

# Rezultati LiDAR-skog snimanja i terenskih pregleda prostora Prigorja

---

**Vuković, Miroslav; Mavrović Mokos, Janja; Ovčarić, Franka**

*Source / Izvornik:* **Prilozi Instituta za arheologiju u Zagrebu, 2024, 41, 139 - 173**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

<https://doi.org/10.33254/piaz.41.1.6>

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:291:342867>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-22**



INSTITUT ZA  
ARHEOLOGIJU

*Repository / Repozitorij:*

[RIARH - Repository of the Institute of archaeology](#)



UDK 902  
ISSN 1330-0644  
Vol. 41/1  
ZAGREB, 2024.

# PRILOZI

Instituta za arheologiju u Zagrebu

Pril. Inst. arheol. Zagrebu  
Str./Pages 1-182, Zagreb, 2024.

**PRILOZI INSTITUTA ZA ARHEOLOGIJU  
U ZAGREBU, 41/1/2024  
STR./PAGES 1–182, ZAGREB, 2024.**

Izdavač / Publisher  
INSTITUT ZA ARHEOLOGIJU  
INSTITUTE OF ARCHAEOLOGY

Adresa uredništva /  
Address of the editor's office  
Institut za arheologiju / Institute of archaeology  
HR-10000 Zagreb, Jurjevska ulica 15  
Hrvatska / Croatia  
Telefon / Phone ++385 / (0)1 61 50 250  
Fax ++385(0)1 60 55 806  
e-mail: urednistvo.prilozi@iarh.hr  
<http://www.iarh.hr>

Glavni i odgovorni urednik / Editor in chief  
Marko DIZDAR

Tehnički urednici / Technical editors  
Marko DIZDAR  
Katarina BOTIĆ

Uredništvo / Editorial board  
Prapovijest / Prehistory:  
Marko DIZDAR, Institut za arheologiju, Zagreb,  
Hrvatska  
Snježana VRDOLJAK, Institut za arheologiju, Zagreb,  
Hrvatska  
Viktória KISS, Hungarian Academy of Sciences,  
Institute of Archaeology, Budapest, Hungary  
Antika / Antiquities:  
Goranka LIPOVAC VRKLJAN, Institut za arheologiju,  
Zagreb, Hrvatska  
Ivan RADMAN-LIVAJA, Arheološki muzej u Zagrebu,  
Zagreb, Hrvatska  
Srednji vijek i novi vijek / Middle Ages and Modern era:  
Tajana SEKELJ IVANČAN, Institut za arheologiju,  
Zagreb, Hrvatska  
Katarina Katja PREDOVNIK, University of Ljubljana,  
Faculty of Arts, Ljubljana, Slovenia  
Natascha MEHLER, Eberhard Karls University of  
Tübingen, Tübingen, Germany  
Tatjana TKALČEC, Institut za arheologiju, Zagreb,  
Hrvatska  
Juraj BELAJ, Institut za arheologiju, Zagreb, Hrvatska  
Metodologija / Methodology  
Predrag NOVAKOVIĆ, University of Ljubljana, Faculty  
of Arts, Ljubljana, Slovenia

Izdavački savjet / Editorial advisory board  
Dunja GLOGOVIĆ, Zagreb, Hrvatska  
Ivor KARAVANIĆ, Sveučilište u Zagrebu, Filozofski  
fakultet, Odsjek za arheologiju, Zagreb, Hrvatska  
Kornelija MINICHREITER, Zagreb, Hrvatska  
Alexander T. RUTTKAY, Nitra, Slovakia  
Ivančica SCHRUNK, University of St. Thomas, St. Paul,  
Minnesota, USA  
Željko TOMIČIĆ, Hrvatska Akademija znanosti i  
umjetnosti, Zagreb, Hrvatska  
Ante UGLEŠIĆ, Sveučilište u Zadru, Odjel za  
arheologiju, Zadar, Hrvatska

Prijevod na engleski / English translation  
Teo ČAVAR, Ivan MATIJEVIĆ, Marija KOSTIĆ,  
Marin MATKOVIĆ, Marko MARAS, Miroslav VUKOVIĆ,  
Franka OVČARIĆ

Lektura / Language editor  
Marko DIZDAR (hrvatski jezik / Croatian)  
Marko MARAS, Katarina BOTIĆ (engleski jezik / English)

Korektura / Proofreads  
Katarina BOTIĆ

Grafičko oblikovanje / Graphic design  
Umjetnička organizacija OAZA

Računalni slog / Layout  
Hrvoje JAMBREK

Tisak / Printed by  
Tiskara Zelina d.d., Sv. I. Zelina

Naklada / Issued  
400 primjeraka / 400 copies

Prilozi Instituta za arheologiju u Zagrebu indeksirani su u /  
Prilozi Instituta za arheologiju u Zagrebu are indexed by:  
DYABOLA – Sachkatalog der Bibliothek – Römisch-  
Germanische Kommission des Deutschen  
Archaeologischen Instituts, Frankfurt a. Main  
Clarivate Analytics services – Web of Science Core  
Collection  
CNRS / INIST – Centre National de la Recherche  
Scientifi que / L'Institut de l'Information Scientifi que et  
Technique, Vandoeuvre-lès-Nancy  
EBSCO – Information servises, Ipswich  
ERIH PLUS – European Reference Index for the  
Humanities and Social Sciences, Norwegian  
Directorate for Higher Education and Skills, Bergen  
SciVerse Scopus – Elsevier, Amsterdam

E-izdanja. Publikacija je dostupna u digitalnom obliku i  
otvorenom pristupu na  
<https://hrcak.srce.hr/prilozi-iaz>  
E-edition. The publication is available in digital and  
open access form at  
<https://hrcak.srce.hr/prilozi-iaz?lang=en>

DOI 10.33254

Ovaj rad licenciran je pod Creative Commons  
Attribution By 4.0 međunarodnom licencom /  
this work is licenced under a Creative Commons  
attribution By 4.0 international licence  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



# SADRŽAJ

## CONTENTS

Izvorni znanstveni radovi

Original scientific papers

- |           |  |   |
|-----------|--|---|
| <b>5</b>  | DANIJELA ROKSANDIĆ VUKADIN<br>SLAVICA BOŠNJAK<br><b>Bakar u prapovijesnim zajednicama sjeverne Hrvatske s posebnim osvrtom na vučedolsku kulturu</b> | DANIJELA ROKSANDIĆ VUKADIN<br>SLAVICA BOŠNJAK<br>Copper in the prehistoric communities of northern Croatia with special emphasis on the Vučedol culture |
| <b>49</b> | IVAN MATIJEVIĆ<br><b>Rimska vojska u sjeverozapadnom dijelu provincije Dalmacije</b>   | IVAN MATIJEVIĆ<br>The Roman army in the northwestern part of the Province of Dalmatia   |
| <b>67</b> | IVANA JADRIČ-KUČAN<br>IVANA BANOVAČ<br><b>Štovanje Lara (<i>Lares</i>) i nove spoznaje o Larima iz Salone</b>  | IVANA JADRIČ-KUČAN<br>IVANA BANOVAČ<br>The worship of the Lares and new insight about the Lares from Salona   |
| <b>87</b> | MARIN MATKOVIĆ<br><b>Između Kine, islamskog svijeta i Europe: <i>šalice za kavu</i> iz Osijeka</b>   | MARIN MATKOVIĆ<br>Between China, the Islamic world, and Europe: <i>coffee cups</i> from Osijek  |

	Prethodna priopćenja	Preliminary reports
<b>119</b>	<p>IVOR JANKOVIĆ JAMES C. M. AHERN RORY BECKER DARKO KOMŠO SINIŠA RADOVIĆ NIKOLA VUKOSAVLJEVIĆ LIA VIDAS</p> <p><b>Terenska istraživanja na nalazištu Abri Kontija 002 u sezoni 2022. i 2023.</b></p>	<p>IVOR JANKOVIĆ JAMES C. M. AHERN RORY BECKER DARKO KOMŠO SINIŠA RADOVIĆ NIKOLA VUKOSAVLJEVIĆ LIA VIDAS</p> <p>Field research at the site of Abri Kontija 002 in the seasons of 2022 and 2023</p>
<b>139</b>	<p>MIROSLAV VUKOVIĆ JANJA MAVROVIĆ MOKOS FRANKA OVČARIĆ</p> <p><b>Rezultati LiDAR-skog snimanja i terenskih pregleda prostora Prigorja</b></p>	<p>MIROSLAV VUKOVIĆ JANJA MAVROVIĆ MOKOS FRANKA OVČARIĆ</p> <p>Results of LiDAR and field surveys of the Prigorje area</p>
<b>175</b>	Upute autorima	Guidelines for contributors

# REZULTATI LiDAR-SKOG SNIMANJA I TERENSKIH PREGLEDA PROSTORA PRIGORJA RESULTS OF LiDAR AND FIELD SURVEYS OF THE PRIGORJE AREA

Prethodno priopćenje / prapovijesna arheologija

Preliminary report / Prehistoric archaeology

UDK UDC 528.4:902.2(497.521.5)"636"

Primljeno / Received: 29. 11. 2023. Prihvaćeno / Accepted: 26. 03. 2024.

[doi.org/10.33254/piaz.41.1.6](https://doi.org/10.33254/piaz.41.1.6)

## MIROSLAV VUKOVIĆ

Sveučilište u Zagrebu  
Filozofski fakultet  
Odsjek za arheologiju  
Ivana Lučića 3  
HR-10000 Zagreb  
[mivukovic@ffzg.hr](mailto:mivukovic@ffzg.hr)

## JANJA MAVROVIĆ MOKOS

Sveučilište u Zagrebu  
Filozofski fakultet  
Odsjek za arheologiju  
Ivana Lučića 3  
HR-10000 Zagreb  
[jmavrovi@ffzg.hr](mailto:jmavrovi@ffzg.hr)

## FRANKA OVČARIĆ

Sveučilište u Zagrebu  
Filozofski fakultet  
Odsjek za arheologiju  
Ivana Lučića 3  
HR-10000 Zagreb  
[fovcaric@ffzg.hr](mailto:fovcaric@ffzg.hr)

Projekt TRANS RIVERS, financiran od strane Hrvatske zaklade za znanost, bavi se proučavanjem prapovijesnih lokaliteta i komunikacijskih putova uz rijeke Savu, Sutlu i Krapinu na području Prigorja. Spomenuti prostor predstavlja izazovan krajolik za arheološka istraživanja zbog prirodnih čimbenika (poplava i erozija), ali i onih uzrokovanih čovjekom (kamenolomi i urbanizacija). Jedan od glavnih ciljeva projekta je ubiciranje novih lokaliteta na području Marijagoričkog pribrežja te obronaka Medvednice koji nisu bili pod utjecajem ranije navedenih destruktivnih procesa. LiDAR-sko snimanje najbolje je odgovaralo ovim istraživačkim problemima. U okviru ovog istraživanja upotrijebljeni su podaci s tri različita projekta laserskog skeniranja iz zraka kako bi se osigurala odgovarajuća pokrivenost područja istraživanja. U ovom radu predstavljeni su preliminarni rezultati prvih provedenih terenskih istraživanja i interpretacije LiDAR-skih podataka s posebnim osvrtom na prapovijesne lokalitete koji su u fokusu projekta.

**KLJUČNE RIJEČI:** LiDAR-sko snimanje, terenski pregled, Prigorje, prapovijesni lokaliteti

The TRANS RIVERS project, funded by the Croatian Science Foundation, deals with the study of prehistoric sites and communication routes along the Sava, Sutla, and Krapina rivers in the Croatian region of Prigorje. The area presents a challenging landscape for archaeological study due to factors that can be natural (flooding and erosion) or man-made (quarrying and urbanization). One of the main goals of the project is identifying new sites in the area of Marija Gorica hills and the slopes of Medvednica Mountain, which have not been influenced by the above-mentioned destructive processes. LiDAR imaging was best suited to these research problems. Within the scope of the project, we utilized data from three different airborne laser scanning surveys to ensure proper coverage of the research area. This paper presents the preliminary results of our first field surveys and LiDAR data interpretations, with particular regard to the prehistoric sites that are in the focus of the TRANS RIVERS project.

**KEY WORDS:** LiDAR imaging, field survey, Prigorje, prehistoric sites



Copyright © Autor(i)  
The Author(s) 2024

Open Access This work is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Open Access Ovaj rad dijeli se prema odredbama i uvjetima licence Creative Commons Attribution 4.0 International license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), koja dopušta neograničenu ponovnu upotrebu, dijeljenje i reprodukciju u bilo kojem mediju, pod uvjetom da je izvorno djelo ispravno citirano.

## UVOD

Glavni cilj projekta „Transferno područje od Sutle preko srednjeg toka Save tijekom brončanog i željeznog doba“ – TRANS RIVERS, financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost, je ubiciranje novih lokaliteta na području za koje pretpostavljamo da je intenzivno sudjelovao u protoku i razmjeni ideja i dobara tijekom prapovijesti. Posebno se to odnosi na razdoblja brončanoga i željeznoga doba, za koja imamo vrlo malo podatka o životu u naseljima, te načinu ukopavanja i izboru nalaza koji mogu govoriti o lokalnoj proizvodnji i/ili importu. Riječ je o Prigorju koje smo s obzirom na razne definicije i geografske podjele omeđili na prostor od utoka rijeke Sutle u Savu na zapadu do Moslavine na istoku te na uski prostor od rijeke Save na jugu do Medvednice na sjeveru (Mavrović Mokos et al. 2024, in press). U širem geografskom kontekstu ovaj prostor pripada sjeverozapadnoj Hrvatskoj koju je u novije vrijeme Državni zavod za statistiku u suradnji s Eurostatom definirao kroz granice postojećih županija (DZS NUTS; SZ Hrvatska). Prema toj definiciji, sjeverozapadnoj Hrvatskoj pripadaju Zagrebačka, Krapinsko-zagorska, Varaždinska, Koprivničko-križevačka i Međimurska županija te Grad Zagreb. Sjeverozapadna Hrvatska je dio središnje Hrvatske koja je na jugozapadu i zapadu omeđena reljefnim obilježjima Žumberačkog i Samoborskog gorja, rijeke Sutle te Maceljske gore. Istočnu granicu čini rijeka Ilova, sjevernu granicu rijeke Mura i Drava dok s južne strane ovaj prostor zatvara rijeka Sava (Feletar 1986: 4). Geografske i reljefne sličnosti na području Žumberačke gore, tj. Gorjanaca, doline srednjeg toka Save te sutlanske nizine povezuju ovaj prostor s prostorom današnje Slovenije. Spomenuto područje važno je zbog povoljnog komunikacijskog položaja, a bilo je rijekom Savom povezano od jugoistočnih Alpa sve do Podunavlja.

Trenutno se na spomenutom području istražuju samo dva prapovijesna lokaliteta, Sveti Križ i Gračec (Mavrović et al. 2024, in press), dok su se unazad nekoliko godina na lokalitetu Kuzelin provodila zaštitna istraživanja (Obad Šćitaroci et al. 2015: 48).

U prošlosti je situacija bila nešto bolja, no i tada su istraženi samo manji dijelovi nekropola ili naselja. Tu se prije svega misli na istraživanja koja je provela Ksenija Vinski-Gasparini na položaju Zagreb – Vrapče (Vinski-Gasparini

## INTRODUCTION

The main goal of the project “Transfer area from the Sutla through the middle course of the Sava during the Bronze and Iron Ages” – TRANS RIVERS, financed by the Croatian Science Foundation, is to identify new sites in an area that we assume was intensively involved in the flow and exchange of ideas and goods during prehistoric times. This specially applies to the periods of the Bronze and Iron Ages, for which we have little information regarding life in settlements, burial customs, or the assortment of finds that can indicate local production and/or imports. Given the various definitions and geographical divisions of the region of Prigorje, we defined it as the area from the confluence of the Sutla and Sava rivers in the west to Moslavina region in the east, and the narrow area from the Sava River in the south to Medvednica Mountain in the north (Mavrović Mokos et al. 2024, in press). In a broader geographical context, this area belongs to northwestern Croatia, which was recently defined by the Croatian Bureau of Statistics in cooperation with Eurostat along the borders of several counties (DZS NUTS; SZ Hrvatska). According to this definition, northwestern Croatia includes the counties of Zagreb, Krapina-Zagorje, Varaždin, Koprivnica-Križevci, and Međimurje, as well as the City of Zagreb. Northwestern Croatia is part of central Croatia, which is bounded in the southwest and west by the relief features of the Žumberak and Samobor mountain ranges, the River Sutla, and the Macelj mountain range. The eastern border is formed by the River Ilova, the northern border by the rivers Mura and Drava, and the southern border by the River Sava (Feletar 1986: 4). Geographical and relief similarities in the area of Žumberak Mountain, i.e. Gorjanci, the valley of the middle course of the Sava and the Sutla’s lowlands connect this area with the area of present-day Slovenia. This area is important because of its favourable communication position, connected by the River Sava to the wide area from the southeastern Alps all the way to the Danube.

Currently, archaeological excavations are ongoing on only two prehistoric sites in the mentioned area – Sveti Križ and Gračec (Mavrović et al. 2024, in press) – while rescue excavations were carried out at the site of Kuzelin a few years ago (Obad Šćitaroci et al. 2015: 48). In the past, the situation was slightly better, but even then only small segments of the necropolises or settlements were excavated. This primarily refers to the research

1973), te na istraživanja zagrebačkog Gradeca koje su provodili brojni arheolozi, većinom profesori s Odsjeka za arheologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu i Dubravka Balen-Letunić iz Arheološkog muzeja u Zagrebu. S tog položaja po prvi smo put dobili podatke o izgledu dijela naselja iz vremena kasnog brončanog doba te kasnog halštata koje su objavile Dubravka Balen-Letunić (1996) i Nives Majnarić-Pandžić (2009). U novije vrijeme, točnije prije dvije godine, kolega Petar Sekulić iz Hrvatskog restoratorskog zavoda vodio je istraživanja na nedalekom položaju u zgradi Banskih dvora.

Situacija nije znatno bolja ni kada pogledamo broj zabilježenih lokaliteta koji nisu istraživani. Riječ je o nekih dvadesetak lokaliteta iz cijelog razdoblja prapovijesti. Usporedbe radi, situacija u susjednoj Sloveniji je znatno bolja. Samo tijekom mlađe faze kulture polja sa žarama na području „brežičkih vrata“ poznato je deset lokaliteta (Pavlin, Bavec 2017: 93). Ovakva situacija s druge strane rijeke Sutle može biti posljedica nekoliko čimbenika. Prvi je stanje istraživanja. No, unazad petnaestak godina obavljeno je nekoliko terenskih pregleda na prostoru zapadnog dijela Prigorja koji su rezultirali pronalaskom antičkih i srednjovjekovnih lokaliteta dok su evidentirana samo dva nova prapovijesna, Zaprešić – Prek Savlje i Pašinec (Ložnjak Dizdar 2008: 109). Znatno manja količina prapovijesnih lokaliteta možda se može objasniti konstantnim plavljenjem, prvenstveno rijeke Save koja je tijekom nekoliko tisućljeća akumulirala debeli sloj koji je sve više prekrivao prapovijesne lokalitete. Slična razmišljanja iznijela je i kolegica Ložnjak Dizdar nakon terenskog pregleda područja izgradnje HE Podsused (Ložnjak Dizdar 2008: 111). Poplave početkom kolovoza 2023. godine na nekim su mjestima u samo jednom danu akumulirale oko 30 cm novoga materijala, pa je za pretpostaviti kako je tijekom tisuća godina velika količina materijala vrlo lako mogla zatrpavati prapovijesne nalaze. Kako bismo dokazali ili opovrgnuli ovu pretpostavku, prilikom planiranja budućih istraživanja namjeravamo uključiti geologe koji bi na spomenutom prostoru izvršili prospekcije. Drugi problem je plitko oranje tijekom kojeg plugovi ne uspijevaju prodrijeti dublje, ispod akumuliranog materijala. Sličnu situaciju, u kojoj je prapovijesni lokalitet evidentiran prilično duboko, ispod antičkih zidova nalazimo na lokalitetu Moravče – Rošnica (Želle 2020). Na dubini od gotovo 1 m pronađen je kameni humak s tri pokojnika koji je na temelju načina ukopa i jednog ukrašenog

conducted by Ksenija Vinski-Gasparini at the Zagreb–Vrapče site (Vinski-Gasparini 1973) and to the research at Gradec in Zagreb, conducted by numerous archaeologists, mostly professors from the Department of Archaeology of the Faculty of Humanities and Social Sciences in Zagreb and Dubravka Balen-Letunić from the Archaeological Museum in Zagreb. From this site, for the first time, we obtained data on the appearance of part of the settlement from the Late Bronze Age and the Late Hallstatt period, published by Dubravka Balen-Letunić (1996) and Nives Majnarić-Pandžić (2009). More recently, two years ago, our colleague Petar Sekulić from the Croatian Conservation Institute conducted rescue excavations nearby, at the nearby site of the Banski Dvori building.

The situation is not much better when we look at the number of recorded but not investigated sites. These are some twenty sites from the entire period of prehistory in the area. By comparison, the situation in neighbouring Slovenia is much better. Ten sites in a relatively small area surrounding Brežice are attributed to the earlier phase of the Urnfield culture (Pavlin, Bavec 2017: 93). This situation on the other side of the River Sutla can be the result of several factors, first of which is the state of research. However, in the last fifteen years, several field surveys were carried out in the western part of Prigorje, resulting in the discovery of sites from Antiquity and the Middle Ages, while only two new prehistoric sites were recorded: Zaprešić – Prek Savlje and Pašinec (Ložnjak Dizdar 2008: 109). The significantly smaller number of prehistoric sites may be explained by the constant flooding, primarily of the River Sava, which accumulated a thick alluvial deposit over several millennia, increasingly covering prehistoric sites. Similar views were expressed by our colleague Ložnjak Dizdar after a field survey of the construction area of the Podsused hydroelectric power plant (Ložnjak Dizdar 2008: 111). The floods in early August 2023 accumulated about 30 cm of new material in a single day in some places, so it can be assumed that a large amount of deposits over thousands of years could easily have buried prehistoric finds. In order to prove or disprove this assumption, our future research will include geologists who will carry out prospecting in the area. Another problem is shallow plowing, during which the ploughs fail to penetrate deeper, below the accumulated alluvial deposits. A similar situation can be seen at the Moravče – Rošnica site, where a prehistoric site was found at a greater depth, under walls from Antiquity (Želle



ulomka keramike pripisan kulturi grobnih humaka (Želle 2020). Tadašnji voditelj istraživanja V. Sokol pretpostavlja da humak čak nije bio vidljiv ni antičkoj populaciji koja je iznad podizala zidove.

