

Geofizička istraživanja srednjovjekovnoga lokaliteta Kalinovac - Hrastova greda 1

Mušič, Branko; Medarić, Igor; Valent, Ivan; Sekelj Ivančan, Tajana

Source / Izvornik: **Annales Instituti Archaeologici, 2019, XV, 117 - 122**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:291:742976>

Rights / Prava: [Attribution 3.0 Unported](#)/[Imenovanje 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-19**



INSTITUT ZA
ARHEOLOGIJU

Repository / Repozitorij:

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





Annales

Instituti

Archaeologici

XV - 2019

Godišnjak

Instituta za

arheologiju

Nakladnik/Publisher

INSTITUT ZA ARHEOLOGIJU
INSTITUTE OF ARCHAEOLOGY

Adresa uredništva/Editor's office address

Institut za arheologiju/Institute of Archaeology
HR-10000 Zagreb, Ulica Ljudevita Gaja 32
Telefon/phone 385 (0) 1 6150250
fax 385 (0) 1 6055806
e-mail: iarh@iarh.hr
http://www.iarh.hr

Glavni i odgovorni urednik/Editor in chief

Marko Dizdar

Izvršna urednica/Desk editor

Katarina Botić

Tehnička urednica/Technical editor

Katarina Botić

Uredništvo/Editorial board

Katarina Botić, Ana Konestra, Hrvoje Kalafatić, Daria Ložnjak Dizdar, Saša Kovačević, Bartul Šiljeg, Siniša Krznar;
Mario Gavranović (Austrija), Boštjan Laharnar, Alenka Tomaž (Slovenija)

Izdavački savjet/Editorial committee

Vlasta Begović, Marko Dizdar, Dunja Glogović, Snježana Karavanić, Goranka Lipovac Vrkljan, Branka Migotti,
Kornelija Minichreiter, Ante Rendić Miočević, Tajana Sekelj Ivančan, Tihomila Težak Gregl, Željko Tomičić, Ante Uglešić

Lektura/Language editor

Renata Draženović i Marko Dizdar (hrvatski jezik/Croatian)

Prijevod na engleski/English translation

Marko Maras i autori / Marko Maras and authors

Dizajn/Design

REBER DESIGN

Korektura/Proofreaders

Katarina Botić

Računalni slog/Layout

Hrvoje Jambreč

©Institute of archaeology, Zagreb 2019.

Annales Instituti Archaeologici uključeni su u indeks/
Annales Instituti Archaeologici are included in the index:
Clarivate Analytics services - Emerging Sources Citation Index
SciVerse Scopus – Elsevier, Amsterdam

Ovaj rad licenciran je pod Creative Commons Attribution By 4.0 međunarodnom licencom /
This work is licenced under a Creative Commons Attribution By 4.0 International Licence



SADRŽAJ

Arheološka istraživanja

9 Marko Dizdar

Rezultati istraživanja u Lovasu (zapadni Srijem) – Otkriće rano-latenskoga biritualnog groblja

19 Daria Ložnjak Dizdar
Marko Dizdar
Gorana Kušić

Sotin Srednje polje – Arheološka istraživanja višeslojnoga nalazišta u Podunavlju 2018.

25 Katarina Botić

Bršadin – Pašnjak pod selom, rezultati arheoloških istraživanja 2018. godine

37 Ivana Ožanić Roguljić
Pia Šmalcelj Novaković
Anita Rapan Papeša
Angelina Raičković Savić
Valentina Mantovani
Hrvoje Kalafatić
Bartul Šiljeg

Aktivnosti i rezultati uspostavnog istraživačkog projekta Život na rimskoj cesti (LRR) (HRZZ, UIP-05-2017-9768) u 2018. godini

41 Marko Dizdar
Daria Ložnjak Dizdar

Rezultati dodatnih zaštitnih arheoloških istraživanja prapovijesnoga nalazišta AN 7A Jagodnjak – Napuštene njive (Baranja)

47 Marko Dizdar
Daria Ložnjak Dizdar

Rezultati zaštitnih arheoloških istraživanja nalazišta AN 3 Petrijevcu – Španice

53 Marko Dizdar

Rezultati zaštitnih arheoloških istraživanja nalazišta AN 5 Petrijevcu – Karaševo 1

57 Daria Ložnjak Dizdar

Rezultati zaštitnih arheoloških istraživanja nalazišta AN 6 Petrijevcu – Karaševo 2

61 Marko Dizdar

Rezultati istraživanja groblja latenske kulture Zvonimirovo – Veliko polje u 2018. godini

CONTENTS

Archaeological Excavations

9 Marko Dizdar

Research results for Lovas (Western Sirmia) – Discovery of an Early La Tène biritual cemetery

19 Daria Ložnjak Dizdar
Marko Dizdar
Gorana Kušić

Sotin Srednje polje – Archaeological excavation of multilayer site in Danube Basin in 2018

25 Katarina Botić

Bršadin – Pašnjak pod selom, results of the archaeological excavations in 2018

37 Ivana Ožanić Roguljić
Pia Šmalcelj Novaković
Anita Rapan Papeša
Angelina Raičković Savić
Valentina Mantovani
Hrvoje Kalafatić
Bartul Šiljeg

Activities and results of the installation research project Life on the Roman Road (LRR) (HRZZ, UIP-05-2017-9768) in 2018

41 Marko Dizdar
Daria Ložnjak Dizdar

Results of additional rescue archaeological excavation of the prehistoric site AN 7A Jagodnjak – Napuštene njive (Baranya)

47 Marko Dizdar
Daria Ložnjak Dizdar

Results of the Rescue Archaeological Excavations of the AN 3 Petrijevcu – Španice site

53 Marko Dizdar

Results of the Rescue Archaeological Excavations of the AN 5 Petrijevcu – Karaševo 1 site

57 Daria Ložnjak Dizdar

Results of the Rescue Archaeological Excavations of the AN 6 Petrijevcu – Karaševo 2 site

61 Marko Dizdar

Research results of the La Tène culture cemetery at Zvonimirovo – Veliko polje in 2018

67 **Daria Ložnjak Dizdar**
Marko Dizdar
Marija Mihaljević

Dolina Babine Grede – istraživanje kasnobrončanodobnoga naselja u Posavini 2018. godine

67 **Daria Ložnjak Dizdar**
Marko Dizdar
Marija Mihaljević

Dolina Babine Grede – Research of the Late Bronze Age settlement in Sava Valley 2018

75 **Juraj Belaj**
Sebastijan Stingl

O arheološkim istraživanjima crkve sv. Luke Evangeliste u Novskoj 2018. godine

75 **Juraj Belaj**
Sebastijan Stingl

Archaeological excavations in the church of St Luke the Evangelist in Novska in 2018

101 **Juraj Belaj**

Arheološka istraživanja lokaliteta Pakrac – Stari Grad 2018. godine

101 **Juraj Belaj**

Archaeological research of the site Pakrac – Stari Grad in 2018

107 **Tatjana Tkalčec**

Arheološka istraživanja na lokalitetu Veliki Zdenci – Crni Lug 2018. godine

107 **Tatjana Tkalčec**

Archaeological research on the site of Veliki Zdenci – Crni Lug in 2018

117 **Branko Mušič**
Igor Medarić
Ivan Valent
Tajana Sekelj Ivančan

Geofizička istraživanja srednjovjekovnoga lokaliteta Kalinovac – Hrastova greda 1

