

Uporedna analiza geomagnetnog snimka sa realnim stanjem na terenu na lokalitetu Crkvine – Mali Borak

U ovom radu izvršena je uporedna analiza geomagnetnog snimka sa realnim stanjem na terenu na lokalitetu Crkvine – Mali Borak kako bi se utvrdila pouzdanost i preciznost geomagnetnih metoda i u kojoj meri arheološki nalazi utiču na jačinu gradijenta na snimku. Arheološke celine, kao i zone koje ih nisu sadržavale, upoređene su sa rezultatima geomagnetne prospekcije, pri čemu je pažnja usmerena na broj pokretnih nalaza, glavne karakteristike objekata i jačinu gradijenta. Takođe, poredene su površine arheoloških celina sa odgovarajućim površinama na geomagnetnom snimku. Utvrđeno je da se, uz mala odstupanja, arheološke celine poklapaju sa odgovarajućim celinama na geomagnetnom snimku. Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da položaj objekata, dimenzije, broj i koncentracija nalaza utiču na gradijent, što znači da primena geomagnetne prospekcije može imati veliku korist u arheologiji, budući da smanjuje vreme potrebno za preliminarne arheološke istraživanja.

Uvod

Lokalitet Crkvine – Mali Borak nalazio se u opštini Lajkovac, na visokoj rečnoj terasi između reke Kladnice i Dubokog potoka, na 90–110 metara nadmorske visine, sa koordinatama $x = 7439.074$ i $y = 4\,926.40$ UTM. Zahvatao je površinu od 25 hektara, uglavnom prekrivenu šumom, grmljem i niskim rastinjem, a u manjoj meri su se po njoj prostirale obradive površine i kućne parcele. Severnu granicu lokaliteta činio je obod rečne terase i padina prema reci Kladnici, a južna i zapadna

granica se prostirala oko asfaltnih puteva koji prolaze kroz Mali Borak (slika 1). Na lokalitetu Crkvine – Mali Borak konstatovana su dva kulturna sloja, prvi pripada srednjovekovnoj nekropoli, a drugi je neolitsko naselje iz finalne faze vinčanske kulture, Vinča-Pločnik IIb (RZZSK 2005).

Tokom arheoloških iskopavanja devedesetih godina na prostoru površinskog kopa Tamnava Istočno polje, ekipa arheologa iz Zavoda za zaštitu spomenika kulture iz Beograda izvršila je sondažna iskopavanja na severnom delu nekropole. Tom prilikom su nađeni su fragmenti praiistorijske keramike i istražen jedan grob, ali ne postoji dostupna dokumentacija. Zbog širenja površinskog kopa prema oblasti lokaliteta urađena su zaštitna iskopavanja u 2005. i 2006. godini. Zarad ekspeditivnijeg iskopavanja, primenjena je geomagnetna prospekcija terena (slika 2).

Istraživanje su na površini od oko 8200 kvadratnih metara obavili Vladimir i Jelena Miletić, Vojislav Stojanović i Mirko Mikić, diplomirani inženjeri geofizike iz Centra za nove tehnologije iz Beograda. Ukupna površina iskopanih soni je 1050 m², koliko je i iznosila naša obrađena serija (tabela 1).

