma takvih tragova nema. Sjeverni kamenolom također je manjih dimenzija, a u njemu se nalazi i otpadno kamenje kao i odbačeni kameni blokovi dimenzija oko 60 x 45 x 48 cm (slika 181). Lice sjevernog kamenoloma odlikuje se ravnim linijama nastalima uslijed eksploatacije (slika 180).

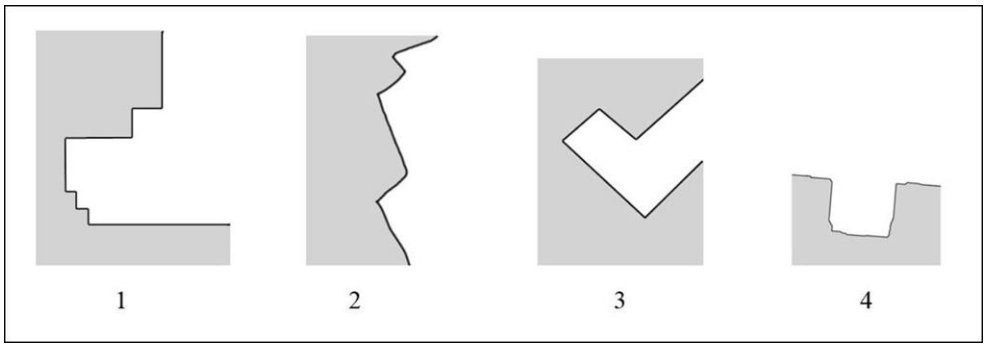
8.3.19 Medulin – Uvala Portić (Porto Rosso)

U kamenolomu u uvali Porto Rosso (označen je i imenom Uvala Portić) zabilježeni su tragovi antičkog kamenarstva u obliku pašarina. Terenskim pregledom nismo uspjeli locirati kamenolom, a o njegovom položaju znamo samo da se nalazi na južnoj obali uvale (karta 34, slika 179) (MATIJAŠIĆ 1998, 395).

8.4 Rad na kamenu – alat i tragovi

Ekstrakcija (vađenje kamenih blokova)

Dolaskom Rimljana na poluotok istarski se kamen počeo organizirano iskorištavati. Rimski kamenolomi uglavnom imaju pravokutni tlocrt koji je rezultat sustavnog iskorištavanja stijenske mase u obliku pravilnih kamenih blokova (slika 182) (PARICA 2014b: 79). Stoga je tlocrt kamenoloma jedna od karakteristika koja nam može nešto reći o periodu iskorištavanja kamena.



Slika 182. Primjeri pravokutnih tlocrta rimskih kamenoloma u Dalmaciji. 1 - Dugi otok, Padrare; 2 - Trogir, Sv. Ilija; 3 - Korčula, Kamenjak; 4 - Kamenjak kod Molata (preuzeto iz PARICA 2014a, 141).

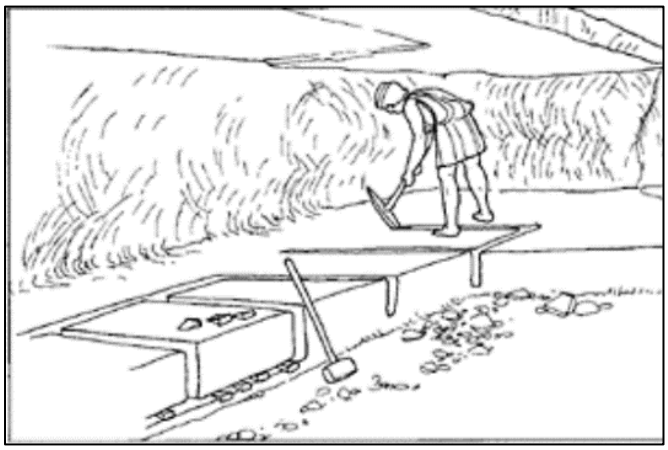
Slika 183. Antički dvošilj pronađen tijekom istraživanja Stancije Blek kod Tara (fotografija: Ana Konestra, preuzeto iz BENČIĆ 2019, 116).

Prilikom rada u kamenolomu koristili su se dvošilj i klinovi (engleski *quarry pick* i *wedge*, slike 183 i 184) (PARICA 2014b, 52; o tome su pisali i ROCKWELL 1993, 31-32, WOTTON I DR. 2013a, 2). M. Parica navodi da je osnovni alat za vađenje kamena za vrijeme antike bio dvošilj težak šest do osam kilograma koji je prilikom upotrebe na licima kamenoloma ostavljao između 15 i 19 strija po metru dužine (primjer tragova možemo vidjeti na slici 188; PARICA 2014b, 77). Tijekom razdoblja Carstva, krajem prvog stoljeća ili početkom drugog, uvedena je teža verzija dvošilja koja je omogućila brži rad u kamenolomu, no također je rezultirala većom količinom otpada i manjom preciznošću prilikom rada (FANT 2008, 129).

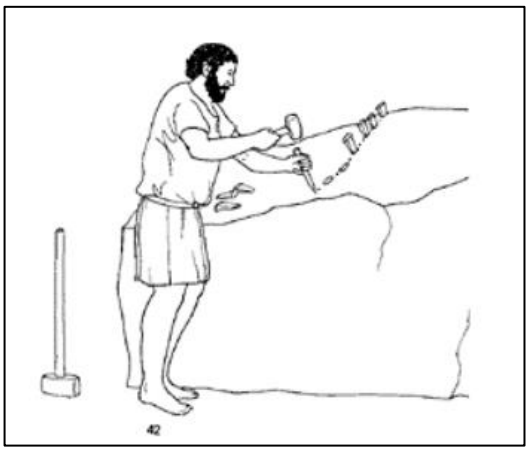
Kamen se u kamenolomima vadio u obliku pravilnih blokova. Oni su se izolirali iz

Slika 184. Antički željezni klinovi (preuzeto iz ADAM 2005, 162).

stijenske mase pomoću takozvanih *pašarina*[14] – kanala koji su se klesali oko željenog kamenog bloka, dok bi se s donje strane od stijene blok odvojio pomoću klinova (slika 185). Širina pašarina u rimskim kamenolomima na području Dalmacije najčešće iznosi između 20 i 30 cm (PARICA 2014a, 137), što je gotovo istovjetno širini pašarina u rimskim kamenolomima na području Istre. U Dalmaciji se javljaju i pašarini široki između 50 i 60 cm koji su uvjetovani širinom čovjeka i koji su bili predviđeni za rad unutar njih samih (PARICA 2014a, 137). Drveni ili željezni klinovi mogli su se koristiti i samostalno za odvajanje kamenog bloka iz stijenske mase (slike 186 i 187). Željezni klinovi su se stavljali u utore na određenoj međusobnoj udaljenosti, a zatim bi se udarali dok ne bi došlo do cijepanja kamena po pravcu pružanja klinova. Drveni klinovi su se natopili vodom što je rezultiralo bubrenjem drva i ravnomjernim tlakom na stranice kamenog bloka te njegovim odvajanjem (PARICA 2014a, 129-134). Navedene tehnike (pašarini i klinovi) kombinirale su se ovisno o sastavu stijenske mase koja se iskorištavala (PARICA 2014a, 129-133).



Slika 185. Ekstrakcija kamenih blokova pomoću pašarina i klinova (preuzeto iz ADAM 2005, 32).



Slika 186. Cijepanje kamenog bloka pomoću klinova (preuzeto iz ADAM 2005, 39).

[14] Pašarin je tradicionalni dalmatinski naziv za kanal u stijenskoj masi kojom se izolira kameni blok. Termin smo smatrali prikladnim za korištenje pa smo ga preuzeli od Mate Parice (PARICA 2014a, 2014b).

Tehnika pašarina, ako je i danas vidljiva u kamenolomu, predstavlja svojevrsni kronološki biljeg (*terminus post quem*) za datiranje razdoblja iskorištavanja tog dijela kamenoloma. Pašarini u kombinaciji s drugim tehnikama, kao što su kunjere[15] ili upotreba baruta, obično su znak kasnijeg eksploatacijskog razdoblja – novog vijeka i modernog doba (PARICA 2014b, 60-61). No, pašarini i kunjere su zajedno pronađeni u galerijskom kamenolomu na otoku Sutvari kod Korčule koji bi mogao datirati u antičko razdoblje (PARICA 2014a, 144-145).

Slika 187. Pašarin i utori za klinove vidljivi nedaleko od obale na rtu Mugli. Udaljenost između dva pašarina je oko 1,5 m.

Slika 188. Tragovi dvošilja na licu kamenoloma kod naselja Flengi.

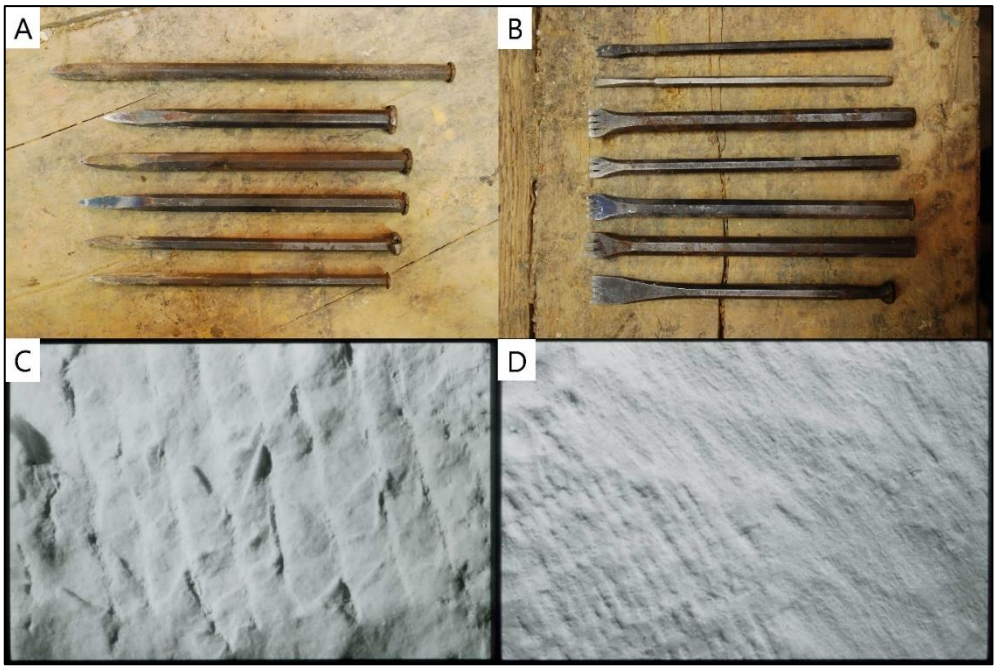
[15] Kunjera je tradicionalna dalmatinska riječ koja označava dugački utor za klinove V profila, a koju smo također preuzeli od Mate Parice (PARICA 2014a, 6).

Posebnu vrstu kamena čini pločasto uslojeni vapnenac. Tehnika vađenja blokova takvog vapnenca na stijenskoj masi ne ostavlja nikakve tragove jer stijenska masa ima horizontalne i vertikalne slojnice koje prirodno odvajaju kamene blokove. Ovako uslojen kamen odvaja se pomoću poluga i klinova, a blok je kasnije potrebno obraditi samo po rubovima (slika 189) (PARICA 2014a, 32). Upravo geomorfološke karakteristike pločastog vapnenca, odnosno nedostatak tragova alata, otežavaju datiranje iskorištavanja ovakvih kamenoloma. Primjer kamenoloma pločastog vapnenca na području Istre imamo na rtu Mugli kraj Premanture, a mogao bi biti datiran u antiku pomoću fragmenta kasnoantičke keramike koji je pronađen prilikom terenskog pregleda.

Slika 189. Primjer vađenja pločastog vapnenca na Učki modernim alatom (preuzeto iz BODROŽIĆ I DR. 2018, 50).

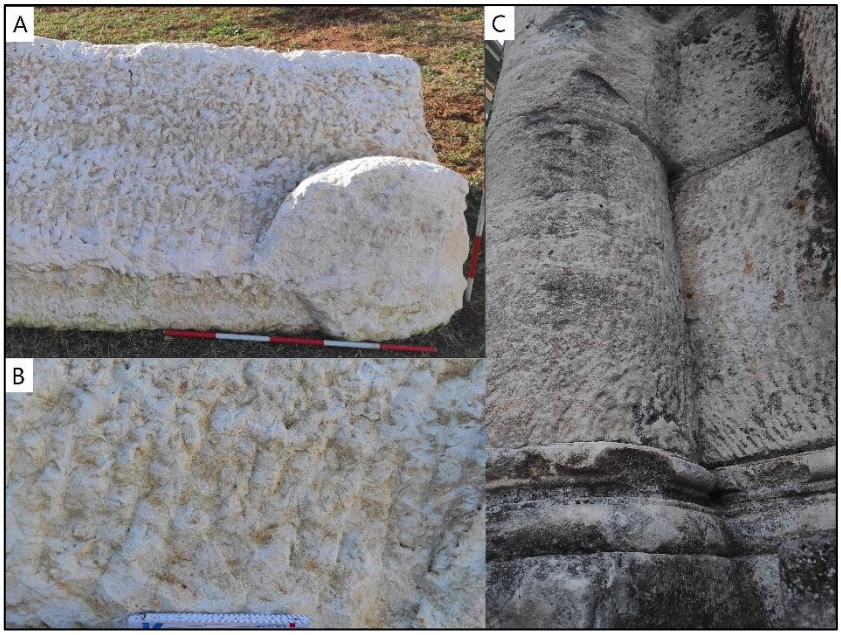
Grubo oblikovanje

Pristup klesara kamenom bloku ovisio je o željenom cilju. Grubo oblikovanje može se podijeliti na niz manjih postupaka tijekom kojih su korišteni različiti alati. Na primjer, neki kameni blokovi su odmah nakon ekstrakcije u kamenolomu izravnavani sa svih strana kako bi bili otprilike ravni, što se većinom radilo dlijetom ili čak dvošiljem (slike 190 i 192) (WOTTON I DR. 2013b, 7).

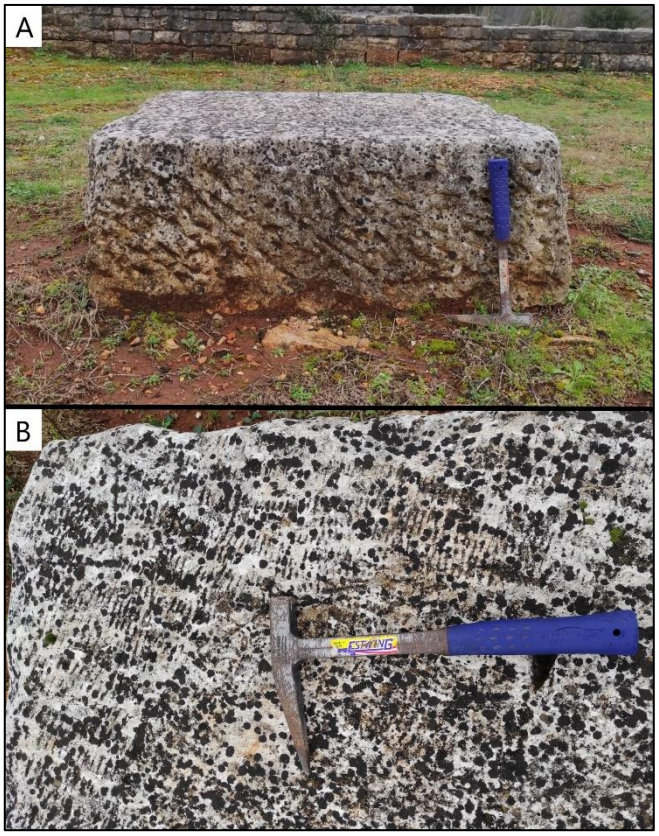


Slika 190. A) Šiljasto dlijeto (eng. *point chisel*), B) Nazubljeno dlijeto (eng. *tooth chisel*), C) Tragovi šiljastog dlijeta na mramoru, D) Tragovi nazubljenog dlijeta na mramoru. Preuzeto s http://www.artofmaking.ac.uk/explore/tools/, pristupljeno 21. studenog 2021.

U kamenolomu su se kameni blokovi odmah i ugrubo oblikovali kako bi se smanjila njihova težina za transport. Grubo oblikovanje radi se gotovo uvijek šiljastim dlijetom, a tijekom navedenog procesa uklanja se najveći volumen kamena od bilo koje druge faze klesanja. Riječ je o procesu tijekom kojeg kameni blok dobiva svoj željeni oblik, kao što su to na primjer stupovi ili entablature hramova (WOTTON I DR. 2013b, 8). Sličan primjer možemo vidjeti u antičkom kamenolomu u Pješčanoj uvali kod Pule gdje je pronađen nedovršeni poklopac sarkofaga ugrubo oblikovan dlijetom (slika 191).

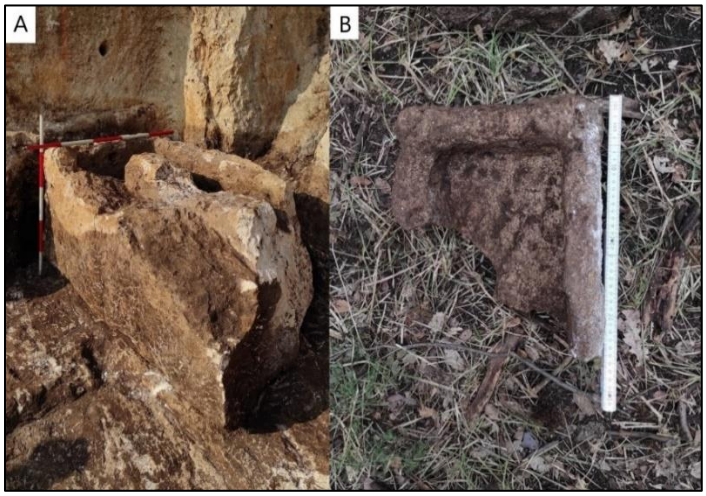


Slika 191. Tragovi rada sa šiljastim dlijetom. A) i B) Grubo oblikovanje nedovršenog poklopca sarkofaga, Pješčana uvala; C) Grubo oblikovanje stupa i kamenog bloka na Slavoluku Sergijevaca, Pula.



Slika 192. Tragovi rada na kamenom postolju za stup, Nezakcij. A) Tragovi šiljastog dlijeta na bočnoj strani, B) Tragovi nazubljenog dlijeta na gornjoj strani.

Osim grubog oblikovanja, kameni blokovi su prolazili i proces izdubljivanja, pogotovo kad je riječ o kamenim blokovima namijenjenim za sarkofage ili recipijente. Izdubljivanje je, kao i grubo oblikovanje, uvelike smanjilo volumen i težinu kamenog bloka, ponekad čak i prepolovilo. Taj se proces stoga najčešće odvijao u kamenolomu (WOTTON I DR. 2013b, 9). Primjer ove prakse imamo u kamenolomu Pješčana uvala gdje je napola izdubljeni sarkofag pronađen *in situ* gdje je ostavljen, pretpostavlja se jer je napuknuo tijekom izrade (slika 193a). Također, u kamenolomu Biškupovi vrhi tijekom istraživanja pronađen je izdubljeni kameni recipijent (slika 193b) te dio oboda kamene posude (ŠPREM 2020b, 8-9).



Slika 193. A) Napola izdubljeni sarkofag pronađen *in situ* u kamenolomu Pješčana uvala kod Pule, B) Izdubljeni kameni recipijent pronađen u kamenolomu Biškupovi vrhi, općina Vrsar.

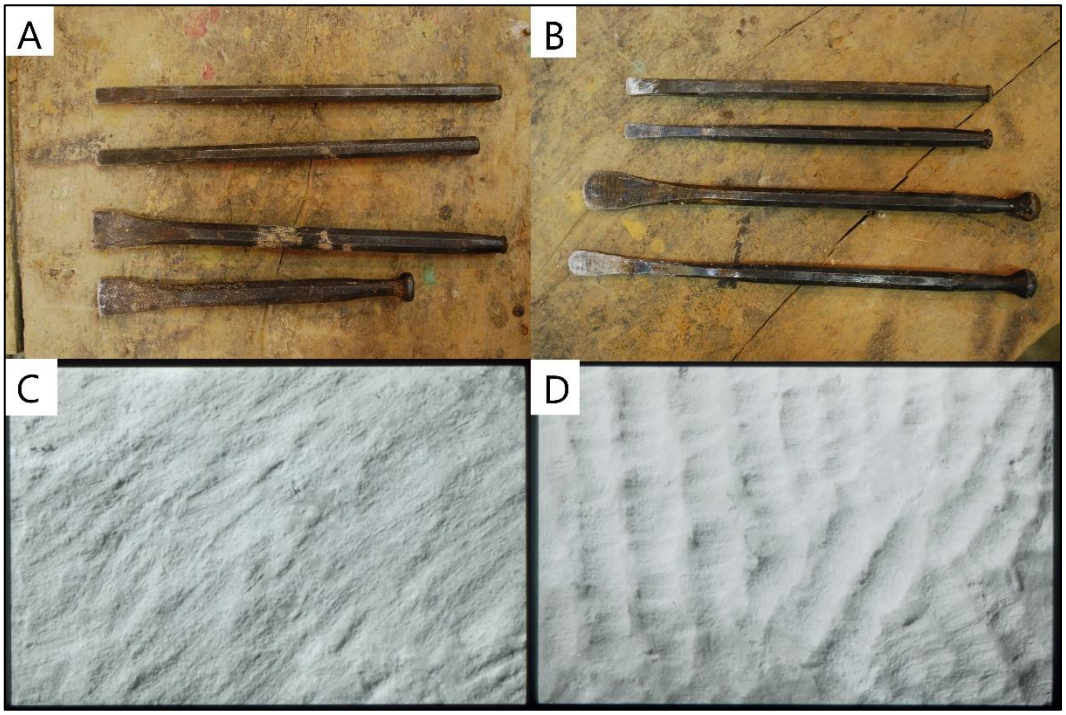
Tijekom istraživanja pretpostavljenog antičkog kamenoloma Biškupovi vrhi pronađeno je i nekoliko manjih kamenih blokova za koje pretpostavljamo da su otpad upravo procesa izdubljivanja sarkofaga i ostalih predmeta koji su se ugrubo oblikovali u kamenolomu (slika 194) (ŠPREM 2020b, 22).

Slika 194. Kameni otpad nastao tijekom procesa izdubljivanja kamenih blokova u kamenolomu, Biškupovi vrhi, općina Vrsar. Duljina drvenih metara 42 centimetra.

Fino oblikovanje

Sljedeći korak u oblikovanju željenog kamenog bloka je fino oblikovanje. Taj se postupak najčešće radi pomoću ravnog dlijeta (eng. *flat chisel*) ili zaobljenog dlijeta (eng. *roundel*) (slika 195). U nekim slučajevima ovo je bio i posljednji korak ako nije bilo potrebe za dodatnim uglačavanjem kamene površine. Na Trajanovom stupu vide se tragovi zaobljenog dlijeta koje je korišteno za rezbarenje listova, kora od drveta, a ponekad i za vodene površine ili kosu. Osim ravnog i zaobljenog dlijeta, za fino oblikovanje moglo se koristiti i nazubljeno dlijeto, no vrlo rijetko u rimskom periodu (WOTTON I DR. 2013b, 10).

U fino oblikovanje spada i urezivanje sitnih detalja alatom koji se naziva bušilica (eng. *drill*). Osim bušilice, može se koristiti i alat koji služi za urezivanje dubokih brazdi (eng. *channeling tool*). Ovaj postupak podrazumijeva urezivanje detalja koji daju dubinu izrazima lica, odjeći ili kosi ili pak ukrašavanje oklopa i dodavanje uzoraka na odjeću, kosu ili bradu (WOTTON I DR. 2013b, 10).

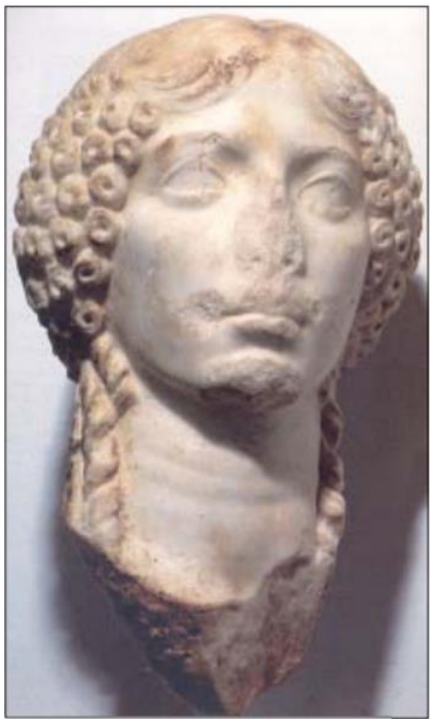


Slika 195. A) Ravno dlijeto (eng. *flat chisel*), B) Zaobljeno dlijeto (eng. *roundel*), C) Tragovi ravnog dlijeta na mramoru, D) Tragovi zaobljenog dlijeta na mramoru. Preuzeto s http://www.artofmaking.ac.uk/explore/tools/, pristupljeno 12. siječnja 2022.

Ostali postupci

Rad na kamenu uključuje i korake kao što su ocrtavanje likova i ostalih detalja kako bi se mogli raspoznati od ravne pozadine (eng. *outlining*). Ovaj se korak najčešće radio pomoću ugla ravnog dlijeta, nazubljenog dlijeta ili pomoću alata za duboko urezivanje. Jedan od koraka je i poravnavanje i uglačavanje površina (eng. *flattening* i *smoothing*) (WOTTON I DR. 2013b, 11-12). Površine kamena su se mogle i polirati (eng. *polish*) što se obično radilo abrazivnim kamenjem i raznim prašcima (slika 196) (WOTTON I DR. 2013b, 12).

Velik dio skulptura izrađenih za vrijeme Rima, ali i ranijih perioda (grčki klasični i arhajski) bile su obojene. Rimljani su koristili široku paletu boja koju su dobivali korištenjem niza minerala, mljevenih i pomiješanih zajedno kako bi se stvorio spektar pigmenata. Zatim su oni kombinirani s raznim vezivnim tvarima kako bi prianjali na kamen (WOTTON I DR. 2013b, 13-14).



Slika 196. Polirana površina lica i vrata portreta žene, sredina 1. st. pos. Kr., Pula (preuzeto iz GIRARDI JURKIĆ I DŽIN 2006, 115).

Vrlo česta karakteristika rimskih spomenika su natpisi. Natpisi su se na spomenike dodavali nakon završetka svih ostalih radova. Klesari koji su urezivali natpise mogli su biti obrtnici izučeni za taj posao, no mogli su to biti i obični klesari ako su bili obučeni. Urezivanje

natpisa obično se radilo uglom uskog ravnog dlijeta (slika 197). Osim toga, slova su često bila obojana, a na nekima je ostala sačuvana crvena boja (WOTTON I DR. 2013b, 13).

Slika 197. Natpis na ulomku srednjeg dijela velikog nadgrobnog spomenika Liburnija Anhijala, 1. st. pos. Kr., Pula (preuzeto iz STARAC 2006, 95).

9. MINERALOŠKO-PETROGRAFSKA ANALIZA UZORAKA KARBONATNIH SEDIMENTNIH STIJENA

„Carbonates are born, not made."

Noel P. James, 1979.

U sklopu ovog doktorskog rada uzorkovana su tri prapovijesna nalazišta te 23 antička kamena spomenika i nalaza. Među prapovijesnim nalazištima uzorkovali smo tumul Milovići i gradine Glavica i Mukaba u općini Vrsar. Od antičkih nalaza uzorkovali smo tri spomenika koja se čuvaju u Zavičajnom muzeju Poreštine, osam spomenika iz Arheološkog muzeja Istre u Puli, dva spomenika koja su pronađena prilikom istraživanja antičkog kamenoloma u Pješčanoj uvali kod Pule, a uzeli smo i šest uzoraka s raznih pokretnih i nepokretnih nalaza pronađenih na nalazištu Monte Ricco kod Vrsara.

Naši koraci u ovoj analizi bili su sljedeći:

1) Popisati antičke kamenolome na odabranom području, uz podatak o starosti i vrsti naslaga na kojima su otvoreni.

2) Odabir prapovijesnih i antičkih spomenika i nalaza za analizu, ovisno o logistici i dostupnosti.

3) Postavljanje hipoteze, odnosno pretpostavljenog ishodišta kamena za njihovu izradu.

4) Uzimanje petrografskih uzoraka sa arheoloških nalazišta i spomenika te izdanaka matičnih stijena i kamenoloma.

5) Mineraloško-petrografska analiza, determinacija vrste stijene, mikrofacijesa, karakterističnih mikrofosila (kada je to moguće), determinacija starosti stijene, usporedba uzoraka.

6) Donošenje zaključaka.

Cilj mikropetrografske analize bio je odrediti uzorke prema dvije najčešće korištene klasifikacije – prema Dunhamovoj klasifikaciji temeljenoj na taložnoj strukturi (DUNHAM 1962) s nadopunama Embryja i Klovana (EMBRY I KLOVAN 1972) te prema Folkovoj klasifikaciji temeljenoj na sastavu (FOLK 1962). Cilj je također bio usporediti mikropetrografske uzorke iz arheoloških konteksta s uzorcima iz pretpostavljenih izvora

sirovine radi determiniranja provenijencije.

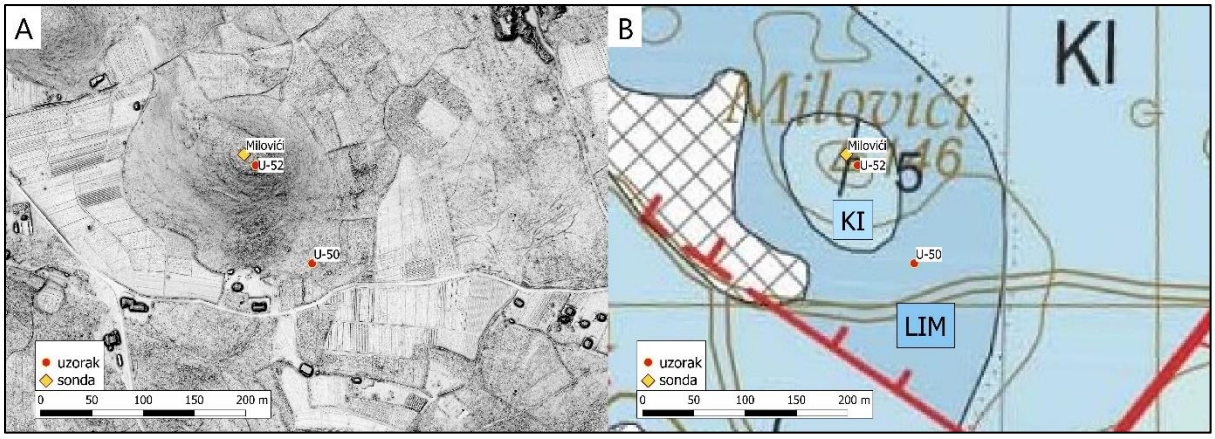
Od uzetih uzoraka karbonatnih sedimentnih stijena u Laboratoriju za analizu geoloških materijala (LaGeMa) Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu izrađeni su izbrusci debljine 30 μm. Svi izbrusci karbonatnih sedimentnih stijena tretirani su otopinom Alizarin-crveni S kako bi se minerali kalcit i dolomit lakše razlikovali; otopina oboji mineral kalcit, dok dolomit ostaje neobojen (TIŠLJAR 1994, 264). Kratki podaci o uzorcima navedeni su u tablici 19 pri kraju poglavlja. Mineraloško-petrografska i mikropaleontološka analiza odrađena je uz pomoć izv. prof. dr. sc. Uroša Barudžije s Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te profesorica dr. sc. Blanke Cvetko Tešović i dr. sc. Vlaste Ćosović s Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

9.1 Milovići

Nalazište Milovići nalazi se u općini Vrsar, nedaleko naselja Gradina. Riječ je o kamenoj gomili jasno vidljivoj na osjenčanom modelu terena iz 2017. godine, a spominje se ranije u literaturi gdje je interpretirana kao tumul (SADRIĆ 2013, 14). Istraživanjem iz 2019. godine pronađeno je nekoliko grobova među kamenim pločama te jedan grob unutar niskog suhozida (GEROMETTA 2020). Grobovi su datirani u početak 2. tisućljeća prije Krista (rezultati radiokarbonskog datiranja Beta Analytic Testing laboratorija, Miami, Florida) te predstavljaju tipičan način ukopa srednjobrončanodobnih zajednica (CODACCI-TERLEVIĆ 2004).

Uzorak za mineraloško-petrografsku analizu uzet je od obrađene kamene ploče koja je predstavljala dio kamene škrinje jednog od grobova pod gomilom (U-51; slika 198).

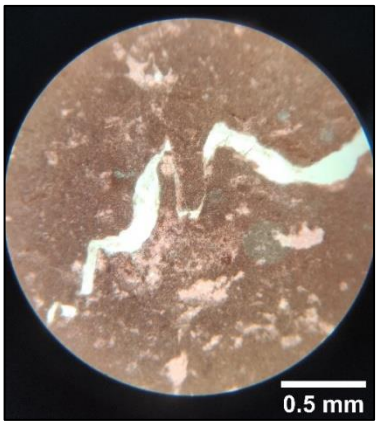
Slika 198. Ploča iz srednjobrončanodobnog groba pod gomilom na nalazištu Milovići iz koje je uzet uzorak U-51.



Slika 199. Nalazište Milovići. Mjesto tumula je označena žutim rombom, a mjesta gdje su uzeti uzorci crvenom točkom. A) Vizualizacija LiDAR-a (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli); B) Nalazište na geološkoj karti (prema MATIČEC I DR. 2015).

Zbog činjenice da je vrh brežuljka Milovići dio formacije Kirmenjak, a padina brežuljka i neposredna blizina dio člana Lim formacije Limski kanal (MATIČEC I DR. 2015), uzeta su dva uzorka. Jedan uzorak uzet je iz izdanka matične stijene na puteljku prema tumulu (U-50), dok je drugi uzet na vrhu brežuljka, u neposrednoj blizini perimetra tumula (U-52; slika 199).

Već je makroskopska analiza cijele ploče uzete iz tumula pokazala da se kamen odlikuje poznatim karakteristikama formacije Kirmenjak - stilolitima i mikritnom osnovom. Mikropetrografska analiza uzorka U-51 uzetog iz navedene ploče potvrdila je da je riječ o stilolitiziranom mikritnom vapnencu ili madstonu s fenestrama[16] (dismikritu, mikrofotografija 24).



Mikrofotografija 24. Stilolit u madstonu,
uzorak U-51 (ploča groba). Paralelni nikoli, povećanje 40x.

[16] Fenestre su izdužene, nepravilne i laminoidne šupljine nastale zbog truljenja modrozelenih algi, isušivanja i kovrčanja livada modrozelenih algi i akumulacije mjehurića biogenih plinova u talozima u tijeku ili neposredno nakon taloženja (TIŠLJAR 1994, 269).

Uzorak U-50 uzet iz izdanka matične stijene na puteljku određen je kao rekristalizirani mikritni vapnenac ili madston s tragovima bioturbacije.

Uzorak U-52 uzet na vrhu brežuljka u neposrednoj blizini tumula određen je kao mikritni vapnenac sa stilolitima i fenestrama.

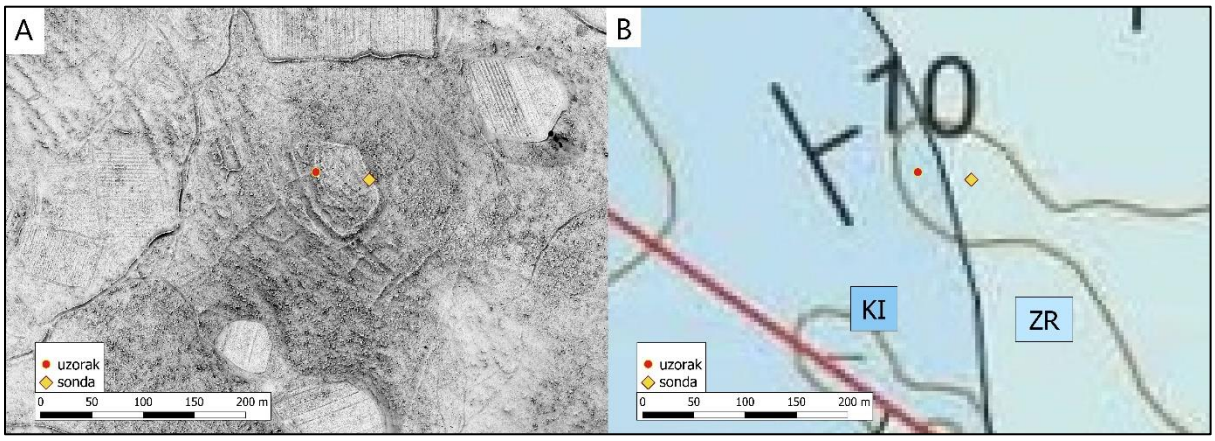
U ovom slučaju već je makropetrografska analiza davala naznake da je za izgradnju kamene škrinje za ukop u tumulu korišten kamen iz neposredne blizine tumula. To je potvrdila i mikropetrografska analiza koja je pokazala određene sličnosti između uzoraka U-51 te U-52. To nije iznenađujuće s obzirom da je matična stijena vidljiva na površini u neposrednoj blizini tumula raspucana u tanke horizontalne slojeve debljine jednake kamenim pločama u grobovima ispod tumula.

9.2 Glavica

Slika 200. Istočni bedem gradine Glavica prije početka istraživanja (fotografija: Sara Popović).

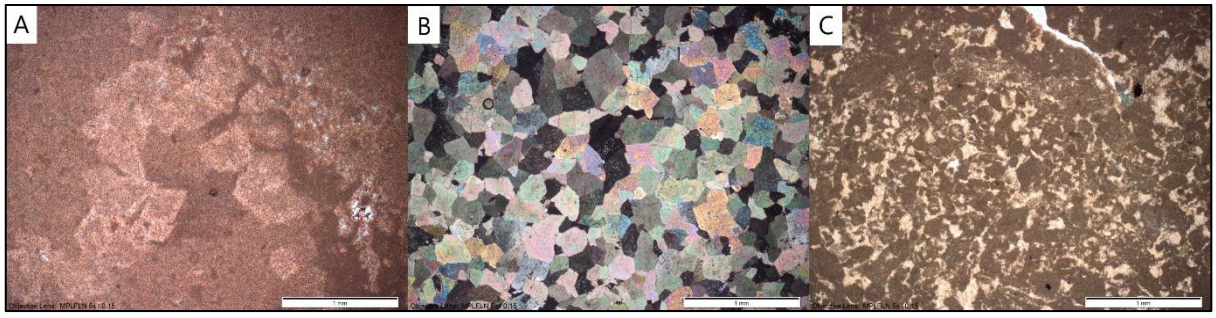
Glavica je gradina koja se nalazi nedaleko naselja Kloštar u općini Vrsar. Njen položaj prati prirodne geološke slojeve matične stijene. Najveći dio gradine zauzima njen zaravnjen istočni plato (slika 201a). Sondirana je u sklopu projekta *ArchaeoCulTour* tijekom lipnja i rujna 2018. godine (POPOVIĆ 2018a). Ulomci brončanodobne keramike zapaženi su već tijekom terenskog pregleda u siječnju iste godine. Testna sonda postavljena je u unutrašnjosti gradine na gornjem platou, uz vidljivi dio bedema. Istraživanjem je pronađen određen broj ulomaka brončanodobne keramike, među kojima je i noga tronošca s rupom karakteristična za brončano

doba (POPOVIĆ 2018a), dok su radiokarbonski datumi smjestili život na ovoj gradini početkom druge polovice 2. tisućljeća prije Krista (broj uzorka Beta-514024, 1505-1396 cal BC, 95,4%).