117 **Branko Mušič**
Igor Medarić
Ivan Valent
Tajana Sekelj Ivančan

Geophysical research of the medieval site of Kalinovac – Hrastova greda 1

123 **Siniša Krznar**
Branko Mušič
Igor Medarić
Barbara Horn

Geofizička istraživanja lokaliteta Hlebine – Svetinjski breg 2018. godine

123 **Siniša Krznar**
Branko Mušič
Igor Medarić
Barbara Horn

Geophysical research on the site of Hlebine – Svetinjski breg in 2018

129 **Tajana Sekelj Ivančan**

Arheološka istraživanja lokaliteta Hlebine – Dedanovice

129 **Tajana Sekelj Ivančan**

Archaeological excavations of Hlebine – Dedanovice site

137 **Saša Kovačević**

Gomila u Jalžabetu – hitna zaštitna istraživanja tijekom 2017. i 2018. u okviru podteme A4: Ritual unutar „Strategije znanstvene djelatnosti Instituta za arheologiju 2014.–2019.“

137 **Saša Kovačević**

Gomila in Jalžabet – emergency rescue excavations in 2017 and 2018 within the A4: Ritual subtopic of the “Strategy for the Scientific Research Activities of the Institute of Archaeology 2014–2019”

145 **Tatjana Tkalčec**

Nastavak arheoloških istraživanja cisterne i konzervatorskih radova unutrašnjosti kule burga Vrbovca u Klenovcu Humskom 2018. godine

145 **Tatjana Tkalčec**

Continuation of archaeological research of the cistern and conservation works at the interior area of the keep of the Vrbovec Castle in Klenovec Humski in 2018

153 **Tatjana Tkalčec**

Arheološka istraživanja na srednjovjekovnome arheološkom kompleksu Osijek Vojakovački – Mihalj u 2018. godini

153 **Tatjana Tkalčec**

Archaeological research at Osijek Vojakovački – Mihalj medieval site in 2018

167 **Snježana Karavanić**
Andreja Kudelić

Kalnik – Igrišće – rezultati arheoloških iskopavanja u 2017. i 2018. godini

167 **Snježana Karavanić**
Andreja Kudelić

Kalnik – Igrišće – results of archaeological excavations in 2017 and 2018

173 **Juraj Belaj**
Sebastijan Stingl

Arheološka istraživanja crkve Sv. Martina u Prozorju 2018. godine

173 **Juraj Belaj**
Sebastijan Stingl

Archaeological research of the church of St Martin in Prozorje in 2018

179 **Ana Konestra**
Enrico Cirelli
Gaetano Benčić
Bartul Šiljeg

Istraživanja na Stanciji Blek (Tar – Vabriga/Torre – Abrega): nove spoznaje o srednjovjekovnoj fazi lokaliteta

179 **Ana Konestra**
Enrico Cirelli
Gaetano Benčić
Bartul Šiljeg

Research at Stancija Blek (Tar – Vabriga/Torre – Abrega): new insights in the Medieval phase of the site

187 **Ana Konestra**
Fabian Welc
Anita Dugonjić
Paula Androić Gračanin
Kamil Rabięga
Rafał Solecky
Bartosz Nowacki

Istraživanja projekta „Arheološka topografija otoka Raba“ u 2019. godini na području Lopara: nova saznanja o prapovijesnim i kasnoantičkim lokalitetima

187 **Ana Konestra**
Fabian Welc
Anita Dugonjić
Paula Androić Gračanin
Kamil Rabięga
Rafał Solecky
Bartosz Nowacki

Research within the “Archaeological topography of the Island of Rab” project at Lopar in 2019: new data on Prehistoric and late Antique sites

195 **Goranka Lipovac Vrklijan**
Ana Konestra
Fabian Welc
Mato Ilkić
Mate Parica

Multidisciplinarni terenski radovi projekta RED u 2018. godini: istraživanja u uvali Plemići (Ražanac)

195 **Goranka Lipovac Vrklijan**
Ana Konestra
Fabian Welc
Mato Ilkić
Mate Parica

Multidisciplinary fieldwork within project RED in 2018: research at Plemići bay (Ražanac)

201 **Kristina Jelinčić Vučković**
Emmanuel Botte

Arheološko istraživanje na lokalitetu Novo Selo Bunje na otoku Braču, 2018. godina

201 **Kristina Jelinčić Vučković**
Emmanuel Botte

Archaeological excavation on the Novo Selo Bunje site on the island of Brač, 2018

217 **Marina Ugarković**
Ivančica Schrunk
Vlasta Begović
Marinko Petrić
Eduard Visković

Arheološka istraživanja rimske vile u uvali Soline na otoku Sveti Klement (Pakleni otoci, Hvar), lipanj 2018. godine

217 **Marina Ugarković**
Ivančica Schrunk
Vlasta Begović
Marinko Petrić
Eduard Visković

Archaeological research of a Roman villa in Soline Bay on the island of St. Clement (Pakleni Islands, Hvar) in June 2018

Terenski pregled

225 Andreja Kudelić
Filomena Sirovica

Sustavni terenski pregled nalazišta Kurilovec – Belinščica u Turopolju

Field Survey

225 Andreja Kudelić
Filomena Sirovica

Systematic field survey of the Kurilovec – Belinščica site in Turopolje

Ekperimentalna arheologija

231 Andreja Kudelić

Znanstveno-edukativni i popularni program: Prapovijesno lončarstvo: interdisciplinarnost i eksperiment

Experimental Archaeology

231 Andreja Kudelić

Scientific-educational and popular program: Prehistoric pottery: interdisciplinarity and experiment

Ostala znanstvena djelatnost Instituta za arheologiju

239-251

Additional scientific activity of the Institute

239-251

Arheološka istraživanja

Archaeological Excavations



1. Lovas
2. Sotin – Srednje polje
3. Bršadin – Pašnjak pod selom
4. Josipovac/Čepin
5. Jagodnjak – Napuštene njive
6. Petrijevići – Španice
7. Petrijevići – Karaševo 1
8. Petrijevići – Karaševo 2
9. Zvonimirovo – Veliko polje
10. Dolina – Babine Grede
11. Novska – crkva sv. Luke Evanđeliste
12. Pakrac – Stari grad
13. Veliki Zdenci – Crni Lug
14. Kalinovac – Hrastova greda 1
15. Hlebine – Svetinjski breg
16. Hlebine – Dedanovice
17. Jalžabet – gomila
18. Klenovec Humski – Plemićki grad Vrbovec
19. Osijek Vojakovački – Mihalj
20. Kalnik – Igrišće
21. Prozorje – crkva sv. Martina
22. Kurilovec – Belinščica
23. Tar – Stancija Blek
24. Rab – Lopar
25. Uvala Plemići (Ražanac)
26. Brač – Novo selo Bunje
27. Sveti Klement – Soline

Geofizička istraživanja srednjovjekovnoga lokaliteta Kalinovac – Hrastova greda 1

Geophysical research of the medieval site of Kalinovac – Hrastova greda 1

Branko Mušič
Igor Medarić
Ivan Valent
Tajana Sekelj Ivancan

Primljeno/Received: 25. 04. 2019.
Prihvaćeno/Accepted: 20. 05. 2019.

