

POČECI ARHEOLOŠKIH GEOFIZIČKIH ISTRAŽIVANJA U BOSNI I HERCEGOVINI U KONTEKSTU PROJEKTA BIHERIT

Sabina VEJZAGIĆ
(Univerzitet u Sarajevu)

Značajnu osnovu nedestruktivnih arheoloških istraživanja čine geofizičke metode. Geofizički rezultati zapravo spadaju u arheološku dokumentaciju jednog određenog lokaliteta. Arheološka dokumentacija nije tačno određena na koji način i kako treba da se vodi, no ona je univerzalna, iako se razlikuje od države do države, pa čak od terena do terena, tj. osobe koja je voditelj terena. Jedna država treba da posjeduje zakone o arheološkim istraživanjima, tj. pravilnik koji određuje na koji način se jedan arheološki lokalitet treba da istražuje, što se odnosi i na dokumentaciju. U BiH zakoni vezani za arheologiju još uvijek nisu sasvim određeni, što dovodi do mnogih manje kvalitetnih arheoloških istraživanja.

Geofizička snimanja

Relativno mladu nauku predstavlja geofizika, koja se bavi proučavanjem građe Zemlje na osnovu zakona fizike. Primjena geofizike i njenih metoda zasniva se na terenskim mjerenjima, koja se izvode isključivo instrumentima koji rade na principima geofizike (Vukadonović 2011, 19). Pošto i arheologija, kako vrijeme prolazi, postaje multidisciplinarna nauka, ona u svojim istraživanjima koristi metode i principe geofizike, jer ove metode pomažu kod nedestruktivnog istraživanja koje ne zahtjevaju kopanje, a svojim nadpovršinskim snimanjima za kratko vrijeme daju veliki obim podataka. Geofizika je zapravo skup me-

toda mjerenja fizikalnih parametara, radi određivanja globalnih svojstava Zemlje. Mjere se promjene Zemljinog magnetskog i elektromagnetskog polja, registruju se i analiziraju potresni valovi, mjeri se gravitacijsko polje Zemlje da bi se definirali Zemljini geoidi i slično. Arheolozima, geofizika je pomoćno sredstvo, koje pomaže da se shvati podzemne depozite mnogo brže nego što bi se to radilo klasičnim arheološkim kopanjem.

Magnetometarskim istraživanjima dolazi se do najbržeg pregleda dometa istraživanog područja, te se ovim istraživanjima dobiva uvid u mnoge anomalije koje se nalaze pod tlom, koje je najčešće, u nekom prošlom vremenu, stvorio čovjek. Smatra se jednom od osnovnih tehnika kod istraživanja, jer daje detaljan uvid u topografiju. Magnetometrijom se mjeri snaga ili direkcija magnetnog polja, koje je proizvedeno u laboratoriji ili jednostavno postoji u prirodi, te je osnovna mjerna jedinica Tesla (u magnetometarskim istraživanjima koristi se nT iz prostog razloga jer je sama Tesla vrlo velika mjerna jedinica). Instrumenti mjere razliku između dva magnetska mjerenja koji su razdvojeni fiksiranom razdaljinom (Vukadonović 2011, 19). Ovim istraživanjima mogu se otkriti sadržaji kao što su pećnice, ognjišta, područja koja su bila u dodiru s vatrom i slično. Magnetometri su pasivni instrumenti, tako da istraživač treba biti dosta siguran da li se tokom istraživanja zaista otkrivaju anomalije, a ne ne-

posredna okolina. Sve vrijeme ispituju magnetno polje, tražeći promjene (Oswin 2009, 126), te osim što pronađu magnetno polje i moguće metalu, u stanju su da detektuju i samog upravljača instrumenta, ako imaju nešto metalno na sebi. Instrumenti su u stanju da identifikuju termoremanentne magnetizirane strukture (EH 2008, 21), kao što su pržionice i pećnice, kao i zakopane jame i jarci i industrijalizirana područja, kako današnja tako i prošla. Magnetometri rade na principu prikupljanja magnetizma područja sve vrijeme tokom snimanja, tražeći promjene svake minute.