Slika 201. Nalazište Glavica. Sonda je označena žutim rombom, a mjesto uzimanja jednog od uzoraka crvenom točkom. A) Vizualizacija LiDAR-a (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli); B) Nalazište Glavica na geološkoj karti. KI – Kirmenjak, ZR – Zlatni rt (prema MATIČEC I DR. 2015).

Na ovoj gradini uzorkovan je kameni blok koji je činio prvi red blokova u suhozidnom bedemu (G-1, slika 200). Kako gradina prema geološkoj karti leži na dvije formacije – Kirmenjak na zapadnoj strani i Zlatni rt na istočnoj strani – uzeta su dva uzorka matične stijene, jedan na zapadnoj strani gradine (U-1), a drugi iz matične stijene u sondi na kojoj leži prvi red kamenih blokova (U-2) (slika 201).



Mikrofotografija 25. A) Dedolomitizirani rombovi dolomita u uzorku G-1, paralelni nikoli; B) Kasnodijagenetski dolomit, uzorak U-1, ukriženi nikoli; C) Fenestralni madston siromašan fosilima, uzorak U-2, paralelni nikoli. Mjerka je duljine 1mm. Fotografirano u Centru za istraživanje materijala Istarske županije METRIS, Pula.

Uzorak iz bedema Glavice (G-1) određen je kao mikritni vapnenac ili madston koji je prošao proces rekristalizacije, dolomitizacije[17] te dedolomitizacije[18] (mikrofotografija 25a). U

[17] Dolomitizacija je proces kojim minerali aragonita, Mg-kalcita i kalcita budu potisnuti od strane minerala dolomita u nevezanom talogu (ranodijagenetski dolomiti) ili u već očvrsnutim stijenama (kasnodijagenetski dolomit; TIŠLJAR 1994, 247).
[18] Dedolomitizacija je proces selektivnog otapanja dolomitnih kristala u dolomitičnim vapnencima te proces potiskivanja dolomitnih kristala kalcitom (TIŠLJAR 1994, 265).

strukturi su primijećeni i kristali megakvarca, kao i ljušture ostrakoda u inače fosilima siromašnom matriksu.

Uzorak U-1, uzet iz matične stijene na zapadnom dijelu gradine određen je kao kasnodijagenetski dolomit s idiotipnim kristalima, odnosno idiomorfne strukture (mikrofotografija 25b). S obzirom da je zapadni dio brežuljka Glavica dio naslaga neformalne stratigrafske jedinice Kirmenjak čiji je vršni dio različito zahvaćen kasnodijagenetskom dolomitizacijom (MIKO I DR. 2013, 23), to se slaže s analizom ovog uzorka. Granice između kasnodijagenetskih dolomita i vapnenaca koji ih okružuju u pravilu su postupne i nepravilne. Dolomitna tijela (veće mase i leće ili manja nepravilna tijela) mogu zahvatiti više slojeva vapnenaca različitih strukturnih tipova. Vapnenci će biti različito intenzivno kasnodijagenetski dolomitizirani zbog različite propusnosti, kapilarnih sila i različita stupnja tektonske raspucanosti pojedinih dijelova paketa vapnenačkih slojeva kroz koje prolazi porna voda bogata Mg ionima (TIŠLJAR 2001, 129).

Uzorak U-2, uzet iz matične stijene u sondi 1, određen je kao fenestralni madston ili mikrit siromašan fosilima (mikrofotografija 25c). Postotak zastupljenosti fenestri je toliko velik da se ovaj uzorak može odrediti i kao grejnston s velikim udjelom fenestralne poroznosti. Ova analiza se također slaže s dostupnim geološkim i litostratigrafskim kartama po kojima se formacija Zlatni rt (kojoj pripada matična stijena na istočnoj strani Glavice) opisuje kao kasnodijagenetski dolomiti unutar koji se mogu pronaći različito veliki relikti vapnenaca, točnije stilolitiziranih madstona koji su po svom habitusu i strukturnom tipu slični Kirmenjak vapnencima (MIKO I DR. 2013, 25). Vapnenci formacije Kirmenjak poznati su po svojim stilolitima te fenestralnoj poroznosti (MIKO I DR. 2013, 24).

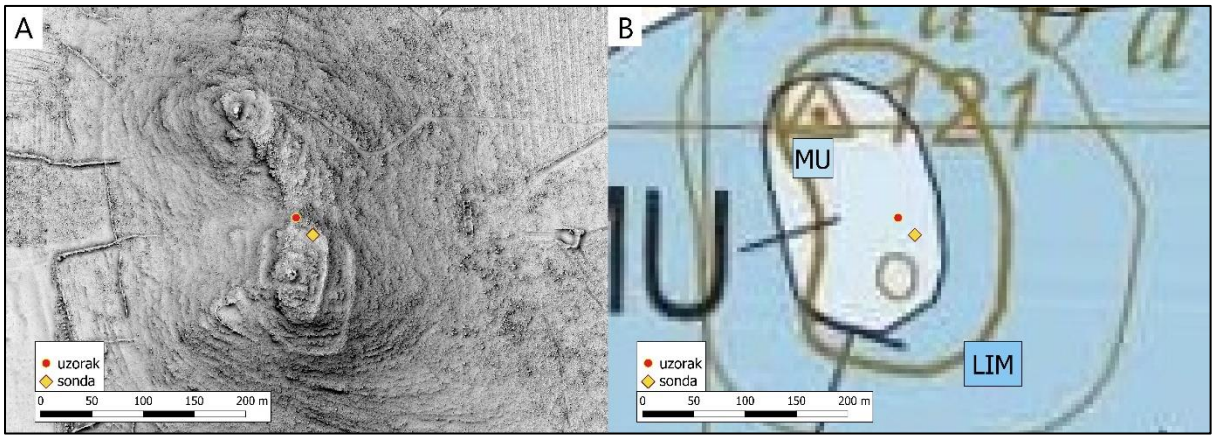
Naš uzorak G-1 pokazuje da uzorkovani kameni blok iz prvog reda suhozida koji leži na matičnoj stijeni ne dolazi neposredno iz matične stijene, već vjerojatno iz nekog drugog izdanka na brežuljku.

9.3 Mukaba

Nalazište Mukaba brončanodobna je gradina s dva reda suhozidnih bedema, a nalazi se u općini Vrsar oko pola kilometra sjeverno od Limskog zaljeva (slika 202). Na prostoru gradine nalaze se dvije velike kamene gomile, dok se treća nalazi na susjednom uzvišenju koje je s Mukabom povezano prirodnim prijelazom. U jesen 2018. godine istraživana je sonda na sjeverozapadnom dijelu platoa gradine prilikom čega je pronađen velik broj keramičkih

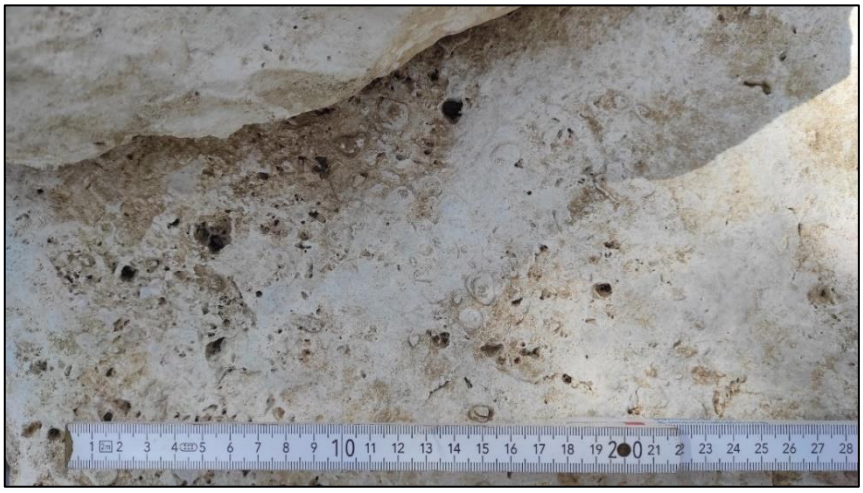
ulomaka karakterističnih za srednje brončano doba, životinjskih kostiju te ostalih nalaza (POPOVIĆ 2018b). U proljeće 2021. godine istraživana je takozvana „gomila 2“ za koju se pretpostavljalo da je kameni tumul, iako je bio nejasan njegov odnos sa suhozidnim bedemom gradine. Istraživanja u proljeće 2021. godine pokazala su da nije riječ o kamenom tumulu već o kompleksnoj konstrukciji bedema, pretpostavlja se dio ulaza u gradinu (usmeno priopćenje Katarina Gerometta 2021).

Kako gradina leži na jurskim naslagama formacije Muča, uzorak za mikropetrografsku analizu uzet je iz jednog kamenog bloka iz bedema (MUK-1, slika 204) te iz matične stijene u sondi 1 do koje se došlo tijekom istraživanja u jesen 2018. godine (slika 202).



Slika 202. Nalazište Mukaba. Gomila 2 označena je crvenom točkom, dok je sonda iz 2018. godine označena žutim rombom. A) Vizualizacija LiDAR-a (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli); B) Nalazište Mukaba na geološkoj karti. MU – Muča, LIM - Lim (prema MATIČEC I DR. 2015).

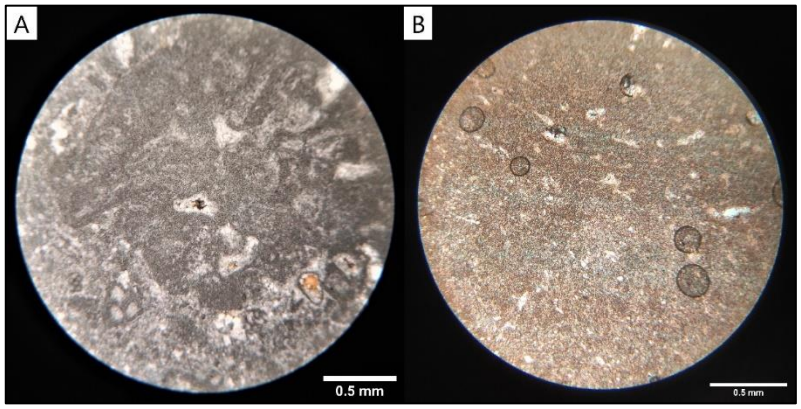
Već je makropetrografska analiza jednog kamenog bloka na sjeveroistočnom dijelu bedema pokazala prisutnost hidrozojskih kortoida karakterističnih za član c jedinice Muča na kojoj se gradina nalazi (slika 203). Član c sastavljen je od krupnih bioklasta hidrozoa ili stomatoporoida, koralja i moluska te kortoida kao što je *Cladocoropsis* (VELIĆ I DR. 1995b, 40-42).



Slika 203. Kameni blok na sjeveroistočnoj strani bedema gradine Mukaba. Jasno su vidljivi hidrozojski kortoidi u strukturi vapnenca (okruglaste grudice).

Slika 204. Red kamenih blokova sačuvan na sjevernom dijelu gomile 2. Uzorak MUK-1 uzet je iz jednog kamenog bloka na ovom mjestu.

Uzorak iz kamenog bloka na sjeveroistočnoj strani bedema gradine (MUK-1) mikropetrografskom analizom određen je kao onkoidni pekston do floutston s onkoidima, odnosno onkomikrit do onkomikrudit (mikrofotografija 26a). Sadrži peloide, bodlje ježinaca, nekoliko primjeraka foraminifere *Trocholina* sp., fragmente algi te onkoide. Uzorak Mukaba U-1, uzet iz matične stijene u sondi 1 određen je kao onkoidni pekston do floutston, odnosno kao onkomikrit do onkomikrudit (mikrofotografija 26b). Stoga se može zaključiti da je uzorkovani kameni blok MUK-1 izvađen s dijela matične stijene koji je izložen u sondi 1, ili negdje u blizini.



Mikrofotografija 26. Paralelni nikoli, povećanje 40x. A) Mikrofacijes uzorka MUK-1. Vidljiv je dio onkoida i mikrofosil. Uzorak nije tretiran otopinom Alizarin Red-S. B) Mikrofacijes uzorka Mukaba U-1. Na gornjoj polovici mikrofotografije vidljiv je dio onkoida.

Jedan je uzorak uzet i iz kamena pri dnu gomile 2 na jugozapadnoj strani (MUK-2). Ovaj je uzorak makropetrografskom analizom također pokazao odlike karakteristične za naslage jedinice Muča – ooide[19] (slika 205).

Slika 205. Uzorak MUK-2. Ooidi karakteristični za jurske naslage jedinice Muča. Mjerka duljine 3 mm.

[19] Ooidi su pravilno oblikovana kuglasta do jajolika zrna sastavljena od jezgre i oko nje jednog ili više koncentričnih ovoja ili lamina jednolične, ali različite debljine (TIŠLJAR 1994, 195).

9.4 Antički nalazi s područja porečkog agera

Petrografski uzorci antičkih nalaza s područja porečkog agera dolaze s nalazišta Monte Ricco i Finida u današnjoj općini Vrsar, tri uzorka dolaze s antičkih spomenika iz Zavičajnog muzeja Poreštine, a jedan s antičkog spomenika iz Arheološkog muzeja Istre u Puli, a koji je pronađen kod naselja Mastelići kraj Vižinade. Poznati antički kamenolomi u blizini Poreča nalaze se na jurskim naslagama – Sv. Nikola na naslagama Kirmenjaka, kamenolom na današnjoj gradskoj plaži nalazi se na naslagama jedinice Lim, dok su sarkofazi izrađeni u matičnoj stijeni na položaju Sv. Anđeo (BENČIĆ 2019, 115) na naslagama jedinice Zlatni rt.

9.4.1 Monte Ricco

Na nalazištu Monte Ricco unatrag nekoliko godina istražuje se trobrodna rimska cisterna, a u novije vrijeme otkrivene su naznake metalurške radionice, kao na primjer grumenje troske te kovačka kliješta, dok ostaci fresaka s vegetabilnim i antropomorfnim motivima (BULIĆ 2020b, 1; BULIĆ 2020c, 1) daju naslutiti prisutnost luksuznog kompleksa. Nalazi velike količine tubula i fragmentiranih dijelova mozaičkog poda ukazuju i na postojanje termalnog kompleksa (BULIĆ 2020b, 10; BULIĆ 2020c, 17). Vrijeme izgradnje rimske cisterne i ostalih dijelova građevine na nalazištu Monte Ricco može se smjestiti oko sredine 1. stoljeća prije Krista, a život je na tome mjestu trajao najviše do kraja 1. stoljeća poslije Krista (BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ I MATIJAŠIĆ 2016, BULIĆ 2018, BULIĆ 2020a, BULIĆ 2020b, BULIĆ 2020c). Za mineraloško-petrografsku analizu odabrane su četiri tesere mozaika; dvije bijele boje (U-8Sg i U-8Sd), te dvije tamnije, crne boje (U-8T i U-18; slika 206). Također, odabran je uzorak vapnenačkog oblutka koji je vjerojatno činio dio popločenja vanjskog dvorišta SJ 95 (U-11) te uzorak zida SJ 104 koji je bio dio metalurške radionice (U-15). Rezultati uzorkovanja ovakvih nalaza mogli bi nam ukazati na mnogo stvari. Prvenstveno, odakle dolazi kamena sirovina za izradu višebojnih kamenih tesera mozaika. Također, zanimalo nas je što su stanovnici Monte Ricca koristili kako bi uredili i

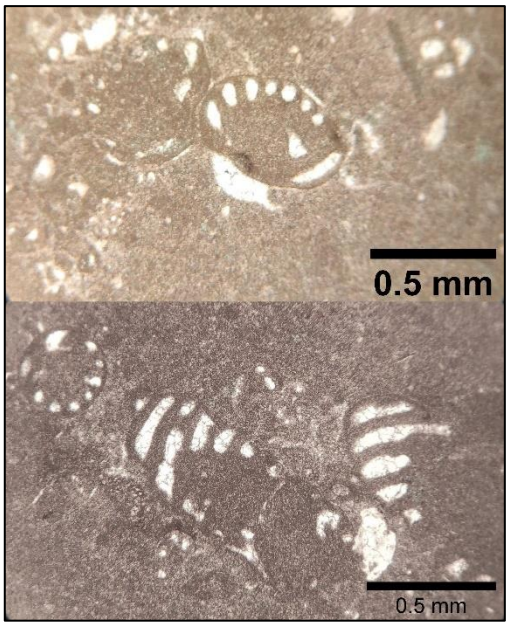
Slika 206. Primjerak fragmenta mozaika s karakterističnim bijelim i tamnim vapnenačkim teserama pronađen na nalazištu Monte Ricco (fotografija: Davor Bulić).

popločali vanjsko dvorište (slika 207). Zadnje, i ne najmanje važno – gdje su uzimali sirovinu za izgradnju temelja zidova objekata (slika 208). Kamen upotrijebljen u navedene svrhe može se svrstati u dvije kategorije – utilitarna kategorija, za osnovne potrebe izgradnje stambenih ili radnih objekata, te dekorativna kategorija – sirovina koja se koristi za dekoraciju objekata za odmor kao što su termalni kompleksi, ili ukrašavanja stambenih zdanja. Posljednja kategorija mogla bi ukazivati na luksuz; za potrebe dekoracije većinom se koristio što luksuzniji materijal (vidi na primjer PAVLETIĆ I GOBIĆ-BRAVAR 2018, o dekoraciji mramorom u luksuznoj vili u uvali Verige na Brijunima, ili MARASOVIĆ I DR. 2018 o mramoru iz Dioklecijanove palače u Splitu).

Slika 207. Popločenje vanjskog dvorišta SJ 95 iz kojeg je uzet oblutak za izradu izbruska U-11, sonda IV, nalazište Monte Ricco (fotografija: Davor Bulić).

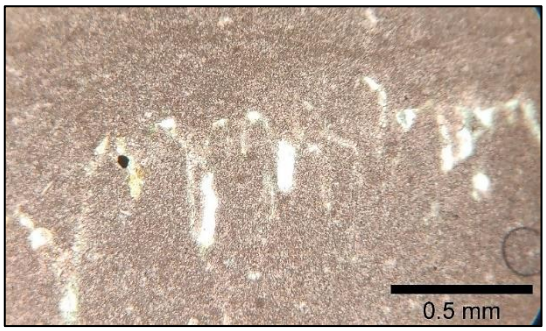
Slika 208. Zid SJ 104 koji se proteže na desnoj strani fotografije, nalazište Monte Ricco (fotografija: Davor Bulić).

Uzorak U-11, koji predstavlja jedan oblutak s popločenja vanjskog dvorišta (slika 207), određen je kao foraminiferski vekston, odnosno biomikrit. Među mikrofosilima određene su foraminifere *Paleopfenderina salernitana* koja predstavlja provodni fosil za batski kat srednje jure (mikrofotografija 27) (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 28 – 29; VELIĆ I DR. 1995b, 36, VELIĆ 2007, 9), te *Kurnubia* sp. Henson. Također su prisutne bodlje ježinaca. Ova mikrofosilna zajednica upućuje na srednju juru, točnije katove bat ili kalovij koji lokalno pripadaju jedinici Monsena (VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 29; VELIĆ I DR. 1995b, 36, VELIĆ 2007, 9; MIKO I DR. 2013, 20). Naslage jedinice Monsena čine fosiliferni madstoni i vekstoni s udruženim onkoidnim floutstonima, a otkrivene su na području od rta Križ do turističkog naselja Monsena sjeverno od Rovinja te na središnjem dijelu sjeverne obale Limskog zaljeva kod Mukabe (karta 35; VELIĆ I TIŠLJAR 1988, 27 – 28; VELIĆ I DR. 1995b, 33 – 36). Ove naslage taložene su u plitkom subtajdalnom okolišu lagune i zaštićenog plićaka koji su bili staništa bentičkih foraminifera, dok je osim taloženja mulja u ove okoliše povremeno naplavljivano i usitnjeno kršje bodljikaša, školjkaša i hidrozoa iz okolnih plićaka s pokretljivom vodom (VELIĆ I DR. 1995b, 33). Naša je pretpostavka da su oblutke za potrebe popločivanja vanjskog dvorišta stambenog zdanja na Monte Riccu sakupljali upravo na obali Limskog zaljeva koja se nalazi oko tri kilometra zračne linije udaljena od nalazišta.



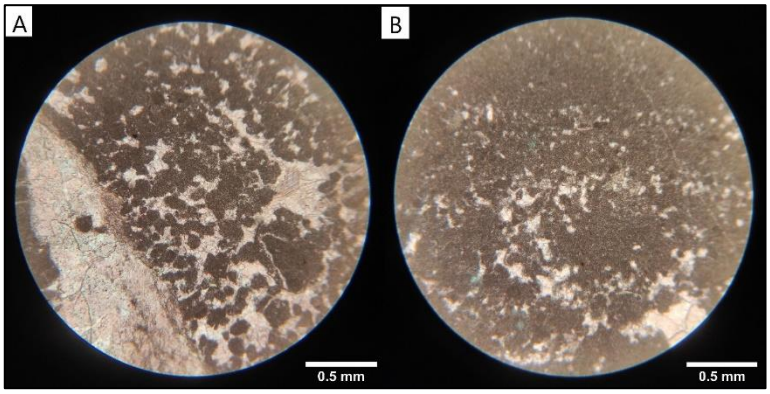
Mikrofotografija 27. *Paleopfenderina salernitana* u izbrusku U-11.
Paralelni nikoli, povećanje 40x.

Za potrebe gradnje stambenih zdanja, pak, potvrdila se pretpostavka da su kamene blokove uzimali iz neposredne blizine. Uzorak U-15 određen je kao madston, odnosno stilolitizirani mikritni vapnenac (mikrofotografija 28). Siromašan je fosilima, uz poneku ljušturu ostrakoda. Kako nalazište leži na naslagama jedinice Kirmenjak, pretpostavljamo da su blokovi uzeti iz neposredne blizine.

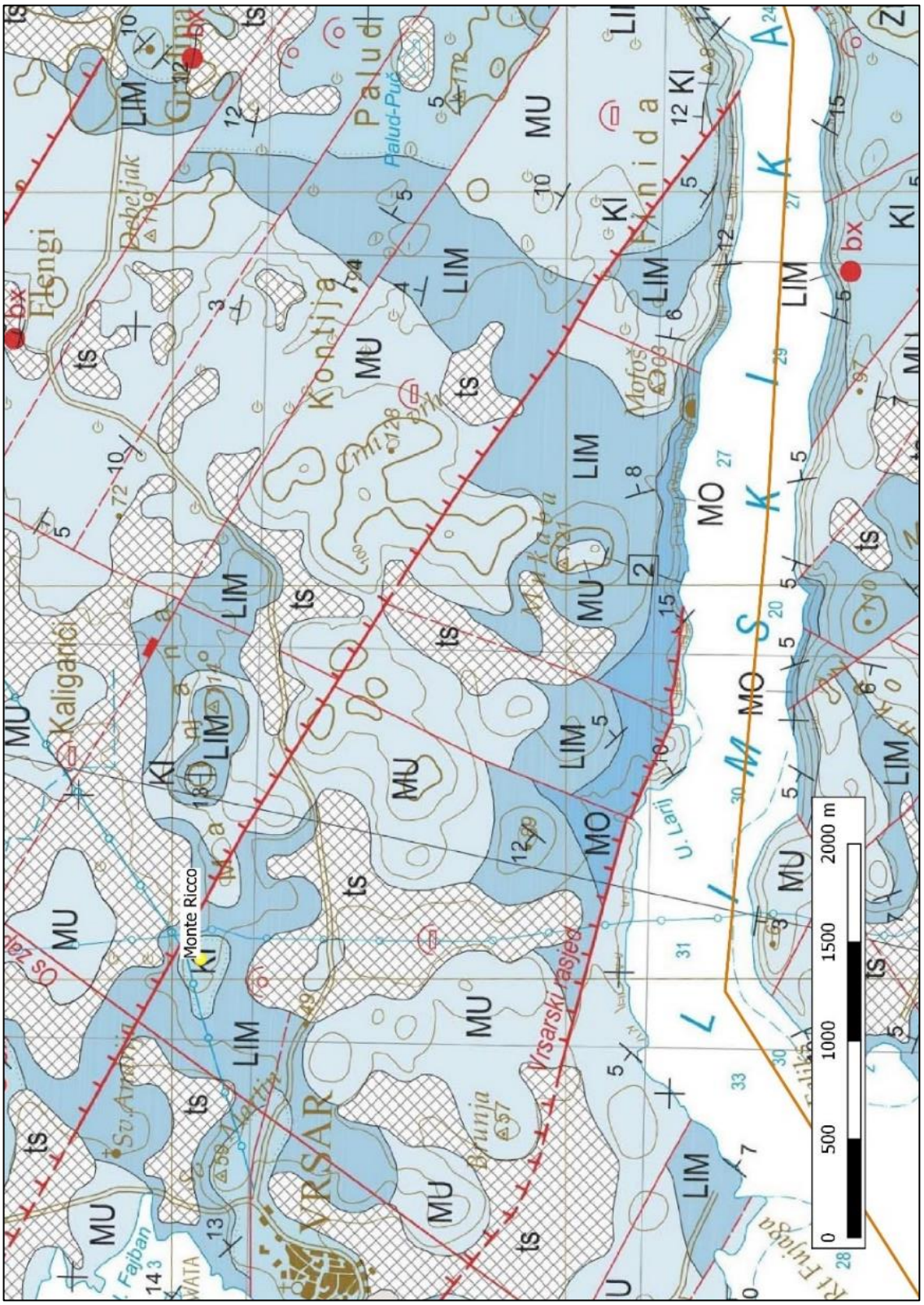


Mikrofotografija 28. Stilolitizirani madston - uzorak U-15. Paralelni nikoli, povećanje 40x.

Iz kamenoloma na zapadnoj strani brežuljka Monte Ricco uzeli smo dva uzorka – na najvišoj razini stijenske mase (U-16) te pri dnu (U-17) (mikrofotografija 29). Uzorak U-16 određen je kao madston do grejnston, odnosno pelsparit, a uzorak U-17 kao madston do pekston, odnosno fenestralni mikrit (dismikrit). Iako se uzorci iz kamenoloma ne podudaraju u potpunosti s onim iz zida, on ipak pokazuje karakteristike jedinice Kirmenjak kao što su stiloliti, stoga zaključujemo da je njegovo porijeklo upravo navedena formacija.

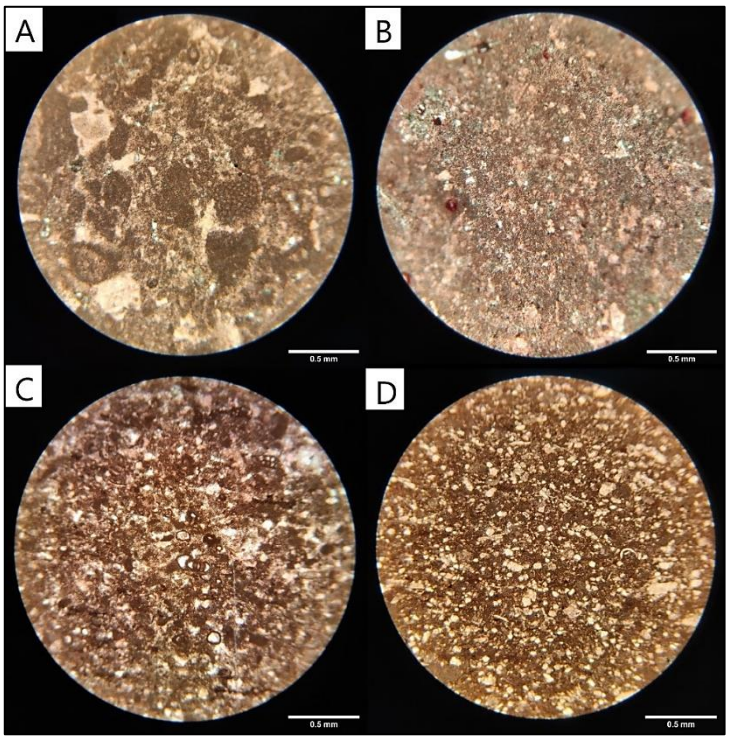


Mikrofotografija 29. Uzorci iz kamenoloma Monte Ricco, paralelni nikoli, povećanje 40x.
A) Uzorak U-16, najviša razina stijenske mase, B) Uzorak U-17, pri dnu stijenske mase.



Karta 35. Nalazište Monte Ricco prikazano na geološkoj karti. Naslage jedinice Monsena (MO) protežu se dijelom sjeverne obale Limskog zaljeva (prema MATIČEC I DR 2015).

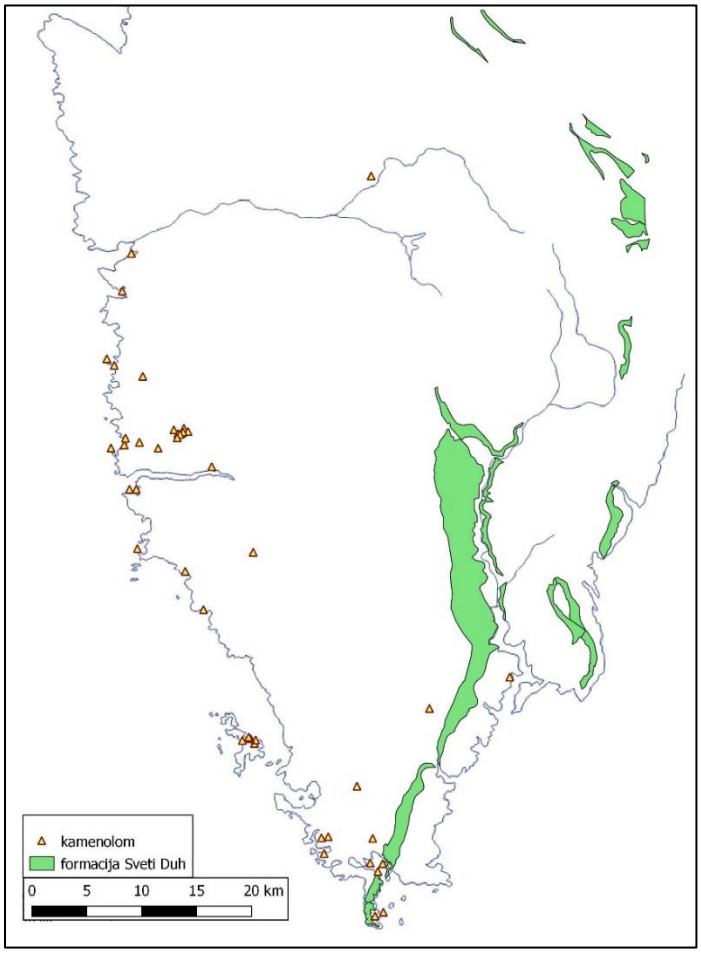
Među uzorcima s nalazišta Monte Ricco nalaze se i četiri tesere – dvije bijele i dvije tamne boje. Tesere svijetlih boja – U-8Sgornja i U-8Sdonja određene su kao pekston, odnosno rekristalizirani biosparit do biomikrit te pekston odnosno intramikrit. Tesere tamnih boja – U8T i U-18 određene su kao bioklastični pekston odnosno biomikrit (biokalkarenit) (mikrofotografija 30).



Mikrofotografija 30. Paralelni nikoli, povećanje 40x. A) Uzorak U-8S gornja, bijela tesera, B) Uzorak U-8S donja, bijela tesera, C) Uzorak U-8T, tamna tesera, D) Uzorak U-18, tamna tesera. Mjerka je duljine 0,5 mm.

Po svojoj strukturi, sastavu i facijesu tamnije tesere (U-8T i U-18) ukazuju na taloženje u dubokovodnom okolišu, dok prisutnost foraminifere *Pseudonummoloculina heimi* (Bonet) u uzorku U-8T ukazuje na najmanju starost naslaga od srednjeg alba pa do srednjeg kampana (VELIĆ 2007, 13 – 17; CVETKO TEŠOVIĆ I DR. 2011, 15). Stoga bismo izvor sirovine za izradu tamnijih tesera trebali tražiti u formaciji Sveti Duh starosti gornji cenoman-donji turon (karta 36; MIKO I DR. 2013, 31 – 38), iako među mikrofosilima prepoznatim u teserama nisu prisutne kalcisfere karakteristična za te naslage. Na području naslaga

Mikrofotografija 31. Paralelni nikoli, povećanje 40x. Uzorak iz kamenoloma na poluotoku Vižuli.



Karta 36. Rasprostiranje naslaga formacije Sveti Duh na području Istarske županije s obzirom na položaje antičkih kamenoloma (prema MIKO I DR. 2013).

formacije Sveti Duh od poznatih se antičkih kamenoloma nalaze samo oni na poluotoku Vižuli, gdje smo također uzeli uzorak (Vižula U-1), unatoč tome što je vapnenac na poluotoku svijetle boje. Uzorak Vižula U-1 određen je kao bioklastični grejnston, odnosno foraminifersko-algalno-kalcisferski biosparit (mikrofotografija 31), a boja vapnenca kao i mikropetrografska analiza pokazala je da porijeklo tesera ne treba tražiti na ovome mjestu.

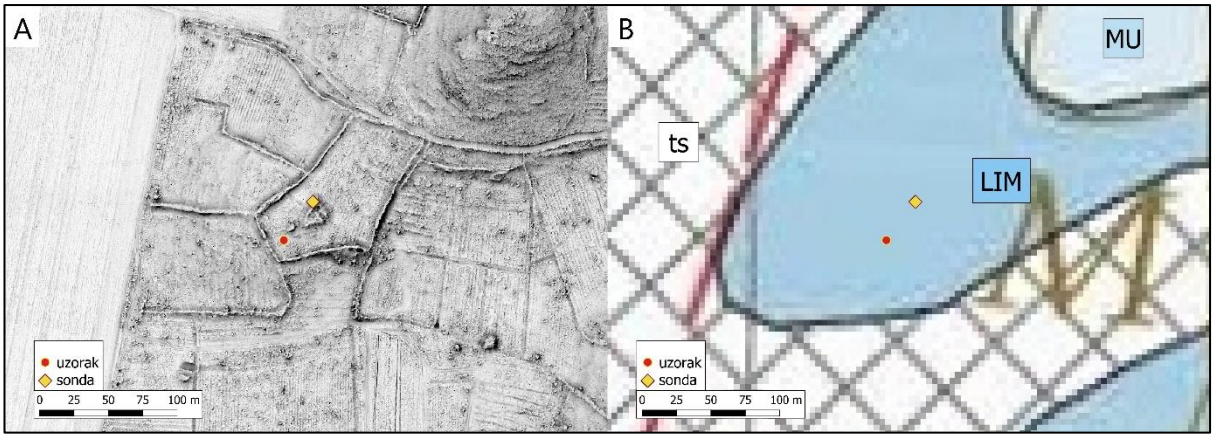
9.4.2 Finida

Antičko nalazište Finida nalazi se na području općine Vrsar, oko tri kilometra udaljeno od naselja Vrsar (slika 209). Nalazište je primijećeno analizom vizualizacija LiDAR podataka, dok je već ranije zabilježeno u izvještaju kustosice Arheološkog muzeja Istre Tatjane Bradare (BULIĆ 2021, 1). Riječ je o nalazištu ruralne arhitekture koje se prema nalazu tegule sa žigom …ROS može datirati u kraj 1. ili početak 2. stoljeća (BULIĆ 2021, 10). Pretpostavlja se da nalaz tegule sa žigom predstavlja prvu fazu života nalazišta u vrijeme kada su istarski kolonijski ageri bili intenzivno romanizirani i naseljavani te kada se nastanjuju i krajnji rubni dijelovi agera (BULIĆ 2021, 10).

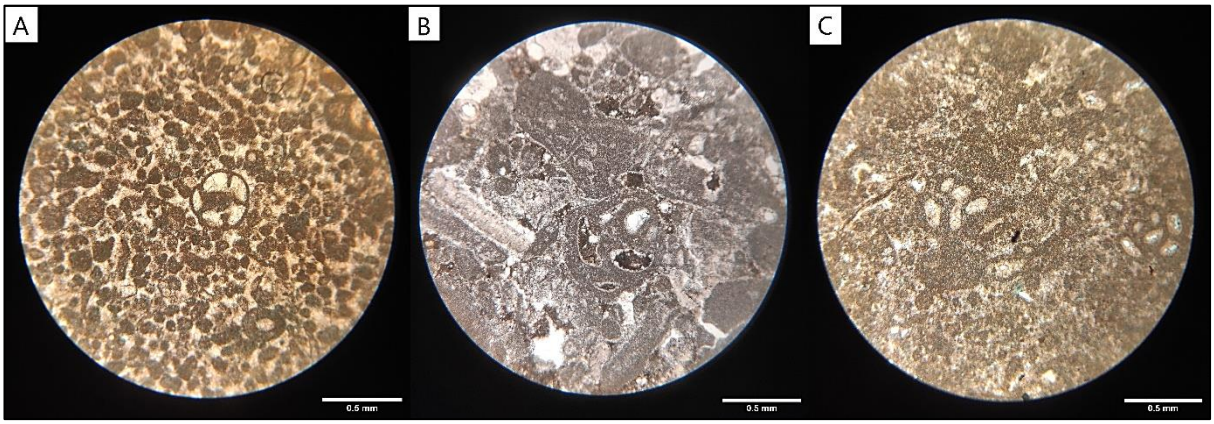
Slika 209. Nalazište Finida pri kraju istraživanja u proljeće 2021. godine. Zid iz kojeg je uzet uzorak vidljiv je horizontalno u gornjem uglu fotografije, dok je četvrtasti recipijent na desnoj strani fotografije omeđen trasirkama (fotografija: Davor Bulić).

Uzorci za mikropetrografsku analizu uzeti su iz zida SJ 3 (F-1) te iz četvrtastog kamenog recipijenta (F-2) iz sonde 2. Uzorak za usporedbu (U-1) uzet je iz matične stijene do koje se došlo iskopavanjem u sondi 1 (slika 210).