Druga mogućnost je da zbog nepredvidivosti rijeka naselja nisu bila podizana na relativno uskom prostoru od Save do Marijagoričkog pribrežja. No, i tu postoji problem. Na spomenutom pribrežju, ako izuzmemo lokalitete Sveti Križ i Gračec, imamo relativno mali broj slučajnih nalaza kamenih i bakrenih sjekira (Mavrović Mokus 2023: 12, 14) dok cijelo razdoblje kamenog doba te ranog i srednjeg brončanog doba ostaju potpuna nepoznanica. Ukoliko pretpostavimo da su naselja bila podizana na obroncima brda, postavlja se pitanje zašto ih ima toliko malo.

Osim svih spomenutih problema, u pronalazanju novih lokaliteta ističe se i velika urbanizacija južnih dijelova Marijagoričkog pribrežja i doline uz rijeku Savu.

S druge strane, strmi i katkad teško pristupačni obronci Medvednice otežavaju klasične terenske preglede. U takvim uvjetima arheološka interpretacija ALS snimki nametnula se kao najučinkovitija metoda u pronalazanju novih lokaliteta i mapiranju potencijalnih arheoloških struktura, kao što je uostalom slučaj i na drugim šumskim područjima u kontinentalnoj Europi (Doneus et al. 2008: 885; Crutchley 2010: 160; Sittler 2004: 254; Štular et al. 2021: 1). Interpretacija snimki također će poslužiti kao osnova za daljnje proučavanje krajolika i njegovih struktura na prostoru Prigorja.

## LiDAR / ALS podaci<sup>1</sup>

LiDAR-ski podaci koji su korišteni u projektu potječu iz tri odvojena istraživanja. Prvo istraživanje koje je korišteno bilo je LiDAR-sko snimanje grada Zagreba provedeno 2012. godine i javno je dostupno na Geoportalu grada Zagreba.<sup>2</sup> Skup podataka dostupan na mreži unaprijed je filtriran te je ekstrapolirani digitalni model reljefa (DMR u nastavku teksta) pred-

2020). Found at a depth of almost 1 m, a stone mound with the skeletal remains of three people was attributed to the Tumulus culture, based on the method of burial and a single fragment of ornamented pottery (Želle 2020). V. Sokol, head of excavations at the time, assumed that the mound was not even visible to the population of Antiquity that built the walls above. Another possibility is that no settlements were erected in the relatively narrow area between the River Sava and Marija Gorica hills because of river flooding. This theory also has its failings. Apart from the sites of Sveti Križ and Gračec, there is a relatively small number of chance finds of stone and copper axes (Mavrović Mokus 2023: 12, 14) known from the hillsides, while the entire period of the Stone Age and the Early and Middle Bronze Ages remains completely unknown. Assuming that the settlements were built on the hillsides, the question arises as to why there are so few of them.

Another problem when looking for new sites is the great degree of urbanization of the southern slopes of Marija Gorica and the River Sava valley.

On the other hand, the steep and sometimes unapproachable slopes of Medvednica make classical field surveys difficult. In such conditions, archaeological interpretation of ALS data was seen as the most effective method of finding new sites and mapping potential archaeological features, just like in other forest areas in continental Europe (Doneus et al. 2008: 885; Crutchley 2010: 160; Sittler 2004: 254; Štular et al. 2021: 1). The interpretation of the data will also serve as a foundation for further study of the landscape and its features in the area of Prigorje.

## LiDAR/ALS data<sup>1</sup>

The LiDAR data we used in our project came from three separate surveys. The first was the LiDAR survey of the City of Zagreb conducted in 2012, publicly available on the Geoportal of the City of Zagreb.<sup>2</sup> The dataset available online is pre-filtered, and the extrapolated digital terrain model (hereinafter: DTM) is presented in the

1 Kratica LiDAR (engl. *Light detection and ranging*) obuhvaća sva laserska snimanja uključujući i terestrijalna, fiksnim i mobilnim skenerima, kao i satelitska skeniranja iz svemira. Kratica ALS (engl. *Airborne laser scanning*) preciznije označava postupak koji se podrazumijeva kada se u arheološkom kontekstu spominje LiDAR. Usprkos tome, u stranoj i u domaćoj stručnoj literaturi i dalje se češće koristi kratica LiDAR kada se misli na lasersko skeniranje iz zraka. U ovom se radu te dvije kratice koriste naizmjenice, kao i u nekim drugim radovima koji se bave sličnom tematikom (Opitz, Cowley 2013; Doneus, Kühleiber 2013).

2 Podaci su dostupni na mrežnoj stranici Geoportal Zagreb pod topografskim slojevima pod naslovom „Digitalni model reljefa 2012“.

1 LiDAR (Light Detection and Ranging) includes all laser measurements including terrestrial, mobile, aerial and satellite scanning. ALS (Airborne laser scanning) denotes the particular procedure that is implied when LiDAR is mentioned in an archaeological context. However, LiDAR is the abbreviation that is still more often used in foreign and Croatian professional publications when referring to aerial laser scanning. This paper, like some other publications about this topic, uses the two abbreviations interchangeably (Opitz, Cowley 2013; Doneus, Kühleiber 2013).

2 The data is available on the Zagreb Geoportal website under the topographic layers entitled "Digital relief model 2012".

stavljen u vizualizaciji *analitičkog osjenčavanja* (engl. *hillshade*).<sup>3</sup> Izvorni podaci u .las formatu<sup>4</sup> postoje, ali do objave ovog rada još nisu preuzeti od predstavnika Grada Zagreba.<sup>5</sup> Nakon preuzimanja i filtriranja podaci će se koristiti za ekstrapolaciju ostalih pogodnih vizualizacija reljefa.<sup>6</sup> Treba napomenuti da su podaci došli bez metapodataka koji se tiču parametara leta ili skeniranja, a rezolucija od 10 točaka/m<sup>2</sup> navedena na službenim stranicama jedina je referenca na kvalitetu podataka. Područje istraživanja obuhvaća administrativne granice Grada Zagreba (641 km<sup>2</sup>) koje se protežu od vrhova Medvednice do doline rijeke Save i dalje (karta 1). Za potrebe istraživanja, u QGIS bazu podataka uvezen je prethodno filtrirani *analitički osjenčan* DMR prikaz na temelju kojeg su označeni ciljevi koji su obuhvaćeni terenskim pregledima i kasnijim interpretacijama.

Drugi podaci korišteni u sklopu projekta su podaci laserskog skeniranja Republike Slovenije koje je provedeno od 2013. do 2015. godine. Mjerenje je rezultiralo s 5 točaka/m<sup>2</sup> za veći dio zemlje, a ekstrapoliran je i javno dostupan *analitički osjenčan* DMRa (1 x 1 m) (Triglav Čekada, Bric 2015). Podaci su javno dostupni na web stranici slovenske Agencije za okoliš (ARSO), s omogućenim preuzimanjem ekstrapoliranog DMR-a te izvornih podataka s istraživanja u .las formatu. Slovenskim ALS snimanjem obuhvaćeno je usko područje uz granicu s Hrvatskom, širine 1–2 km na hrvatskoj strani, a manji dio u blizini graničnog prijelaza Bregana spada u područje zahvata (karta 1). Preuzeti su relevantni blokovi podataka, a *analitički osjenčani* DMRa uvezen je u QGIS bazu projekta. Ukupna površina pokrivena podacima je mala (4,47 km<sup>2</sup>) u usporedbi s prvim preuzetim laserskim snimanjem.

Treće snimanje provedeno je u sklopu TRANS RIVERS projekta. Cilj istraživanja bio je obuhvatiti dio sjeverozapadnih obronaka Medvednice i područje Marijagoričkog pribrežja. Manji dio

*hillshade* visualization.<sup>3</sup> The original data in the .las<sup>4</sup> format do exist but have not been obtained from the representatives of the City to this date.<sup>5</sup> After they are received and filtered, the data will be used for the extrapolation of other suitable visualizations of the relief.<sup>6</sup> It should be noted that the data came with no metadata concerning flight or scanning parameters, and the 10 points/m<sup>2</sup> resolution stated on the official site is the only reference to data quality. The survey area covers the administrative borders of the City of Zagreb (641 km<sup>2</sup>), stretching from the tops of the Medvednica Mountain to the valley of the River Sava and beyond (Map 1). For the purposes of our first surveys, we imported the pre-filtered *hillshade* DTM into our QGIS database, on the basis of which the targets for subsequent field surveys and interpretation were marked.

Other data used within the scope of the project are the data from the laser scanning of the Republic of Slovenia conducted from 2013 to 2015. The survey was completed with 5 points/m<sup>2</sup> for most of the country, and a *hillshade* DTM (1 x 1 m) was extrapolated (Triglav Čekada, Bric 2015). The data are publicly available on the web page of the Slovenian Environment Agency (ARSO), with downloads available for the extrapolated DTM as well as the original .las survey data. The Slovenian ALS survey covers a narrow corridor along the border with Croatia, 1–2 km wide on the Croatian side; a small section near the border crossing of Bregana falls under the project area (Map 1). The relevant blocks of data were downloaded and the *hillshade* DTM was imported into the GIS database. The total area covered by the data is small (4.47 km<sup>2</sup>) when compared with the first ALS survey.

The third survey was completed within the scope of the TRANS RIVERS project. The aim of the survey was to cover part of the north-western slopes of the Medvednica Mountain and the area of Marija Gorica hills. A small section of the Med-

3 Problem Hrvatske terminologije vezan uz digitalne modele reljefa, površinu, visinu i drugoga razrađen je u radu Krtalić et al. 2019. U sklopu ovog rada u hrvatskom dijelu teksta koriste se termini: DMR – digitalni model reljefa (engl. DTM – digital terrain model) i digitalni model površina (engl. DSM – digital surface model) koji se u suštini odnose na filtrirani set podataka (bez kuća, vegetacije i ostaloga) i na nefiltrirani set podataka koji uključuje te površine.

4 Izvorni podaci laserskog snimanja iz zraka obično su u .las datotekama, ali moguće je da se ovisno o vrsti skenera i softveru radi i o nekom drugom formatu.

5 Ovom prilikom htjeli bismo zahvaliti predstavnicima Grada Zagreba na dosadašnjem ustupanju podataka i na njihovoj potpori projektu.

6 Prijevodi i terminologija za LiDAR vizualizacije preuzeti su iz publikacije Kokalj et al. 2018. Radi lakšeg korištenja, metode vizualizacije su naglašene u kurzivu jer nazivi poput *nagib* (engl. *Slope*) mogu buniti čitatelja u hrvatskoj varijanti teksta.

3 Problems with Croatian terminology regarding the digital terrain relief, surface, elevation and other models were discussed in Krtalić et al. 2019, which uses the following terms: DTM, digital terrain model (Cro. *DMR – digitalni model reljefa*) and DSM, digital surface model (Cro. *DMP – digitalni model površina*), which essentially refer to the filtered set of data (without houses, vegetation, etc.) and the unfiltered dataset which includes these types of surfaces.

4 The original aerial laser scan data are usually formatted as .las files, but depending on the type of scanner and software they can be in other formats.

5 We would like to thank the representatives of the City of Zagreb for the access to the data provided so far, and for their continuous support of our project.

6 The translations and terminology for the LiDAR visualizations come from Kokalj et al. 2018. For easier reading, the visualization methods are shown in italic as some of the terms have synonyms in English, such as *Slope* (Cro. *nagib*), which may confuse the readers.

istraživanja Medvednice na istočnim obroncima namjerno se preklapao s dostupnim podacima iz snimanja Grada Zagreba. Cilj je bio procijeniti kvalitetu i upotrebljivost dva vrlo različita LiDAR-ska skupa podataka u svrhu arheološke interpretacije, što je tema koja će biti predstavljena u zasebnom radu. Ukupna površina obuhvaćena ovim snimanjem bila je 37,4 km<sup>2</sup>, s 20 točaka/m<sup>2</sup> i digitalnim ortofoto planom rezolucije 10 cm (karta 1). Istraživanje je provela slovenska tvrtka Flycom Technologies d.o.o. pomoću zrakoplova Diamond DA42, sa skenerom Riegl VQ-780 II-S i kamerom Phase One Ixm-150F. Prosječna visina leta bila je 950 m, a istraživanje je dovršeno početkom 2023. godine. Konačni podaci uključivali su filtrirane .xyz<sup>7</sup> datoteke, izvorne .las datoteke, georeferencirani digitalni ortofoto i metapodatke. Filtrirani skup podataka korišten je za ekstrapolaciju *analitički osjenčanog* DMRa područja koji je unesen zajedno s pripadajućim zračnim fotografijama u QGIS projektnu bazu podataka.

Prikupljeni podaci predstavljaju tri odvojena ALS snimanja s različitim razinama rezolucije, različitim metodama filtriranja i različitim skenerima koji se koriste za prikupljanje podataka. Ovi preliminarni rezultati usredotočeni su na prethodno filtrirane digitalne modele reljefa te bi daljnji rad na podacima svakako trebao uključiti i proces ponovnog filtriranja originalnih podataka. Pokazalo se da je klasifikacija podataka LiDAR-a na točke tla i točke iznad tla te njihovo naknadno filtriranje proces u kojem je neophodno sudjelovanje arheologa (Lozić, Štular 2021: 20; Doenus et al. 2020: 93) i može znatno utjecati na finalnu interpretaciju. To je posebno vidljivo u područjima gdje su kasnosrednjovjekovne ruševine još uvijek ostale iznad zemlje. Nakon filtriranja drugi važan aspekt koji zahtijeva daljnji rad je primjena različitih tehnika vizualizacije kao što su *analitičko sjenčanje reljefa* (engl. *hillshade*), *nagib* (engl. *Slope*), *SVF – nebeska vidljivost* (engl. *Sky-view factor*),<sup>8</sup> *LRM – lokalni model reljefa* (engl. *Local relief model*) i druge (Kokalj et al. 2018). Primjena vizualizacija i spajanje nekoliko različitih vrsta vizualizacija čini veliku razliku između općeg kartiranja i specifičnog arheološkog lanca operacija kada se radi s ALS podacima (Lozić, Štular 2021: 7). Vizualizacije će izravno utjecati na proces interpretativ-

vednica Mountain survey, on its eastern slopes, intentionally overlapped with the data available from the City of Zagreb survey. The aim was to assess the quality and usability of two very different LiDAR datasets for the purpose of archaeological interpretation, a topic which will be presented in a separate paper. The total area covered by this survey was 37.4 km<sup>2</sup>, with 20 points/m<sup>2</sup>, and a digital orthophoto plan with a resolution of 10 cm (Map 1). The survey was conducted by a Slovenian company, Flycom Technologies Ltd., using a Diamond DA42 aircraft, with a Riegl VQ-780 II-S scanner and a Phase One Ixm-150F camera. The average flight altitude was 950 m, and the survey was completed at the beginning of 2023. Final data output included filtered .xyz files,<sup>7</sup> the original .las files, georeferenced digital orthophoto, and metadata. The filtered dataset was used to extrapolate a *hillshade* DTM of the area and to add it to the QGIS project database together with the aerial photographs.

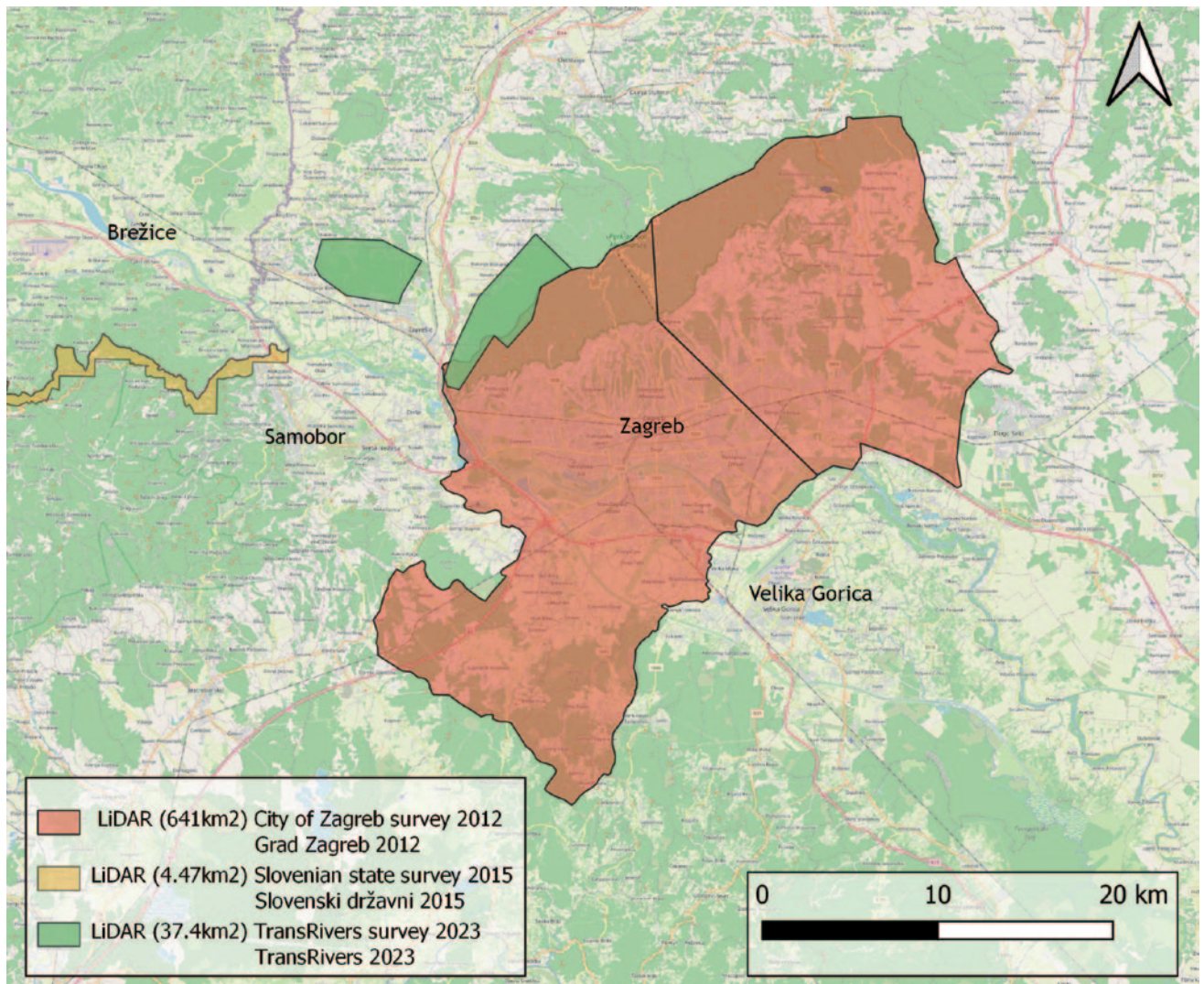
The gathered data represent three separate ALS surveys with different resolution levels, different methods of filtering, and different scanners used to acquire the data. These preliminary results focus on the pre-filtered *hillshade* DTMs, and further work on the data should definitely include the process of re-filtering the original data. It has been established that the classification of the LiDAR data into the ground and non-ground points and their subsequent filtering is a process in which archaeological engagement is essential (Lozić, Štular 2021: 20; Doenus et al. 2020: 93) and can significantly influence the final interpretation. This is especially visible in areas where late medieval ruins still remain above ground. After filtering, the second important aspect which requires further work is the application of different visualization techniques such as *hillshade* (Cro. *analitičko sjenčanje*), *Slope* (Cro. *nagib*), *SVF – Sky-view factor* (Cro. *nebeska vidljivost*)<sup>8</sup>, *LRM – Local relief model* (Cro. *lokalni model reljefa*) and others (Kokalj et al. 2018). The application of visualizations and the fusion of several different visualisations make for a big difference between general mapping and archaeology-specific workflows when dealing with ALS data (Lozić, Štular 2021: 7). Visualizations will directly impact the process of interpretative data mapping, and

7 Podaci su nakon filtriranja organizirani u ASCII grid datoteke u formatu .xyz.

8 SVF (engl. Sky-view factor) u ovom je radu preveden kao nebeska vidljivost. To je jedina iznimka od terminologije preuzete iz Kokalj et al. 2018, gdje se ova metoda vizualiziranja prevodi kao dio vidljivog neba.

7 After filtering, the data were organized into ASCII gridded files in the .xyz format.

8 SVF (Sky-view factor) was translated to Croatian here as nebeska vidljivost, which is the only exception from the proposed terminology borrowed from Kokalj et al. 2018, where SVF is translated as dio vidljivog neba.



Karta 1 – Karta šireg područja Zagreba s prikazanim područjima pokrivenim ALS snimanjima u različitim bojama (podloga: topografska karta OpenStreetMap, CC BY-SA 2.0; izradio: M. Vuković)

Map 1 – Map of the wider Zagreb area with areas covered by ALS surveys outlined in different colors (base: topographic map OpenStreetMap, CC BY-SA 2.0; made by: M. Vuković)

nog mapiranja podataka, a interpretacije se bez njih ne mogu smatrati potpunima. Budući da su izvor i kvaliteta podataka u projektu nedosljedniji, upotrijebljena je osnovna vizualizacija *analičkog sjenčanja* kako bi se identificirali ciljevi i proveli prvi terenski pregledi LiDAR-skih podataka za područje projekta.

Prvi pregled terena proveden je početkom 2023. godine. Unatoč urbanizaciji ALS snimak Grada Zagreba pokrio je veliko područje tako da je još uvijek značajan broj potencijalnih arheoloških struktura vidljiv u podacima. Veliko područje na istoku grada prezentirano je u studiji zaštite i prezentacijskog potencijala arheološkog nalazišta Kuzelin i bliskih arheoloških nalazišta, a *hillshade* vizualizacije lokaliteta dovedene su u kontekst s

interpretations cannot be considered complete without them. Since the source and the quality of the data in the project are inconsistent, we used the basic *hillshade* visualization to identify targets and conduct the first field surveys of LiDAR data for our project area.