U provedenome terenskom pregledu lokaliteta Kalinovac – Hrastova greda 1 prikupljeni površinski nalazi ukazivali su da se na ovome nalazištu odvijala neka aktivnost povezana s proizvodnjom željeza, vjerojatno tijekom srednjega vijeka. S ciljem jasnijega definiranja karaktera samog nalazišta, pristupilo se neinvazivnim, geofizičkim istraživanjima u kojima su primijenjene dvije najrelevantnije metode za ovaj tip lokaliteta: magnetometrija i mjerenje magnetskoga susceptibiliteta. Provedenim istraživanjima, u kojima su obje metode pokazivale slične rezultate, potvrđeno je postojanje ostataka srednjovjekovnoga naselja te nekih željezarskih aktivnosti na najvišem dijelu, blagim padinama i podnožju manjega uzvišenja. Vanjske granice nalazišta sasvim su jasno definirane, dok je unutarnja raspodjela i namjena objekata ostala nejasna, pa se pretpostavlja da se arheološki ostaci u najvećoj mjeri danas nalaze u sloju humusa sa slabije očuvanim dijelovima odmah ispod razine oranja, što će biti jasnije nakon planiranih arheoloških iskopavanja.

Ključne riječi: Kalinovac – Hrastova greda 1, geofizička istraživanja, magnetometrija, magnetski susceptibilitet, srednji vijek

The collected surface finds from the completed field survey of the site of Kalinovac – Hrastova greda 1 indicated that the site was used for an iron production activity, probably during the Middle Ages. To define more clearly the character of the site itself, it was decided to use non-invasive geophysical research by applying the two most relevant methods for this kind of sites: magnetometry and magnetic susceptibility measurements. The research, in which both methods showed similar results, confirmed the existence of the remains of a medieval settlement and some iron production activities on the tallest part, gentle slopes and the base of a small elevation. The outer boundaries of the site are defined quite clearly, while the inner divisions and purposes of the structures are still unclear. It is assumed that the archaeological remains today are mostly located in the humus layer with poorly preserved parts right under the ploughing level, which will become clearer after the planned archaeological excavations.

Key words: Kalinovac – Hrastova greda 1, geophysical research, magnetometry, magnetic susceptibility, Middle Ages

Uvod

Arheološki lokalitet Hrastova greda kod Kalinovca (Koprivničko-križevačka županija) bio je otkriven prethodnim arheološkim terenskim pregledom u okviru redovnih aktivnosti znanstveno-istraživačkoga projekta TransFER (IP-06-2016-5047) „Proizvodnja željeza uz rijeku Dravu u antici i srednjem vijeku: stvaranje i transfer znanja, tehnologija i roba“, kojega financira Hrvatska zaklada za znanost, a na poticaj zaljubljenika u starine gospodina Josipa Cugovčana iz Podravske Sesveta koji je u svojim obilascima lokaliteta pronašao prve površinske arheološke nalaze (Valent et al. 2017: 17–18). Rekognosciranja su provedena tijekom proljeća 2017. godine kojom prigodom je nalazište, zbog raznovrsnosti površinskih na-

laza, razlučeno na tri dijela. Na položajima Hrastova greda 2 i 3, kojega danas dijeli kanal Vinklerovac, pronađeni su ulomci kasnobrončanodobne keramike te ulomci posuda iz kasnoga srednjeg vijeka, pa se čini kako se radi o jedinstvenome arheološkom nalazištu (Valent 2018: 94–95; Valent et al. 2018: 143, lok. br. 24). Na sjevernom pak, najvišem dijelu lokaliteta, te blagim padinama i podnožju manjega pjeskovitoga uzvišenja Hrastova greda 1, na više mjesta na površini, pronađeni su ulomci keramike i komadi talioničke zgure. Zamijećena je i veća koncentracija žbuke na samome tjemenu uzvišenja te ulomci kostiju u podnožju uzvišenja (Valent et al. 2017: 17–18). Ti su površinski nalazi ukazivali na postojanje neke aktivnosti povezane s primarnom obradom željezne rude na ovome položaju, a otkrivanje takvih lokaliteta bio je i jedan od

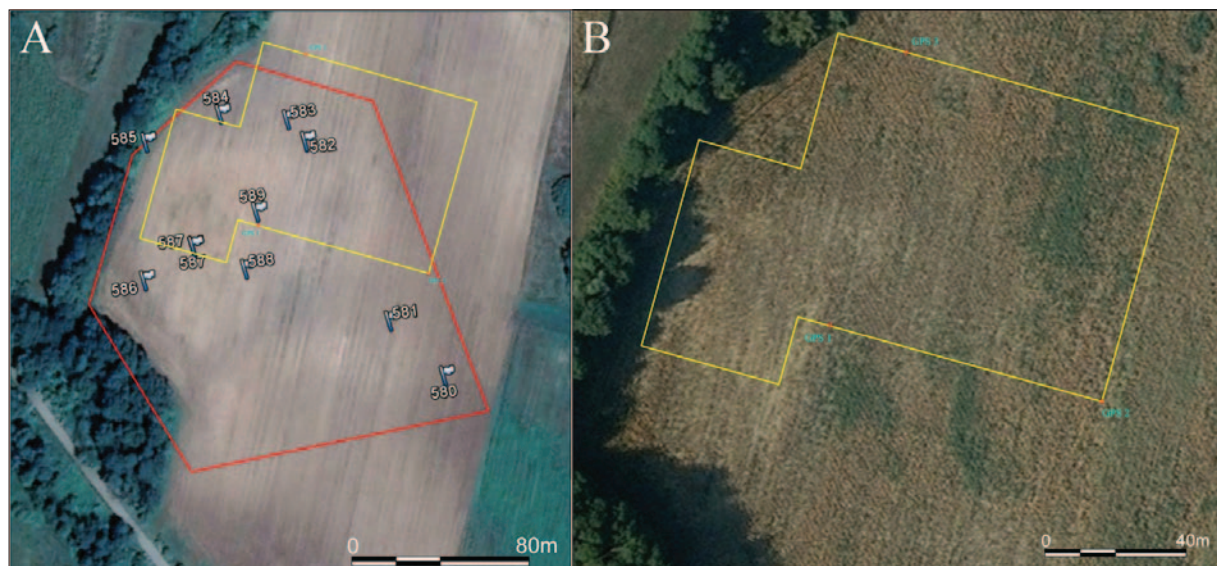
ciljeva postavljenih u okviru projekta TransFER (sl. 1). Tipološki relevantan keramički materijal prikupljen na ovome položaju većim dijelom pripada ranome i razvijenom srednjem vijeku, dok su komadi talioničke zgure bili koncentrirani na nekoliko mjesta, točnije njih sedam. Najveća koncentracija bila je na tri položaja (sl. 1: A): sjeveroistočno podnožje uzvišenja (površina promjera oko 11 m, oznaka 583); sjeverna padina uz potok (površina dimenzija 14 x 12 m, oznaka 584); donja trećina sjeverozapadne padine (površina dimenzija 14 x 14 m, oznaka 585).

Na osnovi prethodnih rezultata terenskoga pregleda, za geofizička istraživanja bila je određena površina veličine 10.000 m² na kojoj su bile zabilježene najviše koncentracije spomenutih arheoloških ostataka vezanih uz željezarske aktivnosti (sl. 1: A).¹ Arheološki ciljevi geofizičkih istraživanja primjenom magnetske metode i mjerenja magnetskoga susceptibiliteta na površini zemljišta bili su: (A) prepoznati ostatke srednjovjekovnoga naselja te (B) definirati eventualne ostatke pretpostavljenih željezarskih aktivnosti u vidu zapečenoga lijepa, spaljene gline općenito, kao i drugih mogućih nalaza.