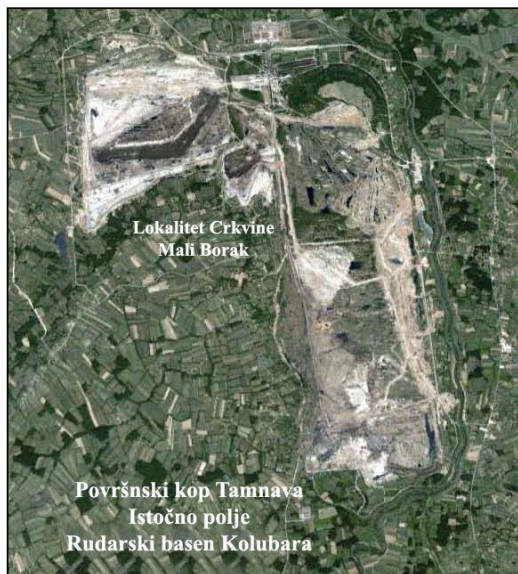
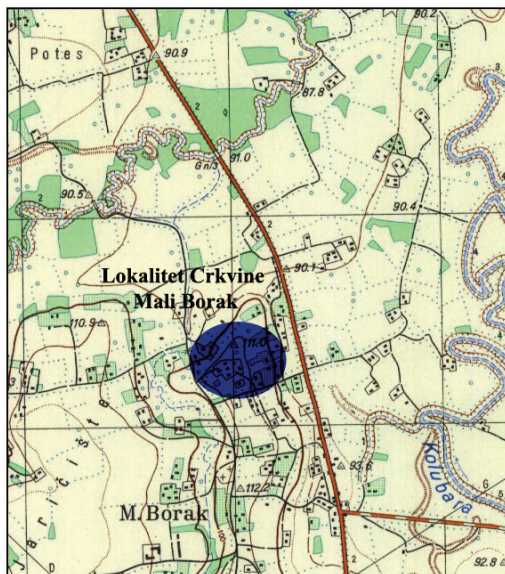
Motiv našeg istraživanja bila je prezentacija savremene metode površinske prospekcije i mogućnosti njenog korišćenja u uslovima sa ograničenim vremenom ili sredstvima za iskopavanje. Cilj je bio da se utvrdi pouzdanost i preciznost geomagnetne metode prospekcije i sistema za globalno pozicioniranje i ispita u kojoj meri pokretni i nepokretni arheološki nalazi utiču na jačinu gradijenta na snimku.

U površinskoj prospekciji korišćeni su magnetometar-gradiometar GSM19gw i GPS totalna stanica TRIMBLE 5800 (Centar za nove tehnologije 2005). Magnetometar-gradiometar odlikuje uzorkovanje duž profila na svakih pola sekunde po podatku pomoću konzole GSM19gw, kao i dvojni senzor i memorija od 32 MB (www.gemsys.ca). GPS totalna

Milena Jovanović (1992), Niš, Bulevar Nemanjića 94/26, učenica 1. razreda Gimnazije „Bora Stanković“ u Nišu

Miloš Momčilović (1990), Niš, Jermenska 29, učenik 3. razreda Gimnazije „Svetozar Marković“ u Nišu

MENTOR: Uroš Matić, student arheologije Filozofskog fakulteta u Beogradu



Slika 1. Geografski položaj lokaliteta Crkvine – Mali Borak. na topografskoj mapi (1 : 25000) i satelitskom snimku uzetom sa Google Earth (snimak 2003. godine)

Figure 1. Geographical location of site Crkvine – Mali Borak on topographic map (1 : 25000) and Google Earth satellite imagery (2003)

stanica se sastoji od dvofrekventnog GPS prijemnika koji je integrisan u kućištu, GPS antene, radio moda-ma, napajanja, bluetooth modula za bežičnu komuni-kaciju i memorije od 2 MB (www.livonagis.co.yu). Magnetometri mogu da registruju podzemne anoma-lije, rupe, kuće, šatore, temelje, bunare, sa srednjom brzinom povratka informacija. Iako nova, ovakva metoda nije preterano skupa, a ograničenja prilikom korišćenja mogu biti magnetne oluje, dnevne varija-cije i nasumične intruzije (Collins 2003: 96-97).

Geomagnetna prospekcija obavljena je duž pro-filâ na međusobnom rastojanju od jednog metra, čime je obezbeđena visoka preciznost lociranja do-bijenih rezultata.

Na osnovu situacionog plana napravljene su ta-bele u koje je za svaki kvadrat unešen broj nalaza, materijal i jačina gradijenta u tom kvadratu. Kvadra-ti su podeljeni u dve grupe: na one koji su sadržali arheološke celine i na one bez celina. Međusobno su upoređeni kvadrati iz iste grupe koji imaju sličan gradijent.