The first field survey was carried out in early 2023. Despite the urbanization, the ALS data of the City of Zagreb survey covered a large area so that a significant number of potential archaeological features is still visible in the data. A large area in the east of the City was presented in the study of the protection and the presentation potential of Kuzelin and nearby archaeological sites, and *hillshade* visualizations of sites were brought into context with known recorded sites thanks to the

poznatim evidentiranim nalazištima zahvaljujući naporima stručnjaka iz Muzeja Prigorja u Sesvetama<sup>9</sup> (Obad Šćitaroci et al. 2015). Podaci iz ovog dijela Zagreba otkrivaju pojedina područja još uvijek vidljiva na LiDAR-u gdje urbanizacija nije toliko utjecala na krajolik. Podaci također otkrivaju neke lokalne specifičnosti koje bi mogle utjecati na interpretacije LiDAR-a, kao na primjer niz grobnih humaka u okolici Sesveta. Takve se značajke tradicionalno povezuju s prapovijesnim zajednicama, osobito onima iz brončanog i željeznog doba, no arheološka istraživanja su pokazala kako spomenuti tumuli pripadaju rimskom razdoblju 2. i 3. st. po Kr. i pripisuju se panonsko-noričkim ukopima (Obad Šćitaroci et al. 2015: 43).<sup>10</sup>

Potvrđena brončanodobna naselja na području provedbe projekta smještena su na niskim brežuljcima u kontaktnoj zoni između riječne ravnice i viših planina. S druge strane, čini se da obrasci naseljavanja u istočnom dijelu Prigorja imaju drugačiji fokus, s obzirom na to da su naselja smještena mnogo više uz Medvednicu. Moguće objašnjenje ovakvog smještaja je prirodna komunikacija kroz planinu koja prolazi pored lokaliteta Kuzelin i Planina Donja – Gradec. Mogu se istaknuti brojni razlozi za odabir položaja naselja i bilo bi pogrešno fokusirati se samo na topografiju bez razmatranja drugih čimbenika kao što su resursi, putovi, ceste, rijeke i strateška kontrola. Na karti su (karta 2) prikazana naselja iz vremena brončanog i željeznog doba već poznata iz prethodnih istraživanja, mjesta koja su klasificirana kao potencijalna ali nepotvrđena naselja te novi brončanodobni i željeznodobni lokaliteti pronađeni i potvrđeni tijekom provođenja TRANS RIVERS projekta.

Većina lokaliteta vidljivih na karti pokrivena je LiDAR-skim istraživanjima. Na nekima od njih ostali su vidljivi bedemi, terase i mogući grobni humci dok je na drugima te tragove prekrila urbanizacija ili suvremene poljoprivredne aktivnosti. Nalazišta s vidljivim obilježjima pružaju priliku za interpretaciju i analizu brončanodobnih i željeznodobnih naselja ovog područja te njihovu usporedbu sa sličnim nalazištima iz šire regije. Glavni cilj ovog rada je prikazati brončanodobna i željeznodobna nalazišta vidljiva na LiDAR-skim podacima u širem području projekta te neke od problema s kojima smo se susreli prilikom terenskih pregleda i preliminarnih interpretacija. Neki lokaliteti su kronološki pogrešno determinirani, a neki od njih imaju

efforts of experts from the Museum of Prigorje in Sesvete<sup>9</sup> (Obad Šćitaroci et al. 2015). Data from this part of Zagreb reveal some areas still visible on LiDAR where urbanization has not influenced the landscape so much. The data also reveal some local specificities that could influence LiDAR interpretations, such as a series of burial mounds in the vicinity of Sesvete. Such features are traditionally associated with prehistoric communities (particularly from the Bronze and Iron Ages), but archaeological excavations have shown that these tumuli belong to the Roman period (2<sup>nd</sup> – 3<sup>rd</sup> century AD) and are attributed to Pannonic-Noric burials (Obad Šćitaroci et al. 2015: 43).<sup>10</sup>

Confirmed Bronze Age settlements in the project area are positioned on the low hills in the contact zone between the river plain and higher mountains. The settlement patterns in the eastern part of Prigorje, on the other hand, seem to have a different focus, as the settlements are positioned much higher up along the Medvednica Mountain. A possible explanation for this placement is the natural communication route through the mountain that passes by the sites of Kuzelin and Planina Donja – Gradec. There can be numerous reasons for choosing these locations for settlements, and it would be wrong to focus only on topography without considering other factors such as resources, paths, roads, rivers, and strategic control. The map (Map 2) shows Bronze and Iron Age settlements already known from previous research, sites which are classified as potential but unconfirmed settlements, and new Bronze and Iron Age sites found and confirmed during the implementation of the TRANS RIVERS project.

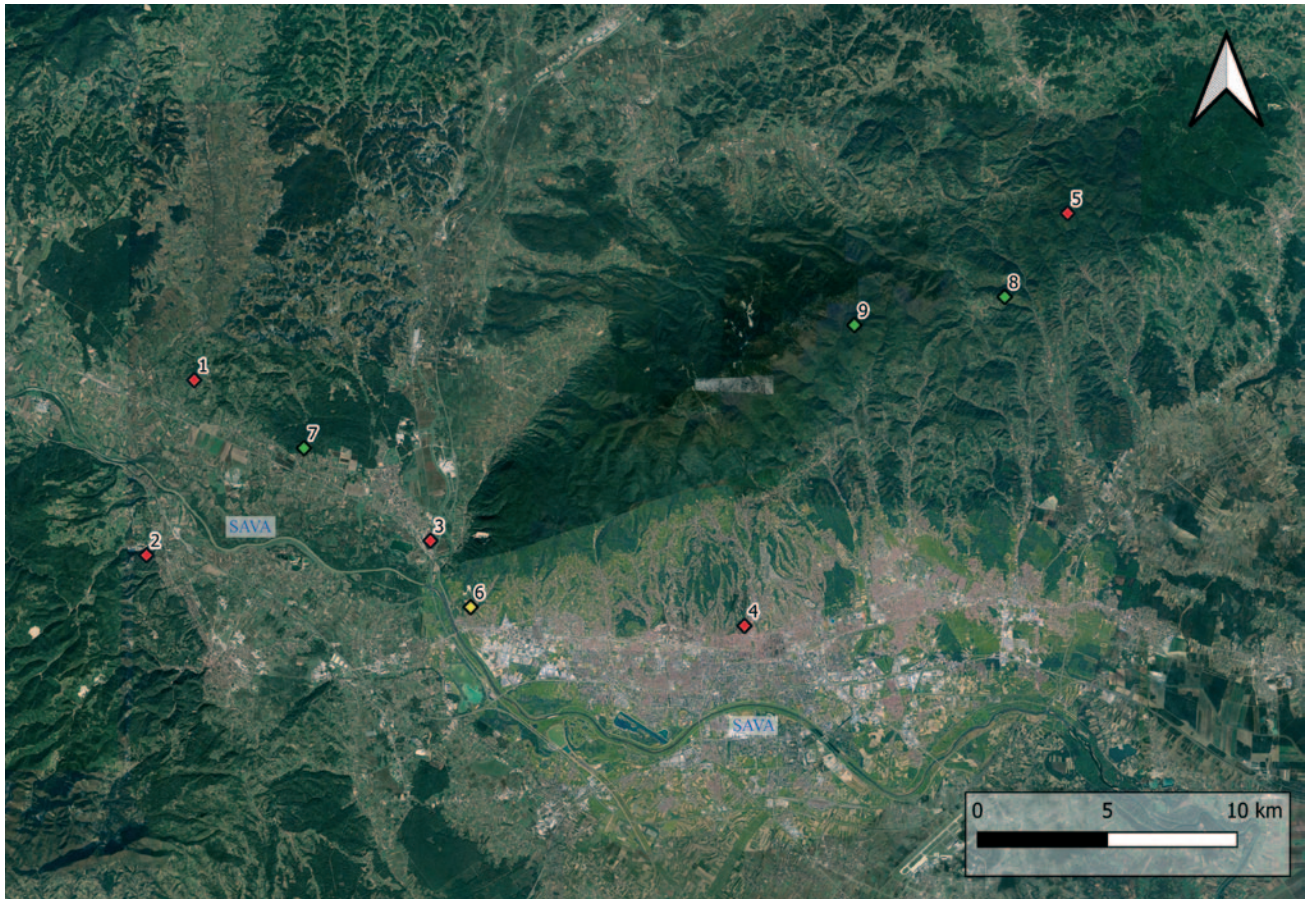
Most of the sites visible on the map are covered by LiDAR surveys. On some of them, ramparts, terraces and possible burial mounds remain visible, while on others these traces have been covered by urbanization or modern agricultural activities. Sites with visible features offer an opportunity for interpretation and analysis of Bronze and Iron Age settlements in this area and their comparison with similar sites from the wider region. The main goal of this paper is to present the Bronze and Iron Age sites visible on LiDAR data in the wider project area and some of the problems we encountered during the field surveys and preliminary interpretations. Some of the sites were chronologically misinterpreted, and some of them have

9 Zahvaljujemo kolegama Moreni Želle, Ireni Vidošević i Damiru Fofiću iz Muzeja Prigorja u Sesvetama na pomoći.

10 Veći broj tumula je iskopavao V. Sokol 1979., ali istraživanja nikada nisu objavljena.

9 We would like to thank colleagues Morena Želle, Irena Vidošević and Damir Fofić from the Museum of Prigorje in Sesvete for their help.

10 A large number of tumuli was excavated by V. Sokol in 1979, but the research was never published.



Karta 2 – Karta šireg područja Zagreba s brončanodobnim i željeznodobnim naseljima. Crveno – naselja poznata iz prethodnih istraživanja; žuto – nepotvrđena naselja iz prethodnih istraživanja; zeleno – nova naselja pronađena i potvrđena tijekom TRANS RIVERS projekta (podloga: OpenGIS Web Map Service Interface Standard (WMS), Google Earth Enterprise, Apache Licence v2.0; izradio: M. Vuković)

Map 2 – Map of the wider Zagreb area with Bronze Age and Iron Age settlements. Red – settlements known from previous research; yellow – unconfirmed settlements from previous research; green – new settlements found and confirmed during the TRANS RIVERS project (base: OpenGIS Web Map Service Interface Standard (WMS), Google Earth Enterprise, Apache Licence v2.0; made by: M. Vuković)

1 Sveti Križ; 2 Kosovac; 3 Zaprešić – Prek Savlje i Pašinec; 4 Zagreb – Gornji grad; 5 Kuzelin; 6 Podsused; 7 Gračec; 8 Planina Donja – Gradec; 9 Oštrc – Gradišće

potvrđene prapovijesne slojeve koji su preslojeni građevinskim aktivnostima u kasnijim razdobljima. S druge strane, u ovom su projektu pronađeni i potpuno novi prapovijesni lokaliteti dok su u nekim slučajevima identificirana nova obilježja koja bi se mogla povezati s već poznatim nalazištima. Sljedeći primjeri prikazuju različite položaje, upućuju na problematiku, ali i nude rješenja te preliminarna tumačenja tih lokaliteta.

### Kosovac

Kosovac u blizini Bregane već je od prije poznati lokalitet čije je slučajne nalaze 1973. godine u svojoj sintezi objavila Ksenija Vinski-Gasparini. Prva sondažna istraživanja 1996.

confirmed prehistoric layers that were overlaid by construction activities in later periods. On the other hand, completely new prehistoric sites were found in this project, while in some cases new features were identified that could be associated with already known sites. The following examples show various positions, point to problems, but also offer solutions and preliminary interpretations of these sites.

### Kosovac

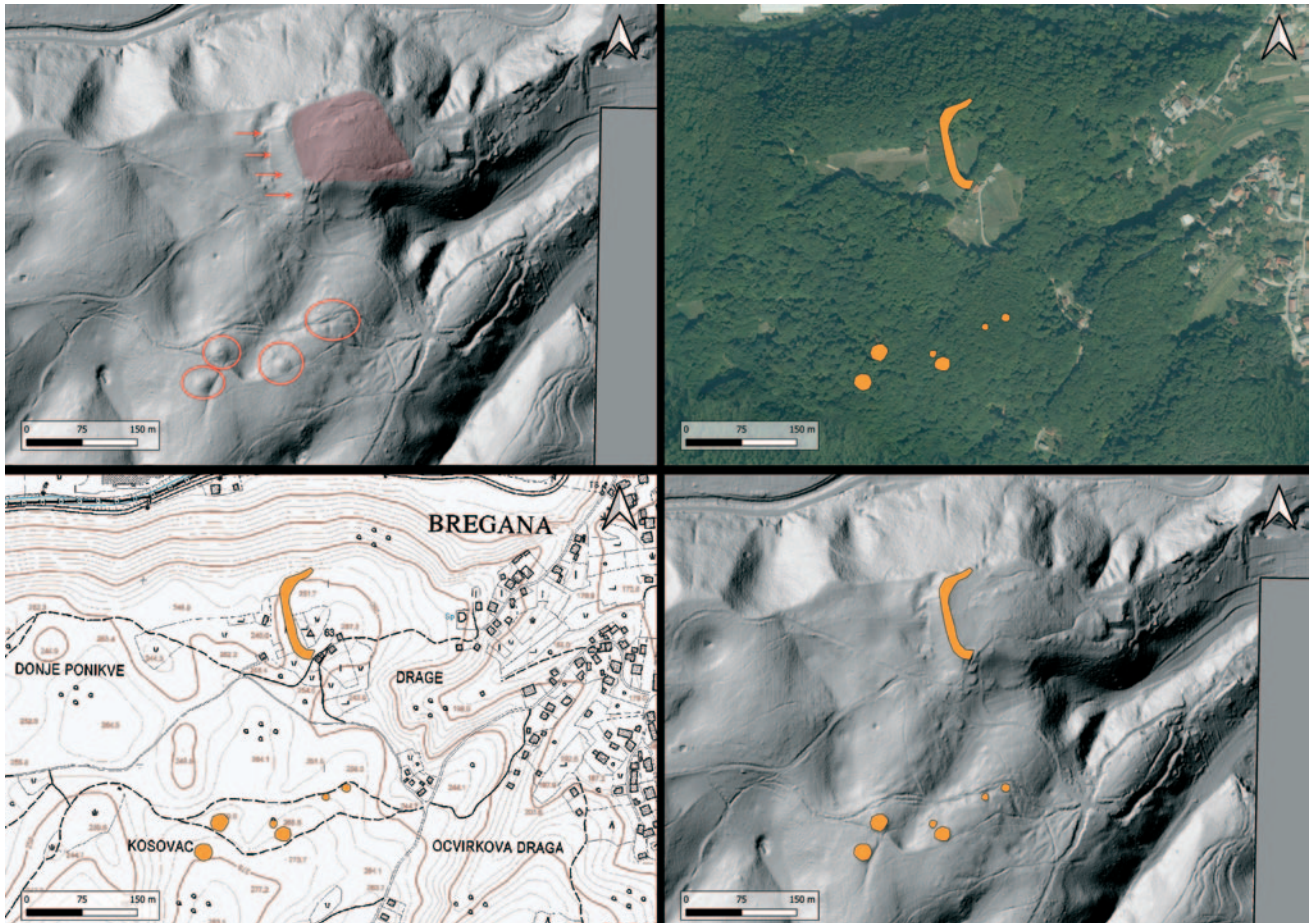
Kosovac near present-day Bregana is already well-known site, as its chance finds were first published by Ksenija Vinski-Gasparini in 1973. The first test excavations were carried out in 1996 by

godine provodi Odsjek za arheologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu pod vodstvom Snježane Vrdoljak. Prilikom istraživanja utvrđeno je postojanje kulturnih slojeva koji se prema karakterističnim nalazima mogu datirati u kasno brončano doba, točnije u mlađu fazu kulture polja sa žarama (Vrdoljak 1996: 180–181). Tijekom arheoloških istraživanja pronađeni su ulomci grublje kućanske keramike, pribor za proizvodnju tekstila poput pršljenova i piramidnih utega za tkalački stan, a također je pronađeno brojno glačano i lomljeno kameno oruđe (Vrdoljak 1996: 181). Prilikom tipološke analize keramike S. Vrdoljak (1996) izdvaja nekoliko kasnobrončanodobnih oblika poput ulomaka ukrašenih horizontalnim plastičnim rebrima, lonce cilindričnog vrata te zdjele uvučenog ruba koje se na lokalitetima Belaj, Kiringrad i Staro Čiče datiraju u mlađu fazu kulture polja sa žarama, odnosno Ha B stupanj (Vrdoljak 1996; Balen-Letunić 1996). Također se mora spomenuti ulomak ukrašen urezivanjem, vjerojatno visećih trokuta, što S. Vrdoljak povezuje s ostalom keramikom Ha B stupnja (Vrdoljak 1996: 181). Publikacija iz 1996. uglavnom se fokusira na keramičke nalaze i usporedbe s drugim lokalitetima na tom području, s kratkim osvrtom na prostorni odnos naselja i strateški položaj na raskrižju Savske doline i prirodne komunikacije prema Žumberku na jugozapadu (Vrdoljak 1996). Nalazište je vidljivo na slovenskom LiDAR-u, koji je pokrio pojas uz granicu s Hrvatskom. Srećom, u slučaju Kosovca pojas je prilično širok i pokriva cijelu visoravan, zajedno s okolnim brežuljcima sve do ruba Savske doline. Čak su i prije terenskog pregleda bila vidljiva neka prapovijesna obilježja u reljefu ispod krošnji šume.

Najočitiji i potpuno neočekivan je skup reljefno izdignutih kružnih struktura južno od naselja koji ukazuju na moguću nekropolu (karta 3). Ove strukture teško je potvrditi tijekom terenskog pregleda jer obično nema prisutnog površinskog materijala. Ipak, jedan od potencijalnih tumula ima udubljenje na vrhu za koje je moguće da ukazuje na strukturno urušenu komoru u središtu tumula ili pokušaj pljačke. Sličnu situaciju vidimo na lokalitetu Mali Deli kod Šmajerških toplica u Sloveniji (Dular 2021: 751). Na prvi pogled na platou na kojem se nalazi naselje nije bilo nikakvih vidljivih struktura, ali su terenskim pregledom i dodatnom analizom podataka uočeni ostaci zemljanog bedema na zapadnom dijelu.

the Department of Archaeology of the Faculty of Humanities and Social Sciences in Zagreb, led by Snježana Vrdoljak. The excavations have shown the presence of cultural layers; based on characteristic finds, they can be dated to the Late Bronze Age, more precisely to the younger phase of the Urnfield culture (Vrdoljak 1996: 180–181). During the archaeological excavations, fragments of coarser household ceramics, utensils for textile production such as spindle whorls and pyramidal loom weights, and numerous polished stone tools and lithics (Vrdoljak 1996: 181) were found on the site. During the typological analysis of ceramics, S. Vrdoljak (1996) distinguished several Late Bronze Age forms, such as fragments decorated with horizontal relief ribs, pots with cylindrical neck, and bowls with an inverted rim, which at the sites of Belaj, Kiringrad and Staro Čiče were dated to the younger phase of the Urnfield culture, i.e. the Ha B phase (Vrdoljak 1996; Balen-Letunić 1996). We should also mention a fragment decorated with incised motifs, probably hanging triangles, which S. Vrdoljak associates with other Ha B pottery (Vrdoljak 1996: 181). The publication from 1996 mainly focuses on ceramic finds and comparisons with other sites in the area, with a short analysis of the spatial relations of the settlement and its strategic position on the crossroads of the Sava River valley and a natural communication towards Žumberak in the southwest (Vrdoljak 1996). The site is visible on the Slovenian LiDAR survey, which covered the strip along the border with Croatia. Fortunately, in the case of Kosovac, the strip is quite wide and covers the entire plateau together with the surrounding hills all the way down to the edge of the Sava valley. Even before the field survey, some prehistoric features were visible in the relief under the forest canopy.

The most visible and completely unexpected feature is a group of elevated round features south of the settlement, indicating a possible necropolis (Map 3). These structures are difficult to confirm during field surveys, as there is usually no surface material present. Nonetheless, one of the potential tumuli has a depression at the top which might indicate a structurally collapsed chamber in the centre of the tumulus or an attempted robbery. We see a similar situation at the Mali Deli site near Šmajerške Toplice in Slovenia (Dular 2021: 751). At first glance, there were no visible structures on the plateau on which the settlement is located, but a field survey and further analysis of the data revealed the remains of an earthen rampart in the western part of the plateau. The rampart was



Karta 3 – Brončanodobno naselje Kosovac; gore lijevo: *analitički osjenčan DMR*, svijetlo crvena boja prikazuje vjerojatnu površinu naselja, crvene strelice pokazuju na bedem, crvene kružnice označavaju potencijalne tumule/nekropolu; gore desno: digitalni ortofoto (DOF 1 : 5000, Geoportal DGU) s iscrtanim arheološkim strukturama u QGIS-u; dolje lijevo: Hrvatska osnovna karta (HOK 1 : 5000, GeoportalDGU); dolje desno: *analitički osjenčan DMR* s arheološkim strukturama iscrtanim u QGIS-u (izradio: M. Vuković)

Map 3 – Bronze Age settlement of Kosovac; top left: *hillshaded DTM*, light red area indicates probable area of the settlement, arrows indicate the rampart, red circles indicate potential tumuli/nekropolis; top right: digital orthophoto (DOF 1:5000, Geoportal SGA) with archaeological features drawn in QGIS; bottom left: Croatian base map (HOK 1:5000, Geoportal SGA); bottom right: *hillshade DTM* with archaeological features drawn in QGIS (made by: M. Vuković)

Bedem je djelomično uništen modernom cestom koja je vodila do kuća na vrhu brda, otkrivajući tako savršen presjek bedema s više ulomaka keramike. Na prostoru oko sonde iz 1996. godine prikupljen je i manji broj ulomaka keramičkih posuda, dijelova prijenosnog ognjišta te vjerojatno ulomak prijeklada kakav je pronađen i na lokalitetu Gračec (sl. 1; T. 1).

Tek se nekoliko ulomaka može поближе tipološki odrediti, a riječ je ulomcima crne zdjele finije fature i jedne zdjele ukrašene urezanim linijama (T. 1 : 4–5) te ulomcima dva lonca s apliciranim plastičnim trakama s otiskom prsta (T. 1: 1–2). Ulomci prijenosnog ognjišta, prijeklada, spomenute zdjele i lonca mogu se povezati sa sličnim nalazima s lokaliteta Gračec koji

partially destroyed by the modern road leading up to the houses on top of the hill, thus revealing a perfect cross section of the rampart with multiple potsherds. In the area around the trench from 1996, a small number of fragments of ceramic vessels, parts of a portable hearth, and probably a fragment of a fire dog like the one found at the Gračec site were also collected (Fig. 1; Pl. 1).

Only a few potsherds can be typologically identified more closely, namely fragments of a black bowl with a finer texture and one bowl decorated with incised lines (Pl. 1: 4–5) and fragments of two pots with applied relief bands decorated with fingerprints (Pl. 1: 1–2).