Mikropetrografskom analizom uzorak F-1 određen je kao peloidni grejnston po Dunhamu ili intrasparit do pelsparit s fosilima po Folku (mikrofotografija 32a). Uzorak F-2 određen je kao onkoidni radston ili onkosparit (mikrofotografija 32b). Uzorak Finida U-1 određen je kao pekston-grejnston do radston ili biomikrit do biosparit s onkoidima (mikrofotografija 32c).



Slika 210. Nalazište Finida. Sonda 2 u kojoj su uzeti uzorci iz zida (F-1) te uzorak kamenog recipijenta (F-2) prikazana je žutim rombom, dok je položaj matične stijene i sonde 1 prikazan crvenim krugom. A) Vizualizacija LiDAR-a (© Sveučilište Jurja Dobrile u Puli); B) Nalazište Finida na geološkoj karti. ts – terra rossa, zemlja crvenica, LIM – Lim, MU – Muča (prema MATIČEC I DR. 2015).



Mikrofotografija 32. Paralelni nikoli, povećanje 40x. A) Uzorak Finida F-1, peloidni grejnston, B) Uzorak Finida F-2, onkoidni radston. Uzorak nije tretiran otopinom Alizarin Red S, C) Uzorak Finida U-1, pekston-grejnston do radston.

Nalazište Finida nalazi se na naslagama člana Lim formacije Limski kanal. Naslage tog člana karakteriziraju debeloslojeviti fosiliferni peloidni pekstoni, rjeđe grejnstoni ili vekstoni (VELIĆ I DR. 1995b, 40). Peloide vidimo u uzorku F-1 uzetom iz temelja zida antičkog objekta na nalazištu. Stoga zaključujemo da je za gradnju objekta korišten lokalni vapnenac jurske starosti. Uzorak F-2 odlikuje se onkoidima i klastima većim od dva milimetra stoga je određen kao onkoidni radston. Takva vrsta vapnenca karakteristična je za vapnence člana Muča iste formacije (MIKO I DR. 2013, 21). Pretpostavljamo da je kamen za izradu recipijenta uzet u neposrednoj blizini nalazišta, s obzirom na blizinu naslaga člana Muča (slika 210).

9.4.3 Kamena greda s natpisom (ZMP-1)

U lapidariju Zavičajnog muzeja Poreštine uzeti su uzorci s tri spomenika – dva epigrafska i jedan anepigrafski, dok se jedan spomenik s područja porečkog agera čuva u dvorištu franjevačkog samostana u Puli (FV-3). Pretpostavljeno porijeklo kamena bile su jurske naslage formacije Muče zbog njihove očigledne sličnosti stoga su uzorkovani kamenolomi na položaju Biškupovi vrhi (U-13 i U-26), no uzet je uzorak i iz antičkog kamenoloma na gradskoj plaži u Poreču (Naftaplin) zbog njegove blizine samom antičkom gradu.

Kod uzorka ZMP-1 riječ je o velikoj kamenoj gredi s natpisom koja je odlomljena s bočne strane te na dva dijela (slika 211). Natpis se nalazi na prednjoj strani. Tekst glasi: ...in) front(e) ped(es) XXV, in agr(o) (... [20] Kamena greda datira u prvo stoljeće.

Lijevo: Slika 211. Kamena greda s natpisom, ZMP-1.
Desno: Mikrofotografija 33. Uzorak ZMP-1, paralelni nikoli, povećanje 40x.

Uzorak ZMP-1 određen je kao djelomice rekristalizirani bioklastično-onkoidni vekston odnosno onkoidni biomikrit s dominantnim klastima zelenih algi (mikrofotografija 33). U uzorku je primjetna određena poroznost. Važnu mikropetrografsku karakteristiku ovog uzorka čini filamentozna struktura gornjojurske-donjokredne vrste *Bacinella irregularis* Radoičić (SCHLAGINTWEIT I DR. 2010, 509). *Bacinella irregularis* predstavlja takozvanu „mikroproblematiku“ zbog teškoća prilikom njenog svrstavanja u određenu sistematsku kategoriju, no neki autori je smatraju stromatoporoidom ili hidrozooama kao što je na primjer *Cladocoropsis* Felix (SCHLAGINTWEIT I DR. 2010, 511).

[20] Inscr. It. 10, 56.

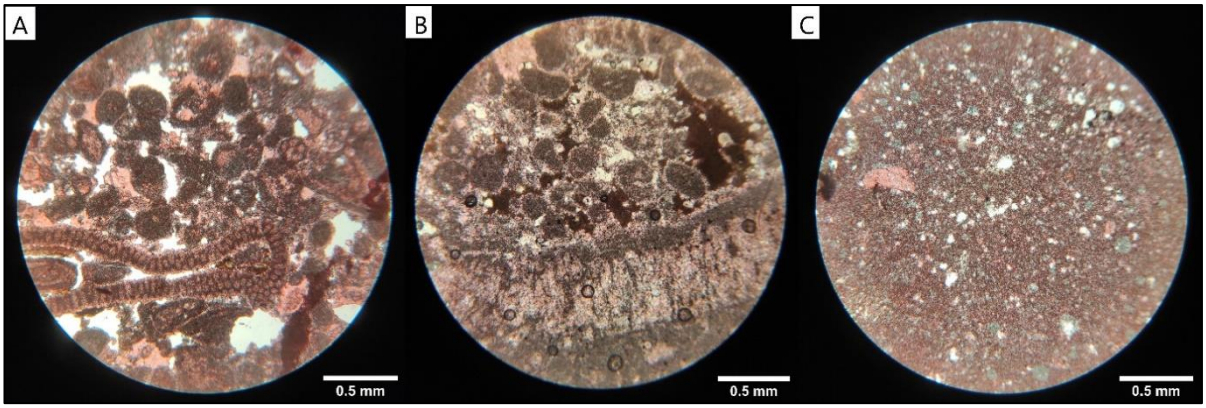
9.4.4 Trabeacija hrama s ukrašenim frizom (ZPM-2)

Uzorak ZMP-2 predstavlja trabeaciju hrama s frizom ukrašenim niskim reljefom s motivom biljnih vitica (slika 212). Ulomak se datira između prvog i drugog stoljeća nove ere. Uzorak ovog spomenika više je rekristaliziran od prethodnog stoga je određen kao algalni onkosparit, s dominantnim klastima zelenih algi te prisutnošću peloida. Također je prisutna *Bacinella irregularis* koja čini jezgru onkoida (mikrofotografija 35A) te bentičke foraminifere *Trocholina* sp. Paalzow. Izražena je poroznost uzorka. *Bacinella irregularis* karakteristična je za naslage apta u Istri, no pojavljuje se i u jurskim naslagama (SCHLAGINTWEIT 2010).

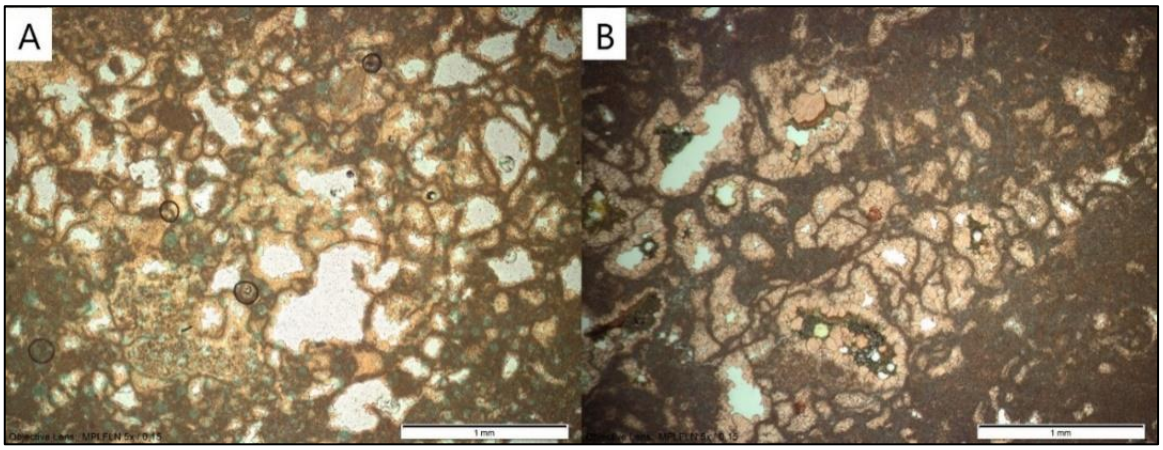
Slika 212. Ulomak trabeacije hrama s motivom biljnih vitica - uzorak ZMP-2 (fotografija: Zavičajni muzej Poreštine).

Makroskopskom analizom utvrđeno je da kamen iz kojih su izrađeni antički spomenici ZMP-1 i ZMP-2 nalikuje jurskim naslagama formacije Muča na području Vrsarštine stoga su kao usporedni uzorak za mikropetrografsku analizu uzeti uzorci stijene iz dva antička kamenoloma na položaju Biškupovi vrhi. Uzorak iz kamenoloma Biškupovi vrhi 1 (U-13) određen je kao rekristalizirani ooidno-bioklastični grejnston odnosno biosparit do oosparit (mikrofotografija 34a), dok je uzorak iz kamenoloma Biškupovi vrhi 2 (U-26) određen kao rekristalizirani grejnston odnosno bioklastično-onkoidni oomikrit (mikrofotografija 34b). Uzorak iz antičkog kamenoloma blizu Poreča određen je kao fenestralni madston ili dismikrit (mikrofotografija 34c).

Ono što porečke spomenike ZMP-1 i ZMP-2 i jurske naslage formacije Muča čini sličnima prisutnost je mikroproblematike *Bacinella irregularis*, kao i općenita sličnost u mikrofacijesima. Stoga kao vjerojatni izvor sirovine za izradu antičkih spomenika ZMP-1 i ZMP-2 određujemo upravo naslage jurskih vapnenaca formacije Muča s područja porečkog agera (karta 37).

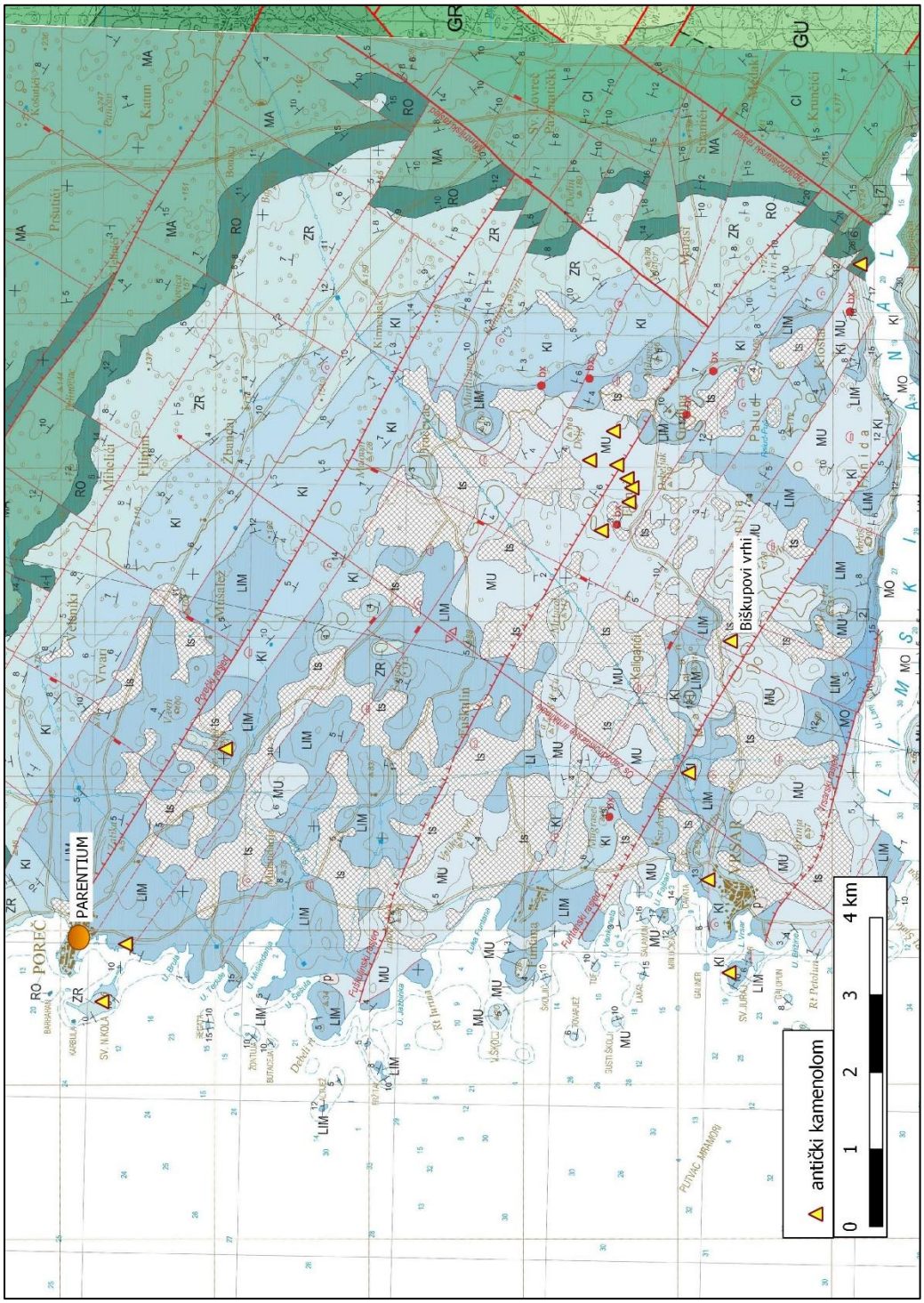


Mikrofotografija 34. Petrografski uzorci, paralelni nikoli, povećanje 40x. A) Kamenolom Biškupovi vrhi 1, B) Kamenolom Biškupovi vrhi 2, C) Kamenolom Naftaplin u Poreču.



Mikrofotografija 35. Filamentozna struktura mikroproblematike *Bacinella irregularis* u uzorku ZMP-2 (A) te uzorku U-13 s Biškupovih vrhi (B). Paralelni nikoli, mjerka duljine 1 mm. Fotografirano u Centru za istraživanje materijala Istarske županije METRIS, Pula.

Svojim litološkim sastavom, uvjetima i okolišima taloženja naslage se jedinice Muča znatno razlikuju od ostalih jedinica gornje jure po izuzetno velikom udjelu fosilnog detritusa i ooida. U bogatoj fosilnoj zajednici jedinice Muča nalaze se i stomatoporoidi kao što je *Cladocoropsis mirabilis* Felix koji je u pojedinim slojevima masovan i najčešće obavijen kortoid, te hidrozojski bioklasti i koralji. Po facijesnoj raznolikosti ove naslage na području zapadne Istre lako su prepoznatljive kao nijedna starija ili mlađa jedinica sve do gornje krede i cenomana južne Istre (VELIĆ I DR. 1995b, 38 – 43).

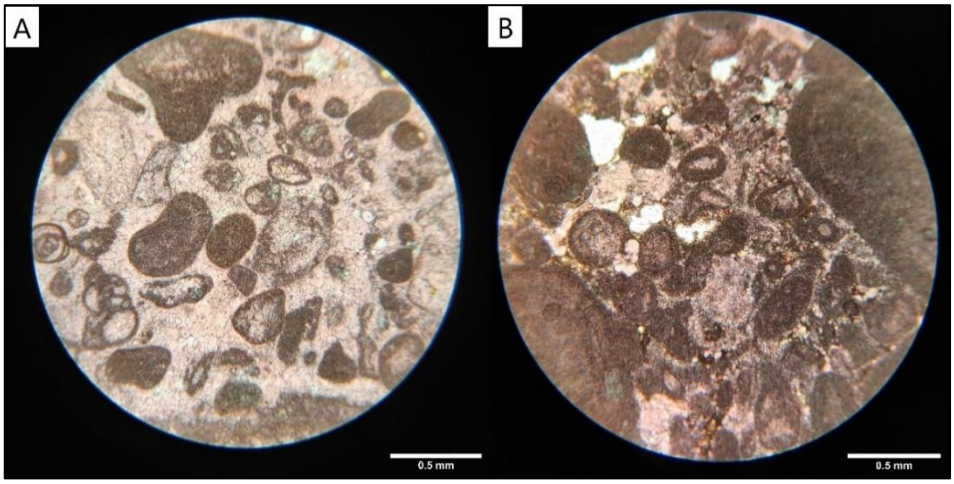


Karta 37. Geološka karta dijela porečkog agera. Kamenolom Biškupovi vrhi vidljiv je na donjoj strani karte. Naslage jedinice Muča (MU) javljaju se diljem agera (prema MATIČEC I DR. 2015).

9.4.5 Kameni nalazi s Biškupovih vrhi (BV-1 i BV-2)

Prilikom istraživanja antičkog kamenoloma Biškupovi vrhi, pronađena su dva kamena nalaza koji su također uzorkovani – BV-1 te BV-2 (slika 213). Uzorak BV-1 određen je kao ooidno-bioklastični grejnston ili biosparit (mikrofotografija 36a), a uzorak BV-2 kao ooidni grejnston ili oosparit (mikrofotografija 36b). S obzirom da su nalazi pronađeni u kamenolomu tijekom istraživanja te da prema mikrofacijesu i mikrofosilnoj zajednici odgovaraju uzorku iz kamenoloma, mikropetrografska analiza je samo potvrdila da su ovi predmeti izrađeni u kamenolomu te iz kamena koji je ovdje eksploatiran.

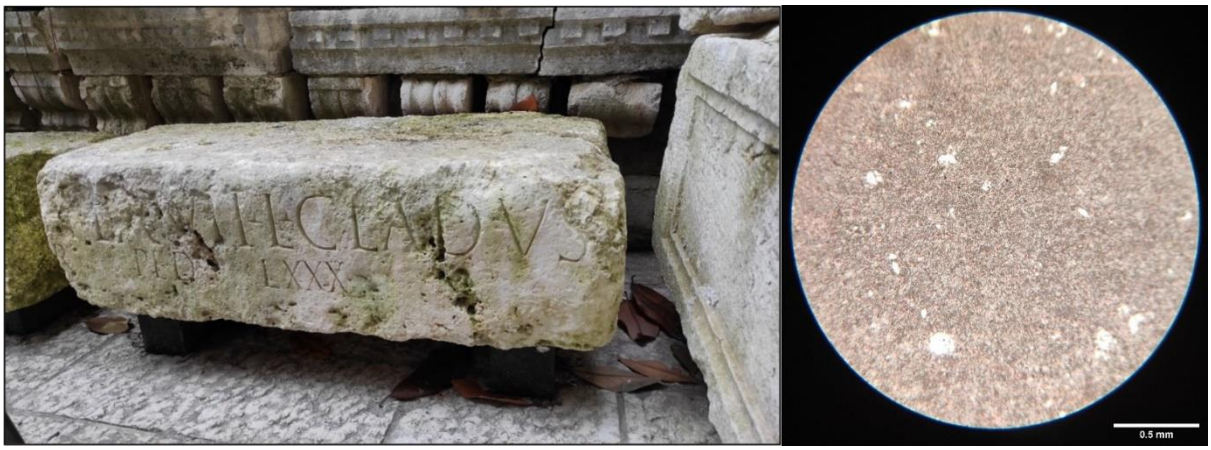
Slika 213. Kameni nalazi iz antičkog kamenoloma Biškupovi vrhi: BV-1 i BV-2.



Mikrofotografija 36. Paralelni nikoli, povećanje 40x. A) Mikrofacijes uzorka BV-1. B) Mikrofacijes uzorka BV-2.

9.4.6 Kamena greda s natpisom (ZMP-3)

Uzorak ZMP-3 uzet je iz ulomka kamene grede s natpisom koji se datira u prvo stoljeće (slika 214). Natpis glasi: ...)s (F)lavii l(ibertus) Cladus. (In f)r(onte) ped(es) LXXX.[21] Uzorak je mikritni vapnenac ili madston bez mikrofosila ili drugih karakteristika koji bi ga mogli smjestiti u geološke naslage određene starosti (mikrofotografija 37). Stoga nismo mogli odrediti ni približan izvor sirovine za izradu ovog kamenog nalaza.



Lijevo: Slika 214. Kamena greda s natpisom - ZMP-3.
Desno: Mikrofotografija 37. Uzorak ZMP-3, povećanje 40x, paralelni nikoli.

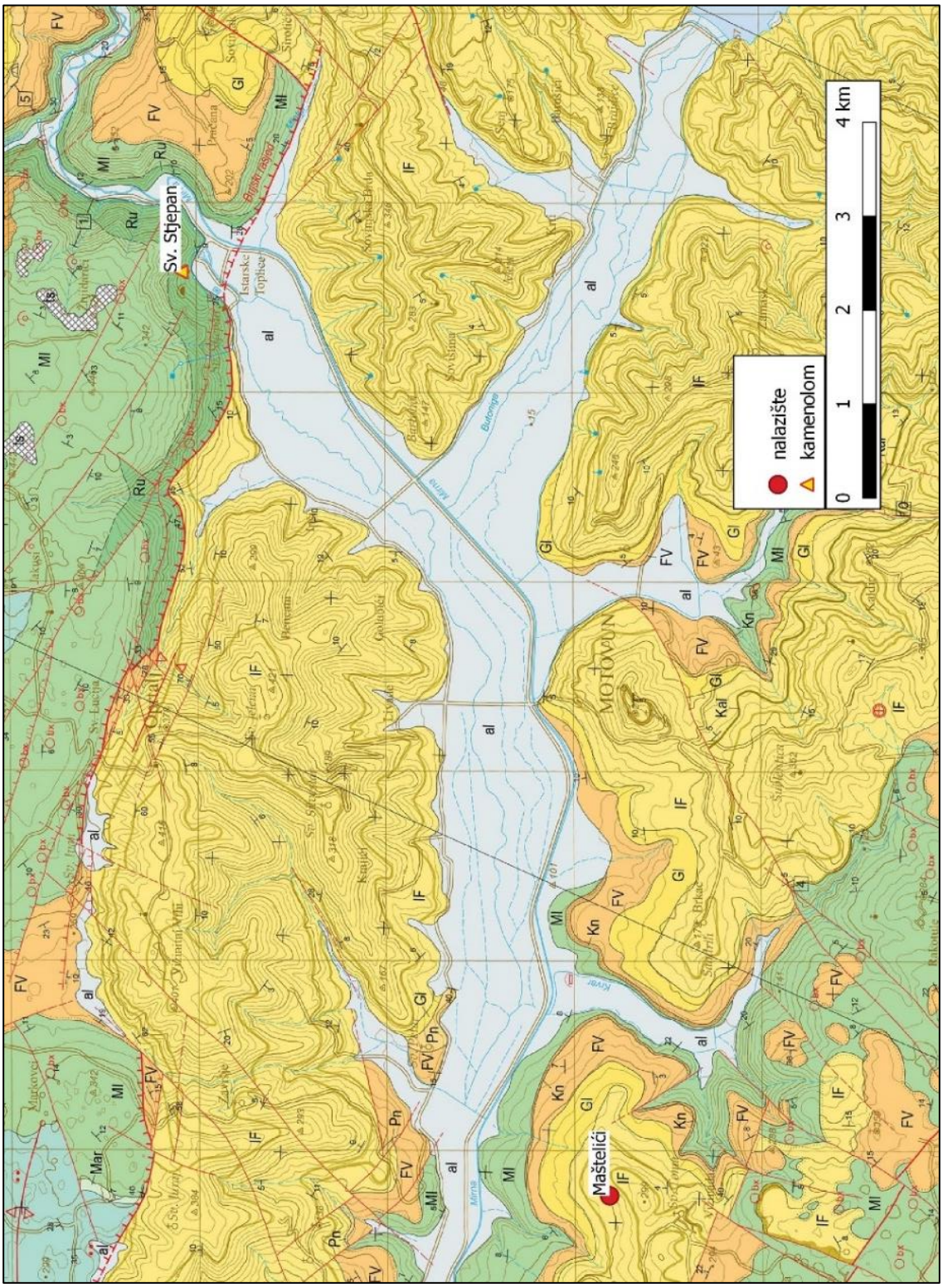
[21] Inscr. It. 10, 2, 36.

9.4.7 Nadgrobni spomenik Kalvije Marcele (FV-3)

Uzorak FV-3 predstavlja nadgrobni spomenik pronađen kod naselja Maštelići u blizini Vižinade, a koji se danas čuva u Arheološkom muzeju Istre u Puli (slika 215). Riječ je o nadgrobnoj steli Kalvije Marcele izrađenoj od vapnenca i datiranoj od druge polovice prvog stoljeća prije Krista do početka prvog stoljeća poslije Krista[22]. Uzorkovana je pod kodom FV-3. Riječ je o bioklastičnom pekstonu odnosno biomikritu s prevladavajućim fragmentima rudista i foraminiferama *Orbitolina* sp (mikrofotografija 38). Ovaj mikrofacijes karakterističan je za formaciju Rušnjak gornje krede kakvu nalazimo i u poznatom antičkom kamenolomu Cave Romane kod Vinkurana. No s obzirom na mjesto nalaza ovog spomenika, malo je vjerojatno da je kamen za njegovu izradu donesen s juga Istre. S druge strane, naslage spomenute formacije nalazimo i na sjevernoj obali rijeke Mirne (karta 38) gdje se nalazi kamenolom Sv. Stjepan koji je još prije 60 godina bio eksploatiran (COTMAN 1996, 81). S obzirom da se pretpostavlja da je rijeka Mirna u antičko vrijeme bila plovna do Motovuna (MILOTIĆ 2004, 12-15), kamen je bilo jednostavno transportirati riječnim prijevozom do željene točke.

Lijevo: Slika 215. Nadgrobni spomenik Kalvije Marcele pronađen u blizini Vižinade - uzorak FV-3 (fotografija: Arheološki muzej Istre).
Desno: Mikrofotografija 38. Uzorak FV-3. Vidljivi su fragmenti rudista i orbitolina. Paralelni nikoli, povećanje 40x.

[22] Inscr. It. 10, 2, 249.



Karta 38. Geološka karta istočnog dijela doline rijeke Mirne. Napušteni kamenolom Sv. Stjepan vidljiv je na sjeveroistočnom dijelu karte na naslagama formacije Rušnjak, a mjesto nalaza kamenog spomenika FV-3 na jugozapadnom dijelu karte (prema BERGANT I DR. 2020).

9.5 Antički nalazi s područja pulskog agera

Nalazi s područja pulskog agera koje smo uzorkovali su poklopac sarkofaga i sarkofag pronađeni prilikom istraživanja antičkog kamenoloma u Pješčanoj uvali kod Pule te sedam nadgrobnih spomenika pronađenih na širem području Pule. Za usporedbu smo uzeli uzorke iz antičkih kamenoloma u Pješčanoj uvali, Vinkuranu te Marčani.

9.5.1 Pješčana uvala

Prilikom građevinskih radova na privatnoj parceli u naselju Pješčana uvala kod Pule otkriven je antički kamenolom, a već prije dolaska arheologa na teren unutar kamenoloma otkriven je jedan sarkofag te jedan poklopac sarkofaga (slike 216 i 217).

Lijevo: Slika 216. Poklopac sarkofaga pronađen u kamenolomu Pješčana uvala (PU-1).
Desno: Mikrofotografija 39. Uzorak PU-1, paralelni nikoli, povećanje 40x.

Lijevo: Slika 217. Sarkofaga pronađen u kamenolomu Pješčana uvala (PU-2).
Desno: Mikrofotografija 40. Uzorak PU-2, paralelni nikoli, povećanje 40x.

Za potrebe ovog rada uzorkovana su oba nalaza – poklopac sarkofaga (PU-1) te sarkofag (PU-2). Oba se nalaza okvirno mogu datirati od 1. do 4. stoljeća naše ere (usmeno priopćenje Teodora Godinović). Uzorak PU-1 određen je kao bioklastični floutston odnosno

biomikrudit s prevladavajućim kršjem rudista i orbitolinama (mikrofotografija 39). Uzorak PU-2 određen je kao radston do floutston odnosno biomikrit do biomikrudit također s prevladavajućim kršjem rudista (mikrofotografija 40).

9.5.2 Ostoteka Oktavija Silona (FV-1)

Uzorak FV-1 predstavlja poklopac ostoteke pronađene u Šišanu, a u kojoj su bile pohranjene kosti i pepeo Oktavija Silona. Datira od druge polovice 1. st. prije Krista do početka 1. stoljeća poslije Krista (slika 218).[23] Uzorak je određen kao rekristalizirani biosparit, odnosno bioklastični grejnston s prevladavajućim mikritiziranim bioklastima (fragmenti školjkaša i bodlje ježinaca; mikrofotografija 41).

Lijevo: Slika 218. Ostoteka Oktava Silona - uzorak FV-1 (fotografija: Silvana Petešić).
Desno: Mikrofotografija 41. Uzorak FV-1, paralelni nikoli, povećanje 40x.

9.5.3 Cipus (FV-2)

Uzorak FV-2 vjerojatno predstavlja cipus (slika 219).[24] Ovaj nadgrobni spomenik pronađen je u Puli, a uzorak je određen kao floutston odnosno rudistni biomikrudit s prevladavajućim kršjem rudista (mikrofotografija 42).

[23] Inscr. It. 10, 1, 580.
[24] Inscr. It. 10, 1, 414.

Lijevo: Slika 219. Cipus, uzorak FV-2 (fotografija: Silvana Petešić).
Desno: Mikrofotografija 42. Uzorak FV-2, paralelni nikoli, povećanje 40x.

9.5.4 Nadgrobni spomenik Polencije Klimene (FV-4)

Ulomak nadgrobnog spomenika Polencije Klimene – uzorak FV-4 pronađen je u Puli krajem 19. stoljeća (slika 220). Datira u završetak 1. stoljeća poslije Krista.[25] Uzorak FV-4 određen je kao bioklastični pekston do floutston, odnosno rudistni biomikrit do biomikrudit. Sadrži kršje rudista te nekoliko primjeraka orbitolina (mikrofotografija 43).

Lijevo: Slika 220. Spomenik Polencije Klimene - uzorak FV-4 (fotografija: Silvana Petešić).
Desno: Mikrofotografija 43. Uzorak FV-4, paralelni nikoli, povećanje 40x.

[25] Inscr. It. 10, 1, 358.

9.5.5 Nadgrobni spomenik Mecenata Rufa (FV-5)

Nadgrobni spomenik Mecenata Rufa predstavlja sljedeći uzorak – uzorak FV-5 (slika 221). Spomenik je pronađen na području današnjeg naselja Valmade, kraj cesta koja se od Pule pruža za Šišan.[26] Uzorak FV-5 određen je kao bioklastični pekston do floutston, odnosno rudistni biomikrit do biomikrudit s prevladavajućim kršjem rudista te orbitolinama (mikrofotografija 44).

Lijevo: Slika 221. Nadgrobni spomenik Mecenata Rufa - uzorak FV-5 (fotografija: Silvana Petešić). Desno: Mikrofotografija 44. Uzorak FV-5, paralelni nikoli, povećanje 40x.

9.5.6 Nadgrobni spomenik Vibije Arbuskule i Gaja Vibija Feliksa (FV-6)

Uzorak FV-6 predstavlja nadgrobni spomenik koji je Vibija Arbuskula, Gajeva oslobođenica, tijekom života napravila sebi i Gaju Vibiju Feliksu, svome oslobođeniku (slika 222). Spomenik je pronađen u Puli u drugoj polovini 19. stoljeća, a datira u 1. stoljeće nove ere.[27] Uzorak FV-6 određen je kao bioklastični vekston do pekston, odnosno rudistni biomikrit s prevladavajućim kršjem rudista (mikrofotografija 45).

Lijevo: Slika 222. Spomenik Vibije Arbuskule - uzorak FV-6 (fotografija: Silvana Petešić). Desno: Mikrofotografija 45. Uzorak FV-6, paralelni nikoli, povećanje 40x.

[26] Inscr. It. 10, 1, 575.
[27] Inscr, It. 10, 1, 419.

9.5.7 Arhitrav s natpisom (FV-7)

Uzorak FV-7 predstavlja arhitrav s natpisom i biljnim reljefom na donjoj strani (slika 223). Datira u kraj prvog stoljeća prije Krista do najkasnije prve polovice prvog stoljeća poslije Krista, a pronađen je u Carrarinoj ulici u Puli početkom 20. stoljeća u ruševinama vanjskog bedema kod Dvojnih vrata.[28] Uzorak FV-7 određen je kao bioklastični grejnston odnosno biosparit s rekristaliziranim i mikritiziranim bioklastima rudista i ostalih školjkaša te bodljama ježinaca (mikrofotografija 46).

Lijevo: Slika 223. Arhitrav s natpisom - uzorak FV-7 (fotografija: Silvana Petešić).
Desno: Mikrofotografija 46. Uzorak FV-7, paralelni nikoli, povećanje 40x.

9.5.8 Stela Anusije Tercije i Tita Sornacija (FV-8)

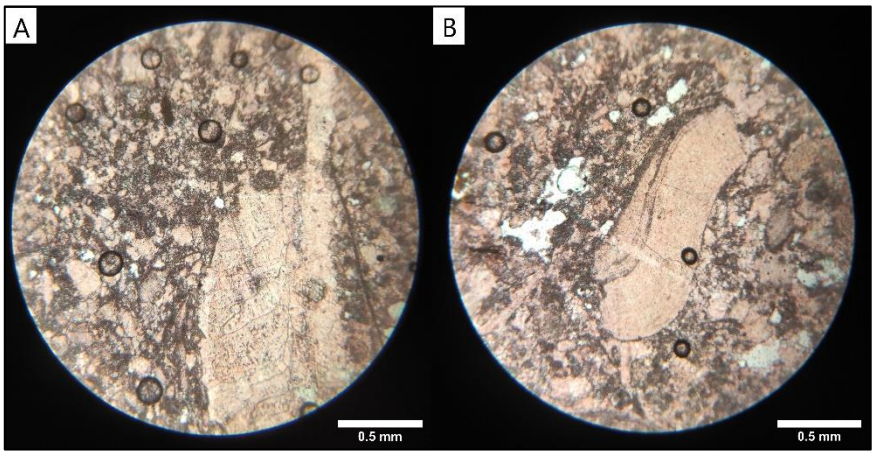
Uzorak FV-8 predstavlja stelu Anusije Tercije i Tita Sornacija datiranu u drugu polovicu prvog stoljeća prije Krista do početka prvog stoljeća poslije Krista (slika 224). Pronađena je u Puli početkom druge polovice 19. stoljeća. Uzorak FV-8 određen je kao bioklastični pekston do floutston odnosno rudistni biomikrit do biomikrudit s prevladavajućim kršjem rudista i orbitolinama (mikrofotografija 47).

Lijevo: Slika 224. Stela Anusije Tercije i Tita Sornacija - uzorak FV-8 (fotografija: Silvana Petešić).
Desno: Mikrofotografija 47. Uzorak FV-8, paralelni nikoli, povećanje 40x.

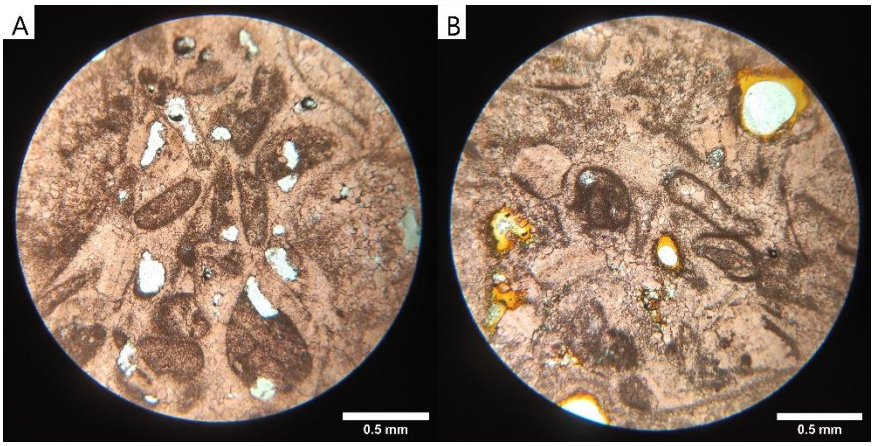
[28] Inscr. It. 10, 1, 139.

S obzirom da se u blizini Pule nalazi više antičkih kamenoloma – novootkriveni kamenolom u Pješčanoj uvali, kao i već otprije poznati kamenolomi Cave Romane u Vinkuranu te kod Marčane, uzeti su uzorci i iz tih kamenoloma kako bi se usporedili s uzorcima antičkih spomenika s područja pulskog agera.

Uzorci iz Pješčane uvale određeni su kao radston do floutston odnosno biomikrit do biosparrudit (U-33) te floutston ili biomikrudit (U-34), oba s prevladavajućim kršjem rudista i sporadičnom pojavom orbitolina (mikrofotografija 48). Njihovi mikrofacijesi, fosilna zajednica koju sadrže kao i mjesto nalaza antičkih funerarnih spomenika PU-1 i PU-2 u kamenolomu potvrđuju Pješčanu uvalu kao izvor kamena za njihovu izradu. Nažalost ne možemo znati koja je bila krajnja destinacija sarkofaga i poklopca sarkofaga.

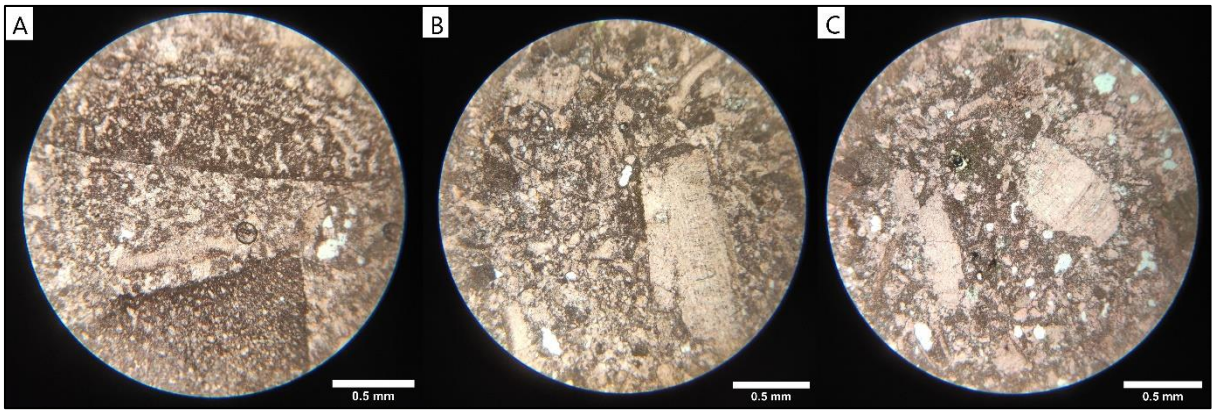


Mikrofotografija 48. Petrografski uzorci iz antičkog kamenoloma Pješčana uvala, paralelni nikoli, povećanje 40x. A) Uzorak Pješčana uvala U-33, B) Uzorak Pješčana uvala U-34.