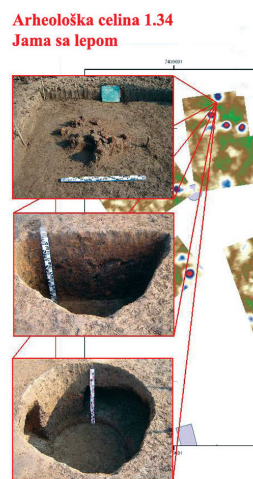
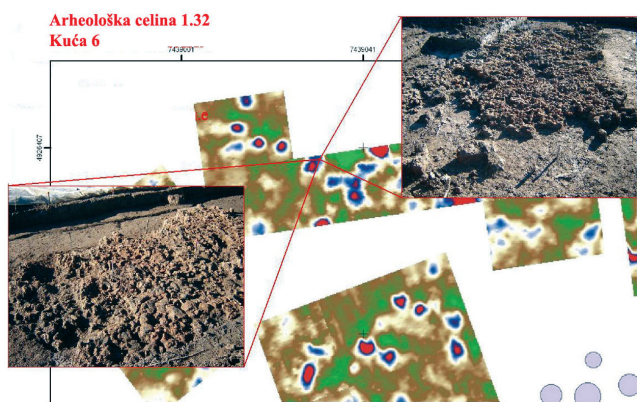
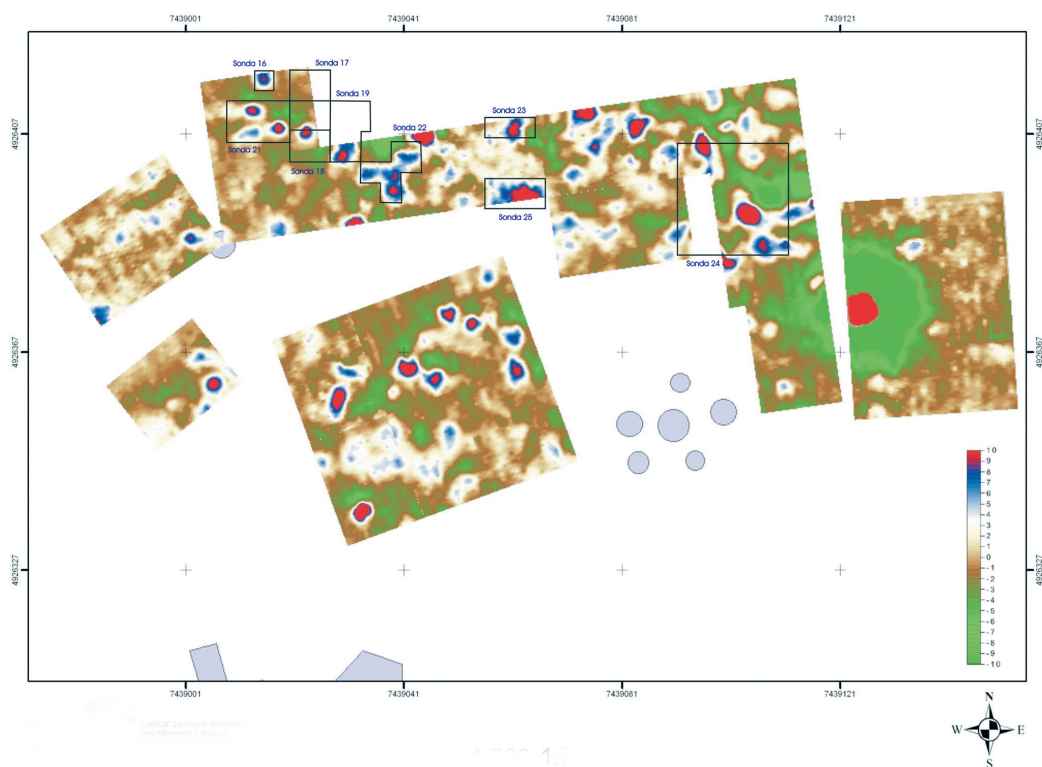
Upoređujući dobijeni geomagnetni snimak i arheološku sliku, najpre kod arheoloških celina, a potom i kod zona koje ih nisu sadržale, obrativši pri

tome pažnju na broj pokretnih nalaza, dimenzije objekata, njihovu dubinu i ostale karakteristike do-bili smo sledeće rezultate.

