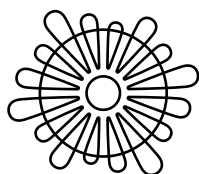


# ARCHAEOLOGIA

adriatica



**Sveučilište u Zadru**  
Universitas Studiorum  
Jadertina | 1396 | 2002 |

SVEUČILIŠTE U ZADRU / UNIVERSITAS STUDIORUM JADERTINA / UNIVERSITY OF ZADAR  
ODJEL ZA ARHEOLOGIJU / DEPARTMENT OF ARCHAEOLOGY

UDK 902/904

ARCHAEOL. ADRIAT.

ISSN 1846-4807

# ARCHAEOLOGIA adriatica

IZDAVAČ / *Publisher*  
Sveučilište u Zadru / *University of Zadar*  
Mihovila Pavlinovića 1, 23000 Zadar, Hrvatska

POVJERENSTVO ZA IZDAVAČKU DJELATNOST / *Publishing Committee*  
Josip Faričić (predsjednik / *Chair*)

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK / *Editor in Chief*  
Ante Uglešić

TAJNICA / *Secretary*  
Josipa Baraka Perica

UREDNIŠTVO / *Editorial Board*  
Brunislav Marijanović (professor emeritus Sveučilišta u Zadru), Igor Borzić (Sveučilište u Zadru),  
Martina Čelhar (Sveučilište u Zadru), Tomislav Fabijanić (Sveučilište u Zadru),  
Mirja Jarak (Sveučilište u Zagrebu), Marko Dizdar (Institut za arheologiju, Zagreb),  
Biba Teržan (Univerza v Ljubljani), Gian Pietro Brogiolo (Università degli Studi di Padova)

ADRESA UREDNIŠTVA / *Address of the Editorial Board*  
Archaeologia Adriatica  
Sveučilište u Zadru, Odjel za arheologiju  
Obala kralja Petra Krešimira IV., 2  
23000 Zadar, Hrvatska / Croatia  
Tel. +385(0)23 200 522  
E-mail: [archaeologia.adriatica@unizd.hr](mailto:archaeologia.adriatica@unizd.hr)

ARCHAEOLOGICA ADRIATICA REFERIRA SE U / *Archaeologia Adriatica is abstracted and indexed in*  
- Ulrich's international periodicals directory  
- DYABOLA. Sachkatalog der Bibliothek – Römisch-  
Germanische Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts

DOSTUPNO NA / *Available at*  
Hrčak. Portal znanstvenih časopisa Republike Hrvatske ([hrcak.srce.hr](http://hrcak.srce.hr))  
Morepress ([morepress.unizd.hr](http://morepress.unizd.hr))

ČASOPIS IZLAZI JEDNOM GODIŠNJE / *Published annually*  
ISSN 1846-4807 (Tisak)  
ISSN 1848-9281 (Online)  
DOI 10.15291/archo

NASLOVNICA / *Cover Page*  
Foto / *Photo*: S. Govorčin

# SADRŽAJ / CONTENTS

|   |     |
|---|-----|
| MARTINA ČELHAR<br>O životu i djelu profesorice Sineve Kukoč<br><i>On the Life and Work of Professor Sineva Kukoč</i>  | 11  |
| MARTINA ČELHAR<br>Bibliografija prof. dr. sc. Sineve Kukoč<br><i>Bibliography of Professor Sineva Kukoč</i>   | 21  |
| BRUNISLAV MARIJANOVIĆ<br>Novi nalaz žrtvenika na neolitičkom naselju<br>u Smilčiću (Izvorni znanstveni članak)<br><i>New Find of an Altar from the Neolithic Settlement<br/>of Smilčić (Original scientific paper)</i>  | 31  |
| KRISTINA HORVAT OŠTRIĆ<br>Prilog poznavanju duhovne kulture neolitičkih zajednica<br>istočnog Jadrana (Izvorni znanstveni članak)<br><i>A Contribution to Understanding Spiritual Culture of the Neolithic<br/>Communities of the Eastern Adriatic (Original scientific paper)</i>  | 47  |
| STAŠO FORENBAHER<br>Početak sezonskog stočarstva u Dalmaciji (Izvorni znanstveni članak)<br><i>The Beginning of Seasonal Pastoralism in Dalmatia (Original scientific paper)</i>  | 73  |
| GIULIA RECCHIA, ALBERTO CAZZELLA<br>The Guardian Ancestors. Burials at Bronze Age fortified<br>Sites in the Adriatic Area: Coppa Nevigata and the<br>Istrian Hillforts (Original scientific paper)<br><i>Predci-čuvari. Ukopi na brončanodobnim utvrđenim lokalitetima<br/>na Jadraniu: Coppa Nevigata i istarske gradine (Izvorni znanstveni članak)</i> | 87  |
| MAJA GRGURIĆ SRZENTIĆ<br>Stočarstvo i ritual na gradini Vrčevo u brončano i<br>željezno doba (Izvorni znanstveni članak)<br><i>Animal Husbandry and Ritual at Vrčevo Hillfort in the Bronze<br/>and Iron Ages (Original scientific paper)</i>   | 113 |
| PIO DOMINES PETER, MATE PARICA<br>Podvodno nalazište Sveti Juraj – Lisac i proizvodnja soli krajem<br>brončanog doba (Izvorni znanstveni članak)<br><i>Sveti Juraj – Lisac Underwater Site and Salt Production at the end<br/>of the Bronze Age (Original scientific paper)</i>   | 133 |

BIBA TERŽAN

- Liburni and the Caput Adriae Region in the Early First Millenium BC –  
Discussing the Liburnian two-part bow Fibulae (Original scientific paper)  
*Liburni i regija Caput Adriae početkom prvog tisućljeća pr. Kr. –*  
*Razmatranje liburnskih dvodijelnih lučnih fibula (Izvorni znanstveni članak)* 177

ANDREJ PRELOŽNIK

- Japodski i liburnski antropomorfni privjesci (Izvorni znanstveni članak)  
*Iapodian and Liburnian Antropomorphic Pendants (Original scientific paper)* 201

IVAN DRNIĆ, ANA ĐUKIĆ, SLAĐANA LATINVIĆ

- Pojasna kopča s figuralnim prikazom iz Prozora (Izvorni znanstveni članak)  
*Belt Buckle with Figural Scene from Prozor (Original scientific paper)* 241

TISA N. LOEWEN, KENNETH C. NYSTROM, MARTINA ČELHAR

- Bioarchaeological Analysis of Skeletal Remains from  
Nadin Necropolis (Original scientific paper)  
*Bioarheološka analiza osteološkog materijala*  
*s nekropole u Nadinu (Izvorni znanstveni članak)* 259

MARTINA ČELHAR, MARINA UGARKOVIĆ

- Pojasne kopče tipa Nadin (Izvorni znanstveni članak)  
*Belt Buckles of the Nadin Type (Original scientific paper)* 293

IGOR BORZIĆ, DINKO RADIĆ

- Rezultati rekognosciranja gradinskog naselja Brdo-Stine  
kod Žrnova na otoku Korčuli (Prethodno priopćenje)  
*The Hillfort Settlement Brdo-Stine near Žrnovo on the Island*  
*of Korčula – Results of a Field Survey (Preliminary communication)* 341

JURE ŠUĆUR, ZRINKA SERVENTI

- Istraživanja tumula u Dobropoljcima 1960. godine  
u svjetlu novijih spoznaja (Izvorni znanstveni članak)  
*Tumuli research in Dobropoljci in 1960 in the Light*  
*of Recent Discoveries (Original scientific paper)* 371

TONI BRAJKOVIĆ

- Rimskodobna ogledala s Velike Mrdakovice (Izvorni znanstveni članak)  
*Roman-Era Mirrors from Velika Mrdakovica (Original scientific paper)* 423

ALKA STARAC

- Kameje iz Arheološkog muzeja Istre (Stručni članak)  
*Cameos from the Archaeological Museum of Istria (Professional paper)* 449

|  |     |
|--|-----|
| IVANA JADRIĆ-KUČAN, IVANA BANOVAČ<br>O kultu i poštivanju rimskih carica i princeza na tlu provincije Dalmacije (Pregledni članak)<br><i>On the Cult and Veneration of the Roman Empresses and Princesses in the Province of Dalmatia (Review paper)</i>   | 465 |
| LUCIANO BOSIO, GUIDO ROSADA<br>La fonte nella fonte<br>L'Italia fisica nella descrizione <i>Tabula Peutingeriana</i><br>4. L'idrografia<br>4.3. I Fiumi a settentrione del Padus. Dal Cleusis al Tiliabinte (Sintesi)<br>Izvor u izvoru<br><i>Fizička geografija Italije u opisu Tabulae Peutingerianae</i><br>4. <i>Hidrografija</i><br>4.3. <i>Rijeke sjeverno od Padusa. Od Cleusisa do Tiliabinte (Pregledni članak)</i> | 503 |
| JOSIPA BARAKA PERICA, ANTE UGLEŠIĆ<br>Ulomak pogrebne mense s lokaliteta<br>Galovac – Crkvina (Izvorni znanstveni članak)<br><i>Fragment of a Funerary Mensa from the Site of Galovac – Crkvina (Original scientific paper)</i>  | 521 |
| TONČI BURIĆ<br>Stomorija – Miri (Kaštel Novi), primjer prostornih relacija unutar naselja u kasnoj antici i srednjem vijeku (Izvorni znanstveni članak)<br><i>Stomorija – Miri (Kaštel Novi), an Example of Spatial Relations within Settlements in Late Antiquity and the Middle Ages (Original scientific paper)</i>   | 541 |
| MATO ILKIĆ, DEJAN FILIPČIĆ<br>Numizmatička svjedočanstva mongolske najezde na šire područje Splita iz ožujka 1242. godine (Izvorni znanstveni članak)<br><i>The Numismatic Evidence of the Mongol Invasion in the wider Split Region in March, 1242 (Original scientific paper)</i>  | 559 |
| KARLA GUSAR, DARIO VUJEVIĆ<br>Vjerske medaljice iz sv. Dominika u Zadru (Izvorni znanstveni članak)<br><i>Devotional Medals from St Dominic in Zadar (Original scientific paper)</i>   | 571 |
| NEDA KULENOVIĆ, VEDRANA GLAVAŠ, IGOR KULENOVIĆ<br>Zračna arheologija kao metoda identifikacije formacije krškog kulturnog krajolika (Izvorni znanstveni članak)<br><i>Aerial Archaeology as a Method of Identifying the formation of Cultural Landscape in the Karst Area (Original scientific paper)</i>  | 611 |
| <i>Upute suradnicima / Manuscript Guidelines</i>   | 645 |

# ZRAČNA ARHEOLOGIJA KAO METODA IDENTIFIKACIJE FORMACIJE KRŠKOG KULTURNOG KRAJOLIKA

## AERIAL ARCHAEOLOGY AS A METHOD OF IDENTIFYING THE FORMATION OF CULTURAL LANDSCAPE IN THE KARST AREA

NEDA KULENOVIĆ

Sveučilište u Zadru, Odjel za  
geografiju  
Laboratorij za geoprostorne analize  
*University of Zadar, Department of  
Geography  
Geospatial Analysis Laboratory*  
Trg kneza Višeslava 9  
HR-23000 Zadar  
nkulenovi@unizd.hr

VEDRANA GLAVAŠ

Sveučilište u Zadru, Odjel za  
arheologiju  
*University of Zadar, Department of  
Archaeology*  
Obala kralja Petra Krešimira IV., 2  
HR-23000 Zadar  
vglavas@unizd.hr

IGOR KULENOVIĆ

Sveučilište u Zadru, Odjel za  
turizam i komunikacijske znanosti  
*University of Zadar, Department of  
Tourism and Communication Sciences*  
Ulica dr. Franje Tuđmana 24i  
HR-23000 Zadar  
ikulenovic@unizd.hr

---

UDK: 902.3:528.7

902.3:631.442.6

DOI: 10.15291/archeo.3601

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK / ORIGINAL SCIENTIFIC PAPER

Primljeno / Received: 2020-10-19

---

### KLJUČNE RIJEČI:

*zračna arheologija,  
daljinska istraživanja,  
krški krajolik, dinarski  
krš, Mediteran, Hrvatska*

*Tragovi vidljivosti koji reprezentiraju potpovršinski kontekst, kao što su tragovi u tlu (soil marks) i usjevima (crop marks), uobičajena su pojava kojom se detektiraju arheološki lokaliteti primjenom metode daljinskih istraživanja – zračne arheologije kroz medij kose zračne fotografije. Različite rasprave i općenito primjena metode zračne arheologije, većinom je ograničena na područja kontinentalne klime koja sadrže obilje kultivirane zemlje i tla. Arheološki lokaliteti u krškom su krajoliku primjenom metoda daljinskih istraživanja vidljivi većinom kao površinske strukture, a ne kao potpovršinski arheološki kontekst koji je reprezentiran ili posredovan tragovima u usjevima ili u tlu. U ovom radu se predstavljaju rezultati zračnog snimanja koje je obuhvatilo planinu Velebit i dio sjevernodalmatinske zaravani i obrovačke zaravni u Hrvatskoj. U tu svrhu provedena je analiza snimljenih kosih zračnih fotografija u svrhu sistematizacije indikatora vidljivosti arheoloških lokaliteta u krajoliku dinarskog krša. Indikatori vidljivosti koji omogućuju otkrivanje arheoloških lokaliteta su međuovisni o krškom reljefu, submediteranskoj klimi i vegetaciji šikara. Utvrđeno je da su arheološki lokaliteti primjenom metode zračne arheologije vidljivi kroz indikatore kao što su sjena, tekstura, boja i vegetacija. Definirani indikatori u krškom kulturnom krajoliku kojima su detektirani arheološki lokaliteti rijetko se pojavljuju samostalno. Arheološki lokaliteti su većinom vidljivi kroz kombinacije više pojedinačnih indikatora.*

### KEY WORDS:

*aerial archaeology,  
remote sensing, karst  
landscape, Dinaric karst,  
Mediterranean, Croatia*

*Visibility traces that represent subsurface context, such as soil marks or crop marks, are common phenomena for detecting archaeological sites by using aerial archaeology as one of remote sensing methods, through the medium of oblique aerial photography. Various discussions and use of aerial archaeology method in general are mostly limited to regions with continental climate that contain an abundance of cultivated soil.*

*Remote sensing methods reveal archaeological sites in karst landscape mostly as surface structures, and not as subsurface archaeological context that is represented or mediated by soil marks and crop marks. Results of the aerial survey of Velebit mountain, a part of the North Dalmatian plateau and the Obrovac plateau in Croatia are presented in this paper. Analysis of oblique aerial photographs was conducted with the aim of systematization of visibility indicators for the archaeological sites in the Dinaric karst landscape. Visibility indicators that enable discovering archaeological sites depend on karst relief, sub-Mediterranean climate and scrub vegetation. It has been determined that archaeological sites can be recognized by indicators such as shadow, texture, colour and vegetation by using the method of aerial archaeology. Defined indicators in cultural landscape in the karst area that were used for detection of archaeological sites are rarely represented independently. Archaeological sites are usually visible owing to combination of several individual indicators.*



## UVOD

Danas je općeprihvaćeno značenje zračne arheologije kao metode daljinskih istraživanja za otkrivanje i dokumentiranje nepoznatih arheoloških lokaliteta, ali i kao metode arheologije krajolika.<sup>1</sup> Istraživači O. G. S. Crawford u Engleskoj i A. Poidebard na Bliskom istoku,<sup>2</sup> bili su prvi koji su provodili zračna snimanja i time primijenjivali i razvijali metodu. Rasprave u okviru zračne arheologije većinom su bile usmjerene na problematiku vidljivosti arheoloških lokaliteta iz zraka kroz različite tipove danas konvencionalnih indikatora vidljivosti kao što su tragovi u usjevima, tragovi u tlu, sjene i tragovi u snijegu/ledu. Indikatori vidljivosti ovise o brojnim čimbenicima kao što su godišnja doba, tip usjeva, tip tla, dubina tla, tip lokaliteta i sl.<sup>3</sup> Definiranje različitih tragova vidljivosti kao medija otkrivanja arheoloških lokaliteta se razvijalo paralelno s razvojem arheologije krajolika kao zasebne i jedne od najmlađih disciplina u arheologiji.<sup>4</sup> Iako zračna arheologija ima stoljetnu tradiciju, tijekom vremena je tehnološki oplemenjena jednako kao što je i njezina svrha promijenjena u skladu s teorijskim i paradigmatičkim promjenama i potrebama u arheologiji. Međutim, potrebno je naglasiti da je sama metoda kao takva, u smislu njezina razvoja, koji uključuje metodologiju i definiranje indikatora vidljivosti većinom bila ograničena na područja kontinentale klime i drugih vrsta reljefa, primjerice, fluvijalnih. Na taj su način definirani indikatori vidljivosti, koji posredno reprezentiraju različite tvorevine kroz primjerice tragove u tlu ili u usjevima. Indikatori koji posreduju vidljivost arheoloških lokaliteta su definirani kao *proksi indikator* jer reprezentiraju potpovršinski kontekst.<sup>5</sup> Bez obzira na to o kojem je području riječ, geologija, reljef, klima, vegetacija i korištenje zemljišta ključni su čimbenici iz kojih pro-

<sup>1</sup> M. BARBER, 2011; I. A. HANSON, W. S. OLTEAN, 2013.

<sup>2</sup> J. A. UR, 2013.

<sup>3</sup> R. J. A. EVANS, R. JONES, 1977; I. A. HANSON, 2005.

<sup>4</sup> B. THOMAS, J. DAVID, 2008.

<sup>5</sup> D. STOTT et al., 2015, 1595–1596.