Mikrofotografija 49. Petrografski uzorci iz antičkog kamenoloma kod današnje Marčane, paralelni nikoli, povećanje 40x. A) Uzorak Marčana U-48, B) Uzorak Marčana U-49.

Oba uzorka iz Marčane (U-48 i U-49) mikropetrografskom analizom određeni su kao grejnston ili biosparit s prevladavajućim fragmentima školjkaša (rudista) te bodljama ježinaca (mikrofotografija 49). Stoga analiza ukazuje na Marčanu kao vjerojatno porijeklo kamena za proizvodnju spomenika FV-1 (ostoteka Oktavija Silona) te FV-7 (arhitrav s natpisom).



Mikrofotografija 50. Petrografski uzorci iz antičkog kamenoloma u Vinkuranu (Cave Romane), paralelni nikoli, povećanje 40x. A) Uzorak C.R. 1, B) Uzorak C.R. 2, C) Uzorak C.R. 4.

U kamenolomu Cave Romane kod Vinkurana analizirana su tri uzorka; uzorak CR-1 određen je kao bioklastični floutston odnosno biomikrit, uzorak CR-2 određen je kao bioklastični pekston do floutston odnosno biomikrit do biomikrudit, dok je uzorak CR-4 određen kao bioklastični floutston odnosno biomikrudit (mikrofotografija 50). U sva tri uzorka prevladavajući klasti su kršje rudista dok se orbitoline pojavljuju sporadično. Fosilna i mikrofosilna zajednica te mikrofacijesi u uzorcima iz Vinkurana potvrđuju Cave Romane kao vjerojatni izvor kamena za izradu spomenika FV-2, FV-4, FV-5, FV-6 te FV-8. Antički spomenik FV-3 predstavlja posebnu problematiku s obzirom da mikrofacijes uzorka uzetog sa spomenika također odgovara vinkuranskom kamenolomu, no mjesto njegova pronalaska sjeverno od današnjeg naselja Vižinada upućuje na bliži izvor kamena. Stoga pretpostavljamo da je danas napušteni kamenolom Sv. Stjepan vjerojatno bio aktivan i u antičko vrijeme, no takvu tvrdnju potrebno je potvrditi dodatnim mikropetrografskim analizama.

Tablica 19. Petrografski uzorci karbonatnih sedimentnih stijena.

broj uzorka	NALAZIŠTE	IME UZORKA	VRSTA UZORKA	KLASIFIKACIJA DUNHAM	KLASIFIKACIJA FOLK
1	Milovići	**U-51**	grobna ploča	stilolitizirani madston s fenestrama	stilolitizirani fenestralni mikrit (dismikrit)
2		**Milovići U-1**	izdanak matične stijene	rekristalizirani madston	rekristalizirani mikrit
3		**Milovići U-3**	izdanak matične stijene	stilolitizirani fenestralni madston	stilolitizirani fenestralni mikrit (dismikrit)
4	Glavica	**G-1**	bedem	madston	mikrit
5		**Glavica U-1**	izdanak matične stijene	kasnodijagenetski dolomit	-
6		**Glavica U-2**	izdanak matične stijene	fenestralni madston	fenestralni mikrit (dismikrit)
7	Mukaba	**MUK-1**	bedem	onkoidni pekston do floutston	onkomikrit do onkomikrudit
8		**Mukaba U-1**	izdanak matične stijene	onkoidni pekston do floutston	onkomikrit do onkomikrudit
9	Monte Ricco	**U-8Sg**	svijetla tesera	pekston	rekristalizirani biosparit do biomikrit
10		**U-8Sd**	svijetla tesera	pekston	intramikrit
11		**U-8T**	tamna tesera	bioklastični pekston	biomikrit
12		**U-18**	tamna tesera	bioklastični pekston (biokalkarenit)	biomikrit
13		**U-11**	oblutak iz popločenja	foraminiferski vekston	biomikrit
14		**U-15**	kameni blok iz zida	stilolitizirani madston	stilolitizirani mikrit
15		**Monte Ricco U-16**	kamenolom	izmjena madstona i grejnstona	pelsparit
16		**Monte Ricco U-17**	kamenolom	madston do pekston	fenestralni mikrit (dismikrit)
17	Vižula	**Vižula U-1**	kamenolom	bioklastični grejnston	foraminifersko-algalno-kalcisferski biosparit
18	Finida	**F-1**	kameni blok iz zida	peloidni grejnston	intrasparit do pelsparit
19		**F-2**	kameni recipijent	onkoidni radston	onkosparit

20		**Finida U-1**	izdanak matične stijene	pekston/grejnston do radston	biomikrit do biosparit s onkoidima
21	Poreč	**ZMP-1**	kamena greda	rekristalizirani bioklastično-onkoidni vekston	onkoidni biomikrit
22		**ZMP-2a**	treabeacija hrama	algalni grejnston do radston	algalni onkosparit
23		**ZMP-2b**	trabeacija hrama	algalni grejnston do radston	algalni onkosparit
24		**ZMP-3**	kamena greda	madston	mikrit
25		**Poreč Naftaplin**	kamenolom	fenestralni madston	fenestralni mikrit (dismikrit)
26	Biškupovi vrhi	**BV-1**	obod kamene posude	ooidno-bioklastični grejnston	biosparit
27		**BV-2**	kameni recipijent	ooidni grejnston	oosparit
28		**Biškupovi vrhi 1 U-13**	kamenolom	rekristalizirani ooidno-bioklastični grejnston	oosparit do biosparit
29		**Biškupovi vrhi 2 U-26**	kamenolom	rekristalizirani grejnston	bioklastično-onkoidni oomikrit
30	Maštelići	**FV-3**	nadgrobni spomenik	bioklastični pekston	biomikrit
31	Pješčana uvala	**PU-1**	poklopac sarkofaga	bioklastični floutston	biomikrudit
32		**PU-2**	sarkofag	radston do floutston	biomikrit do biomikrudit
33		**Pješčana uvala U-1**	kamenolom	radston do floutston	biomikrit do biosparrudit
34		**Pješčana uvala U-2**	kamenolom	floutston	biomikrudit
35	Pula	**FV-1**	poklopac sarkofaga	rekristalizirani bioklastični grejnston	biosparit
36		**FV-2**	nadgrobni spomenik	floutston	rudistni biomikrit
37		**FV-4**	nadgrobni spomenik	bioklastični pekston do floutston	rudistni biomikrit do biomikrudit
38		**FV-5**	nadgrobni spomenik	bioklastični pekston do floutston	rudistni biomikrit
39		**FV-6**	nadgrobni spomenik	bioklastični vekston do pekston	rudistni biomikrit

40		**FV-7**	arhitrav	bioklastični grejnston	biosparit
41		**FV-8**	nadgrobni spomenik	bioklastični pekston do floutston	rudistni biomikrit
42	Vinkuran	**Cave Romane U-1**	kamenolom	floutston	rudistni biomikrit
43		**Cave Romane U-2**	kamenolom	pekston do floutston	rudistni biomikrit do biomikrudit
44		**Cave Romane U-4**	kamenolom	floutston	rudistni biomikrit do biomikrudit
45	Marčana	**Marčana U-48**	kamenolom	grejnston	biosparit
46		**Marčana U-49**	kamenolom	grejnston	biosparit

10. TRANSPORT KAMENIH BLOKOVA U ANTICI

Prometne veze Istre uvjetovane su zemljopisnim položajem te prirodnim značajkama terena i voda. Istra je sa dvije strane okružena morem, dok je na sjeveru odvojena Ćićarijom koja se može prijeći samo na dva ili tri mjesta. Također, močvarne doline i riječni tokovi na sjeveru Istre predstavljaju prepreke za uspostavu cestovnih pravaca. Južni dio istarskog poluotoka lakše je savladiv za cestovni promet jer je reljef ravniji i bez riječnih tokova (MATIJAŠIĆ 1998, 417-418). Rimske su ceste često slijedile trase prapovijesnih puteva koji su prije Rimljana povezivali najvažnija naselja (ŠONJE, 1991, 32, 70-71; MATIJAŠIĆ 2009, 197). No, cestovna mreža Istre vjerojatno je ustrojena odmah po pacifikaciji poluotoka tijekom Augustove vladavine (MATIJAŠIĆ 1998, 419), iako postoji mišljenje da su Rimljani ceste počeli graditi i neposredno poslije osnivanja kolonije u Akvileji 181. pr. Kr. (ŠONJE 1991, 32). Nadzor nad nekim osvojenim prostorom ostvaruje se postavljanjem vojnih kontrolnih točaka koje moraju biti fizički povezane pa su se stoga gradili i uređivali putevi kojima se moglo prometovati brže i sigurni. Iako su se ceste gradile za učinkovitije vojno upravljanje prostorom, po njima se kretao i civilni, to jest trgovački promet. Time je tehnologija cestogradnje doprinijela napretku društva u cjelini (MATIJAŠIĆ 2009, 195-196). Unatoč tome, ceste su u priobalnim krajevima bile alternativa pomorskome prometu i koristile su se uglavnom u zimskoj sezoni kada se manje plovilo (MATIJAŠIĆ 2009, 200).

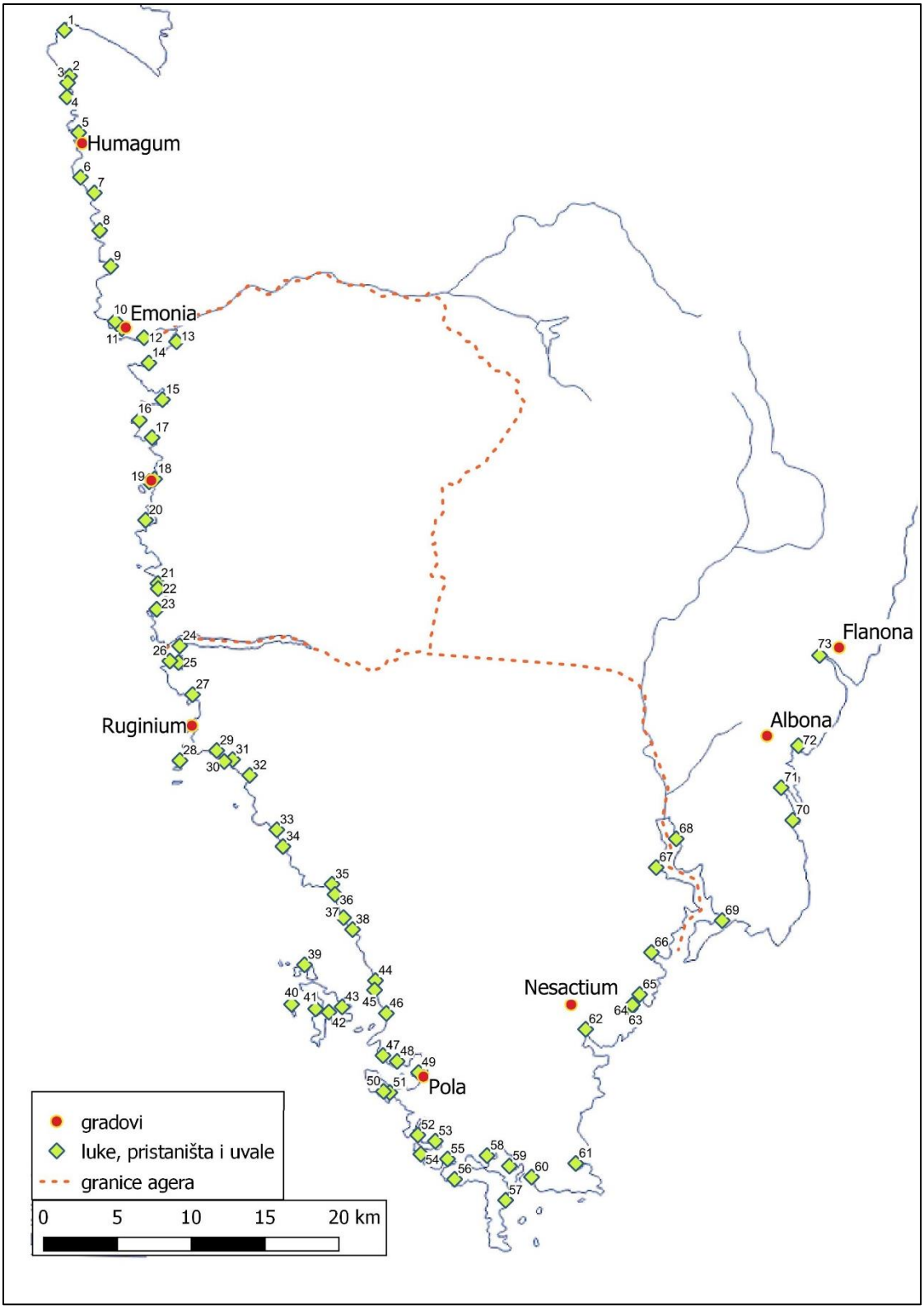
Težište rimske politike bilo je na obali i plovidbenim putevima (MATIJAŠIĆ 1998, 419). Radi ustrojstva i preraspodjele rimske vlasti na zapadnoj i istočnoj obali Jadrana, od početka 1. stoljeća prije Krista počeli su se organizirati gradovi kolonijalnog ranga (KONCANI UHAČ 2018, 87); primjer tome su *Pola* i *Parentium.* Razvedena zapadna obala Istre bila je vrlo značajna za promet. Već u prapovijesno doba ta je obala bila povezana s okolnim krajevima putem pomorske trgovine, ali i pljačke i gusarenja (GABROVEC i MIHOVILIĆ 1987, 322-324). Zapadnoistarska obala bogata je mnogim zaštićenim zaljevima koji su mogli služiti kao sidrište brodova, dok su kasnije vjerojatno imali i važno gospodarsko značenje jer su se preko njih uvozili i izvozili razni proizvodi. Istočna je Istarska obala strma što otežava sidrenje brodova (slika 225; MATIJAŠIĆ 1998, 419). Plovidba je ovisila o vremenskim i sezonskim okolnostima, kao i o gospodarskim i drugim potrebama. Posebno je bila razvijena takozvana *dužobalna kabotaža* – plovidba na kratkim udaljenostima duž obale, te je takva vrsta plovidbe gotovo u potpunosti zamjenjivala kopneni prijevoz. Glavni plovidbeni put vodio je između većih otoka i kopna tako da su plovila bila zaštićena od otvorenog mora, a opet dovoljno blizu neke uvale kako bi se u nju mogla po potrebi skloniti (MATIJAŠIĆ 2009, 201).

Slika 225. Strma istočna obala Istre. Pogled prema jugu.

10.1 Antičke luke i pristaništa

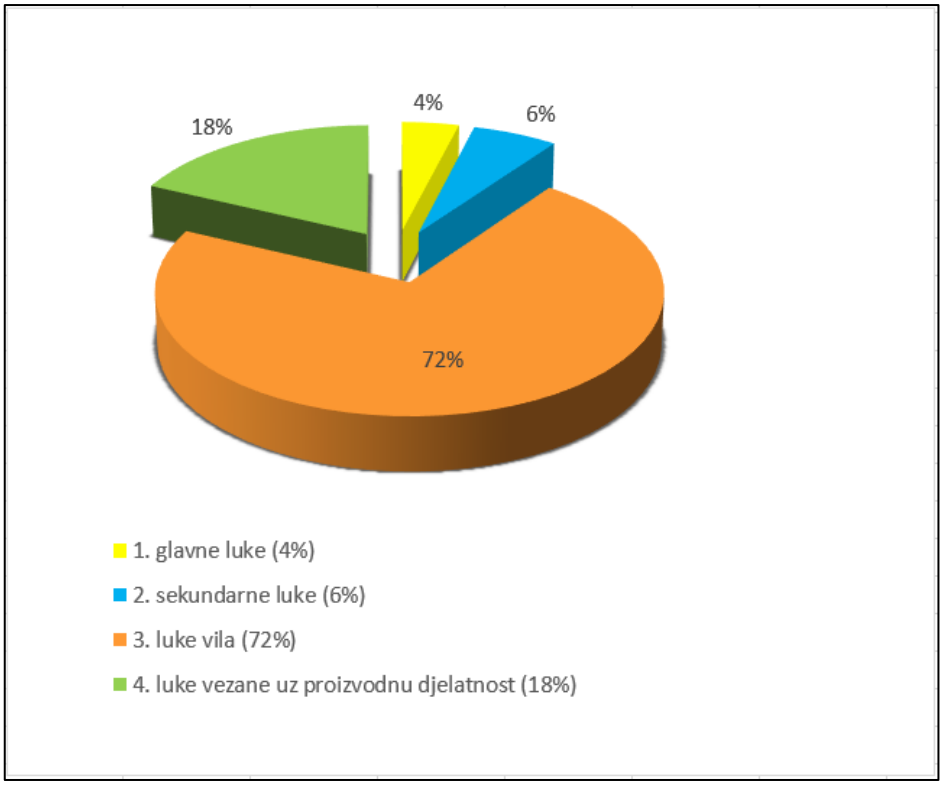
Pojam „luka“ određuje prirodno ili umjetno zaštićeni morski, jezerski ili riječni bazen u kojemu brodovi mogu pronaći zaklon od valova, morskih struja, morskih mijena i leda, gdje mogu ukrcati, iskrcati ili prekrcati teren, hranu i vodu, obaviti popravak i gdje se posada može odmoriti (KONCANI UHAČ 2018, 65). Duž istočne obale Jadrana postojala je vrlo razgranata mreža luka u koje su brodovi mogli pristajati, a roba se mogla pretovarivati. Osim većih gradova koji su svi imali luke, i manja naselja, kao i pojedinačne rustične vile ili skupine vila imale su svoju lučicu. Luke su imala, naravno, i naselja municipalnog statusa (MATIJAŠIĆ 2009, 201). Posebno su zanimljive guste naseobine ladanjskog i gospodarskog tipa oko kolonijskih gradova, od kojih je svaka imala i svoj izlaz na more. Najbolje primjere takvih naseobina s lučicama na istočnoj obali Jadrana imamo u Istri (MATIJAŠIĆ 2009, 202). Izgradnja luka istarskog priobalja koje su arheološki istražene većinom se datira u 1. stoljeće, kada su izgrađeni kao dijelovi stambeno – gospodarskih kompleksa (KONCANI UHAČ 2018 141). No, neki primjeri prirodnih sidrišta i uvala na istarskoj obali koje su korištene u rimskom razdoblju pokazuju i tragove korištenja u prapovijesti (MIHOVILIĆ 1997a, 28-57), kao i kasnoj antici te ranom srednjem vijeku (BRUSIĆ 1980, 80-82; BRUSIĆ 2010, 246-247) pa sve do danas.

Luke su na istarskoj obali u rimsko vrijeme bile gusto raspoređene, a mogu se dijeliti u nekoliko grupa (karta 40) (KONCANI UHAČ 2018, 143-145). Prema načinu izgradnje mogu se dijeliti na prirodne luke – prirodno zaštićene uvale koje su svojom morfologijom omogućavale sigurno sidrenje brodova u slučaju nevremena ili odmora prilikom plovidbe, i umjetne luke – uvale koje su bile prilagođene za zaštitu brodova; u njima je zaštita izgrađena (KONCANI UHAČ 2018, 144-145).



Karta 40. Luke, pristaništa i uvale povoljne za sidrenje na hrvatskom dijelu antičke Istre (prema MILOTIĆ 2004, KONCANI UHAČ 2018, UHAČ 2019; osnova za kartu: www.d-maps.com).

Marie-Brigite Carre i Francis Tassaux su antičke luke Istre podijelili ovisno o veličini i značaju u odnosu na aglomeraciju i gospodarski kontekst (slika 226) (CARRE i TASSAUX 2009). Pa tako rimske luke prema ekonomskoj komponenti možemo podijeliti na: glavne (kolonijalne) luke, sekundarne luke (luke municipija i aglomeracije naselja), luke vila te luke vezane uz pojedine proizvodne komplekse (CARRE i TASSAUX 2009, 69). Unatoč takvoj podjeli, poneki primjeri luka na istarskoj obali ne mogu se pripisati isključivo jednoj vrsti luka jer njihova namjena može biti višestruka (KONCANI UHAČ 2018, 151).



Slika 226. Ekonomsko - administrativna podjela antičkih luka u Istri; broj luka: 51 (prema KONCANI UHAČ 2018, 146).

Glavne luke na istarskoj obali imale su funkciju gradskih luka koje su pripadale političkim i teritorijalnim središtima ili kolonijama. Među takve luke spadaju kolonijalna luka *Tergeste*, kao i luke *Pola* i *Parentium*. U Istru su preko glavnih luka stizali gospodarski proizvodi iz različitih regija Mediterana (KONCANI UHAČ 2018, 146-148). S druge strane, sekundarne luke su sporedne luke aglomeracija naselja ili gradova municipalnog statusa, a koje predstavljaju točke kojima gravitira više vila ili naselja. Preko ovih luka mogao se osigurati nesmetan ukrcaj ekonomskih proizvoda iz ruralnih vila u zaleđu. Primjer takve luke je ona u uvali Budava kojoj gravitira *municipium Nesactium* (Vizače). Također, luke municipija *Flanona* (Plomin) i *Alvona* (Labin) mogle bi se svrstati u sekundarne luke, kao i *Ruginium*

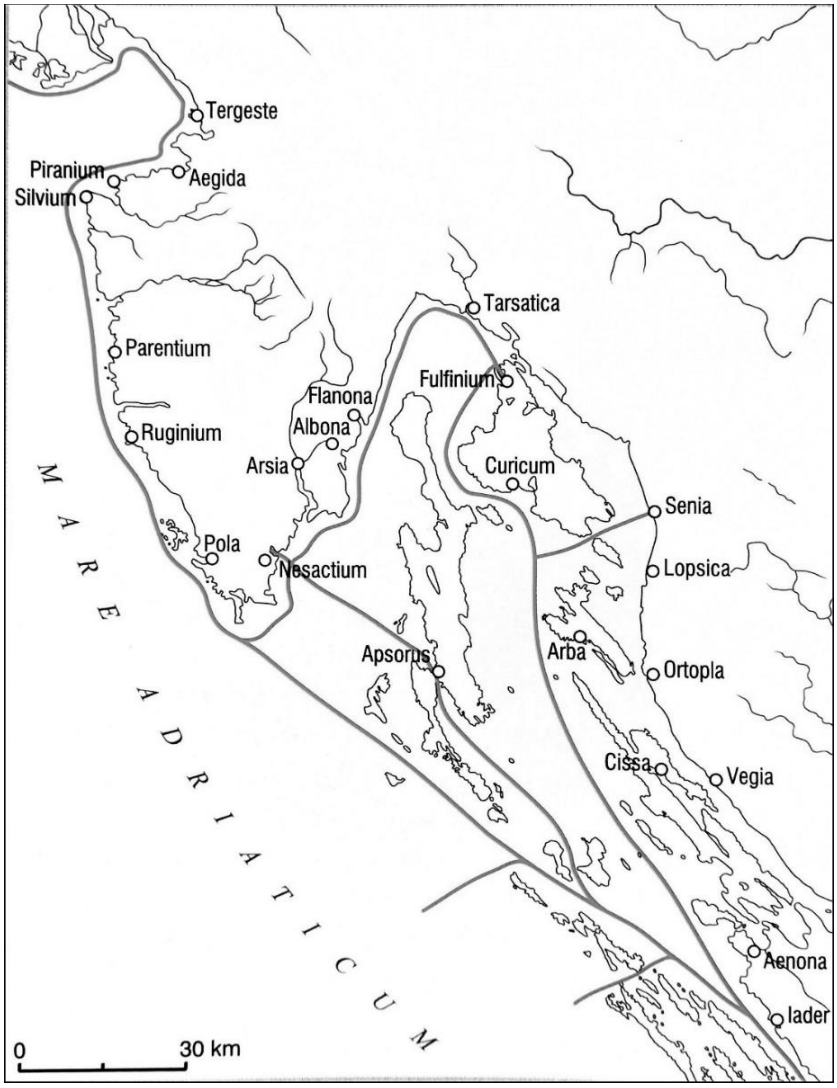
(Rovinj), *Humago* (Umag) i *Silbio* (Savudrija) (KONCANI UHAČ 2018, 148).

Gotovo svaka je maritimna vila u Istri imala lučicu, a najveći broj od ukupnog broja luka u Istri otpada upravo na luke vila (slika 187). Preko ovih luka su se lokalni proizvodi koncentrirali prema većoj izvoznoj luci, bilo sekundarnoj ili glavnoj (KONCANI UHAČ 2018, 151). Imale su promatračnice koje su služile za kontroliranje plovidbenih ruta, a kao takve služile su i kao orijentir u prostoru. Dok su tijekom ranog Carstva maritimne vile imale izraženu gospodarsku komponentu, ona se prema kasnijem Carstvu sve više pretvarala u obrambenu (BEGOVIĆ i SCHRUNK 2012). Kao i maritimne luke, i gospodarske luke služile su za ukrcaj i iskrcaj određenih gospodarskih proizvoda. Glavna gospodarska djelatnost antičke Istre povezuje se s maslinarstvom ili vinogradarstvom, dok su drugi važni gospodarski proizvodi bili kamen, vapno, drvena građa, riblji proizvodi i drugi (KONCANI UHAČ 2018, 162-166).

Plovidbeni pravci Jadranskog mora (*Mare Hadriaticum*) počinjali su s Otrantskih vrata koja su predstavljala morsku granicu između Jadrana i Jonskog mora (*Mare Jonium*) (karta 41). Na Jadranu su se osim kolonijalnih luka nalazile i luke gradova, naselja i vila koje su bile sastavni dio uspješne dužobalne plovidbe (KONCANI UHAČ 2018, 88). Nadalje, plovidbom do istarskog poluotoka, na njegovoj istočnoj obali važnu stratešku točku predstavljao je duboko uvučen plominski zaljev u kojem se nalazila luka antičkog municipija Plomina (*Flanona*) (MLAKAR 1962, 37). Ploveći južnije, druga potencijalna sidrišta bila su u današnjim lukama Rabac, Prtlog i Sv. Marina (KONCANI UHAČ 2018, 93). U blizini se nalazio municipium *Alvona* (Labin) pa su brodovi koji su se usidrili u jednu od ovih uvala mogli trgovati na tome području (ZANINOVIĆ 2005, 16-17). Ploveći južnije dolazilo se do Raškog zaljeva koji je duboko uvučen u kopno, a u antici je bio plovan dalje u unutrašnjost nego danas, gdje se nadovezivao na cestovni komunikacijski pravac (vidjeti kartu 5). Ušće rijeke Raše određeno je kao istočna granica predrimske i rimske Histrije (KOZLIČIĆ 1990, 76-83). Zapadnije ulazimo u prostor rimske *Regio* X *Venetia et Histria* kojoj je pripadao najveći dio istarskog poluotoka.

Ploveći prema južnom rtu poluotoka imamo manje uvale u zaljevu Vinjola, a još južnije luku municipija *Nesactium.* Ploveći južnije dolazi se do Medulinskog zaljeva. Razvedene obale Medulinskog zaljeva predstavljale su povoljan geografski i ekonomski položaj za naseljavanje i gradnju ruralnih vila i njihovih lučkih uređaja pa tako ovdje postoji niz manjih i većih uvala koje su mogle biti korištene za sidrenje, a neke od njih predstavljaju lučice rustičnih ili maritimnih vila kojima su gravitirala naselja u unutrašnjosti (KONCANI UHAČ 2018, 161). Sa zapadne strane poluotoka pulska glavna luka jedan je od najbolje zaštićenih prirodnih zaljeva na jadranskoj obali. Ova kolonijalna luka bila je raskrsnica više dužobalnih i

transjadranskih pravaca (KONCANI UHAČ 2018, 97). Zapadna obala Istre imala je velik broj povoljnih uvala za sidrenje čime se pospješilo gospodarstvo, a time i povećala naseljenost pulskog agera. Od Pole prema sjeveru plovidba se odvijala kroz akvatorij Fažanskog kanala i pokraj brijunskog otočja na zapadu (KONCANI UHAČ 2018, 98). Ovdje se prvenstveno odvijao lokalni promet i gospodarska razmjena između vila na brijunskim otocima i vila na kopnu (KONCANI UHAČ 2018, 98-99). Ploveći sjevernije, sidriti se moglo u nizu manjih uvala, među kojima valja spomenuti uvalu Marić, uvalu Sv. Pavao u blizini koje se nalazi i antički kamenolom, te luku Rovinj (*Ruginium*). Limski zaljev je također bio plovan (KONCANI UHAČ 2018, 99), a predstavljao je prirodnu i administrativnu granicu između porečkog i pulskog agera (MATIJAŠIĆ 1988, 27).



Karta 41. Plovidbeni putevi na Kvarneru i oko Istre
(preuzeto iz ZANINOVIĆ 2015, 26).

Na području porečkog agera sidrilo se i isplovljavalo iz luka Vrsar (*Ursaria*) te iz manjih luka koje su bile raspoređene južno od Poreča. Luka antičkog Poreča bila je u prirodno zaštićenom morskom prostoru ograđenim otokom Sv. Nikole i hridi Karbula na jugoistočnoj strani te školjem Barbaran na sjeveroistočnoj strani, a sjeverno od nje brodovi su se mogli sidriti u uvalama Tarska vala i Valeta na području luke Mirne (KONCANI UHAČ 2018, 99). Rijeka Mirna predstavljala je granicu između porečkog i tršćanskog agera. Ploveći sjevernije sidriti se moglo u uvali današnje luke Novigrad (kasnoantička *Emonia*) gdje su u kasnoantičko vrijeme u uvalama Sv. Antona i na rtu Karpinjan izgrađene rimske vile sa svojim pristaništima (MLAKAR 1962, 35). No, najvažnija luka na krajnjem sjeverozapadu poluotoka bila je antička luka Stare Savudrije (*Silbio*) prema kojoj su gravitirale vile iz zaleđa i okolnog obalnog područja. Iz ove luke se trgovina i plovidba nastavljala prema tršćanskom zaljevu. Luka Savudrija predstavljala je vrlo važnu dionicu plovidbenog puta uz zapadnu obalu Istre pa je time njena izgradnja vjerojatno bila planska (KONCANI UHAČ I DR. 2014).

Rimske luke s izgrađenim lučkim uređajima, kao i uvale povoljne za sidrenje navedene su u tablici 20. Lokacije su navedene krećući od sjevera (Savudrije) prema jugu prateći liniju morske obale.

Tablica 20. Popis svih rimskih luka s izgrađenim lučkim uređajima i uvala povoljnih za sidrenje na području hrvatskog dijela Istarskog poluotoka Brojevi odgovaraju onima na karti.

Broj	Ime	Lučka struktura	Područje /ager	Izvor
1	Luka Savudrija	da	*Tergeste*	Koncani Uhač 2018.
2	Uvala Zambratija	da	*Tergeste*	Koncani Uhač 2018.
3	Uvala Kaštel, Sipar	da	*Tergeste*	Koncani Uhač 2018.
4	Katoro	da	*Tergeste*	Koncani Uhač 2018.
5	Luka Umag	da?	*Tergeste*	Koncani Uhač 2018.
6	Umag - Uvala Draga	da	*Tergeste*	Koncani Uhač 2018.
7	Uvala Kocište	da	*Tergeste*	Koncani Uhač 2018.
8	Lovrečica	da	*Tergeste*	Koncani Uhač 2018.
9	Luka Dajla	da	*Tergeste*	Koncani Uhač 2018.
10	Luka Novigrad - Uvala Karpinjan	da	*Tergeste*	Koncani Uhač 2018.
11	Luka Novigrad – Uvala Sv. Antun	da	*Tergeste*	Koncani Uhač 2018.
12	Novigrad – Antenal	nepoznato	*Tergeste*	Milotić 2004.
13	Luka Mirna – Uvala Tarska	da	*Parentium*	Koncani Uhač 2018.
14	Luka Mirna – Uvala Valeta	da	*Parentium*	Koncani Uhač 2018.
15	Luka Črvar	da?	*Parentium*	Koncani Uhač 2018.
16	Uvala Busuja	da	*Parentium*	Koncani Uhač 2018.
17	Uvala Sv. Martin	da	*Parentium*	Koncani Uhač 2018.
18	Uvala Peškera	da	*Parentium*	Koncani Uhač 2018.

19	Luka Poreč	da	*Parentium*	Koncani Uhač 2018.
20	Uvala Mulandrija	da	*Parentium*	Koncani Uhač 2018.
21	Uvala Valkanela	da	*Parentium*	Koncani Uhač 2018.
22	Otok Salamun	da	*Parentium*	Uhač 2019.
23	Luka Vrsar	da	*Parentium*	Koncani Uhač 2018.
24	Uvala Sv. Feliks	povoljna uvala	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
25	Uvala Soline	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
26	Uvala Križ	povoljna uvala	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
27	Uvala Valdibora	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
28	Crveni otok (Sv. Andrija)	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
29	Mučje sike	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
30	Otok Polari	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
31	Uvala Polari	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
32	Luka Veštar	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
33	Uvala Sv. Pavao	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
34	Kolone	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
35	Uvala Marić	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
36	Uvala Lakuža	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
37	Dragonera	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
38	Rt Sv. Grgur	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
39	Mali Brijun - Sv. Nikola	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
40	Vanga – Uvala Nutarnja draga	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
41	Veliki Brijun - Uvala Dobrika	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
42	Veliki Brijun - Uvala Soline	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
43	Veliki Brijun - Uvala Verige	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
44	Luka Fažana	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
45	Rt Mede	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
46	Uvala Valbandon	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
47	Uvala Žunac	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
48	Uvala Monumenti	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
49	Luka Pula	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
50	Uvala Valovine	povoljna uvala	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
51	Uvala Stoja	povoljna uvala	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
52	Uvala Veruda	povoljna uvala	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
53	Uvala Soline	povoljna uvala	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
54	Otok Veliki Frašker	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
55	Uvala Paltana	povoljna uvala	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
56	Uvala Valmižeja	povoljna uvala	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
57	Uvala Stupice	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
58	Luka Pomer	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
59	Vižula	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
60	Pošesi	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
61	Uvala Kuje	povoljna uvala	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
62	Uvala Vela Budava	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.

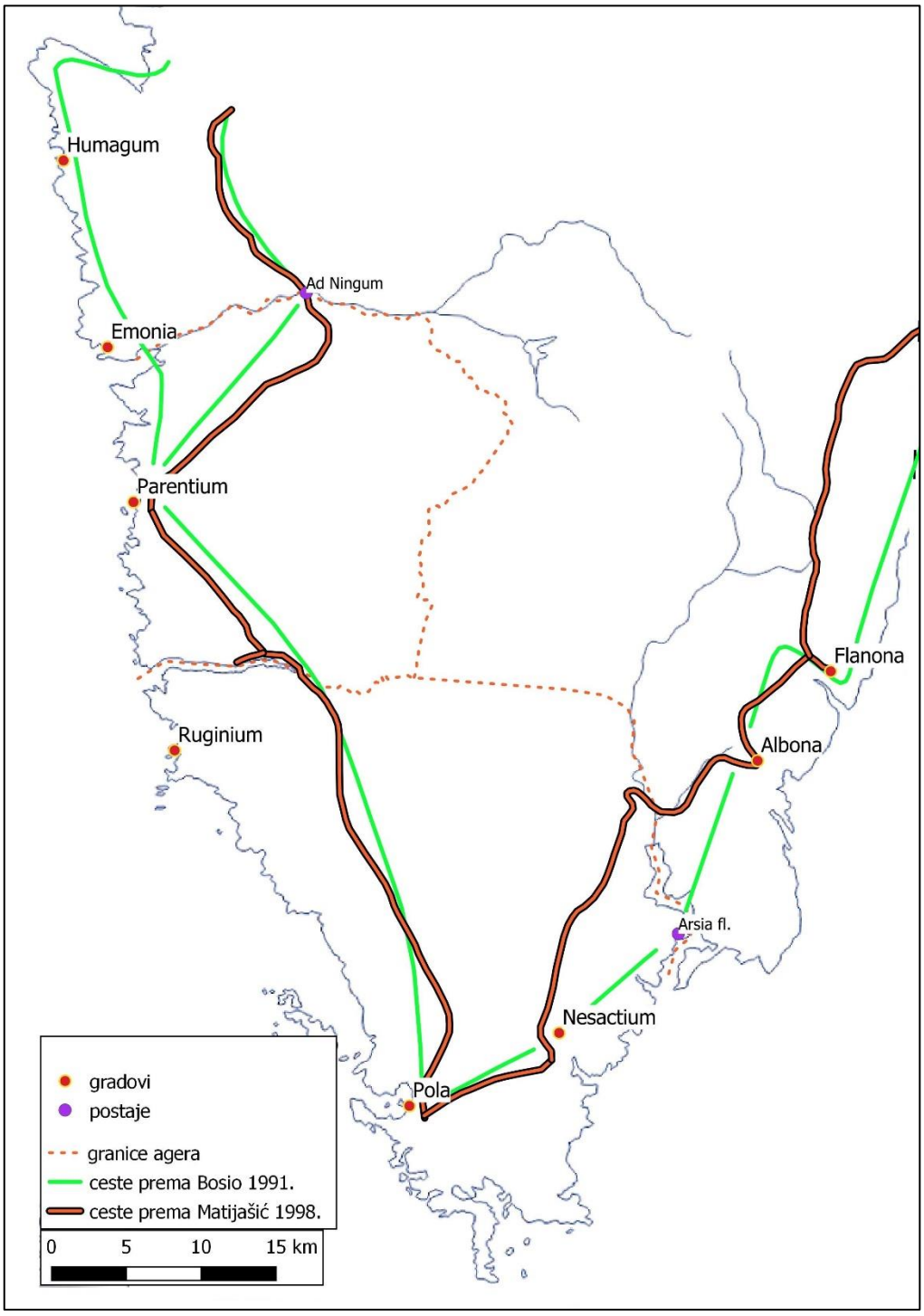
63	Velika Vinjola	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
64	Mala Vinjola	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
65	Duga Uvala	povoljna uvala	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
66	Krnica	povoljna uvala	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
67	Uvala Blaz	da	*Pola*	Koncani Uhač 2018.
68	Trget	povoljna uvala	Liburnija	Koncani Uhač 2018.
69	Uvala Tunarica	povoljna uvala	Liburnija	Koncani Uhač 2018.
70	Sv. Marina	povoljna uvala	Liburnija	Koncani Uhač 2018.
71	Prtlog	povoljna uvala	Liburnija	Koncani Uhač 2018.
72	Luka Rabac	povoljna uvala	Liburnija	Koncani Uhač 2018.
73	Plomin Luka	nepoznato	Liburnija	Koncani Uhač 2018.