Fluxgate magnetometar

Za magnetometarska istraživanja uvijek treba imati na umu da osoba koja nosi instrument i ljudi iz neposredne okoline treba da budu u svakom smislu nemagnetizirani. Magnetometrima je potrebno vremena da se adaptiraju na okolinu koju treba da snime, najbolje je da se odmah



Slika 2. Fluxgate FM256 magnetometar (foto Vejzagić)

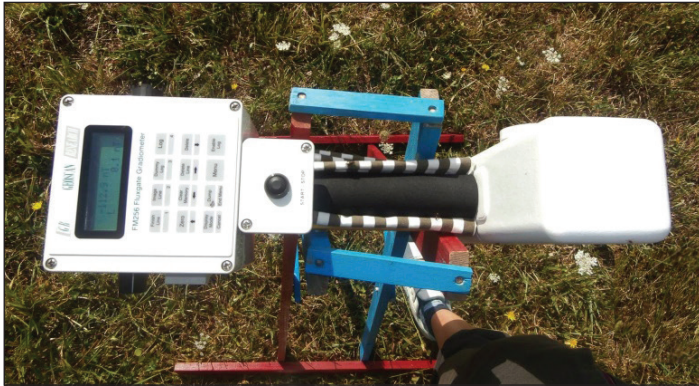
nakon dolaska na teren uključe, jer im minimalno 15 min. treba da se 'naviknu' na okolinu i njenu temperaturu. Svaka osoba ima svoj magnetizam, tako da tokom snimanja jedne mreže uopće nije preporučljivo da se korisnici mijenjaju tokom nošenja instrumenta, jer on sam sve to snima i pamti, te će rezultati biti dosta manje kvalitete.

Prije nego se krene snimati određena mreža, kvadrat ili dio, instrument je potrebno prvo kalibrirati, što predstavlja automatsku proceduru. Kakva će biti čitanja, zavisi od toga kako je korisnik namjestio instrument. English Heritage preporučuje 4 čitanja po metru tokom hodanja, s rastojanjem od jednog metra (Oswin 2009, 12).

Tokom snimanja često je potrebna pomoć druge osobe, koja pomaže operateru pomjeranje mreže, također i ta osoba mora biti nemagnetizirana, no ako to u potpunosti nije moguće, onda treba da bude najmanje 2m udaljena od instrumenta i mreže koja se snima. Način na koji će mreža izgledati je proizvoljan, i zavisi od osoba koje će vršiti snimanje.

Fluxgate magnetometar je prvi put razvijen tokom Drugog svjetskog rata, za lokaciju mina i bombi. Zbog lakše težine i manjeg troška, fluxgate je u arheologiji vrlo popularan, iako instrument stvara probleme zbog vremena i temperatura. Ovi instrumenti su vektorski usmjereni. Jedan instrument treba da ima niz ključnih stvari u svom sistemu (Bartington, Chapman 2003, 20): treba da bude nosiv, rezolucija treba biti tačno određena, greške se trebaju svesti na minimum, baterija treba uvijek biti napunjena itd.

Za magnetometarska istraživanja na područja Bosne i Hercegovine, koristio se instrument FM256 Fluxgate Gradiometer (daljem tekstu FM256). To je instrument



Slika 3. Prikaz membrane Fluxgate FM256 (foto Vejzagić).

koji predstavlja nadograđenu verziju FM18/36. FM256 je novija i brža verzija, no FM18/36 se i dan danas koristi, najčešće u dualnom načinu snimanja, gdje služi kao pomoćni instrument (Vejzagić 2012, 6). Magnetometar je dizajniran kao brzi identifikacioni sistem, koji se koristi za mnoge ciljeve, tj. za mnoga istraživanja i snimanja, ne samo za arheologiju. On se koristi i za prirodne, geološke ili militarne svrhe. Što se tiče arheologije, snimanja se baziraju na otkrivanje izgorjenih struktura, kao što su peći, ognjišta, pržionice, no otkriva i strukture, objekte koja u sebi imaju neka magnetna svojstva, kao što ih imaju bunari, ograde, groblja, jame i sl. Instrumentom se mogu otkriti i deponije, 'uljni bubnjevi', tj. nafta, cjevovodi, kablovi, neotkrivena artiljerija i geološke formacije. Nakon što se uklopi s Geoplot 3.0 softwerom¹, dobiva se odličan prikaz podataka i grafike, koji se prerađuju, analiziraju, inetrpretiraju i prezentiraju. Podaci se spajaju vrlo lako, te Geoplot 3.0 omogućava brzo spajanje u jednom