Hlebina,² i na lokalitetu Hrastova greda 1 smo, uz mjerenja gustoće magnetskoga protoka na gradientan način magnetometrom, proveli i mjerenja magnetskoga susceptibiliteta gornjeg sloja tla u smislu teoretskih razmatranja korelacije rezultata terenskoga pregleda, rezultata magnetske metode i mjerenja magnetskoga susceptibiliteta.

Ostaci peći, zgure i drugih ostataka željezarstva su sve objekti s termoremanentnim tipom magnetizacije. Ovaj je tip magnetizacije svojstven svim arheološkim ostacima koji su pretrpjeli promijene prilikom upotrebe visokih temperatura (Telford et al. 1990: 73). U arheološkom kontekstu to su najčešće sve vrste zapečene gline kao što su npr. obrušene stijenke peći, lijep i sl. (vidi: Vandam et al. 2019). Isto važi i za veći dio otpadaka koji se pojavljuju kod talioničkih i kovačkih radionica (ostaci peći, lomljena zgura i sl.) (Mušič, Orengo 1998; Abrahamsen et al. 2003). Glavna karakteristika termoremanentnoga tipa magnetizacije, bitna za planiranje geofizičkih istraživanja, je jako magnetsko polje različitih toplinski prerađenih ostataka željezarske djelatnosti.

Drugo bitno svojstvo objekata s termoremanentnim tipom magnetizacije je jasna bipolarnost magnet-



Sl. 1 Hrastova greda 1. Površina s nalazima ostataka metalurških djelatnosti i druga arheološkog materijala otkrivenoga arheološkim terenskim pregledom (crvena linija) i površina obuhvaćena geofizičkim istraživanjima (žuta linija) na snimci Google Earth (A); površina u ukupnom iznosu 10.000 m² istražena magnetskom metodom (Geometrics G-858, gradientan način) i mjerenjima magnetskoga susceptibiliteta gornjega sloja zemljišta (Kappameter KT-5) na aerofotografiji Državne geodetske uprave RH (B).

Fig. 1 Hrastova greda 1. Surface with findings of metallurgical refuse material activities and other archeological material discovered by archeological field survey (red line) and surface covered by geophysical research (yellow line) on Google Earth image (A) and the area in the total amount of 10,000 m² explored by magnetic method (Geometrics G-858, gradient mode) and top-soil magnetic susceptibility measurements (KT-5) on aerial photography of the State Geodetic Administration of Croatia (B).

Geofizička istraživanja

Na osnovi površinskih nalaza ostataka željezarskih aktivnosti (sl. 1: A) odabrali smo magnetsku metodu kao najpovoljniju geofizičku metodu za istraživanje površine od 10.000 m². Kao u prethodnim geofizičkim istraživanjima provedenima na Sušinama kod Virja (Sekelj Ivančan, Mušič 2014) te Velikim Hlebinama i Dedanovicama kod

skih anomalija u smjeru sličnom kao što je usmjerenje današnjega Zemaljskog magnetskog polja (Telford et al. 1990: 73). Potrebno je naglasiti da to važi samo za arheološke objekte koji su djelomično sačuvani na primarnome mjestu, dok se usmjerenje magnetskoga polja fragmenata s termoremanentnim tipom magnetizacije na sekundarnim mjestima u pravilu bitno razlikuje od toga smjera. To je dosta čest slučaj na poljoprivrednim površinama gdje su oranjem arheološki ostaci već dosta uništeni i disperzirani u sloju humusa. I u takvim se situacijama na magnetskim kartama često jasno prepoznaju područja nekadašnjih željezarskih i drugih radionica gdje su se za proizvodnju

1 Geofizička su istraživanja Hrastove grede 1 kod Kalinovca provedena u razdoblju od 15. do 19. studenoga 2018. godine pod vodstvom Instituta za arheologiju u kojem se izvodi projekt TransFER, te nadzorom nadležnoga Konzervatorskog odjela u Bjelovaru (Rješenje od 31. listopada 2018. g.: Kl.: UP/I-612-08/18-08/0746; Ur.br.: 532-04-02-02/3-18-2). Voditeljica istraživanja bila je dr. sc. Tajana Sekelj Ivančan iz Instituta za arheologiju, a geofizička mjerenja odvijala su se pod vodstvom doc. dr. sc. Branka Mušiča iz tvrtke Gearh d.o.o., Maribor i Odsjeka za arheologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Ljubljani. U istraživanjima su kao suradnice sudjelovale i mag. Eline Nas i Breda Zorec, univ. dipl. arheol.

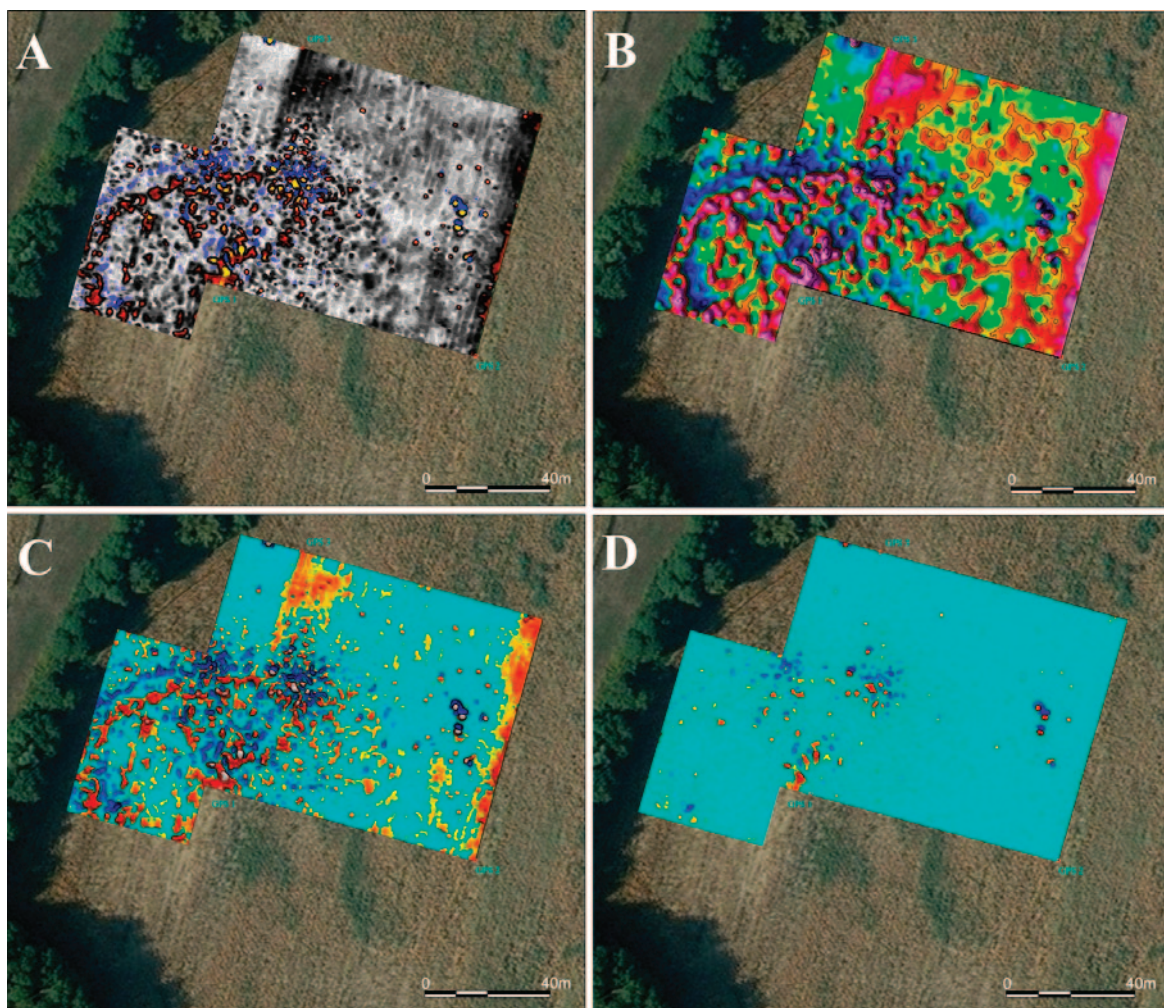
2 Provedena geofizička istraživanja lokaliteta Hlebina – Velike Hlebina i Hlebina – Dedanovice još nisu objavljena, ali su prezentirana na nekoliko znanstvenih skupova (<http://transfer.iarh.hr/images/METARH2017b.pdf>) (http://transfer.iarh.hr/images/SAD_7-3-2018_TRANSFER_1.pdf) (23.04.2019.)