10.2 Kopnene prometne veze u antici

Kao što je prije spomenuto, nakon osvajanja i ovladavanja prostorom, Rimljani su postavljali vojne kontrolne točke preko kojih su motrili i intervenirali u slučaju potrebe. Radi bolje povezanosti tih kontrolnih točaka, među njima su se gradile prometnice kako bi se među njima putovalo brže i sigurnije (MATIJAŠIĆ 2009, 195). Kvaliteta izgrađenih cesta uvelike je ovisila o njihovoj vojnoj i gospodarskoj važnosti, a Rimljani su ih gradili na svim područjima koja su osvojili (MATIJAŠIĆ 2009, 195-196). Prometni pravci koji su povezivali važnija gradska naselja i druga središta izvan Istre poznati su samo u osnovnim potezima (karta 42). Dokumentacija rasprostiranja antičkih prometnica uglavnom ovisi o slučajnim nalazima tragova cesta (MATIJAŠIĆ 1998, 420).

Zapadnoistarski dio ceste, koji je spajao Akvileju s Pulom, nazivao se *Via Flavia*. Dva su miljokaza spomenute ceste iz vremena Vespazijana pronađena u Puli i Vodnjanu (MATIJAŠIĆ 1998, 421). Moguće je također postojanje obalnog puta koji je bio duži, a služio je kao podrška pomorskom putu duž zapadne obale Istre. Znakovito je da u kasnoj antici uzduž ove sporedne ceste u sjeverozapadnoj Istri nastaju naselja *Sapparis* (Sipar), *Humagum* (Umag) i *Neapolis* (Novigrad) (MATIJAŠIĆ 1998, 424). Manji putevi vjerojatno su povezivali Poreč i Červar, kao i Poreč s Vrsarom, a južno od Limskog kanala Barbarigu i rovinjsko područje s Pulom (ŠONJE 1991; MATIJAŠIĆ 1998, 425). Pretpostavlja se i postojanje nekoliko antičkih puteva oko Pule, a koji su ovaj antički grad povezivali s današnjim Vodnjanom, Šišanom, Premanturom i Nezakcijem (ŠONJE 1991, 70). Cestu koja je spajala Pulu s Rijekom neki autori također nazivaju *Via Flavia,* odnosno smatraju je njenim produžetkom, no za taj naziv nema dokumentirane potvrde. Ona je iz Pule kretala preko Dvojnih vrata i produžila u gotovo ravnoj liniji do Nezakcija. Jedan se kraći krak vjerojatno spuštao od Nezakcija do Uvale Budava. Cesta je od Nezakcija mogla ići do Barbana gdje bi prelazila Rašu (MATIJAŠIĆ 1998) ili kraćim putem preko Mutvorana do Raškog kanala gdje bi prelazila morem do Trgeta (od lat. *Trajectum*?) (prema BOSIO 1991; MATIJAŠIĆ 1998, 426). Zatim je cesta doticala liburnske municipije u Labinu i Plominu (*Alvona* i *Flanona*) pa se preko njih pružala do Tarsatike, ili današnje Rijeke. Od liburnskih municipija cesta se mogla pružati obalom Liburnije (BOSIO 1991) ili kroz unutrašnjost Istre zapadno od Učke (MATIJAŠIĆ 1998). S druge strane Učke cesta se spuštala do Matulja i Kastva (*Castra*) (MATIJAŠIĆ 1998, 425-426). Malo je vjerojatno da se cesta pružala obalom Liburnije, kako to prikazuje Bosio, zbog nepristupačne i strme istočnoistarske obale (MATIJAŠIĆ 1998, 426). Unatoč tome, sličan pravac pružanja ceste predlaže i Mlakar (1962). Na Tabuli Peutingeriani označen je put od Pule do današnje

rijeke (*Tarsatica*) stoga je on morao postojati, no ona je upisana vrlo shematično pa njezino pružanje, barem prema ovom izvoru, ne možemo sa sigurnošću utvrditi (ŠONJE 1991, 54).



Karta 42. Pretpostavljeni glavni prometni pravci na hrvatskom dijelu Istarskog poluotoka u antičko i kasnoantičko vrijeme (prema BOSIO 1991, MATIJAŠIĆ 1998; osnova za kartu: www.d-maps.com)

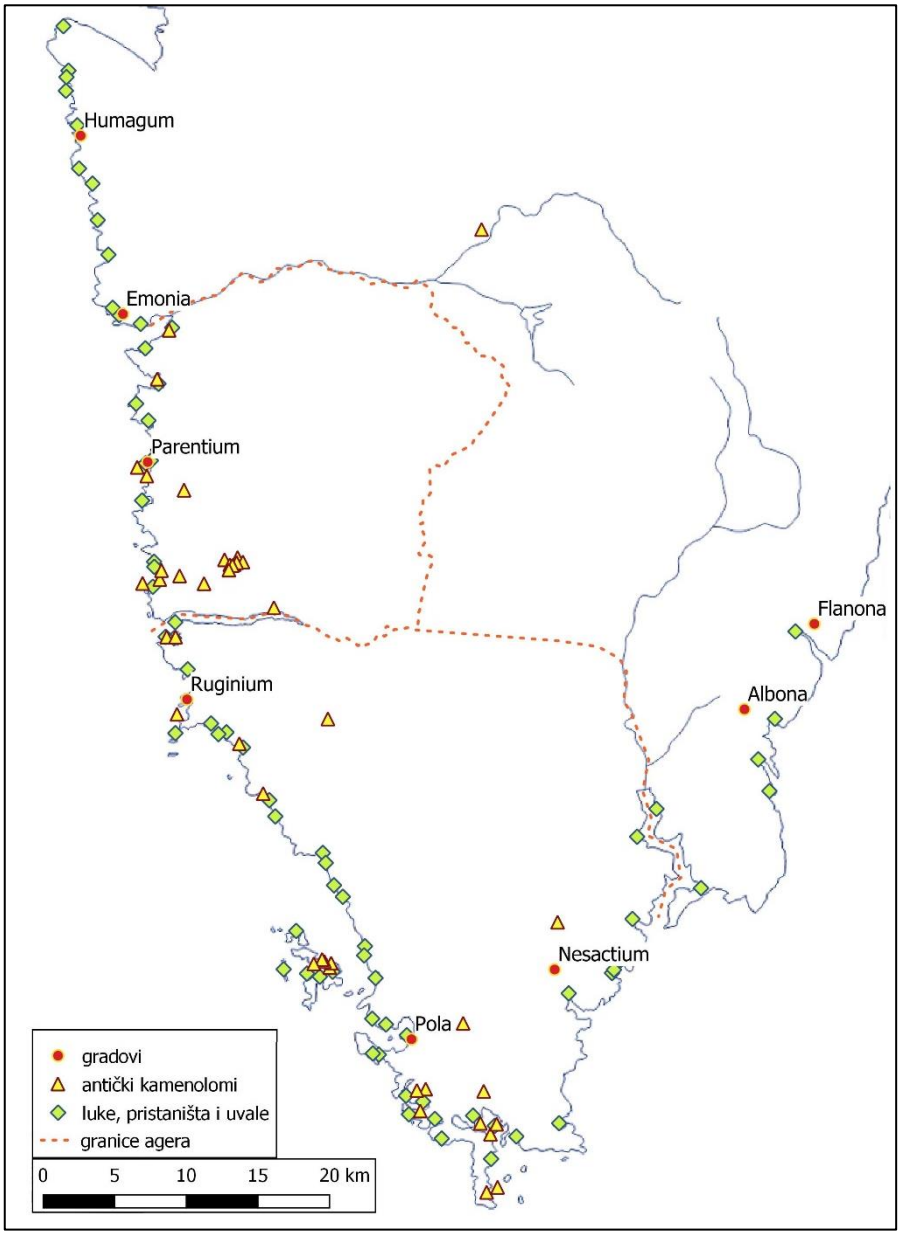
10.3 Prometna povezanost i transport kamena

Kada je u pitanju eksploatacija kamena, vrlo je važno imati na umu izravnu vezu između blizine ležišta kamena i mogućnosti prijevoza s isplativošću njegove uporabe (MATIJAŠIĆ 1998, 395). S obzirom na činjenicu da je vodeni transport, bilo rijekom ili morem, bio najisplativija vrsta prijevoza, kamenolomi iz kojih se vadio kamen za šire tržište su najčešće bili smješteni upravo blizu ušća rijeke ili na obali mora (RUSSELL 2014, 139). Osim toga, u slučaju istarskog poluotoka, cestovni prijevoz robe bio je ograničen na pravce koje su povezivali središnje dijelove sa zapadnom obalom (MATIJAŠIĆ 1998, 292). Kada pogledamo primjer dalmatinskih otoka s velikim brojem antičkih kamenoloma, možemo vidjeti da postoji određena veza između pogodnog položaja za jeftin i isplativ prijevoz kamena i odabira mjesta za vađenje kvalitetnog kamena (PARICA 2012, 345-346). Prvotni razlog otvaranja kamenoloma, dakako, ostaje kvaliteta kamena.

Osim gospodarskih luka, povezanih s ukrcajem i iskrcajem određenih gospodarskih proizvoda, i luke maritimnih vila su imale važan gospodarski značaj. Maritimne vile mogle su, osim stambenih, imati i gospodarske objekte, a njihove su lučke strukture pokrivale ekonomiju iz okolnog zaleđa – preko tih su se luka lokalni proizvodi koncentrirali prema većoj izvoznoj luci, bilo sekundarnoj ili glavnoj. Lokalni proizvodi bili su vezani za određenu djelatnost na mikroregionalnom području (KONCANI UHAČ 2018, 151); jedna od tih djelatnosti mogla je biti upravo kamenarstvo. No, smještaj rimskih lučkih uređaja u neposrednoj blizini kamenoloma ne mora ukazivati na njihovu funkciju kao luke za utovar kamena iz obližnjih kamenoloma. Manji kamenolomi uz obalu mogli su biti korišteni za izgradnju obližnje vile s mulom, ne nužno za distribuciju na šire područje. Kamen vađen iz ležišta mogao se direktno krcati na brod bez izgradnje lučkog uređaja (KONCANI UHAČ 2018, 168). Isto tako, uvale su se mogle koristiti za sidrenje bez potrebe izgradnje lučkog uređaja (KONCANI UHAČ 2018, 144) pa se tako kamen iz udaljenih kamenoloma mogao ukrcavati na brod u uvalama bez izgrađenih luka.

Unatoč tome, većina antičkih kamenoloma u Istri u krugu od dva kilometra ima jednu ili više antičkih luka ili pristaništa. Izuzetak tome su kamenolomi podalje od mora u unutrašnjosti poluotoka: Šandalja – San Daniele, Marčana, Bale – Skačota, kamenolom Biškupovi vrhi, kamenolomi na području današnjeg naselja Flengi te kamenom Sv. Anđeo kod Poreča. Kamen iz ovih kamenoloma mogao se koristiti za potrebe okolnih rustičnih vila, a ako je bio visoke kvalitete, mogao se kopnenim putem prevoziti do najbliže luke. Za kamenolom u Šandalji to bi bila pulska glavna luka, za Marčanu luka u Uvali Budava ili u uvalama Velika i

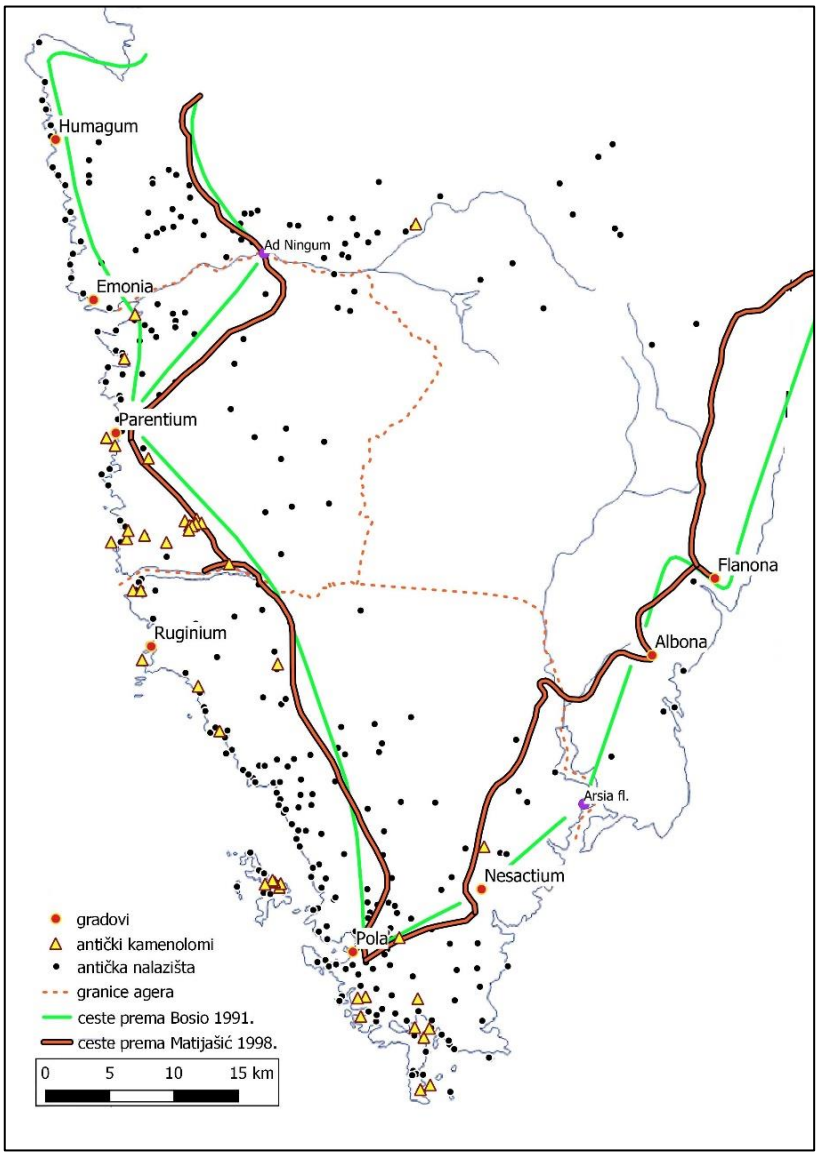
Mala Vinjola, za područje Bala to bile luke u uvali Vištar ili Sv. Pavle kod Rovinja, za Biškupove vrhe i kamenolome na području današnjeg naselja Flengi uvala Valkanela ili luka Vrsar. Kamenolom Sv. Anđeo kod Poreča po svemu sudeći koristio se za izradu sarkofaga stoga je vjerojatno kamen bio korišten lokalno (karta 43).



Karta 43. Položaji antičkih gradova, antičkih kamenoloma, luka i pristaništa te uvala pogodnih za sidrenje na području hrvatskog dijela Istre (prema MATIJAŠIĆ 1998, MILOTIĆ 2004, KONCANI UHAČ 2018, UHAČ 2019; osnova za kartu: www.d-maps.com).

Prema rudarsko-geološkoj studiji potencijala i gospodarenja mineralnim sirovinama Istarske županije (MIKO I DR. 2013) svi navedeni kamenolomi, osim Flengi, nalaze se na području površinskih naslaga vapnenca arhitektonsko-građevne kvalitete (MIKO I DR. 2013, prilog 3). Prema tome, ako se Rimljanima navedeni kamen posebno sviđao, on je mogao biti

izvađen i dopremljen kopnenim putem do najbliže luke za širu distribuciju. Upravo je zato zanimljiva činjenica da se svi navedeni kamenolomi nalaze na udaljenosti manjoj od jednog kilometra od glavnih kopnenih prometnih pravaca antičkog i kasnoantičkog razdoblja u Istri (karta 44). To ukazuje na mogućnost prijevoza kamena na druga mjesta u unutrašnjosti poluotoka, ne nužno prema najbližoj luci. Prema gustoći nalazišta ruralne arhitekture na području Istre (karta 44) možemo zaključiti da je kamen bio itekako potreban za gradnju, u jednu ruku rustičnih vila, u drugu prometnica.



Karta 44. Glavni prometni pravci antičkog i kasnoantičkog razdoblja u Istri, s ucrtanim antičkim kamenolomima i nalazištima antičkog razdoblja (prema BOSIO 1991, MATIJAŠIĆ 1998, BULIĆ 2014; osnova za kartu: www.d-maps.com).

11. RASPRAVA

Na početku našeg rada postavili smo nekoliko hipoteza. Pretpostavili smo postojanje određene razmjene ili trgovine rožnjaka (u širem smislu) između prapovijesnih zajednica. Također smo pretpostavili pojavu drugih komunikacijskih ruta početkom iskorištavanja druge vrste sirovina, odnosno karbonatnih sedimentnih stijena. Iskorištavanjem navedene sirovine na sustavni način antičke su zajednice imale veći utjecaj na krajolik od zajednica koje su im prethodile, što je bila naša treća hipoteza.

Litička analiza cijepanih kamenih izrađevina s nalazišta Kargadur i Vižula omogućila je donošenje prvih zaključaka o kolanju sirovine za vrijeme neolitika. Kargadur je nalazište iz ranog i srednjeg neolitika nedaleko Ližnjana. Analizirani skup cijepanih litičkih izrađevina iz sonde 3 broji 2184 komada. Najveći broj izrađevina tijekom ranog neolitika izrađen je iz rožnjaka s obližnjeg ležišta na poluotoku Marleri, dok je druga najzastupljenija sirovina s poluotoka Vižule. No, u horizontima srednjeg neolitika pada broj izrađevina iz sirovine s Vižule, gotovo 10%, dok raste broj sirovine s Marlere te strane sirovine, one s područja sjeverne Italije (PERESANI I DR. 2016). Bitno je spomenuti i fragmente opsidijana pronađene u slojevima srednjeg neolitika, a koji dolaze s liparskog otočja, daleko najpopularnijeg izvorišta opsidijana za neolitička naselja na istočnoj jadranskoj obali (TYKOT 2014, 176-179). Dva fragmenta opsidijana pronađena na području Istre dolaze iz karpatskih izvora (TYKOT 2014, 178). Prisutnost opsidijana nam također svjedoči o razgranatoj mreži trgovine i razmjene s jednom prednošću: izvorište opsidijana može se geokemijski vrlo precizno odrediti, čak i između nekoliko ležišta na jednom području (TYKOT 2014, 174), što čini istraživanje provenijencije i kontakata između populacija u prapovijesti olakšanim. Smatra se da je liparski opsidijan na područje Jadrana došao preko mora, zaobilazeći južnu Italiju, no postoji mogućnost i kopnenog puta iz Tirenskog mora do istočne obale Jadranskog mora (TYKOT 2014, 178). Na neolitičkim nalazištima Danilo, Pokrovnik i Sušac također je zastupljen liparski opsidijan, dok je na Danilu i Pokrovniku nađeno nekoliko ulomaka karpatskog opsidijana, a na Sušcu dva ulomka opsidijana s otoka Palmarola u Tirenskom moru (TYKOT 2014, 178-179).

Sličnu strategiju pribavljanja sirovina imali su i stanovnici Pupićine peći u kanjonu Vele drage u kojoj su pronađeni slojevi srednjeg i kasnog neolitika te ostali mlađi prapovijesni slojevi. Tijekom starije faze srednjeg neolitika zastupljenost lokalne sirovine je dominantna, a situacija se mijenja tijekom mlađe faze srednjeg neolitika kada su „svijetli“ (strani) rožnjaci zastupljeni i do 58%. U kasnoneolitičkoj fazi Pupićine peći pojavljuje se i opsidijan (FORENBAHER 2006, 238). Suprotno vrijedi za Velu peć koja se nalazi preko puta Pupićine.

U fazi kasnog neolitika opada zastupljenost „svijetlih“ rožnjaka u odnosu na fazu srednjeg neolitika, a raste zastupljenost lokalnih „tamnih“ i „crvenkastih“ rožnjaka (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008, 14).

Još jedno nalazište koje smo analizirali tijekom našeg doktorskog rada je Vižula. Ovo ranoneolitičko nalazište smješteno je na istoimenom primarnom ležištu rožnjaka koji predstavlja i najzastupljeniju sirovina među izrađevinama (CODACCI 2002 i četvrto poglavlje našeg rada). Naš skup analiziranih nalaza broji 2834 komada, a njih 95,2% izrađeno je iz sirovine s Vižule koju smo podijelili u tri kategorije ovisno o kvaliteti sirovine. Prisutna su samo tri komada strane sirovine.

Sva navedena nalazišta – Kargadur, Pupićina peć, Vela peć i Vižula – imali su lokalno dostupni rožnjak unutar zračne udaljenosti od četiri kilometra. Za Pupićinu i Velu peć to su ležišta koja je terenskim pregledima ustanovio P. Pellegatti: Gabrova gorica, Gradec i Kupice na južnim obroncima Ćićarije, a za Kargadur i Vižulu: Marlera i Vižula. Istraživanja ukazuju na to da su rudnici rožnjaka ponekad bili vlasništvo cijele jedne zajednice, no da su unatoč tome i druge grupe mogle dobiti dozvolu za korištenje (ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ 2010, 120-121 i literatura tamo). Čini se kako je to slučaj i s ležištima na Vižuli i Marleri, ali i s onima u sjevernoj Italiji, kojima su imali pristup zajednice koje su živjele na Vižuli i Kargaduru. Prema radiokarbonskim datumima, naselja su istovremena, stoga su zajednice morale doći u kontakt prilikom ekspedicija po traženu sirovinu.

Pokazatelj trgovine kvarnerskog dijela Jadrana s udaljenim ležištima za vrijeme srednjeg neolitika predstavljaju i dva nalaza rožnjaka iz Vorganjske peći na Krku (SIROVICA I DR. 2021). Nedavnim istraživanjem pronađene su dvije izrađevine iz rožnjaka; jedan odbojak iz sloja s danilskom keramikom i jedno sječivo iz sekundarnog konteksta, a oba svojim vizualnim karakteristikama odgovaraju sličnim rožnjacima zabilježenim na ležištima u sjevernoj Italiji i na Garganu (SIROVICA I DR. 2021, 14-15).

Čini se kako je na području istočnog Jadrana, točnije današnje Dalmacije, prijelaz na zemljoradnju ujedno označio i skoro potpuni prijelaz na strani visokokvalitetni rožnjak s ležišta Gargano (FORENBAHER 2021, 128). Forenbaher navodi primjer špilje Nakovane gdje se rožnjak s Gargana koristio u većoj mjeri nego što je to slučaj s lokalnim rožnjakom, i to počevši od najranijeg neolitika do kraja brončanog doba kada je iščeznuo iz upotrebe (FORENBAHER I PERHOČ 2015, 65-66). Pretpostavlja se da ranoneolitički zemljoradnici kao pridošlice na istočnoj obali Jadrana nisu posjedovali znanje o lokalnim ležištima rožnjaka te su stoga sa sobom donijeli rožnjak s poznatih ležišta kao što je Gargano. To bi ukazivalo na to da je migracija, odnosno seoba zajednica, predstavljala važnu ulogu u razvoju i širenju zemljoradnje

iz Apulije u Dalmaciju (FORENBAHER 2021, 129).

Jedno od najranijih nalazišta neolitika na području Dalmacije, Rašinovac, datira u prvo stoljeće 6. tisućljeća prije Krista (PODRUG I DR. 2018, 47). Osim keramičkih nalaza impresso kulture, pronađeno je i 70 litičkih izrađevina, velik dio kojih se nije moglo pobliže petrografski odrediti jer im je izmijenjen primarni izgled (38,3% težinskog udjela) (PODRUG I DR. 2018, 64-67). No, unatoč tome, ostali rožnjaci petrografski su opredijeljeni kao lokalni dijagenetski rožnjaci iz donjoeocenskih ili srednjoeocenskih slojeva foraminiferskih vapnenaca (prepoznatljive su paleogenske foraminifere numuliti i diskocikline; oko 60,1% težinskog udjela odredivih rožnjaka) te rožnjaci s ležišta Gargano na zapadnoj jadranskoj obali (oko 34,4% težinskog udjela) (PODRUG I DR. 2018, 70-73). Analiza sirovina s ostalih neolitičkih nalazišta u Dalmaciji, među kojima su Danilo, Smilčić, Pokrovnik, Crno Vrilo i Velištak, trenutno je u tijeku. No, već nam preliminarni podaci ukazuju na činjenicu da je rožnjak s Gargana bio često korišten i omiljena sirovina neolitičkog razdoblja (FORENBAHER 2021, 128-129).

Keramički nalazi s Palagruže govore o posjećenosti otoka od šestog do prvog tisućljeća prije Krista, točnije od razdoblja neolitika do željeznog doba. No, više od 90% kronološki osjetljivih fragmenata keramike spada u treće tisućljeće prije Krista te bi stoga pripadali ljubljansko-jadranskoj ili cetinskoj kulturi (FORENBAHER 2018, 20-22). Analiza litičkih nalaza s Palagruže, točnije s nalazišta Salamandrija, pokazala je da su oni izrađeni gotovo isključivo iz rožnjaka s ležišta Gargano (FORANBAHER 2021, 129; PERHOČ 2018, 56-57), što ukazuje na popularnost ove sirovine duboko u treće tisućljeće kao što su istraživanja ove sirovine i rudnika na rtu Gargano pokazala (TARANTINI I DR. 2010; TARANTINI I DR. 2011).

Kad je u pitanju proizvodni postupak, karakteristika neolitika na istočnoj jadranskoj obali je fokus strategija redukcije na izradu sječiva (KAČAR 2019, 360). Takva sječiva na području Dalmacije, ali i Apulije vjerojatno su izrađena tehnikom pritiska koja je drugačija i kompleksnija od one korištene za vrijeme kasnog mezolitika i industrije kastelnovijena (KAČAR 2021, 806). Iako je tehnika pritiska poznata još od gornjeg paleolitika (INIZAN I DR. 1999, 32), široko je rasprostranjena postala tek od kasnog mezolitika (KAČAR 2019, 358 i literatura navedena tamo), no tehnika pritiska pomoću poluge svakako je neolitička inovacija koja je na naša područja došla s Istoka (KAČAR 2021, 806-807).

Geokemijske analize rožnjaka koje su provedene u sklopu ovog rada pokazale su određeni potencijal kojim bismo u budućem radu mogli rasvijetliti problematiku istraživanja

provenijencije rožnjaka. Četiri smo uzorka poslali u kanadski laboratorij Bureau Veritas u Vancouveru, a 20 uzoraka (10 s Vižule i 10 s Marlere) analizirano je u laboratoriju Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo. U četiri uzorka analizirana u Kanadi ističe se zastupljenost elemenata nikla, molibdena i rubidija na koje bismo trebali obratiti posebnu pozornost u budućim analizama. Hrvatske analize upućuju na elemente litij, bor, selen, stroncij i uran te spoj magnezijev oksid kao od posebne važnosti prilikom razlikovanja različitih ležišta rožnjaka. Ovi podaci ukazuju na potrebu za dodatnim geokemijskim analizama ležišta rožnjaka na području Istre.

Važnost rožnjaka kao sirovine opada u mlađoj prapovijesti, iako ne nestaje potpuno, što se vidi po prisutnosti cijepanih kamenih izrađevina u brončanodobnim horizontima nalazišta Vela peć (FORENBAHER I NIKITOVIĆ 2007-2008). Poznati su i primjerci projektila, odnosno vrhova strelica izrađenih iz rožnjaka koji su se koristili tijekom bakrenog i brončanog doba (na primjer na Palagruži – FORENBAHER 2018; projektili s područja Srbije o kojima je pisao ŠARIĆ 2005). No, stanovnici gradinskih naselja brončanog i željeznog doba na području Istre za potrebe svakodnevnog života trebali su drugu sirovinu u većim količinama – karbonatne sedimentne stijene. Njima su opasali svoja naselja gradeći suhozidne bedeme za što je bila potrebna velika vještina i znanje te kvalitetan, pretpostavljamo brončani alat. Sirovinu za gradnju bedema uzimali su s vrhova brežuljaka na kojima su se željeli nastaniti. To nam je potvrdila mikropetrografska analiza kamenih blokova s bedema na Glavici i Mukabi u općini Vrsar – vapnenački kameni blokovi vađeni su su u neposrednoj blizini naselja. No, ovdje nije bila riječ o sustavnoj eksploataciji kamene sirovine, već o eksploataciji za potrebe jednog naselja. Sličan pristup brončanodobni stanovnici imali su i prema sirovinu koju će koristiti za ukop pojedinih članova zajednice. Za izradu kamenih škrinja u kojoj su položeni pokojnici također su bile korišteni izdanci matične stijeni dostupni na licu mjesta. To smo potvrdili mikropetrografskom analizom jedne ploče kamene škrinje s nalazišta Milovići u općini Vrsar. Na to je ukazivala i matična stijena koja se može vidjeti blizu samog tumula, a koja se lomi horizontalno u obliku ploča iste debljine kao i one koje čine kamenu škrinju. U ovom razdoblju riječ je o „masovnoj upotrebi kamena“ (PARICA 2014a, 170), sudeći po naseobinskim i funerarnim strukturama.

Iako su na području Dalmacije zabilježene megalitske prapovijesne fortifikacije izgrađene pod utjecajem helenizma (na primjer Lergova gradina i Nadin), sličnog utjecaja nije bilo na području Istre. I u slučaju megalitskih fortifikacija na području Dalmacije riječ je o iskorištavanju prirodno uslojenih naslaga vapnenaca koji sadrže vertikalne i horizontalne

slojnice, stoga ovakvo iskorištavanje stijenske mase rezultira relativno pravilnim kamenim blokovima kojima nije potrebno puno dodatne obrade (PARICA 2014a, 170). U slučaju Lergove gradine, kamen se za gradnju izrazito kvalitetnih i preciznih fortifikacija vadio u neposrednoj blizini gradine, na barem dva mjesta (PARICA 2014a, 15). Bedemi gradine Nadin također su izrađeni iz kamena izvađenog u neposrednoj blizini, a za što su korištene prirodne slojnice naslaga (PARICA 2014a, 42).

Dolaskom Istarskog poluotoka pod rimsku upravu, iskorištavanje kamene sirovine postalo je sustavno. U literaturi se spominje dvadesetak kamenoloma čija se eksploatacija datira u antičko razdoblje, a među poznatijima i vrlo dobro istraženima, što arheološki, što geološki, jest vinkuranski kamenolom Cave Romane. U novije vrijeme otkriveno je još nekoliko kamenoloma čije karakteristike eksploataciju također smještaju u razdoblje trajne rimske prisutnosti na poluotoku. Neki od njih pronađeni su pregledom topografskih karata, dok su drugi pronađeni na području Općine Vrsar pomoću vizualizacije ALS (*Airborne Laser Scanning*) podataka. Kamenolomi su otvarani najčešće na obali mora što je olakšavalo prijevoz kamenih blokova, no za potrebe naselja i zajednica u unutrašnjosti poluotoka, kamenolomi su otvarani gdje je kamena sirovina bila potrebna. Primjer toga je manji kamenolom kod današnjeg naselja Bale. Osim ekstrakcije kamenih blokova, u kamenolomu su se odvijali i ostali koraci modifikacije blokova. U kamenolomima Biškupovi vrhi i Pješčana uvala vidjeli smo da se izdubljivanje i grubo oblikovanje blokova odvijalo na mjestu ekstrakcije kako bi se smanjila težina i olakšao prijevoz izvađenih blokova.

Napušteni kamenolomi pločastog vapnenca na području Raklja ukazuju na problematiku korištenja tragova alata na stijenama kao databilni motiv. Vapnenac je na ovom području karakteristično tanko uslojen što većinom rezultira nedostatkom tragova eksploatacije No, kamenolomi se nalaze na mjestu pogodnom za transport, dok pločasta priroda vapnenca olakšava ekstrakciju te ga čini pogodnim za popločenja objekata kao što je pulski Amfiteatar, kao što su pretpostavili neki autori (JURKIĆ 1997, ZLATUNIĆ 2006).

Lasersko skeniranje iz zraka općine Vrsar omogućilo nam je otkrivanje velikog broja kamenoloma zaraslih u vegetaciju. Novopronađeni kamenolomi odlikuju se sličnim karakteristikama: većinom su grupirani na vrhovima brdašaca, relativno su malih dimenzija i pokazuju tragove alata na stijeni, a sadrže i pašarine širine između 15 i 30 centimetara. Svi su kamenolomi ispunjeni sedimentom ili vodom te zarasli u gustu vegetaciju pa se bez većeg

zahvata ne mogu u potpunosti dokumentirati. Arheološko istraživanje kamenoloma na položaju Biškupovi vrhi pokazalo je da se dna kamenoloma mogu skrivati i ispod nekoliko desetaka centimetara sedimenta; u ovom slučaju lice kamenoloma bilo je visoko oko dva i pol metra. Na drugom dijelu istog kamenoloma visina lica iznad sedimenta iznosi oko tri metra, dok bi se dno kamenoloma moglo pronaći jedino iskopavanjem. Stoga bilo kakve procjene o eksploatiranom volumenu kamena iz ovog, ali i iz ostalih kamenoloma, ne bi bile precizne, a shodno tome ni korisne. Kamen koji se eksploatirao u kamenolomu Biškupovi vrhi vrlo je homogenog izgleda, relativno mekan za obradu, iako kompaktan prilikom udara. U prilog tezi da su se ovdje vadili kameni blokovi za izradu sarkofaga idu pašarini vidljivi u kamenolomu na nekoliko mjesta, a koji govore o dimenzijama kamenih blokova. Kamenolomi Flengi 4 i Flengi 7, kao i kamenolom na položaju Prekijov vrh 2, također u blizini naselja Flengi, svojim dimenzijama govore o intenzivnoj kamenarskoj aktivnosti na ovom području. Riječ je o najvećim kamenolomima koji su dokumentirani terenskim pregledima. Svi se nalaze na naslagama formacije Muča jurske starosti, porozni su te stoga relativno mekani za ekstrakciju i obradu. Pretpostavljamo da je upravo njihova poroznost razlog otvaranja velikog broja kamenoloma na ovim naslagama.

Reambulacija poznatih kamenoloma je u slučaju kamenoloma na otočiću Premanturski školjić pokazala da je ova vrsta aktivnosti dobrodošla. Osim što su otkrivena dva nova kamenoloma na samom otoku, njihov ponovni pregled omogućuje nam dokumentiranje te kasnije i usporedbu karakteristika i tlocrta; od tragova alata koji su još danas vidljivi na stijeni, do pašarina, ali i dimenzija kamenih blokova koji su vađeni na takvim mjestima. Time možemo dobiti informacije o potrebi lokalnog stanovništva, odnosno funkciji kamenih blokova nakon same eksploatacije. Petrografski uzorci iz kamenoloma omogućuju izradu referentne zbirke litotipova vapnenaca korištenih u antici. S druge strane, neki kamenolomi spomenuti u literaturi danas se koriste u druge svrhe. Primjer toga je kamenolom na položaju Monte delle Arni kod Rovinja koji je danas turistički kamp, a u kojem su do prije dvadesetak godina još stajali antički sarkofazi. Osim toga, i kamenolom Cave Romane kod Vinkurana danas se koristi za koncerte zbog izvrsne akustike prostora, a same litice koriste i penjači. Stoga je monitoring stanja i trenutnog korištenja kamenoloma vrlo bitan za čuvanje ovih oblika kulturne baštine. Problem prilikom dokumentacije kamenoloma predstavljaju oni moderni koji svojom recentnom aktivnošću prekriju eventualne tragove antičke eksploatacije pa postojanje antičkih kamenoloma na takvim mjestima ostaje samo na pretpostavci. Primjer toga je kamenolom Sv. Stjepana na sjevernoj obali Mirne čija antička faza eksploatacije ostaje samo na pretpostavci

temeljenoj na mineraloško-petrografskoj analizi epigrafskog spomenika s područja Vižinade.

Nakon vađenja kamenih blokova, oni su se transportirali kopnenim prometnicama ili morskim putevima. Gradnja lučkih uređaja u uvalama i cesta na kopnu također je utjecalo na izgled krajolika, ali i na povezanost antičkih zajednica. Većina kamenoloma na obali nalazi se unutar dva kilometra udaljenosti od neke luke, osim: kamenoloma u Marčani, kod naselja Bale, u unutrašnjosti općine Vrsar (Flengi i Delići), na sjevernim padinama Limskog zaljeva te kamenolom Sv. Stjepana uz rijeku Mirnu. Za kamenolom u Marčani pretpostavljamo da je korišten za potrebe obližnjeg Nezakcija, a onaj kod naselja Bale vjerojatno su koristili stanovnici obližnjih rustičnih vila. U blizini Bala nalaze se tri antička nalazišta: Mala Gospa, Soruga i Čubani, a na njima su zabilježeni antička arhitektura, vodospreme i kamenice (MATIJAŠIĆ 1998, 194-199; BULIĆ 2014, 344). Kamenolom Sv. Stjepan služio je za izradu funerarnih spomenika, na što upućuje naša mineraloško-petrografska analiza, a pretpostavljamo i za druge (građevne) svrhe. Za kamen iz kamenoloma u Marčani znamo da je bio tražen u obližnjoj Puli, što su pokazale naše mineraloško-petrografske analize na dva spomenika pronađena na širem području grada. Moguće je i da su se kameni blokovi iz ovih kamenoloma cestama vozili do obližnje luke za daljnju distribuciju. Duž istočne i zapadne obale Istre postojao je cijeli niz rimskih luka koje su ovaj poluotok spajale sa cijelim Jadranom i šire (KONCANI UHAČ 2018), a poznato je da je tijekom novog vijeka istarski kamen bio poznat po svojoj kvaliteti te vrlo često tražen u Veneciji (LAZZARINI 2012).

Na području provincije Dalmacije nalazište najkvalitetnije sirovine određivalo je mjesto eksploatacije, a popratni infrastrukturni objekti, kao što su lučke instalacije, prilagođavali su se kamenolomima (PARICA 2014a, 171). Primjer antičkog foruma u Zadru također nam pokazuje da je kvalitetna kamena sirovina bila tražena te dopremana iz udaljenijih područja. Primjerice, važniji kameni elementi kao što su kanelirani stupovi, are i ostali kameni blokovi izrađeni su iz kamena dopremljenog iz kamenoloma Sv. Ilija kod Trogira koji se nalazi oko 100 km zračne udaljenosti od Zadra. Neki su arhitektonski elementi porijeklom iz kamenoloma Savar na Dugom otoku, oko 18 km zračne udaljenosti jugozapadno od Zadra. S druge strane, sirovina za izradu završnog vijenca nad frizom vjerojatno je porijeklom iz kamenoloma u Splitskoj na otoku Braču, 20 km zračne udaljenosti jugoistočno od grada Splita. Smatra se kako je težnja bila na razlici u boji vapnenaca iz različitih kamenoloma (PARICA 2014a, 171).