¹ Softwer koji se koristi za prebacivanje i analizu podataka s instrumenta

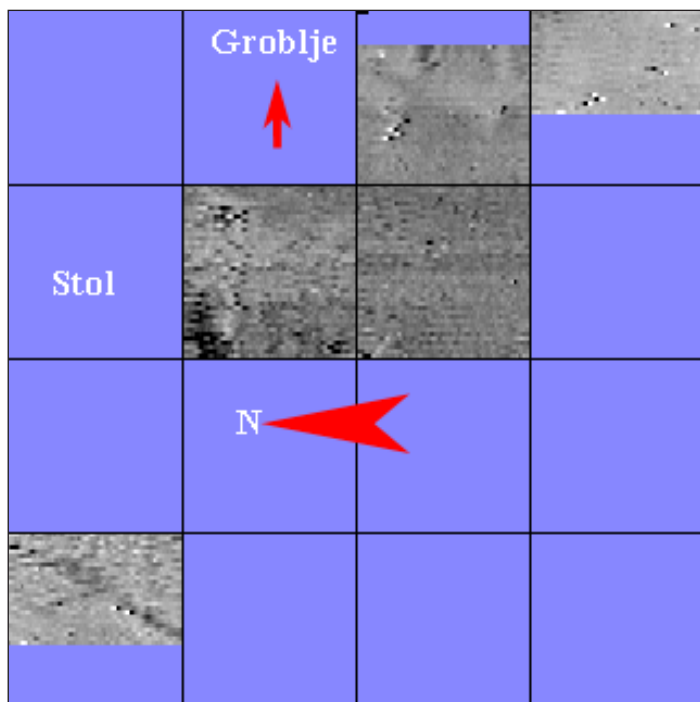
ishodu. Pomoću Tempus projekta iz 2013. godine, na lokalitetu Đelilovac u Turbetu kod Travnika i na Zecovima kod Prijedora, izvršena je terenska nastava, na kojima su vršena i magnetometarska snimanja.

Đelilovac u Turbetu kod Travnika

Projektom Tempus organizovane su dvije škole za studente arheologije i historije s područja Bosne i Hercegovine. Jedna je organizovana u mjestu Đelilovac u blizini grada Travnika. Pošto se tokom ljetne škole nisu koristila geodetska pomagala, preuzete su koordinate s interneta, koje su dostupne za Đelilova, a one iznose: 44 16'N 17 32'.

Lokalitet je slučajno pronađen. Mještatinin, čija je parcela, pronašao je ostatke zidova i ulomke keramike. Organizovana je ljetna škola, koja je trajala u periodu od 5. do 31.8.2013.godine. Geomagnetska snimanja izvršena su od 5. do 10.8.2013.godine. u neposrednoj blizini, vršeno je i kopanje, gdje su pronađeni zidovi, te je na kraju zaključeno da je na ovom prostoru vrlo vjerovatno riječ o antičkoj vili iz rimskog peroda. Otkrivena je i rimska cesta dužine oko 40m, koja je i otkrivena geofizičkim snimanjima. Osim toga, snimci su pokazali i postojanje apsidalnog dijela građevine. Pronađeno je i mnogo arheoloških nalaza, najzanimljiviji nalaz predstavlja brončana ploča s prikazom Dunavskog konjanika.