koristile visoke temperature, s tom razlikom da su jasne bipolarne magnetske anomalije na mjestima ostataka peći i sličnih objekata s termoremanentnom magnetizacijom *in situ* puno rjeđe jer su u većini slučajeva oni potpuno uništeni oranjem. Na osnovi rezultata magnetske metode u slučaju lokaliteta Hrastova greda 1 možemo pretpostaviti situaciju prema kojoj su ostaci željezarskih djelatnosti disperzirani u sloju humusa jer su izmjerene vrijednosti puno niže nego na drugim lokalitetima gdje su bili ostaci željezarskih radionica potvrđeni i arheološkim istraživanjima. Najviše su izmjerene vrijednosti magnetskoga gradienata do 4 nT/m, i to samo na nekim mjestima koja su naznačena u izvješću (Mušič, Medarić 2018: sl. 5). Prema dosadašnjim iskustvima u okviru geofizičkih rezultata na projektu TransFER, za peći su karakteristične vrijednosti magnetskoga gradienata iznad 10 nT/m (Mušič et al. 2013). Prema tome se može pretpostaviti kako dobro sačuvanih ostataka peći *in situ* na primarnome mjestu na geofizički istraženom području zapravo nema.

Na osnovi magnetskih svojstava takva se područja željezarskih aktivnosti, premda s loše očuvanim ostacima, ipak mogu prepoznati, i to jedino na rezultatima magnetske metode samo ukoliko su mjerenja sprovedena s magnetometrima dobre lučljivosti u gustoj mreži paralelnih profila kao što je bilo provedeno u ovim istraživanjima (Mušič et al. 2013). Naime, mjerenja magnetskom metodom bila su provedena magnetometrom Geometrics G-858 u paralelnim i 1 m udaljenim profilima, a kartiranje magnetskoga susceptibiliteta instrumentom Kappameter KT-5 u mreži 5 x 5 m na istoj površini od 10.000 m² (sl. 1).

Magnetometrijom smo, prema postavljenim ciljevima projekta TransFER, prvenstveno željeli prepoznati magnetske anomalije koje su karakteristične za termoremanentni tip magnetizacije ostataka objekata koje možemo vezati uz željezarske aktivnosti. Peći i slične objekte s termoremanentnom magnetizacijom prepoznamo po iznimno jakim anomalijama i jasnom bipolarnošću. Ci-



Sl. 2 Hrastova greda 1. Rezultati magnetometrije s magnetometrom Geometrics G-858 u sivim tonovima i žutom/crvenom bojom naglašenim relativno jačim magnetskim anomalijama (A); u bojanoj paleti s reljefnim prikazom za lakše prepoznavanje relativnih razlika u jačini magnetskih anomalija (B); bipolarna bojana paleta za lakše prepoznavanje magnetskih anomalija s jasnom bipolarnošću (C); prikaz raspona vrijednosti gradienata do 2 nT/m (D). Relativno jače magnetske anomalije, iako niskih gradienata (do 4 nT/m), bile su izmjerene na jugoistočnome dijelu istražene površine. Na osnovi tih rezultata može se zaključiti kako na toj površini nema jasnih indicacija o dobro očuvanim ostacima peći na primarnome mjestu. Magnetske anomalije približno polukružnoga točrta bi mogle predstavljati odaziv punila jarka, dok su magnetske anomalije u unutarnjem dijelu te strukture najvjerojatnije rezultat ostataka kuća, odnosno drugih arheoloških oblika poput grupa negativnih struktura (jame). Najjače magnetske anomalije, koje su naznačene žutom bojom (A), mogu biti rezultat spaljene gline na sekundarnome mjestu. Zbog visoko frekvencijskih magnetskih anomalija cjelokupni je dojam da se u sloju humusa nalaze brojni fragmenti materijala s termoremanentnom magnetizacijom (zgura, ulomci keramike i sl.).