Rezultati istraživanja

Među arheološkim celinama na lokalitetu Crkvi-ne – Mali Borak razlikuju se jame sa lepom, zone sa lepom, jama, kuća i peć. Jame sa lepom međusobno se razlikuju po svojim osnovnim karakteristikama, broju nalaza, dimenzijama i položaju, koje su uticale na jačinu njihovih gradijenata. Faktor koji je podjed-nako uticao na gradijent kod svih jama jeste lep koji se nalazio u njima. Osim jama sa lepom, konstato-vana je i jedna jama bez lepa koja je po ostalim karakteristikama vrlo slična drugim jamama. Zone sa lepom razlikuju se po broju nalaza i po jačini gra-dijenta, ali su sličnih površina. Arheološke celine koje čine kuća i peć u njoj su jedinstvene, ali imaju slične karakteristike kao i ostale celine i isti faktori utiču na jačinu njihovog gradijenta.

Jama sa lepom 1.42 se nalazila u sondi 19 i na jačinu njenog gradijenta negativno utiče to što je



Slika 2. Snimak geomagnetne prospekcije lokaliteta Crkvine-Mali Borak

Figure 2. Snapshot of geomagnetic prospection of site Crkvine-Mali Borak

Tabela 1. Arheološke celine, Crkvine – Mali Borak

| Arheološka celina | Dimenzije [m] | Veličina fleke [m] | Keramika | Kamen | Kost | Metal | Ukupan broj nalaza | Gradijent |
|--------------------|--|--------------------|----------|-------|------|-------|--------------------|-------------|
| Jama sa lepom 1.42 | R = 3, D = 0.6 | R = 3 | 747 | 7 | – | – | 754 | 4 – 7 |
| Jama sa lepom 1.34 | R = 2.3, R _{dna} = 2.3, D = 1.1 | R = 2.3 | 229 | – | 1 | – | 230 | 6 – 9 |
| Jama sa lepom 1.46 | 4.5×4 | 4.5×4 | 7 | – | – | – | 7 | 5 – 7 |
| Jama sa lepom 1.49 | R = 2, D = 1 | R = 2 | 21 | – | – | – | 21 | (–7) – (–2) |
| Jama 1.44 | 2×1.8 | 2×1.8 | 746 | 18 | – | – | 764 | 6 – 10 |
| Zona lepa 1.40 | 4×2.7 | 4×2.7 | 72 | – | – | – | 72 | (–4) – (–3) |
| Zona lepa 1.41 | 2×2.8 | 2×2.8 | 233 | 8 | – | – | 241 | 3 – 4 |
| Zona lepa 1.51 | R = 3 | R = 3 | 112 | – | – | – | 112 | 1 – 10 |
| Kuća 1.38 | 5×3 | 5×3 | 41 | – | – | 1 | 42 | 5 – 7 |
| Peć 1.47 | – | – | 7 | – | – | – | 7 | 7 |

njen vrh udaljen od površine, ali nasuprot tom smanjenju gradijenta, veliki broj pokretnog arheološkog materijala ga povećava.

Druga jama sa lepom 1.34 nalazila se u sondi 20 i na povećanje njenog gradijenta utiče njena izuzetno velika dubina, kao i to što počinje od prvog otkopnog sloja (slika 2).

Jama sa lepom 1.46 nalazila se u sondi 22 ispod kuće 06, i s obzirom na malo nalaza iz ove jame na visok intenzitet gradijenta utiče njen položaj u odnosu na kuću 06 (slika 2). U sondi 26 nalazila se jama sa lepom 1.49 sa malim brojem nalaza, ali je velikom rasponu gradijenta doprinela velika relativna dubina ove jame. U slučaju jama sa lepom, veličina anomalija na geomagnetnom snimku odgovara njihovim dimenzijama. Osim karakteristika jama, na intenzitet gradijenta utiče i lep koji se u tim jamama nalazi.

Na visok intenzitet gradijenta jame 1.44 iz sonde 19 uticao je izuzetno veliki broj keramičkih nalaza, kao i nekoliko kamenih nalaza.