Konačni rezultati, nakon obrade podataka, pokazali su da se ispod površine nalaze arheološke anomalije, koje su vidljive i golim okom (Slika 4). Prostor je snimljen s više mreža, gdje sve mreže međusobno nisu povezane, iz razloga što je riječ o vrlo velikom terenu, te nije bilo dovoljno vremena da se sve snimi.



Slika 4. Prikaz mreža s Đelilovca. U krajnjem SZ kvadratu su obrisi zida (preuredio A. Kaljanac).

Zecovi kod Prijedora

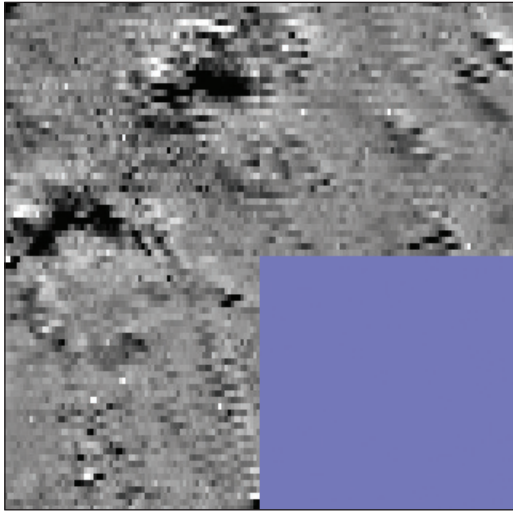
Zecovi kod Prijedora nalaze se na putu između Sanskog Mosta i Prijedora, koji se prostire na oko 13 km². Prostor je naseljavan od davnih vremena, smatra se čak i od neolita. Početkom oktobra 2013. godine, terenskom nastavom vršena su arheološka istraživanja, koja su se nadovezala na prijašnja, posredstvom između ostalog i Univerziteta iz Cambridga. Tokom terenske nastave vršena su testna kopanja, tzv. test pits, geofizičko rekognosciranje, te upotreba totalne stanice i GPS uređaja. Na istom lokalitetu vršit će se idalje istraživanja,

kojima će prethoditi ispitna istraživanja terenske nastave v projektu BIHERIT. Istraživanja su se vršila na brežuljku, na kojem se smatra da se nalazila gradina, te neporedno ispod gradine, iz razloga što se smatra da je vremenom došlo do erozije, pomjeranja tla, pa je površinskim rekognosciranjem utvrđen veliki broj ulomljene kremike.

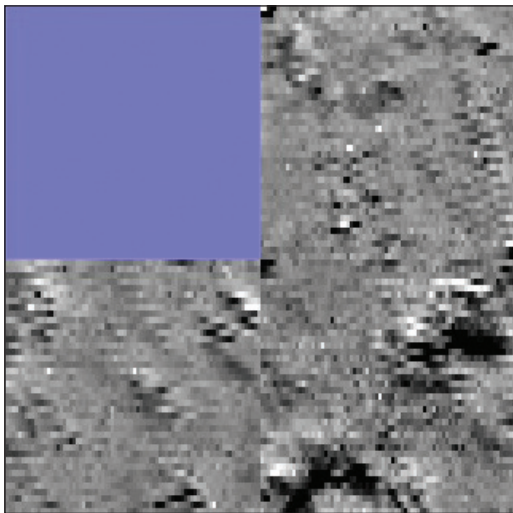
Zaključak

Vremenom, arheološka istraživanja dobijala su određene načine i korake kako jedan arheološki lokalitet kvalitetnije kopati. Što se tiče Bosne i Hercegovine, taj proces osvajanja novih tehnika ide mnogo sporije nego što se to dešavalo u većini država Evrope. U Đelilovcu vršeno je terensko iskapanje, jer su se tu mogle vidjeti strukture koje se nalaze pod zemljom.