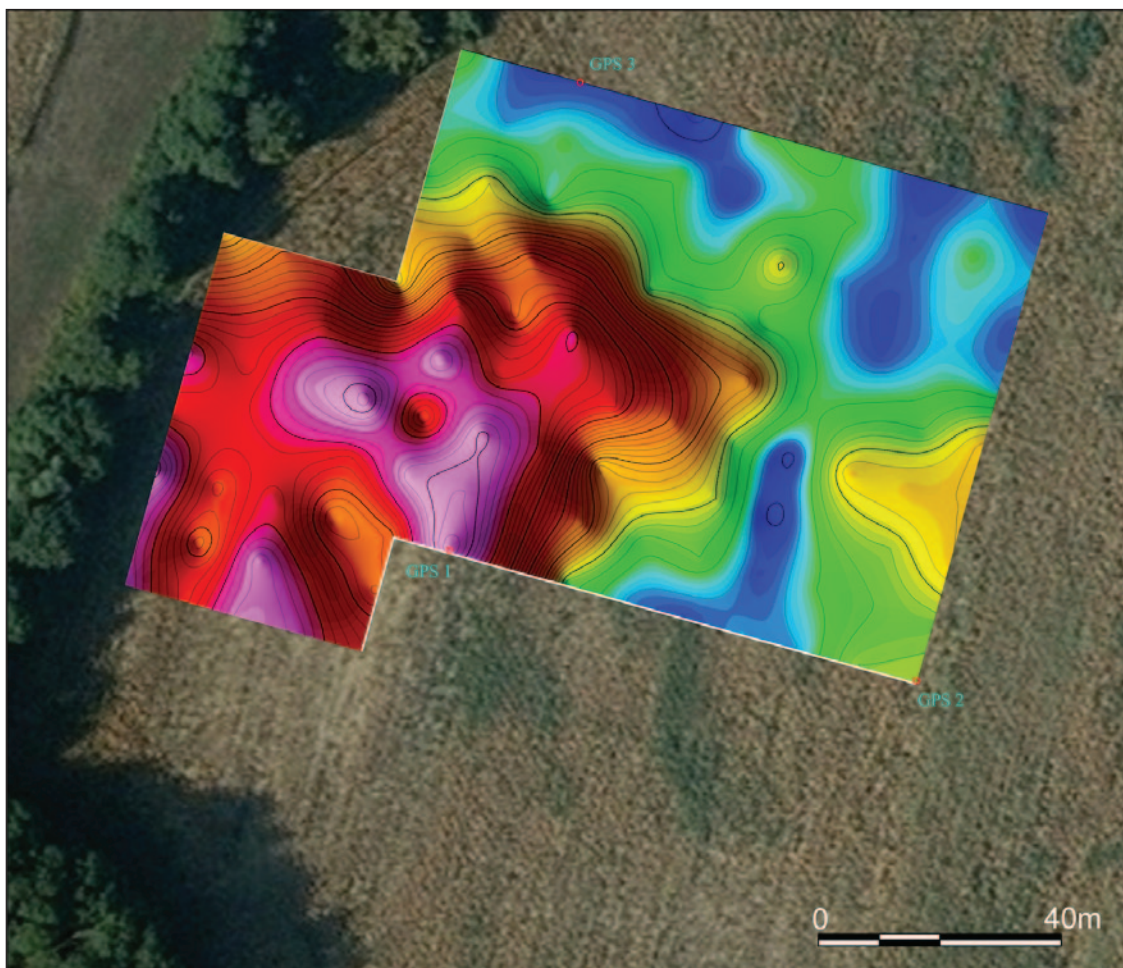
Fig. 2 Hrastova greda 1. Magnetometric results with Geometrics G-858 in grey and yellow/reddish colours indicating relatively stronger magnetic anomalies (A) in a colour relief palette for easier recognition of relative differences in the magnitude of magnetic anomalies (B), bipolar colour palettes for easier recognition of magnetic anomalies with a clear bipolarity (C) and a presentation of the magnetic gradients up to 2 nT/m (D). Relatively stronger magnetic anomalies, although low gradients (up to 4 nT/m), were measured in the south eastern part of the explored surface. Based on these results, it can be concluded that there are no clear indications on this surface of the well preserved remains of the kilns in the primary position. Magnetic anomalies around the semi-circular plane could represent the response of the infilling of the ditch while the magnetic anomalies in the inner part of this structure are most likely due to the remains of houses or other archaeological forms like a group of negative structures (pits). The strongest magnetic anomalies, shown in yellow (A), may be due to burned clay at a secondary position. Because of the high-frequency magnetic anomalies, the overall impression is that there are numerous fragments in the plough zone with thermoremanent magnetization (slag, pottery fragments etc.).

ljani objekti magnetometrije su bile tako talioničke peći *in situ* kao i fragmenti peći na sekundarnim mjestima, ulomci zgure, zapečeni lijep, deponije raznih otpadnih produkata metalurgije i sl.

Na istim smo površinama mjerili i magnetski susceptibilitet gornjega sloja zemljišta do dubine 5 cm. Ovim mjerenjima smo željeli utvrditi kontaminaciju zemljišta ostacima željezarskih djelatnosti, odnosno mineralima željeza u gornjem sloju humusa (Dalan 2008). Osnovna je pretpostavka primjene mjerenja magnetskoga susceptibiliteta gornjega sloja zemljišta u ovome slučaju bila da destrukcija arheoloških slojeva na malim dubinama prilikom oranja bitno mijenja magnetsku sliku gornjega sloja zemljišta zbog izdašne kontaminacije sitnim fragmentima različitoga materijala koji nastaje kod metalurških aktivnosti. U tome smislu primjena kartiranja magnetskoga susceptibiliteta bila je uspješna jer se jasno izdvajaju područja relativno viših vrijednosti magnetskoga susceptibiliteta za koja se može pretpostaviti da su posljedica kontaminacije zemljišta otpadnim produktima željezarstva, iako su mogući i drugi razlozi. Slične se vrijednosti magnetskoga susceptibiliteta očekuju i na mjestima naselja gdje su razlozi za povišene vrijednosti sitni fragmenti keramike, ostaci spaljene gline i sl.

Rezultati magnetske metode na dijelovima istražene površine su prikazani različitim načinima obrade izmjerenih vrijednosti i različitim rasponima magnetskih anomalija. Georeferencirani rezultati magnetske metode na aerofotografiji su prikazani na sl. 2. Na cijelome istraženom području prevladavaju jako slabe magnetske anomalije. Magnetski gradienti iznad 4 nT/m su jako rijetki. Isto tako se ne prepoznaju bipolarne magnetske anomalije koje su karakteristične za peći s termoremanentnom magnetizacijom na primarnom mjestu. Na osnovi tih rezultata može se zaključiti kako na tome prostoru nema ostataka željezarskih peći *in situ*. Iz opisa rezultata terenskoga pregleda slijedi da je na površini bilo dosta komada talioničke zgure kao i rude, ali na rezultatima magnetske metode nema nikakvih anomalija koje bi odgovarale magnetskim svojstvima ostataka peći. Prevladavaju jako slabe magnetske anomalije koje se mogu prije povezati s ostacima naselja nego s prostorom na kojem se odvijala primarna obrada željezne rude.

Mjerenje magnetskog susceptibiliteta na površini je standardni postupak kod geofizičkih istraživanja na arheološkim lokalitetima s metalurškim djelatnostima, a naročito kad se radi o željezarstvu (Mušič, Orengo 1998; Powell et al. 2002; Dalan 2008; Mušič et al. 2013). Mag-



Sl. 3 Hrastova greda 1. Rezultati mjerenja magnetskoga susceptibiliteta (Kappameter KT-5). Anomalna područja magnetskoga susceptibiliteta nalaze se na mjestima relativno jakih magnetskih anomalija, ali s tom razlikom da su područja viših vrijednosti susceptibiliteta na većoj površini od magnetskih anomalija (vidi i sl. 4). To je rezultat kontaminacije zemljišta mineralima željeza zbog željezarskih aktivnosti kao i drugih aktivnosti u naselju. U suštini ove nam slike pokazuju područja kontaminacije zemljišta zbog željezarskih djelatnosti, raznih u sloju humusa disperziranih fragmenata keramike, lijepa i sl., a ujedno i poljoprivrednih aktivnosti kojima se zemlja s tim ostacima razvukla na nešto veće površine. Na ovaj se način mogu dosta precizno locirati područja nekadašnjih željezarskih radionica, iako su suvremenim poljoprivrednim aktivnostima već skoro potpuno izorane.

Fig. 3 Hrastova greda 1. Results of magnetic susceptibility measurements (Kappameter KT-5). Anomalous magnetic susceptibility areas are exactly on the places of relatively strong magnetic anomalies but with the difference that areas of higher susceptibility cover a larger surface than magnetic anomalies (see also Fig. 4). This is the result of soil contamination with iron minerals due to iron production as well as other activities at the settlement. In essence, these images show areas of soil contamination due to iron production, various fragments of ceramics, burned clay etc. in a plough zone. At the same time, the agricultural activities have spread archaeological material to somewhat larger areas. In this way, it is possible to precisely locate the areas of former workshops, although modern agricultural activities have almost entirely destroyed them.