Fragments of a portable hearth, a fire dog, the mentioned bowl and pots can be linked to similar





Sl. 1 – Ulomci prijeklada s lokaliteta Kosovac (lijevo) i lokaliteta Gračec (desno) (izradili: L. Drahotusky-Bruketa i F. Ovčarić)

Fig. 1 – Pieces of fire dog from the site of Kosovac (left) and the site of Gračec (right) (made by: L. Drahotusky-Bruketa and F. Ovčarić)



Sl. 2 – Ulomci prijenosnog ognjišta s lokaliteta Kosovac (izradili: L. Drahotusky-Bruketa i F. Ovčarić)

Fig. 2 – Pieces of portable hearth from site Kosovac (made by: L. Drahotusky-Bruketa and F. Ovčarić)

se datiraju u mlađu fazu kulture polja sa žarama, točnije Ha B3 stupanj (Mavrović Mokos et al. 2024, in press).

Ostali prikupljeni keramički materijal ne može se pobliže kronološki odrediti, ali zasigurno prema fakturi pripada prapovijesnoj keramici. S

finds from the Gračec site, dated to the younger phase of the Urnfield culture, more precisely the Ha B3 phase (Mavrović Mokos et al. 2024, in press).

The rest of the collected pottery fragments cannot be determined chronologically, but they

obzirom na to da je riječ o istraživanom visinskom naselju s vidljivim obrambenim sustavom, odnosno bedemom, i ostatak se prikupljenog materijala sa sigurnošću može pripisati razdoblju kasnoga brončanog doba.

Osim toga, postoje i druge potencijalne, manje vidljive strukture na tom području koje bi se mogle povezati s prapovijesnim intervencijama (drugi bedemi, staze, potencijalni tumuli), no daljnja istraživanja krajolika Kosovca nastaviti će se nakon završetka ALS vizualizacija područja. Ovaj lokalitet je potvrdio kako LiDAR-ska istraživanja mogu otkriti nove i dodatne podatke koji se tiču već poznatih i djelomično istraženih nalazišta te utjecati na arheološke interpretacije.

## Gračec

Lokalitet Gračec predstavlja primjer novootkrivenog prapovijesnog lokaliteta na prostoru Prigorja. Nalazi se na visini od 220 m u općini Brdovec na južnim padinama brežuljaka s pogledom na dolinu rijeke Save. Nalazište je prvotno pronađeno tijekom proučavanja lokalnih toponima na samom početku TRANS RIVERS projekta. Nakon terenskog pregleda provedenog 2021. godine započeta su sustavna arheološka istraživanja lokaliteta Gračec. Prva sonda istražena je 2022. godine nakon čega su otvorene još četiri manje sonde na različitim pozicijama unutar naseobinskog prostora. Tijekom istraživanja 2022. godine otkriven je objekt u kojem je pronađeno mnogo pokretnog materijala koji uključuje glačano kameno oruđe, litiku (Mavrović Mokos et al. 2023: T. 12–14), manju količinu fine ukrašene keramike (Mavrović Mokos et al. 2023: T. 8), mnogo grube kućanske keramike (Mavrović Mokos et al. 2023: T. 1–2), pribor za proizvodnju tekstila, poput pršljenova i utega za tkalački stan (Mavrović Mokos et al. 2023: T. 9–10), te ostatke prijenosnih ognjišta i lijepa (Mavrović Mokos et al. 2023: T. 11). Konstrukcija objekta sastojala se od većih i manjih stupova te poprečnih greda, a uz objekt su istražena i dva ognjišta te niz vjerojatno drenažnih kanala koji su se nalazi tik uz objekt (Mavrović et al. 2024, in press). Što se tiče keramičkog materijala čija je analiza trenutno u tijeku, može se primijetiti kako najbrojniji tip posuda čine lonci i zdjele, a nakon toga šalice. Među keramičkim nalazima spomenutog lokaliteta najbrojnija je keramika grube fature koja je, kao što je to često slučaj, najbolje zastupljena loncima. Manji i veći lon-

certainly belong to prehistoric pottery judging by their texture. Since the wider context implies an elevated settlement with a visible defense system, i.e. ramparts, the rest of the collected material can be safely associated with the Late Bronze Age period.

In addition, there are other potential, less visible features in the area that could be connected to prehistoric interventions (other ramparts, paths, potential tumuli), but further research into the landscape of Kosovac will proceed after the finalization of ALS visualizations of the area. This site has demonstrated that LiDAR surveys can reveal new and additional data concerning already known and partially excavated sites and influence archaeological interpretations.

## Gračec

The site of Gračec is an example of a newly discovered prehistoric site in the area of Prigorje. It is located at a height of 220 m in the Brdovec municipality, on the southern slopes of the hills overlooking the Sava River valley. The site was initially found while studying the local toponyms at the very beginning of the TRANS RIVERS project. After a field survey was completed in 2021, systematic archaeological excavations of the Gračec site began. The first trench was excavated in 2022, and subsequently four more smaller trenches were opened in different positions within the settlement area. During 2022 excavation, a structure was discovered in which substantial amount of archeological material was found, including polished stone tools, lithics (Mavrović Mokos et al. 2023: Pl. 12–14), a small amount of fine decorated ceramics (Mavrović Mokos et al. 2023: Pl. 8), a lot of coarse household pottery (Mavrović Mokos et al. 2023: Pl. 1–2), utensils for textile production, such as whorls and loom weights (Mavrović Mokos et al. 2023: Pl. 9–10), and remains of portable hearths and daub (Mavrović Mokos et al. 2023: Pl. 11). The construction of the building consisted of larger and smaller wooden posts and transverse beams; along with the building, two hearths and a series of possible drainage ditches located right next to the building were explored (Mavrović et al. 2024, in press). As for the ceramic material that is currently being analysed, it can be noticed that the most numerous types of vessels are pots and bowls, followed by cups. The most numerous ceramic finds at the site belong to coarse pottery, mostly pots, as

ci uglavnom su neukrašeni ili imaju apliciranu traku ukrašenu otiscima prstiju, štapića ili štapanjem, te manje ili više izvučen rub. Ponekad na trbuhu imaju aplicirane drške ili mnogo rjeđe ručke. Takvi tipovi lonaca i ukrasa svrstavaju se u oblike karakteristične za kasno brončano doba te se mogu pronaći na brojnim brončanodobnim lokalitetima poput naselja Bojačno – Špičak (Pavišić 1988: T. 4; 6), Kalnik – Igrišče (Karavanić, Kudelić 2019: 78) ili slovenskog lokaliteta Tribuna u Ljubljani (Vojaković 2014: 405–406). Slični ulomci i zasad preliminarno tipološki određene posude mogu se pronaći i na brončanodobnom lokalitetu Šenkovec – Čestinka (Krmpotić 2020: 358). Među keramičkim nalazima spomenutog lokaliteta najbrojnija je keramika grube fakture koja je, kao što je to često slučaj, najbolje zastupljena loncima većih dimenzija. Oni su uglavnom smeđe, narančaste ili crne boje, a faktura im varira od grube do prijelazne dok im je površina najčešće blago zagađena te vrlo rijetko polirana. Najviše lonaca ima zaobljeno tijelo i blago izvučen rub, a nešto rjeđe su ukrašeni apliciranim trakama (Čataj, Ovčarić 2022: 83). Na lokalitetu Kalnik lonci su druge po redu najzastupljenije posude. Također se mogu pronaći u kombinaciji raznih dimenzija i profilacija, ali kao ukras se najčešće javlja upravo aplicirana traka s otiscima prstiju (Karavanić, Kudelić 2019: 78). Kao drugi najbrojniji tip na lokalitetu Gračec trebaju se spomenuti zdjele. U najvećem broju to su neukrašene zdjele uvučenog ruba premda se mogu pronaći i zdjele izvučenog ruba te manje konične zdjele. Rijetko imaju ručke ili drške, a najčešće su ukrašene kosim kanelurama, vodoravnim fasetama, urezivanjem vodoravnih i okomitih linija te raznim kombinacijama cik-cak linija i manjih ili većih ispunjenih trokuta. Takvi oblici zdjela i pripadajući ukrasi također su karakteristični za razdoblje kasnog brončanog doba te se mogu pronaći na lokalitetima poput Kalnik – Igrišča (Karavanić, Kudelić 2019) i Tribune u Ljubljani (Vojaković 2014). Paralele takvim nalazima mogu se pronaći na ostalim kasnobrončanodobnim lokalitetima na području sjeverozapadne Hrvatske. Na lokalitetu Šenkovec – Čestinka drugi najzastupljeniji tip posuda predstavljaju zdjele od kojih su najčešće one neukrašene s uvučenim rubom, a često se pronalaze i zdjele koje su ukrašene kaneliranjem, fasetiranjem, a rijetko žlijebljenjem i otiskivanjem kao što je slučaj i na lokalitetu Gračec (Krmpotić 2020: 366). Kao

is often the case. Smaller and larger pots are generally undecorated or have an applied band decorated with fingerprints, imprinted sticks or pinching, and a more or less everted rim. Sometimes their belly has applied lugs or, much rarely, handles. Such types of pots and decorations are classified as forms characteristic of the Late Bronze Age and can be found in numerous Bronze Age sites such as the settlements of Bojačno – Špičak (Pavišić 1988: Pl. 4; 6), Kalnik – Igrišče (Karavanić, Kudelić 2019: 78), or the Slovenian site of Tribuna in Ljubljana (Vojaković 2014: 405–406). Similar fragments and preliminary typologically defined vessels can be found at the Bronze Age site of Šenkovec – Čestinka (Krmpotić 2020: 358). Among the ceramic finds from this site, the most numerous is coarse pottery, mostly large pots, as is often the case. They are mostly brown, orange or black, and their texture varies from coarse to transitional, while their surface is usually slightly smoothed and very rarely polished. Most pots have a rounded body and slightly drawn rim, and are somewhat less often decorated with applied bands (Čataj, Ovčarić 2022: 83). At the Kalnik site, pots are the second most numerous vessels. They can also be found in a combination of various dimensions and profiles, but the most common decoration is an applied band with fingerprints (Karavanić, Kudelić 2019: 78). Bowls should be mentioned as the second most numerous type at the Gračec site. Most of these are undecorated bowls with an inverted rim, although there are also bowls with an everted rim and smaller conical bowls. They rarely have handles or lugs, and are usually decorated with oblique channeling, horizontal faceting, incised horizontal and vertical lines, and various combinations of zigzag lines and smaller or larger filled triangles. Such forms of bowls and their decorations are also characteristic of the Late Bronze Age period and can be found at sites such as Kalnik – Igrišče (Karavanić, Kudelić 2019) and Tribune in Ljubljana (Vojaković 2014). Parallels for such finds can be found at other Late Bronze Age sites in northwestern Croatia. At the site of Šenkovec – Čestinka, the second most numerous type of vessels are bowls, most often undecorated with inverted rim, and often there are bowls decorated with oblique channeling, faceting, and rarely by incising and imprinting, as is the case at the site of Gračec (Krmpotić 2020: 366). Bowls are the most numerous form

najzastupljeniji oblik posuda na lokalitetu Kalnik javljaju se upravo zdjele (Karavanić, Kudelić 2019: 78). Zdjele su veće i manje, različitih oblika, a posebno se ističu zdjele uvučenog ruba ukrašene kosim kaneliranjem i vodoravnim fasetiranjem kakve se vrlo često mogu pronaći i na lokalitetu Gračec (Karavanić, Kudelić 2019: 78). Plitko urezivanje horizontalnih i vertikalnih paralelnih linija može se pronaći na keramičkom materijalu s lokaliteta Pobrežje gdje se datira u cijelo trajanje Ha B stupnja (Pahić 1972: T. 4: 10; 14: 10) te na lokalitetu Poštela (Teržan 1990: T. 1: 5) gdje se datira u Ha C stupanj. U istraženom objektu na lokalitetu Gračec pronađene su zdjele uvučenog ruba ukrašene upravo takvim plitkim urezivanjem. Javlja se i ukras trokuta ispunjenih paralelnim linijama kojeg J. Dular datira u vrijeme između Ha A i Ha B2/B3 stupnja kada se pojavljuje u Brinjevoj gori (Dular 2013: 50). Pronađeno je i nekoliko ulomaka keramike ukrašene pseudovrpčastim ukrasom za koji još K. Vinski-Gasparini piše kako se može datirati u mlađu fazu grupe Velika Gorica, odnosno Ha B2 stupanj (Vinski-Gasparini 1983: 598). Keramika s tim tipom ukrasa, za kojeg D. Ložnjak Dizdar kaže da je jedan od omiljenih u Ha B stupnju (Ložnjak 2002: 317), pronađena je i među keramičkim oblicima s nekropole Dobova (Starè 1975: T. 60: 6–7). Ukras se može pronaći i na keramičkim oblicima s lokaliteta Kostel gdje A. Velušček navodi kako je upravo takav ukras značajan za mlađu fazu kulture polja sa žarama, odnosno Ha B stupanj ruške grupe, gdje se može pratiti sve do starijega željeznog doba (Velušček 1996: 65). Motiv cik-cak linija na lokalitetu Gračec pronađen je na nekoliko ulomaka, a analogije takvom motivu mogu se pronaći na lokalitetu Brinjeva gora gdje ih J. Dular smješta u razdoblje od Ha B1 do Ha C0 stupnja (Dular 2013: 50).

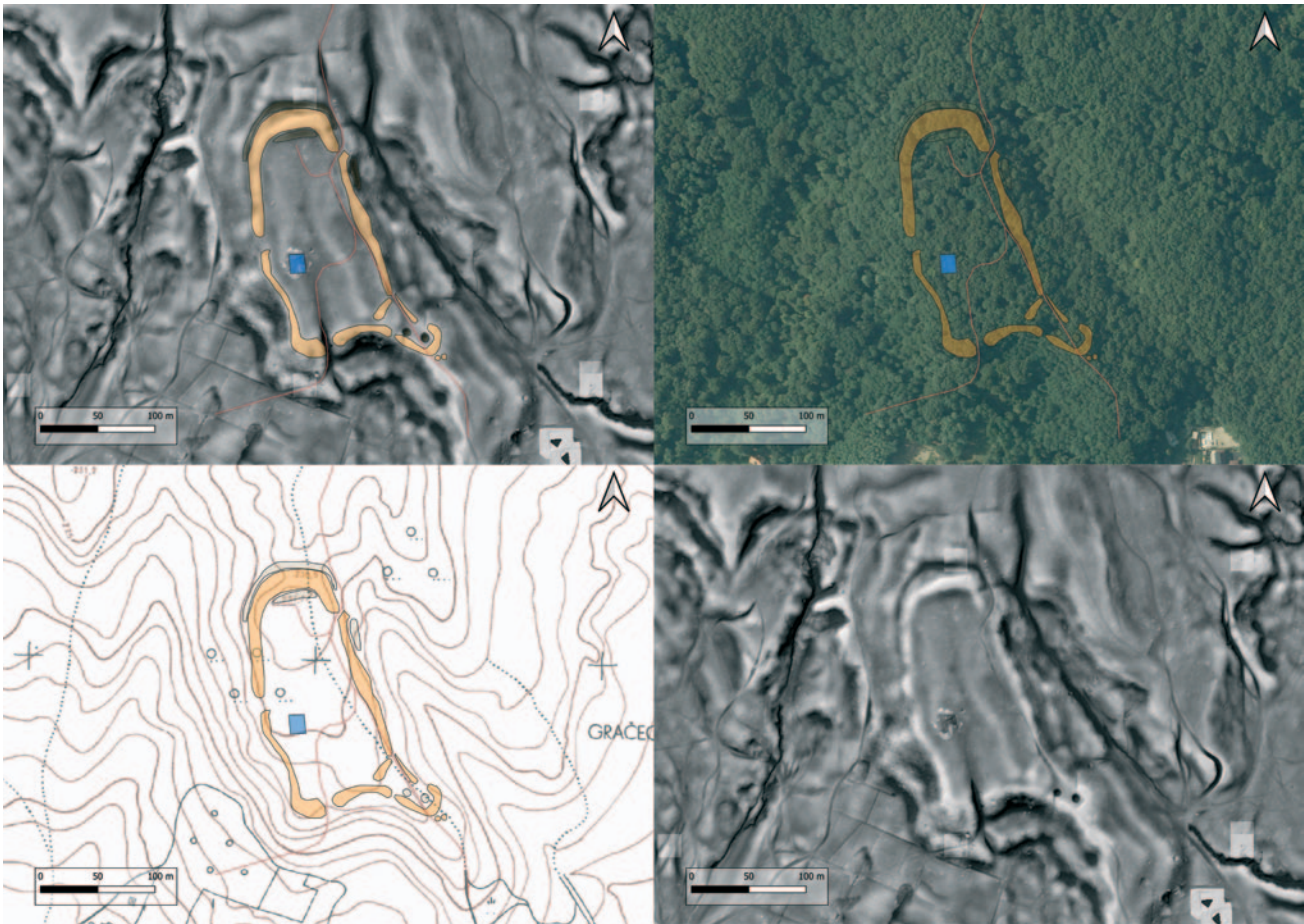
U cjelokupnom keramičkom izboru nalaza s lokaliteta Gračec koji je prikupljen u objektu 1 izdvojena je samo jedna šalica manjih dimenzija, crne boje i vrlo blago uvučenog ruba s ručkom koja nadvisuje obod. Takve šalice također čine karakterističan inventar kasnobrončano-dobnih lokaliteta te se mogu pronaći i na drugim istovremenim lokalitetima poput Kalnika (Karavanić, Kudelić 2019: 78).

S lokaliteta Gračec apsolutno je datirano sveukupno sedam uzoraka iz pouzdanih arheoloških konteksta, od kojih šest uzoraka čine ostaci ugljena, a jedan spaljene kosti, koji ga smještaju u 9. st. pr. Kr. (Mavrović Mokos et al. 2024, in press).

of vessels at the Kalnik site (Karavanić, Kudelić 2019: 78). The bowls are larger and smaller, of different forms, and bowls with an inverted rim decorated with oblique channeling and horizontal facetting stand out, which can also be found very often at the Gračec site (Karavanić, Kudelić 2019: 78). Shallow incising of horizontal and vertical parallel lines can be found on ceramic material from the Pobrežje site, where it is dated to the entire duration of the Ha B phase (Pahić 1972: Pl. 4: 10; 14: 10) and at the Poštela site (Teržan 1990: Pl. 1: 5), where it is dated to the Ha C phase. The excavated structure at the Gračec site included bowls with an indented rim decorated with just such shallow incisions. There are also decorations of incised triangles filled with parallel lines, which J. Dular dates to the time between the Ha A and Ha B2/B3 phases, when it appears in Brinjeva Gora (Dular 2013: 50). Finds include several potsherds decorated with pseudo-band decorations, which was already dated by K. Vinski-Gasparini to the younger phase of the Velika Gorica group, that is, the Ha B2 phase (Vinski-Gasparini 1983: 598). Pottery with this type of decoration, described by D. Ložnjak Dizdar as one of the favorites in the Ha B phase (Ložnjak 2002: 317), was also found among the ceramic forms from the necropolis of Dobova (Starè 1975: Pl. 60: 6–7). This decoration can also be found on ceramic forms from the Kostel site, with A. Velušček stating that this type of decoration is significant for the younger phase of the Urnfield culture, that is, the Ha B phase of the Ruše group, where it can be traced all the way to the Early Iron Age (Velušček 1996: 65). The decoration of zigzag lines was found on several fragments at the Gračec site, and analogies for this motif can be found at the Brinjeva Gora site, where J. Dular places them in the period from the Ha B1 to Ha C0 phase (Dular 2013: 50).

In the entire assortment of pottery from the Gračec site, collected in structure 1, the only find that stands out is a small cup, black with a very slightly inverted rim and a handle that overhangs the rim. Such cups are characteristic of Late Bronze Age sites and can be found in other contemporaneous sites such as Kalnik (Karavanić, Kudelić 2019: 78).

A total of seven samples from reliable archaeological contexts from the Gračec site were absolutely dated, of which six charcoal samples and one sample of burnt bones, placing it in the 9<sup>th</sup> century BC (Mavrović Mokos et al. 2024, in press).



Karta 4 – Lokalitet Gračec – strukture izdignute od lokalnog reljefa su označene djelomično prozirnim narančastim slojem dok su depresije označene točkastim žutim slojem; plavo je označen položaj iskopavanja, a crvene linije su moderni putovi/ceste kroz šumu; gore lijevo: LiDAR, *lokalni model reljefa (LRM)*,  $R = 20$  (70 % prozirnosti) i *analitička osjenčanost*  $A = 315$ ,  $h35$ , s arheološkim strukturama iscrtanim u QGIS-u; gore desno: digitalni ortofoto (DOF 1 : 5000, Geoportal DGU) područja s arheološkim strukturama iscrtanim u QGIS-u; dolje lijevo: Hrvatska osnovna karta (HOK 1 : 5000, GeoportalDGU) s arheološkim strukturama iscrtanim u QGIS-u; dolje desno: LiDAR, *lokalni model reljefa (LRM)*,  $R = 20$  (70 % prozirnosti) i *analitička osjenčanost*  $A = 315$ ,  $H35$  (izradio: M. Vuković)

Map 4 – Site Gračec – expressions are marked by the transparent orange layer, depressions are marked by a dotted yellow layer; blue marks the position of the excavations and red lines are modern paths/roads through the forest; upper left: LiDAR, *Local relief model*,  $r=20$  (70% transparency) and *hillshade*  $A=315$ ,  $h35$  with archaeological features mapped in QGIS; upper right: digital orthophoto (DOF 1:5000, Geoportal SGA) of the area with archaeological features drawn in QGIS; bottom left: Croatian base map (HOK 1:5000, GeoportalSGA) with archaeological features drawn in QGIS; bottom right: LiDAR, *Local relief model*,  $r=20$  (70% transparency) and *hillshade*  $A=315$  (made by: M. Vuković)

ALS snimanje područja oko lokaliteta Gračec provedeno je ciljano u svrhu arheološke interpretacije podataka, a obrađeni skenovi otkrivaju kompleksni prapovijesni lokalitet čije smo strukture tek počeli analizirati, istraživati i interpretirati. Budući da je snimanje provedeno ciljano za potrebe projekta, pobrinuli smo se za to da dostavljeni podaci sadrže i originalne snimke kako bismo mogli neovisno provoditi daljnja filtriranja i generiranje rasterskih vizualizacija. Za potrebe preliminarnе interpretacije odlučili smo se za kombinaciju *LRM* – lo-

ALS imaging of the area around the Gračec site was carried out specifically for the purpose of archaeological data interpretation, and the processed scans reveal a complex prehistoric site whose structures we have only just begun to analyse, research and interpret. Since the imaging was specifically conducted for the needs of the project, we took care that the delivered data contained the original scans so we would be able to independently conduct further filtering and generation of raster visualizations. For the purposes of preliminary interpretation, we settled for a combi-

*kalnog modela reljefa i analitičkog sjenčanja, s dodatnim zasebnim slojem SVF – nebeske vidljivosti.* Vizualizacije su pomogle našim arheološkim interpretacijama i omogućile nam detaljnije proučavanje struktura nego što je bilo moguće na drugim lokalitetima. Razlike u vizualizacijama jasno su vidljive na grafičkom prilogu (karta 5), a svaka vizualizacija naglašava neku drugu karakteristiku reljefa. Najistaknutija struktura na lokalitetu je sjeverni bedem u obliku potkove koji se s unutarnje strane naselja uzdiže 4, a s vanjske 7 m iznad okolnog terena, sa širinom u bazi od 20 m na najširem dijelu (karta 5). Čini se da bedem okružuje cijeli plato, a djelomično je uništen modernim šumskim cestama. Južni, istočni i zapadni dijelovi bedema znatno su slabije vidljivi nego sjeverni te kod njihove interpretacije treba uzeti u obzir mogućnost da su to samo geološke značajke terena. Ovogodišnjim istraživanjima lokaliteta Gračec djelomično je u sondi 4 istražen poprečni presjek kasnobrončanodobnog bedema koji sa sjeverne strane opasuje naselje (sl. 3). Odmah ispod tankog sloja humusa uočen je sloj žute prebačene zdravice u kojoj nema nalaza. Riječ je o geološkom sloju zemlje koji inače u sondama vodimo kao zdravicu. Ovaj sloj je nastao uslijed prebacivanja, odnosno nasipavanja zemlje kako bi se podigao bedem. Na sjevernoj strani, odmah ispod strme padine bedema vidljiva je veća depresija, koja se danas koristi kao šumski put. Moguće je da se radi o jarku iz kojeg su iskopavali zemlju i nasipavali je na bedem. Struktura je jasno vidljiva i na LiDAR-skom snimku. Ispod tog žutog sloja uočen je sloj crvene, spaljene zemlje. Ispod sloja crvene, spaljene zemlje na južnom dijelu sonde prema naselju uočeno je i ispražnjeno nekoliko rupa od stupova i grede. Konstrukcija od drvene grede i stupova je s unutarnje strane naselja tvorila potporanj velikoj količini zemlje. U sjevernom profilu, na dubini od 30-ak cm, u presjeku je bio vidljiv stup s ulomcima karboniziranog drva. Ovakva situacija ukazuje na postojanje palisade na gornjem dijelu bedema.