I dok su priobalni kamenolomi eksploatirani za gradnju gradova na obali Jadranskog mora, u unutrašnjosti provincije Dalmacije postojao je „čitav niz manjih kamenoloma ... u

kojima se vadio kamen za lokalne potrebe stanovništva određene regije ili manjih provincijskih mjesta“ (ŠARIĆ 1980, 115). Primjer toga vidimo u kamenolomu Prozor nedaleko Otočca u Lici. Iako se o kamenolomima u unutrašnjosti provincija, daleko od obale mora, zna vrlo malo, smatra se da su i oni pridonijeli romanizaciji navedenih krajeva. Kamenolom u Prozoru govori nam o kamenarskoj djelatnosti stanovništva tog kraja u antici te istovremeno čuva baštinu domaće, lokalne kamenarske tradicije (ŠARIĆ 1980, 116).

Korištenje lokalnog kamena u unutrašnjosti rimske provincije Dalmacije[29] proučavali su i E. Lozić i I. Rižnar (LOZIĆ & RIŽNAR 2018, LOZIĆ 2021). Oni su proveli makropetrografsku analizu vapnenačkih nadgrobnih spomenika s tri različita područja u Bosni i Hercegovini – Bihaća, Konjica i Srebrenice. Spomenici s ovih prostora izrađeni su od tri različita litotipa vapnenca definirana petrografskom analizom i određena kao litotip A, B i C. Jedan izuzetak obuhvaća spomenik izrađen od tzv. litotipa H (LOZIĆ I RIŽNAR 2018, 916-917). Kasnije su locirali nekoliko potencijalnih izvora koristeći geološke karte i moguće prijevozne rute. Njihovo istraživanje pokazalo je da se kamen za spomenike nabavljao lokalno u svakoj regiji; udaljenost od izvorišnog područja kamena za izradu bihaćkih spomenika iznosila je jedan kilometar, dok je udaljenost izvorišta kamena za spomenike s područja Konjica iznosila tri kilometra. Izuzetak je izvorište litotipa vapnenca C koji se koristio za spomenike oko Srebrenice, a koje je udaljeno 55 kilometara. Osim toga, pretpostavili su da je kamen putovao do Srebrenice rijekom Drinom (LOZIĆ I RIŽNAR 2018, 921). Rezultati njihova istraživanja ističu jedan važan aspekt iskorištavanja kamena – mogućnost njegova prijevoza. Prometna povezanost određenog područja imala je važnu ulogu u razvoju trgovine u koju spada i trgovina kamenom sirovinom (LOZIĆ 2021, 10).

Među poznatije kamenolome na području Desete regije, a izvan granica današnje Istarske županije i Republike Hrvatske svakako spadaju oni nedaleko Trsta. Riječ je o kamenolomima kod Nabrežine iz kojih se vadilo nekoliko različitih litotipova vapnenaca poznatijih pod komercijalnim imenima – Aurisina Chiara, Aurisina granitello, Aurisina Roman Stone i Aurisina fiorita, a kojim se pretežito opskrbljivala Akvileja počevši od drugog stoljeća prije nove ere. Kamen se koristio za gradnju stambenih i inih zdanja te za spomenike, ali se i izvozio diljem Jadranske obale i njenog zaleđa (PREVIATO 2018, 934). Pretpostavlja se da je iz ovih kamenoloma izvađen kameni monolitni blok za Teodorikov mauzolej u Raveni izgrađen u 6. stoljeću (PREVIATO 2018, 934). Postoji hipoteza da su u antici nabrežinski

[29] Unutrašnjost rimske provincije Dalmacije obuhvaća današnje dijelove Hrvatske, Bosne i Hercegovine, zapadne Srbije, i Crne Gore.

kamenolomi bili pod direktnom upravom kolonije Akvileje od koje su udaljeni oko 30 kilometara, a spajala ih je i cesta koja se pružala od antičke *Tergeste* do kolonije Akvileje. Kako se kamenolomi nalaze nedaleko od mora, kameni blokovi većinom su prevoženi brodovima. Problem je predstavljala visinska razlika u terenu između kamenoloma i mora koja je prevaziđena klesanjem rampe u stijeni. Sličan način prijevoza kamenih blokova do mora upotrijebljen je i krajem 19. stoljeća u istim kamenolomima (PREVIATO 2018, 935-936). Geološka starost tršćanskog krasa na kojem se nalaze kamenolomi Aurisina pretpostavlja se od krede do donjeg eocena. Nabrežinski vapnenac nataložen je u razdoblju između turona i kasnog senona tijekom gornje krede, a karakteristični i prepoznatljivi fosili su rudisti (MARITAN I DR. 2003, 366).

Kopnom se kamen iz Aurisine prevozio do antičkih gradova *Emona* i *Nauportus* na području današnje Republike Slovenije, a nekada također u sastavu Desete regije, gdje je korišten tijekom razdoblja kasne republike kada još nisu bili aktivni lokalni kamenolomi (ŠAŠEL-KOS 1997, 58; GASPARI 2014, 174). Kasnije, kad su otvoreni kamenolomi donjojurskog vapnenca koji se nalaze bliže Ljubljani, uvoz nabrežinskog vapnenca je postao rjeđi (DJURIĆ I RIŽNAR 2017, 141). Uvezeni su i mramori iz kamenoloma u Gummernu i na Pohorju koji nisu korišteni za javnu i privatnu arhitekturu, već kao dekoracija u obliku obložnih ploča na podu ili zidovima u tehnici *opus sectile* (DJURIĆ I RIŽNAR 2017, 140-143). Isto vrijedi i za luksuzni kompleks rimske vile u uvali Verige na Velom Brijuni čiji su zidovi i podovi bili obloženi uvezenim mramorom, a pretpostavlja se da je vila bila ukrašena i luksuznim skulpturama izrađenima od mramora, a kasnije uništenima (PAVLETIĆ I GOBIĆ-BRAVAR 2018, 880). Za arhitektonske elemente rimskog kompleksa korišten je lokalni vapnenac vađen u nekoliko kamenoloma koji se interpretiraju kao antički (ŠONJE 1980, 152; MATIJAŠIĆ 1998, 397-398). Luksuzni mramor uvezen je i za dekoraciju Dioklecijanove palače (MARASOVIĆ I DR. 2018) te rimske vile u Sorni kod Poreča (GOBIĆ-BRAVAR 2018), da spomenemo samo neke.

No, glavni dekorativni kamen koji se koristio u Emoni bio je vapnenac sive do crne boje i donjojurske starosti iz kamenoloma u Podpeču, oko 14 kilometara jugozapadno od Ljubljane. Smatra se da su tragovi antičke eksploatacije u kamenolomu izbrisani recentnim iskorištavanjem, no mikropetrografska analiza 54 uzoraka iz antičke Ljubljane potvrdila je da se podpečki vapnenac koristio u ovoj antičkoj koloniji (DJURIĆ I DR. 2018, 107). Početak eksploatacije u podpečkim kamenolomima datira u 1. stoljeće prije Krista (DJURIĆ I RIŽNAR 2017, 124), dok se kao arhitektonski kamen počeo masivno iskorištavati tek od 2. stoljeća prije Krista (GASPARI 2014, 174). Na lokaciji Podutik udaljenoj oko pet kilometara od Ljubljane

također se iskorištavao donjojurski vapnenac i to vjerojatno od samog začetka kolonije (DJURIĆ I RIŽNAR 2017, 124). S druge strrane, arhitektonski kamen za izgradnju gradskih zidina i inzula kolonije vadio se na položaju Grajski grič, danas dio grada Ljubljane (GASPARI 2014, 174; DJURIĆ I RIŽNAR 2017, 126). Riječ je o pješčenjaku nataloženom za vrijeme gornjeg paleozoika ili gornjeg karbona. Osim pješčenjaka, koristio se i sitnozrnati konglomerat. Neogenski vapnenac vađen na nekoliko lokacija u blizini Moravče koristio se tek u trećem stoljeću, dok se tuf s položaja Peračica koristio za vrijeme kasne antike. Navedeni kamenolomi udaljeni su najviše 32 kilometra od Ljubljane (DJURIĆ I RIŽNAR 2017, 124), što se slaže s tezom B. Russella o najvećoj udaljenosti s koje se doprema glavna sirovina za jedan grad – između 20 i 30 kilometara (RUSSELL 2014, 65).

Mineraloško-petrografska analiza koristan je alat za proučavanje iskorištavanja sirovina u prapovijesti i antici. Naša analiza pokazala je da je za izradu temelja zidova na antičkim zdanjima na Monte Riccu i Finidi korištena sirovina koja je dostupna neposredno na nalazištu. Isto vrijedi i za kameni recipijent za proizvodnju ulja pronađen na Finidi. Jedan od rijetkih primjera mineraloško-petrografskih analiza provedenih na građevnom materijalu rimskih rustičnih vila je onaj na nalazištu u Červaru kod Poreča gdje su dobiveni isti rezultati – građevni materijal bio je donjokredni vapnenac lokalne provenijencije (JURKIĆ 1978, 432). Obluci korišteni za (pretpostavljeno) popločenje dvorišta na Monte Riccu prirodni su i vjerojatno uzimani sa sjeverne obale Limskog zaljeva na mjestu naslaga Monsena, na što nam ukazuje mineraloško-petrografska analiza te karakteristični mikrofosili. Danas se na tom mjestu na obali ne mogu pronaći obluci, pretpostavljamo zbog dizanja razine mora.

Tesere mozaika predstavljaju posebnu problematiku u mineraloško-petrografskoj analizi. Tesere s Monte Ricca dimenzija su oko 11 mm x 11 mm x 11 mm što predstavlja vrlo mali uzorak. Unatoč tome, za dvije tamne tesere pretpostavili smo da je starost kamena iz kojeg su izrađene gornja kreda, točnije formacija Sveti Duh. U bijelim teserama, zbog malih dimenzijama uzoraka, nismo mogli prepoznati karakteristične fosile koji bi ukazivali na starost naslaga. Slična istraživanja na rimskim teserama proveli su kolege iz Slovenije. A. Šmuc i koautori proveli su mineraloško-petrografske analize na ukupno 42 vapnenačke tesere 15 različitih mozaika s arheoloških nalazišta u Ljubljani, Izoli, Mošnjama, Ptuju, Črnomelju i Šentpavelu, a s ciljem određivanja njihovog porijekla (ŠMUC I DR. 2016). Istraživali su bijele i crne tesere te odredili nekoliko specifičnih mikrofacijesa. Prema okolišu taloženja, starosti stijene te karakteristikama mikrofacijesa, pokušali su pronaći izdanke naslaga koje bi im odgovarale. Vodili su se radom Flügel i Flügel koji su također istraživali

tesere s rimskih nalazišta te su njihovo porijeklo podijelili na: lokalno (unutar deset kilometara), regionalno (unutar 40 kilometara) i strano odnosno importirano (udaljenije od 40 kilometara) (FLÜGEL I FLÜGEL 1997, 2-3). Geološka starost istraživanih tesera iz Slovenije zbog prije spomenute problematike na ovim je nalazištima određena na razini perioda (jura, kreda), epohe (gornja ili donja kreda) ili najviše doba (cenoman, turon...), a na temelju toga istraživači su predložili antičke kamenolome koje su mogle biti izvor za istraživane tesere. Sve su tesere regionalne ili importirane, odnosno njihovo porijeklo leži van radijusa od deset kilometara (ŠMUC I DR. 2016, 15).

Kamena greda s natpisom (ZMP-1) i trabeacija hrama s frizom (ZMP-2) pronađeni u Poreču potvrdili su atraktivnost jurskih vapnenaca člana Muča. No, naslage iste starosti nalaze se i bliže antičkom Poreču stoga bi se buduća istraživanja trebala fokusirati na naslage člana Muča bliže samom gradu. Ovi uzorci pokazali su i da su, unatoč blizine drugog kamenoloma, onog na današnjoj gradskoj plaži, navedeni spomenici izrađeni iz vapnenca koji se eksploatirao u udaljenijim kamenolomima. Pretpostavljamo da njegova atraktivnost leži u njegovoj poroznosti što ga čini relativno mekanim za eksploataciju i obradu. Moguće je također da kamenolom neposredno do antičkog Poreča (na gradskoj plaži) još nije bio otvoren kada su izrađeni porečki spomenici ZMP-1 i ZMP-2 datirani u 1. stoljeće te 1.-2. stoljeće, već da je on otvoren negdje iza 2. stoljeća poslije Krista.

Kamena greda s natpisom (ZMP-3) s područja Poreča pokazala je i ograničenja mineraloško-petrografske analize. Kada uzorak ne sadrži karakteristične mikrofosile, starost uzorka ne može se odrediti.

Većina funerarnih spomenika s područja Pule izrađena je iz cenomanskog vapnenca kakav se eksploatirao u vinkuranskom kamenolomu: FV-2, FV-4, FV-5, FV-6 i FV-8. No, u novootkrivenom kamenolomu u Pješčanoj uvali također se vadio cenomanski vapnenac, stoga je vrlo teško uočiti razliku između dva litotipa. Kamenolom Pješčana uvala nalazi se bliže obali stoga je bio i jednostavniji za transport. Dva spomenika s područja Pule – FV-1 i FV-7 – odlikuju se litotipom kakav se eksploatirao u antičkom kamenolomu u Marčani. Taj je kamenolom bio izvor za obližnji Nezakcij, no ne postoji razlog zašto ne bi bio korišten i među stanovnicima antičke Pule. Svakako moramo napomenuti da postoji mogućnost da se takav litotip vapnenca može pronaći u (još neotkrivenim) kamenolomima bliže Puli; na primjer kamenolom Pećine kod Ližnjana gdje se vadi vapnenac koji je opisao J. Tišljar (TIŠLJAR 1994, 207).

Daljnji koraci u istraživanju antičkih kamenoloma na području Desete regije je detaljna dokumentacija njihova tlocrta, stijenske mase i moguće upotrebe kamenih blokova koji su vađeni iz određenih kamenoloma. Također, valjalo bi izraditi referentnu bazu litotipova vapnenaca i dolomita koji su se iskorištavali u svakom od kamenoloma, što smo započeli našim radom. Za određene, veće kamenolome valjalo bi izraditi detaljni geološki stup. ALS podaci većeg područja Istarskog poluotoka također bi pripomogli u otkrivanju novih kamenoloma, pogotovo za područje porečkog agera gdje očekujemo da ih ima više no što smo mi uspjeli dokumentirati.

12. ZAKLJUČAK

Iskorištavanje kamene sirovine, prvenstveno rožnjaka može se pratiti od samih početaka ljudske prošlosti u okviru proučavanja arheologije. Od najranijeg neolitika postojala je razgranata mreža trgovine i razmjene kvalitetnim sirovinama na području istočne jadranske obale, kao što su liparski opsidijan te rožnjaci s masiva Monti Lessini i rta Gargana. Za vrijeme neolitika u Istri kolala je i lokalna sirovina, što je vidljivo na nalazištima Kargadur i Vižula. Na oba nalazišta zastupljena je sirovina s Marlere i Vižule, što upućuje na slobodno korištenje sirovinskih ležišta od strane obje zajednice. No, zajednica na Vižuli u većinskom je postotku koristila rožnjak dostupan na južnoj obali istoimenog poluotoka pa smatramo da vjerojatno nisu imali potrebe za drugom sirovinom. S druge strane, zajednica na Kargaduru tijekom ranog neolitika gotovo je u jednakom postotku koristila sirovinu s Marlere i s Vižule; dakle, slali su ekspedicije na oba ležišta u potrazi za sirovinom. Za vrijeme srednjeg neolitika pao je postotak zastupljenosti sirovine s Vižule, a narasla je zastupljenost rožnjaka s Marlere te stranog rožnjaka. Oba nalazišta nalaze se unutar četiri kilometra udaljenosti od lokalnih ležišta sirovine. Važno je podsjetiti i na prisutnost fragmenata liparskog opsidijana u slojevima srednjeg neolitika nalazišta Kargadur koji upućuje na razmjenu dobara iz udaljenosti od nekoliko stotina kilometara. Liparski opsidijan bio je tražen i na neolitičkim nalazištima u Dalmaciji.

U sklopu ovog rada izradila se geokemijska analiza na ukupno 24 uzorka rožnjaka s Marlere i Vižule. Rezultati su pokazali potencijal ovakih analiza u budućnosti, no i dalje nam nedostaje još podataka kojima bismo mogli donijeti neke zaključke o kemijskom otisku raznih ležišta rožnjaka. U našim analizama istakli su se elementi nikal, molibden, rubidij, litij, bor, selen, stroncij i uran te spoj magnezijev oksid kao od posebne važnosti za razlikovanja ova dva ležišta.

Korištenje rožnjaka nastavilo se u metalodobnim razdobljima na području Istre, no tada se počinju upotrebljavati i karbonatne sedimentne stijene (vapnenac i dolomit) za gradnju velikih fortifikacijskih struktura, elemenata nastambi i funerarnih struktura. Vapnenac (u širem smislu) se vadio u neposrednoj blizini naselja. U tu svrhu često su se koristile prirodne slojnice stijene kako bi se olakšalo vađenje blokova.

Dolaskom Istarskog poluotoka pod rimsku upravo iskorištavanje vapnenca postalo je sustavno o čemu nam svjedoče pravilni tlocrti kamenoloma, činjenica da su kamenolomi često smješteni na samoj obali mora što potpomaže daljnji transport te korištenje tehnike pašarina. Kamenolomi koji nisu smješteni na obali mora, smješteni su blizu pretpostavljenog pružanja

rimskih prometnica na poluotoku, a kamen koji se iz njih vadio mogle su koristiti i okolne zajednice. Ovim doktorskim radom dokumentirali smo ukupno 43 antička kamenoloma, što je brojka koja će se svakako još mijenjati. Neke od njih smo reambulirali, a neke smo otkrili i dokumentirali prvi puta. Sve smo postavili na kartu, opisali geološku formaciju na kojoj se nalaze i udaljenost od lučkih uređaja ili cesta.

Kamen se za gradnju stambenih struktura u vrijeme antike vadio u neposrednoj blizini. Primjer smo mogli vidjeti na antičkim nalazištima Finida i Monte Ricco u općini Vrsar, ali i na ranije istraživanoj rimskoj vili u Červaru kod Poreča. Tesere mozaika, s druge strane, predstavljaju problem prilikom mineraloško-petrografske analize zbog njihovih malih dimenzija. Na dvije od četiri uzorkovane tesere s nalazišta Monte Ricco odredili smo starost geoloških naslaga iz kojih su vađene na gornju kredu, točnije vjerojatno formaciju Sveti Duh. Riječ je bilo o teserama tamne, skoro crne boje. Bijele tesere zbog nedostatka karakterističnih mikrofosila nismo mogli odrediti.

Funerarni spomenici i dijelovi hrama uzorkovani za naš rad većinom su također izrađivani iz obližnjeg kamena, no ne uvijek. Spomenici FV-1 i FV-7 sa šireg područja grada Pule izrađeni su iz kamena izvađenog iz kamenoloma u Marčani koji je udaljeniji od vinkuranskog i onog u Pješčanoj uvali. Funerarni spomenici FV-1, FV-2, FV-4, FV-5, FV-6 i FV-8 izrađeni su iz cenomanskog vapnenca kakav se vadio u Vinkuranu i Pješčanoj uvali. Uzorci iz oba kamenoloma su previše slični kako bismo mogli razlikovati iz kojeg kamenoloma su došli.

Spomenici s područja Poreča – ZMP-1 i ZMP-2 izrađeni su iz vapnenca jurske starosti, pretpostavljamo iz člana Muča formacije Poreč. Grad Poreč okružen je geološkim naslagama člana Lim formacije Poreč, a nedaleko grada je i otvoren jedan kamenolom. Stoga u ovom slučaju kamen nije došao iz neposredne blizine već iz udaljenijeg ležišta. Spomenik ZMP-3 nažalost nije sadržavao dovoljno karakteristika kako bismo odredili geološku starost uzorka te nam time pokazao jedno ograničenje mineraloško-petrografske analize prilikom istraživanja provenijencije kamena.

Spomenik FV-3 pronađen u naselju Maštelići nedaleko Vižinade ukazao nam je na cenomansku starost kamena. S obzirom da je najbliži kamenolom cenomanskog vapnenca Sv. Stjepan kod Istarskih toplica, rezultati analize ukazuju na to da je kamenolom bio otvoren tijekom antike.

Za ukrašavanje luksuznih rimskih vila kamen se većinom uvozio iz stranih ležišta s velikih udaljenosti. Popularne su bile razne vrste mediteranskog mramora kojima su oblagali podove vila te izrađivali kipovi. Mramor, kao i ostali proizvodi, dobavljali su se preko

razgranate mreže trgovine koja je koristila morske i prometne pravce. Istarski poluotok bogato je razveden, a u mnogim su uvalama ostali sačuvani rimski lučki uređaji. Pružanje kopnenih pravaca možemo samo pretpostaviti jer ostaci cesta nisu pronađeni.

Osim vađenja kamenih blokova, u kamenolomu se obavljalo i grubo oblikovanje što je imalo dvije svrhe. Prvenstveno je bilo riječ o smanjivanju težine blokova koji su se trebali transportirati do željene lokacije, a poslije toga o početku oblikovanja u željeni oblik. Primjer smo vidjeli u kamenolomu u Pješčanoj uvali te Biškupovim vrhima.

Čini se kako je pristup čovjeka korištenju kamena tijekom prapovijesti i antike bio sličan, ako ne jednak. Koristila se najbliža dostupna sirovina, a za pokazivanje luksuza dobavljao se kamen s udaljenih ležišta. Dobavljanje je bilo skupocjeno, bilo da je riječ o fizičkom smislu (doslovno odlazak na udaljena ležišta ili trgovina sa zajednicama koja upravljaju ležištima) ili cjenovnom smislu (cijena mramora i transporta).

POPIS LITERATURE

ADAM, J.-P. 2005. *Roman Building. Materials and Techniques*. Routledge, London and New York.

ANDREFSKY, W. jr. 2005. *Lithics. Macroscopis Approaches to Analysis.* Cambridge Manuals in Archaeology

BAĆIĆ, B. 1978. *Prethistorijska izložba. Vodič 3*. Arheološkog muzeja Istre u Puli, 27-44.

BAĆIĆ, B. 1969. Medulin, Ižula, Istra – neolitsko naselje, *Arheološki pregled* 11, 23-24.

BALEN, J. 2006. Neolitik, u: Mihelić, S. (ur.), *Trgovina i razmjena u prapovijesti,* Arheološki muzej u Zagrebu, Zagreb.

BARBIERI, S., AVANZINI, M., GRIMALNI, S. 2013. La selce nel bacino atesino meridionale: caratterizzazione e diffusione, *Preistoria Alpina* 47, 27-37.

BATOVIĆ, Š. 1979. Jadranska zona, u: Garašanin, M. (ur.), *Praistorija jugoslavenskih zemalja* II, Sarajevo, 473-635.

BEGOVIĆ, V., SCHRUNK, I. 2006. *Brijuni. Prošlost, graditeljstvo, kulturna baština*, Golden marketing – Tehnička knjiga, Zagreb.

BEGOVIĆ, V., SCHRUNK, I. 2012. The role of maritime villas in seafaring in the Adriatic, *Histria Antiqua* 21, 327-344.

BENAC, Č. 2016. *Riječnik pojmova u općoj i primijenjenoj geologiji,* Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet.

BENČIĆ, G. 2019. Note sulla lavorazione ed esportazione della pietra d'Istria nel medioevo, u: Mogorović Crljenko, M., Uljančić, E., (ur.), *Artisani et mercatores…: Artisans and merchants in the Adriatic sea*, Zavičajni muzej Poreštine, 100-117.

BERGANT, S., MATIČEC, D., FUČEK, L. PALENIK, D., KORBAR, T., ŠPARICA, M., KOCH, G., GALOVIĆ, I., PRTOLJAN, B. 2020. Osnovna geološka karta Republike Hrvatske M 1:50 000, list Rovinj 2 (366/2), Hrvatski geološki institut, 1 list, Zagreb.

BLASER, F., VIDEKA – BLASER, R., KARAVANIĆ, I. 1999–2000. Tipologija i tehnologija, dva suprotna ili usporedna metodološka pristupa? *Opuscula archaeologica* 23-24, 363–371.

BODROŽIĆ, S., BUBALO, F., FRANEŠ, G., RENIĆ, M., ŠRAJER, F. 2018. *Gradimo u kamenu. Priručnik o suhozidnoj baštini i vještini gradnje*, Slobodna Dalmacija, Split.

BOSIO, L. 1991. *Le strade romane della Venetia e dell'Histria*. Studio Editoriale Programma, Padova.

BRADLEY, S. A. 2017. *Archaeological and geocheimcal investigation of flint sources in Britain and Ireland,* University of Central Lancashire, neobjavljena doktorska disertacija.

BRANDL, M. 2014. Genesis, Provenance and Classification of Rocks withing the Chert Group in Central Europe, *Archaeologia Austriaca Band* 97-98/2013-2014, 33-58.

BRANDL, M. 2016. The multi layered chert sourcing approach (MLA). Analytical provenance of silicite raw materials, *Archeometriai Műhely* 2016/XIII/3, 145-156.

BUCKOVIĆ, D. 2006. *Historijska geologija 2. Mezozoik i Kenozoik*. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

BUCKOVIĆ, D., CVETKO TEŠOVIĆ, B., GUŠIĆ, I. 2004. Late Jurassic Paleoenvironmental Evolution of the Western Dinarides (Croatia), *Geologia Carpathica* 55 (1), 3-18.

BULIĆ, D. 2012. Rimska centurijacija Istre, *Tabula* 10, 50-74.

BULIĆ, D. 2014. *Rimska ruralna arhitektura Istre u kontekstu ekonomske i socijalne povijesti*, Sveučilište u Zadru, neobjavljena doktorska disertacija.

BULIĆ, D. 2018. Izvješće arheološkog istraživanja antičke cisterne na lokalitetu Monte Ricco 2018. godine.

BULIĆ, D. 2020a. Izvješće o arheološkom istraživanju na lokalitetu Monte Ricco kraj Vrsara 2019. godine.

BULIĆ, D. 2020b. Izvješće o arheološkom istraživanju na lokalitetu Monte Ricco kraj Vrsara u lipnju 2020. godine.

BULIĆ, D. 2020c. Izvješće o arheološkom istraživanju na lokalitetu Monte Ricco kraj Vrsara 2020. godine.

BULIĆ, D. 2021. Izvješće o arheološkom istraživanju na lokalitetu Finida kraj Vrsara 2020. – 2021. godine.

BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ, K. 1988.-1989. Gradina Vrčin u okviru brončanog doba Istre, *Arheološki vestnik* 39-40, 475-494.

BURŠIĆ- MATIJAŠIĆ, K. 1998. *Gradina Monkodonja*. Monografije i katalozi 9, Arheološki muzej Istre, Pula.

BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ, K. 2003. Škicini (Vodnjan). Brončanodobni grob pod tumulom, *Opuscula archaeologica* 27, 171-185.

BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ, K. 2007. *Gradine Istre. Povijest prije povijesti,* Zavičajna naklada „Žakan Juri" Pula, Pula.

BURŠIĆ MATIJAŠIĆ, K. 2008. *Gradinska naselja. Gradine Istre u vremenu i prostoru*. Leykam international, Zagreb.

BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ, K. (ur.) 2020. *Monte Ricco kraj Vrsara. Rimskodobne preobrazbe i ponovna uporaba prapovijesnih gradina Istre*, CIRLA Monografije, svezak 1, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli i Općina Vrsar, Pula.

BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ, K., ŽERIĆ, H. 2013. Pogrebni obredi i ukopi na istarskim gradinama u brončano doba, *Tabula* 11, 67-92.

BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ, K., MATIJAŠIĆ, R. 2016. Projekt RAT-ROPH i arheološko istraživanje u Vrsaru 2014. i 2015. godine, *Obavijesti Hrvatskog arheološko društva* god. XLVIII, 17-26.

BURŠIĆ-MATIJAŠIĆ, K., MATIJAŠIĆ, R. 2018. The Extraction and Use of Limestone in Istria in Antiquity, u: Matetić Poljak, D., Marasović, K. (ur.), *ASMOSIA XI Proceedings of the XI ASMOSIA Conference*, Split 2015, 925-931.

CAUX, S., BORDES, J.-G. 2016. The Grain de mil flint, a key resource from south-western France during the Palaeolithic: Characterization and determination criteria in archaeological contexts, *PALEO Revue d'archéologie préhistorique* 27, 105-131.

CHAPMAN, J. MÜLLER, J. 1990, Early Farmers in the Mediterranean Basin: the Dalmatian Evidence, *Antiquity* 64 (242), 127-134.

CODACCI, G. 2002. Il sito neolitico di Vižula: analisi tipologica dell'industria litica, *Histria archaeologica* 33, 143-193.

CODACCI-TERLEVIĆ, G. 2004. Prilog poznavanju brončanodobnih pogrebnih običaja u Istri – Stranje istraženosti istarskih tumula te rezultati istraživanja tumula iz uvale Marić kod Barbarige. *Histria archaeologica* 35, 41-74.

CONSUEGRA, S., DÍAZ-DEL-RÍO, P. 2018. Early Prehistoric Flint Mining in Europe: a Critical Review of the Radiocarbon Evidence, u: Werra, H. D., Woźny, M. (ur.), *Between History and Archaeology, Papers in honor of Jacek Lech,* Archaeopress, Oxford.

COTMAN, I. 1996. Probna podzemna eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena u kamenolomu „Kanfanar", Istra. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik* 8, 81-89.

COTMAN, I. 2004. Istraživanje arhitektonsko-građevnog kamen, u: Bratulić, J. i Cotman, I. (ur.), *Kamen Pazin 1954 – 2004*. „KAMEN" d. d. Pazin, 80 – 101.

CRNKOVIĆ, B. 1991. The Origin of the Dimension Stone of the Arena in Pula. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik* 3, 63-67.

CRNKOVIĆ, B., MIKO, S. 2003. Utjecaj urbanog okoliša na kamen pulske Arene. H*istria Antiqua* 9, 77-88.

CVETKO TEŠOVIĆ, B., GLUMAC, B., BUCKOVIĆ, D. 2011. Integrated biostratigraphy and carbon isotope stratigraphy of the Lower Cretaceous (Barremian to Albian) Adriatic-Dinaridic carbonate platform deposits in Istria, Croatia. *Cretaceous Research* 32 (3), 301-324.

DEGRASSI, A. 1994. *Inscriptiones Italiae, Regio X. Fasc. 2, Parentium,* Libreria dello Stato, Roma (Inscr. It. 10, 2).

DJURIĆ, B., GALE, L., MILETIĆ, S. 2018. Podpeč Limestone for *Colonia Iulia Emona (Regio X,* Venetia et Histria), u: Coquelet, C., Creemers, G., Dreesen, R. i Goemaere, É. (ur.), *Roman ornamental stones in north-western Europe. Natural resources, manufacturin, supply, life & after-life, Études et documents Archéologie* 38, 107-112.

DJURIĆ, B., RIŽNAR, I. 2017. The rocks of Emona, u: Vičič, B. i Županek, B. (ur.), *Emona 2000: Urbanizacija prostora – nastanek mesta,* Ljubljana, 123-145.

DUNHAM, J. B. 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture, u: Ham W. E. (ur.), *Classification of Carbonate Rocks*, AAPG Memoir, 108–121.

EMBRY, A. F., KLOVAN, E. J. 1972. Absolute water depths limits of Late Devonian paleoecological zones, *Geologische Rundschau* 61 (2), 672-686.

FANT, J. C. 2008. Quarrying and stoneworking, u: Oleson, J. P. (ur.), *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*, Oxford University Press, 121-135.

FLÜGEL, E., FLÜGEL, C. 1997. Applied Microfacies Analysis: Provenance Studies of Roman Mosaic Stones, *Facies* 37, 1-48.

FOLK, L. R. 1959. Practical petrographic classification of limestones, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 43, 1–38.

FOLK, L. R. 1962. Spectral Subdivision of limestone types, u: Ham, W. E. (ur.), *Classification of Carbonate Rocks*, AAPG Memoir 1, 62–84.

FORENBAHER, S. 2003. Rožnjak i prapovijest Samoborskog gorja, *Opuscula archaeologica* 27, 27-36.

FORENBAHER, S. 2006. Izrađevine od cijepanog kamena, u: Miracle, P., Forenbaher, S (ur.), *Pretpovijesni stočari sjeverne Istre: arheologija Pupićine peći* sv. 1, Arheološki muzej Istre, 225-257.

FORENBAHER, S. 2018. *Special place, interesting times. The island of Palagruža and transitional period sin Adriatic prehistory,* Archaeopress Publishing LTD, Oxford.

FORENBAHER, S. 2021. Trans-Adriatic contacts after the transition to farming, *Origini* XLV 2021, 123-146

FORENBAHER, S., KAISER, T. 2006. Lončarija Pupićine peći, u: Miracle, P., Forenbaher, S (ur.), *Pretpovijesni stočari sjeverne Istre: arheologija Pupićine peći* sv. 1, Arheološki muzej Istre, 163-224.

FORENBAHER, S., NIKITOVIĆ, D. 2007-2008. Neolitičke izrađevine od cijepanog kamena iz Vele peći kod Vranje (Istra), *Histria archaeologica* 38-39, 5-35.

FORENBAHER, S., PERHOČ, Z. 2015. Izrađevine od lomljenog kamena iz Nakovane (Pelješac): kontinuitet i promjene od ranog neolitika do kraja prapovijesti, *Prilozi Instituta za arheologiju u Zagrebu* 32, 5-74.

FORENBAHER, S., RAJIĆ ŠIKANJIĆ, P., MIRACLE, P. T. 2008. Lončarija iz Vele peći kod Vranje (Istra), *Histria archaeologica* 37, 5-46.

FORLATI TAMARO, B. 1947. *Inscriptiones Italiae, Regio X. Fasc. 1, Pola et Nesactium,* Libreria dello Stato, Roma (Inscr. It. 10, 1).

GABROVEC, S., MIHOVILIĆ, K. 1987. Istarska grupa, u: Gabrovec, S. (ur.), *Praistorija jugoslavenskih zemalja* V, Sarajevo, 293-338.

GASPARI, A. 2014. *Prazgodovinska in rimska Emona. Vodnik skozi arheološko preteklost predhodnike Ljubljane,* Muzej in galerije mesta Ljubljane, Ljubljana.

GEROMETTA, K. 2020. Stručno izvješće istraživanja tumula na brežuljku Milovići u općini Vrsar.

GEROMETTA, K, MATIJAŠIĆ, R. 2017. Upotreba laserskog skeniranja iz zraka u istraživanju arheološkog krajolika Općine Vrsar, *Obavijesti Hrvatskog arheološkog društva*, god. XLIX, 17-23.

GIRARDI-JURKIĆ, V. 1997. Korištenje kamena u gradnji amfiteatra u Puli, *Histria Anti*qua 3, 21-28.

GIRARDI-JURKIĆ, V. 2012. The Cavae Romanae quarry. Properties and use od the stone for the amphitheatre in Pula, u: Gutierrez Garcia-M., A., Lapuente, P., Roda, I (ur.), Interdisciplinary Studies on Ancient Stone. Proceedings of the IX ASMOSIA Conference, 640-644.

GIRARDI JURKIĆ, V., DŽIN, K. 2006. Agrippina's Portrait in Connection with Romain Female Portraits from Ager Polensis and Ager Nesactiensis, *Vjesnik za arheologiju i povijest dalmatinsku* 99, 113-121.

GOBIĆ-BRAVAR, Đ. 2018. Marble slabs used at the archaeological site of Sorna near Poreč, Istria – Croatia, u: Matetić Poljak, D., Marasović, K. (ur.), *ASMOSIA XI Proceedings of the XI ASMOSIA Conference, Split 18-22 May 2015,* 871-877.

HALAMIĆ, J., MARCHIG, V., GORIČAN, Š. 2001. Geochemistry of Triassic radiolarian cherts in North-Western Croatia, *Geologia Carpathica* 52 (6), 327-342.

HALAMIĆ, J., MARCHIG, V., GORIČAN, Š. 2005. Jurassic radiolarian cherts in north-western Croatia: geochemistry, material provenance and depositional environment, *Geologia Carpathica* 56 (2), 123-136.

HALAMIĆ, J., ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ, R. 2009. Radiolarites and radiolarian cherts in northern Croatia – possible sources for the production of artifacts, *Archeometriai Műhely* 2009 (3), 19-24.

HÄNSEL, B., MIHOVILIĆ, K., TERŽAN, B. 1997. Monkodonja. Utvrđeno protourbano naselje starijeg i srednjeg brončanog doba kod Rovinja u Istri, *Histria archaeologica* 28, 37-107.

HÄNSEL, B., MATOŠEVIĆ, D., MIHOVILIĆ, K., TERŽAN, B. 2007-2008. O socijalnoj arheologiji brončanodobnog utvrđenog naselja i grobova na Monkodonji, *Histria archaeologica* 38-39, 81-122.

HÄNSEL, B., MIHOVILIĆ, K., TERŽAN, B. 2015. *Monkodonja. Istraživanje protourbanog naselja brončanog doba Istre. Knjiga 1. Iskopavanje i nalazi građevina*. Monografije i katalozi 25, Arheološki muzej Istre, Pula.

HERAK, M. 1990. *Geologija. Postanak, tektonika i dinamika Zemlje. Razvojni put Zemlje i života. Geološka građa kontinenata i oceana*, Školska knjiga, Zagreb.

HULINA, M., FORENBAHER, S., MIRACLE, P. T. 2011. Prapovijesna keramika iz unutrašnjeg dijela Pupićine peći (iskopavanje 2001. godine), *Histria archaeologica* 42, 137-184.

INIZAN, M.-L., REDURON-BALLINGER, M., ROCHE, H., TIXIER, J. 1999. *Technology and Terminology of Knapped Stone*, CREP, Nanterre.

JURKIĆ, V. 1978. Rezultati paleontološko-petrografske analize uzoraka s lokaliteta rimske gospodarske vile u Červaru, *Jadranski zbornik* X, 1976 – 1978, 427-438.

KAČAR, S. 2019a. *Les sociétés mésolithiques de l'arc adriatique oriental: des origines à la néolithisation, de l'Istrie aux côtes épirotes,* Université de Toulouse, Francuska, neobjavljena doktorska disertacija.

KAČAR, S. 2019b. Impressed Ware blade production of Northern Dalmatia (Eastern Adriatic, Croatia) in the context of Neolithisation, *Documenta Praehistorica* XLVI, 352-374.

KAČAR, S. 2021. The Neolithisation of the Adriatic: Contrasting Regional Patterns and Interactions Along and Across the Shores, *Open Archaeology* 7, 798-814.

KARAVANIĆ, I. 1993. Prijedlog osnovnog strukovnog nazivlja za srednji i mlađi paleolitik, *Opuscula archaeologica* 16, 15-35.