## INTRODUCTION

At present aerial archaeology is recognized as a valuable remote sensing method for discovering and documenting unknown archaeological sites, but also as a landscape archaeology method.<sup>1</sup> Researchers O. G. S. Crawford in England and A. Poidebard in the Near East,<sup>2</sup> were the first to conduct aerial survey thereby applying and developing the method. Discussions within the framework of aerial archaeology were mostly focused on problems of visibility of archaeological sites from the air on the basis of different types of what are today conventional indicators of visibility such as crop marks, soil marks, shadows and snow/frost marks. Visibility indicators depend on a number of factors such as seasons, crop species, soil type, soil depth, site type etc.<sup>3</sup> Definition of various traces of visibility as a medium for discovering archaeological sites developed parallelly with the development of landscape archaeology as a separate archaeological discipline, also one of the youngest.<sup>4</sup> Although aerial archaeology has a centennial tradition, over time it has been technologically improved and its purpose has been modified in accordance with theoretical and paradigmatic changes and needs in archaeology. However, it is worth emphasizing that the method itself, in terms of its development that includes methodology and definition of visibility indicators, was mostly limited to the continental climate regions and other kinds of relief, such as fluvial. Thus visibility indicators are defined, that indirectly represent various features by marks in soil or crops for instance. Indicators that mediate visibility of the archaeological sites are defined as proxy indicators since they represent subsurface context.<sup>5</sup> Regardless of the field, we can list geology, relief, climate, vegetation and land management as crucial factors that offer possi-

<sup>1</sup> M. BARBER, 2011; I. A. HANSON, W. S. OLTEAN, 2013.

<sup>2</sup> J. A. UR, 2013.

<sup>3</sup> R. J. A. EVANS, R. JONES, 1977; I. A. HANSON, 2005.

<sup>4</sup> B. THOMAS, J. DAVID, 2008.

<sup>5</sup> D. STOTT et al., 2015, 1595-1596.

izlaze mogućnosti i načini otkrivanja arheoloških lokaliteta metodama daljinskih istraživanja, u ovom slučaju metodom zračne arheologije. Područja koja sadrže tlo, kultivirane, orane ili obrađivane površine preduvjet su za postojanje konvencionalnih ili tipičnih tragova vidljivosti kao što su tragovi u tlu, usjevima, snijegu, ledu koji posredno reprezentiraju potpovršinski kontekst. Međutim, najčešći indikatori vidljivosti koji su definirani za područja kontinentalne klime nisu zabilježeni na području krškog reljefa submediteranske klime. Problematku vidljivosti arheoloških lokaliteta u bilo kojem reljefu, pa tako i krškom, moguće je svesti na jednostavan princip. Indikatori arheoloških lokaliteta su na općoj razini međuovisni o geologiji, klimi i vegetaciji.

Tehnološki napredak zajedno sa stoljetnom tradicijom primjene metode zračne arheologije znanstvene su i stručne rasprave o disciplini zračne arheologije učinili irelevantnima na nekim područjima Europe. Međutim, primjena i razvoj metode zračne arheologije te problematika koja proizlazi iz nje tek je na početku u regijama s krškim reljefom, submediteranskom i mediteranskom klimom, vegetacijom šikara i makije. U tom kontekstu važno je naglasiti da krški reljef zauzima 20 % zemljine površine<sup>6</sup> i 50,5 % hrvatskog teritorija.<sup>7</sup> Stoga je primjena različitih metoda daljinskog istraživanja u krškim područjima (uključujući i metodu zračne arheologije kao početnu točku) tema od iznimnog značenja, u kontekstu Hrvatske, ali i svijeta.

U tu je svrhu provedeno istraživanje primjenom metode zračne arheologije na području rasprostiranja reljefa dinarskog krša koji uključuje planinu Velebit, dio sjevernodalmatinske zaravni i Obrovačke zaravni u Hrvatskoj (Sl. 2) koji predstavlja studiju slučaja. Stoga, ovaj rad nastoji predstaviti načine vidljivosti arheoloških lokaliteta iz zraka, te sagledati problematiku otkrivanja arheoloških lokaliteta iz perspektive daljinskih istraživanja za krške kra-

bilities and ways of discovering archaeological sites by using the remote sensing methods, in this case the aerial archaeology method. Areas containing soil, cultivated, plowed or tilled, are a precondition for presence of conventional or typical traces of visibility such as marks in soil, crops, snow, frost that indirectly represent sub-surface context. However the most common indicators of visibility that were defined for the continental climate areas have not been recorded in the karst relief area with sub-Mediterranean climate. Problems of visibility of archaeological sites in any relief, including the karst one, can be reduced to a simple principle. Indicators of archaeological sites are generally interdependent on geology, climate and vegetation.

Technological progress together with centennial tradition of using the aerial archaeology method have made scholarly and professional discussions about the discipline of aerial archaeology irrelevant in certain parts of Europe. However, use and development of the aerial archaeology method and related problems are only nascent in the regions with karst relief, sub-Mediterranean and Mediterranean climate, and maquis and shrub vegetation. In that context it is important to emphasize that karst relief constitutes 20% of the Earth's surface<sup>6</sup> and 50.5% of the Croatian territory.<sup>7</sup> Therefore application of remote sensing methods in the karst areas (including the method of aerial archaeology as a starting point) is an exceptionally important topic, not only in the Croatian context but also worldwide.

To this end a research was conducted by using the aerial archaeology method in the area of the Dinaric karst relief including Velebit mountain, a part of the North Dalmatian plateau and the Obrovac plateau in Croatia (Fig. 2). Therefore this paper aims to present manners of visibility of the archaeological sites from the air, and to pay attention to problems of identifying archaeological sites from the perspective of remote

<sup>6</sup> D. C. FORD, P. W. WILLIAMS, 2007, 5.

<sup>7</sup> M. MATAS, 2009, 21-26.

<sup>6</sup> D. C. FORD, P. W. WILLIAMS, 2007, 5.

<sup>7</sup> M. MATAS, 2009, 21-26.

jolike. Dakle, istraživanje koje je predstavljeno u ovom radu primjer je primjene metode zračne arheologije kao komplementarne metode arheologije krajolika na području specifičnog krajolika: reljefa dinarskog krša. Ujedno, istraživanje je rezultiralo i preliminarnom interpretacijom formacije i razvoja krškog kulturnog krajolika, odnosno antropogenih utjecaja na procese formacije površine krških krajolika tijekom prošlosti.

Fizička svojstva krškog reljefa utječu na manifestiranje arheoloških lokaliteta i formaciju kulturnog krajolika. U krškim krajolicima dominiraju površinske samostojeće strukture koje su većinom izgrađene suhozidnom tehnikom. Takve su strukture često i dobro sačuvane te jasno vidljive na površini. Nedostatak mrvljenog materijala (regolita) i drugih važnijih depozita tla na površini krškog krajolika implicira da potpovršinski kontekst kao fenomen uglavnom nije prisutan na područjima dinarskog krškog reljefa, osim u onim geomorfološkim oblicima koji sadrže tlo.<sup>8</sup> Tipični krški fenomeni koji sadrže tlo ili sediment su tipovi negativnih morfostrukture kao što su prvenstveno vrtače, krška polja, određene vrste jaruga i krške udoline (Sl. 1).<sup>9</sup> Prisutnost sedimenta na područjima krškog reljefa, čak i na vrlo ograničenim površinama, implicira postojanje potpovršinskog konteksta koji bi u skladu s tim mogao biti reprezentiran ili posredovan kroz konvencionalne ili tipične indikatore vidljivosti, kao što su primjerice tragovi u tlu ili u usjevima. Međutim, konvencionalni ili tipični indikatori vidljivosti još uvijek nisu zabilježeni u dosadašnjim istraživanjima koja su provedena na području krškog reljefa u Hrvatskoj.<sup>10</sup> Nedostatak tragova u tlu i usjevima može se objasniti činjenicom da se i ionako iznimno mali udio površina koje sadrže sediment na području dinarskog krša danas rijetko

sensing for karst landscapes. Thus research presented in this paper is an example of applying the aerial archaeology method as a complementary method of landscape archaeology in a specific landscape area: the Dinaric karst relief. At the same time the research resulted in preliminary interpretation of the formation and development of cultural landscape in the karst area, that is anthropogenic influences on formation processes of karst landscape surfaces in the past.

Physical properties of karst relief affect manifestations of archaeological sites and formation of cultural landscape. Freestanding surface structures mostly built in dry stone wall technique are dominant in karst landscapes. Such structures are often well preserved and clearly visible on the surface. Lack of crushed material (regolith) and other more important soil deposits on the surface of karst landscape implies that subsurface context as a phenomenon is mostly not present in the areas of the Dinaric karst relief, except in those geomorphological forms that contain soil.<sup>8</sup> Typical karst phenomena that contain soil or sediment are types of negative morphostructures such as primarily sinkholes, karst fields, certain kinds of ravines and karst valleys (Fig. 1).<sup>9</sup> Presence of sediments in the karst relief regions, even in very limited areas, implies presence of subsurface context that accordingly might be represented or mediated through conventional or typical visibility indicators such as soil marks or crop marks. However conventional or typical visibility indicators have not been recorded in the previous research that has been conducted in the karst relief area in Croatia.<sup>10</sup> Lack of soil marks and crop marks can be explained by the fact that already exceptionally small share of areas containing sediment in the Dinaric karst area is rarely cultivated as a result of deagrization and deruralization (Fig. 1). Further on, areas containing sediment were

<sup>8</sup> N. KULENOVIĆ OCELIĆ, 2019, 83; N. KULENOVIĆ, 2019, 260.

<sup>9</sup> D. C. FORD, P. W. WILLIAMS, 2007, 339–351, 359–377; M. MATAS, 2009, 72–76, 85–93.

<sup>10</sup> V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013, 22–23.

<sup>8</sup> N. KULENOVIĆ OCELIĆ, 2019, 83; N. KULENOVIĆ, 2019, 260.

<sup>9</sup> D. C. FORD, P. W. WILLIAMS, 2007, 339–351, 359–377; M. MATAS, 2009, 72–76, 85–93.

<sup>10</sup> V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013, 22–23.



SLIKA 1. Krško polje Manastirske luke, Obrovac, na području istraživanja  
 FIGURE 1 Karst field Manastirske Luke, Obrovac, in the study area

poljoprivredno obrađuje kao rezultat deagrari-  
 zacije i deruralizacije (Sl. 1). Nadalje, područja  
 koja sadrže sediment tijekom prošlosti su bila  
 previše dragocjena da bi bila korištena za bilo  
 koju drugu svrhu osim poljoprivredne.

Dakle, u krškim krajolicima za sada nisu utvr-  
 đeni odnosi ili su vrlo rijetki u kojima konvenci-  
 onalni ili tipični indikatori vidljivosti posredno  
 odražavaju potpovršinske arheološke lokalitete  
 jer arheološki lokaliteti u krškom reljefu domi-  
 nantno predstavljaju površinski kontekst.

## FIZIČKI KRAJOLIK PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

Velebit je najveći masiv Dinarida kojeg karak-  
 terizira krški reljef. Dinaridi tvore jedan od naj-  
 većih kontinuiranih krških krajolika u Europi i  
 primjer su izvrsno razvijenog krškog reljefa koji  
 sadrži sve tipove krških površinskih i potpovrš-  
 inskih oblika.<sup>11</sup> Planina Velebit pruža se duž

too precious in the past to be used for any other  
 purpose except for agriculture.

Hence, so far karst landscapes have not  
 yielded evidence of relations, or exceptionally  
 rarely, in which conventional or typical indi-  
 cators of visibility indirectly reflect subsurface  
 archaeological sites since archaeological sites  
 in karst relief dominantly represent surface  
 context.

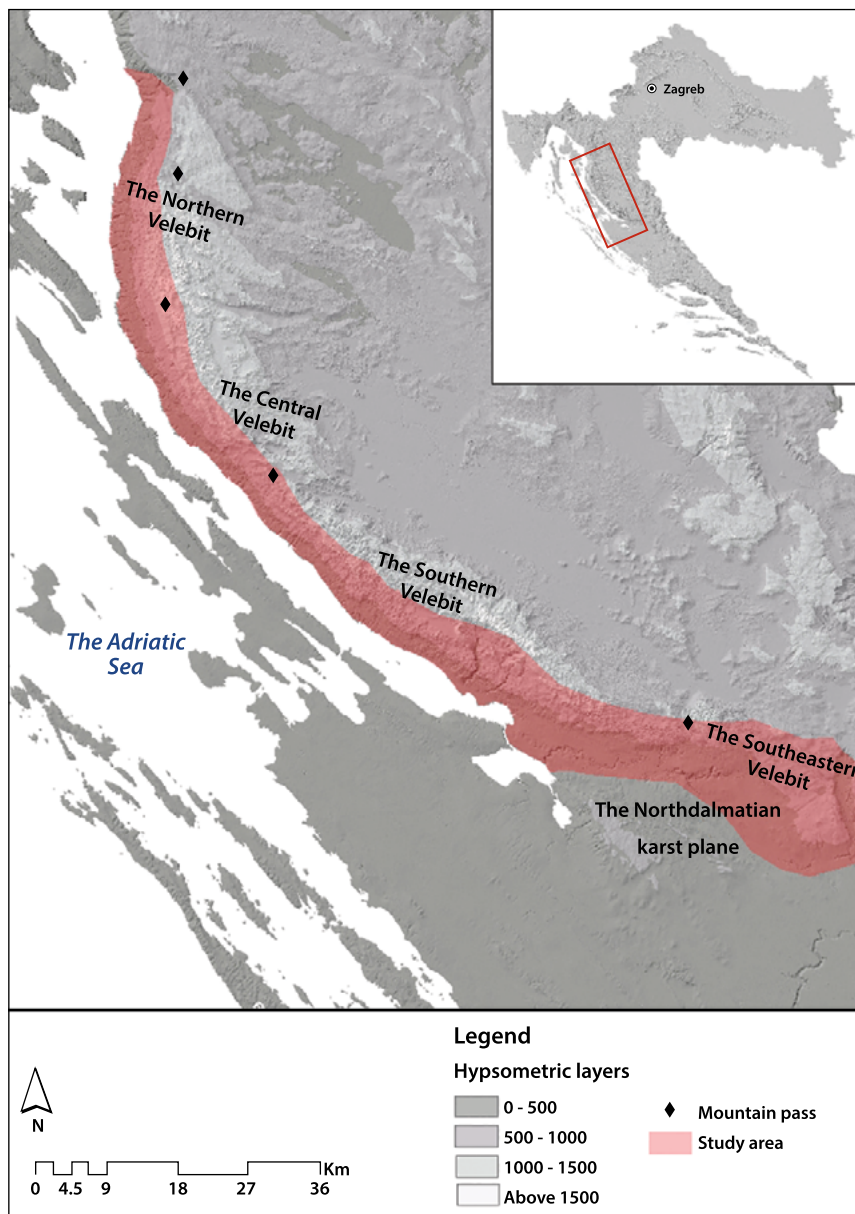
## PHYSICAL LANDSCAPE OF THE STUDY AREA

Velebit is the largest massif of the Dinarides  
 characterized by karst relief. The Dinarides  
 constitute one of the largest continuous karst  
 landscapes in Europe and they are an exam-  
 ple of exceptionally well-developed karst re-  
 lief containing all types of karst surface and  
 subsurface forms.<sup>11</sup> Velebit mountain spreads  
 along the Adriatic coast, that is along the Ve-

<sup>11</sup> A. MIHEVC, M. PRELOVŠEK, 2010, 6-8; A. MIHEVC,  
 2010, 30-42.

<sup>11</sup> A. MIHEVC, M. PRELOVŠEK, 2010, 6-8; A. MIHEVC,  
 2010, 30-42.





SLIKA 2. Područje istraživanja  
FIGURE 2 Study area

obale Jadranskog mora, odnosno duž Velebit-skog kanala, od prijevoja Vratnika na sjeveru do kanjona rijeka Zrmanje i Krupa na jugu i jugoistoku. Velebit je dug 145 km i širok od 10 do 30 km, s maksimalnom nadmorskom visinom od 1757 m (Sl. 2).<sup>12</sup> Sjevernodalmatinska zaravan nalazi se južno od Velebita, a obuhvaća područje od oko 3000 km<sup>2</sup>.<sup>13</sup> U istraživanju koje se objavljuje u ovom radu obuhvaćen je samo sjeverni dio sjevernodalmatinske zaravni te Obrovačka zaravan, obje ograničene kanjo-

lebit channel, from the Vratnik pass in the north to the canyons of the Zrmanja and Krupa rivers in the south and southeast. Velebit is 145 km long and 10 to 30 km wide, with maximum altitude of 1757 m (Fig. 2).<sup>12</sup> The North Dalmatian plateau is located south of Velebit, covering an area of roughly 3000 km<sup>2</sup>.<sup>13</sup> In the research published in this paper, only northern part of the North Dalmatian plateau and the Obrovac plateau were covered, both bordered by canyons of the Zrmanja and

<sup>12</sup> D. PERICA, 1988; M. MATAS, 2009, 115–117.

<sup>13</sup> M. MATAS, 2009, 100–102, 190, 213.

<sup>12</sup> D. PERICA, 1988; M. MATAS, 2009, 115–117.

<sup>13</sup> M. MATAS, 2009, 100–102, 190, 213.

nima Zrmanje i Krupa<sup>14</sup> koji ujedno čine južnu granicu područja istraživanja.

Osnovna karakteristika područja istraživanja krškog krajolika jest nedostatak površinskih tekućica i površinskih voda kao i znatan nedostatak tla. Područje istraživanja karakterizira izrazita geomorfološka raznolikost krškog krajolika. U skladu s tim, svi makro geomorfološki krški oblici dobro su zastupljeni kao što su krška polja, krške depresije, vrtače, urušene vrtače, krške udoline, konična brda, strmi vrhovi, spilje, duboke jame, jaruge itd., kao i mikro geomorfološki oblici poput žljebova, kamenica i škrapa.<sup>15</sup> Vrtače, jaruge, krške udoline i krška polja jedini su krški geomorfološki fenomeni koji sadrže sediment, međutim, debljina tla u njima varira. Potrebno je naglasiti da je zastupljenost takvih tvorevina niska na području istraživanja, a površina koju zauzimaju je zanemariva. Na nižim nadmorskim visinama područja istraživanja prevladava ogoljeli vapnenački kamenjar gotovo bez prisutnosti sedimenta s degradiranom vegetacijom. Debljina sedimenta povećava se paralelno s nadmorskom visinom, iako vapnenačka stijena prevladava na površini (Sl. 3). Osnovni proces modeliranja krškog reljefa je kemijski proces otapanja vapnenca – korozija. Kako je riječ o kompleksnom, ali i sporom procesu, posebice na području istraživanja, krški reljef se opisuje kao konzervativan upravo zato jer se sporo mijenja.

