

GEARH d.o.o.

Radvanjska 13
2000 Maribor
Slovenija



GSM: 00 386 41 580 498

Email: brankomusic1@yahoo.com

<http://arheologija.ff.uni-lj.si/zaposleni/music.html>

IZVJEŠĆE O GEOFIZIČKIM ISTRAŽIVANJIMA

na arheološkom lokalitetu:

KALINOVAC – HRASTOVA GREDA

Naručitelj istraživanja:

Institut za arheologiju
Ulica Ljudevita Gaja 32
10000 Zagreb
R. Hrvatska

Autori izvješća:

doc. dr. Branko Mušič, univ. dipl. inž. geol.

Igor Medarič, univ. dipl. arheol.

GEARH D. O. O.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "B. Mušič".

Suradnice:

Eline Nas, mag. arheol.

Breda Zorec, univ. dipl. arheol.

U Mariboru 18.12.2018

UVOD

Arheološki ciljevi geofizičkih istraživanja na arheološkom lokalitetu Hrastova greda kod Kalinovca primjenom magnetske metode i mjerenja magnetskog susceptibiliteta su bili ostaci kasnoantičkih i srednjovjekovnih željezarskih radionica (talionice, deponije otpadnih produkata metalurgije u vidu lomljene zgure/troske, spaljena glina u različitim formama, lijep i sl.). Ovaj je bio lokalitet otkriven prethodnim arheološkim terenskim pregledom u okviru redovnih aktivnosti projekta TRANSFER, koji je planirala i sprovela voditeljice projekta dr. Tajana Sekelj Ivančan. Na osnovu tih rezultata je bila za geofizička istraživanja određena površina veličine 10.000 m², gdje su bile zabilježene najviše koncentracije ostataka željezarskih djelatnosti (**slike 1 i 2**).

Rezultati arheološkog terenskog pregleda (vidi sliku 1)
(preuzeto iz dokumentacije projekta TransFer)

Hrastova greda 1

Položaj je poznat iz ranijih rekognosciranja Josipa Cugovčana kada je prikupljena manja količina keramičkog materijala i jedan veći ulomak talioničke zgure. Tijekom terenskog pregleda u podnožju je prikupljena keramika i talionička zgura. Zamijećeno da je zgura koncentrirana na nekoliko položaja, točnije njih 7. Na tjemenu uzvišenja nije pronađena keramika. Vjerojatno jer ju je pijesak koji se stalno raznosi prekrrio, no možda je i nema. No, na nekoliko su mjesta na tjemenu platoa zamijećene koncentracije žbuke. Na pojedinim su mjestima u podnožju pronađeni ulomci kostiju. Podno uzvisine na SI strani podnožja uočen razoreni objekt. Unutar njega prikupljeno nekoliko ulomaka keramike koji pripadaju istoj posudi i još nekoliko ulomaka. Radi se o posudi koja se datira u razvijeni srednji vijek (Točka 582).

Položaj 1 (Točka 583)

Na SI podnožju zamijećeno da je položaj na kojem se nalazi zgura kružan. Pijesak je na tom prostoru tamno smeđe boje dok je uokolo žućkasti. Ta mrlja unutar koje je nalažena keramika i zgura je imala relativno kružan oblik i promjer od oko 11 metara. Okolo na žutom pijesku nije nalažena zgura. Radi se o položaju peći, razvučenom zbog oranja. Keramika je rani i razvijeni srednji vijek.

Položaj 2 (Točka 584)

Dimenzije prostora na kojem je prikupljena zgura su otprilike 14 (smjer sjever-jug) x 12 (smjer istok-zapad) metara. Uz zguru je prikupljena i veća količina keramike.

Položaj 3 (Točka 585)

Prostor na kojem je nalažen azgura je razvučen na prostoru od otprilike 14 x 14 metara. Zgura se pojavljuje na otprilike donjoj trećini padine i ide prema podnožju. Bivči tok potoka je uz položaj.

Položaj 4 (Točka 586)

Prikupljena manja količina keramike koja se datira u razvijeni srednji vijek (pronađeni su i ulomci peke) i nešto malo talioničke zgure. Nije se moglo odrediti na kojem bi točno položaju mogle biti peći jer se nije uočila veća koncentracija kao na prethodna 3 položaja.

Položaj 5 (Točka 587)

Nisu zamijećene mrlje već samo žućkasti pijesak i materijal nalažen u njemu.

Položaj 6 (Točka 588)

Položaj se nalazi na jugoistočnoj padini uzvisine, točnije na njenoj zadnjoj trećini i u podnožju uzvisine. Razvučen je na otprilike 15x15 metara. Zemlja je tamnije, no nije jasna situacija kao na položajima 1-3.

Položaj 7 (Točka 589)

Položaj 7 nalazi se na istočnoj strani uzvišenja i njenog podnožja. Razvučen je od polovine uzvišenja do podnožja, na prostoru od otprilike 20 x 20 metara. Nije mu se jasno moglo odrediti rasprostiranje kao u slučaju prva tri položaja.

Hrastova greda 2 (Točka 577)

Položaj prikupljenog uzorka narančaste zemlje.

Uzvišenje (Točka 578). Istočna padina brežuljka prema potolini - prikupljena keramika - lokalitet je zapravo na jugoistočnoj padini tog brežuljka. Sporadični nalazi.

Vrh pješćanog platoa (Točka 579). Iviši potok mu je sa južne strane. S njega i oko njega skupljena keramika.

Položaji rudače:

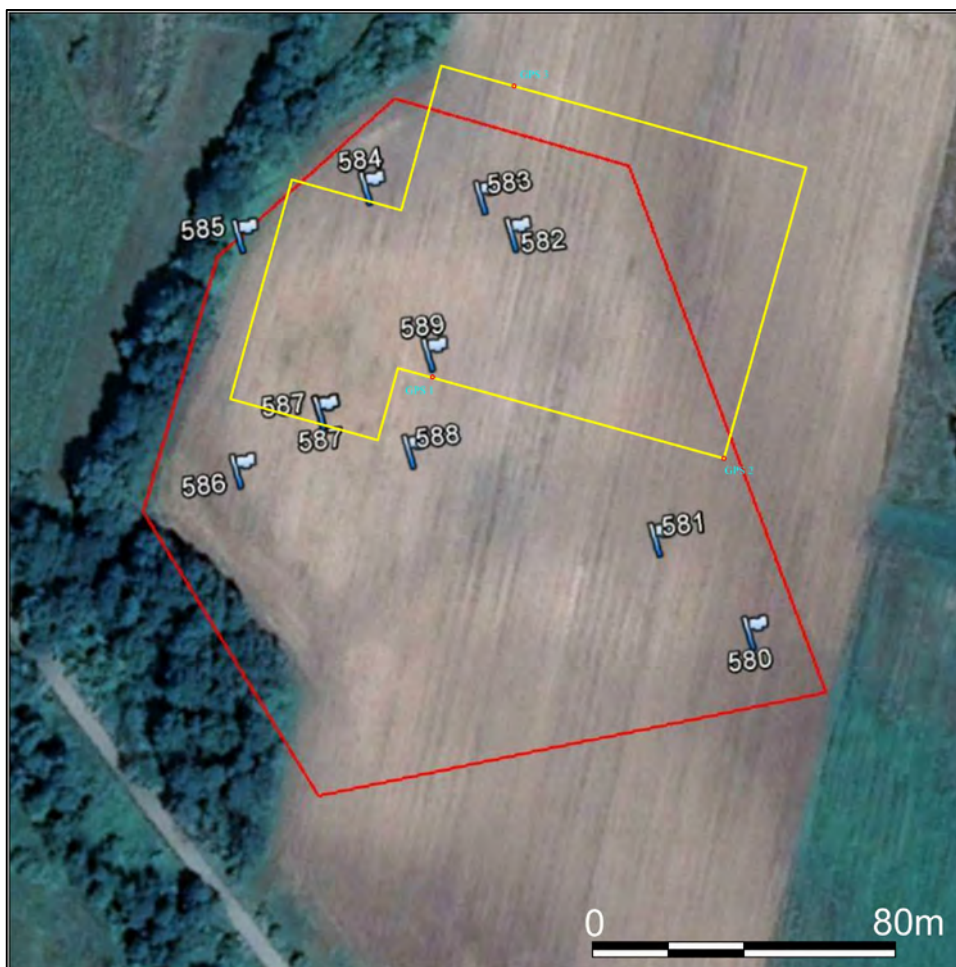
Poslije tog platoa nalazena narančasta zemlja i uočene sitne kuglice u toj zemlji. Situacija ista kao i na lokaliteti Peteranec - Ciglana. Prikupljeni uzorci te zemlje s kuglicama (Točka 580). Malo dalje nađeni veći komadi rudače (Točka 581).