KOCH, J., FASSBINDER, J. W. E., LINCK, R., EISELE, K., RIND, M. M. 2013. The Neolithic Flint mine of Arnhofen in Lower Bavaria, Southern Germany: Aerial Archaeology,

Magnetometry and Ground-Penetrating Radar Surveys, u: Neubauer, W., Trinks, I., Salisbury, R., Einwögerer, C. (ur.), *Archaeological Prospection, Proceedings of the 10th International Conference – Vienna, May 29th – June 2nd 2013*.

KOKALJ, Ž., HESSE, R., MULAHUSIĆ, A. 2018. *Vizuelizacija rasterskih podataka laserskog skeniranja iz zraka*, Založba ZRC, Ljubljana.

KOMŠO, D. 2004. Vrčevan – nalazište na otvorenom iz razdoblja ranog neolitika, *Histria archaeologica* 35, 5-30.

KOMŠO, D. 2005. Kargadur, *Hrvatski arheološki godišnjak* 2, 212-214.

KOMŠO, D. 2006a. Kargadur, *Hrvatski arheološki godišnjak* 3, 233-235.

KOMŠO, D. 2006b. Kargadur – eine Siedlung aus dem frühen- und mittleren Neolithikum Istriens, *Mitteilungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschihte Bd.* 27, 111-118.

KONCANI UHAČ, I. 2018. *Rimski lučki uređaji u Istri i njihov arheološki kontekst*, Sveučilište u Zadru, neobjavljena doktorska disertacija.

Konzervatorski elaborat za arheološke lokalitete Vižula i Burle, Medulin, Kapitel d.o.o., 2016. (dostupno na: http://medulin.hr/wp-content/uploads/2017/12/2016-102-konzervatorski-elaborat.pdf, pristupljeno: 14.06.2019.)

KOS, V. 2005. Gradina Kunci: Prilozi poznavanju gradinskih naselja Istre, *Histria archaeologica* 36, 47-60.

KOVAČEVIĆ ZELIĆ, B., MARIČIĆ, A., BUREČIĆ ŠAFRAN, M., HRŽENJAK, P. 2019. Kontinuitet kamenarstva i života s kamenom u Hrvatskoj, *Godišnjak Akademije tehničkih znanosti Hrvatske* 2019 (1), 191-206.

KOZLIČIĆ, M. 1990. *Historijska geografija istočnog Jadrana u starom vijeku*, Književni krug, Split.

LAZZARINI, L. 2012. Pietra d'Istria: Quarries, characterisation, deterioration of the stone of Venice, *12th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone*, Columbia University, New York. (dostupno na: https://iscs.icomos.org/pdf-files/NewYorkConf/lazzarin.pdf, pristupljeno: 24.11.2019.)

LOZIĆ, E. 2021. *Funerary Monuments in the Interior of the Roman Province of Dalmatia*, E-Monographiae Instituti Archaeologici Sloveniae 11, Založba ZRC, Ljubljana.

LOZIĆ, E., RIŽNAR, I. 2018. The Use of Limestone in the Roman province of Dalmatia. In: Matetić Poljak, D, Marasović, K. (eds.), *Proceedings of the XI ASMOSIA Conference*, Split 2015, 915-923.

LUEDTKE, B. E. 1992. *An Archaeologist's Guide to Chert and Flint*, Los Angeles, UCLA Institute of Archaeology.

MAGAŠ, N. 1968. Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000, list Cres L 33 – 101. Institut za geološka istraživanja Zagreb, 1 list, Savezni geološki zavod, Beograd.

MARASOVIĆ, K., MATETIĆ POLJAK, D., GOBIĆ-BRAVAR, Đ. 2018. Colored marbles of Diocletian's Palace in Split, u: Pensabene, P., Gasparini, E. (ur.), *ASMOSIA X Proceedings of the Tenth International Conference of ASMOSIA, Rome, 21-26 May 2012*, 1003-1019.

MARITAN, L., MAZZOLI, C., MELIS, E. 2003. A multidisciplinary approach to the characterization of Roman gravestones from Aquileia (Udine, Italy), *Archaeometry* 45 (3), 363-374.

MARUŠIĆ, B. 1990. Še o istrski Kisi (Cissa) in kesenskem škofu (Episcopus cessensis), *Arheološki vestnik* 41, 403-429.

MATIČEC, D., VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., MARINČIĆ, S., FUČEK, L. 2015. Osnovna geološka karta Republike Hrvatske M 1:50 000, list Rovinj 3 (572/3), Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, 1 list, Zagreb, ISBN: 978-953-6907-26-7.

MATIČEC, D., BERGANT, S., FUČEK, L., PALENIK, D., KORBAR, T., VLAHOVIĆ, I., ŠPARICA, M., KOCH, G., PRTOLJAN, B., GALOVIĆ, I., VELIĆ, I., TIŠLJAR, J. 2017. Osnovna geološka karta Republike Hrvatske M 1:50 000, list Rovinj 1 (572/1), Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, 1 list, Zagreb, ISBN: 978-953-6907-56-4.

MATIJAŠIĆ, R. 1988. *Ageri antičkih kolonija Pola i Parentium*. Latina et Graeca VPA, Zagreb.

MATIJAŠIĆ, R. 1998. *Gospodarstvo antičke Istre*. Zavičajna naklada „Žakan Juri“ Pula, Pula.

MATIJAŠIĆ, R. 2009. *Povijest hrvatskih zemalja u antici do cara Dioklecijana*, Leykam International, Zagreb.

MATIJAŠIĆ, R. 2012. Po*vijest hrvatskih zemalja u kasnoj antici od Dioklecijana do Justinijana*, Leykam International, Zagreb.

MATIJAŠIĆ, R., GEROMETTA, K. 2018. Rimska centurijacija na području Vrsara, Hrvatska, u: Kokalj, Ž., Hesse, R., Mulahusić, A. (ur.), *Vizuelizacija rasterskih podataka laserskog skeniranja iz zraka*, Založba ZRC, Ljubljana, 126-129.

MEZGA, A., CVETKO TEŠOVIĆ, B., PRETKOVIĆ, V., JOVANOVIĆ, N., BAJRAKTAREVIĆ, Z. 2015. Dinosaur footprints in the Lower Hautevirian deposits of Palud Cove in Istria, Croatia, *Geologia Croatica* 68 (2), 113-122.

MIHOVILIĆ, K. 1987. Pregled prahistorije Istre od starijeg neolitika do početka romanizacije, Izdanja Hrvatskog arheološkog društva sv. 11/1, „*Arheološka istraživanja u Istri i Hrvatskom primorju*“ knj. I, 49-63.

MIHOVILIĆ, K. 1997a. Školjić (Funtana) i tragovi prapovijesnih obalnih i otočnih lokaliteta Istre, *Histria archaeologica* 26, 28-57.

MIHOVILIĆ, K. 1997b. Fortifikacija gradine Gradac-Turan iznad Koromačna, *Izdanja Hrvatskog arheološkog društva* 18, 39-59.

MIHOVILIĆ, K. 2013. *Histri u Istri. Željezno doba Istre*. Monografije i katalozi 23, Arheološki muzej Istre, Pula.

MIKO, S., KRUK, B., DEDIĆ, Ž., KRUK, LJ., PEH, Z., KOVAČEVIĆ-GALOVIĆ, E., GABRIĆ, A. 2013. Rudarsko-geološka studija potencijala i gospodarenja mineralnim sirovinama Istarske županije. Hrvatski geološki institut, Zagreb. (dostupno na: https://www.istra-istria.hr/hr/ustrojstvo/zupanijski-ustroj/upravna-tijela/upravni-odjel-za-gospodarstvo/rudarstvo/rudarsko-geoloska-studija-potencijala-i-gospodarenja-mineralnim-sirovinama-istarske-zupanije/, pristupljeno: 22.2.2019.)

MILOTIĆ, I. 2004. *Dolina Mirne u antici*, Ekološki glasnik, Zagreb.

MIRACLE, P. T., FORENBAHER, S. (ur.) 2006. *Pretpovijesni stočari sjeverne Istre: arheologija Pupićine peći* sv. 1, Arheološki muzej Istre, Pula.

MIRACLE, P. T., FORENBAHER, S. 2006. Iskopavanja u Pupićinoj peći, u: Miracle, P. T., Forenbaher, S. *Pretpovijesni stočari sjeverne Istre: arheologija Pupićine peći* sv. 1, Arheološki muzej Istre, Pula, 63-122.

MLAKAR, Š. 1962. *Istra u antici*, Arheološki muzej Istre, Pula.

MLAKAR, Š. 1996. *Amfiteatar u Puli*, 7. izdanje, Arheološki muzej Istre, Pula.

MLEKUŽ, D. 2018. Airborne Laser Scanning and Landscape Archaeology, *Opuscula archaeologica* 39/40, 85-95.

MÜLLER, S., ČUKA, M., HELLMUTH KRAMBERGER, A. 2016. Monbrodo – nova istraživanja gradine južno od Rovinja u blizini uvale Cisterna, *Histria archaeologica* 47, 21-55.

PARICA 2012. Nekoliko primjera lučkih instalacija antičkih kamenoloma na dalmatinskim otocima. *Histria antiqua* 21, 345-354.

PARICA, M. 2014a. *Arheološki tragovi kamenarstva u Dalmaciji od prapovijesti do kraja srednjeg vijeka*, Sveučilište u Zagrebu, neobjavljena doktorska disertacija.

PARICA, M. 2014b. Tragovi alata u antičkim i srednjovjekovnim kamenolomima Dalmacije kao pomoć pri kronološkom determiniraju pojedinih faza eksploatacije, *Archaeologia Adriatica* VIII, 51-80.

PAVLETIĆ, M., GOBIĆ-BRAVAR, Đ. 2018. Ancient marbles from the villa in Verige Bay, Brijuni Island, Croatia, u: Matetić Poljak, D., Marasović, K. (ur.), *ASMOSIA XI Proceedings of the XI ASMOSIA Conference, Split 18-22 May 2015,* 879-886.

PEH, Z., HALAMIĆ, J. 2010. Discriminant function model as a tool for classification of stratigraphically undefined radiolarian cherts in ophiolite zones, *Journal of Geochemical Exploration* 107, 30-38.

PELLEGATTI, P. 2009. Hunter-gatherers of the Istrian peninsula: the value of lithic raw material analysis to study small-scale colonization processes, u: McCartan, S., Schulting, R., Warren, G., Woodman, P. (ur.), *Mesolithic Horizons. Papers presented at the Seventh International Conference on the Mesolithic in Europe*, Belfast 2005., Oxbow Books 1, 45-52.

PERESANI, M., CRISTIANI, E., ROMANDINI, M. 2016. The Uluzzian technology of Grota di Fumane and its implication for reconstructin cultural dynamics in the Middle-Upper Palaeolithic transition of Western Eurasia, *Journal of Human Evolution* 91, 36-56.

PERHOČ, Z. 2018. Origin of the raw material for flaked stone artifacts, u: Forenbaher, S., *Special Place, Interesting Times. The island of Palagruža and trasitional periods in Adriatic prehistory,* Archaeopress Archaeology, Oxford.

PODRUG, E., PERHOČ, Z., REED, K., McCLURE, S. B., KAČAR, S., ZAVODNY, E. 2018. Rašinovac kod Ždrapnja (sjeverna Dalmacija) – nalazište ranog neolitika, *Archaeologia adriatica* 12, 47-97.

POLŠAK, A. 1965a. Stratigrafija jurskih i krednih naslaga srednje Istre, *Geološki vjesnik* 18, 167-187.

POLŠAK, A. 1965b. Geologija južne Istre s osobitim obzirom na biostratigrafiju krednih naslaga, *Geološki vjesnik* 18, 415-509.

POLŠAK, A. 1967a. Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000, list Pula L 33 – 100. Institut za geološka istraživanja Zagreb, 1 list, Savezni geološki zavod, Beograd.

POLŠAK, A. 1967b. Kredna makrofauna južne Istre, u. Salopek, M. (ur.), *Paleontologia Jugoslavica*, Zagreb.

POLŠAK, A. 1970. Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000. Tumač za list Pula L 33 – 112. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1963), Savezni geološki zavod, Beograd.

POLŠAK, A., ŠIKIĆ, D. 1969. Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000, list Rovinj L 33 – 88. Institut za geološka istraživanja Zagreb, 1 list, Savezni geološki zavod, Beograd.

POLŠAK, A., ŠIKIĆ, D. 1973. Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000. Tumač za list Rovinj L 33 – 100. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1963), Savezni geološki zavod, Beograd.

POPOVIĆ, S. 2018a. Izvješće o arheološkom iskopavanju gradine Glavica.

POPOVIĆ, S. 2018b. Izvješće o arheološkom iskopavanju gradine Mukaba.

POPOVIĆ, S., BULIĆ, D., MATIJAŠIĆ, R., GEROMETTA, K., BOSCHIAN, G. 2021. Roman Land Division in Istria, Croatia: Historiography, LIDAR, Structural Survey and Excavations, *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 21 (1), 165-178.

PREMUŽIĆ ANČIĆ, M., GAŠPAROVIĆ, S. 2017. Quarries on the island Veliki Brijun. The Beginnings of their rehabilitation and adaptive reuse in Croatia, *A Scholarly Journal of Architecture and Urban Planning* 25, 74 – 85.

PREVIATO, C. *Aurisina Limestone in the Roman Age: From Karst Quarries to the cities of the Adriatic basin,* u: Matetić Poljak, D., Marasović, K. (ur.), *ASMOSIA XI Proceedings of the XI ASMOSIA Conference, Split 2015*, 933-939.

PŘICHYSTAL, A. 2010. Classification of lithic raw materials used for prehistoric chipped artefacts in general and siliceous sediments (silicites) in particular: The Czech proposal, *Archeometriai Műhely* 2010/VII/3, 177-182.

RIĐANOVIĆ, J., ROGIĆ, V., ROGLIĆ, J., ŠEGOTA, T. 1975. *Geografija SR Hrvatske 5. Sjeverno Hrvatsko primorje*. Ur.: Cvitanović, A., Školska knjiga.

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

RUSSELL, B. 2014. *The Economics of the Roman Stone Trade*, Oxford University Press, Oxford.

SADRIĆ, T. 2013. Scoperta di tumuli dell'età del bronzo nei dintorni di Geroldia (Gradina presso Orsera), *Atti del Centro di ricerche storiche* 43, 9 -23.

SCHLAGINTWEIT, F., BOVER-ARNAL, T., SALAS, R. 2010. New insights into Lithocodium aggregatum Elliott (1956) and Bacinella irregularis Radoičić (1959) (Late Jurassic – Lower Cretaceous): two ulvophycean green algae (? Order Ulotrichales) with a heteromorphic life cycle (epilithic/euendolithic), *Facies* 56, 509-547.

SEMAW, S., RENNE, P., HARRIS, J. W. K., FEIBEL, C. S., BERNOR, R. L., FESSEHA, N., MOWBRAY, K. 1997. 2.5-million-year-old stone tools from Gona, Ethiopia, *Nature* 385, 333-336.

SIROVICA, F., KORIĆ, M., KAČAR, S., PHILIBERT, S., PERHOČ, Z., MIHELIĆ, S. 2021. Vorganjska peć u kontekstu sjevernojadranskoga neolitika, *Prilozi Instituta za arheologiju* 38, 5-32.

SOKAČ, B, VELIĆ, I. 1978. Biostratifrafska istraživanja donje krede vanjskih Dinarida (I). Neokom zapadne Istre, *Geološki vjesnik* 30 (1), 243-250.

SPATARO, M. 2002. The First Farming Communities of the Adriatic: Pottery Production and Circulation in the Early and Middle Neolithic, *Societa per la Preistoria e Protoistoria della Regione Friuli-Venezia-Giulia*, Quaderno 9, Edizioni Svevo Trieste.

STARAC, A. 2006. *Reljefni prikazi na rimskim nadgrobnim spomenicima u Arheološkom muzeju Istre u Puli*, Monografije i katalozi 16, Arheološki muzej Istre, Pula.

ŠARIĆ, I. 1980. Antički kamenolom u Prozoru, u: Suić M., Zaninović (ur.), *Materijali, tehnike i strukture*, Odjel za arheologiju, Centar za povijesne znanosti, Zagreb, 115-124.

ŠARIĆ, J. 2005. Chipped stone projectiles in the territory of Serbia in prehistory, *Starinar* LV, 9-33.

ŠAŠEL-KOS, M. 1997. Roman Inscriptions in the National Museum of Slovenia: The Provenance of the Stone, *Histria Antiqua* 3, 57-68.

ŠIKIĆ, D., PLENIČAR, M. 1975. Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000. Tumač za list Ilirska Bistrica L 33 – 89. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Geološki zavod, Ljubljana, Savezni geološki zavod, Beograd.

ŠIKIĆ, D., PLENIČAR, M., ŠPARICA, M. 1972. Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000, list Ilirska Bistrica L 33 – 77. Institut za geološka istraživanja Zagreb i Geološki zavod Ljubljana, 1 list, Savezni geološki zavod, Beograd.

ŠIKIĆ, D., POLŠAK, A. 1973. Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000. Tumač za list Labin L 33 – 101. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.

ŠIKIĆ, D., POLŠAK, A., MAGAŠ, N. 1969. Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000, list Labin L 33 – 89. Institut za geološka istraživanja Zagreb, 1 list, Savezni geološki zavod, Beograd.

ŠMUC, A., DOLENEC, M., LESAR-KIKELJ, M., LUX, J., PFLAUM, M., ŠEME, B., ŽUPANEK, B., GALE, L., KRAMAR, S. 2016. Variety of black and white limestone tesserae used in Ancient Mosaics in Slovenia, *Archaeometry* 59, 205-221.

ŠONJE, A. 1980. Iz kojeg istarskog kamena potječe kupola Teodorikova mauzoleja u Ravenni, u: Suić M., Zaninović (ur.), *Materijali, tehnike i strukture*, Odjel za arheologiju, Centar za povijesne znanosti, Zagreb, 149-160.

ŠONJE, A. 1991. *Putevi i komunikacije u prethistoriji i antici na području Poreštine i njihov odnos prema ostalim prometnim vezama u Istri,* Fond za kulturu općine Poreč, IKD „Juraj Dobrila“ Pazin, Poreč-Pazin.

ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ, R. 2010. *Proizvodnja cijepanih kamenih artefakata ranih poljodjelskih zajednica na prostoru istočne Hrvatske*, Sveučilište u Zagrebu, neobjavljena doktorska disertacija.

ŠPREM, K. 2019. Rimski kamenolomi i prijevoz kamena u antičkoj Istri, *Histria* 9, 13-36.

ŠPREM, K. 2020a. Stone as a resource in Istrian antiquity, u: Réfi Oszkó D. (ur.), *About two provinces. Proceedings of the Second Croatian-Hungarian PhD Conference on Ancient History and Archaeology*, Budapest, 103-116.

ŠPREM, K. 2020b. Izvješće o arheološkom istraživanju kamenoloma Biškupovi vrhi.

ŠPREM, K. 2021. All aboard! Quarries and transport in Roman Istria, u: Miloglav I. (ur.), *Proceedings from the 7th Scientific Conference Methodology and Archeometry*, Zagreb, 67-85.

TARANTINI, M., MAZZAROCCHI, F., MONDET, M., ROSSI, C., SALVINI, R., TESSARO, C. 2010. Geophysical surveys on Gargano prehistoric flint mines. A first approach, *Origini* XXXII, *Nuova Serie* IV, 161-187.

TARANTINI, M., GALIBERTI, A., MAZZAROCCHI, F., 2011. Prehistoric flint mines of the Gargano: an overview, u: Capote, M., Consuegra, S., Díaz-del-Río, P., Terradas, X. (ur.), *Proceedings of the 2nd International Conference of the UISPP Commission on Flint Mining in Pre- and Protohistoric Times, Madrid, 14-17 October 2009,* BAR International Series 2260, Archaeopress, 253-263.

TIŠLJAR, J. 1994. *Sedimentne stijene,* Školska knjiga, Zagreb.

TIŠLJAR, J. 2001. *Sedimentologija karbonata i evaporita*, Institut za geološka istraživanja, Zagreb.

TIŠLJAR, J. 2004. *Sedimentologija klastičnih i silicijskih taložina*, Institut za geološka istraživanja, Zagreb.

TIŠLJAR, J., VELIĆ, I. 1987. The Kimmeridgian Tidal-Bar Calcarenite Facies of Western Istria (Western Croatia, Jugoslacia), *Facies* 17, 277-284.

TUCKER, M. 2008. *Petrologija sedimenata. Uvod u postanak sedimentnih stijena*. Azp grafis, Samobor.

TYKOT, R. H. Obsidian use and trade in the Adriatic, u: Visentini, P. i Podrug, E. (ur.), *The Adriatic, a sea without borders: communication routes of populations in 6000 BC,* Civici Musei di Udine, Museo Friulano di Storia Naturale.

UHAČ, M. 2019. Podmorsko arheološko istraživanje akvatorija Vrsara – arheološka kampanja 2019.

VELIĆ, I. 2007. Stratigraphy and Palaebiogeography of Mesozoic Benthic Foraminifera of the Karst Dinarides (SE Europe), *Geologia Croatica* 60 (1), 1-113.

VELIĆ, I. I TIŠLJAR, J. 1988. Litostratigrafske jedinice u dogeru i malmu zapadne Istre (zapadna Hrvatska, Jugoslavija), *Geološki vjesnik* 41, 25-49.

VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., MATIČEC, D. I VLAHOVIĆ, I. 1995a. Opći prikaz geološke građe Istre, u: Vlahović, I. i Velić, I., (ur.), *1. hrvatski geološki kongres, Vodič ekskurzija*, Zagreb, 67-110.

VELIĆ, I., MATIČEC, D., VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J. 1995b. Statigrafski slijed jurskih i donjokrednih karbonata (bat-gornji alb) u zapadnoj Istri (ekskurzija A), u: Vlahović, I. i Velić, I., (ur.), *1. hrvatski geološki kongres, Vodič ekskurzija*, Zagreb, 30-66.

VIŠNJIĆ, J. 2018. Izvješće o arheološkim istraživanjima provedenim tijekom 2018. g. na nalazištima srednjovjekovnog perioda u sklopu projekta ArchaeoCulTour.

VIŠNJIĆ, J., CAVALLI, F., PERCAN, T., INNOCENTI, D. 2013. Žarni ranoželjeznodobni grob iz Berma. Rezultati arheoloških i MDCT istraživanja, *Histria archaeologica* 44, 31-62.

VITASOVIĆ, A. 2000. Gradina, *Histria archaeologica* 31 (2002), 5-60.

VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., MATIČEC, D. 2005. Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Paleogeography, main events and depositional dynamics, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 220, 333-360.

VRKLJAN, M., BOROJEVIĆ ŠOŠTARIĆ, S., TOMAŠIĆ, N. 2018. *Optička mineralogija. Određivanje minerala polarizacijskim mikroskopom*, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

ZANINOVIĆ, M. 2005. Apsorus i Crexa na jadranskom putu, *Senjski zbornik* 32, 5-24.

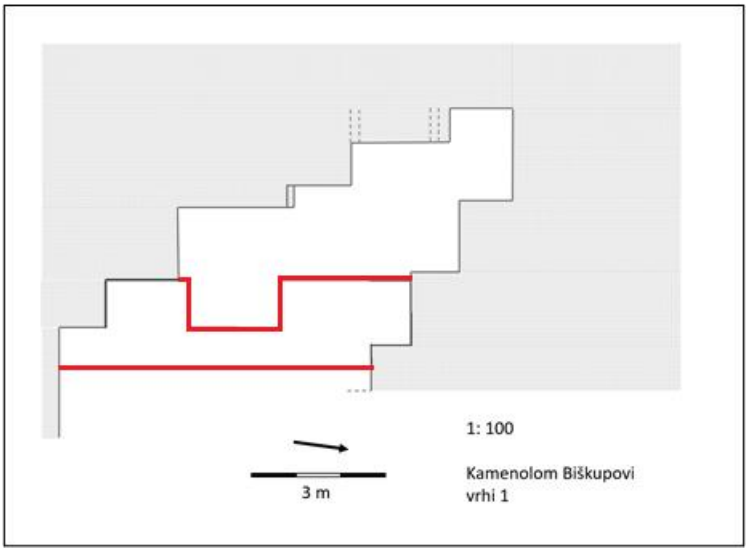
ZANINOVIĆ, M. 2015. *Ilirski ratovi*, Školska knjiga, Zagreb.

ZLATUNIĆ, R. 2006. Povijest i razvoj tehnologije vađenja kamena i kamenoklesarstva, u: Starac, A. (ur.), *Tragovima kamenoklesara*, Pula, 185-206.

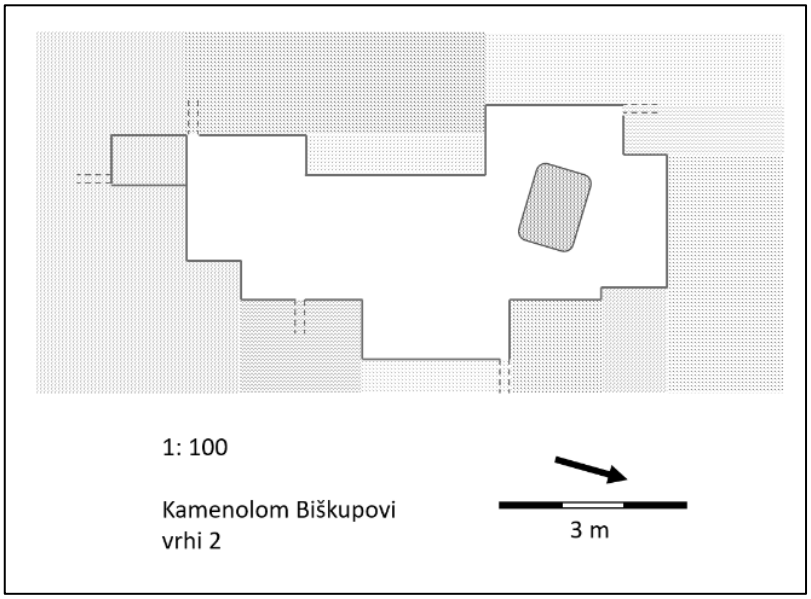
WOTTON, W., RUSSELL, B., ROCKWELL, P. 2013a. Stoneworking tools and toolmarks (version 1.0), *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World* (dostupno na: http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/2-stoneworking-tools-and-toolmarks-w-wootton-b-russell-p-rockwell/, pristupljeno: 17.05.2020.).

WOTTON, W., RUSSELL, B., ROCKWELL, P. 2013b. Stoneworking techniques and processes (version 1.0), *The Art of Making in Antiquity: Stoneworking in the Roman World* (dostupno na: http://www.artofmaking.ac.uk/content/essays/3-stoneworking-techniques-and-processes-w-wootton-b-russell-p-rockwell/, pristupljeno 20.11.2021.).

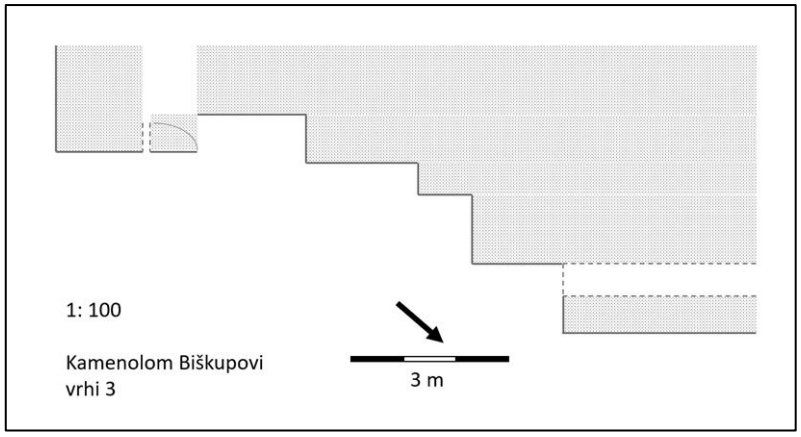
PRILOZI



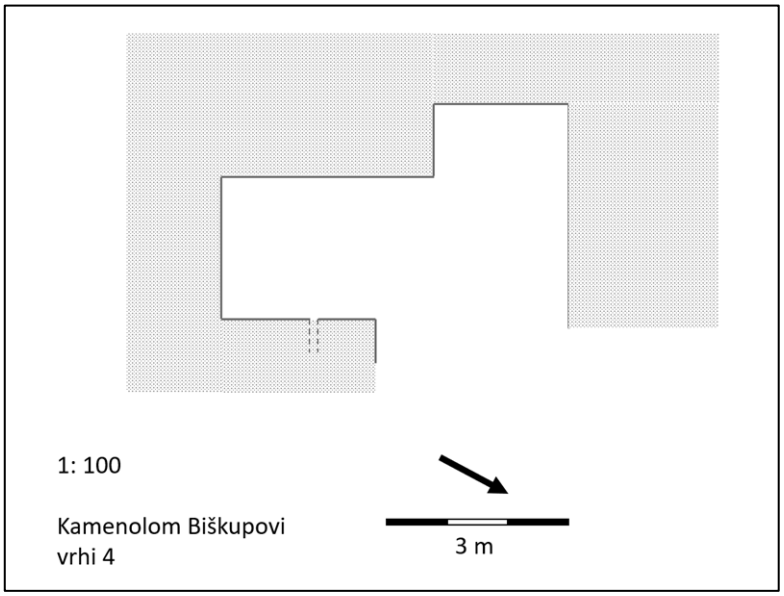
Slika 227. Djelomični tlocrt kamenoloma Biškupovi vrhi 1, s položajem sonde I iz 2020. godine.



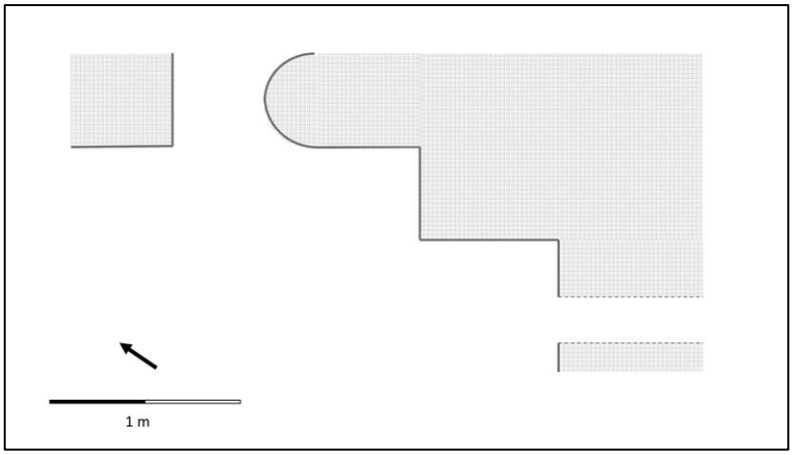
Slika 228. Djelomični tlocrt kamenoloma Biškupovi vrhi 2.



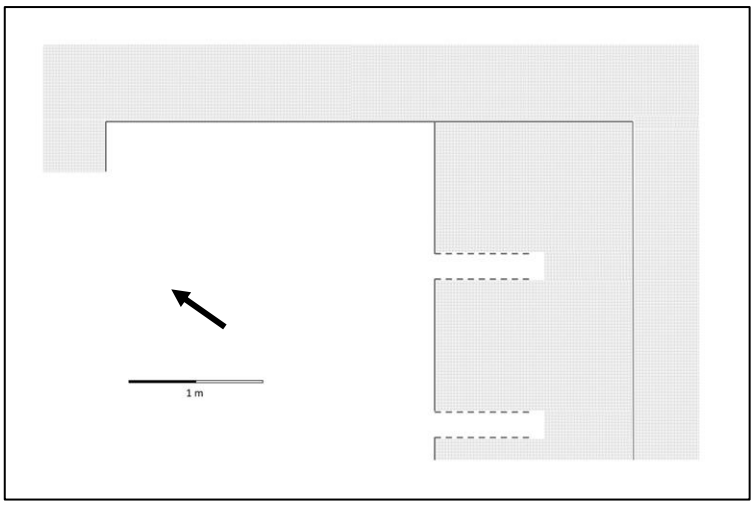
Slika 229. Djelomični tlocrt kamenoloma Biškupovi vrhi 3.



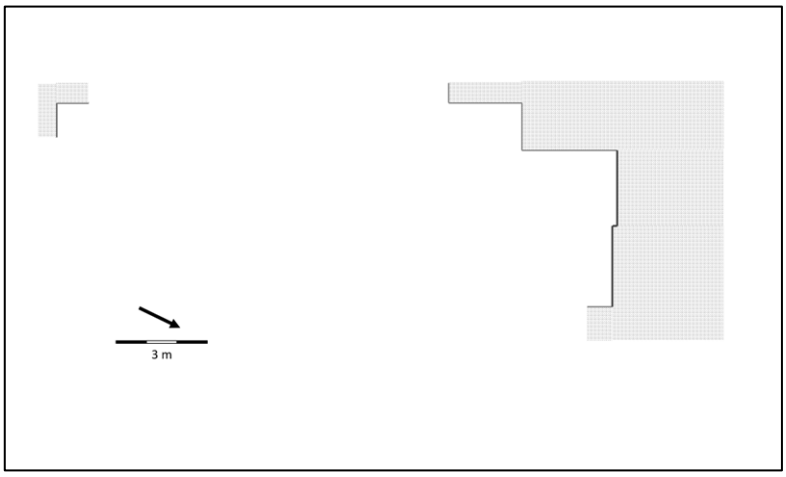
Slika 230. Djelomični tlocrt kamenoloma Biškupovi vrhi 4.



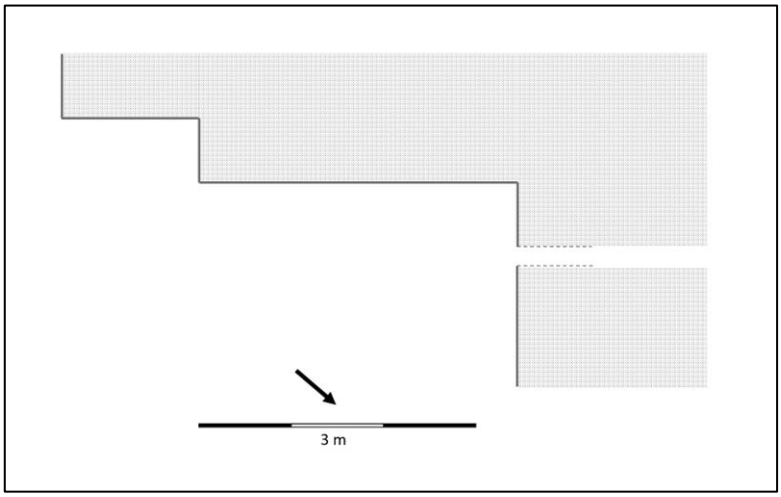
Slika 231. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi 1.



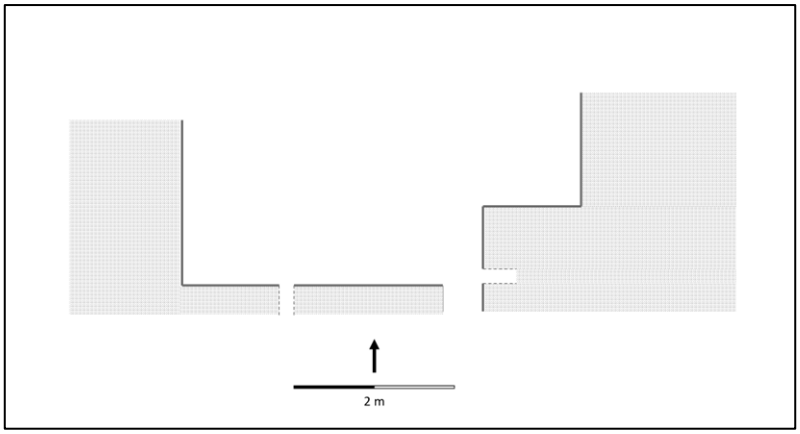
Slika 232. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi 2.



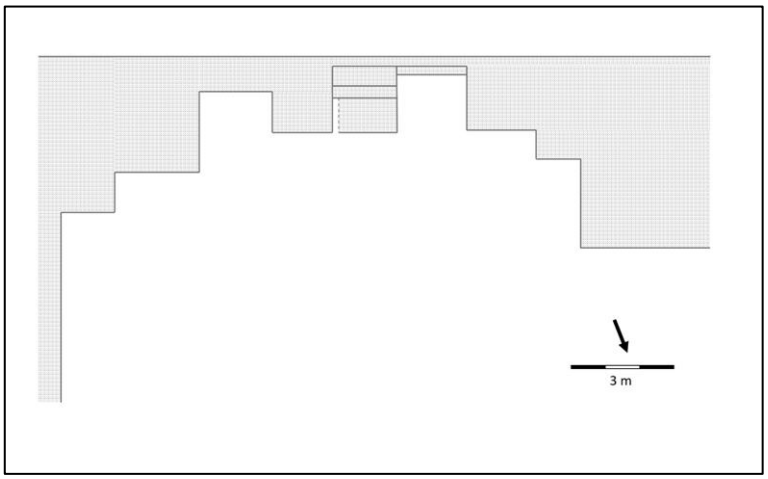
Slika 233. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi 4. Crvenom bojom označeno je sjeverno lice na kojem su sačuvani tragovi dvošilja.



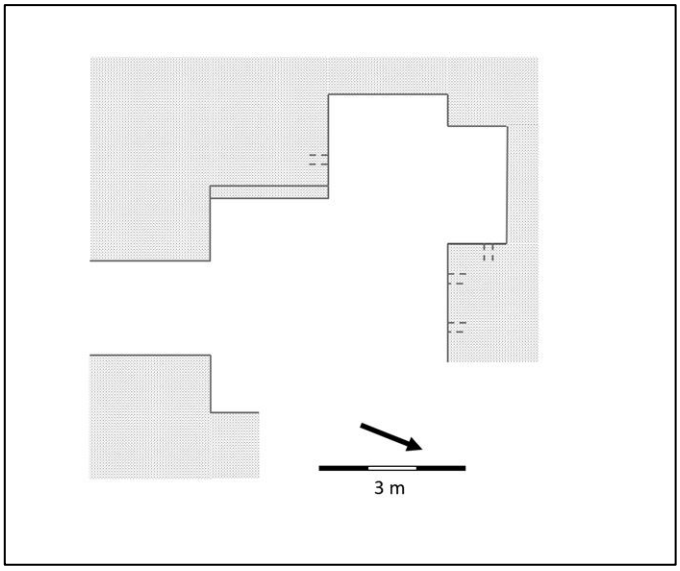
Slika 234. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi 5.