Na Velebitu se pojavljuju tri različite klime: submediteranska na primorskoj padini, alpska iznad zone šume te kontinentalna na unutrašnjim, tj. sjeveroistočnim padinama planine (sjeveroistočne padine planine nisu obuhvaćene ovim istraživanjem). Kao posljedica toga, fizionomija se Velebita mijenja ovisno o nadmorskoj visini. Primorska padina je ogoljela i izrazito okršena. Budući da ova područja imaju relativno malo padalina,<sup>16</sup> vegetacija se prilagodila sušnom okolišu i karbonatnoj podlozi. Prevlada-

Krupa rivers<sup>14</sup> that also represent the southern border of the study area.

The main characteristic of the karst landscape research is lack of surface currents and surface waters as well as a significant lack of soil. The study area is characterized by distinct geomorphological diversity of the karst landscape. Accordingly, all macro-geomorphological karst forms are well represented such as karst fields, karst depressions, sinkholes, collapsed sinkholes, karst valleys, conical hills, steep peaks, caves, deep pits, ravines etc., as well as micro-geomorphological forms such as grooves, solution pans and karrens.<sup>15</sup> Sinkholes, ravines, karst valleys and karst fields are the only karst geomorphological phenomena that contain sediment, but the depth of soil in them varies. It is worth emphasizing that there are few such formations in the study area, and the surface they occupy is negligible. At lower altitudes of the study area bare limestone rocky terrain is dominant almost without any sediment with degraded vegetation. Sediment thickness increases parallelly with altitude, though surface is dominated by limestone rock (Fig. 3). Basic process of karst relief modelling is the chemical process of limestone dissolution – corrosion. Since this is a complex but also slow process, in particular in the study area, karst relief is described as conservative exactly due to its slow alteration.

Three climate types are present on Velebit: sub-Mediterranean climate on the littoral slope, Alpine climate above the forest zone and continental climate on the inner, northeastern slopes of the mountain (northeastern slopes of the mountain were left out of this research). Consequentially physical characteristics of Velebit change depending on the altitude. Littoral slope is bare and highly karstified. Since these regions receive relatively little precipitation,<sup>16</sup> vegetation is adapted to dry environment and carbonate substrate. Vegeta-

<sup>14</sup> M. MATAS, 2009, 99–100.

<sup>15</sup> A. BOGNAR, 1994, 3; D. C. FORD, P. W. WILLIAMS, 2007, 209–265, 321–381; N. Z. HAJNA, 2019, 358–361.

<sup>16</sup> D. PERICA, D. OREŠIĆ, 1999, 16–30.

<sup>14</sup> M. MATAS, 2009, 99–100.

<sup>15</sup> A. BOGNAR, 1994, 3; D. C. FORD, P. W. WILLIAMS, 2007, 209–265, 321–381; N. Z. HAJNA, 2019, 358–361.

<sup>16</sup> D. PERICA, D. OREŠIĆ, 1999, 16–30.



SLIKA 3. Panoramski pogled na krški krajolik na području Lukova, sjeverni Velebit  
 FIGURE 3 Panoramic view of karst landscape in the Lukovo region, northern Velebit

davaju zajednice vegetacije degradirane antropogenim utjecajem, koje su tipične za dinarski krš i submediteransku klimu. Do 950 m n.v. prevladavaju zajednice šikara. Takav tip raslinja sastoji se od grmolikih stabala s različitim tipovima grmlja i šiblja.<sup>17</sup> Šikare su odraz klimatskih i ekoloških uvjeta. Taj tip zajednice vegetacije uvelike je pod utjecajem suhih uvjeta i topline u ljetnim mjesecima i hladnoće tijekom zimskih mjeseci. Šikare se klasificiraju kao antropogeno degradiran tip vegetacije i redovito se nalaze na područjima gdje je tlo degradirano i plitko.<sup>18</sup> Ono može biti stanjeno ili skeletizirano te transformirano do ogoljele površine pod ljudskim utjecajem, što se često događa i u drugim mediteranskim krškim krajolicima.<sup>19</sup> Krška je podloga posebno pogodna za rast grmlja s korijenjem koje prijanja u pukotine krša koje

tion communities degraded by anthropogenic influence are dominant, typical of the Dinaric karst and sub-Mediterranean climate. Thicket communities are prevalent to 950 meters above sea level. Such vegetation type consists of bushlike trees with various types of shrubs and bushes.<sup>17</sup> Thicket is a reflection of climatological and ecological conditions. This type of vegetation community is largely influenced by dry conditions and warmth in summer months and cold in winter months. Thicket is classified as anthropogenically degraded vegetation type and it is regularly found in the areas with shallow and degraded soil.<sup>18</sup> It can be thinned or skeletonized and transformed to bare surface due to human impact, which often happens also in other Mediterranean karst landscapes.<sup>19</sup> Karst substrate is particularly

<sup>17</sup> A. HORVAT, 1965, 109–112; A. ALEGRO, 2000, 4–7; J. VUKELIĆ, 2012, 216–244.

<sup>18</sup> A. ALEGRO, 2000, 8.

<sup>19</sup> A. ALEGRO, 2000, 6–8; A. ATALAY, I. EFE, R. SOYKAN, 2008.

<sup>17</sup> A. HORVAT, 1965, 109–112; A. ALEGRO, 2000, 4–7; J. VUKELIĆ, 2012, 216–244.

<sup>18</sup> A. ALEGRO, 2000, 8.

<sup>19</sup> A. ALEGRO, 2000, 6–8; A. ATALAY, I. EFE, R. SOYKAN, 2008.



sadrže tlo.<sup>20</sup> Na višim nadmorskim visinama s većom količinom padalina, pojavljuju se šume hrasta i subalpski travnjaci.<sup>21</sup> Međutim, na višim nadmorskim visinama također je prisutan kameniti krajolik, odnosno, vapnenačka stijena na površini.

## KULTURNI KRAJOLIK PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

Dosadašnja su arheološka istraživanja na području našeg istraživanja uvelike bila fokusirana na arheološku topografiju, na otkrivanje novih lokaliteta. Mora se istaknuti da su istraživanja različitih vrsta posebno tijekom posljednjeg desetljeća intenzivirana. Iako se stječe dojam da je provedeno mnogo istraživanja<sup>22</sup> mora se naglasiti da je riječ o površinom iznimno velikom području (550 km<sup>2</sup>) koje je uz to i vrlo zahtjevno za terenski rad stoga se područje istraživanja ne može smatrati dobro istraženim. Najraniji tragovi ljudskog naseljavanja tog područja otkriveni su u špiljama i datiraju u rani neolitik.<sup>23</sup> Iako iz tog razdoblja nužno moraju potjecati i površinske promjene u krajoliku one do sada nisu otkrivene. Međutim najraniji tragovi koji su izmijenili površinu krškog kulturnog krajolika se datiraju u mlađu prapovijest (brončano i željezno doba). Riječ je o suhozidnim konstrukcijama koje uključuju kamene gomile i arhitektonske komplekse monumentalnih dimenzija – *gradine*. Termin *gradina* je vernakularan, a istraživanjima je utvrđeno da se upotrebljava za iznimno veliki raspon različitih arheoloških struktura i njihovih kombinacija.<sup>24</sup> Takvi lokaliteti su obično

suitable for growth of bushes with roots adhering to karst cracks containing soil.<sup>20</sup> At higher altitudes with higher amount of precipitation, oak woods and subalpine grassland appear.<sup>21</sup> However, at higher altitudes we also find rocky landscape, i.e. limestone rock on the surface.

## CULTURAL LANDSCAPE OF THE STUDY AREA

Previous archaeological research in the study area has mostly been focused on the archaeological topography, and pinpointing new sites. It is worth mentioning that various types of research have been intensified especially in the last decade. Although it might seem that a lot of research has been conducted,<sup>22</sup> we have to keep in mind that it is an exceptionally big area (550 km<sup>2</sup>) that is besides very demanding in terms of field research. Therefore the study area cannot be considered well explored. The earliest traces of human occupation of this area were discovered in caves dating to the Early Neolithic.<sup>23</sup> Although there had to be surface changes in landscape in that period, so far they have not been found. However, the earliest traces that have changed the surface of cultural karst landscape are dated to later prehistory (Bronze and Iron Ages). These are dry stone wall constructions that include stone cairns and architectural complexes of monumental dimensions – *hillforts*. The term *hillfort* is vernacular, and the research has shown that it is used for an exceptionally wide range of various archaeological structures and their combinations.<sup>24</sup> Such sites are usually located

<sup>20</sup> A. ATALAY, I. EFE, R. SOYKAN, 2008.

<sup>21</sup> A. ALEGRO, 2000, 25–26; J. VUKELIĆ, 2012, 213–216.

<sup>22</sup> M. GLAVIČIĆ, 1995; M. DUBOLNIĆ GLAVAN, 2006; V. GLAVAŠ, 2010; T. ŠARLIJA, 2010; M. DUBOLNIĆ GLAVAN, V. GLAVAŠ, 2012; M. DUBOLNIĆ GLAVAN, 2015; V. GLAVAŠ, A. GRLJ, 2016; G. LIPOVAC VRKLJAN et al., 2016; V. GLAVAŠ, M. GLAVIČIĆ, 2017; A. KONEŠTRA et al., 2018; M. VUKOVIĆ, 2018; V. GLAVAŠ, 2019; N. KULENOVIĆ OCELIĆ, 2019; N. KULENOVIĆ, 2019.

<sup>23</sup> S. FORENBAHER, P. VRANJICAN, 1985.

<sup>24</sup> N. OCELIĆ et al., 2014, 35.

<sup>20</sup> A. ATALAY, I. EFE, R. SOYKAN, 2008.

<sup>21</sup> A. ALEGRO, 2000, 25–26; J. VUKELIĆ, 2012, 213–216.

<sup>22</sup> M. GLAVIČIĆ, 1995; M. DUBOLNIĆ GLAVAN, 2006; V. GLAVAŠ, 2010; T. ŠARLIJA, 2010; M. DUBOLNIĆ GLAVAN, V. GLAVAŠ, 2012; M. DUBOLNIĆ GLAVAN, 2015; V. GLAVAŠ, A. GRLJ, 2016; G. LIPOVAC VRKLJAN et al., 2016; V. GLAVAŠ, M. GLAVIČIĆ, 2017; A. KONEŠTRA et al., 2018; M. VUKOVIĆ, 2018; V. GLAVAŠ, 2019; N. KULENOVIĆ OCELIĆ, 2019; N. KULENOVIĆ, 2019.

<sup>23</sup> S. FORENBAHER, P. VRANJICAN, 1985.

<sup>24</sup> N. OCELIĆ et al., 2014, 35.



smješteni na prominentnim mjestima kao što su vrhovi brežuljaka i/ili brda te drugim istaknutim lokacijama kao što su rtovi.<sup>25</sup> Iako se je topografskim istraživanjima i rekognosciranjima na prostoru Velebita otkrio veliki broj lokaliteta tipa gradina, njihov broj se je primjenom metoda daljinskih istraživanja, konkretnije zračnom arheologijom, povećao.<sup>26</sup>

Razdoblje rimske uprave na području istraživanja obilježava potpuno drukčiji obrazac naseljavanja. Nova naselja sada su pravilno raspoređena ispod planinskih prijelaza. Prethodno raštrkan obrazac distribucije lokaliteta iz mlađe prapovijesti zamijenjen je dijametralno suprotnim tipom obrasca naseljavanja u kojem je inhabitacija koncentrirana na pojedine lokacije, uglavnom uz obalu Jadranskog mora.<sup>27</sup> U dosadašnjim istraživanjima metodom daljinskih istraživanja uključujući zračnu arheologiju granični zidovi su jedini tip struktura iz rimskog perioda koji su dokumentirani i otkriveni. Razumijevanje ovih struktura, kao i njihov broj, povećao se kroz primjenu metode zračne arheologije.<sup>28</sup>

Naselja osnovana u rimskom periodu većinom su kontinuirano naseljavana u srednjovjekovnom i kasnosrednjovjekovnom periodu u novom vijeku.<sup>29</sup> Novi element u krajoliku iz srednjovjekovnog i kasnosrednjovjekovnog perioda te ranog novog vijeka jesu utvrde koje su često izgrađene na lokacijama na kojima je prisutna monumentalna suhozidna arhitektura *gradina* iz mlađe prapovijesti. Brojne utvrde, crkve i groblja evidentirani su i dokumentirani različitim istraživanjima na prostoru primorske padine Velebita.<sup>30</sup>

Strukture koje datiraju iz prapovijesnog, rim-

on prominent positions such as hilltops and/or hills and other protruding locations like capes.<sup>25</sup> Although topographic research and field surveys in the Velebit region yielded a number of sites of the hillfort type, their number has increased due to the application of remote sensing methods, more specifically aerial archaeology.<sup>26</sup>

The Roman period in the study area is characterized by a completely different settlement pattern. New settlements are now evenly distributed beneath the mountain passes. Previously dispersed pattern of distribution of sites dating to later prehistory was replaced by diametrically opposed type of settlement pattern in which inhabitation was concentrated on certain locations, mostly along the Adriatic coast.<sup>27</sup> Boundary walls are the only type of structures dating to the Roman period that have been discovered in the research conducted by using the remote sensing methods including aerial archaeology. Understanding of these structures has been improved and their number has risen owing to the use of the aerial archaeology method.<sup>28</sup>

The settlements founded in the Roman period were mostly continuously settled in the Middle Ages, late medieval and post-medieval periods.<sup>29</sup> New element in the medieval, late medieval and early modern period are forts that were often built on locations with extant monumental dry stone wall architecture of *hillforts* dating to later prehistory. A number of forts, churches and cemeteries were recorded and documented in various research in the area of the littoral slope of Velebit.<sup>30</sup>

Structures dating to prehistoric, Roman and

<sup>25</sup> Npr. Š. BATOVIĆ, 1983; Š. BATOVIĆ, 1987.

<sup>26</sup> V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013, 22–23; V. GLAVAŠ, M. GLAVIČIĆ, 2017, 120, 123.

<sup>27</sup> M. DUBOLNIĆ, 2007; V. GLAVAŠ, 2015, 87; V. GLAVAŠ, M. GLAVIČIĆ, 2017, 120.

<sup>28</sup> Š. VRKIĆ, 2014; V. GLAVAŠ, 2018.

<sup>29</sup> R. JURIC, I. ŠKORO, 2017; V. GLAVAŠ, 2019, 123–126.

<sup>30</sup> R. JURIC, 1995; Z. HORVAT, 2001; R. JURIC, 2002; R. JURIC, 2003; M. BLEČIĆ, 2006; V. GLAVAŠ, 2009; R. JURIC, 2010; T. ŠARLIJA, 2012; R. JURIC, 2013; I. BRAUT, K. MAJER JURISIĆ, 2017; R. JURIC, I. ŠKORO, 2017.

<sup>25</sup> E.g. Š. BATOVIĆ, 1983; Š. BATOVIĆ, 1987.

<sup>26</sup> V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013, 22–23; V. GLAVAŠ, M. GLAVIČIĆ, 2017, 120, 123.

<sup>27</sup> M. DUBOLNIĆ, 2007; V. GLAVAŠ, 2015, 87; V. GLAVAŠ, M. GLAVIČIĆ, 2017, 120.

<sup>28</sup> Š. VRKIĆ, 2014; V. GLAVAŠ, 2018.

<sup>29</sup> R. JURIC, I. ŠKORO, 2017; V. GLAVAŠ, 2019, 123–126.

<sup>30</sup> R. JURIC, 1995; Z. HORVAT, 2001; R. JURIC, 2002; R. JURIC, 2003; M. BLEČIĆ, 2006; V. GLAVAŠ, 2009; R. JURIC, 2010; T. ŠARLIJA, 2012; R. JURIC, 2013; I. BRAUT, K. MAJER JURISIĆ, 2017; R. JURIC, I. ŠKORO, 2017.

skog i srednjovjekovnog perioda većinom su prisutne na nižim nadmorskim visinama, bliže obali Jadranskog mora, ili, specifičnije, Velebit-skog kanala.<sup>31</sup> U ranom i kasnom novom vijeku prisutan je drukčiji obrazac naseljavanja u kojem su tragovi inabitacije krajolika prisutni na svim područjima Velebita, od obale Jadranskog mora, njegova podnožja do vršne zone Velebita. Takav je obrazac nastao kroz transhumantno ili polutranshumantno stočarstvo kao specifične vrste ekonomske djelatnosti i kulture koja rezultira brojnim sezonskim naseljima i suhozidnim ogradama. Ograde kao iznimno čest element krajolika izgrađene su u različite svrhe kao što su poljoprivreda, granice pašnjaka ili kao gajevi.<sup>32</sup>

## MATERIJALI I METODE

Daljinsko istraživanje Velebita, dijela sjevernodalmatinske zaravni i Obrovačke zaravni provedeno je u četiri faze: priprema istraživanja, provedba istraživanja, obrada i analiza podataka. Priprema istraživanja uključivala je kartiranje poznatih lokaliteta upotrebom geoprostornog softvera ESRI *ArcMap* 10.3.1. i planiranje leta, odnosno zračnog snimanja. Rute leta planirane su s obzirom na karakteristike heterogenog terena područja istraživanja. Putanja leta pratila je Velebit u smjeru istok-zapad krećući se na više predjele prema sjeveru i obrnuto u cik-cak obrascu. Svrha definirane putanje leta jest prilagodba promjenama u visinskim zonama i reljefu planine, odnosno reljefu visoke vertikalne raščlanjenosti i stepeničastog presjeka. Stoga je zračno snimanje provedeno okvirnim kretanjem od juga prema sjeveru, od podnožja prema vršnoj zoni planine. Svaki potencijalni arheološki lokalitet fotografiran je upotrebom ručnog DSLR fotoaparata.

<sup>31</sup> M. DUBOLNIĆ GLAVAN, 2006; V. GLAVAŠ, 2014; V. GLAVAŠ, 2016; G. LIPOVAC VRKLJAN et al., 2016; V. GLAVAŠ, M. GLAVIČIĆ, 2017; N. KULENOVIĆ, 2019.