Hrastova greda 3 (Točka 590)

Položaj je poznat iz ranijih rekognosciranja Josipa Cugovčana. Prikupljena je vrećica keramike koja se datira u brončano doba.

Hrastova greda 4

Josip Cugovčan je tijekom rekognosciranja pronašao na oranici ulomke keramike i 5 komada litike. Tijekom pregleda materijala u njegovoj zbirci utvrđeno je da se radi o keramičkim ulomcima koji se mogu datirati u brončano doba.



Slika 1. Hrastova greda. Površina s nalazima ostataka metalurških djelatnosti i drugog arheološkog materiala otkrivenim arheološkim terenskim pregledom (crvena linija) i površina obuhvaćena geofizičkim istraživanjima magnetskom metodom (žuta linija) (podloga: Google Earth).

Geofizička istraživanja

Na osnovu površinskih nalaza ostataka željezarskih djelatnosti (**slika 1**) smo odabrali magnetsku metodu kao najpovoljniju geofizičku metodu za istraživanje površine 10.000 m² (**slike 1 i 2**). Kao u prethodnim geofizičkim istraživanjima na Sušinama kod Virja, Velikim hlebinama i Dedanovicama smo i na lokalitetu Hrastova greda izvodili uz mjerenja gustoće magnetskog protoka na gradientan način magnetometrom i mjerenja magnetskog susceptibiliteta gornjeg sloja tla u smislu teoretskih razmatranja korelacije rezultata terenskog pregleda, rezultata magnetske metode i mjerenja magnetskog suceptibiliteta.

Ostaci peći, zgure i drugih ostataka željezarstva su sve objekti s termoremanentnim tipom magnetizacije. Ovaj je tip magnetizacije svojstvo svih arheoloških ostataka koji su pretrpjeli promijene prilikom upotrebe visokih temperatura. U arheološkom kontekstu to su najčešće sve vrste zapečene gline, kao što su npr. obrušene stijenke peći, lijev i sl. Isto važi i za veći dio otpadaka koji se pojavljuju kod talioničkih i kovačkih radionica (ostaci peći, lomljena zgura i sl.). Glavna karakteristika

termoremanentnog tipa magnetizacije, bitna za planiranje geofizičkih istraživanja, je jako magnetsko polje različitih toplinski prerađenih ostataka željezarske djelatnosti.



Slika 2. Hrastova greda. Površina u ukupnom iznosu 10.000 m² istražena magnetometrijom (*Geometrics G-858*, gradientan način) i mjerenjima magnetskog susceptibiliteta (*Kappameter KT-5*).

Drugo bitno svojstvo objekata s termoremanentnim tipom magnetizacije je jasna bipolarnost magnetskih anomalija u smjeru sličnom, kao što je usmjerenje današnjeg Zemaljskog magnetskog polja. Potrebno je naglasiti da to važi samo za arheološke objekte *in situ*, dok se usmjerenje magnetskog polja fragmenata s termoremanentnim tipom magnetizacije na sekundarnim mjestima u pravilu bitno razlikuje od tog smjera. To je dosta čest slučaj na poljoprivrednim površinama gdje su oranjem arheološki ostaci već dosta uništeni i dispergirani u sloju oranice. I u takvim se situacijama na magnetskim kartama često jasnu prepoznaju područja nekadašnjih željezarskih i drugih radionica, gdje su se za proizvodnju koristile visoke temperature s tom razlikom, da su jasne bipolarnе magnetske anomalije na mjestima ostataka peći i sličnih objekata s termoremanentnom magnetizacijom *in situ* puno rjeđe, jer su u velikoj mjeri uništene oranjem. Na osnovu rezultata magnetske metode u slučaju lokaliteta Hrastova greda možemo pretpostaviti situaciju, gdje su ostaci željezarskih djelatnosti dispergirani u sloju oranice, jer su izmjerene vrijednosti puno niže nego na drugim lokalitetima gdje su bili ostaci željezarskih radionica potvrđeni i arheološkim istraživanjima. Najviše su izmjerene vrijednosti magnetskog gradienta do 4 nT/m i to samo na nekim mjestima, koja su naznačena u izvješću. Prema dosadašnjim iskustvima u okviru projekta TransFer su za peći karakteristične vrijednosti magnetskog gradienta iznad 10 nT/m. Već se može prema tome zaključiti, da ostataka peći na primarnom mjestu na tom području nema.

Na osnovu magnetskih svojstava se mogu takva područja željezarskih radionica iako s loše sačuvanim ostacima prepoznati jedino na rezultatima magnetske metode ako su mjerenja sprovedena s magnetometrima dobre lučljivosti u gustoj mreži paralelnih profila, kao što je bilo provedeno u ovim istraživanjima. Mjerenja magnetskom metodom su bila provedena magnetometrom Geometrics G-858 u paralelnim i 1 m udaljenim profilima a kartiranje magnetskog susceptibiliteta instrumentom Kappameter KT-5 u mreži 5x5 m na istoj površini u ukupnom iznosu od 10.000 m² (**slika 2**).

Magnetometrijom smo prema zastavljenim ciljevima projekta TransFer prvenstveno željeli prepoznati magnetske anomalije, koje su karakteristične za termoremanentni tip magnetizacije ostataka objekata željezarskih radionica. Ciljani objekti magnetometrije su bile tako talioničke peći *in situ* kao i fragmenti peći na sekundarnim mjestima, ulomci zgure, kućni lijep, deponije raznih otpadnih produkata metalurgije i sl.. Na istim smo površinama instrumentom Kappameter KT-5 u mreži 5x5 m mjerili i magnetski susceptibilitet gornjeg sloja zemljišta do dubine 5 cm. Ovim mjerenjima smo željeli utvrditi kontaminaciju zemljišta ostacima željezarskih djelatnosti odnosno mineralima željeza u gornjem sloju oranice. Osnovna je pretpostavka korištenja mjerenja magnetskog susceptibiliteta gornjeg sloja zemljišta u ovom slučaju, da destrukcija arheoloških slojeva na malim dubinama prilikom oranja bitno mijenja magnetsku sliku gornjeg sloja zemljišta zbog izdašne kontaminacije sitnim fragmentima različitih materijala, koji nastaju kod metalurških aktivnosti. U tom smislu je bila primjena kartiranja magnetskog susceptibiliteta uspješna, jer se jasno izdvajaju područja relativno viših vrijednosti magnetskog susceptibiliteta, za koja se može pretpostaviti, da su posljedica kontaminacije zemljišta otpadnim produktima željezarstva iako su mogući i drugi razlozi. Slične se vrijednosti magnetskog susceptibiliteta očekuju i na mjestima naselja gdje su razlozi za povišene vrijednosti sitni fragmenti keramike, ostaci spaljene gline i sl.