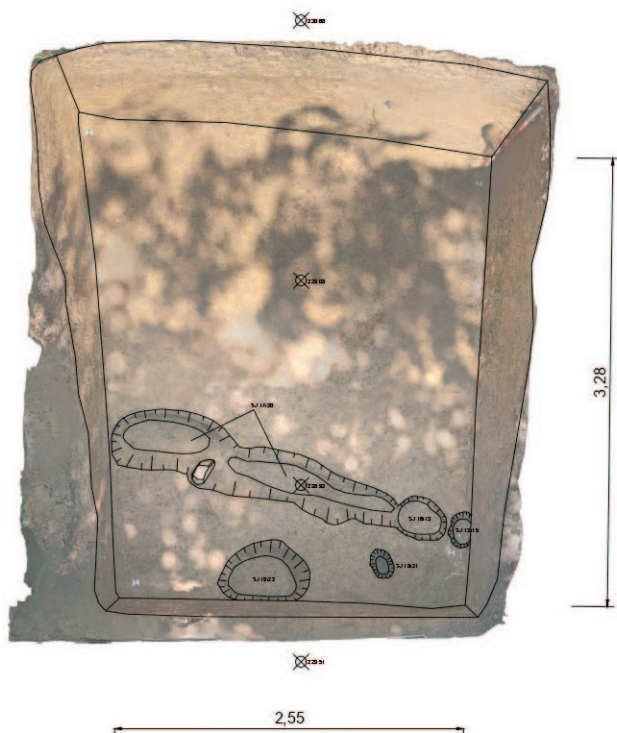
Stratigrafska situacija u sondi 4 na Gračecu dobro se uklapa u do sada istražene bedeme, kao npr. na lokalitetu Lasinja (Balen 2021) i Bangradac (Potrebica 2016).<sup>11</sup> Oba lokaliteta

nation of *LRM – local relief model* and *hillshade*, with a supplementary layer of *SVF – Sky-view factor*. The visualizations aided our archaeological interpretations and enabled us to study the features in more detail than was possible at other sites. Differences between visualizations are clearly observable on the image (Map 5), and each visualization accentuates a different aspect of the relief. The most prominent feature on the site is the horseshoe-shaped northern rampart, which rises 4 m on the inside and 7 m on the outside of the settlement, with a base width of 20 m at its widest part (Map 5). The rampart seems to surround the entire plateau and it has been partially destroyed by modern forest roads. The southern, eastern and western parts of the ramparts are much less visible than the northern one, and the possibility that they are only geological features of the terrain should be taken into account when interpreting them. In trench 4, this year's excavations at the Gračec site partially revealed the cross-section of a Late Bronze Age rampart which encircled the settlement on the northern side (Fig. 3). Just below the thin layer of topsoil there was a layer of disturbed yellow virgin soil with no finds. It is a geological layer of soil that we normally attribute to culturally sterile layers. This layer was created by a transfer, or landfill, in order to raise the rampart. On the northern side, just below the steep slope of the rampart, there is a larger depression which is used as a forest path today. It could represent the remains of a ditch from which the earth for the construction of the ramparts was dug. The structure is also clearly visible on the LiDAR image. Beneath the yellow layer there was a layer of red, burnt soil. Under the layer of red, burnt soil in the southern part of the trench, towards the settlement, several postholes and remains of wooden beams were documented and emptied. The structure of wooden beams and posts formed a support for a large quantity of soil on the inner side of the settlement. In the northern profile, at a depth of about 30 cm, a posthole with fragments of carbonized wood was visible in the cross-section. This situation indicates the existence of a palisade on the upper part of the rampart.

The stratigraphic situation in trench 4 on Gračec fits well with other explored ramparts, such as the ones at the sites of Lasinja (Balen 2021) and Bangradac (Potrebica 2016).<sup>11</sup> Both sites are

11 Ovom prilikom zahvaljujemo voditeljima istraživanja lokaliteta Bangradac, dr. sc. Hrvoju Potrebici te lokaliteta Lasinja, dr. sc. Jacqueline Balen na ustupljenim informacijama.

11 We would like to thank the leaders of archaeological excavations, Dr. Hrvoje Potrebica for Bangradac, and Dr. Jacqueline Balen for Lasinja, for sharing information.

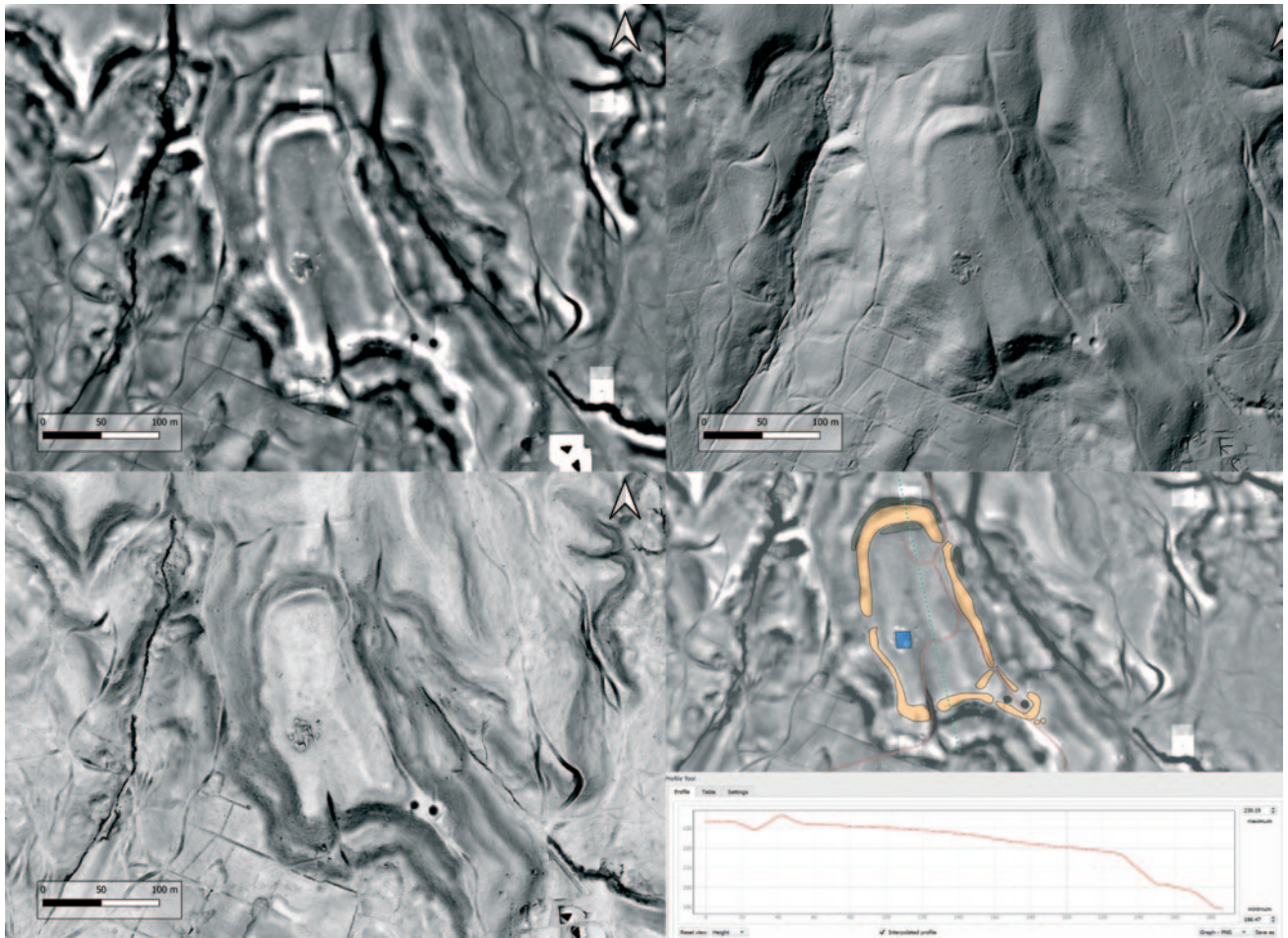


Filozofski fakultet, Odsjek za arheologiju Ivana Lučića 3, 10 000 Zagreb		SADRŽAJ Tlocrt prapovijesnog bedema; ostaci drvene grede (SJ 17/20) i stupova	
LOKACIJA Gračec, Brdovec - Sonda 4		VODITELJICA ISTRAŽIVANJA dr. sc. Janja Mavrović Mokos	
Autorni nacrti: mag. archaeol. Franka Ovčarić mag. archaeol. Miroslav Vuković		DATUM 12/2023	PROJEKT HRZZ - TransRivers
	MJERILO /	LIST 1	

Sl. 3 – Tlocrt strukture prapovijesnog bedema, Gračec – sonda 4 (izradili: F. Ovčarić i M. Vuković)  
Fig. 3 – Layout of prehistoric rampart structure, Gračec – Probe 4 (made by: F. Ovčarić and M. Vuković)

su kasnobrončanodobna naselja fortificirana bedemom. Lokalitet Lasinja na položaju Graba – Desno Sredičko nalazi se u Karlovačkoj županiji dok je lokalitet Bangradac smješten na Papuku u Požeškoj kotlini na 730 m nadmorske visine. Teren nekadašnjeg naselja blago je nagnut na osi sjever – jug, a pitanje prisutnosti jaraka oko bedema ostaje otvoreno. Pri promatranju različitih vizualizacija proučavane arheološke strukture i njihova interpretacija mijenja se u odnosu na druge pristupne strukture u reljefu. Iako je bedem

Late Bronze Age settlements fortified with ramparts. The site of Lasinja at the position of Graba – Desno Sredičko is located in Karlovac County, while the site of Bangradac is located on Papuk in the Požega Basin at 730 m a.s.l. The terrain of the former settlement is slightly sloped along the north-south axis, and the question of the presence of ditches surrounding the ramparts remains open. When observing different visualizations of the studied archaeological features, their interpretation also changes in relation to other present features in the relief. Although the rampart is cle-



Karta 5 – Gračec LiDAR podaci, vizualizacije i preliminarna interpretacija arheoloških struktura; gore lijevo: *LRM* – lokalni model reljefa,  $R = 20$ ; gore desno: *analitičko sjenčanje*,  $A = 315$ ,  $H35$ ; dolje lijevo: *SVF* – nebeska vidljivost,  $R = 10$ ,  $d = 16$ ; dolje desno: arheološka interpretacija lokaliteta s presjekom cijelog naselja koji jasno pokazuje nagib terena na prostoru naselja i visinu sjevernog dijela bedema (izradio: M. Vuković)

Map 5 – Gračec LiDAR data visualization and preliminary interpretation of archaeological features; upper left: *LRM* – Local relief model,  $r=20$ ; upper right: *hillshade*  $A=315$ ,  $h35$ ; bottom left: *SVF* – sky-view factor,  $r=10$ ,  $d=16$ ; bottom right: archaeological interpretation of the site with a cross-section of the entire settlement clearly demonstrating the slope of the terrain and the elevation of the northern section of the rampart (made by: M. Vuković)

očito bedem u svim vizualizacijskim tehnikama, jarak na dnu bedema može se alternativno interpretirati i kao put ili cesta koja vodi do same gradine, ili kao kombinacija jedne i druge strukture (prapovijesni jarak i moderni šumski put) (karta 5). Još jedan niz zanimljivih struktura nalazi se na južnom dijelu platoa gdje se uz dva manja uzvišenja nalaze dvije velike depresije promjera oko 10 m. Interpretacije za to mogle bi biti različite, poput modernog korištenja zemljišta ili eksploatacije resursa. Interpretaciju nam olakšava jednostavan alat profila terena koji nam omogućuje ekstrapolaciju profila i izdvajanje podataka o elevaciji zanimljivih potencijalnih struktura vidljivih u podacima.

arly a rampart in all the visualization techniques, the ditch at the bottom of the rampart can alternatively be interpreted as a path or road leading up to the hillfort itself, or as a combination of the two (a prehistoric ditch and a modern forest path) (Map 5). Another set of interesting features is located on the southern part of the plateau, where two large depressions of approximately 10 m in diameter are situated next to two smaller elevations. There are different possible interpretations for this, such as modern land use or resource exploitation. The interpretation is facilitated by a simple terrain profile tool that allows us to extrapolate the profile and extract data on the elevation of interesting potential structures visible in the data.



## Podsused

Podsused se nalazi na izuzetnom strateškom položaju iznad rijeke Save, na najzapadnijim obroncima Medvednice. Današnji Podsused razvio se kao četvrt Grada Zagreba smještena ispod kasnosrednjovjekovne utvrde Susedgrad. Na širem području Podsuseda postoje naznake željeznodobnog naselja na mjestu današnjeg kamenoloma. Podaci i materijal prikupljeni su tijekom studentskog projekta koji je na tom području proveden 2018. godine.<sup>12</sup> Postoji više struktura vidljivih na LiDAR-skim snimkama koje bi se mogle povezati s prapovijesnim intervencijama u prostoru. Tijekom preliminarnе interpretacije podataka uočene su tri potencijalne lokacije naseljavanja sa strukturama koje podsjećaju na zemljane bedeme. Prvi „bedem“ uočen je na mjestu kamenoloma Dolje. Neposredno uz eksploatacijski prostor kamenoloma, na vrhu samog brežuljka s kojeg se vadi kamen, nalazi se polukružna struktura promjera otprilike 50 m (karta 6). S obzirom na prethodno spomenuti studentski projekt terenskog pregleda prostora pretpostavili smo kako bi ova struktura mogla predstavljati bedem uništenog željeznodobnog naselja. Terenskim pregledom u sklopu TRANS RIVERS projekta, koji je proveden početkom 2023. godine, otkriveno je kako spomenuta struktura nema nikakve veze s prapovijesnim naseljem, već je zapravo trag suvremenih aktivnosti krčenja s ciljem otkrivanja temeljne stijene i njenog čišćenja u pripremi za daljnje vađenje kamena.

Druge dvije strukture nalaze se gotovo kilometar zapadnije, na predjelu Jagodišće. Na spomenutoj lokaciji uočene su jedna polukružna i jedna pravokutna struktura (karta 7). Na terenu je potvrđena prisutnost uzvišenja na istoku koje bi moglo odgovarati prapovijesnim intervencijama u prostoru. Na razdoblje prapovijesti upućuje i strma padina bedema te njegova širina u podnožju od gotovo 15 m. Nije bilo vidljivog površinskog materijala. Čak ni poprečni presjek moderne ceste koji je probio strukturu nije pružio nikakve daljnje naznake potrebne za kronološko determiniranje. Struktura pravokutnog oblika na zapadnom dijelu platoa nalazi se na prirodnoj zaravni s pogledom na rijeku Savu. Na sjevernom, zapadnom i južnom dijelu nalaze se tragovi uzvišenja koji bi mogli odgovarati ze-

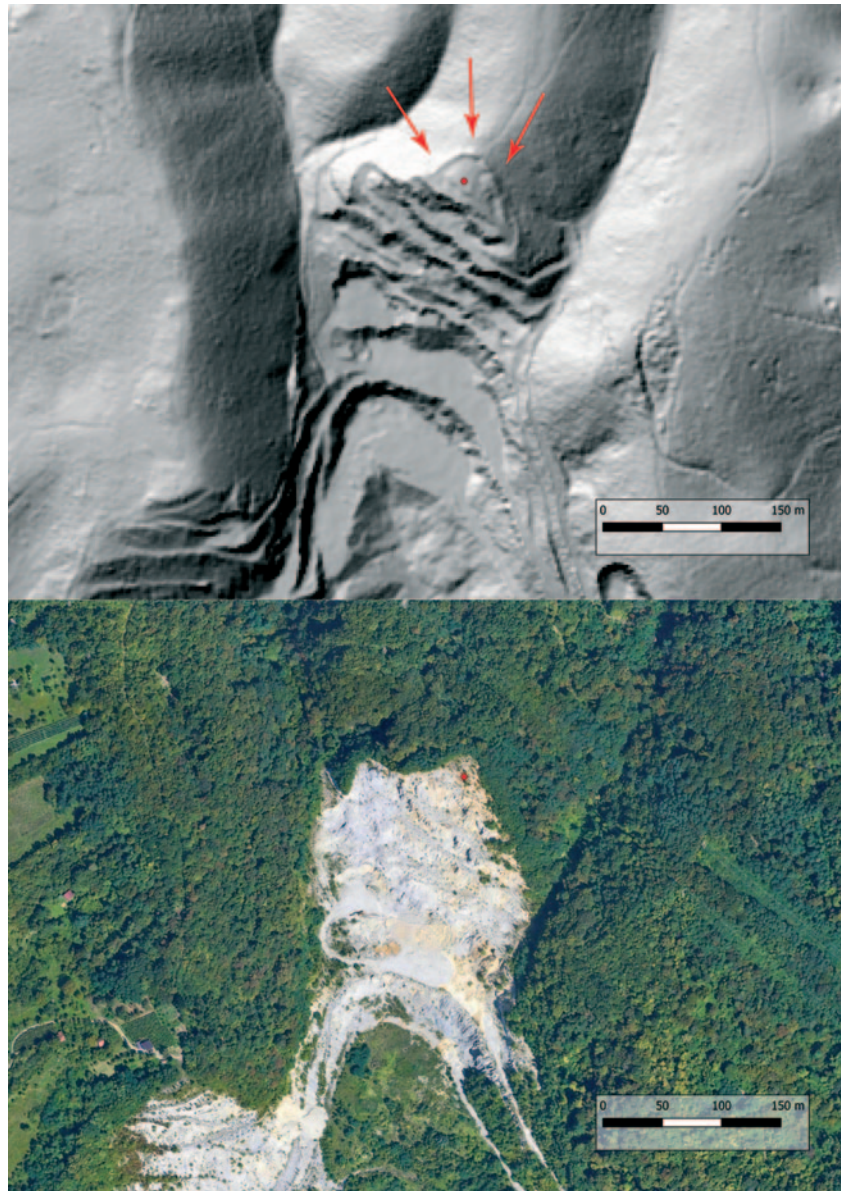
<sup>12</sup> Zahvale Nikolini Sever i Mirni Cvetko za informacije vezane uz prikupljeni materijal tijekom studentskog projekta.

## Podsused

Podsused is situated in an exceptional strategic position overlooking the River Sava, on the westernmost hills of the Medvedenica Mountain. The modern day Podsused developed as a neighbourhood of the City of Zagreb, situated beneath the late medieval fortress of Susedgrad. In the wider area of Podsused, there are some indications of an Iron Age settlement at the location of the modern-day stone quarry. The information and material were gathered during a student project conducted in the area in 2018.<sup>12</sup> Multiple features can be seen on the LiDAR imaging, which could be connected to prehistoric interventions in the landscape. During the preliminary interpretation of the data, we have identified three potential settlement locations, with features reminiscent of earthen ramparts. The first “rampart” was noticed at the site of the Dolje stone quarry. Right next to the exploitation area of the quarry, on top of the very hill from which the stone is extracted, there is a semicircular feature approximately 50 m in diameter (Map 6). Considering the previously mentioned student field survey of the area, we assumed that this feature could represent the rampart of a destroyed Iron Age settlement. The field survey within the scope of the TRANS RIVERS project, conducted in early 2023, revealed that the mentioned feature has nothing to do with a prehistoric settlement, but is in fact a trace of modern clearing activities aimed at exposing the bedrock and clearing it in preparation for further quarrying.

The other two features are located almost a kilometer further west, in the area of Jagodišće. At this location, one semicircular and one rectangular feature were observed (Map 7). The presence of an elevation in the east was confirmed in the field, which could correspond to prehistoric interventions in the landscape. The prehistoric period is also indicated by the steep slope of the rampart and its width of almost 15 m at the base. There was no visible surface material. Even the cross-section of the modern road that penetrated the feature did not provide any further clues necessary for chronological determination. The rectangular feature in the west is located on a natural plateau overlooking the River Sava. On the north, west, and south there are traces of an elevated feature which could correspond to an earthen rampart.