<sup>32</sup> S. FORENBAHER, 2011; I. RECHNER DIKA et al., 2011, 137-140; G. ANDLAR, F. ŠRAJER, A. TROJANOVIĆ 2018, 761-762; V. GLAVAŠ, 2019, 120.

medieval period are mostly found at lower altitudes, closer to the coast of the Adriatic Sea, or more specifically, the Velebit channel.<sup>31</sup> In the early and late modern period we have a different settlement pattern in which landscape inhabitation traces are present in all areas of Velebit, from the coast of the Adriatic Sea, its foot to the peak zone of Velebit. Such pattern was formed due to transhumant or semi-transhumant herding as specific types of subsistence activities and culture that resulted in a plethora of seasonal settlements and dry stone wall enclosures. Enclosures as an exceptionally common landscape element were built for various purposes such as farming, pasture borders or as groves.<sup>32</sup>

## MATERIALS AND METHODS

Remote sensing of Velebit, part of the North Dalmatian plateau and Obrovac plateau was conducted in four phases: research preparation, implementation of the research, processing and analyzing the data. Research preparation included mapping known sites by using geospatial software ESRI *ArcMap* 10.3.1 and planning the flight, i.e. aerial survey. Flight routes were planned considering the characteristics of heterogenous terrain of the study area. Flight path followed Velebit in east-west direction moving to higher areas northwards and in the opposite direction in a zig-zag pattern. The purpose of the defined flight path was the adjustment to changes in height zones and mountain relief, that is relief with high vertical dissection and stepped cross-section. Therefore aerial survey involved approximate movement from the south to the north, from the foot of the mountain to the peak zone.

<sup>31</sup> M. DUBOLNIĆ GLAVAN, 2006; V. GLAVAŠ, 2014; V. GLAVAŠ, 2016; G. LIPOVAC VRKLJAN et al., 2016; V. GLAVAŠ, M. GLAVIČIĆ, 2017; N. KULENOVIĆ, 2019.

<sup>32</sup> S. FORENBAHER, 2011; I. RECHNER DIKA et al., 2011, 137-140; G. ANDLAR, F. ŠRAJER, A. TROJANOVIĆ 2018, 761-762; V. GLAVAŠ, 2019, 120.

Pri zračnom istraživanju korištene su kame-re Nikon D700, Nikon D7200, Canon EOS 1200D i Olympus C808WZ. Snimane su kose fotografije kroz otvoreni prozor zrakoplova, a u nekim slučajevima kroz *Perspex*. Autori su istraživanje proveli tijekom ožujka 2012. godine i prosinca 2018. godine. Za dokumentiranje putanje leta i u svrhu naknadnog prostornog pozicioniranja kosih zračnih fotografija korišten je ručni GARMIN e-Trex 20 GPS uređaj. Nakon obiju kampanja zračnog snimanja izrađena je arhiva fotografija upotrebom *CataThumb* softvera. Time je generiran *Excel* dokument koji uključuje sljedeće podatke: Fotografija, Kamera, ID fotografije, Koordinate, Toponim, Opis i Datacija koji predstavljaju osnovne podatke o istraživanju i bazu podataka dokumentiranih i otkrivenih arheoloških lokaliteta.

Nakon primarne obrade prikupljenih podataka uslijedila je analiza i interpretacija zračnih fotografija, odnosno identifikacija, determinacija, interpretacija i okvirna datacija arheoloških lokaliteta. Kako bi se potvrdila determinacija arheoloških lokaliteta, cijelo područje istraživanja uspoređeno je s javno dostupnim vertikalnim satelitskim i zračnim snimkama (Google Earth, geoportal.dgu.hr, preglednik.arkod.hr). Osnovna baza podataka – arhiva fotografija je upotrebljena kao temelj za uključivanje novih parametara u svrhu dodatne analize prikupljenih podataka. Osnovna analitička jedinica baze podataka je arheološki lokalitet, a indikatori za otkrivanje lokaliteta predstavljaju attribute osnovnim analitičkim jedinicama. Budući da na jednoj fotografiji može biti vidljivo više lokaliteta, nekoliko identičnih fotografija iskorišteno je u bazi podataka za kvantificiranje različitih lokaliteta. Dodatni parametri su uključeni u bazu podataka u svrhu analiziranja vidljivosti arheoloških lokaliteta do analize formacije krškog kulturnog krajolika. Riječ je o sljedećim parametrima: indikator za identifikaciju – indikator; tip lokaliteta; geomorfološki tip; okvirna datacija.

Baza podataka osnova je za deskriptivne statističke analize, a podatci u uzorku grupirani

Each potential archaeological site was photographed by a hand-held DSLR camera.

Cameras Nikon D700, Nikon D7200, Canon EOS 1200D and Olympus C808WZ were used in the aerial research. Oblique photographs were taken through the open window of the plane, or through *Perspex* in certain cases. The authors conducted the research in March 2012 and December 2018. Hand-held GARMIN e-Trex 20 GPS device was used for documenting the flight path and for subsequent spatial positioning of oblique aerial photos. After both campaigns of aerial survey, photo archive was made by using *CataThumb* software. Thus Excel document was generated that includes the following data: Photography, Camera, ID photographs, Coordinates, Toponym, Description and Dating that represent basic information about the research and a database of discovered and documented archaeological sites.

Primary processing of the collected data was followed by analysis and interpretation of aerial photos, that is identifying, determining, interpreting and broadly dating archaeological sites. In order to confirm the determination of the archaeological sites, the entire study area was compared to publicly available vertical satellite and aerial photos (Google Earth, geoportal.dgu.hr, preglednik.arkod.hr). The main database – photo archive was used as a basis for adding new parameters with the aim of additional analysis of the collected data. Basic analytical unit of the database is an archaeological site, and the indicators for discovering sites represent attributes to basic analytical units. Since several sites can be visible in one photo, several identical photos were used in the database for quantifying different sites. Additional parameters were added to the database in order to analyze visibility of the archaeological sites and the formation of cultural karst landscape. These are the following parameters: identification indicator – indicator; site type; geomorphological type; broad dating.

Database represented a starting point for

su prema individualnim karakteristikama arheoloških lokaliteta. Svrha razrađene i opisane procedure jest razumijevanje obrazaca antropogenih promjena u krškim krajolicima i identifikacija indikatora za identifikaciju promjena u krajoliku te utvrđivanje najvažnijih obrazaca. Dakle, svaki identificiran arheološki lokalitet je opisan kroz brojne attribute, počevši s indikatorom vidljivosti. Potom je statističkom analizom izražena frekvencija zastupljenosti svakog pojedinog indikatora vidljivosti arheološkog lokaliteta te frekvencija kombinacija indikatora. Nakon toga su provedene daljnje statističke analize koje su mjerile povezanost kombinacija indikatora s tipom lokaliteta, okvirnom datacijom i geomorfološkim tipom. Ova procedura provedena je kako bi se utvrdilo koji su načini vidljivosti lokaliteta i koje promjene krajolika su specifične ili se mogu povezati s određenim povijesnim periodom. Većina je arheoloških lokaliteta okvirno datirana metodom analogije na temelju morfoloških karakteristika i obrazaca, korištenjem poznatih podataka o arheološkim lokalitetima prikupljenim različitim terenskim istraživanjima koja se kontinuirano provode od 2012. godine.<sup>33</sup>

## REZULTATI

Prikupljanje podataka metodom zračne arheologije na području Velebita i krške zaravni trajalo je ukupno 11 sati leta. Zračnim snimanjem zahvaćeno je okvirno oko 550 km<sup>2</sup> površine te je snimljeno 3.706 kosih fotografija. Tijekom analize zračnih fotografija definirano je 333 arheoloških lokaliteta. Definiranje arheoloških lokaliteta provedeno je u svrhu izrade baze podataka, kao osnovnih analitičkih jedinica koji su osnova svih statističkih analiza. Identifikacija arheoloških lokaliteta se temelji na osnovi temeljnih indikatora vidljivosti u da-

descriptive statistical analyses, and the data in the sample were grouped according to individual characteristics of the archaeological sites. The aim of well-conceived and described procedure was understanding of the patterns of anthropogenic changes in karst landscapes and recognizing indicators for identification of changes in landscape and determining most important patterns. Thus every identified archaeological site was described by a number of attributes, starting from the visibility indicator. Further statistical analyses followed measuring connection of indicator combinations with the site type, broad dating and geomorphological type. This procedure was carried out in order to determine what manners of site visibility and what landscape changes are specific or if they can be associated with a certain historical period. Most archaeological sites have been broadly dated by using the analogy method based on morphological characteristics and patterns, and using known information about the archaeological sites collected in various field surveys that have been continuously carried out since 2012.<sup>33</sup>

## RESULTS

Collecting data by using the aerial archaeology method in the area of Velebit and the karst plateau took 11 hours of flight. Aerial survey encompassed roughly 550 km<sup>2</sup>. The total of 3706 oblique photos were taken. During the analysis of aerial photo 333 archaeological sites were identified. Defining archaeological sites was carried out with the aim of creating a database, as a basic analytical unit indispensable in all statistical analyses. Identification of archaeological sites is based on basic visibility indicators in remote sensing: form, size, shadow, tone or color, texture and association.<sup>34</sup>

<sup>33</sup> V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013; G. LIPOVAC VRKLJAN et al., 2016; A. KONESTRA et al., 2018; V. GLAVAŠ, 2019; N. KULENOVIĆ, 2019.

<sup>33</sup> V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013; G. LIPOVAC VRKLJAN et al., 2016; A. KONESTRA et al., 2018; V. GLAVAŠ, 2019; N. KULENOVIĆ, 2019.

<sup>34</sup> T. E. AVERY, G. L. BERLIN, 1992, 52-57.

ljinskim istraživanjima: oblik, veličina, obrazac, sjena, ton ili boja, tekstura i asocijacija.<sup>34</sup>

Analizom zračnih fotografija definirani su osnovni indikatori arheoloških lokaliteta koji se pojavljuju u krajoliku dinarskog krša, na području istraživanja: *Boja, Sjena, Vegetacija i Tekstura*. Tipovi lokaliteta koji su definirani na području istraživanja su: Gradina; Gomila, Suhozid, Ograda; Zaselak; Gradina, Utvrda; Terasa; Terasirana ograda; Put; Podjela zemljišta; Rudnik; Utvrda; Lokva; Kamenolom; Vojni položaj. Definirani geomorfološki tipovi na kojima se nalaze arheološki lokaliteti su: Dolina, Padina, Brdo, Jaruga, Ravni teren, Polje, Poluotok, Udolina i Rt. Budući da na većini lokaliteta koji su prisutni na području istraživanja, a poznati su iz ranijih istraživanja nikad nisu provedena arheološka iskopavanja, datiranje je izraženo vrlo okvirno, u širim vremenskim periodima primjenom metode analogije korištenjem topografskih i morfoloških podataka o poznatim arheološkim lokalitetima otkrivenim terenskim pregledima i drugim arheološkim istraživanjima. Lokaliteti su klasificirani prema periodima: prapovijest, antika, srednji vijek, novi vijek (rani/kasni), moderno doba, višeperiodni, nepoznato. Prapovijest čine razdoblja mlađe prapovijesti (brončano i željezno doba), antika uključuje stoljeća 1. – 5., srednji vijek uključuje stoljeća 6. – 15., novi vijek (rani i kasni) uključuje stoljeća 16. – 19., a moderno doba uključuje 20. stoljeće. Primarna baza podataka je nadopunjena s novim parametrima i ukupno 2.664 nova ulazna podatka.

Karakteristike krških krajolika, kao što su nedostatak tla i vegetacija prilagođena takvim uvjetima, rezultirale su specifičnim procesom formiranja arheoloških lokaliteta. Arheološke tvorevine u krškim krajolicima većinom su vidljive kao površinske samostojeće strukture, izgrađene u suhozidnoj tehnici od amorfnog lomljenog vapnenca.<sup>35</sup> Stoga se promjene u

Analysis of aerial photos was used to define the main indicators of archaeological sites that are represented in the Dinaric karst landscape, in the study area: *Color, Shadow, Vegetation and Texture*. Site types that were defined in the study area are: Hillfort, Cairn, Dry Stone Wall, Enclosure; Hamlet; Hillfort, Fort; Terrace; Terraced Enclosure; Path; Land Division; Mine; Fort; Pond; Quarry; Military Emplacement. Defined geomorphological types where archaeological sites were located are: Valley, Slope, Hill, Ravine, Plain, Field, Peninsula, Hollow and Cape. Since archaeological excavations have never been conducted at most sites found in the study area, and they are known from the earlier research, their dating is very broad, to very wide chronological spans, by using the analogy method and topographic and morphological data about poorly known archaeological sites discovered in field surveys and other archaeological research. The sites were classified chronologically: Prehistory, Classical Antiquity, Middle Ages, Modern Period (early/late), Late Modern Period, Multiperiod, Unknown. Prehistory represents periods of later prehistory (Bronze and Iron Ages), Antiquity refers to the 1st to 5th c., Middle Ages refers to the 6th to 15th c., Modern Period (Early and Late) refers to the 16th to 19th c., and the Late Modern Period refers to the 20th century. The primary database was updated with new parameters and the total of 2664 new input data.

Characteristics of karst landscapes such as lack of soil and corresponding vegetation, resulted in a specific process of formation of archaeological sites. Archaeological features in karst landscapes are mostly visible as freestanding surface structures, built in dry stone wall technique of amorphous broken limestone.<sup>35</sup> Therefore changes in karst landscape can be defined also as changes in landscape surface. Of course, this has a strong impact on man-

<sup>34</sup> T. E. AVERY, G. L. BERLIN, 1992, 52–57.

<sup>35</sup> N. KULENOVIĆ, 2019, 267–270; N. KULENOVIĆ OCELIĆ, 2019, 83, 88.

<sup>35</sup> N. KULENOVIĆ, 2019, 267–270; N. KULENOVIĆ OCELIĆ, 2019, 83, 88.



SLIKA 4. A: novovjekovne suhozidne ograde na prapovijesnoj gradini na području Jablanca kod Senja, vidljive kao sjena, tekstura i vegetacija u negativu, B: novovjekovna podjela zemljišta na polju Krupa, Općina Obrovac, vidljiva kao sjena, boja i vegetacija u negativu

FIGURE 4 A: postmedieval dry stone wall enclosures on the prehistoric hillfort in the area of Jablanac near Senj, visible as shadow, texture and vegetation in negative, B: postmedieval land division in the Krupa plain, Obrovac municipality, visible as shadow, colour and vegetation in negative

krškom krajoliku mogu definirati i kao promjene površine krajolika. Naravno, to ima izraziti utjecaj na način vidljivosti lokaliteta te implikacije za primjenu metoda daljinskih istraživanja na području krškog reljefa.

Budući da su u krškom krajoliku većinom prisutne površinske samostojeće strukture, kada sunce obasja strukturu pod kosim kutom, nastaju *sjene* koje su vidljive iz zraka. To omogućuje lako uočavanje razlike između površinskih samostojećih struktura i okolnog krajolika. Zbog toga jasno može biti definiran plan suhozidnih struktura (Sl. 4 A–B). *Sjena* se kao indikator može definirati kao posredni ili proksi indikator samostojeće suhozidne strukture.

Arheološki lokaliteti također su vidljivi kao razlike u *teksturi* što je već prepoznato kao značajno obilježje lokaliteta primjenom Lidar tehnologije na krškom području Slovenije.<sup>36</sup> Taj indikator može se opisati kao različiti stupnjevi hrapavosti. Jače izražena hrapavost površine pojavljuje se na područjima gdje je biljni pokrov skroman i gdje prevladava stjenovita površina. Kao rezultat toga, ističu se suhozidne konstrukcije (Sl. 5). Manja stopa hrapavosti kao tekstura indikativna je kod umjetnih de-

ner of visibility of the sites and implications for use of remote sensing methods in the karst landscape area.

Since freestanding surface structures are dominant in karst landscape, when sunlight falls on a structure at an oblique angle, *shadows* are created that are visible from the air. This enables easy noticing of differences between the freestanding surface structures and the surrounding landscape. Therefore the plan of dry stone wall structures can be clearly defined (Fig. 4A-B.). *Shadow* as an indicator can be defined as an indirect or proxy indicator of a freestanding dry stone wall structure.

Archaeological sites are also visible as differences in *texture* that has already been recognized as an important characteristic of sites by using Lidar technology in the karst area of Slovenia.<sup>36</sup> This indicator can be described as different stages of surface roughness. More distinct roughness appears in regions with modest vegetation cover and dominant rocky surface resulting in easily recognizable dry stone wall constructions (Fig. 5). Less pronounced roughness as texture is indicative of artificial soil deposits present on terraces with dry stone retaining wall or for identification of land di-

<sup>36</sup> D. MLEKUŽ, 2014.

<sup>36</sup> D. MLEKUŽ, 2014.





SLIKA 5. A: prapovijesna gradina Đotluša, Općina Karlobag, vidljiva kao tekstura, B: kasnoantički lokalitet Ploča Kotorova, Općina Obrovac, vidljiv kao tekstura

FIGURE 5 A: prehistoric hillfort Đotluša, Karlobag municipality, visible as texture, B: late antique site of Ploča Kotorova, Obrovac municipality, visible as texture

pozita tla prisutnim na terasama sa suhozidnim podzidom ili za identifikaciju podjele zemljišta u vrtačama i krškim poljima.

Razlika u *boji* se kao indikator uvijek pojavljuje u kombinaciji s drugim indikatorima. *Boja* kao indikator arheoloških lokaliteta uglavnom je prisutna na lokalitetima na kojima vegetacija označava, primjerice, granice suhozidnih struktura (Sl. 6 A–B). To se posebno odnosi na suhozidnu arhitekturu monumentalnih dimenzija čije su dimenzije struktura prepreka rastu vegetacije. Na taj način nastaje izraziti kontrast u bojama, primjerice između sive boje vapnenca suhozidnih struktura i okolne zelene boje vegetacije.