PRIMJENJENE GEOFIZIČKE METODE:

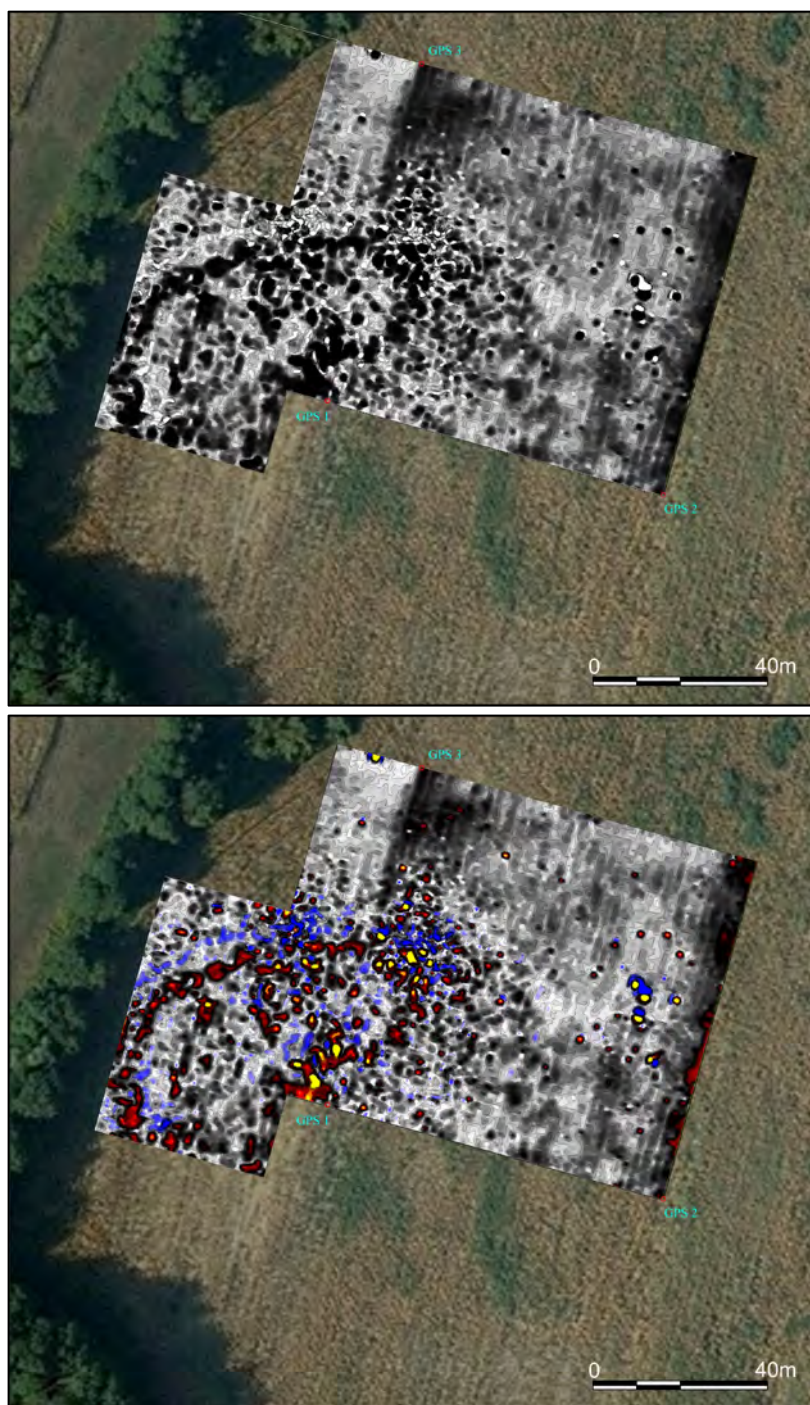
1. Magnetometrija (Geometrics G-858)
2. Mjerenje magnetskog susceptibiliteta (Kappameter KT-5)

1. Primjena magnetometrije

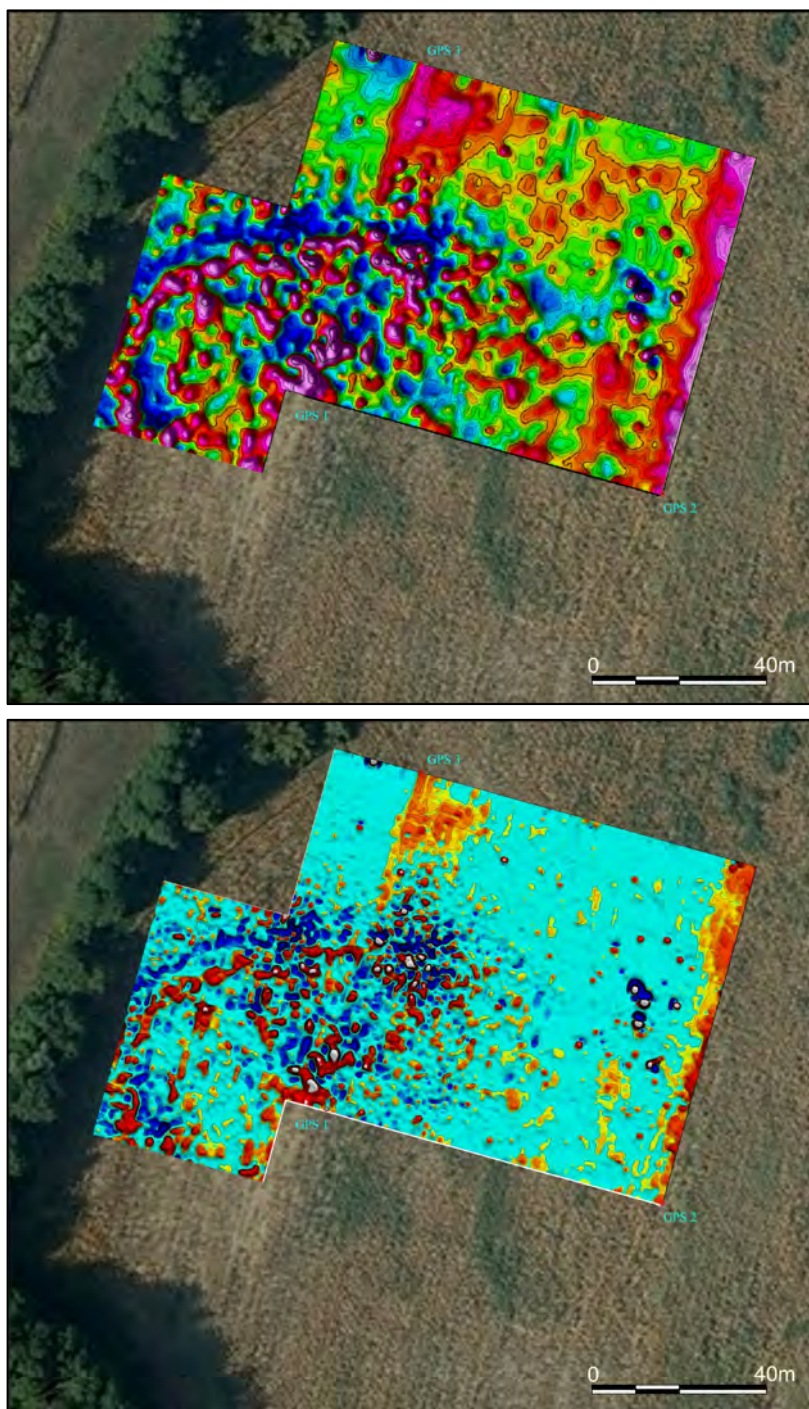
Magnetska metoda je pasivna metoda jer se magnetometrima mjere lokalne promjene u „vanjskom“ tj. Zemaljskom magnetskom polju, koje su posljedica promjena u magnetskom susceptibilitetu materijala ispod površine (inducirana magnetizacija). Zadatak arheološke geofizike je da prepoznaje magnetske anomalije, koje su posljedica različitih tipova arheoloških struktura, a koje su istodobno i nositelji različitih tipova magnetizacije. Kod magnetske prospekcije više se koriste mjerenja promjena u gustoći magnetskog protoka zemaljskog magnetskog polja na (pseudo)gradijentni način (nT/m), a manje mjerenja totalnog magnetskog polja (nT). Gradijentni način koji smo koristili i za ova istraživanja, naime djeluje kao filter niskih frekvencija, što zapravo ojača slabe magnetske anomalije malih objekata na malim dubinama (signal) i eliminira dugovalne anomalije, koje su posljedica geološke pozadine (šum). S magnetnom metodom uspješno se otkrivaju zidane strukture od kamena i/ili opeke, kao i negativne forme odnosno njihove zapune (jarci i jame) te posebno efikasno objekti s tzv. termoremanentskim tipom magnetizacije koji je tipičan za pečenu glinu (keramičke peći, peći za topljenje metala, ognjišta i sl.). Teoretski, najveća dubina na kojoj magnetnom metodom možemo otkriti neku arheološku strukturu, ovisi o kontrasta u susceptibilitetu između arheoloških ostataka i zemljišta u kojem se nalaze te njihove veličine, oblika i položaja ispod površine.