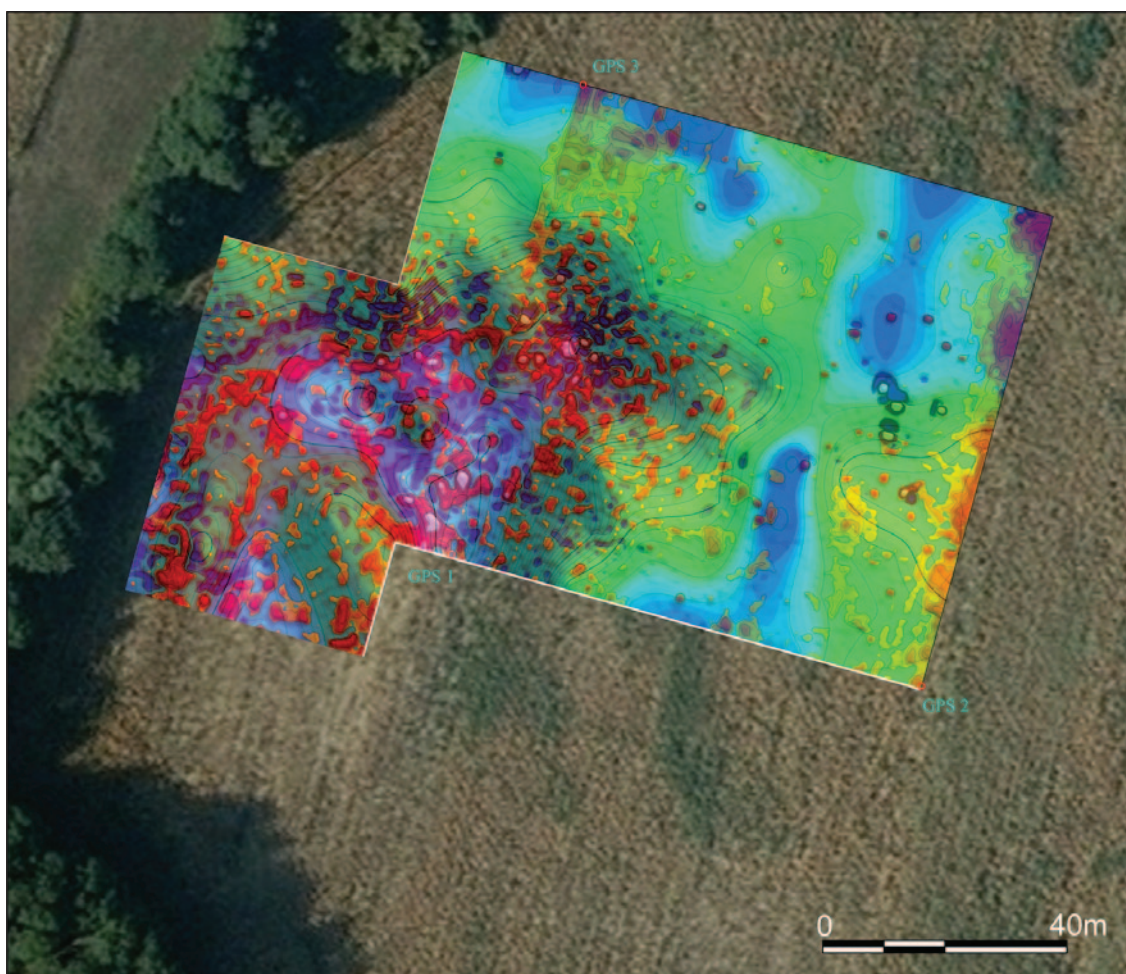


netska svojstva zemljišta se, naime, bitno promijene zbog metalurških otpadaka u vidu najsitnijih fragmenata koji izlaze na površinu prilikom oranja. To važi i za situaciju na Hrastovoj gredi 1 gdje se arheološki sloj s ostacima željezarskih aktivnosti nalazi plitko ispod površine, odnosno odmah ispod humusa. Promjene su uvijek iskazljive u vidu više magnetizacije zemljišta zbog magnetnijih vrsta minerala željeza u otpadcima metalurških radionica kod proizvodnje (primjerice zgura) kao i zbog fragmenata peći, odnosno svih elemenata radionica koji su bili izloženi visokim temperaturama (primjerice zapečeni lijev i sl.). Usitnjavanje tih fragmenata, kao otpadnih produkata metalurških aktivnosti, intenzivnim se oranjem nastavlja, pa su materijalni ostaci toliko usitnjeni da su na današnjoj površini često nevidljivi prostim okom. Prema tome, lokacije nekadašnje metalurške aktivnosti mogu se pouzdano prepoznati već samo po promjeni magnetskoga susceptibiliteta površinskoga sloja zemljišta. Potrebno je naglasiti da su te anomalije po obimu površine u pravilu veće od onih koje bilježimo magnetometrijom jer se radi o širokoj površinskoj disperziji materijala zbog razvlačenja zemlje oranjem. S druge strane, magnetometrijom prepoznamo magnetske anomalije koje su posljedica magnetskih svojstava većih objekata, odnosno fragmenata i one se pojavljuju točno iznad njih.

Kartiranjem magnetskoga susceptibiliteta na površini zemljišta možemo u povoljnim uvjetima utvrditi veličinu područja kontaminacije metalurških otpadaka, premda se na ovaj način dobiva magnetski susceptibilitet

do svega 5 cm dubine. No, spomenute razlike u magnetskim svojstvima gornjega sloja tla mogu se nalaziti i na mjestima nekadašnjih naselja, prvenstveno zbog brojnih fragmenata spaljene gline u različitim oblicima (kućni lijev, keramika i sl.). Mjerenjima magnetskoga susceptibiliteta na Hrastovoj gredi 1 obuhvatili smo cijelu površinu koja je bila prethodno istražena magnetskom metodom (sl. 1). Na rezultatima kartiranja magnetskoga susceptibiliteta jasno se izdvajaju područja anomalnih vrijednosti (sl. 3). Ona se po površini općenito dobro preklapaju s područjima najjačih magnetskih anomalija koje daju uvid u magnetski anomalne objekte na nešto većoj dubini (ispod humusa).

Na osnovi mjerenja magnetskoga susceptibiliteta došli smo do nekoliko bitnih zaključaka za arheološku prospekciju željezarskih djelatnosti u takvim uvjetima arheoloških nalaza i prirodne sredine. Anomalna područja magnetskoga susceptibiliteta nalaze se na mjestima jakih magnetskih anomalija, ali s tom razlikom da su područja viših vrijednosti susceptibiliteta na većoj površini od magnetskih anomalija. To je rezultat kontaminacije zemljišta mineralima željeza kod željezarskih aktivnosti na područjima radionica kao i deponijama metalurških otpadaka (Mušič et al. 2013). Prikazi rezultata mjerenja magnetskoga susceptibiliteta pokazuju nam zapravo područja kontaminacije zemljišta zbog željezarskih djelatnosti i ujedno su rezultat poljoprivrednih aktivnosti kojima se zemlja s ostacima željezarstva razvukla na nešto veće površine od onih koje su bile primarno obuhvaćene samom



Sl. 4 Hrastova greda 1. Rezultati mjerenja magnetskoga susceptibiliteta (Kappameter KT-5) na rezultatima magnetske metode (Geometrics G-858) u podlozi. Anomalna područja magnetskoga susceptibiliteta nalaze se na mjestima relativno jakih magnetskih anomalija, ali s tom razlikom da su područja viših vrijednosti susceptibiliteta na većoj površini od magnetskih anomalija (vidi i sl. 2).