S druge strane, *vegetacija* je također bitna karakteristika koja predstavlja indikator arheoloških lokaliteta u krškim krajolicima. Vegetacija suhozidnu strukturu reprezentira u pozitivu (reprezentira cijeli plan i granice površinske strukture) ili u negativu (reprezentira vanjske ili unutrašnje granice samostojećih struktura na površini) i na taj način ocrtava plan strukture. Jednako kao i *sjena*, ovaj se indikator može opisati kao posredni ili proksi jer su suhozidne strukture, posebno strukture monumentalnih dimenzija, prepreka rastu i širenju vegetacije te time utječu na njihovu prostornu distribuciju. Na taj je način plan suhozidnih struktura posredovan kroz obrasce prostorne distribucije

vision in sinkholes and karst fields.

Difference in *color* as an indicator is regularly accompanied by other indicators. *Color* as indicator of archaeological sites is usually present at sites where vegetation marks, for instance, boundaries of dry stone wall structure (Fig. 6A-B). This refers in particular to monumental dry stone wall structures whose dimensions represent an obstacle to vegetation growth. Thus distinct contrast in colors is created, for example between grey color of limestone that constitutes dry stone wall structures and the surrounding green color of vegetation.

On the other hand, *vegetation* is another important characteristic that represents an indicator of archaeological sites in karst landscapes. Vegetation represents dry stone wall structure in positive (represents the entire plan and boundaries of the surface structure) delineating in that way the plan of the structure. Just like *shadow*, this indicator can be described as indirect or proxy since dry stone wall structures, in particular structures of monumental dimensions, represent an obstacle to growth and spreading of vegetation thus affecting its spatial distribution. In that way plan of dry stone wall structures is outlined by patterns of spatial distribution of vegetation (Fig. 7A-B, Fig. 8A-B).

Primary analysis of 3706 oblique photos re-





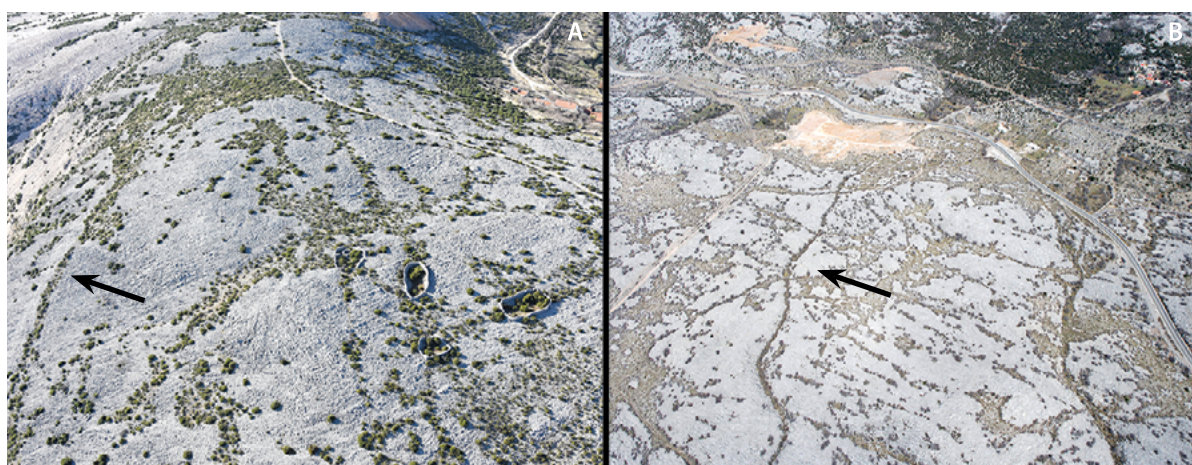
SLIKA 6. A: višeperiodna gradina Gradina u Modriču, Općina Starigrad, vidljiva kao boja i tekstura, B: novovjekovne ograde Zidine, Grad Senj, vidljive kao boja i tekstura

FIGURE 6 A: multiperiod hillfort Gradina in Modrič, Starigrad municipality, visible as color and texture, B: postmedieval enclosures Zidine, city of Senj, visible as color and texture

vegetacije (Sl. 7 A–B, Sl. 8 A–B).

Primarnom analizom 3.706 kosih zračnih fotografija izdvojeno je 333 lokaliteta koji čine uzorak za statističku analizu. Provedene su različite statističke analize po različitim parametrima podataka. Prva analiza koja je provedena je frekvencija definiranih indikatora za otkrivanje arheoloških lokaliteta na području istraživanja dinarskog krša. Kao što je prikazano u Tablici 1, najčešći indikator lokaliteta u krškom krajoliku jest *tekstura* nakon koje slijede *boja*, *vegetacija* i *sjena*. Međutim, ovi se indikatori rijetko pojavljuju samostalno što je vidljivo iz frekvencije svakog pojedinog indi-

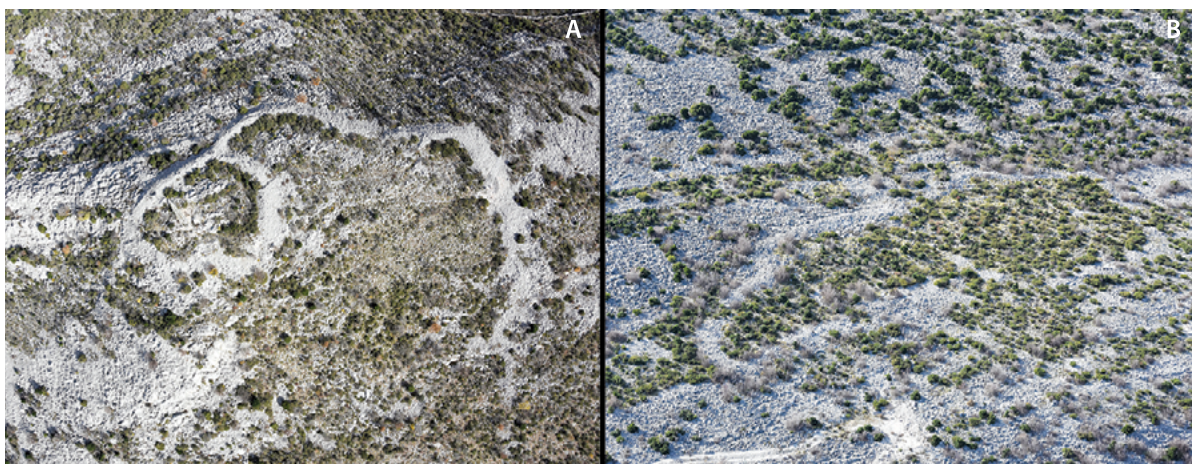
sulted in identifying 333 sites that constituted a sample for statistical analysis. Various statistical analysis were conducted on the basis of various data parameters. The first analysis that was conducted is frequency of defined indicators for discovering archaeological sites in the Dinaric karst study area. As presented in Table 1, the most frequent indicator in karst landscape is *texture* followed by *color*, *vegetation* and *shadow*. However these indicators rarely appear together as visible from the frequency of each individual indicator in relation to the total number of defined archaeological sites. Therefore statistical analysis was conducted



SLIKA 7. A: novovjekovni put, Kosa, Općina Jasenice, vidljiv kao vegetacija i boja, B: novovjekovni put, Šikić glavica, Općina Karlobag, vidljiv kao vegetacija u pozitivu i boja

FIGURE 7 A: postmedieval path, Kosa, Jasenice municipality, visible as vegetation and color, B: postmedieval path, Šikić glavica, Karlobag municipality, visible as vegetation in positive and color





SLIKA 8. A: *prapovijesna gradina Gradina, Modrič, Općina Starigrad, vidljiva kao vegetacija, sjena, boja i tekstura*, B: *prapovijesna gradina Patkin kuk, Općina Jasenice, vidljiva kao vegetacija u pozitivu, boja i tekstura*  
 FIGURE 8 A: *prehistoric hillfort Gradina, Modrič, Starigrad municipality, visible as vegetation, shadow, color and texture*, B: *prehistoric hillfort Patkin Kuk, Jasenice municipality, visible as vegetation in positive, color and texture*

katora u odnosu na ukupan broj definiranih arheoloških lokaliteta. Iz tog razloga je provedena statistička analiza u svrhu utvrđivanja frekvencije kombinacija indikatora.

Kombinacije indikatora su brojne, a kao statistički značajne za daljnju analizu su odabrane i predstavljene one kombinacije koje se pojavljuju u devet i više slučajeva. Razmatranjem kombinacija indikatora koji su prisutni u devet i više slučajeva je uzorak od 333 lokaliteta sveden na 316 lokaliteta. Tablica 2. predstavlja rezultate statističke analize mjerenja frekvencija kombinacija indikatora arheoloških lokaliteta. Kombinacija indikatora arheoloških lokaliteta *vegetacija/tekstural bojal/sjena* najviše je zastupljena u uzorku, a nakon nje slijedi kombinacija *vegetacija/boja* te *tekstural/sjena*. Od ukupno osam najčešćih kombinacija, samo tri isključuju vegetaciju: kombinacije *tekstural bojal/sjena*, *tekstural boja* i *tekstural/sjena*, a četiri isključuju boju: *tekstural/sjena*, *vegetacija/tekstural*, *vegetacija/tekstural/sjena* i *tekstural*.

Frekvencija indikatora prema tipu lokaliteta pokazuje da su najčešće kombinacije (*ve-*

with the aim of determining the frequency of indicator combinations.

There is a number of combinations of indicators, and only combinations represented in 9 or more cases were selected as statistically significant for further analysis and presented. After considering combinations of indicators present in 9 or more cases, the sample of 333 sites was reduced to 316 sites. Table 2 presents the results of the statistical analysis of measuring frequencies of combinations of indicators of archaeological sites. Combination of indicators of archaeological sites *vegetation/texture/color/shadow* is dominant in the sample, followed by the combination *vegetation/color* and *texture/shadow*. Out of 8 most frequent combinations, only three do not include vegetation: combinations *texture/color/shadow*, *texture/color* and *texture/shadow*, and four do not include color: *texture/shadow*, *vegetation/texture*, *vegetation/texture/shadow* and *texture*.

Frequency of indicators by site type suggests that the most common combinations (*vegetation/texture/color/shadow*) are closely related

TABLICA 1. *Frekvencija indikatora vidljivosti na uzorku od 333 arheološka lokaliteta*  
 TABLE 1 *Frequency of visibility indicators on the sample of 333 archaeological sites*

| INDIKATORI VIDLJIVOSTI / VISIBILITY INDICATORS |                    |              |                |
|--|--------------------|--------------|----------------|
| Vegetacija / Vegetation                        | Tekstura / Texture | Boja / Color | Sjena / Shadow |
| 240  | 316                | 256          | 214            |

| Kombinacija indikatora vidljivosti<br>Combination of visibility indicators | Ukupno<br>Total |
|--|-----------------|
| T  | 9               |
| V/T/S  | 11              |
| V/T  | 15              |
| T/B  | 27              |
| T/B/S  | 27              |
| T/S  | 28              |
| V/T/B  | 60              |
| V/T/B/S  | 139             |
| <b>Ukupno / Total</b>  | <b>316</b>      |

**TABLICA 2.** Frekvencija kombinacija indikatora vidljivosti na reduciranom uzorku od 316 arheoloških lokaliteta (T-tekstura, S-sjena, B-boja, V-Vegetacija)

**TABLE 2** Frequency of combinations of visibility indicators on the reduced sample of 316 archaeological sites (T-texture, S-shadow, B-color, V-vegetation)

getacijal/tekstural/bojal/sjena) usko povezane s najčešćim tipom lokaliteta kao što su: ograda, podjela zemljišta i zaselak. Ograde su najzastupljeniji tip lokaliteta (35,7%) na području istraživanja te predstavljaju najčešću suhozidnu arhitekturu različitih funkcija (ograđene vrtače, ograđeni pašnjaci, ograđeni gajevi itd.).

with the most frequent site type such as: enclosure, land division and hamlet. Enclosures are best represented site type (35.7%) in the study area, as the most common dry stone wall structures with various functions (enclosed sinkholes, enclosed pastures, enclosed groves etc.). Therefore it is not surprising that this site

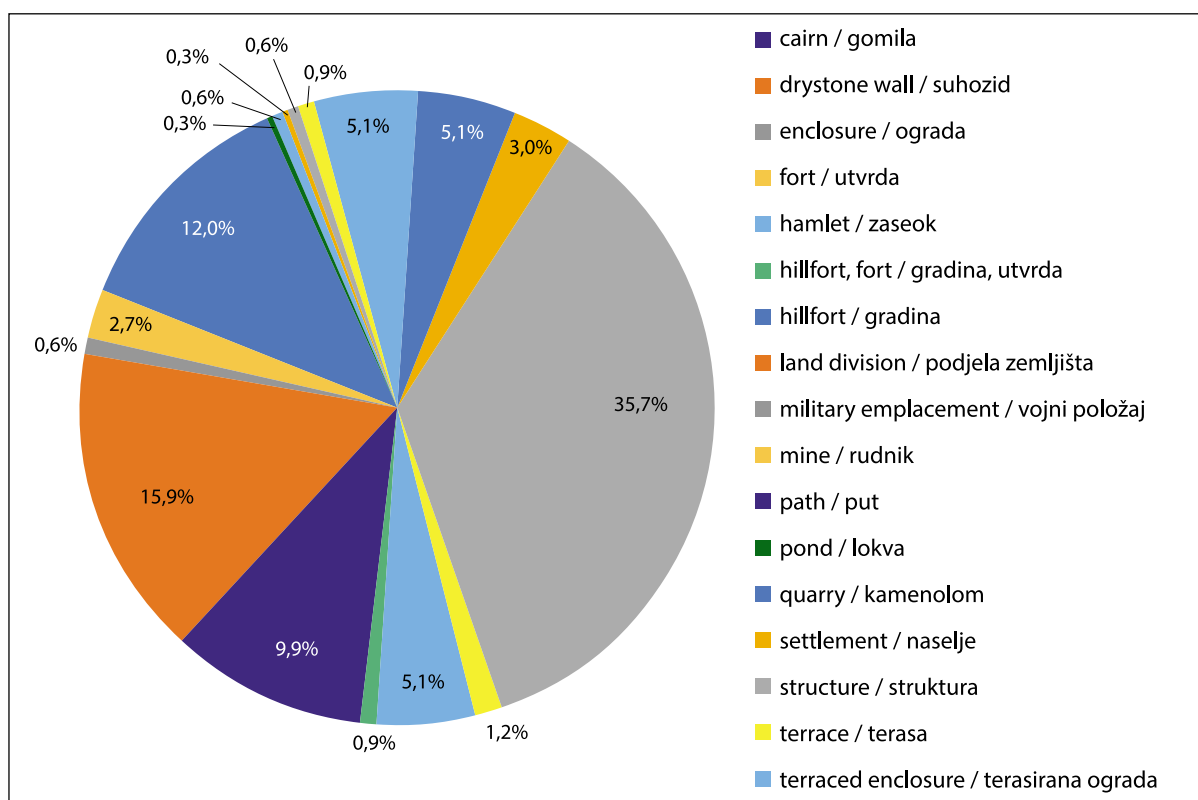
**TABLICA 3.** Frekvencija kombinacija indikatora u odnosu na tip lokaliteta na reduciranom uzorku od 316 arheoloških lokaliteta (T-tekstura, S-Sjena, B-boja, V-vegetacija)

**TABLE 3** Frequency of combinations of visibility indicators in relation to the site type on the reduced sample of 316 archaeological sites (T-texture, S-shadow, B-color, V-vegetation)

| Tip lokaliteta / Site type             | Broj kombinacija indikatora vidljivosti<br>Number of combinations of visibility indicators |           |           |           |           |           |           |            |
|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|  | T  | T/S       | T/B       | T/B/S     | V/T       | V/T/S     | V/T/B     | V/T/B/S    |
| Gomila / Cairn                         | 1  | 1         | 3         |           |           |           | 10        | 2          |
| Suhozid / Dry stone wall               |  | 6         | 1         |           |           | 1         |           | 2          |
| Ograda / Enclosure                     | 2  | 11        | 3         | 11        | 4         | 2         | 12        | 71         |
| Utvrda / Fort                          |  | 2         | 1         |           | 1         |           |           |            |
| Zaselak / Hamlet                       |  |           | 2         | 3         |           | 1         | 2         | 8          |
| Gradina / Hillfort                     | 3  | 3         |           |           | 5         | 3         | 13        | 5          |
| Gradina, Utvrda / Hillfort, Fort       |  |           |           |           |           | 1         |           | 2          |
| Podjela zemljišta / Land division      |  | 1         | 3         | 4         | 1         | 2         | 8         | 32         |
| Vojni položaj / Military emplacement   |  | 2         |           |           |           |           |           |            |
| Rudnik / Mine                          |  |           |           | 7         |           |           |           | 2          |
| Put / Path                             | 3  | 1         | 11        |           | 4         | 1         | 10        | 1          |
| Lokva / Pond                           |  |           |           |           |           |           | 1         |            |
| Kamenolom / Quarry                     |  |           | 2         |           |           |           |           |            |
| Naselje / Settlement                   |  |           |           | 1         |           |           |           |            |
| Struktura / Structure                  |  |           |           |           |           |           | 1         | 1          |
| Terasa / Terrace                       |  |           | 1         | 1         |           |           |           | 1          |
| Terasirana ograda / Terraced enclosure |  | 1         |           |           |           |           | 3         | 12         |
| <b>Ukupno / Total</b>                  | <b>9</b>   | <b>28</b> | <b>27</b> | <b>27</b> | <b>15</b> | <b>11</b> | <b>60</b> | <b>139</b> |
| <b>UKUPNO / TOTAL</b>                  |  |           |           |           |           |           |           | <b>316</b> |

Stoga nije iznenađujuće da je taj tip lokaliteta vidljiv kroz sve kombinacije indikatora kao i podjela zemljišta (15,9%). Značajno zastupljeni tipovi lokaliteta pripadaju mlađoj prapovijesti (gradine 10% i gomile 5,1%). Iako je većinom riječ o monumentalnoj suhozidnoj arhitekturi, suprotno očekivanjima, *sjena* nije značajno zastupljena kao indikator vidljivosti tih tipova lokaliteta. To se može objasniti lošom ili slabijom sačuvanošću visine struktura (Tablica 3, Graf 1) te također objasniti niže frekvencije sjena kao proksi indikatora tih tipova lokaliteta. Takvo objašnjenje vrijedi dakako za naš uzorak. Naime, monumentalnost gradinskih lokaliteta može biti izražena na nekoliko načina. Veličina objekta ili površina koju ograda suhozidna arhitektura je jedan od načina. Osobine suhozidne arhitekture kao što su širina i visina urušenja su drugi oblik monumentalnosti. Gradine s iznimno visokim strukturama što je razvidno iz visine urušenih suhozidnih struktura su na području istraživa-

type is visible in all combinations of indicators as well as land division (15.9%). Significantly represented site types belong to later prehistory (hillforts 10% and cairns 5.1%). Although it is mostly monumental dry stone wall architecture, contrary to expectations, *shadow* is not significantly represented as a visibility indicator of these site types. This can be explained by poor or insufficient preservation of the structures' height (Table 3, Chart 1) which can also explain lower frequency of shadows as proxy indicators of these types of sites. Such explanation is valid for our example. Namely, monumentality of the hillfort sites can be expressed in several ways. Size of the structure or area enclosed by dry stone wall is one of the ways. Characteristics of the dry stone wall architecture such as width and height of the collapsed segments are another form of monumentality. The study area yielded only few hillforts with exceptionally high structures which is evident from the height of collapsed



**GRAF 1.** Zastupljenost tipova lokaliteta dokumentiranih zračnim istraživanjem na ukupnom uzorku od 333 arheološka lokaliteta

**CHART 1** Presence of site types documented in aerial survey on the total sample of 333 archaeological sites

nja rijetke.