Glavni arheološki ciljevi magnetske metode su bili ostaci peći kao i spaljena glina u različitim formama te negativne strukture (jarci i sl.). Peći i slične objekte s termoremanentnom magnetizacijom prepoznamo po iznimno jakim anomalijama i jasnom bipolarnošću. Negativne strukture su po pravilu nosioci nešto više inducirane magnetizacije od okoline. 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 (slike 3–6).

Na cijelom 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 osnovu tih rezultata se može zaključiti, da na tom prostoru nema ostataka željezarskih peći *in situ*. Iz opisa rezultata terenskog pregleda slijedi, da je bilo na površini pronađenih dosta komada zgure kao i rudače ali na rezultatima magnetske metode nema nikakvih anomalija, koje bi odgovarale magnetskim svojstvima ostaka peći. Prevladavaju jako slabe magnetske anomalije, koje se mogu više povezati s ostacima naselja nego metalurških radionica.

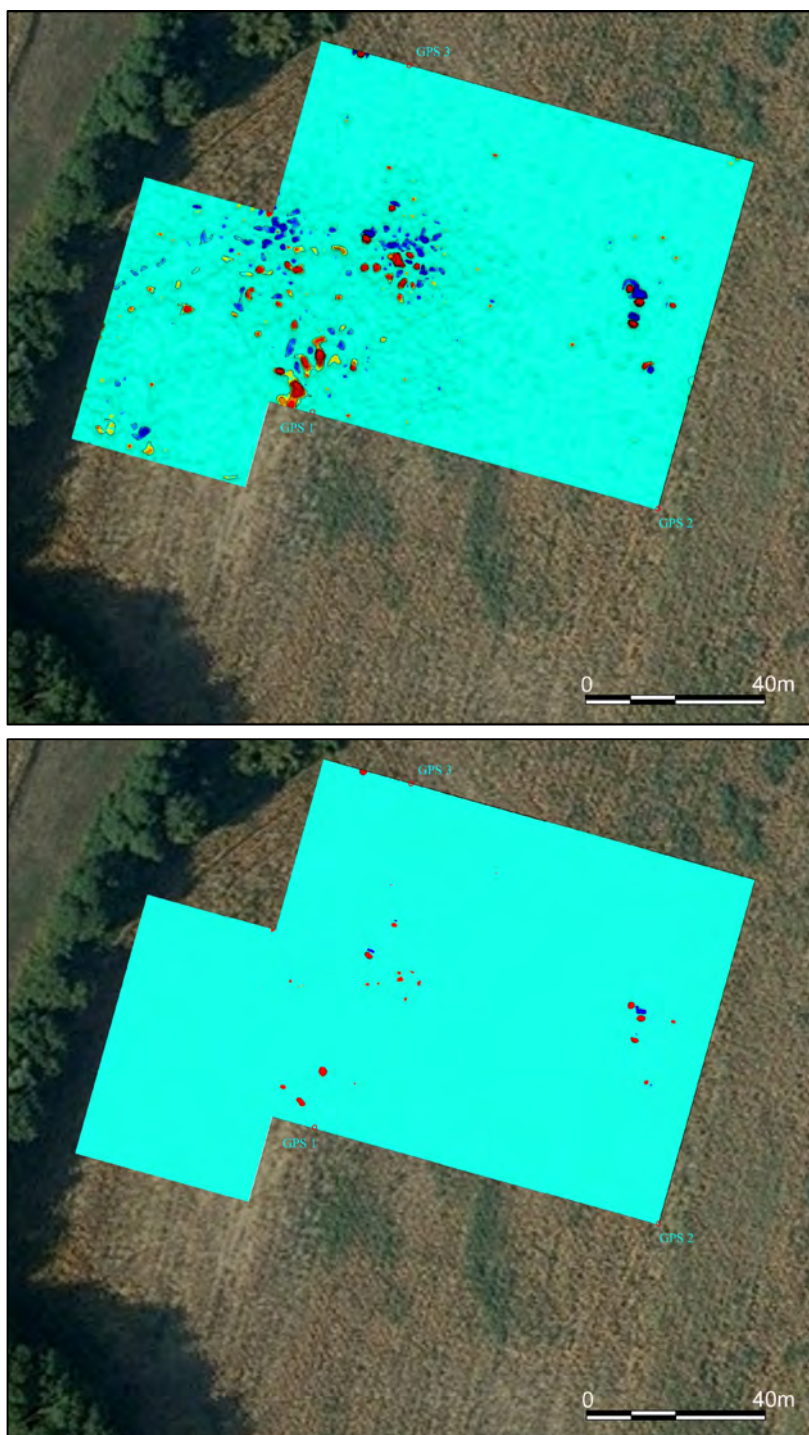


Slika 3. Hrastova greda. Rezultati magnetometrije s magnetometrom Geometrics G-858 u sivim tonovima (gore) in žutom bojom naglašenim relativno jaćim magnetskim anomalijama (dolje). Relativno jaće magnetske anomalije, iako niskih gradienata (do 4 nT/m) su bile izmjerene na jugoistoćnom dijelu istraţene površine. Magnetske anomalije pribliţno polukruţnog tlocrta bi mogle predstavljati odaziv punila jarka dok su magnetske anomalije u unutrašnjem dijelu te strukture najvjerojatnije zbog ostataka kuća odnosno drugih arheoloških oblika pupout grupa negativnih struktura (jame). Najjaće magnetske anomalije, koje su na desnoj slici naznaćene ţutom bojom, mogu biti zbog spaljene gline na sekundarnom mjestu. Zbog visoko frekvencijskih magnetskih anomalija je cjelokupni dojam, da su u sloju oranice brojni fragmenti materiala s termoremanentnom magnetizacijom (zgura, ulomci keramike i sl.). To se odnosi samo na donju polovinu istraţene površine dok na gornjem dijelu toga nema.