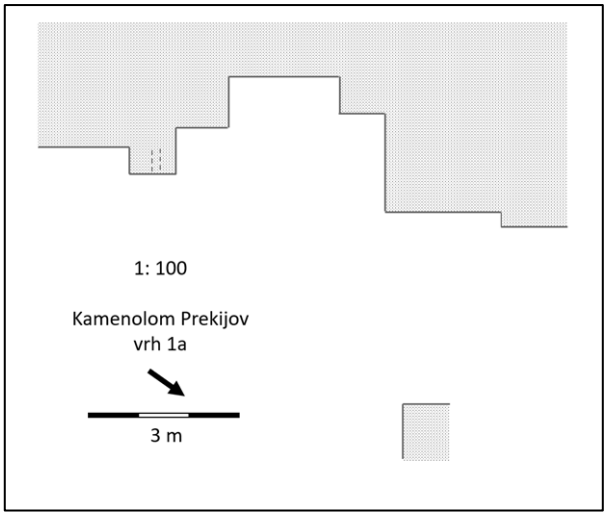
Slika 235. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi 6.



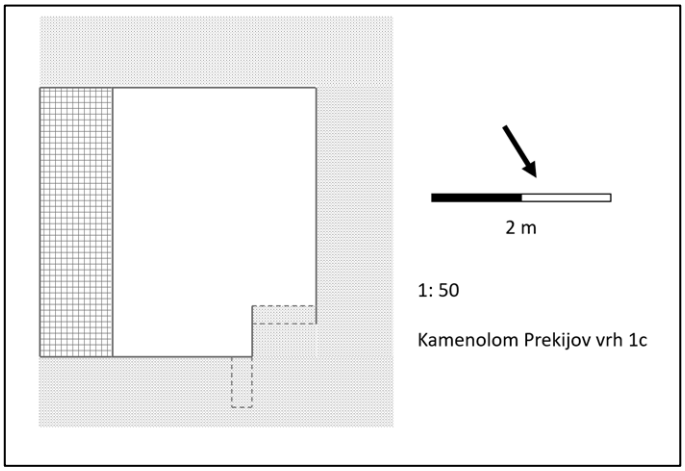
Slika 236. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi 7.



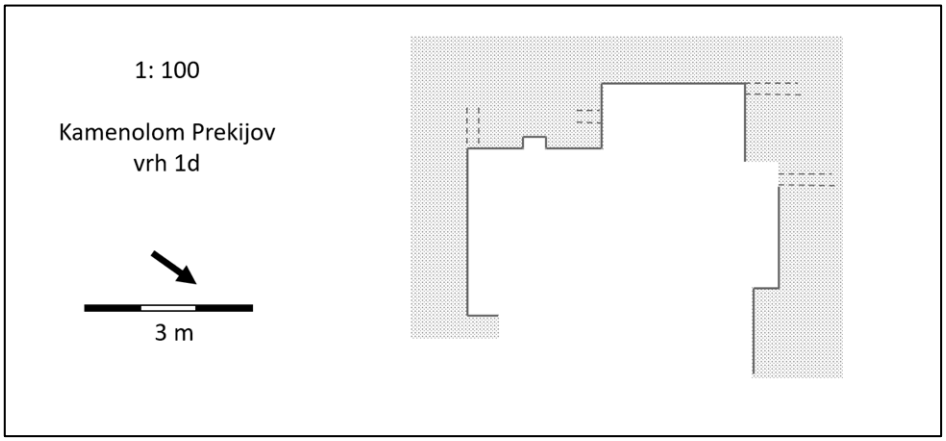
Slika 237. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi 8.



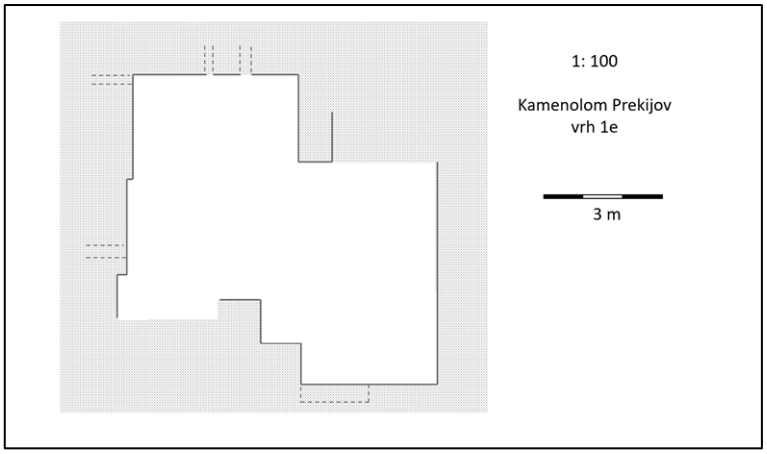
Slika 238. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi Prekijov vrh 1a.



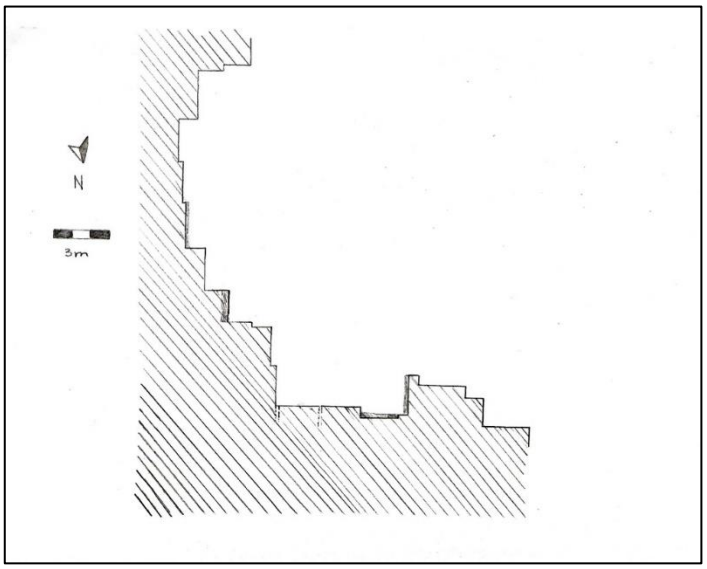
Slika 239. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi Prekijov vrh 1c;
suhozid označen površinom s kockicama.



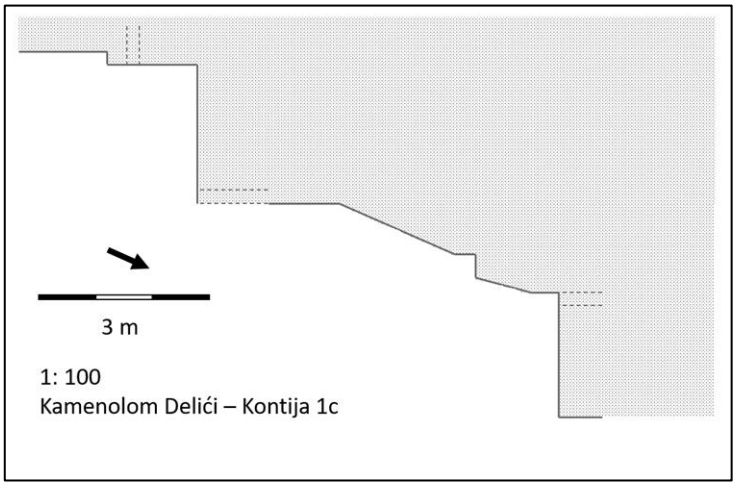
Slika 240. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi Prekijov vrh 1d.



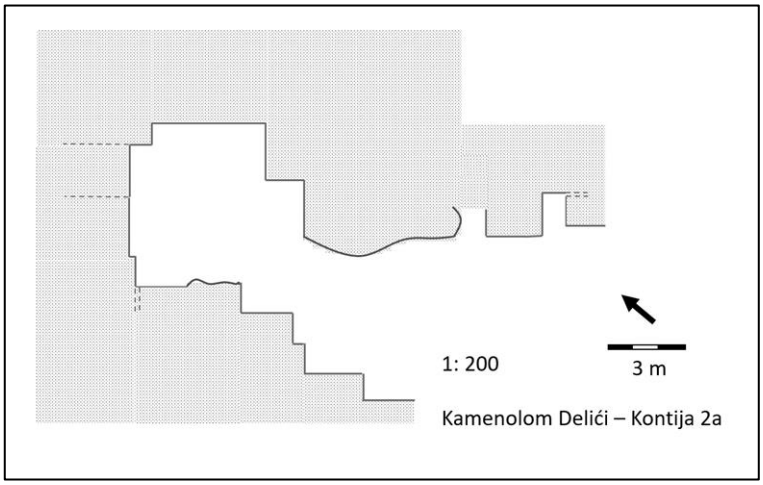
Slika 241. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi Prekijov vrh 1e.



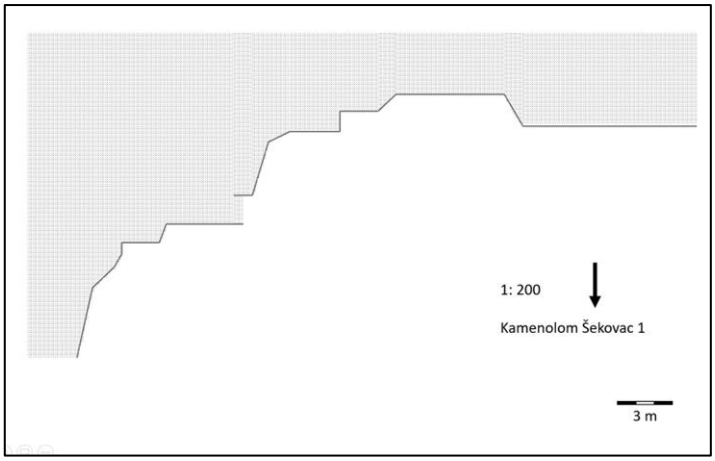
Slika 242. Djelomični tlocrt kamenoloma Flengi Prekijov vrh 2.



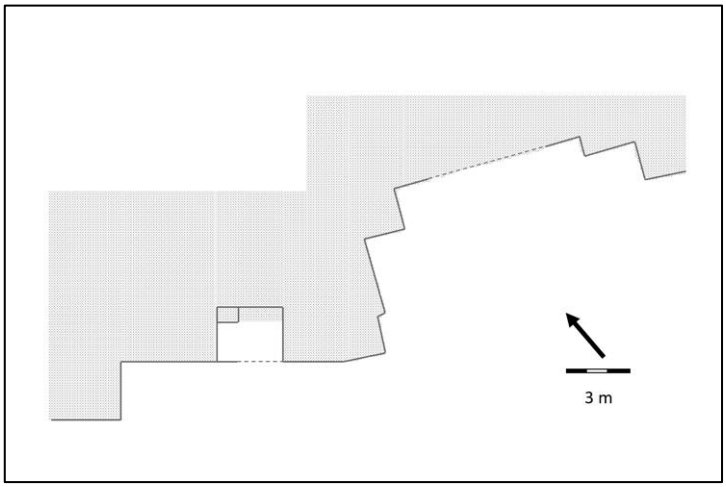
Slika 243. Djelomični tlocrt kamenoloma Delići Kontija 1c.



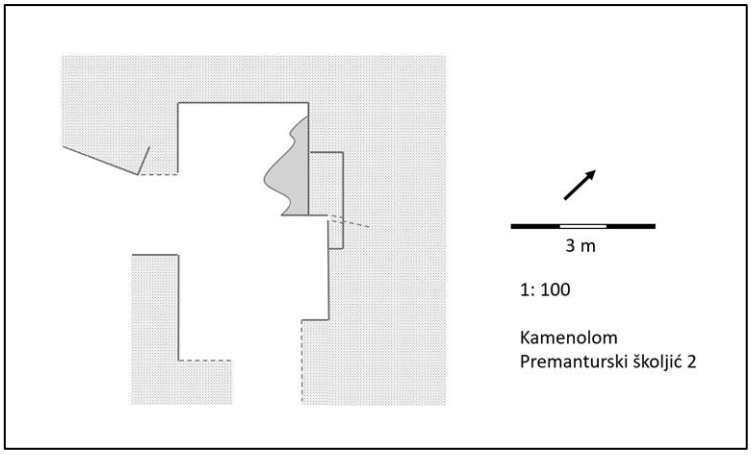
Slika 244. Djelomični tlocrt kamenoloma Delići Kontija 2.



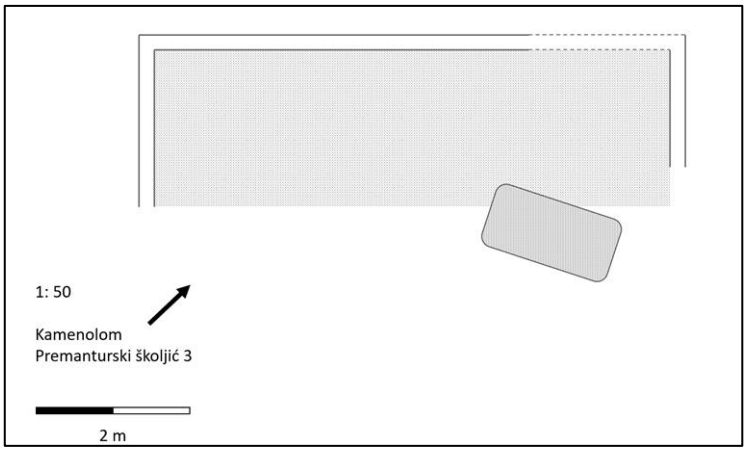
Slika 245. Djelomični tlocrt sjevernog kamenoloma na otoku Šekovac.



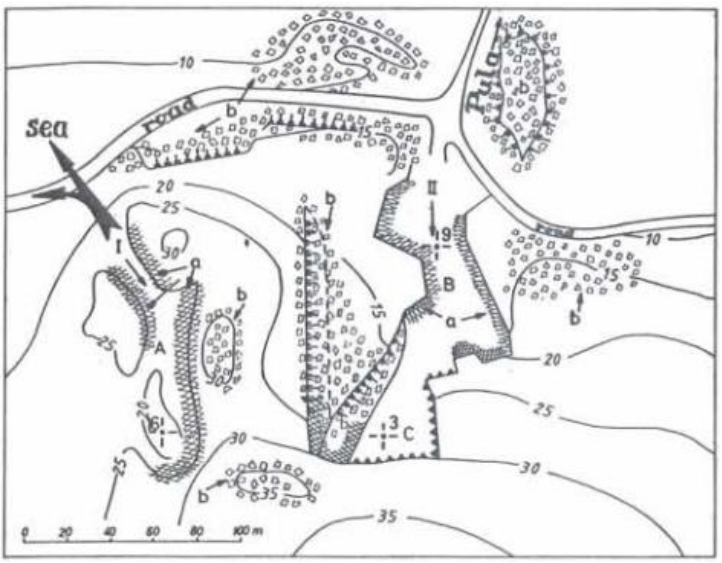
Slika 246. Tlocrt velikog kamenoloma na otoku Premanturski školjić.



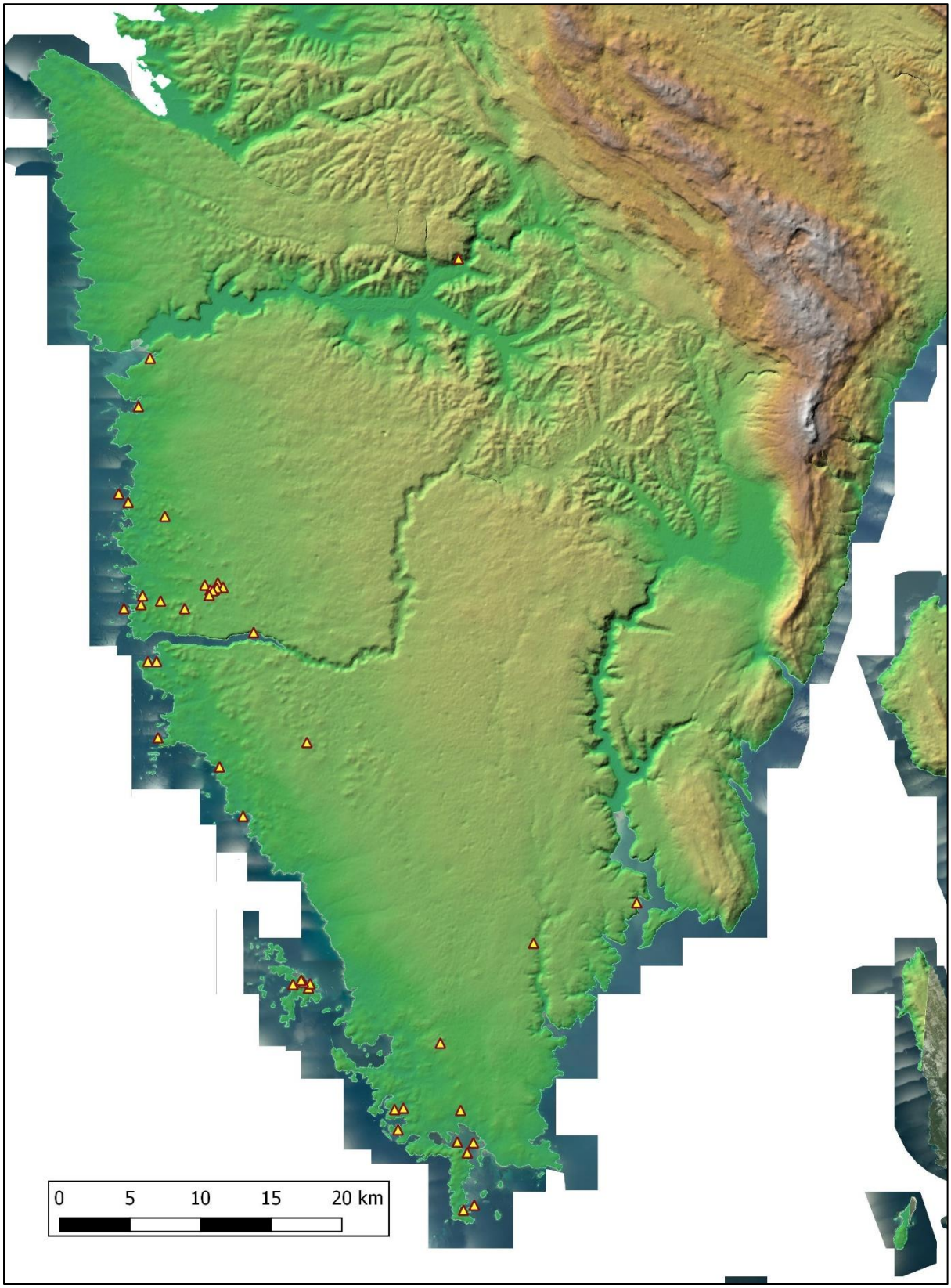
Slika 247. Tlocrt kamenoloma Premanturski školjić 2.



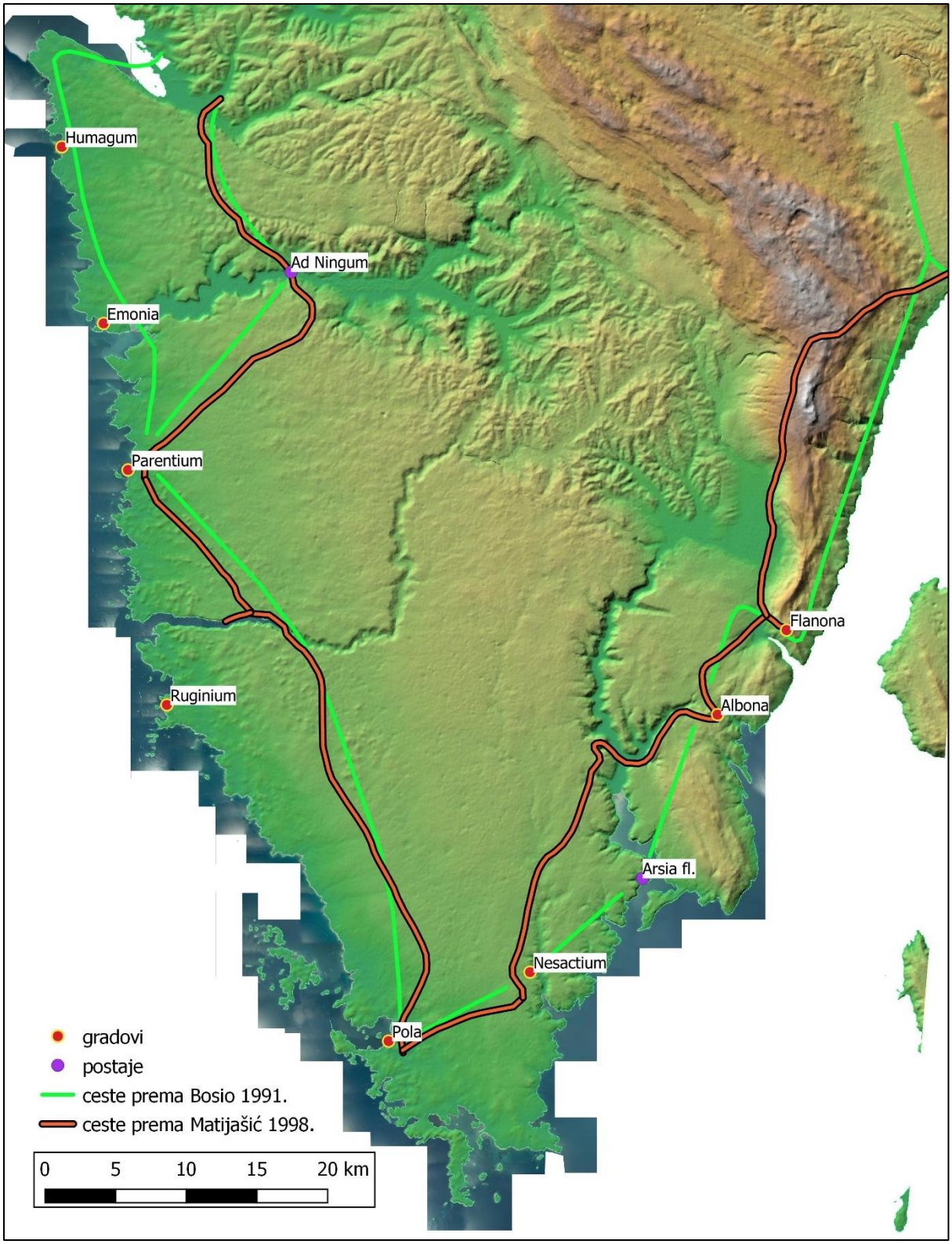
Slika 248. Tlocrt kamenoloma Premanturski školjić 3.



Slika 249. Tlocrt kamenoloma Vinkuran: I – pristup zapadnom kamenolomu, A – antički kamenolom, II – pristup istočnom kamenolomu, B – antički kamenolom s tragovima rimskog alata, C – moderni kamenolom, a – tragovi rimske ekstrakcije, b – otpad od ekstrakcije kamena od antike do danas (preuzeto iz CRNKOVIĆ 1991, 64).



Slika 250. Antički kamenolomi na području hrvatskog dijela Istre prikazani na sjenčanom reljefu (izvor satelitskog snimka u pozadini: Geoportal, izvor digitalnog modela visine: https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1, pristupljeno: 11.10.2021.).



Slika 251. Pretpostavljeni antički cestovni pravci na području hrvatskog dijela Istre prikazani na sjenčanom reljefu (izvor satelitskog snimka u pozadini: Geoportal, izvor digitalnog modela visine: https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1, pristupljeno: 11.10.2021.).

POPIS TAKSONA

Mikrofosili koji se spominju u ovom radu poredani su abecednim redom.

Bentičke foraminifere:

Broeckina (Pastrikella) balcanica Cherchi, Radoičić i Schroeder, 1976

Chablaisia chablaisensis (Septfontaine, 1977)

Cuneolina pavonia d'Orbigny, 1846

Ebrahimiella („Valdanchella") dercourti Decrouez i Moullade, 1974

Kurnubia palestiniensis Henson, 1948

Nautiloculina oolithica Mohler, 1938

Nezzazata concava (Smout, 1956)

Ovalveolina maccagnoi De Castro, 1966

Paleopfenderina salernitana (Sartoni & Crescenti, 1962)

Palorbitolina lenticularis (Blumenbach, 1805)

Parurgonina caelinensis (Cuvillier, Foury i Pignatti Morano, 1968)

Pfenderella arabica Redmond, 1964

Pfenderina trochoidea Smout & Sugden, 1962

Praechrysalidina infracretacea Luperto Sinni, 1979

Praekurnubia crusei Redmond, 1964

Praeorbitolina cormyi Schroeder, 1964

Protopeneroplis striata Weynschenk, 1950

Pseudocyclammina lituus (Yokoyama, 1890)

Pseudonummoloculina heimi (Bonet, 1956)

Sabaudia briacensis Arnaud-Vanneau, 1980

Sabaudia minuta (Hofker, 1965)

Saccocoma sp. Agassiz 1836

Satorina apuliensis Foucade i Chorowicz, 1980

Satorina mesojurassica (Maync, 1972)

Trocholina alpina (Leupold, 1935)

Trocholina elongata (Leupold, 1935)

Valvulina lugeoni Septfontaine, 1977

Vercorsella camposaurii (Sartoni i Crescenti, 1962)

Vercorsella laurenti (Sartoni i Crescenti, 1962)

Vercorsella scarsellai (De Castro, 1963)

Vercorsella tenuis (Velić i Gušić, 1973)

Vapnenačke alge:

Campbelliella striata Bernier, 1974

Clypeina jurassica Favre i Richard, 1927

Clypeina radici Sokač, 1986

Clypeina solkani Conrad i Radoičić, 1972

Epimastopora cekici Radoičić, 1970

Ghiroporella minima Nikler i Sokač

Humiella sardiniensis (Ott i Flaviani, 1983)

Munieria baconica Deecke, 1883

Salpingoporella annulata Carozzi, 1953

Salpingoporella cf. *apenninica* Sartoni & Crecenti, 1962

S*alpingoporella biokovensis* Sokač i Velić, 1979

Salpingoporella dinarica Radoičić, 1959

Salpingoporella grudii (Radoičić, 1962)

Salpingoporella selli (Crescenti, 1959)

Salpingoporella turgida (Radoičić, 1964)

Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri, 1922)

Ostalo:

Bacinella irregularis Radoičić, 1959

Caprina carinata (Boehm, 1892)

Chondrodonta joannae (Choffat, 1886)

Cladocoropsis mirabilis Felix, 1907

Favreina dinarica Brönnimann, 1976

Favreina njegosensis Brönnimann, 1976

Favreina salevensis (Paréjas, 1948)

Praeradiolites fleuriasus (d'Orbigny)

ŽIVOTOPIS AUTORICE

Katarina Šprem rođena je u Varaždinu 1991. godine. Završila je Medicinsku školu u Varaždinu, smjer farmaceutski tehničar, nakon čega 2010. upisuje jednopredmetni preddiplomski studij arheologije na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Godine 2013. upisuje jednopredmetni diplomski studij arheologije na istome fakultetu. Jedan semestar akademske godine 2013./2014. provela je na Univerzi v Ljubljani na razmjeni studenata preko programa Erasmus. Tijekom studija pohađala je razne intenzivne programe – DITECUR – Digital technologies in cultural landscape research, INTERKRAS – Interdisciplinary studies of karstic landscapes; te razne radionice – „Eksperimentalnom arheologijom do tehnologije proizvodnje keramičkih posuda u prapovijesti" u organizaciji Instituta za arheologiju, Centra za eksperimentalnu arheologiju i Odsjeka za arheologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, „Eksperimentalna izrada kamenog oruđa" u organizaciji Odsjeka za arheologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Također, bila je voditelj studentskog projekta „VINICA: sustavno rekognosciranje okolice srednjovjekovnog lokaliteta Stari Grad Vinica" te suradnica na nekoliko drugih studentskih projekata. Bila je suradnik na Proljetnoj školi arheologije u Istraživačkoj stanici Petnica, Srbija. Kao student sudjelovala je na arheološkim istraživanjima u Hrvatskoj (Zala, Velika pećina u kanjonu Kličevice, Bapska Gradac, Gorjani Kremenjača, Vela spila na Korčuli, Kaptol), Srbiji (Velika i Mala Balanica kod Niša, Šalitrena pećina kod Valjeva) i Sloveniji (Poštela). Diplomirala je 2016. godine s radom „Litički materijal iz Mujine pećine" izrađenim pod mentorstvom prof. dr. sc. Ivora Karavanića. Godine 2016./2017. obavljala je stručno osposobljavanje za rad bez zasnivanja radnog odnosa na Odsjeku za arheologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu tijekom kojeg je pohodila tečajeve „Basic Course on Archaeological Soil Micromorphology" u Zagrebu te „ARKWORK Training School on Studying Archaeological Fieldwork, Knowledge Production, and the Digital Environment" u Ateni, Grčka. Godine 2018. upisuje poslijediplomski studij arheologije na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom akademske godine 2021./2022. kao asistentica je predavala kolegij „Prapovijesna arheologija u Hrvatskoj" na prvoj godini preddiplomskog studija arheologije na Filozofskom fakultetu Sveučilišta Jurja Dobile u Puli te držala izvannastavnu aktivnost na temu litičke analize i mikropetrografske analize u arheološkim istraživanjima. U slobodno vrijeme bavi se amaterskom astronomijom; članica je Astronomskog društva Beskraj iz Zagreba te je članica upravnog odbora Astronomskog društva „Istra" Pula. Članica je i Zavičajnog društva Matka Brajše Rašana iz Pićna. Godine 2022. dobila je nagradu Zajednice tehničke kulture grada Pule.

Znanstveni radovi

ŠPREM, K. Ležišta rožnjaka u Istri, Hrvatska. Izvori sirovinskog materijala za prapovijesne zajednice na poluotoku. (**na recenziji)**

ŠPREM, K., BARUDŽIJA, U. Micropetrographic analysis as a tool for the determination of limestone sources in Istria – applications and limitations, u: *Proceedings from the 8th Scientific Conference Methodology and Archaeometry*. **(u tisku)**

ŠPREM, K. What to expect when you're documenting and excavating a Roman quarry – Monte del Vescovo, Istria, Croatia. **(u tisku)**

ŠPREM, K. 2021. All aboard! Quarries and transport in Roman Istria, u: Miloglav, I. (ur.), *Proceedings from the 7th Scientific Conference Methodology and Archaeometry*, Zagreb, 67-85.

ŠPREM, K. 2020. Stone as a resource in Istrian antiquity, u: Réfi Oszkó D. (ur.), *About two provinces. Proceedings of the Second Croatian-Hungarian PhD Conference on Ancient History and Archaeology*, Budapest, 103-116.

ŠPREM, K., GEROMETTA, K., KARAVANIĆ, I. 2020. Trampling Experiments - A Contribution to Pseudo-Retouch Issue, *EXARC Journal* Issue 2020/2 (https://exarc.net/issue-2020-2/ea/trampling-experiments-contribution-pseudo-retouch-issue).

ŠPREM, K., KARAVANIĆ, I., ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ, R. 2020. Results of a lithic trampling experiment and its comparison to the Mujina pećina lithic material, u: Miloglav, I. (ur.), *Recent Developments in Archaeometry and Archaeological Methodology in South-Eastern Europe*, Cambridge Scholars Publishing, 21-34.

ŠPREM, K. 2019. Rimski kamenolomi i prijevoz kamena u antičkoj Istri. *Histria* 9, 13-36.

ŠPREM, K. 2019. Međunarodni znanstveni skup mladih istraživača europske srednjovjekovne arheologije, *Obavijesti Hrvatskog arheološkog društva*, god. LI, 45-49.

ŠPREM, K. 2018. Terenski pregled okolice Starog grada Vinice i sjeverne Ivanščice, *Fragmenti - časopis studentskog kluba arheologa Filozofskog fakulteta u Zagrebu* 6, IX-XX.

MARŠIĆ, M., ŠPREM, K. 2017. Izvještaj sa studentskog projekta Sustavno arheološko rekognosciranje pakračko-lipičkog kraja, *Fragmenti - časopis studentskog kluba arheologa Filozofskog fakulteta u Zagrebu* 5, 35-44.

ŠPREM, K., MARŠIĆ, M., ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ, R. 2017. Rezultati studentskog projekta Sustavno rekognosciranje pakračko - lipičkog kraja, *Zbornik povijesnog društva Pakrac - Lipik* 10, 127 - 133.

BARBIR, A., ŠPREM, K. 2017. Cijepani litički materijal s lokaliteta Kuševac Topolina, *Izdanja Hrvatskog arheološkog društva* 31, 75 - 79.

Poglavlja u knjizi

ŠPREM, K., BOŠNJAK, T., KARAVANIĆ, I. 2020. Musterijen Mujine pećine, u: Karavanić, I., Kamenjarin, I. (ur.), *Mujina pećina: geoarheologija i litička analiza*, FF-press, Zagreb, 59-97.

Sudjelovanja na skupovima

ŠPREM, K., MATIJAŠIĆ, R. Roman Limestone Quarries in Istria, Croatia – A Growing Reference Database, *13th International Conference Association for the Study of Marble and Other Stones in Antiquity*, Beč, Austrija, 19.-24. rujna 2022.

ŠPREM, K. Micropetrographic analysis of limestone for provenance studies in the Istrian Antiquity, Croatia, *Young Researchers in Archaeometry* 5, Online Workshop, 5.-6. rujna 2022.

ŠPREM, K. Chert deposits in Istria, Croatia – possible sources for prehistoric communities. *28th EAA Annual Meeting*, Budimpešta, Mađarska, 31. kolovoza do 03. rujna 2022.

RAJKOVIĆ, D., ŠPREM, K., VITEZOVIĆ, S. Results of the recent excavations of the Late Neolithic site Kotlina, Baranya County: flint, stone and bone artefacts, *28th EAA Annual Meeting,* Budimpešta, Mađarska, 31. kolovoza do 03. rujna 2022.

ŠPREM, K. 2022. Where we're going we do need roads. Roman roads in Istria, Croatia - an example of a *Least Cost Path* analysis, *The 30th Theoretical Roman Archaeology Conference,* Split, Hrvatska, 6.-8. travnja 2022.

ŠPREM, K., MARCIUŠ, B. Geochemical Analysis of Istrian Flint. First results and discussion. *9th International Scientific Conference Methodology and Archeometry*. Online Conference, 02.-03. prosinca 2021.

ŠPREM, K., BARUDŽIJA, U. Micropetrographic Analysis as a Tool for Provenance Studies of Limestone Used in Prehistory and Antiquity of Istria, Croatia. *Microscopy and Microanalysis in Geological and Archaeological Sciences*. Online Conference. 09.-10. studenog 2021. (plakat)

ŠPREM, K. Roman Roads in Istria, an example of a Least Cost Path analysis. *Online tematski seminar projekta „Life on the Roman Road: communications, trade and identitites on Roman roads in Croatia from 1st – 8th CE* (HRZZ UIP-05-2017-9768), 4. studenog 2021.

ŠPREM, K. What to Expect When You're Documenting and Excavating a Roman Quarry. Monte del Vescovo, Istria, Croatia. *Echoes of Stone Crafting. From Quarries to Rock-cut sites*. Online Conference, 25.-26. ožujak 2021.

ŠPREM, K., BARUDŽIJA, U. I Yabba-Dabba Do! Limitations of Petrographic Analysis in Determining the Stone Raw Material Sources. *8th International Scientific Conference Methodology and Archeometry*. Zagreb, Hrvatska, 03.-04. prosinca 2020.

ŠPREM, K. All aboard! Quarries and transport in Roman Istria. *7th International Scientific Conference Methodology and Archeometry*. Zagreb, Hrvatska, 02.-03. prosinca 2019.

GEROMETTA, K., MATIJAŠIĆ, R., POPOVIĆ, S., BULIĆ, D., ŠPREM, K., MARRAS, G., BOSCHIAN, G. Surveying an eroded wooded Mediterranean karst landscape – case study of Vrsar area. *International Mediterranean Survery Workshop*, Pula, Hrvatska, 10.-12. svibnja 2019.

ŠPREM, K., GEROMETTA, K., KARAVANIĆ, I. Trampling experiments - a contribution to pseudo-retouch issue. *11th Experimental Archaeology Conference*, Trento, Italija, 2.-4. svibnja 2019.

ŠPREM, K., MATIJAŠIĆ, R. Stone as a resource in Istrian antiquity. *Third Croatian-Hungarian PhD Conference on Ancient History and Archaeology*. ELTE, Budimpešta, Mađarska, 22. ožujka 2019.

ŠPREM, K., MATIJAŠIĆ, R., ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ, R. Stone as a resource in prehistory and antiquity. *6th International Scientific Conference Methodology and Archeometry*. Zagreb, Hrvatska, 06.-07. prosinca. 2018. (plakat)

ŠPREM, K., KARAVANIĆ, I. Results of a second lithic trampling experiment - some question and a few answers. *6th International Scientific Conference Methodology and Archeometry*. Zagreb, Hrvatska, 06.-07. prosinca 2018.

PAVLIĆ, A., ŠPREM, K., KUDELIĆ, A., MILOGLAV, I. Experimental pottery production. *4th International Scientific Conference Methodology and Archeometry*. Zagreb, Hrvatska, 01.-02. prosinca 2016. (plakat)

ŠPREM, K., KARAVANIĆ, I., ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ, R. Results of a lithic trampling experiment and itscomparison to the Mujina pećina lithic material. *4th International Scientific Conference Methodology and Archeometry*. Zagreb, Hrvatska, , 01.-02. prosinca 2016.

ŠPREM, K., ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ, R., KARAVANIĆ, I. Lithic Technology of Mujina pećina. *Prehistoric hunter-gatherers and farmers in the Adriatic and neighbouring regions, international conference.* Kaštel Lukšić, Hrvatska, 22.-24. rujna 2015. (plakat)

ŠPREM, K., BARBIR, A., PAVLIĆ, A., PETELIN, E. Cijepani litički materijal s lokaliteta Kuševac Topolnica. *Znanstveni skup Hrvatskog arheološkog društva*. Vukovar, Hrvatska, 07.-11. listopada 2013.

ŠPREM, K. Moderno ponašanje - ljudska revolucija? *Prvi regionalni studentski simpozij,* Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska, 29.-30. studenog 2012.

Popularna predavanja

Predavanje na temu „Ekstrasolarni planeti i mogućnosti života na njima“ u sklopu Festivala znanosti 2022. godine, Zvjezdarnica Pula, svibanj 2022.

Predavanje na temu „Žene u astronomiji“ u sklopu obilježavanja 100. godišnjice osnutka Međunarodne astronomske unije, Zvjezdarnica Pula, ožujak 2019.

Predavanje na temu „Moje amatersko putovanje“ na Drugom hrašćinskom astru organiziranom od strane Kluba ljubitelja zavičajne baštine Hrvatske, Trgovišće, svibanj 2018.

Predavanje na temu „Ciklusi Milutina Milankovića u arheološkoj teoriji“ na godišnjem *Sljeme star partyju* Astronomskog društva Beskraj, Zagreb, prosinac 2017.

Predavanje na temu „Zvjezdani vremeplov – nebo na dlanu“ u sklopu Srijede u muzeju, Gradski muzej Varaždin, Varaždin, lipanj 2015.

Predavanje na temu „Vučedolski Orion“ na godišnjem *Sljeme star partyju* Astronomskog društva Beskraj, Zagreb, travanj 2015.