Kombinacije indikatora koje isključuju vegetaciju su *tekstural/sjena*, *tekstural/boja* i *tekstural/boja/sjena*. Strukture kod kojih nedostaje vegetacija kao indikator većinom potječu iz modernog doba te su povezane isključivo s pojedinim tipovima lokaliteta kao što su putovi, podjele zemljišta, granični zidovi, vojni položaji, kamenolom i rudnik.

Analiza frekvencije kombinacija indikatora prema razdoblju, odnosno, dataciji (Tablica 4) prikazuje sličnu tendenciju kao i rezultati analize frekvencije kombinacije karakteristika površine prema tipu strukture. Najčešći tip struktura, kao što su ograda, podjela zemljišta, zaselak i sl. izrazito su povezani s najzastupljenijim kombinacijama indikatora, a riječ je o lokalitetima datiranim u rani/kasni novi vijek. Lokaliteti datirani u novi vijek u uzorku su zastupljeni sa 76%. Iste je moguće detektirati kroz sve kombinacije indikatora. Iako se frekvencije indikatora za prapovijest i rani/kasni novi vijek većinom preklapaju, ipak se mogu identificirati različite tendencije ovisno o razdoblju (Tablica 4, Graf 2). *Sjena* kao indikator vidljivosti manje je prisutna kod prapovijesne arhitekture, dok su strukture iz modernog doba vidljive kroz najmanje indikatora.

Usporedba lokaliteta prema dataciji u od-

dry stone wall structures.

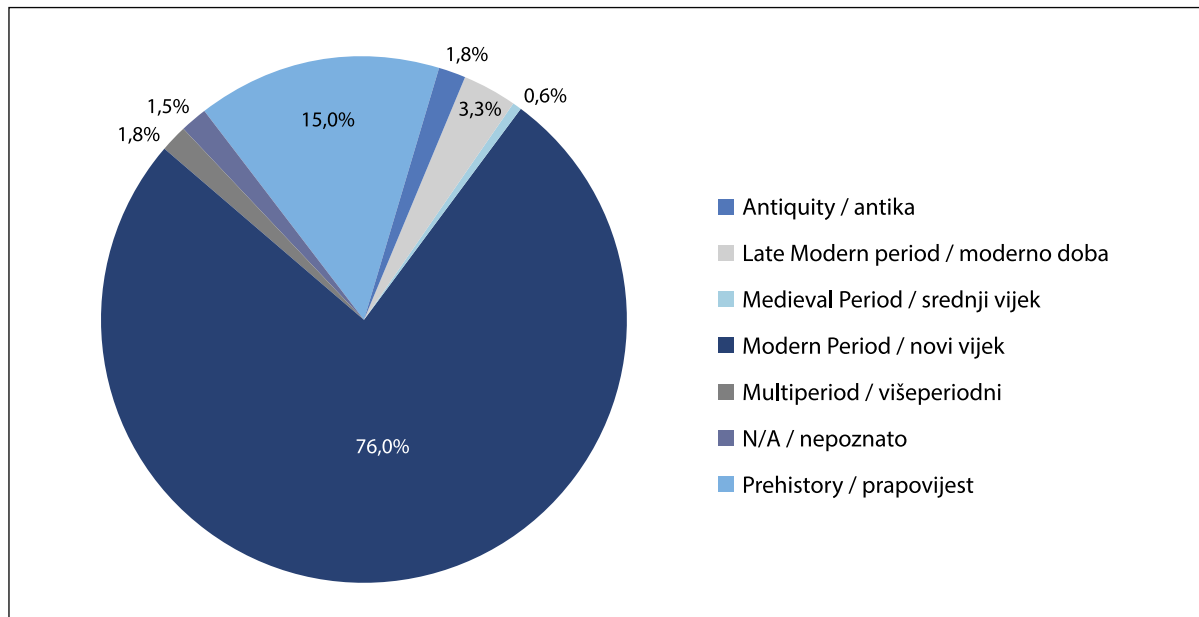
Combinations of indicators that include vegetation are *texture/shadow*, *texture/color* and *texture/color/shadow*. Structures that lack vegetation as indicator, mostly originate from the late modern period and they are related only to certain types of sites such as paths, land divisions, boundary walls, quarry and mine.

Analysis of frequency of combinations of indicators in relation to period, that is dating (Table 4), presents similar tendency as the results of the analysis of frequency of combinations of surface characteristics by structure type. The most common type of structures, such as enclosures, land divisions, hamlets etc., are in strong correlation with the best represented combinations of indicators, and these are sites dated to the early/late modern period. Sites dated to the modern period are represented with 76% in the sample, and they can be detected by all combinations of indicators. Although frequencies of indicators for prehistory and early/late modern period mostly overlap, still various tendencies can be identified depending on the period (Table 4, Chart 2). *Shadow* as a visibility indicator is not as common on prehistoric architecture while there are least indicators for the structures from the modern period.

**TABLICA 4.** Frekvencija kombinacija indikatora u odnosu na dataciju na reduciranom uzorku od 316 arheoloških lokaliteta (T-tekstura, S-sjena, B-boja, V-vegetacija)

**TABLE 4** Frequency of combinations of indicators in relation to dating on the reduced sample of 316 archaeological sites (T-texture, S-shadow, B-color, V-vegetation)

| Razdoblje / Period                | Broj kombinacija indikatora vidljivosti / Number of combinations of visibility indicators |     |     |       |     |       |       |         |
|-----------------------------------|---|-----|-----|-------|-----|-------|-------|---------|
|                                   | T   | T/S | T/B | T/B/S | V/T | V/T/S | V/T/B | V/T/B/S |
| Prapovijest / Prehistory          | 4   | 5   | 3   |       | 6   | 2     | 22    | 8       |
| Antika / Classical Antiquity      |   | 2   | 1   | 1     |     | 1     |       | 1       |
| Srednji vijek / Middle Ages       |   | 1   |     |       |     | 1     |       |         |
| Novi vijek / Modern Period        | 5   | 18  | 22  | 19    | 6   | 5     | 36    | 126     |
| Moderno doba / Late Modern Period |   | 2   |     | 7     |     |       |       | 2       |
| Višeperiodni / Multiperiod        |   |     |     |       |     | 2     | 1     | 2       |
| Nepoznato / Unknown               |   |     | 1   |       | 3   |       | 1     |         |
| Ukupno / Total                    | 9   | 28  | 27  | 27    | 15  | 11    | 60    | 139     |
| UKUPNO / TOTAL                    |   |     |     |       |     |       |       | 316     |



GRAF 2. Omjer lokaliteta dokumentiranih kroz zračno istraživanje u odnosu na dataciju na uzorku od 333 arheološka lokaliteta

CHART 2 Share of the sites documented in the aerial survey with regard to dating on the sample of 333 archaeological sites

nosu na geomorfološke oblike na uzorku od 333 arheološka lokaliteta (Tablica 5) pokazuje da su svi geomorfološki tipovi inhabitirani tijekom ranog/kasnog novog vijeka. Sljedeće

Comparison of the sites by dating in relation to geomorphological forms on the sample of 333 archaeological sites (Table 5) suggests that all geomorphological types were inhabited in

TABLICA 5. Inhabitacija krških geomorfoloških tipova prema periodu na uzorku od 333 arheološka lokaliteta  
TABLE 5 Inhabitation of karst geomorphological types by period on the sample of 333 archaeological sites

| Geomorfološki tipovi / Geomorphological types |                   |                     |                 |             |                           |              |                      |           |                |
|---|-------------------|---------------------|-----------------|-------------|---------------------------|--------------|----------------------|-----------|----------------|
| Period / Period                               | Vrtača / Sinkhole | Ravan teren / Plain | Jaruga / Ravine | Brdo / Hill | Krško polje / Karst field | Uvala / Cove | Poluotok / Peninsula | Rt / Cape | Padina / Slope |
| Prapovijest / Prehistory                      |                   | 10                  |                 | 29          |                           |              | 2                    | 3         | 6              |
| Antika / Classical Antiquity                  |                   | 1                   |                 | 2           |                           |              | 1                    | 2         | 1              |
| Srednji vijek / Middle Ages                   |                   |                     |                 | 2           |                           |              |                      |           |                |
| Novi vijek / Modern Period                    | 78                | 27                  | 10              | 22          | 2                         | 1            | 1                    | 1         | 111            |
| Moderno doba / Late Modern Period             | 1                 | 6                   |                 | 3           |                           |              |                      |           | 1              |
| Višeperiodni / Multiperiod                    |                   |                     |                 | 5           |                           |              | 1                    |           |                |
| Nepoznato / Unknown                           | 1                 | 1                   |                 | 2           |                           |              |                      |           | 1              |
| Ukupno / Total                                | 80                | 45                  | 10              | 65          | 2                         | 1            | 5                    | 5         | 120            |
| UKUPNO / TOTAL                                |                   |                     |                 |             |                           |              |                      |           | 333            |

najzastupljenije razdoblje je prapovijest. Međutim, za sada iz razdoblja prapovijesti nema dokaza inhabitacije onih geomorfoloških tipova koji sadrže tlo (vrtače, jaruge, krško polje i krška uvala), odnosno, nije ih moguće utvrditi metodama daljinskih istraživanja, u ovom slučaju zračne arheologije.

## RASPRAVA

Istraživanje koje je provedeno primjenom metode zračne arheologije rezultiralo je definiranjem i predstavljanjem indikatora za prepoznavanje arheoloških lokaliteta u krajoliku reljefa dinarskog krša. Istraženih 550 km<sup>2</sup> predstavlja dovoljno velik uzorak krajolika dinarskog krša da se rezultati mogu smatrati reprezentativnima. To se prvenstveno odnosi na definirane indikatore za prepoznavanje lokaliteta općenito te na kombinacije indikatora prema razdobljima i tipovima lokaliteta koje su rezultat statističkih analiza. Iako će se u budućnosti otkriti lokaliteti s podpovršinskim kontekstom zbog same činjenice da u fenomene krškog reljefa spadaju i geomorfološki tipovi sa sedimentom, smatramo da će njihov udio biti nizak, sukladno njihovoj niskoj zastupljenosti u reljefu prema brojnosti i površini koju zauzimaju. Stoga, rezultati ovog istraživanja prvenstveno su praktične prirode te mogu poslužiti kao osnova i poticaj za daljnja istraživanja krškog krajolika metodom zračne arheologije. To se odnosi na poticaj za rasprave u brojnim znanstvenim aspektima kao što su metodološki, konceptualni, teorijski i slično. Međutim, dio rezultata statističkih analiza kao što su zastupljenost tipova lokaliteta, omjer lokaliteta prema razdoblju te inhabitacija krajolika prezentirani prema tipovima morfostruktura na kojima su lokaliteti iz različitih perioda smješteni mogu činiti podlogu za raspravu kada je istraživani ili sadašnji kulturni krajolik, tj. krajolik kojega smo baštinili nastao te kada je formiran.

Frekvencija indikatora prema dataciji i tipu

the early/late modern period. The following period with regard to the number of sites is prehistory. However, so far there is no evidence of inhabitation of the geomorphological types that contain soil (sinkholes, ravines, karst field and karst cove) dating to prehistory, that is they could not be detected by remote sensing methods, in this case aerial archaeology.

## DISCUSSION

The research that has been conducted by using the aerial archaeology method resulted in defining and presenting indicators for recognizing archaeological sites in the landscape of Dinaric karst landscape. The explored area of 550 km<sup>2</sup> represents a sample of Dinaric karst that is large enough for the results to be considered representative. This refers primarily to defined indicators for recognizing sites in general and combinations of indicators by period and site type that are the result of statistical analyses. Although sites with subsurface context will be discovered in future already because of the fact that karst relief phenomena encompass geomorphological types with sediment, we believe that their share will be low, in accordance with their paucity in relief concerning the number and the area they cover. Therefore the results of this research are primarily practical and they can be used as a basis and impetus for further research of the karst landscape by the aerial archaeology method. This refers to impetus for discussions in many scientific aspects such as methodological, conceptual, theoretical etc. However some of the results of statistical analyses such as the share of the site types, the number of sites per period and inhabitation of the landscape presented after types of morphostructures in which sites from various periods are situated, might be a base for discussion about when the explored or current cultural landscape, that we have inherited, came into being.

Frequency of indicators by dating and site





**SLIKA 9.** A: prapovijesna gradina Gradina, Jankovića buk, Muškovci, Općina Obrovac, vidljiva kao vegetacija, tekstura i boja, B: prapovijesna gradina Gradina, Muškovci, Općina Obrovac, vidljiva kao boja, sjena, tekstura i vegetacija

**FIGURE 9** A: prehistoric hillfort Gradina, Jankovića buk, Muškovci, Obrovac municipality, visible as vegetation, texture and color; B: prehistoric hillfort Gradina, Muškovci, Obrovac municipality, visible as color, shadow, texture and vegetation

lokaliteta ukazuje da su sve kombinacije indikatora povezane s ranim/kasnim novim vijekom. Taj period predstavlja 76% svih detektiranih lokaliteta u krajoliku. Drugi najbolje zastupljen period je mlađa prapovijest koju predstavlja monumentalna suhozidna arhitektura s udjelom od 15% svih detektiranih struktura u krajoliku. Rezultati, dakle, ukazuju da su se najznačajnije promjene koje su imale presudni utjecaj na krajolik odvile

type suggests that all combinations of indicators were associated with the early/late modern period. This period represents 76% of all sites detected in the landscape. The second period in terms of number of the sites is later prehistory represented by monumental dry stone wall architecture with the share of 15% of all structures detected in the landscape. Thus the results indicate that the most significant changes that crucially influenced landscape



**SLIKA 10.** A: prapovijesna gradina Prezida, Golubić, Općina Obrovac, vidljiva kao vegetacija unutar i izvan strukture, tekstura i boja, B: prapovijesna ograda i grobni humak u Ravnom Golubiću, Općina Obrovac, vidljiva kao vegetacija unutar i izvan strukture, tekstura i boja

**FIGURE 10** A: prehistoric hillfort Prezida, Golubić, Obrovac municipality, visible as vegetation inside and outside the structure, texture and color, B: prehistoric enclosure and grave mound in Ravni Golubiću, Obrovac municipality, visible as vegetation inside and outside the structure, texture and color

tijekom ranog/kasnog novog vijeka. Drugi najznačajniji utjecaj na krajolik potječe iz mlađe prapovijesti. Tu tvrdnju podupiru i ranija istraživanja dinamike naseljavanja na ovom području.<sup>37</sup> Vrijeme rimske uprave je najslabije zastupljeno.<sup>38</sup> Jedini tip lokaliteta koji je vidljiv iz zraka na području istraživanja su granični zidovi. Osnovni razlog za slabu zastupljenost lokaliteta iz perioda antike na području istraživanja je promjena obrazaca naseljavanja u odnosu na prapovijesno razdoblje koje je tijekom antike koncentrirano u urbanim centrima uz obalu Jadranskog mora. Naselja iz vremena rimske uprave u pravilu su smještena većinom uz uvale s poljoprivrednim zemljištem u blizini. Većina tih pozicija je naseljena i danas te kao takva nije prikladna za daljinska istraživanja.

Analiza povezanosti lokaliteta prema dataciji u odnosu na geomorfološki tip sugerira da su svi geomorfološki tipovi inhabitirani tijekom ranog/kasnog novog vijeka. Nakon toga slijedi period mlađe prapovijesti u kojem su gotovo svi geomorfološki tipovi inhabitirani osim onih koji sadrže sediment. Međutim, dosadašnja arheološka iskopavanja vrtača provedena izvan područja istraživanja, ali provedena u Hrvatskoj i Sloveniji, pokazala su postojanje kompleksne stratigrafije s kulturnim slojevima s pokretnim nalazima. Najraniji slojevi i nalazi datirani su u period mlađe prapovijesti i istovremeni su monumentalnoj arhitekturi gradina na regionalnoj razini. Kontekst tih nalaza i slojeva nejasan je u odnosu na obrazac naseljavanja krajolika u tom periodu.<sup>39</sup> Naime, pedološke analize sastava kulturnih slojeva koji datiraju iz mlađe prapovijesti pokazale su da su oni rezultat eolskih procesa, a interpretirani su na način da su povezani i da se odražavaju u aktivnostima u širem krajoliku, izvan samih vrtača.<sup>40</sup> Međutim, tipični

happened during the early/late modern period. The second most important influence on landscape dates to later prehistory. This claim is supported by the earlier research of the settlement dynamics in this region.<sup>37</sup> Traces dating to the Roman period are least represented.<sup>38</sup> The only site type that is visible from the air in the study area are boundary walls. The main reason for a small number of sites dating to classical antiquity in the study area is change in settlement patterns in relation to prehistoric period, that were concentrated in the urban centers along the coast of the Adriatic Sea in antiquity. Settlements dating to the Roman period were usually located near coves with farmland in the vicinity. Most of these positions are still settled, and as such inappropriate for further remote sensing research.