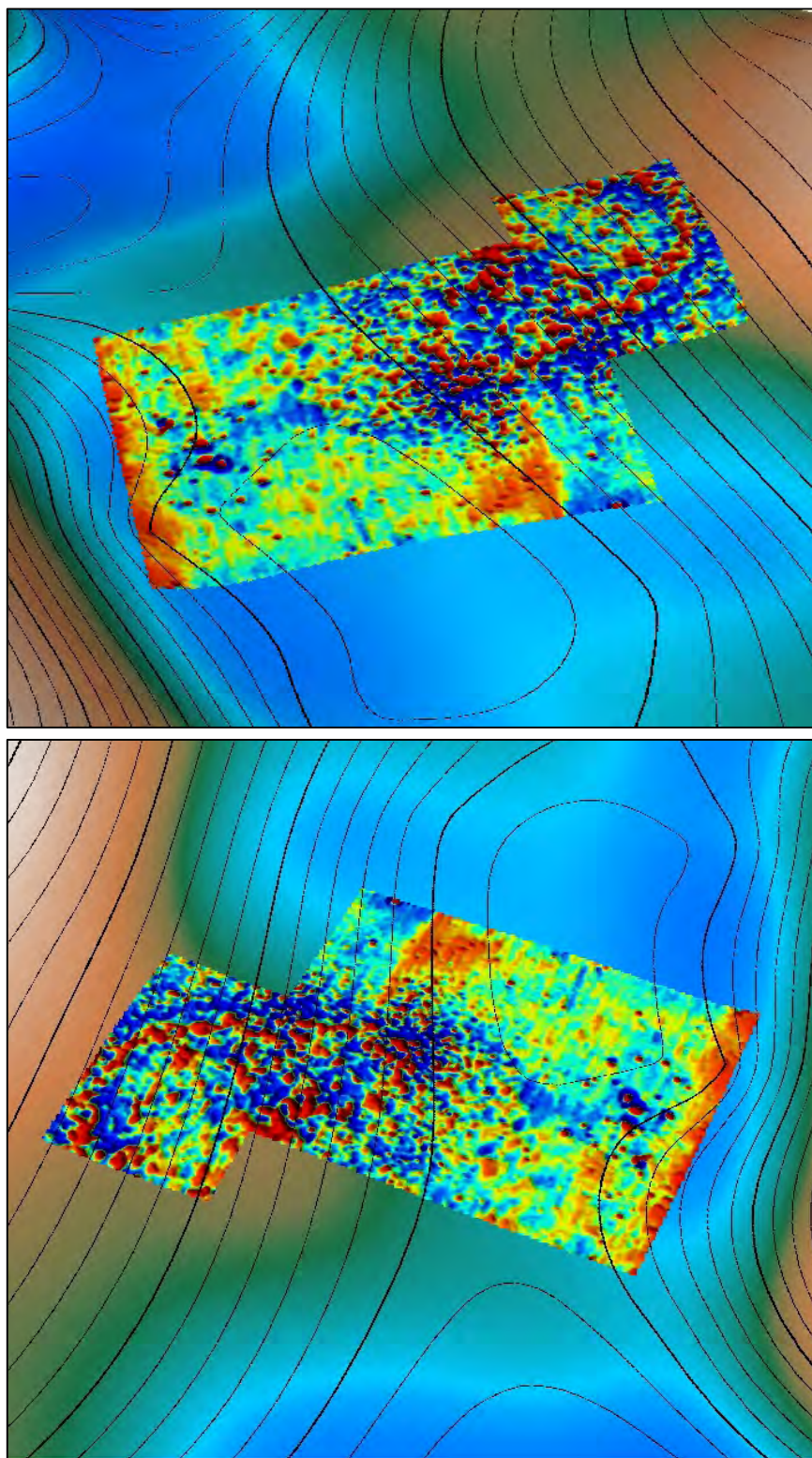


Slika 4. Hrastova greda. Rezultati magnetometrije s magnetometrom Geometrics G-858 u bojanoj paleti s reliefnim prikazom za lakše prepoznavanje relativnih razlika u jačini magnetskih anomalija (gore) bipolarna bojana paleta za lakše prepoznavanje magnetskih anomalija s jasnom bipolarnošću (dolje). Relativno jače magnetske anomalije, iako niskih gradienata (do 4 nT/m) su bile izmjerene na jugoistočnom dijelu istražene površine. Magnetske anomalije približno polukružnog tlocrta bi mogle predstavljati odaziv punila jarka dok su magnetske anomalije u unutrašnjem dijelu te strukture najvjerojatnije zbog ostataka kuća odnosno drugih arheoloških oblika pupout grupa negativnih struktura (jame). Radi se o dosta amorfnim tlocrtnim formama. Najjače magnetske anomalije imaju na nekim mjestim slabo vidljiv bipolarni karakter (desno), pa se prema tome može zaključiti, da na istraženoj površini nema dobro sačuvanih ostataka objekata s termoremanentnom magnetizacijom poput peći. Najvjerojatnije se radi o slabo sačuvanim ostacima spaljene gline na primarnom mjestu

a u najviše slučajeva na sekundarnim mjestima. Zbog visoko frekvencijskih magnetskih anomalija je cjelokupni dojam, da su u sloju oranice brojni fragmenti materijala s termoremanentnom magnetizacijom (zgura, ulomci keramike i sl.). To se odnosi samo na donju polovinu istražene površine dok na gornjem dijelu toga nema.



Slika 5. Hrastova greda. Rezultati magnetometrije s magnetometrom Geometrics G-858 u rasponu vrijednosti gradienata do 2 nT/m (lijevo) i vrijednosti više od 4 nT/m. Na osnovu tih rezultata se može zaključiti, da na toj površini nema jasnih indicacija o dobro sačuvanim ostacima peći na primarnom mjestu.



Slika 6. Hrastova greda. Rezultati magnetometrije s magnetometrom Geometrics G-858 na digitalnom modelu reliefa na osnovu podataka o nadmorskim visinama Državne geodetske uprave RH. Pojas magnetskih anomalija približno polukružnog tlocrta po položaju približno odgovara obliku manjeg uzvišenja. Pretpostavljamo, da se radi o naselju koje se je većim dijelom nalazilo na tom uzvišenju. Na to ukazuju brojne magnetske anomalije unutar polukružnog pojasa koje odgovaraju slabim magnetskim anomalijama inducirano tipa zbog negativnih struktura poput grupa jama, i nešto jače magnetske anomalije pretpostavljenog termoremanentnog tipa zbog ostataka kućnog ljepa i sl.