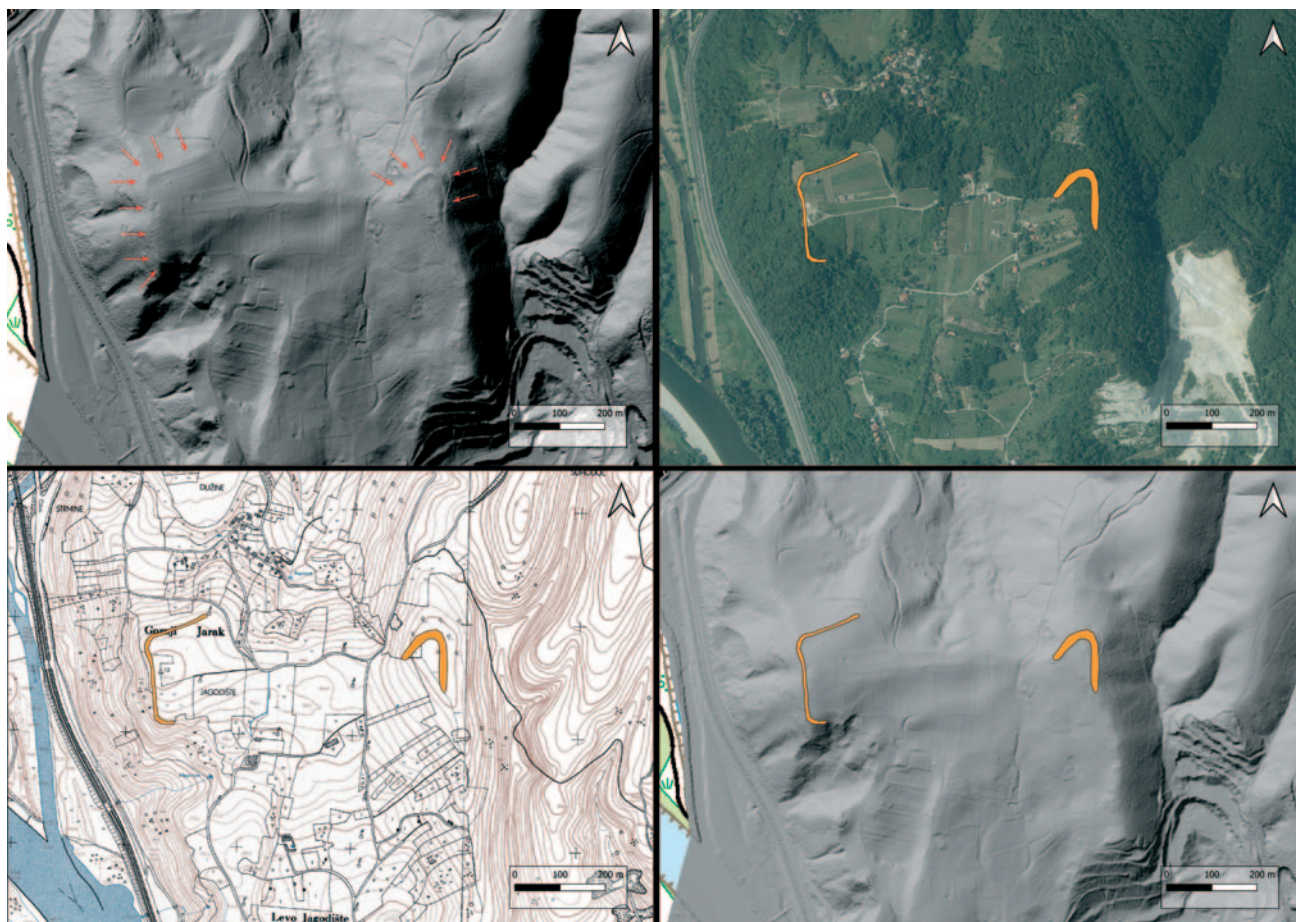
<sup>12</sup> We would like to thank Nikolina Sever and Mirna Cvetko for the information relating to the finds gathered during the student project.



Karta 6 – Polukružna struktura izdignuta od lokalnog reljefa iznad kamenoloma Dolje u Podsusedu; gore: struktura vidljiva na *analitički osjenčanom DMR* označena crvenim strelicama; dolje: ortofotografija (DOF 1 : 5000, Geoportal DGU) površine s crvenom oznakom koja označava položaj strukture kako se vidi iz zraka (izradio: M. Vuković)  
 Map 6 – The semicircular elevated feature on top of the Dolje stone quarry in Podsused; up: the feature visible on *hillshade DTM* marked by red arrows; down: the orthophoto (DOF 1:5000, Geoportal SGA) of the area with the red spot marking the position of the site as seen from the air (made by: M. Vuković)

mljanom bedemu. Ako se radi o bedemu, on je znatno slabije vidljiv na podacima od struktura na istoku i njegova širina u podnožju nije veća od 8 m. Budući da su na cijelom platou vidljivi tragovi intenzivnog oranja, razumno je za pretpostaviti da su strukture nekada mogle biti mnogo vidljivije u reljefu. Iako se do središta platoa može pristupiti cestom koja vodi do komunikacijske antene, ostali dijelovi potencijalne lokacije trenutno su neprohodni zbog vrlo guste vegetacije, čak i u zimskim mjesecima kada je najmanje

If it is a rampart, it is much less visible on the images than the feature to the east, and its width at the base is not larger than 8 m. The whole plateau has visible signs of heavy ploughing, and it is reasonable to assume that the features were once much more visible in relief. Although the center of the plateau is accessible by the road leading to the telecommunication antenna, other parts of the potential site are currently inaccessible due to very dense vegetation, even in winter months, when the foliage is at its lowest. No surface ma-



Karta 7 – Dvije vidljive potencijalne arheološke strukture na položaju Jagodišće, Podsused; gore lijevo: *analitički osjenčan DMR*, crvene strelice označavaju obje potencijalne strukture (bedema?); gore desno: digitalni ortofoto (DOF 1 : 5000, Geoportal DGU) područja s arheološkim strukturama iscrtanim u QGIS-u; dolje lijevo: Hrvatska osnovna karta (HOK 1 : 5000, GeoportalDGU) s arheološkim strukturama iscrtanim u QGIS-u; dolje desno: LiDAR, *analitički osjenčan DMR* s arheološkim strukturama iscrtanim u QGIS-u (izradio: M. Vuković)

Map 7 – Two visible potential archaeological features in Jagodišće, Podsused; upper left: *DTM hillshade*, red arrows indicate both potential features (ramparts?); upper right: digital orthophoto (DOF 1:5000, Geoportal SGA) of the area with archaeological features drawn in QGIS; lower left: Croatian base map (HOK 1:5000, GeoportalSGA) with archaeological features drawn in QGIS; bottom right: LiDAR, *DTM hillshade* with archaeological features drawn in QGIS (made by: M. Vuković)

lišća. Tijekom terenskog pregleda nije pronađen površinski materijal, što ne čudi jer je većina nekadašnjih obradivih površina pretvorena u travnate livade. Potrebna su daljnja istraživanja i eventualna iskopavanja kako bi se pokušala utvrditi točna funkcija pravokutnog povišenja i polukružne strukture na području Jagodišća.

### Oštrc – Gradišće

Lokalitet Oštrc prethodno nije bio poznat u literaturi. Nalazi se na velikoj nadmorskoj visini od 737,5 m na južnim obroncima Medvednice čiji je najviši vrh Sljeme visok 1032 m. Preliminarni pregled ALS podataka nije otkrio nikakve strukture

material was found during the field survey, which is not surprising since most of the former arable land has been turned into grassy meadows. Further surveys and possible excavations are necessary to try to determine the exact function of the rectangular elevation and semicircular feature in the area of Jagodišće.

### Oštrc – Gradišće

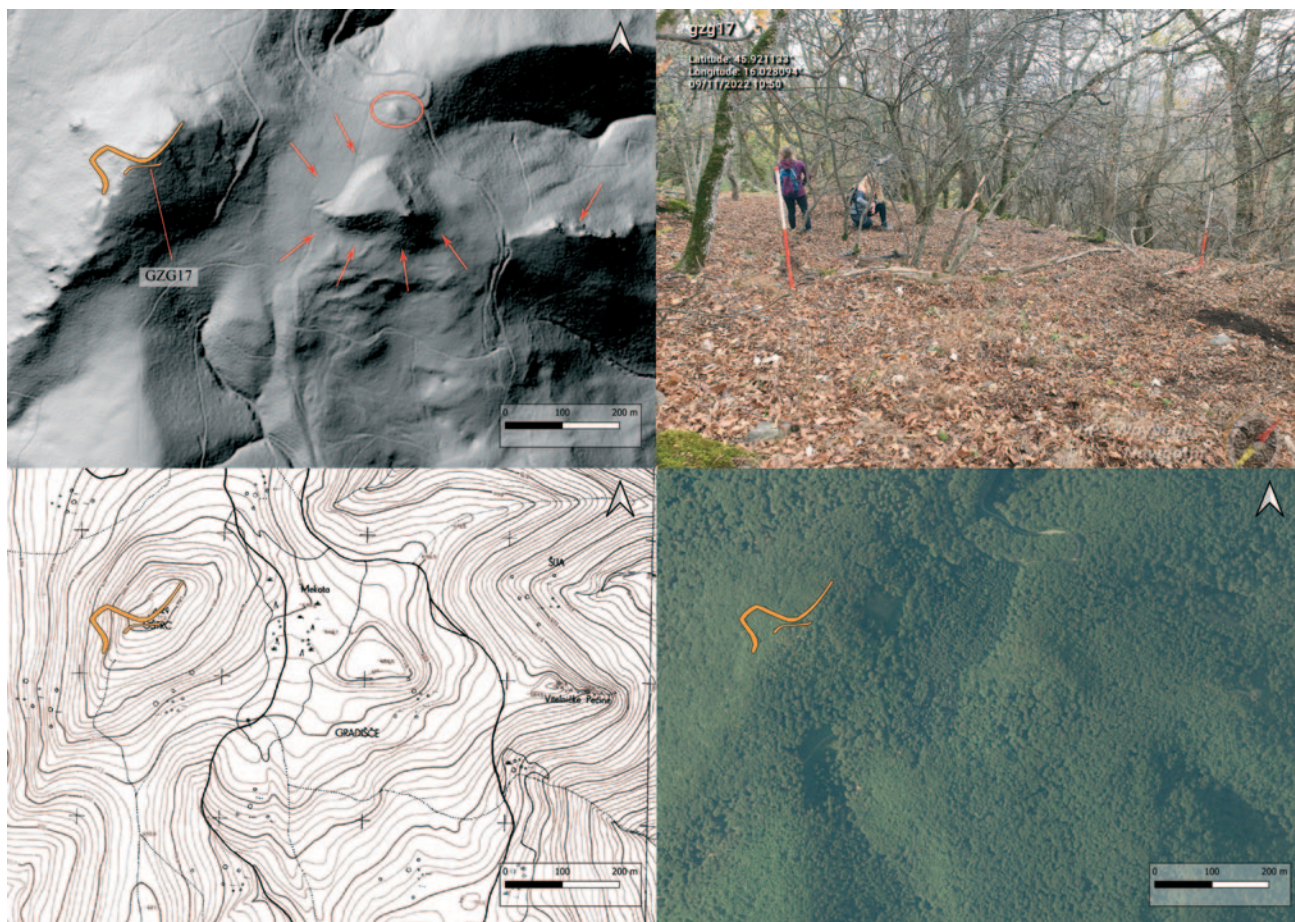
The site of Oštrc was previously unknown in literature. It is situated at a particularly high elevation of 737.5 m, on the southern slopes of Medvednica Mountain, where the highest peak, Sljeme, is 1032 m high. A preliminary survey of the

zbog izrazito naglašenog reljefa na tom području. Napominjemo da je za ovaj dio planine dostupan samo unaprijed pripremljeni, filtrirani *analitički osjenčani DMR*. Nakon provedenog terenskog pregleda u sklopu TRANS RIVERS projekta na licu mjesta uočena je terasa i dio bedema koji su naknadno identificirani i na podacima (karta 8). Tijekom istraživanja pronađeni su brojni ulomci prapovijesne keramike koji su nakon analize pripisani kasnom brončanom dobu (T. 2). Na pregledanim terasama prikupljena je najveća količina keramike. Riječ je uglavnom o ulomcima lonaca koji su ukrašeni apliciranom trakom s otiscima prstiju (T. 2: 10–12), loncima izvučenog ruba (T. 2: 6–9) ili zdjelama uvučenog ruba (T. 2: 13–15) kakvi su karakteristični za razdoblje kasnoga brončanog doba. Dvije zdjele uvučenog ruba, finije fakture, ukrašene su širokim kosim fasetama (T. 2: 13–14). Slična zdjela pronađena je i na lokalitetima Kalnik – Igrišće (Vrdoljak 1994: T. 23: 2) i Nova Bukovica – Sjenjak (Kovačević 2001: 69, T. 3: 2) gdje se datiraju u mlađu fazu kulture polja sa žarama i starije željezno doba. Ostali prikupljeni ulomci, koji se tipokronološki ne mogu pobliže odrediti, imaju prapovijesnu fakturu te se prema ostalim nalazima i kontekstu pronalaska gotovo sigurno mogu pripisati kasnobrončandobnom naselju na lokalitetu Oštrc.

U neposrednoj blizini brijega Oštrc nalazi se, na nešto nižoj elevaciji, brijeg s velikom visoravni na vrhu, obilježenom toponimom Gradišće (karta 8). Tijekom terenskog pregleda nažalost nije pronađen pokretni arheološki materijal koji bi se pobliže tipokronološki mogao odrediti. Pronađeno je tek nekoliko vrlo malih ulomaka keramike koji zasigurno imaju prapovijesnu fakturu, no pobliža datacija zasad je nemoguća. Također je pronađen i komad sedlasto oblikovanog kamenog žrvnja što upućuje na nasebinski karakter lokaliteta. Značajno je također napomenuti da se u krajoliku u blizini nalazišta nalaze špiljski kompleks Vitelničke pećine i obližnji izvor vode Vitelnički zdenac. Ovo nalazište jasno pokazuje potrebu korištenja vizualizacija u arheološkim interpretacijama LiDAR-a jer su arheološke strukture bile zasjenjene naglašenim reljefom na brdovitom DMR-u i otkrivene u podacima tek nakon provedenog pregleda terena. Sličan položaj s tragovima brončandobnog naseljavanja nalazimo u Sloveniji u blizini Mihova. Na vrhu Vratolom na nadmorskoj visini od 684 m nalazi se fortificiran položaj građen na samom hrptu brijega, slično situaciji na Oštrcu (Dular 2021: 874).

ALS data did not reveal any features due to the highly accentuated relief in the area. We point out that only a pre-processed, filtered *hillshade DTM* is available for this part of the mountain. After the field survey conducted within the scope of the TRANS RIVERS project, a terrace and a segment of the rampart were observed on site and subsequently identified in the data (Map 8). During the field survey, many prehistoric potsherds were found, and attributed to the Late Bronze Age after analysis (Pl. 2). The largest amount of pottery was collected on the inspected terraces. These are mostly fragments of pots decorated with an applied band with fingerprints (Pl. 2: 10–12), pots with an everted rim (Pl. 2: 6–9), or bowls with an inverted rim (Pl. 2: 13–15), which are characteristic of the Late Bronze Age period. Two bowls with an inverted rim, of finer texture, are decorated with wide oblique facets (Pl. 2: 13–14). A similar bowl was also found at the sites of Kalnik – Igrišće (Vrdoljak 1994: Pl. 23: 2) and Nova Bukovica – Sjenjak (Kovačević 2001: 69, Pl. 3: 2), where they are dated to the younger phase of the Urnfield culture and the Early Iron Age. Other collected fragments, which cannot be determined typo-chronologically, have a prehistoric texture and, based on other finds and the context of the find, they can almost certainly be associated with the Late Bronze Age settlement at the Oštrc site.

In close proximity to the Oštrc hill, at a slightly lower elevation, lies a hill with a large plateau on top, marked with the toponym of Gradišće (Map 8). During the field survey, unfortunately, no archaeological material was found that could be determined typo-chronologically. Only a few very small potsherds were found, which certainly have a prehistoric texture, but a more precise dating is currently impossible. A piece of saddle-shaped stone millstone was also found, pointing to the settlement character of the site. It is also important to note that the landscape near the site includes a cave complex, Vitelničke Pećine, and a nearby water source Vitelnički Zdenac. This site clearly demonstrates the necessity of utilizing visualizations in archaeological interpretations of LiDAR, as the archaeological features were obscured by the accentuated relief on the *hillshaded DTM* and only detected in the data after the completed field survey. A similar location with traces of Bronze Age settlement can be found near Mihovo in Slovenia. At the peak of Vratolom, at an altitude of 684 m, there is a fortified position built on the very ridge of the hill, similar to the situation on Oštrc (Dular 2021: 874).



Karta 8 – Oštrc – Gradišće; gore lijevo: *analitički osjenčan DMR*, narančasta obilježja predstavljaju potvrđene arheološke strukture (bedem i terasa) na brdu Oštrc, crvene strelice i crveni krug označavaju moguća, ali zasad nepotvrđena arheološka nalazišta; gore desno: terenski pregled, terasa naselja s oznakom GZG17 na lijevoj strani (snimio: M. Vuković); dolje lijevo: Hrvatska osnovna karta (HOK 1 : 5000, GeoportalDGU) s arheološkim strukturama iscrtanim u QGIS-u; dolje desno: digitalni ortofoto (DOF 1 : 5000, Geoportal DGU) područja s arheološkim strukturama iscrtanim u QGIS-u (izradio: M. Vuković)

Map 8 – Oštrc – Gradišće; upper left: *DTM hillshade*, orange features represent confirmed archaeological features (rampart and a terrace) on the hill of Oštrc, red arrows and a red circle mark potential but for now unconfirmed archaeological sites; upper right: field survey, settlement terrace marked with GZG17 on the left (photo by: M. Vuković); bottom left: Croatian base map (HOK 1:5000, GeoportalSGA) with archaeological features drawn in QGIS; bottom right: digital orthophoto (DOF 1:5000, Geoportal SGU) of the area with archaeological features drawn in QGIS (made by: M. Vuković)

## Planina Donja – Gradec

Lokalitet Planina Donja – Gradec u literaturi je poznat kao kasnosrednjovjekovna utvrđena čije su bedeme zabilježili prethodni istraživači (Obad Šćitaroci et al. 2015: 67). Lokalitet se nalazi u planinskom dijelu Medvednice na nadmorskoj visini od 412 m. Nalazi se u blizini prirodnog prolaza kroz planinu u neposrednoj blizini još jednog potvrđenog prapovijesnog naselja, Kuzelina. Bedemi su vrlo dobro očuvani, gotovo kontinuirano okružuju vrh prirodnog grebena i jasno su vidljivi na LiDAR-skim podacima. Obuhvaćaju površinu od 0,5 ha (karta 9).

## Planina Donja – Gradec

The site of Planina Donja – Gradec is known in literature as a late medieval fortification whose ramparts were recorded by previous researchers (Obad Šćitaroci et al. 2015: 67). The site is located in the mountainous part of Medvednica, at an altitude of 412 m a.s.l. It is located near a natural pass through the mountain, in the close vicinity of another confirmed prehistoric settlement, Kuzelin. The ramparts are very well preserved; they run almost continuously around the natural ridge top, and are clearly visible on LiDAR data. They enclose an area of 0.5 ha (Map 9).

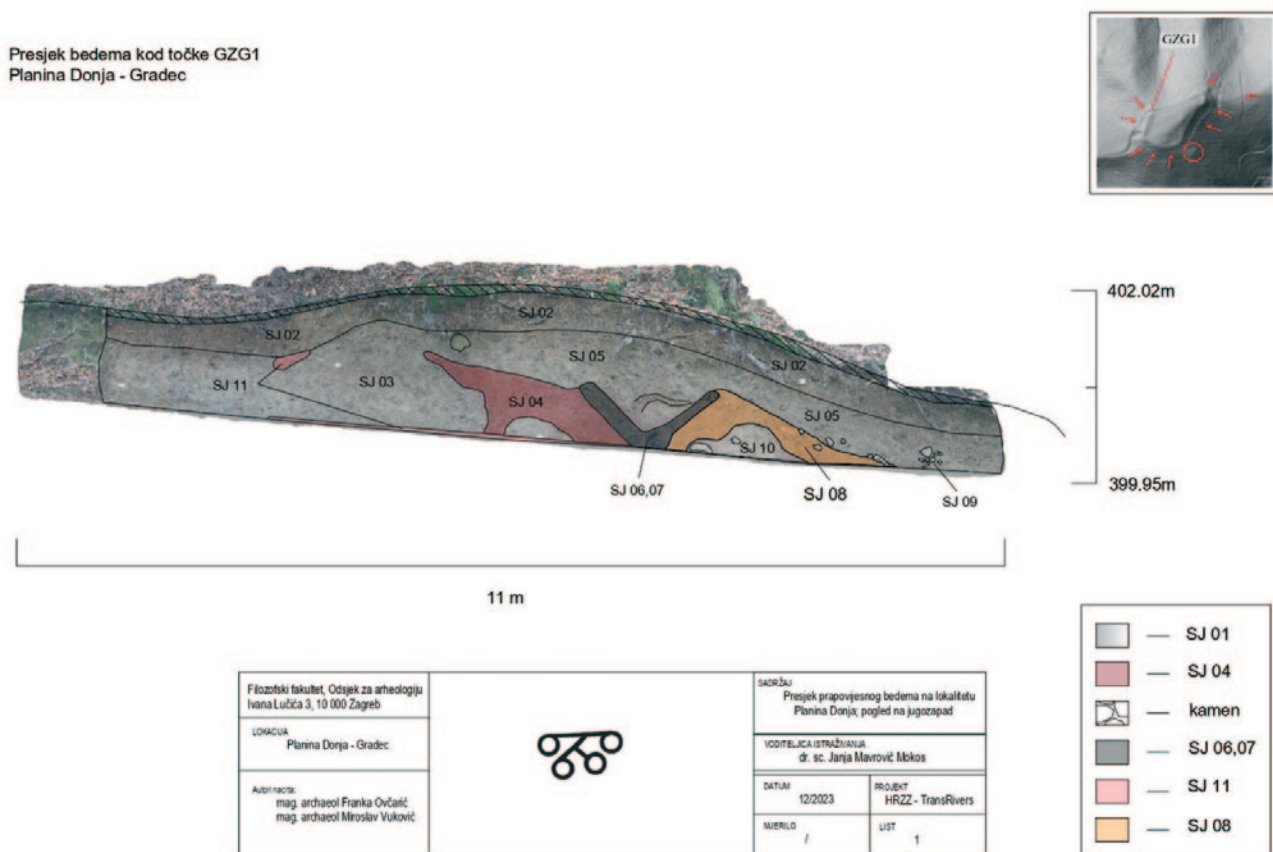


Karta 9 – Planina Donja – Gradec; gore lijevo: terenski pregled, šumski put koji probija prapovijesni bedem na GPS lokaciji označenoj kao GZG1 (snimio: M. Vuković); gore desno: *analitički osjenčan DMR*, crvene strelice označavaju prapovijesni bedem; dolje lijevo: Hrvatska osnovna karta (HOK 1 : 5000, GeoportalDGU) s arheološkim strukturama iscrtanim u QGIS-u; dolje desno: digitalni ortofoto (DOF 1 : 5000, Geoportal DGU) područja s arheološkim strukturama iscrtanim u QGIS-u (izradio: M. Vuković)

Map 9 – Planina Donja – Gradec; upper left: field survey, forest road cutting through the prehistoric rampart at a GPS location marked with GZG1 (photo by: M. Vuković); upper right: *DTM hillshade*, red arrows indicate the prehistoric rampart; lower left: Croatian base map (HOK 1:5000, GeoportalSGA) of the area with archaeological features drawn in QGIS; bottom right: digital orthophoto (DOF 1:5000, Geoportal SGA) of the area with archaeological features drawn in QGIS (made by: M. Vuković)

Odvojak šumske ceste siječe bedem na njegovom sjevernom uglu gdje je evidentiran jasniji presjek na kojem su tijekom terenskog pregleda 2022. godine prikupljeni ulomci kasnobrončanodobne keramike. Među njima se nalazi i rub zdjele ukrašene kosim kanelurama te ulomak lonca ukrašen karakterističnom plastičnom trakom koja je već ranije spomenuta u kontekstu kasnobrončanodobnih lokaliteta. Tijekom terenskog pregleda 2023. godine u sklopu TRANS RIVERS projekta očišćen je sjeverni profil bedema kojeg je presjekao šumski put. Riječ je o zemljanom bedemu, konstrukcijski vrlo sličnom onima s Gračeca i Bangradca. Nakon tanjeg sloja humusa definiran je sloj nabacane smeđe zemlje. Ispod njega je sloj spaljene

A segment of the forest road intersects the rampart at its northern corner, where a clean cross-section was recorded, on which fragments of Late Bronze Age pottery were collected during the 2022 field survey. They include a bowl rim decorated with oblique channeling and a fragment of a pot decorated with a characteristic applied band, which was already mentioned in the context of Late Bronze Age sites. In 2023, during a field survey within the TRANS RIVERS project, the northern profile of the rampart which was intersected by the forest road was cleared. It is an earthen rampart with a construction that is very similar to the ramparts at Gračec and Bangradac sites. After a thin layer of topsoil, a layer of thrown brown soil was defined. Beneath it, there was a layer of burnt



Sl. 4 – Presjek bedema kod točke GZG1, Planina Donja – Gradec (izradili: F. Ovčarić i M. Vuković)

Fig. 4 – Section of the rampart at point GZG1, Planina Donja–Gradec (made by: F. Ovčarić and M. Vuković)

crvene zemlje sa sačuvanim konstrukcijama od dasaka koje su sada vidljive kao linije karboniziranog drveta. S vanjske strane naselja nalaze se dvije nakupine kamenja, definirane kao SJ 09 i 10, koje su bile poslagane u podnožju bedema, vjerojatno sa svrhom podupiranja velike količine zemlje.