Analysis of association of the sites with regard to dating in relation to geomorphological type suggests that all geomorphological types were inhabited in the early/late modern period. Later prehistory period follows in which almost all geomorphological types were inhabited except for the ones containing sediment. However previous archaeological excavations of sinkholes carried out in Croatia and Slovenia but outside the study area, have shown the presence of complex stratigraphy with cultural layers containing small finds. The earliest layers and finds are dated to the later prehistory period and are coeval with the monumental architecture at the regional level. Context of these finds and layers is unclear in relation to the settlement pattern in that period.<sup>39</sup> Namely, pedological analyses of the composition of cultural layers dating to later prehistory have shown to be the result of aeolian processes, and they were interpreted through associations and reflections of activities in the wider landscape, outside the sinkholes.<sup>40</sup> How-

<sup>37</sup> V. GLAVAŠ, 2019; N. KULENOVIĆ OCELIĆ, 2019.

<sup>38</sup> M. DUBOLNIĆ, 2007; V. GLAVAŠ, M. GLAVIČIĆ, 2017, 123-126; V. GLAVAŠ, 2019, 74-76; N. KULENOVIĆ, 2019, 274-276.

<sup>39</sup> A. BAVDEK, 2003, 285-287; Š. VULIĆ, A. IVIŠIĆ, 2007, 545-547; B. OLUJIĆ, 2008, 556-560.

<sup>40</sup> T. FABEC, 2016, 179-180.

<sup>37</sup> V. GLAVAŠ, 2019; N. KULENOVIĆ OCELIĆ, 2019.

<sup>38</sup> M. DUBOLNIĆ, 2007; V. GLAVAŠ, M. GLAVIČIĆ, 2017, 123-126; V. GLAVAŠ, 2019, 74-76; N. KULENOVIĆ, 2019, 274-276.

<sup>39</sup> A. BAVDEK, 2003, 285-287; Š. VULIĆ, A. IVIŠIĆ, 2007, 545-547; B. OLUJIĆ, 2008, 556-560.

<sup>40</sup> T. FABEC 2016, 179-180.



ili konvencionalni indikatori vidljivosti kao što su *tragovi u tlu* ili *tragovi u usjevima* koji bi reprezentirali potpovršinski kontekst na području krških polja i vrtača nisu otkriveni istraživanjem koje se objavljuje u ovom radu. Iako je evidentno da takvi lokaliteti postoje, smatramo da udjel prapovijesnog razdoblja u oblikovanju današnjeg krajolika neće značajno porasti. Istraživanjima na područjima kao što su vrtače, polja, krške udoline i neke jaruge, dokumentirane su podjele zemljišta iz ranog/kasnog novog vijeka. To bi potvrdilo tvrdnje iz ranijih istraživanja da je sadašnji krški kulturni krajolik dominantno formiran kao poljoprivredno-stočarski krajolik u novom vijeku, s naglaskom na kasni novi vijek.<sup>41</sup>

Karakteristike fizičkog krajolika su na dijelovima područja istraživanja takve da određene arheološke lokalitete gotovo i nije moguće razlikovati od njihovog okolnog područja. Na primjer, razlika između okršenog područja i suhozidne ograde je vrlo slaba u ekstremnom karstificiranom području. Postoji nekoliko primjera lokaliteta koji su otkriveni terenskim pregledom, a koji nisu vidljivi iz zraka. To se ponajprije odnosi na lokalitete kao što su određeni tipovi naselja i zaselaka iz srednjeg vijeka i ranog/kasnog novog vijeka.<sup>42</sup> Brojni lokaliteti koji su datirani u prapovijesni period također pripadaju ovoj kategoriji, kao što su monumentalna suhozidna arhitektura koja nije vidljiva iz zraka.<sup>43</sup> Stoga, potrebno je naglasiti da je na području istraživanja prisutno mnogo više lokaliteta nego što je ih je dokumentirano i otkriveno metodom zračne arheologije. To se odnosi na slabije sačuvane lokalitete te one smještene na izrazito karstificiranim područjima te područjima sa sedimentom kao što su vrtače i krška polja. Takve lokalitete je moguće otkriti metodom terenskog pregleda, posebice lokalitete sa sedimentom (vrtače, krška polja) gdje je indikator lokaliteta distribucija pokret-

ever, typical or conventional indicators of visibility such as *soil marks* or *crop marks* that might represent subsurface context in the area of karst fields and sinkholes have not been discovered in the research published in this paper. Although it is evident that such sites exist, in our opinion the share of prehistoric period in forming current landscape will not increase significantly. Research in the areas such as sinkholes, fields, karst valleys and some ravines, offered evidence of land division dating to the early/late modern period. This would confirm claims from the earlier research that present-day cultural karst landscape was dominantly formed as farming and herding landscape in the modern period, with emphasis on the late modern period.<sup>41</sup>

Characteristics of the physical landscape in the parts of the study area are such that certain archaeological sites can hardly be distinguished from the surrounding area. For instance, difference between karstified area and dry stone wall enclosure is slight in extremely karstified area. There are several examples of sites discovered in the field survey, that were not visible from the air. This primarily refers to the sites such as certain types of settlements and hamlets dating to the Middle Ages and early/late modern period.<sup>42</sup> Many sites that were dated to prehistoric period also belong to this category such as monumental dry stone wall architecture that is not visible from the air.<sup>43</sup> Therefore, we need to emphasize that there are many more sites in the study area than documented and discovered by using the aerial archaeology method. This refers to poorly preserved sites and the ones located in extremely karstified regions, as well as in the areas with sediment such as sinkholes and karst fields. Such fields can be discovered by using the method of field survey, particularly the sites with sediment (sinkholes, karst fields) where indicator of the site

<sup>41</sup> T. FABEC, 2016, 179–180.

<sup>42</sup> N. KULENOVIĆ, 2019, 276–282.

<sup>43</sup> M. GLAVIČIĆ, 1993, 101–102; V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013, 23.

<sup>41</sup> T. FABEC, 2016, 179–180.

<sup>42</sup> N. KULENOVIĆ, 2019, 276–282.

<sup>43</sup> M. GLAVIČIĆ, 1993, 101–102; V. GLAVAŠ, R. PALMER, 2013, 23.

nih površinskih nalaza koji reprezentiraju potpovršinski kontekst.

## ZAKLJUČAK

Specifične karakteristike krškog reljefa kao što su vapnenačka osnova, razvijeni krški reljef, nedostatak tla i vode, submediteranska klima i vegetacija koja je prilagođena aridnim i semiaridnim uvjetima, ključne su u konstituiranju specifičnog kulturnog krajolika. Te karakteristike reflektiraju se većinom u nedostatku potpovršinskog konteksta arheoloških lokaliteta. Različite arheološke strukture koje su stvarane tijekom povijesti u krškim krajolicima sačuvane su većinom kao površinske samostojeće strukture izgrađene u suhozidnoj tehnici od amornog lomljenog vapnenca. Samostojeće strukture u krškom krajoliku ne rezultiraju indikatorima vidljivosti kao što su *tragovi u usjevima* ili *tragovi u tlu* koje reprezentiraju potpovršinski kontekst, što je karakteristično za kontinentalna područja.

Indikatori arheoloških lokaliteta u krškom krajoliku definirani su kroz arheološko istraživanje primjenom metode zračne arheologije na području Velebita, dijela sjevernodalmatinske zaravni i Obrovačke zaravni te analizi kosih zračnih fotografija. Arheološki lokalitet koji su dokumentirani na zračnim fotografijama manifestirani su kao različiti indikatori vidljivosti lokaliteta kao što su: *sjena*, *tekstura*, *boja* i *vegetacija*. Navedeni indikatori rijetko se pojavljuju samostalno, već se pojavljuju u različitim kombinacijama što ovisi o tipu lokaliteta, periodu i geomorfološkom tipu koji je inhabitiran. *Tragovi vidljivosti* u konvencionalne smislu metode zračne arheologije ovise o nekoliko čimbenika kao što su tip usjeva ili tip oranja. Konvencionalni tragovi vidljivosti koji su uglavnom posredni ili proksi indikatori koji reprezentiraju potpovršinski kontekst (karakteristični za kontinentalnu klimu i kontinentalna područja) nisu nužno uvijek vidljivi. Njihova je vidljivost ovisna o čitavom nizu uvjeta koji proizlaze iz

is distribution of movable surface finds that represent subsurface context.

## CONCLUSION

Specific characteristics of karst relief such as limestone base, developed karst relief, lack of soil and water, sub-Mediterranean climate and vegetation adapted to arid and semi-arid conditions, are crucial in constituting specific cultural landscape. These characteristics are reflected mostly in lack of subsurface context of the archaeological sites. Various archaeological structures that were formed over the course of history in karst landscapes were preserved mainly as freestanding surface structures built in dry stone wall technique of amorphous broken limestone. Freestanding structures in karst landscape do not result in visibility indicators such as *crop marks* or *soil marks* that represent subsurface context, which is characteristic of continental regions.

Indicators of archaeological sites in karst landscape were defined in archaeological research by using the method of aerial archaeology in the Velebit region, part of the North Dalmatian plateau and Obrovac plateau and analysis of oblique aerial photographs. Archaeological sites documented in the aerial photographs were manifested as various indicators of site visibility such as: *shadow*, *texture*, *color* and *vegetation*. Mentioned indicators rarely appear independently, usually they come in combinations depending on the site type, period and geomorphological type that was inhabited. *Visibility marks* in the conventional sense of the aerial archaeology method depend on several factors such as crop type or manner of plowing. Conventional visibility marks that are mostly indirect or proxy indicators that represent subsurface context (characteristic of the continental climate and continental areas) are not necessarily always visible. Their visibility depends on a number of conditions related to characteristics of the archaeological sources and environment as well as various processes that af-

karakteristika arheoloških izvora i okoliša te raznih procesa koji utječu na njih. Međutim, indikatori arheoloških lokaliteta u krškim krajolicima konstantni su za razliku od prethodno navedenih. Jednom kada se indikator formira, gotovo uvijek je prisutan do trenutka dok lokalitet nije uništen ili dok god se površina krajolika značajno ne promijeni. Stoga, krški krajolici pokazuju sporu stopu promjene uzrokovanu sporim geološkim procesima zbog čega se krški reljef definira kao konzervativan. Upravo je konzervativnost krškog kulturnog krajolika manifestirana kroz najmanje površinskih karakteristika koji indiciraju lokalitete koji potječu iz modernog razdoblja, odnosno 20. stoljeća. Arheološki lokaliteti iz tog razdoblja su još uvijek u procesu stvaranja primjerice vegetacijskih indikatora. Fenomeni geološkog, geomorfološkog, klimatskog i ekološkog konteksta neodvojive su i isprepletene kategorije. Indikatori arheoloških lokaliteta koji se manifestiraju u krškom krajoliku ukorijenjeni su u interakciji između svih ovih fenomena.

## ZAHVALE

Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom Kulturni krajolik – model valorizacije, zaštite, upravljanja i korištenja kulturne baštine – ProHeritage (UIP-2017-05-2152), Laboratorij za geoprostorne analize – GAL (UIP-2017-05-2694) i Sveučilište u Zadru. Vedrana Glavaš zahvaljuje Rogu Palmeru za njegovu pomoć pri prvim zračnim snimanjima provedenim 2012. godine. Zahvaljujemo Šimi Vrkiću za izradu arhiva fotografija sa snimanja iz 2018. godine. Iznimno smo zahvalni Rogu Palmeru i Dimitriju Mlekužu na komentarima kojima su unaprijedili ovaj rad. Zahvaljujemo Jurici Grzunovu za njegovu pomoć pri statističkim analizama. Konačno, iznimno smo zahvalni anonimnim recenzentima koji su također svojim konstruktivnim komentarima i kritikama značajno unaprijedili ovaj rad.

However indicators of archaeological sites in karst landscapes are constant as opposed to the previously mentioned. Once an indicator is formed, almost regularly it is present until the moment the site is destroyed or until the landscape is significantly altered. Therefore karst landscapes manifest slow pace of change caused by slow geological processes which is why karst relief is defined as conservative. Exactly this conservative quality of the cultural landscape is manifested through least surface characteristics that indicate sites dating to the late modern period, that is 20th century. Process of creation of the archaeological sites from that period is still ongoing with regard to, for instance, vegetation indicators. Phenomena from the geological, geomorphological, climatic and ecological context are intertwined and inseparable categories. Indicators of archaeological sites manifested in karst landscape are rooted in interaction of all these phenomena.

## ACKNOWLEDGMENTS

This work has been supported in part by the Croatian Science Foundation under the projects Cultural Landscape - A Model for Valorisation, Protection, Management, and Use of Cultural Heritage - ProHeritage (UIP-2017-05-2152), Geospatial Analysis Laboratory – GAL (UIP-2017-05-2694) and University of Zadar. Vedrana Glavaš would like to extend her gratitude to Rog Palmer for his help during the first aerial surveys in 2012. We express our thanks to Šime Vrkić for compiling the photo archive from the 2018 survey season. We are incredibly grateful to Dimitrij Mlekuž and Rog Palmer for comments which improved this paper. We would also like to thank Jurica Grzunov for his help with statistics. Finally, we are particularly grateful to anonymous reviewers who significantly improved this paper by their constructive comments and critiques.

*Translation: Marija Kostić*

## LITERATURA / REFERENCES

- ALEGRO, A., 2000. – Antun Alegro, *Vegetacija Hrvatske*, Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Zagreb.
- ANDLAR, G., ŠRAJER, F., TROJANOVIĆ, A., 2018. – Goran Andlar, Filip Šrajer, Anita Trojanović, Discovering Cultural Landscape in Croatia: History and Classification of Croatian Adriatic Enclosed Landscape, *Anali za istrske in mediteranske študije. Series Historia et Sociologia*, 28, 4, Koper, 759–778.
- ATALAY, I. et. al., 2008. – Ibrahim Atalay, Recep Efe, Abdullah Soykan, Mediterranean Ecosystems of Turkey: Ecology of the Taurus Mountains, *Natural Environment and Culture in the Mediterranean Region* (ur./eds.: R. Efe, G. Cravins, M. Öztürk, I. Atalay), Cambridge Scholars Publishing, 3–38.
- VERY, T. E., BERLIN, G. L., 1992. – Thomas E. Avery, Graydon L. Berlin, *Fundamentals of Remote Sensing and Airphoto Interpretation*, Macmillan Publishing Company, New York, 5. izdanje/5<sup>th</sup> edition.
- BARBER, M., 2011. – Martyn Barber, *A history of Aerial Photography and Archaeology: Mata Hari's glass eye and other stories*, Historic England, Swindon.
- BATOVIĆ, Š., 1983. – Šime Batović, Kasno brončano doba na istočnom Jadranskom primorju, *Praistorija jugoslavenskih zemalja IV, Bronzano doba* (ur./ed.: A. Benac), Svjetlost – ANUBiH, Sarajevo, 271–373.
- BATOVIĆ, Š., 1987. – Šime Batović, Liburnska grupa, *Praistorija Jugoslavenskih zemalja V. Željezno doba* (ur./ed.: A. Benac), Svjetlost – ANUBiH, Sarajevo, 339–391.
- BAVDEK, A., 2003. – Alma Bavdek, Vrtače. Zemlja pod vašimi nogami, *Arheologija na avtocestah Slovenije. Vodnik Po Najdiščih*, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Ljubljana, 285–287.
- BLEČIĆ, M., 2006. – Martina Blečić, Zaštitna arheološka istraživanja crkve sv. Filipa i Jakova u Svetom Jurju, *Senjski zbornik*, 33, Senj, 5–26.
- BOGNAR, A., 1994. – Andrija Bognar, Temeljna skica geokoloških osobina Velebita, *Senjski zbornik*, 21, Senj, 1–8.
- BRAUT, I., MAJER JURIŠIĆ, K., 2017. – Ivan Braut, Krasanka Majer Jurišić, Sv. Vid nad Karlobagom – prilog poznavanju srednjovjekovne sakralne arhitekture Podvelebitskog primorja, *Godišnjak zaštite spomenika kulture Hrvatske*, 40, Zagreb, 57–68.
- DUBOLNIĆ GLAVAN, M., 2006. – Martina Dubolnić Glavan, Prapovijesna nalazišta na području Starigrada-Paklenice, *Radovi Zavoda za povijesne znanosti HAZU u Zadru*, 48, Zadar, 1–55.
- DUBOLNIĆ GLAVAN, M., 2007. – Martina Dubolnić Glavan, *Argyruntum* i njegov teritorij u antici, *Radovi Zavoda za povijesne znanosti HAZU u Zadru*, 49, Zadar, 1–58.
- DUBOLNIĆ GLAVAN, M., 2015. – Martina Dubolnić Glavan, Rekognosciranje trase plinovoda na prostoru južnog Velebita i Bukovice (grad Obrovac) tijekom 2009. godine, *Diadora*, 29, Zadar, 23–52.
- DUBOLNIĆ GLAVAN, M., GLAVAŠ, V., 2012. – Martina Dubolnić Glavan, Vedrana Glavaš, Prilog poznavanju najstarijeg optjecaja novca na prostoru južnog Velebita, *Prilozi Instituta za arheologiju u Zagrebu*, 28, Zagreb, 95–122.
- EVANS, R., JONES, R. J. A., 1977. – Robert Evans, Robert, J. A. Jones, Cropmarks at two archaeological sites in Britain, *Journal of Archaeological Science*, 4, 63–76.
- FABEC, T., 2016. – Tomaž Fabec, *Arheologija vrtač na Krasu*, doktorska disertacija/PhD Thesis,

- Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Ljubljana.
- FORD, D. C., WILLIAMS, P. W., 2007. – Derek C. Ford, Paul W. Williams, *Karst Geomorphology and Hydrology*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- FORENBAHER, S., 2011. – Stašo Forenbaher, Shepherds of a coastal range: the archaeological potential of the Velebit mountain range (eastern Adriatic), *Hidden Landscapes of Mediterranean Europe Cultural and Methodological Biases in Pre- and Protohistoric Landscape Studies*, BAR International Series 2320 (ur./eds.: M. Van Leusen, G. Pizziolo, L. Sarti), Archaeopress, Oxford, 113–121.
- FORENBAHER, S., VRANJICAN, P., 1985. – Stašo Forenbaher, Pavle Vranjican, Vaganačka pećina, *Opuscula Archaeologica*, 10, Zagreb, 1–21.
- GLAVAŠ, V., 2009. – Vedrana Glavaš, Crkva sv. Filipa i Jakova u Svetom Jurju - rezultati novih istraživanja, *Senjski zbornik*, 36, Senj, 67–82.
- GLAVAŠ, V., 2010. – Vedrana Glavaš, Prometno i strateško značenje prijevoja Vratnik u antici, *Senjski zbornik*, 37, Senj, 5–18.
- GLAVAŠ, V., 2014. – Vedrana Glavaš, Analize vidljivosti u prapovijesnom krajoliku Velebita / Viewshed analysis in the prehistoric Velebit landscape, *Archaeologia Adriatica*, 8, Zadar, 1–26.
- GLAVAŠ, V., 2015. – Vedrana Glavaš, *Romanizacija autohtonih civitates na prostoru sjevernog i srednjeg Velebita*, doktorska disertacija/PhD Thesis, Sveučilište u Zadru.
- GLAVAŠ, V., 2018. – Vedrana Glavaš, The legends of rock: stories, landscape, and boundaries in the Central Velebit Mountain, *Landscape in Southeastern Europe, Studies on South East Europe* (ur./eds.: L. Mirošević, G. Zaro, M. Katić, D. Birt), Lit Verlag, Münster, 15–33.
- GLAVAŠ, V., 2019. – Vedrana Glavaš, Kulturna krajina Severnega Velebita, *Dinarski Kras: Severni Velebit* (ur./eds.: U. Stepišnik), Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, Oddelek za geografijo, Ljubljana, 64–96.
- GLAVAŠ, V., GLAVIČIĆ, M., 2017. – Vedrana Glavaš, Miroslav Glavičić, Naseljenost sjevernog i srednjeg Velebita u prapovijesti i antici, *Senjski zbornik*, 44, Senj, 65–81.
- GLAVAŠ, V., GRLJ, A., 2016. – Vedrana Glavaš, Aleš Grlj, Rekonstrukcija ozemelj prazgodovinskih skupnosti na prostoru severnega in srednjega Velebita z uporabo GIS, *Dela*, 45, Ljubljana, 65–81.
- GLAVAŠ, V., PALMER, R., 2013. – Vedrana Glavaš, Rog Palmer, Aerial and field reconnaissance of Velebit mountain, *Selected Papers of the Annual Conference of the Aerial Archaeology Research Group, 13th-15th September 2012* (ur./eds.: Z. Czajlik, A. Bödőcs), Institute of Archaeological Sciences, Faculty of Humanities, Eötvös Loránd University, Budapest, 19–24.
- GLAVIČIĆ, M., 1993. – Miroslav Glavičić, Željeznodobna i antička naselja podno Velebita, *Radovi Filozofskog Fakulteta u Zadru. Razdio povijesnih znanosti*, 31 (18) (1991/1992), Zadar, 97–117.
- GLAVIČIĆ, M., 1995. – Miroslav Glavičić, Pregled prapovijesnih nalazišta na primorskom obronku Velebita, *Paklenički Zbornik. Simpozij Povodom 45. godišnjice u NP Paklenica* (ur./eds.: N. Tvrtković), NP Paklenica, Zagreb, 215–222.
- HAJNA, N. Z., 2019. – Nadja Zupan Hajna, Chapter 40 Dinaric karst—Geography and geology, *Encyclopedia of caves, 3rd Edition* (ur./eds.: W. B. White, D. C. Culver, T. Pipan), Karst Research Institute, Scientific Research Centre of the Slovenian Academy of Science and Arts (ZRC-SA-ZU), Slovenia, 353–362.
- HANSON, W. S., 2005. – William S. Hanson, Sun, sand and see: Creating Bias in the Archaeological Record, *From the Air. Understanding Aerial Archaeology* (ur./eds.: K. Brophy, D. Cowley), Tempus, Stroud, 73–85.

- HANSON, W. S., OLTEAN, I. A., 2013. – William S. Hanson, Ioana A. Oltean, *A Spy in the Sky: The Potential of Historical Aerial and Satellite Photography for Archaeological Research*, *Archaeology from Historical Aerial and Satellite Archives* (ur./eds.: W. S. Hanson, I. A. Oltean), Springer, 3–13.
- HORVAT, A., 1965. – August Horvat, Osvrt na melioraciju šikara u submediteranskom području krša, *Šumarski List*, 89, Zagreb, 109–123.
- HORVAT, Z., 2001. – Zlatko Horvat, Ruševna crkva na groblju sv. Filipa i Jakova u Sv. Jurju kraj Senja, *Senjski zbornik*, 28, Senj, 21–32.
- JURIĆ, R., 1995. – Radomir Jurić, Srednjovjekovni spomenici u Velebitskom Podgorju, *Paklenički Zbornik. Simpozij Povodom 45. Godišnjice u NP Paklenica* (ur./eds.: N. Tvrtković), NP Paklenica, Zagreb, 245–253.
- JURIĆ, R., 2002. – Radomir Jurić, Starigrad (Paklenica), Paklarić, *Obavijesti Hrvatskog arheološkog društva*, 34, Zagreb, 90–93.
- JURIĆ, R., 2003. – Radomir Jurić, Crkva Sv. Petra u Starigradu-Paklenici, *Senjski zbornik*, 30, 649–658.
- JURIĆ, R., 2010. – Radomir Jurić, Arheološka topografija Tribnja, *Mirila: kulturni fenomen* (ur./eds.: A. Pleterski, G. P. Šantek), Institut za arheologiju ZRC SAZU, Ljubljana, 55–61.
- JURIĆ, R., 2013. – Radomir Jurić, Arheološka istraživanja crkve sv. Petra i njezina okoliša u Starigradu Paklenici, *Senjski zbornik*, 40, Senj, 647–656.
- JURIĆ, R., ŠKORO, I., 2017. – Radomir Jurić, Iva Škoro, Srednjovjekovna arheološka nalazišta u Podgorju, *Senjski zbornik*, 44, Senj, 129–148.
- KONESTRA, A. et al., 2018. – Ana Konestra, Vedrana Glavaš, Asja Tonc, Paola Androić Gračanin, Nera Šegvić, Terenski pregledi na području Podvelebitskoga primorja u 2017. godini, *Annales Instituti Archaeologici*, 14, Zagreb, 148–152.
- KULENOVIĆ OCELIĆ, N., 2019. – Neda Kulenović Ocelić, *Archaeological Record in Karst Landscape: The Travels of Materialities*, *Proceedings from the 5th Scientific Conference Methodology and Archaeometry* (ur./eds.: I. Miloglav), FFPress, Zagreb, 81–89.
- KULENOVIĆ, I. et al., 2018. – Igor Kulenović, Neda Kulenović Ocelić, Josip Čerina, Josipa Bogunović, *Cultural Heritage in Mine Suspected Areas: A GIS Data Base*, *The 15th International Symposium "Mine Action 2018."* (ur./ed.: S. Vakula), Zagreb, 100–107.
- KULENOVIĆ, N., 2019. – Neda Kulenović, Terenski pregled krške zaravni na području Jasenice i Obrovca / Field Survey of the Karst Plateau in the Jasenice and Obrovac Areas, *Archaeologia Adriatica*, 13, Zadar, 253–287.
- LIPOVAC VRKLJAN, G. et al., 2016. – Goranka Lipovac Vrkljan, Asja Tonc, Vedrana Glavaš, Ana Konestra, Željka Molak Župan, Rezultati terenskog pregleda na području podvelebitskog Primorja i neposrednog zaleđa, *Annales Instituti Archaeologici*, 12, 196–200.
- MATAS, M., 2009. – Mate Matas, *Krš Hrvatske: geografski pregled i značenje*, Geografsko društvo, Split.
- MIHEVC, A., 2010. – Andrej Mihevc, *Geomorphology, Introduction to the Dinaric Karst* (ur./eds.: A. Mihevc, M. Prelovšek, N. Zupan Hajna), Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna, 30–43.
- MIHEVC, A., PRELOVŠEK, M., 2010. – Andrej Mihevc, Mitja Prelovšek, *Geographical Position and General Overview, Introduction to the Dinaric Karst* (ur./eds.: A. Mihevc, M. Prelovšek, N. Zupan Hajna), Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna, 6–8.
- MLEKUŽ, D., 2014. – Dimitrij Mlekuž, *Touching images: thinking through textures*, *AARG-news*, 13–23.

- OCELIĆ, N. et al., 2014. – Neda Ocelić, Jasna Jurković, Natalija Miklavčič, Iva Perković, Suzana Puhar, Gradina – detecting variability and diversity, *AARGnews*, 48, 35–43.
- OLUJIĆ, B., 2008. – Boris Olujić, AN6 Vrtača 1 i AN7 Vrtača 2, *Hrvatski arheološki godišnjak*, 5, Zagreb, 556–560.
- PERICA, D., 1988. – Dražen Perica, *Geomorfologija krša Velebita*, doktorska disertacija/PhD Thesis, Sveučilište u Zagrebu.
- PERICA, D., OREŠIĆ, D., 1999. – Dražen Perica, Danijel Orešić, Klimatska obilježja Velebita, *Senjski zbornik*, 26, Senj, 1–50.
- RECHNER DIKA I. et al., 2011. – Iva Rechner Dika, Branka Aničić, Kristina Krklec, Goran Andlar, Ines Hrdalo, Petra Pereković, Cultural Landscape Evaluation and Possibilities for Future Development – A Case Study of the Island of Krk (Croatia), *Acta geographica Slovenica*, 51/1, Ljubljana, 129–150.
- STOTT, D. et al., 2015. – David Stott, Doreen S. Boyd, Anthony Beck, Anthony G. Cohn, Airborne LiDAR for the Detection of Archaeological Vegetation Marks Using Biomass as a Proxy, *Remote Sensing*, 2015: 7 (2), 1594–1618.
- ŠARLIJA, T., 2010. – Tomislav Šarlija, Prometno značenje Jasenica u prapovijesti i antici, *Radovi Zavoda za povijesne znanosti HAZU u Zadru*, 52, Zadar, 1–43.
- THOMAS, J., DAVID, B., 2008. – Julian Thomas, Bruno David, Introduction, *Handbook of Landscape Archaeology* (ur./eds.: J. Thomas, B. David), Left Coast Press, 27–44.
- UR, J. A., 2013. – Jason A. Ur, CORONA Satellite Imagery and Ancient Near Eastern Landscapes, *Mapping Archaeological Landscapes from Space* (ur./eds.: D. C. Comer, M. J. Harrower), Springer, 21–32.
- VRKIĆ, Š., 2014. – Šime Vrkić, Novi nalaz rimskog međašnog zida u Golubiću kod Obrovca / New find of a Roman boundary wall in Golubić near Obrovac, *Archaeologia Adriatica*, 8, Zadar, 101–122.
- VUKELIĆ, J., 2012. – Josip Vukelić, *Šumska vegetacija Hrvatske*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu – Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- VUKOVIĆ, M., 2018. – Morana Vuković, Preliminarni rezultati rekognosciranja jugoistočnog Velebita, *Diadora*, 32, Zadar, 49–88.
- VULIĆ, Š., IVIŠIĆ, A., 2007. – Šime Vulić, Ante Ivišić, Vrtača Konopljište, *Hrvatski arheološki godišnjak*, 4, Zagreb, 545–547.





## UPUTE SURADNICIMA

U časopisu *Archaeologia Adriatica* Odjela za arheologiju Sveučilišta u Zadru objavljuju se znanstveni prilozi iz arheologije i srodnih znanstvenih područja.

Časopis izlazi jednom godišnje.

Prilozi se dostavljaju Uredništvu na niže navedenu adresu u jednom ispisu na papiru formata A4, pisani s dvostrukim proredom, tako da na svakoj kartici bude 30 redaka u slogu Times New Roman i veličini fonta 12. Uz ispis, tekst rada se kao *Word* datoteka šalje na CD-u, zajedno sa svim ostalim priložima. Rad se može poslati i elektroničkom poštom na adresu [archaeologia.adriatica@unizd.hr](mailto:archaeologia.adriatica@unizd.hr). Podaci o autoru (ime i prezime, ustanova, adresa i e-adresa) navode se u zaglavlju ispred naslova rada. Slikovni prilozi (fotografije, crteži i sl.) trebaju biti izdvojeni kao zasebne datoteke u formatu *jpeg* (.jpg) ili *tiff* (.tif). Legende za slikovne priloge trebaju biti posebno ispisane uz obveznu naznaku autorstva. Minimalna rezolucija za fotografije iznosi 300 dpi, a za crteže 600 dpi. Slikovni prilozi koji prate tekst članka označavaju se kao *Slika*, a oni na kraju članka označavaju se kao *Tabla*.

Radovi se objavljuju dvojezično na hrvatskom i engleskom jeziku. U dogovoru s Uredništvom, rad se može objaviti i na nekom drugom svjetskom jeziku. Priloženi apstrakt mora biti napisan na jeziku teksta članka. Autori za članak predlažu relevantne ključne riječi.

Bilješke se pišu odvojeno na dnu stranice (*fnote*), dvostrukim proredom kao i osnovni tekst članka, označene arapskim brojevima (bez zagrada ili točaka) onim redoslijedom kojim se javljaju u članku.

Odluka o prihvaćanju te kategorizaciji rada donosi se na osnovi prosudbe najmanje dva recenzenta, a konačnu odluku donosi Uredništvo. Svi radovi podliježu obradi Uredništva u smislu publicističkih normi i posebnih pravila časopisa *Archaeologia Adriatica*. Rukopisi i prilozi se ne vraćaju autorima.

### *Upute za citiranje*

1. Mole se suradnici da na kraju teksta prilože popis literature prema sljedećim shemama (po-  
trebno je navesti pune nazive časopisa, ne kratice):

Knjiga:

CAMBI, N., 2005. – Nenad Cambi, *Kiparstvo rimske Dalmacije*, Književni krug, Split.

Članak u časopisu:

BELOŠEVIĆ, J., 1974. – Janko Belošević, Starohrvatska nekropola uz humak "Materiza" kod Nina, *Diadora*, 6, Zadar, 221-242.

Članak u knjizi ili zborniku:

KATIČIĆ, R., 2003. – Radovan Katičić, Ime, podrijetlo i jezik Hrvata, *Povijest Hrvata – Srednji vijek* (ur.: F. Šanjek), Školska knjiga, Zagreb, 39-46.

2. U bilješkama se citira prema sljedećim primjerima:

N. CAMBI, 2005, 117-142.

J. BELOŠEVIĆ, 1974, 235, T. IX, 1, 2.

**Sveučilište u Zadru**  
**Odjel za arheologiju**  
**Archaeologia Adriatica – Uredništvo**  
**Obala kralja Petra Krešimira IV., 2, HR-23000 Zadar**  
**[archaeologia.adriatica@unizd.hr](mailto:archaeologia.adriatica@unizd.hr)**

## MANUSCRIPT GUIDELINES

The journal *Archaeologia Adriatica* publishes original scientific and review articles in the field of archaeology and related social sciences and humanities. The journal is published annually.

Contribution should be submitted to the Editorial board as *Word*-processed files, 2-line spaced, font size Times New Roman 12. Manuscripts should be delivered on CD together with one hard copy of the text. Also, it is possible to submit a contribution via e-mail. Digital illustrations have to be posted on CD and hard copy also. The first page should contain name(s) and contact addresses of the author(s), title of the article, abstract and key words. Illustrations (photographs, drawings etc.) should be presented as separate files as *jpeg* (.jpeg) or *tiff* (.tif) files. Captions should be listed on a separate sheet and presented as a separate file. Photographs should be scanned at 300 dpi minimum, and drawings at 600 dpi minimum. Illustrations that are supposed to be embedded in a main text should be termed "Figures" (Fig.) and those at the end of the manuscript should be termed "Tables". Each figure must have the photographer or source noted at the end of the caption. The language for the publication is Croatian. However, in consultation with the Editors, it is possible to publish articles in other languages. Abstract must be written on the language of the article, as well as the keywords.

References in the text should be cited according to the name-and-date system and should appear as footnotes, 2-line spaced, font size Times New Roman 10.

The decision on whether an article is to be accepted or not and on its appropriate categorisation shall be made on the basis of an evaluation made by two reviewers. The final decision on the publication and categorisation rests with the Editorial board. All articles are subject to editorial interventions as regards the special rules and standards prescribed by the journal *Archaeologia Adriatica*. Manuscripts shall not be returned to the authors.

### *Samples*

1. A single, collected bibliography should be placed at the end of the main text. In the bibliography please use full name of the journal, not abbreviations.

Monograph:

CAMBI, N., 2005. – Nenad Cambi, *Kiparstvo rimske Dalmacije*, Književni krug, Split.

Journal article:

BELOŠEVIĆ, J., 1974. – Janko Belošević, Starohrvatska nekropola uz humak "Materiza" kod Nina, *Diadora*, 6, Zadar, 221-242.

Chapters or other titled parts of a book:

KATIČIĆ, R., 2003. – Radovan Katičić, Ime, podrijetlo i jezik Hrvata, *Povijest Hrvata – Srednji vijek* (ur.: F. Šanjek), Školska knjiga, Zagreb, 39-46.

2. Footnotes:

N. CAMBI, 2005, 117-142.

J. BELOŠEVIĆ, 1974, 235, T. IX, 1, 2.

**University of Zadar**  
**Department of archaeology**  
**Archaeologia Adriatica**  
**Obala kralja Petra Krešimira IV, 2, 23000 Zadar - CROATIA**  
**archaeologia.adriatica@unizd.hr**

---

PRIJEVOD NA ENGLJSKI JEZIK / *English translation*  
Marija Kostić, Nina Matetić Pelikan

LEKTURA ZA HRVATSKI JEZIK / *Proof-reading for Croatian language*  
Eda Šarić

GRAFIČKO OBLIKOVANJE KORICA / *Cover design*  
Sveučilište u Zadru

RAČUNALNA OBRADA I PRIJELOM / *Layout*  
Sveučilište u Zadru

NAKLADA / *Edition*  
250 primjeraka / *250 copies*

CIJENA ČASOPISA / *Price of journal*  
100,00 HRK (14 EUR)

TISAK / *Printed by*  
Tiskara Denona d.o.o.