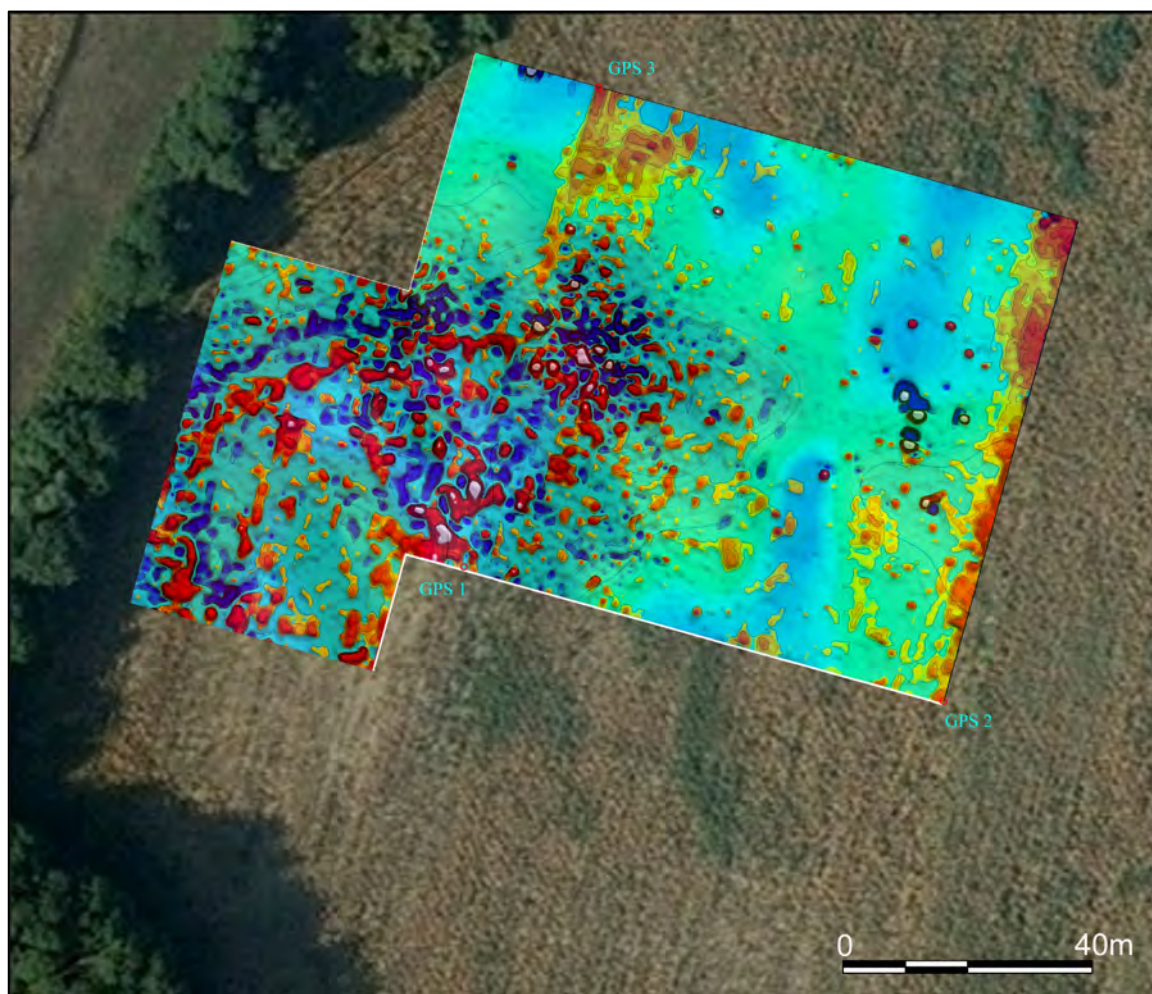
2. Primjena mjerenja magnetskog susceptibiliteta

Mjerenje magnetskog susceptibiliteta na površini je standardni postupak kod geofizičkih istraživanja na arheološkim lokalitetima s metalurškim djelatnostima. Magnetska 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 gdje se arheološki sloj s ostacima željezarskih djelatnosti nalazi plitko ispod površine odnosno odmah ispod oranice. Promjene su uvijek u vidu više magnetizacije zemljišta zbog magnetnijih vrsta minerala željeza u otpadcima metalurških radionica kod proizvodnje (zgura) kao i zbog fragmenata peći odnosno svih elemenata radionica, koji su bili izloženi visokim temperaturama (lijep i sl.). Usitnjavanje raznih fragmenata kao otpadnih produkata metalurških aktivnosti se intenzivnim oranjem nastavlja, pa su materijalni ostaci toliko usitnjeni, da su na današnjoj površini često nevidljivi prostim okom. Prema tome se mogu lokacije nekadašnje metalurške aktivnosti pouzdano prepoznati već samo po promjeni magnetskog susceptibiliteta površinskog 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 oranjem. S magnetometrijom naime prepoznajemo magnetske anomalije koje su posljedica magnetskih svojstava većih objekata odnosno fragmenata i pojavljuju se točno iznad njih.