U zoni sa lepom 1.40 koja se nalazila u sondi 24 mali broj nalaza odrazio se kroz niže vrednosti gradijenta. Zona sa lepom 1.41 iz iste sonde ima više pokretnih nalaza od prethodne, te je i jačina njenog gradijenta veća. Bez obzira na količinu nalaza, male vrednosti gradijenata u ove dve zone posledica su veoma male dubine. U sondi 25 nalazila se zona sa lepom 1.51 sa visokim vrednostima gradijenta, koje uslovljava veliki broj keramičkih nalaza.

Neolitska kuća 06 (AC 1.38) nalazila se u sondi 22 iznad jame sa lepom 1.46 i, iako ima veoma mali broj nalaza od keramike, na visok intenzitet njenog gradijenta uticali su jedan metalni nalaz, kao i lep koji ova kuća sadrži.

U arheološkoj celini 1.38 nalazila se peć sa veoma malo nalaza, ali je visoka vrednost gradijenta posledica njenog položaja.

U sondama 17, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 27 i 30 beležimo prisustvo isključivo praistorijskog materijala, dok u sondi 24 imamo mešavinu praistorijskog i srednjovekovnog materijala. U ovim zonama nađen arheološki materijal, najvećim delom keramika, mada se u pojedinim kvadratima sporadično nalazio materijal od kamena, kostiju i metala u tragovima na području nekropole.

Pored arheoloških celina, u sondama se nalaze i zone gde nisu konstatovane arheološke celine koje su radi lakšeg poređenja grupisane na osnovu kulturnog sloja kome pripadaju (tabela 2).

Prvu grupu čini 50 kvadrata u kojima je pronađen praistorijski materijal (od 1-541 nalaz), a raspon gradijenta u ovoj grupi je od –7 do 10 nT. Drugu grupu čini 78 kvadrata koji su bili deo srednjovekovne nekropole, a koji su sadržali od 1 do 142 nalaza i imali raspon gradijenta od –10 do 10 nT. Kod ovih zona nije uočena pravilnost u vrednostima gradijenta, jedino se nazire zavisnost od koncentracije nalaza.

Diskusija

Poredeći međusobno jame sa lepom (1.42, 1.34 i 1.49) uočavamo da na gradijent utiču: dubina jame, blizina površini, dimenzije, broj nalaza, odnosno njihova koncentracija. Poredeći jame sa lepom sa jamom koja nije sadržala lep, već kamene nalaze, konstatujemo da, ukoliko jame imaju slične karakteristike, na povećanje gradijenta utiču kameni nalazi. Ako uporedimo bilo koju jamu koja ima nalaze kamena i veću koncentraciju keramičkih nalaza sa grupom celina koje su u superpoziciji (1.38, 1.46, 1.47), koje imaju manju koncentraciju nalaza keramike i metal, uočavamo da na gradijent više utiče veća koncentracija nalaza. Poredeći jame (1.34, 1.42, 1.44, 1.49) sa zonama lepa (1.40, 1.41, 1.51) konstatujemo da jame imaju veći gradijent zbog veće koncentracije nalaza i veće dubine. Poređenjem zona lepa (1.40, 1.41 i 1.51) sa grupom celina (1.38, 1.46 i 1.47) uočavamo da na gradijent zona utiče veća koncentracija nalaza i prisustvo kamenih nalaza, a da na gradijent grupe celina više utiče njihova superpozicija. U ovom slučaju grupa celina imala je veći gradijent.

Tabela 2. Zone koje nisu sadržale arheološke celine, Crkvine-Mali Borak

| Br. kv. | Broj nalaza | Gradijent |
|-------------|-------------|-----------|
| Praistorija | | |
| 10 | 2 – 300 | (–3) – 0 |
| 10 | 8 – 175 | (–4) – 9 |
| 8 | 11 – 541 | (–8) – 8 |
| 5 | 1 – 27 | (–7) – 7 |
| 2 | 88 – 117 | 3 – 7 |
| 5 | 5 – 294 | 6 – 10 |
| 10 | 6 – 115 | 0 – 10 |
| Nekropola | | |
| 14 | 1 – 113 | – 10 |
| 11 | 4 – 86 | (–8) – 6 |
| 12 | 0 – 142 | (–4) – 0 |
| 9 | 14 – 107 | (–4) – 10 |
| 16 | 2 – 97 | (–3) – 3 |
| 4 | 3 – 23 | –2 |
| 11 | 3 – 55 | 0 – 6 |
| 10 | 1 – 64 | 3 – 10 |
| 1 | 106 | 10 |