Fig. 4 Hrastova greda 1. Comparison of the magnetic susceptibility (Kappameter KT-5) and the magnetic method (Geometrics G-858) results. Anomalous magnetic susceptibility areas are exactly on the places of relatively strong magnetic anomalies but with the difference that areas of higher susceptibility cover a larger surface than magnetic anomalies (see also Fig. 2).

djelatnošću. Najviše su vrijednosti na takvim lokalitetima, prema očekivanjima, izmjerene na području željezarskih radionica s većim deponijama, a nešto niže u okolini gdje se u humusu nalaze disperzirani fragmenti različitoga materijala s mineralima željeza (Mušič et al. 2013). Na ovaj se način mogu dosta precizno locirati željezarske radionice samo na osnovi mjerenja magnetskog susceptibiliteta. S druge strane, magnetometrija bitno doprinosi u smislu izdvajanja pojedinih objekata kao što su npr. peći i veće naslage deponiranih otpadaka željezarstva. Iz tih razloga smo usporedili rezultate mjerenja magnetskoga susceptibiliteta i magnetometrije koji pokazuju da se i na ovome nalazištu oni u osnovi poklapaju (sl. 4).

Osim kompatibilnosti rezultata dviju provedenih geofizičkih metoda na Hrastovoj gredi 1, rezultati terenskoga pregleda lokaliteta, s točno zabilježenim mjestima pojave određenoga tipa površinskih arheoloških nalaza, također dobro korespondiraju s provedenim istraživanjima (usp. sl. 1: A; 4–5). Na pitanje o kojim je točno nepokretnim nalazima riječ i jesu li oni doista povezani s primarnom obradom željezne rude i ostalim željezarskim aktivnostima, kako su to pokazala primijenjena neinvazivna istraživanja provedena na lokalitetu Kalinovac – Hrastova greda 1, odgovor će nam dati tek planirana ciljana arheološka iskopavanja.

Zaključak

Geofizičkim smo istraživanjima primjenom magnetske metode i mjerenjima magnetskoga susceptibiliteta nesumnjivo potvrdili postojanje ostataka srednjovjekovnoga naselja te nekih željezarskih aktivnosti. Najjače magnetske anomalije i najviše vrijednosti magnetskoga susceptibiliteta su bile izmjerene na najvišem dijelu, blagim padinama i podnožju manjega, pjeskovitoga uzvišenja, gdje se na površini pojavljuje dosta keramičkoga materijala, talioničke zgure, koncentracije žbuke i kostiju što ukazuje na karakter ovoga lokaliteta kao naselja s nekim željezarskim aktivnostima. Vanjske su granice lokaliteta geofizičkim istraživanjima kao i terenskim pregledom sasvim jasno definirane, dok je unutarnja raspodjela i namjena objekata dosta nejasna, pa se može zaključiti da su dubokim oranjem u bliskoj prošlosti u najvećoj mjeri uništeni. Pretpostavljamo da se arheološki ostaci u najvećoj mjeri danas nalaze u sloju humusa sa slabije očuvanim dijelovima odmah ispod razine oranja, što će biti jasnije nakon planiranih arheoloških iskopavanja.

Literatura / Bibliography

- Abrahamsen, N., Holm, J., Koppelt, U., De Lanson, P., Smekalova, T., Voss, O. 2003, Archaeomagnetic Investigations of Iron Age Slags in Denmark, *Archaeological Prospection*, Vol. 10(2), 91–100.
- Dalan, R. A. 2008, A review of the role of magnetic susceptibility in archaeogeophysical studies in the USA: recent developments and prospects, *Archaeological Prospection*, Vol. 15(1), 1–31.
- Mušič, B., Orenko, L. 1998, Magnetometrične raziskave železnodobnega talilnega kompleksa na Cvingerju pri Meniški vasi, *Arheološki vestnik*, Vol. 49, 157–186.
- Mušič, B., Medarić, I., Mori, M., Nas, E. 2013, *Izvišće o geofizičkim istraživanjima na arheološkom lokalitetu Virje – Volarski breg/Sušine*, Maribor (neobjavljen rukopis pohranjen u Gearh d.o.o. i Institutu za arheologiju).
- Mušič, B., Medarić, I. 2018, *Izvišće o geofizičkim istraživanjima na arheološkom lokalitetu Kalinovac – Hrastova greda*, Maribor (neobjavljen rukopis pohranjen u Gearh d.o.o. i Institutu za arheologiju).
- Sekelj Ivančan, T., Mušič, B. 2014, Geofizička i arheološka istraživanja na nalazištu Virje – talionička radionica iz vremena kasne antike i ranog srednjeg vijeka, *Starohrvatska prosvjeta*, III. ser., Vol. 41, 177–184.
- Powell, A. J., McDonnell, J. G., Batt, C. M., Vernon, R. M. 2002, An assessment of the magnetic response of an iron-smelting site, *Archaeometry*, Vol. 44(4), 651–665.
- Telford, W. S., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. 1990, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Vandam, R., Mušič, B., Medarić, I. 2019, Contextualizing Kuruçay Höyük: Assessing the Unexplored Late Chalcolithic Landscape Near the Beginning of Early Social Complexity in SW Turkey, *Journal of Field Archaeology*, Vol. 44(1), 1–18.
- Valent, I., Zvijerac, I., Sekelj Ivančan, T. 2017, Topografija arheoloških lokaliteta s talioničkom djelatnošću na prostoru Podravine, *Podravina: Časopis za multidisciplinarna istraživanja*, Vol. XVI, br. 32, 5–25.
- Valent, I. 2018, Rekognosciranje Muzeja grada Koprivnice u 2017. godini, *Podravski zbornik*, Vol. 44, 77–98.
- Valent, I., Krznar, S., Tkalčec, T., Sekelj Ivančan, T. 2018, Terenski pregled koprivničke i đurđevačke Podravine, *Annales Instituti Archaeologici*, Vol. XIV, 142–147.

Summary

In the field survey carried out on the site Kalinovac – Hrastova greda 1, the collected surface finds indicated that some activity related to iron production, probably during the Middle Ages, took place in this site (Fig. 1: A). With the aim of clearer definition of the character of the site itself, non-invasive, geophysical research was applied (Fig. 1: B). Geophysical research using magnetic method and magnetic susceptibility measurements undoubtedly confirmed the existence of the remains of a medieval settlement with iron production activities which was already expected on the basis of archaeological field survey results. The strongest magnetic anomalies and the highest values of magnetic susceptibility were measured exactly at the areas associated with larger quantities of ceramics, plaster and slag fragments, pointing to the character of settlements with iron workshops (Figs. 2–3). The outer boundaries of geophysical research sites are quite clearly defined while the internal distribution and purpose of the features is quite unclear (Fig. 1: A; 4). It can be concluded that they have been largely destroyed by deep ploughing in the near past. We assume that the archaeological remains are nowadays mostly present in the plough zone and most probably also as badly preserved parts just below the level of ploughing, which will be clearer after planned archaeological excavations.