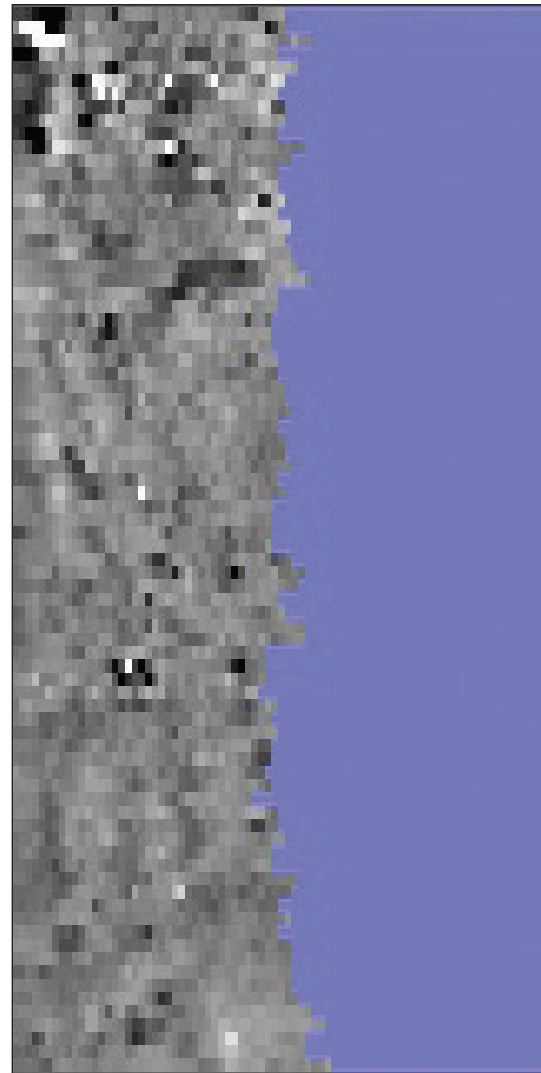
Pored terenskog kopanja, vršeno je i geofizičko snimanje u neposrednoj blizini, i krajnjim rezultatima se moglo vidjeti o kakvom je lokalitetu riječ i kakve sve potencijale ima. Na vrlo prostranom području svaki snimak je prikazao postojanje arheologije ispod zemlje, konture zidova i slično. Upravo ovim načinom istraživanja uštedilo se koliko na vremenu toliko i na finansijama. Istim rezultatima u budućnosti će se moći odrediti koji dio lokaliteta sadrži najveću koncentraciju arheologije i arheoloških ostataka. Osim što obogaćuje arheološku dokumentaciju terena, prije samog kopanja, dobije se mogućnost u uvid o kakvom lokalitetu bi mogla biti riječ. Klasičnim arheološkim iskopavanjem jedan teren postaje nepovratno promjenjen, tj. on nikada više neće biti onakav kakav je bio prije iskopavanja. S druge strane, danas su razvijene mnoge metode, pomoću kojih se može dobiti uvid o



Slika 5. Prikaz snimka mreža postavljene na mjestu ispod gradine.



Slika 6. Prikaz snimaka mreža postavljenih na gradini. Smatra se je na ovom mjestu B. Čović vršio iskopavanja.



Slika 7. Prikaz snimka mreža postavljenih na gradini.

vrsti lokaliteta, njegovom stanju i onoga što taj lokalitet potencijalno može nuditi. Materijal koji se eventualno nalazi ispod površine ostaje u stanju u kakvom jeste, ne-taknut i konzerviran za dalju budućnost, u kojoj će se materijali možda moći bolje sačuvati.

BIBLIOGRAFIJA

VUKADINOVIĆ M (2011), *Primena geofizike u arheologiji*. Zavod za zaštitu spomenika kulture Kraljevo, Narodni muzej Kraljevo, 2011.

VEJZAGIĆ S. (2012), *Korištenje Fluxgate gradiometra u arheologiji*. rukopis diplomskog rada, 2012.

OSWIN J. (2009), *A Field Guide to Geophysics in Archaeology*. Springer, Chichester, UK, 2009.

BARTINGTON G. and CHAPMAN C. E. (2004), A High – stability Fluxgate Magnetic Gradiometer for Shallow Geophysical survey Applications. *Archaeological Prospection* 11, Wiley InterScience, 2004.

EH (2008), *Geophysical Survey in Archaeological Field Evaluation*. English Heritage 2008.