Zaključak

Na osnovu uporedne analize geomagnetnog snimka i arheološke slike dobijene na osnovu iskopavanja, može se videti kako se gradijent menja u odnosu na broj nalaza, dimenzije i položaj objekata.

Ukoliko poredimo dva objekta istog tipa koji su približno istih površina i na istoj dubini, uočavamo da broj nalaza malo utiče na povećanje gradijenta. Bitan faktor koji uslovljava povećanje gradijenta u situaciji kada postoje dva objekta istih karakteristika je blizina tog objekta površini.

Značajan uticaj na vrednost gradijenta ima koncentracija nalaza u objektu, bez obzira na veličinu objekta. Na primer dva arheološka objekta različite veličine, a istog broja nalaza neće imati isti gradijent već će manji objekat imati veći gradijent zbog veće koncentracije nalaza. Tokom analize zaključili smo da dubina same celine povećava vrednost gradijenta. Isto se dešava i u slučaju kada se dva objekta nalaze jedan iznad drugog, čime se povećava njihova ukupna dubina. Dubina samog objekta više utiče na vrednost gradijenta od njegovih površinskih dimenzija.

Zahvalnost. Želeli bismo da se zahvalimo arheologu Mirjani Blagojević iz Republičkog zavoda za zaštitu spomenika kulture iz Beograda koja nam je ustupila dokumentaciju i materijal za izradu ovog rada, kao i Vesni Crnoglavac iz Narodnog muzeja u Nišu koja nam je svojim stručnim savetima pomogla prilikom istraživanja.

Literatura

- Collins J. M., Molyneaux, B. L. 2003. *Archaeological Survey*. Oxford: Altamira Press
- www.livonagis.co.yu/trimble/trimble5800.shtml, ulaz 16. 07. 2008.
- www.gemsys.ca/prod_all_catalogue.htm, ulaz 16. 07. 2008.
- RZZSK 2005. Terenski dnevnik sa zaštitinih arheoloških iskopavanja lokaliteta Crkvine u Malom Borku. Republički Zavod za zaštitu spomenika kulture. Radoslava Grujića 11, Beograd
- Centar za nove tehnologije 2005. Izveštaj o izvedenim geofizičkim istraživanjima na arheološkim lokacijama Crkvine i Mali Borak – Kolubara, Centar za nove tehnologije, Knez Mihajlova 35/4, Beograd

Comparison of Results of Geomagnetic Survey and Results of Archaeological Excavation on Crkvine-Mali Borak Neolithic Settlement

This work is a comparison of the results given by geomagnetic prospection with GPS total station TRIMBLE 5800 and magnetometer-gradiometer GSM19gw with the results from archaeological excavation of the Crkvine-Mali Borak Neolithic settlement. The aim of this research is to diagnose reliability and precision of the geomagnetic survey method and system for global positioning of the latest generation, as well as to diagnose in which measure portable and fixed archaeological finds and features influence the strength of the gradient given

by the results of geomagnetic prospection. We compared the results of geomagnetic prospection and archaeological excavation, primarily on the archaeological units, and then on the zones without them, having in mind the number of portable artifacts, dimension of objects, their depth and other characteristics. Among the archaeological features on Crkvine-Mali Borak Neolithic settlement there are rubble pits, rubble zones, pits, houses and ovens. We first compared features within the same category, and then vice versa. We noticed that the gradient of the geomagnetic survey is influenced by the number of finds, dimensions and locations of certain objects. The stronger gradient is within the objects with the largest number of portable artifacts and with a higher concentration of archaeological finds. The relative depth of the archaeological features and finds is also significant for the gradient strength. The objects located one on top of another show spots with bigger surfaces on the results of site survey.