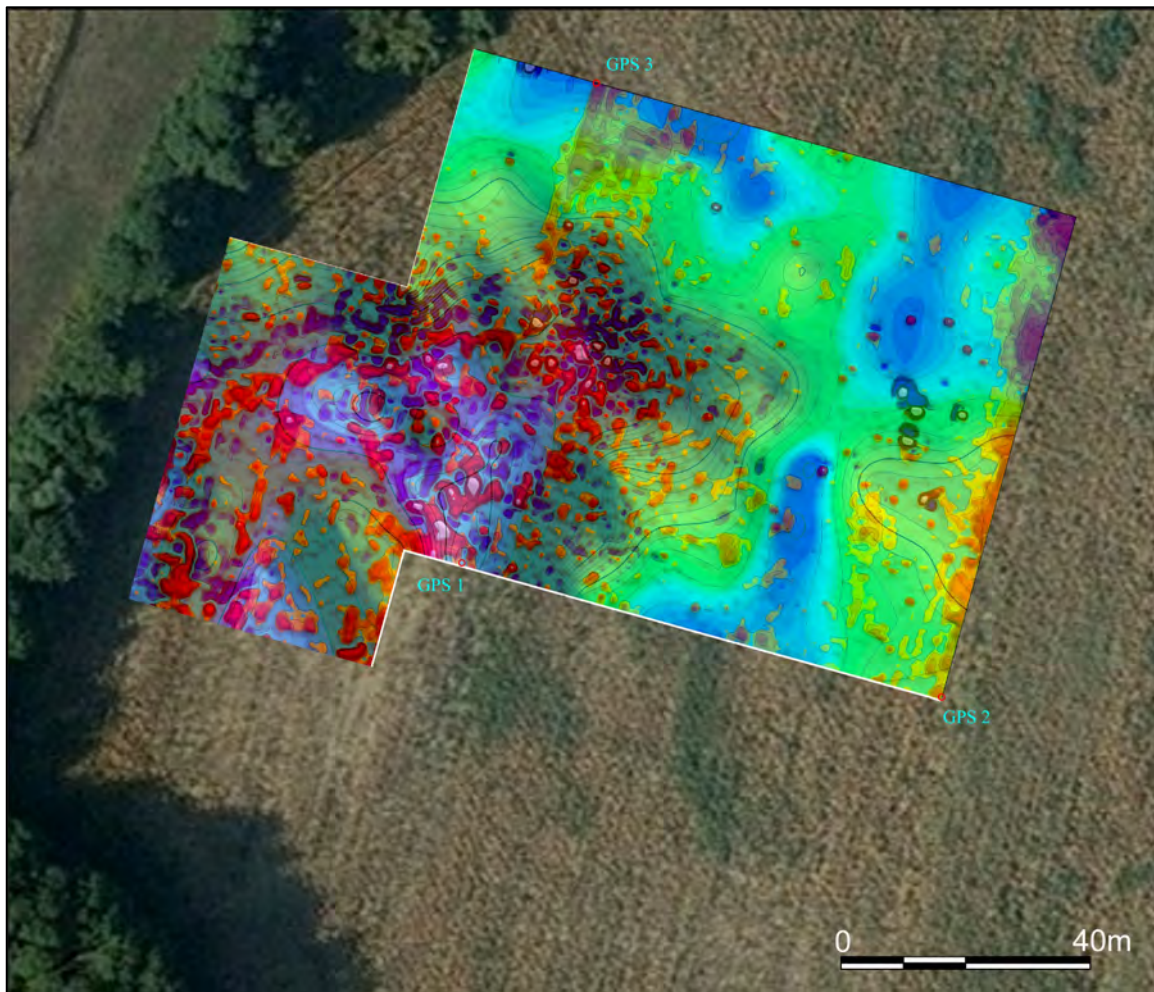
Kartiranjem magnetskog susceptibiliteta na površini zemljišta možemo u povoljnim uvjetima utvrditi veličinu područja kontaminacije metalurških otpadaka iako se na ovaj način dobiva magnetski susceptibilitet do svega 5 cm dubine. Razlike u magnetskim svojstvima vrhnjeg sloja tla mogu biti i na mjestima nekadašnjih naselja zbog brojnih fragmenata spaljene gline u različitim oblicima (lijep, keramika i sl.). Mjerenjima magnetskog susceptibiliteta smo obuhvatili cijelu površinu koja je bila prethodno istražena magnetskom metodom. Na rezultatima kartiranja magnetskog susceptibiliteta se jasno izdvajaju područja anomalnih vrijednosti, koja se po površini općenito dobro preklapaju s područjima najjačih magnetskih anomalija, koje daju uvid u magnetski anomalne objekte na nešto većoj dubini (ispod oranice).

Na osnovu mjerenja magnetskog susceptibiliteta smo došli do nekoliko bitnih zaključaka za arheološku prospekciju željezarskih djelatnosti u takvim uvjetima arheoloških nalaza i prirodne sredine. Anomalna područja magnetskog susceptibiliteta se nalaze 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. Prikazi rezultata mjerenja magnetskog susceptibiliteta pokazuju nam zapravo područja kontaminacije zemljišta zbog željezarskih djelatnosti i ujedno poljoprivrednih aktivnosti kojima se zemljište s ostacima željezarstva razvuklo na nešto veće površine od onih koje su bile zagađene samom djelatnošću. Najviše su vrijednosti prema očekivanjima izmjerene na području željezarskih radionica s većim deponijama a nešto niže u okolini, gdje se u oranici nalazi disperzirani fragmenti različitog materijala s mineralima željeza. Na ovaj se način mogu dosta precizno locirati željezarske radionice samo na osnovu mjerenja magnetskog susceptibiliteta. 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 magnetskog

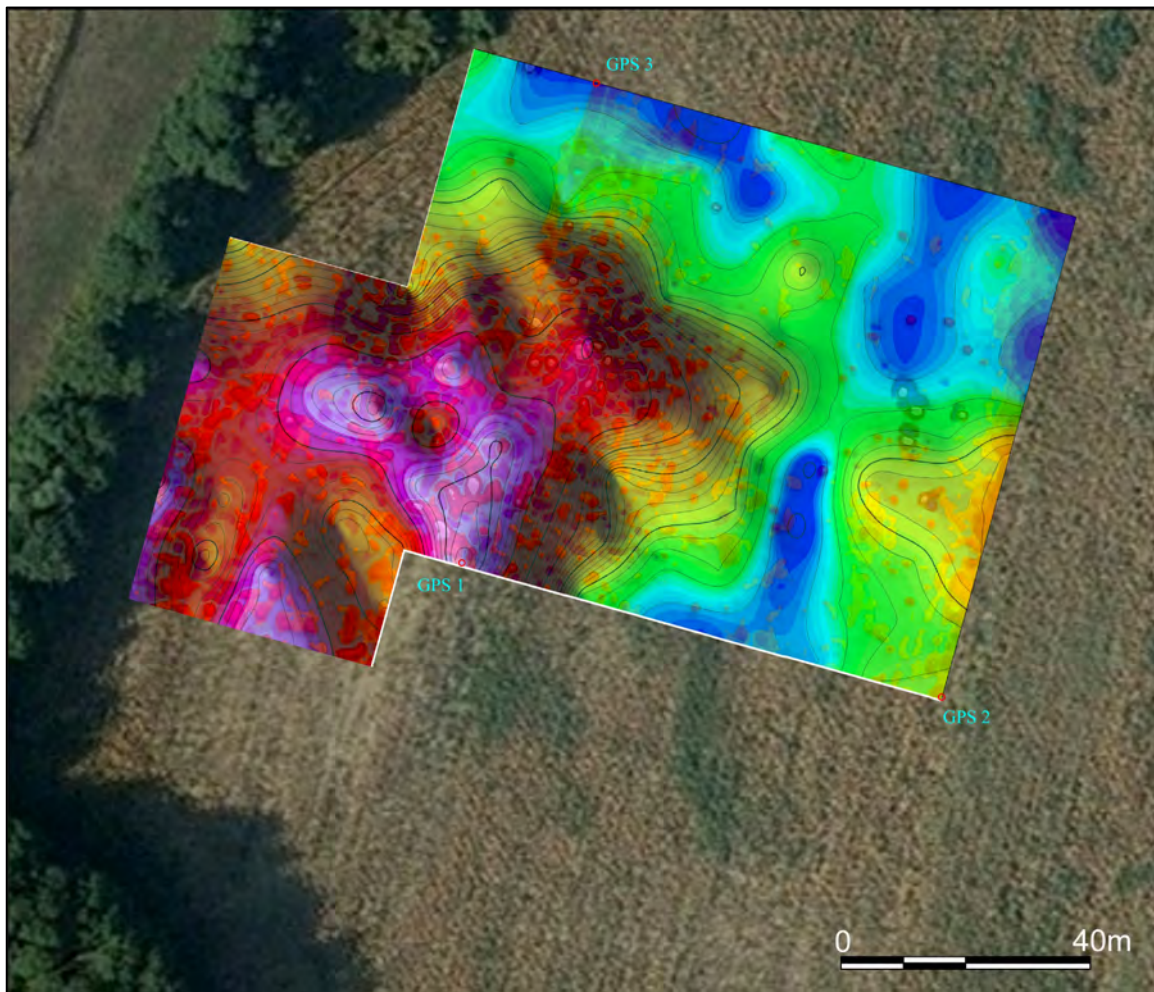
susceptibiliteta i magnetometrije (slike 7 - 10). Ovi su rezultati prikazani postepeno smanjenom transparentnošću rezultata kartiranja magnetskog susceptibiliteta.