Na lokalitetu Gračec zemlja je bila poduprta konstrukcijom od drvenih stupova i greda. S druge strane šumskog puta, nedaleko od definiranog profila bedema, istražen je njegov temelj uz sjeverni rub naselja. Uočena je pravilna pravokutna konstrukcija od dasaka. Daske su bile položene u utore napravljene u kamenom živcu. Ovakva pravilna drvena konstrukcija ukazuje na postojanje kasete uz sjeverni rub bedema.

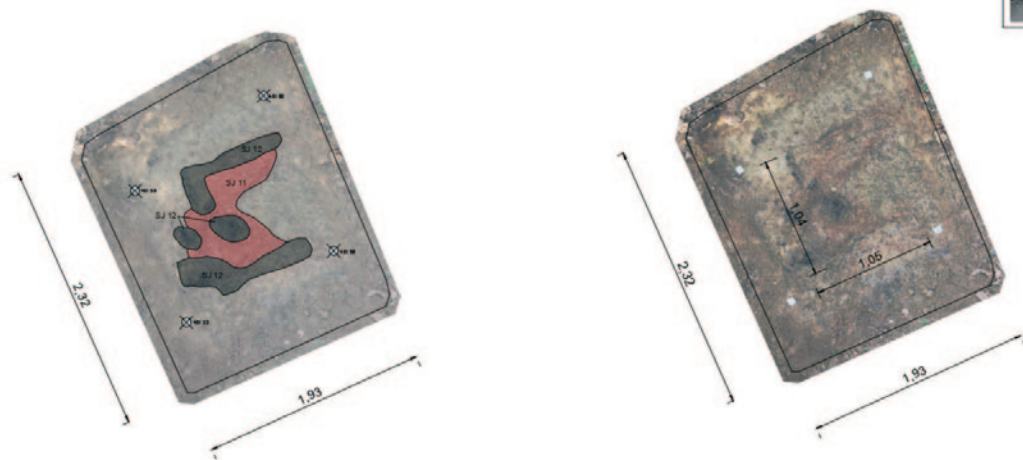
Spomenuti način gradnje odgovara razdoblju prapovijesti, točnije vremenu kasnoga brončanog doba. Paralele pronalazimo na lokalitetima Ormož (Dular, Tomanič Jevremov 2010: 84), Cvinger, Sv. Marjeta kod Libne, Golšaj kod Tolstog vrha (Dular, Tecco Hvala

red soil with preserved plank structures, now visible as lines of carbonized wood. On the outside of the settlement, two stone piles (SU 09 and 10) were found, which were placed at the foot of the ramparts, probably with the purpose of supporting a large amount of earth.

At the Gračec site, the earth was supported by a structure made of wooden posts and beams. On the other side of the forest path, not far from the defined profile of the rampart, the foundation of the rampart was excavated along the northern edge of the settlement. A regular rectangular structure of planks was observed. The planks were inserted into premade grooves in the bedrock. This regular wooden structure points to the existence of cassettes along the northern edge of the rampart.

The mentioned construction method corresponds to the period of prehistory, more precisely to the Late Bronze Age. We can find parallels in the sites of Ormož (Dular, Tomanič Jevremov 2010: 84), Zvinger, Sv. Marjeta near Libna, Go-

Tlocrt kasetne strukture prapovijesnog bedema,  
kod točke GZG1, Planina Donja - Gradec



Filozofski fakultet, Odjelak za arheologiju Ivana Lučića 3, 10 000 Zagreb		SAOPŠTAJE Tlocrt prapovijesnog bedema, Lijevo - crtež strukture; desno - kontrastna slika u mjerilu	
LOKACIJA Planina Donja - Gradec		VODITELJICA ISTRAŽIVANJA dr. sc. Jarija Mavrović Mikos	
Autori nacrtā mag. arheolog Franko Ovčarić mag. arheolog Miroslav Vuković		DATUM 12/2023	PROJEKT HRZZ - TransRivers
		BROJ 1	LIST 2

Sl. 5 – Tlocrt kasetne strukture prapovijesnog bedema kod točke GZG1, Planina Donja – Gradec (izradili: F. Ovčarić i M. Vuković)

Fig. 5 – Layout of wooden box structure of prehistoric rampart at point GZG1, Planina Donja–Gradec (made by: F. Ovčarić and M. Vuković)

2007: 82) te Kočnik kod Segonja (Dular, Tecco Hvala 2007: 83). Do sada nisu primijećena odstupanja u načinu gradnje kasnobrončano-dobnih bedema, koji su bez iznimke zemljani s drvenim konstrukcijama, dok su željezno-dobni građeni od kamena (Dular, Tecco Hvala 2007: 79). Pronađeno je još ulomaka keramike koji potvrđuju takvu dataciju (T. 3). Uz već spomenute zdjele uvučenog ruba pronađen je ulomak lonca (T. 3: 19) koji M. Rakvin definira kao tip L1 (Rakvin 2015: 81). To su lonci stožastog vrata s jako izvučenim rubom. Takvi lonci se datiraju u mlađu fazu kulture polja sa žarama pa sve do starijeg željeznog doba (Kovačević 2009: 147), a u literaturi se često spominju kao neposredna veza između tradicije kulture polja sa žarama i kulturnih grupa istočnog halštatskog kruga (Teržan 1990: 65). Također je pronađen i ulomak lonca (T. 3: 16) koji M. Rakvin definira kao L4, a riječ je o jednostavnim loncima s rubovima izvučenim

lšaj near Tolsti Vrh (Dular, Tecco Hvala 2007: 82), and Kočnik near Segonje (Dular, Tecco Hvala 2007: 83). No deviations have been noticed in the construction method of Late Bronze Age ramparts, which without exception are earthen with wooden structures, while Iron Age ramparts are built of stone (Dular, Tecco Hvala 2007: 79). More finds of potsherds confirmed such dating (Pl. 3). Alongside the already mentioned bowls with an inverted rim, a fragment of a pot (Pl. 3: 19), a type of which M. Rakvin defines as type L1 (Rakvin 2015: 81); these are pots with a conical neck and a very everted rim. These types of pots are dated to the period from the younger phase of the Urnfield culture to the Early Iron Age (Kovačević 2009: 147); in the literature, they are often mentioned as a direct link between the Urnfield culture tradition and the cultural groups of the Eastern Hallstatt circle (Teržan 1990: 65). A pot fragment was also found (Pl. 3: 16), attributed to the type L4 according to M. Rakvin; it

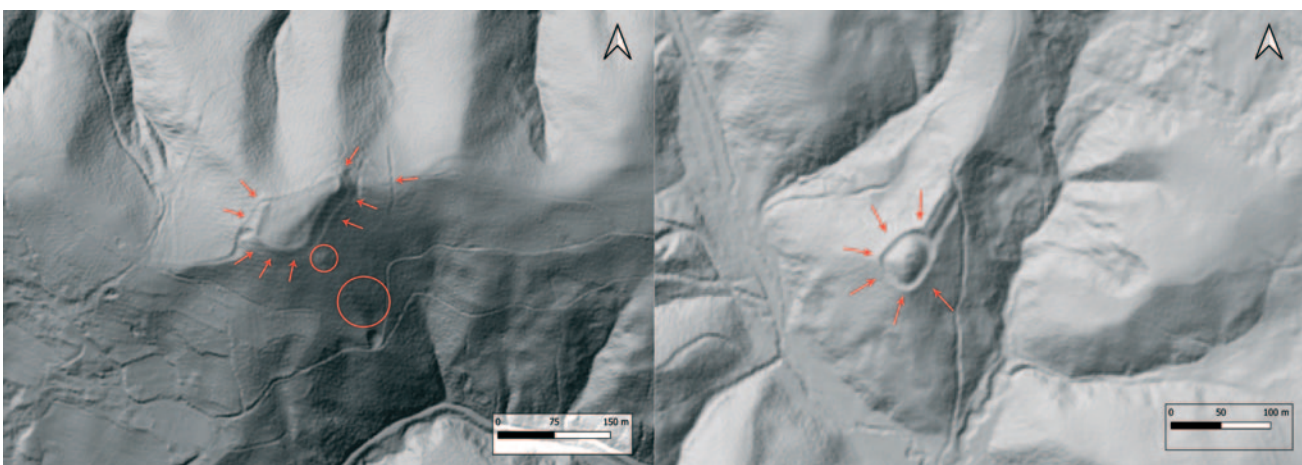


prema van bez jasno oblikovanog vrata. Riječ je o čestom obliku koji se javlja kroz cijelo kasno brončano doba i traje sve do starijeg željeznog doba (Rakvin 2015: 83). Također je pronađen jedan ulomak zdjele uvučenog ruba ukrašen kosim kanelurama (T. 3: 20). Ulomci takvih lonaca mogu se pronaći i na lokalitetu Gračec gdje se datiraju u Ha B3 stupanj (Mavrović Mocos et al. 2024, in press). Na platou naselja otvorena je i manja sonda u kojoj su u sloju žute zemlje, bez ikakvog vidljivog kulturnog sloja ili konstrukcije, zajedno pronađeni ulomci prapovijesne i srednjovjekovne keramike.

Sam se lokalitet veličinom i oblikom razlikuje od ostalih kasnosrednjovjekovnih utvrda na tom području (karta 10). Bedem ima veliki nagib sa zapadne strane i u podnožju je širok preko 15 m. Na istočnom prilazu naselju nalazi se jarak, ali je njegov odnos s bedemom još nedefiniran. Jarci na kasnosrednjovjekovnim utvdama na ovom području su duboki, kružni i zatvaraju cijele vrhove brda. Iako je naselje na Planini Donjoj malo, ipak je puno veće od tipične kasnosrednjovjekovne utvrde čiji promjer obično iznosi 50 – 60 m. Naposljetku, lokalitet Gradec ima i druge značajke koje povezujemo s prapovijesnim nalazištima, kao što su tragovi terasa ili dodatnih linearnih bedema na jugoistočnoj padini, a slične kombinacije terasa i fortifikacija zabilježene su i na ALS interpretacijama brončanodobnih nalazišta u Sloveniji (Mason et al. 2018: 184, 189) (karta 9).

belongs to a simple pot with an everted rim and without a clearly formed neck. It is a frequent form that appears throughout the Late Bronze Age, up until the Early Iron Age (Rakvin 2015: 83). One fragment of a bowl with an inverted rim decorated with oblique channeling was also found (Pl. 3: 20). Fragments of such pots were found at the site of Gračec as well, where they were dated to the Ha B3 phase (Mavrović Mocos et al. 2024, in press). A small test trench was also excavated on the settlement plateau, where a layer of yellow soil, without any visible cultural layer or structure, contained mixed pottery from prehistory and the Middle Ages.

The site differs from other late medieval fortifications in the area in both size and shape (Map 10). The rampart has a large slope on the western side and is more than 15 m wide at the base. There is a ditch on the eastern approach to the settlement, but its relation to the rampart is still undetermined. The ditches of late medieval fortifications in this area are deep, circular, enclosing entire hilltops. Although the settlement at Planina Donja is small, it is still much larger than the typical late medieval fortification, whose diameter is usually 50–60 m. Finally, the site of Gradec has other features which we typically associate with prehistoric sites, such as the traces of terracing or additional linear ramparts on the south-eastern slope; similar combinations of terraces and fortifications were also recorded on ALS interpretations of Bronze Age sites in Slovenia (Mason et al. 2018: 184, 189) (Map 9).



Karta 10 – Lijevo: Planina Donja – Gradec, kasnobrončanodobni lokalitet; desno: Blaguša – Gradišće, tipična kasnosrednjovjekovna fortifikacija na prostoru Prigorja; *analitički osjenčan DMR* u QGIS-u (izradio: M. Vuković)

Map 10 – Left: Planina Donja – Gradec, Late Bronze Age site; right: Blaguša – Gradišće, typical late medieval fortification in the area of Prigorje; *DTM hillshade* in QGIS (made by: M. Vuković)

## Zaključak

Navedeni primjeri i preliminarni rezultati terenskog pregleda prikazali su iskoristivost javno dostupnih LiDAR-skih podataka koji u početku nisu bili namijenjeni u arheološke svrhe. Na iskoristivost takve vrste podataka direktno utječe dostupnost originalnih snimaka kako bi se na njima mogle provesti dodatne filtracije i generirati vizualizacije. Primjena vizualizacija će možda rezultirati otkrivanjem novih potencijalnih lokaliteta unatoč početnoj nižoj rezoluciji. Upravo smo zbog toga (karta 1) u zapadnom dijelu Prigorja, gdje je provedeno posebno ALS snimanje za arheološku interpretaciju, namjerno djelomično preklopili područje snimanja s postojećim javno dostupnim podacima. Usporedba i procjena ovih skupova podataka bit će predmet zasebnog rada. Cilj ovog rada bio je pokazati kako se mogu identificirati nove strukture za ranije poznata i istraživana nalazišta te pružiti dodatni kontekst ili nove istraživačke ciljeve, kao što je bio slučaj na lokalitetu Kosovac. Primjeri s područja Podsuseda jasno pokazuju da se sve strukture identificirane u podacima ne mogu pripisati aktivnostima iz prošlosti. Upravo je to razlog zašto bi interpretacija LiDAR-skih podataka trebala biti dio šire krajobrazne studije koja uključuje sve detektirane tragove ljudske aktivnosti bez obzira na njihovo kronološko podrijetlo. Samo ovakvim objektivnim pristupom mogu se uočiti i pokušati protumačiti sva obilježja vezana uz određeno razdoblje. Primjer s Planine Donje ilustrira kako se neki od već poznatih i kronološki utvrđenih lokaliteta mogu redefinirati interpretacijom LiDAR-a. Primjeri lokaliteta Oštrc – Gradišće i Gračec prikazuju dvije potpuno različite situacije u kojima razlike između dva ALS snimanja i naknadne obrade (ili nemogućnosti obrade) dolaze do izražaja. Oba lokaliteta predstavljaju ostatke brončanodobnih naselja, ali vidljivost potencijalnih arheoloških struktura na jednom je puno veća od drugog. Jednostavan pogled na vizualizacijske tehnike upotrebljene na Gračecu već demonstrira potencijal upotrebljavanja vizualizacija na Oštrcu gdje će se u budućnosti zasigurno vidjeti veći broj arheoloških struktura nego što je vidljiv na sadašnjoj jednostavnoj vizualizaciji *analitičkog sjenčanja*. Upotreba vizualizacija otkrit će i potencijal za druge slične lokalitete i strukture koje smo možda previdjeli zbog slabije kvalitete i dostupnosti javnih ALS podataka.

## Conclusion

The outlined examples and preliminary results of the field survey have demonstrated the usefulness of publicly available LiDAR datasets, which were not initially intended for archaeological purposes. The usability of this type of data is directly affected by the availability of original scans as the basis for additional filtrations and visualisations. The application of visualisations may result in the discovery of new potential sites despite the initial lower resolution. To that effect we have targeted an area (Map 1) in the western part of Prigorje, where we conducted an ALS survey specifically targeted for archaeological interpretation, and intentionally partly overlapped the scanned area with the existing publicly available data. The comparison and assessment of these datasets will be the subject of a separate paper. The aim of this paper was to demonstrate how we can identify new features at previously known and excavated sites, and provide additional context or research aims, as was the case with the site of Kosovac. Examples from the area of Podsused clearly demonstrate that not all features identified in the data can be attributed to activities from the past. This is precisely the reason why LiDAR data interpretation should be part of a wider landscape study which would include all the detected traces of human activity, regardless of their chronological origin. Only with this type of objective approach can we observe and attempt to interpret all the features connected to a certain period. The example from Planina Donja illustrates how some of the already known and chronologically determined sites can be redefined by LiDAR interpretation. The examples of the sites of Oštrc – Gradišće and Gračec show two completely different situations in which the differences between the two ALS recordings and the subsequent processing (or the impossibility of processing) become obvious. Both sites are the remains of Bronze Age settlements, but one has a much higher visibility of potential archaeological features than the other. A simple look at the visualization techniques used on Gračec already demonstrates the potential for using visualisations on Oštrc, where the future will certainly reveal a greater number of archaeological features than the one observable on the current simple *hillshade* visualisation. The use of visualisation will also reveal the potential of other similar sites and structures that might have escaped our notice due to the lower quality and accessibility of public ALS data.

Konačno, ovo istraživanje i rad na drugim područjima kontinentalne Hrvatske, u Požeškoj kotlini Bangradac (Potrebica, Rakvin 2019) i Mikleuška na Moslavačkoj gori (Vuković, Balen 2024), počeli su stvarati sliku o nekim temeljnim karakteristikama struktura vidljivih na ALS podacima koje se mogu pripisati prapovijesti i, uže, brončanom dobu. Iako će biti potrebno više istraživanja, čini se da brončanodobni bedemi imaju neke sličnosti u obliku i veličini te bi ih se potencijalno moglo razlikovati od poznatih željeznodobnih bedema. Slično zaključuju i kolege iz Slovenije na temelju iskopavanja i geofizičkih istraživanja. Kasnobrončanodobni bedemi su građeni od drva i zemlje dok su starije željeznodobni kameni, kao što je evidentirano na lokalitetu Cvinger kod Dolenjskih Toplica te na lokalitetu Gradišnica kod Dolenjeg Gradišča (Črešnar et al. 2020: 531, Horn et al. 2018). Ova i druga pitanja ostat će u fokusu idućih istraživanja, posebice u svjetlu dugoočekivanih nadolazećih LiDAR-skih podataka za područje cijele Republike Hrvatske.

## Napomena

Ovaj rad financirala je Hrvatska zaklada za znanost kroz Uspostavni istraživački projekt „Transferno područje od Sutle preko srednjeg toka Save tijekom brončanog i željeznog doba“ (TRANS RIVERS; UIP-2020-02-7127).

Finally, this research, and work in other areas of continental Croatia, Bangradac in the Požega Basin (Potrebica, Rakvin 2019) and Mikleuška on Moslavina Mountain (Vuković, Balen 2024), have begun to create the picture of some fundamental characteristics of features visible on ALS data that can be attributed to prehistory and, more narrowly, to the Bronze Age. Although more research will be required, it seems that Bronze Age ramparts have some similarities in shape and size and could potentially be distinguished from known Iron Age ramparts. Similar conclusions have been drawn by colleagues in Slovenia, on the basis of excavations and geophysical research. Late Bronze Age ramparts were built of wood and earth, while Early Iron Age ramparts from stone, as confirmed on the sites of Cvinger near Dolenjske Toplice and the site of Gradišnica near Dolnje Gradišče (Črešnar et al. 2022: 531; Horn et al. 2018). These and other questions will remain in the focus of future research, especially in the light of the long-awaited incoming LiDAR data for the territory of the entire Republic of Croatia.

## Acknowledgement

This paper was supported by the Croatian Science Foundation through the Instalation research project The Transfer Area from the Sutla River and across the Middle Course of the Sava River during the Bronze and Iron Ages (TRANS RIVERS; UIP-2020-02-7127).

**Prijevod** Translation **MIROSLAV VUKOVIĆ, FRANKA OVČARIĆ**  
**Lektura** Proofreading **KATARINA BOTIĆ, MARKO MARAS**

## INTERNETSKI IZVORI INTERNET SOURCES

**ARSO** – Atlas okolja, Agencija Republike Slovenije za okolje, [http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas\\_voda\\_Lidar@Arso](http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso)

**DZS NUTS** – Državni zavod za statistiku (Croatian Bureau of Statistics), Klasifikacija NUTS u Republici Hrvatskoj, <https://dzs.gov.hr/jistaknute-teme-162/prostorne-klasifikacije-i-subnacionalne-statistike-2/klasifikacija-nuts-u-republici-hrvatskoj/450> (06. 03. 2024.)