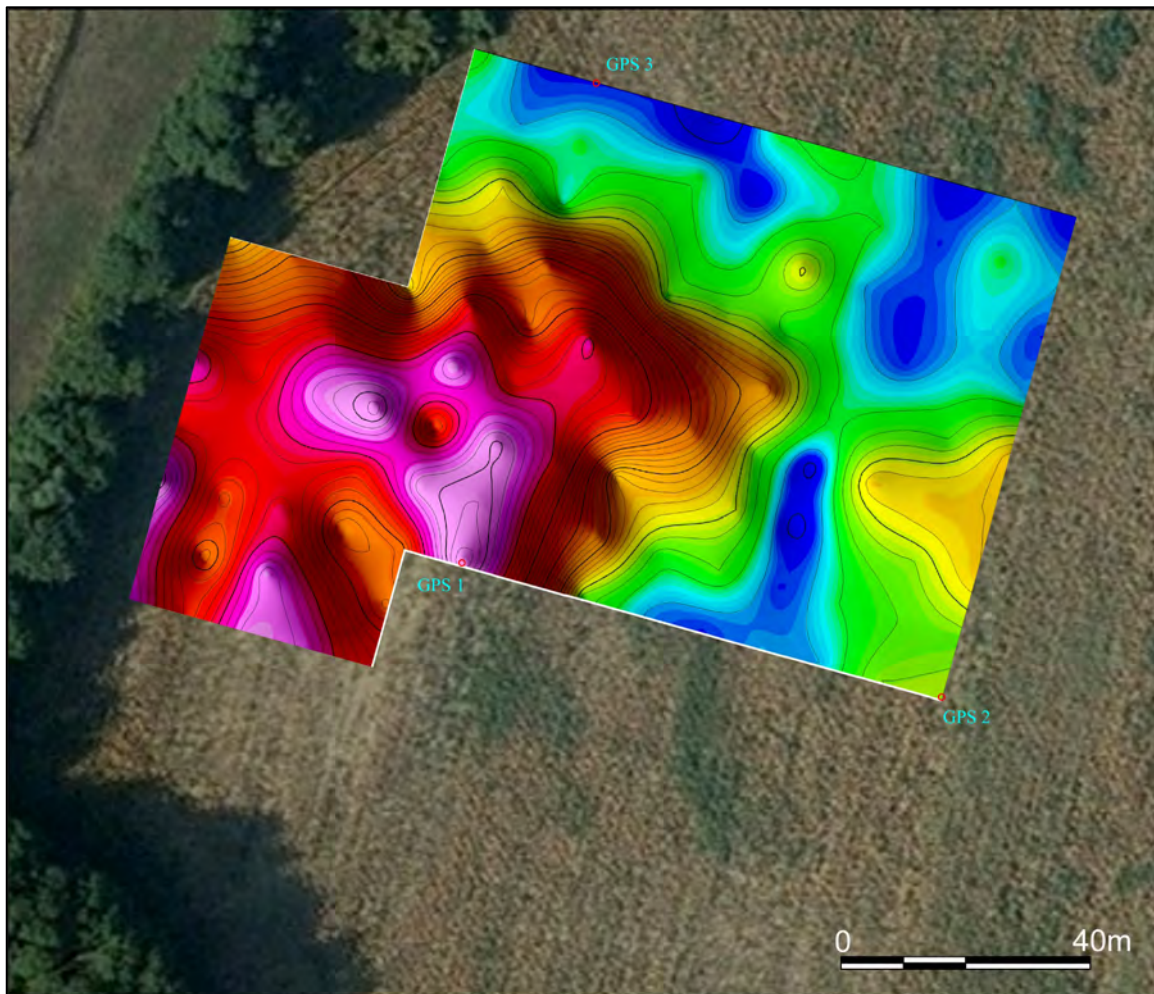
Slika 7. Hrastova greda. Rezultati mjerenja magnetskog susceptibiliteta (Kappameter KT-5) na rezultatima magnetske metode u podlozi. Anomalna područja magnetskog susceptibiliteta se nalaze na mjestima relativno jačih jakih magnetskih anomalija ali s tom razlikom, da su područja viših vrijednosti susceptibiliteta na većoj površini od magnetskih anomalija (vidi i slike 8 – 10). To je rezultat kontaminacije zemljišta mineralima željeza zbog željezarskih aktivnosti kao i drugih aktivnosti na naselju. U suštini ove nam slike pokazuju područja kontaminacije zemljišta zbog željezarskih djelatnosti, raznih u sloju oranice dispergiranih fragmenata keramike, ljepa i sl. a ujedno i poljoprivrednih aktivnosti kojima se zemljište s tim ostacima razvuklo 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.



Slika 8. Hrastova greda. Rezultati mjerenja magnetskog susceptibiliteta (Kappameter KT-5) na rezultatima magnetske metode u podlozi. Anomalna područja magnetskog susceptibiliteta se nalaze na mjestima relativno jačih jakih magnetskih anomalija ali s tom razlikom, da su područja viših vrijednosti susceptibiliteta na većoj površini od magnetskih anomalija (vidi i slike 7, 9 i 10). To je rezultat kontaminacije zemljišta mineralima željeza zbog željezarskih aktivnosti kao i drugih aktivnosti na naselju. U suštini ove nam slike pokazuju područja kontaminacije zemljišta zbog željezarskih djelatnosti, raznih u sloju oranice dispergiranih fragmenata keramike, ljeva i sl. a ujedno i poljoprivrednih aktivnosti kojima se zemljište s tim ostacima razvuklo 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.



Slika 9. Hrastova greda. Rezultati mjerenja magnetskog susceptibiliteta (Kappameter KT-5) na rezultatima magnetske metode u podlozi. Anomalna područja magnetskog susceptibiliteta se nalaze na mjestima relativno jačih jakih magnetskih anomalija ali s tom razlikom, da su područja viših vrijednosti susceptibiliteta na većoj površini od magnetskih anomalija (vidi i slike 7, 8 i 10). To je rezultat kontaminacije zemljišta mineralima željeza zbog željezarskih aktivnosti kao i drugih aktivnosti na naselju. U suštini ove nam slike pokazuju područja kontaminacije zemljišta zbog željezarskih djelatnosti, raznih u sloju oranice dispergiranih fragmenata keramike, ljepa i sl. a ujedno i poljoprivrednih aktivnosti kojima se zemljište s tim ostacima razvuklo 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.



Slika 10. Hrastova greda. Rezultati mjerenja magnetskog susceptibiliteta (Kappameter KT-5). Anomalna područja magnetskog susceptibiliteta se nalaze na mjestima relativno jačih jakih magnetskih anomalija ali s tom razlikom, da su područja viših vrijednosti susceptibiliteta na većoj površini od magnetskih anomalija (vidi **slike 7 - 9**). To je rezultat kontaminacije zemljišta mineralima željeza zbog željezarskih aktivnosti kao i drugih aktivnosti na naselju. U suštini ove nam slike pokazuju područja kontaminacije zemljišta zbog željezarskih djelatnosti, raznih u sloju oranice dispergiranih fragmenata keramike, ljepa i sl. a ujedno i poljoprivrednih aktivnosti kojima se zemljište s tim ostacima razvuklo 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.