**Geoportal DGU** – Geoportal, Državna geodetska uprava / State Geodetic Administration (SGA), <https://geoportal.dgu.hr/>

**Geoportal Zagreb** – Zagrebačka infrastruktura prostornih podataka, Digitalni model reljefa (DMR) 2012, <https://geoportal.zagreb.hr/>

**SZ Hrvatska** – Wikipedia, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Sjeverozapadna\\_Hrvatska](https://hr.wikipedia.org/wiki/Sjeverozapadna_Hrvatska) (06. 03. 2024.)

**QGIS** – Open Source Geographic Information System, <https://www.qgis.org/en/site/>

**OpenGIS** Web Map Service Interface Standard (WMS) – <https://www.opengee.org/geedocs/5.2.2/answer/4441137.html>

**OpenStreetMaps** – <https://www.openstreetmap.org/copyright>

**Želle 2020** – Želle, M. Ž. 2020, Najstarija zagrebačka grobnica i drugo arheološko blago Moravča, Muzej Prigorja u Sesvetama, <https://muzejprigorja.hr/najstarija-zagrebacka-grobnica-i-drugo-arheolosko-blago-moravca/> (17. 07. 2024.)

## LITERATURA BIBLIOGRAPHY

**Balen, J.** 2021, *Izvešće o zaštitnim arheološkim istraživanjima Graba – Desno Sredičko 2021. godine*, Zagreb (neobjavljen rukopis pohranjen u Arheološkom muzeju u Zagrebu, Zagreb).

**Balen-Letunić, D.** 1996, Novi kasnobrončanodobni lokaliteti sa zagrebačkog područja, in: *Arheološka istraživanja u Zagrebu i zagrebačkoj regiji. Arheologija i obnova*, Znanstveni skupovi 23.-27. listopada 1989. i 24. lipnja 1992., Zagreb, Čečuk B. (ed.), Izdanja Hrvatskog arheološkog društva 17, Hrvatsko arheološko društvo, Zagreb, 13–27.

**Crutchley, S.** 2010, The Light Fantastic: Using airborne LIDAR in archaeological survey, in: *ISPRS Technical Commission VII Symposium. 100 Years ISPRS. Advancing remote sensing science*, Vienna, Austria, July 5 – 7, 2010, Wagner W., Székely B. (eds.), International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXVIII(7B), Vienna, 160–164.

**Čataj, L., Ovčarić, F.** 2022, Šenkovec – Čestinka, in: B. Marčijiš, L. Čataj, M. Krmpotić, *Na raskrižju promjena. Međimurje u brončanom dobu*, katalog izložbe, Muzej Međimurja Čakovec, Hrvatski restauratorski zavod, Čakovec, 79–101.

**Črešnar, M., Mušič, B., Horn, B., Vinazza, M., Leskovar, T., Harris, S. E., Batt, C. M., Dolinar, N.** 2020, Interdisciplinary research of the Early Iron Age iron production centre Cvinger near Dolenjske Toplice (Slovenia) / (Interdisciplinarne raziskave železarskega središča Cvinger pri Dolenjskih Toplicah iz starejše železne dobe), *Arheološki Vestnik*, Vol. 71, Ljubljana, 529–554. <https://doi.org/10.3986/AV.71.19>

**Doneus, M., Kühtreiber, T.** 2013, Airborne laser scanning and archaeological interpretation – bringing back the people, in: *Interpreting Archaeological Topography. Airborne laser scanning, 3D data and ground observation*, Optiz R. S., Cowley D. C. (eds.), Oxbow books, Oxford, 32–50.

**Doneus, M., Briese, C., Fera, M., Janner, M.** 2008, Archaeological prospection of forested areas using full-waveform airborne laser scanning, *Journal of Archaeological Science*, Vol. 35(4), 882–893. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.06.013>

**Doneus, M., Mandlbürger, G., Doneus, N.** 2020, Archaeological ground point filtering of airborne laser scan derived point-clouds in a difficult Mediterranean environment, *Journal of Computer Applications in Archaeology*, Vol. 3(1), 92–108. <https://doi.org/10.5334/jcaa.44>

**Dular, J.** 2013, Severozhodna Slovenija v pozni bronasti dobi / Nordostslowenien in der späten Bronzezeit, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 27, Založba ZRC, Ljubljana. <https://doi.org/10.3986/9789612546038>

**Dular, J.** 2021, Gradivo za topografijo Dolenjske, Posavja in Bele Krajine v železni dobi 3, E-Monographiae Instituti Archaeologici Sloveniae 10(3), Založba ZRC, Ljubljana. <https://doi.org/10.3986/9789610505105>

**Dular, J., Tecco Hvala, S.** 2007, *South-Eastern Slovenia in the Early Iron Age. Settlement – economy – society / Jugovzhodna Slovenija v starejši železni dobi. Poselitev – gospodarstvo – družba*, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 12, Založba ZRC, Ljubljana. <https://doi.org/10.3986/9789612545239>

**Dular, J., Tomanič Jevremov, M.** 2010, *Ormož. Utrjeno naselje iz pozne bronaste in starejše železne dobe / Ormož. Befestigte Siedlung aus der späten Bronze- und der älteren Eisenzeit*, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 18, Založba ZRC, Ljubljana. <https://doi.org/10.3986/9789612545659>

**Feletar, D.** 1986, Geografske osobine sjeverozapadne Hrvatske, in: *40 godina arheoloških istraživanja u sjeverozapadnoj Hrvatskoj*, Balen-Letunić D., Demo Ž., Homen Z., Jakovljević G., Marković Z., Sokol V., Šimek M., Tomičić Ž. (eds.), katalog izložbe, Muzejsko društvo sjeverozapadne Hrvatske, Koprivnica, 4–5.

**Horn, B., Mušič, B., Črešnar, M., Basar, P.** 2018, Geofizikalne raziskave v kraškem okolju: rezultati električne upornostne tomografije in nizkofrekvenčne elektromagnetne metode na primeru utrjene naselbine Gradišnica pri Dolenjem Gradišču / (Geophysical research in the karts environment: electric resistivity tomography and low-frequency electromagnetic method results, case study of the fortified settlement Gradišnica near Dolenje Gradišče), *Arheo*, Vol. 35, 7–31.

**Karavanić, S., Kudelić, A.** 2019, *Kalnik Igrišče. Naselje kasnog brončanog doba*, Monografije Instituta za arheologiju 14, Institut za arheologiju, Zagreb.

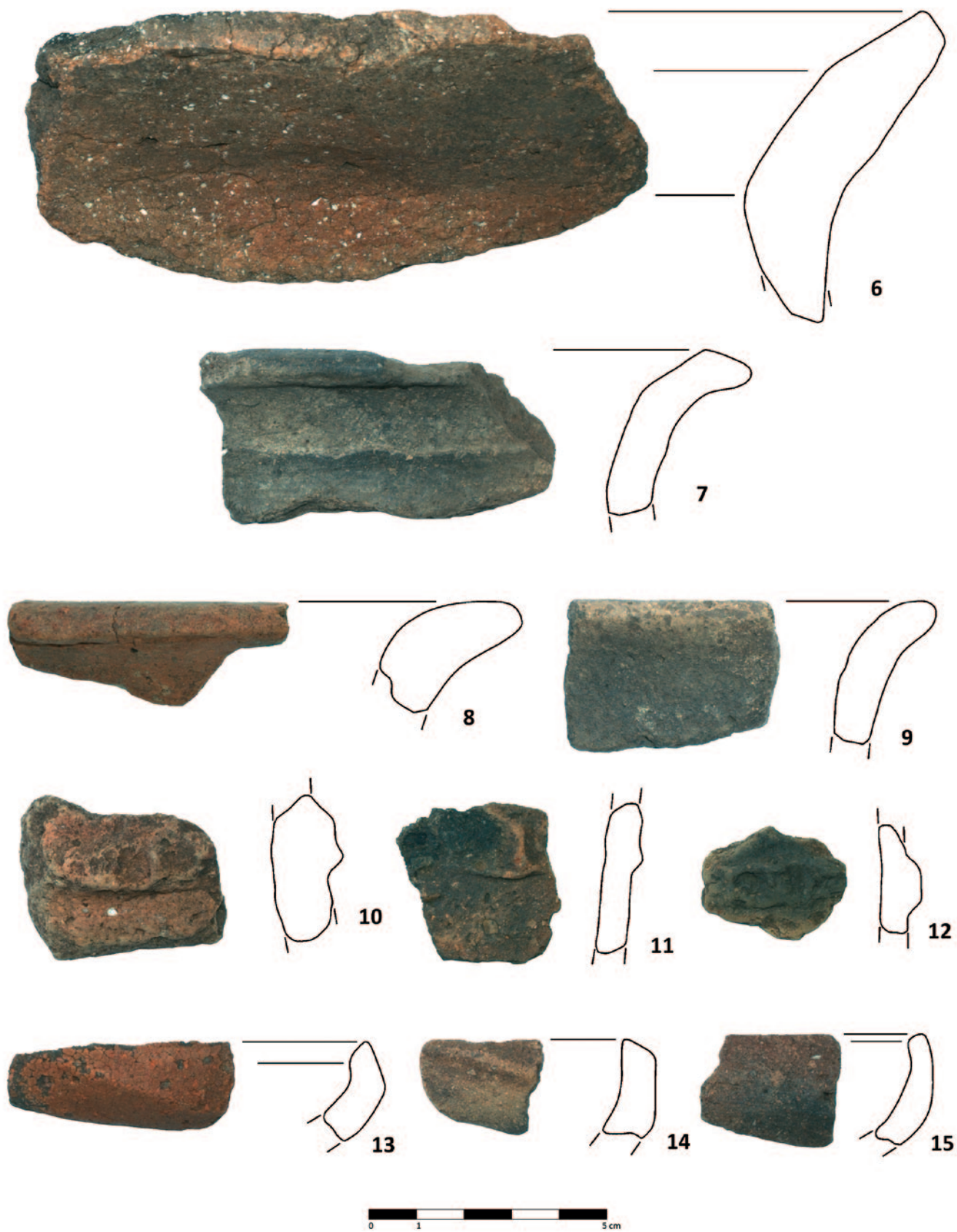
**Krmpotić, M.** 2020, Kraj kasnog brončanog i početak starijeg željeznog doba u Donjem Međimurju, in: *Homo universalis: zbornik radova posvećen Zorku Markoviću povodom 65. obljetnice života*, Dizdar M. Botić K., Kalafatić H. (eds.), Zbornik Instituta za arheologiju 15, Institut za arheologiju, Zagreb, 357–391.

**Krtalić, A., Gajski, D., Maltarski, M.** 2019, Digitalni trodimenzionalni prikazi scene i satelitska stereofotometrija, *Geodetski list*, Vol. 73(2), 147–164.

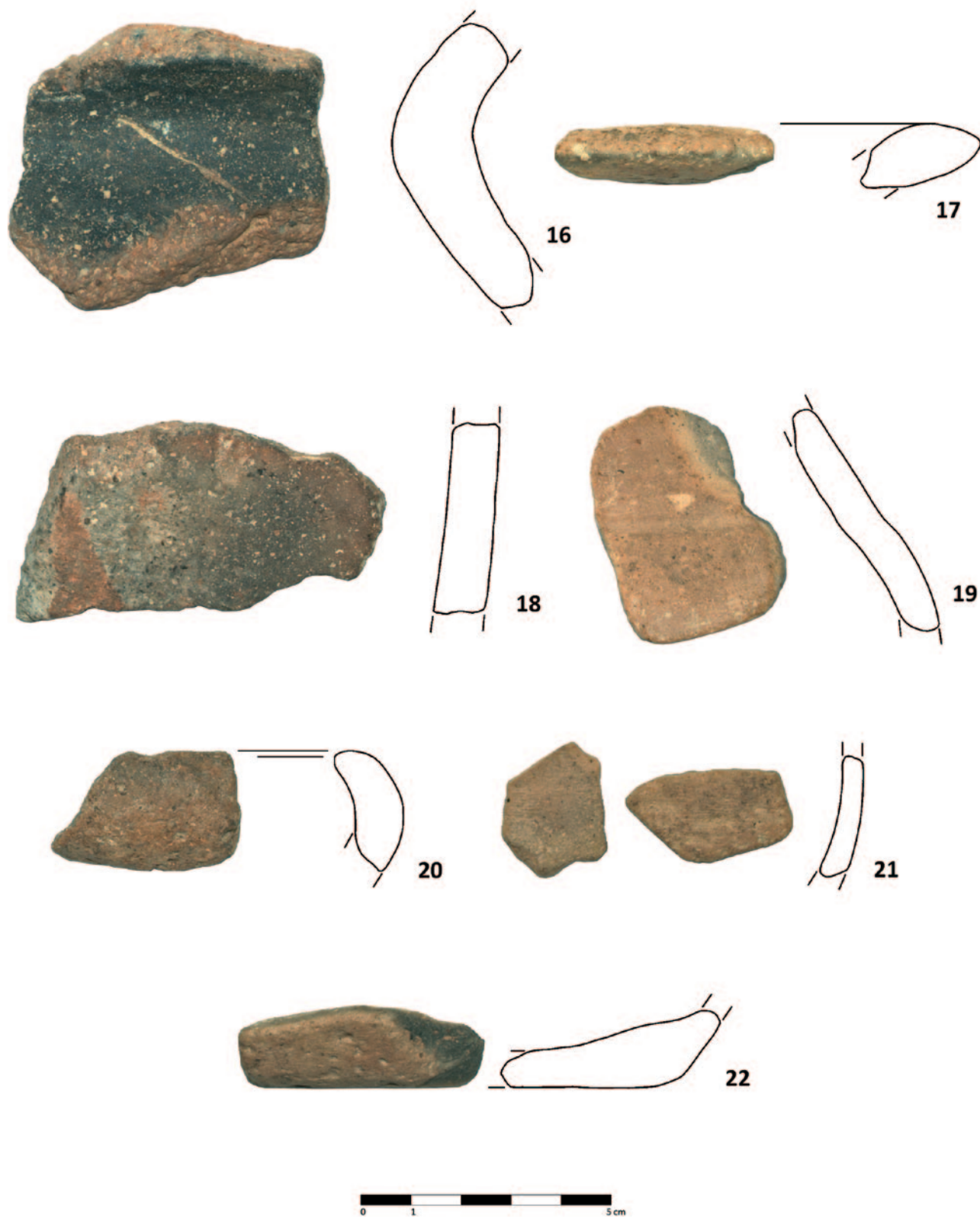
- Kokalj, Ž., Hesse, R., Mulahusić, A.** 2018, *Vizuelizacija rasterskih podataka laserskog skeniranja iz zraka*, Založba ZRC, Ljubljana.  
<https://doi.org/10.3986/9789610501008>
- Kovačević, S.** 2001, Istraživanja prapovijesnog lokaliteta u Novoj Bukovici na položaju Sjenjak – povijest i novi rezultati, *Prilozi Instituta za arheologiju u Zagrebu*, Vol. 18, 63–78.
- Kovačević, S.** 2009, *Infrastruktura naselja starijeg željeznog doba u Podravini*, Unpublished PhD Thesis, University of Zagreb, Zagreb.
- Lozić, E., Štular, B.** 2021, Documentation of archaeology-specific workflow for airborne LiDAR data processing, *Geosciences*, Vol. 11(1), 26.  
<https://doi.org/10.3390/geosciences11010026>
- Ložnjak, D.** 2002, Prilog poznavanju nalazišta ponad Sv. Marije Okičke, *Opvscvla archaeologica*, Vol. 26, 313–329.
- Ložnjak Dizdar, D.** 2008, Terenski pregled područja izgradnje HE Podsused, *Annales Instituti Archaeologici*, Vol. IV, 109–112.
- Majnarić-Pandžić, N.** 2009, Zagrebački Gradec i njegova okolica u prapovijesti, *Vjesnik arheološkog muzeja u Zagrebu*, 3.s.Vol. XLII, 199–212.
- Mavrović Mokos, J.** 2023, Arheološke notice s područja Marije Gorice, in: *Marijagorički kolaž*, Mirko Škoc (ed.), KUD Zgubidan, Općinska knjižnica Ante Kovačića, Marija Gorica, 11–19.
- Mavrović Mokos, J., Ovčarić, F., Šejčić, L.** 2023, *Na raskrižju putova: Gračec i Sveti Križ u 1. tisućljeću prije Krista*, Janja Mavrović Mokos (ed.), katalog izložbe, Općinska knjižnica Ante Kovačića, Marija Gorica.
- Mavrović Mokos, J., Ovčarić, F., Šejčić, L.** 2024, Nova arheološka saznanja o kasnom brončanom i starijem željeznom dobu Prigorja, *Vjesnik Arheološkog muzeja u Zagrebu*, in press.
- Mason, P., Udovč, K., Mlekuž, D.** 2018, Dokumentiranje in preverjanje stanja ter odkrivanje novih arheoloških najdišč v gozdnatem in hribovitem terenu – primeri iz Bele krajine, *Varstvo spoemnikov*, Vol. 50, 176–199.
- Obad Ščitaroci, M., Rukavina, M., Petrić, K., Oberman, T., Fofić, D.** 2015, *Studija zaštite i prezentacijskog potencijala arheološkog nalazišta Kuzelin i bliskih arheoloških nalazišta (izabrani dijelovi teksta i grafičkih priloga)*, Muzej Prigorja, Sesvete.
- Optiz, R. S., Cowley, D. C.** 2013, Interpreting archaeological topography: lasers, 3D data, observation, visualization and applications, in: *Interpreting Archaeological Topography. 3D data, visualisation and observation*, Optiz R. S., Cowley D. C. (eds.), Oxbow Books, Oxford, 1–12.
- Pahić, S.** 1972, *Pobrežje*, Katalogi in monografije 6, Narodni muzej Slovenije, Ljubljana.
- Pavišić, I.** 1988, Rezultati probnih iskopavanja na prethistorijskoj gradini Špičak u Bojačnom, *Prilozi Instituta za arheologiju u Zagrebu*, Vol. 3–4 (1986–1987), 5–23.
- Pavlin, P., Bavec, U.** 2017, Poznobronastodobno grobišče Žadovinek pri Krškem / (The Late Bronze Age cemetery of Žadovinek near Krško, Slovenia), *Arheološki vestnik*, Vol. 68, 85–104.
- Potrebica, H.** 2016, *Izveštaj o realizaciji istraživanja arheološkog nalazišta: Podgorje, utvrđeno naselje Bangradac 2016*, Zagreb (neobjavljen rukopis pohranjen u Centaru za prapovijesna istraživanja, Zagreb).
- Potrebica, H., Rakvin, M.** 2019, Study of the Kaptol micro-region, in: *Early Iron Age landscapes of the Danube region*, Črešnar M., Mele M. (eds.), *Archaeolingua*, Graz – Budapest, 141–160.
- Rakvin, M.** 2015, Naselje na gradini Marić kod Mikleuške tijekom kasnoga brončanog i starijeg željeznog doba, *Prilozi Instituta za arheologiju u Zagrebu*, Vol. 32, 75–110.
- Sittler, B.** 2004, Revealing historical landscapes by using airborne laser scanning. A 3-D model of ridge and furrow in forests near Rastatt (Germany), in: *Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment*, Proceedings of the ISPR working group VIII/2, Friburg, Germany, October 3–6m 2004, Thies M., Koch B., Spiecker H., Weinacker H. (eds.), International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVI(8/W2), 258–261.
- Starè, F.** 1975, *Dobova*, Posavski muzej Brežice 2, Posavski muzej Brežice, Brežice.
- Štular, B., Eichert, S., Lozić, E. 2021, Airborne LiDAR Point Cloud Processing for Archaeology. Pipeline and QGIS Toolbox, *Remote Sensing*, Vol. 13(16), 3225.  
<https://doi.org/10.3390/rs13163225>
- Teržan, B.** 1990, *Starejša železna doba na Slovenskem Štajerskem / The Early Iron Age in Slovenian Styria*, Katalogi in monografije 25, Narodni muzej Slovenije, Ljubljana.
- Triglav Čekada, M., Bric, V.** 2015, Končan je projekt laserskega skeniranja Slovenije. *Geodetski Vestnik*, Vol. 59(3), 586–592.
- Velušček, A.** 1996, Kostel, prazgodovinska naselbina, *Arheološki vestnik*, Vol. 47, 55–134.
- Vinski-Gasparini, K.** 1973, *Kultura polja sa žarama u Sjevnoj Hrvatskoj*, Monografije 1, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zadru, Zadar.
- Vinski-Gasparini, K.** 1983, Kultura polja sa žarama sa svojim grupama, in: *Praistorija jugoslavenskih zemalja. IV: Bronzano doba*, Benac A. (ed.), Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Centar za balkanološka ispitivanja, Sarajevo, 547–646.
- Vojaković, P.** 2014, 22.3 Tribuna, in: *Absolutno datiranje bronaste dobe in železne dobe na Slovenskem / Absolute dating of the Bronze and Iron Ages in Slovenia*, Teržan B., Črešnar M. (eds.), Katalogi in monografije 40, Narodni muzej Slovenije, Ljubljana, 392–412.
- Vrdoljak, S.** 1994, Tipološka klasifikacija kasnobrončanodobne keramike iz naselja Kalnik-Igrišće (SZ Hrvatska), *Opvscvla archaeologica*, Vol. 18, 7–81.
- Vrdoljak, S.** 1996, Prapovijesno naselje na Kosovcu kod Bregane (Samobor), *Opvscvla archaeologica*, Vol. 20, 179–188.
- Vuković, M., Balen, J.** 2024, Interpretacija prapovijesnog krajolika Marić Gradine u Moslavini pod svjetlom LiDAR-a, in: *Arheološka istraživanja u Sisačko-moslavačkoj županiji*, Znanstveni skup 5. – 9. listopada 2020., Sisak, Izdanja hrvatskog arheološkog društva 34, Drnić I., Miletić Čakširan I. (eds.), Hrvatsko arheološko društvo, Zagreb, in press.



T. 1 – Bregana – Kosovac (izradila: M. Rončević)  
Pl. 1 – Bregana – Kosovac (made by: M. Rončević)



T. 2 – Oštrc – Gradišće (izradila: M. Rončević)  
Pl. 2 – Oštrc – Gradišće (made by: M. Rončević)



T. 3 – Planina Donja – Gradec (izradila: M. Rončević)  
Pl. 3 – Planina Donja – Gradec (made by: M. Rončević)



