
Terensko preverjanje kot kot epistemološki postopek: preverjanje značilnosti, prepoznanih
s pomočjo zračnega laserskega skeniranja na Krasu
*Field Verification as an Epistemological Practice: Assessing Features Identified through
Airborne Laser Scanning in the Karst Region*

Dimitrij Mlekuž Vrhovnik

Univerza v Ljubljani
dimitrij.mlekuz@ff.uni-lj.si

Izvleček

Članek obravnava terensko preverjanje kot del interpretativnega procesa, v katerem se arheološka vednost oblikuje skozi postopno prepletanje različnih virov, od interpretacije posnetkov zračnega laserskega skeniranja do empiričnih preverjanj na terenu. Na območju Divaškega Krasa in Vrhe smo izmed številnih pozitivnih oblik, prepoznanih na posnetkih zračnega laserskega skeniranja, izbrali sedem kompleksov značilnosti in na terenu preverili nekaj tipičnih primerov. Rezultati so potrdili, dopolnili in okrepili interpretacijo, da gre za večinoma prazgodovinske antropogene strukture, ter razjasnili njihovo funkcijo in umeščenost v arheološko krajino. Terenska preverjanja so obenem razkrila veliko notranjo variabilnost v navidezno enotnih tipih značilnosti. Prispevek predstavlja primer refleksivnega pristopa k interpretaciji podatkov zračnega laserskega skeniranja, kar postaja vse pomembnejše v luči naraščajoče rabe avtomatskih sistemov in umetne inteligence v arheologiji.

Ključne besede: zračno lasersko skeniranje, terensko preverjanje, arheološka interpretacija, arheološka krajina, prazgodovina, arheološka epistemologija, Divaški Kras

Abstract

The article discusses field verification as a component of the interpretative process, through which archaeological knowledge is constructed by gradually weaving together multiple sources, from the interpretation of airborne laser scanning data to empirical field validation. In the Divača Karst and Vrhe area, we selected seven complexes of features among the numerous positive forms identified on airborne laser scanning – derived models, and carried out field verification of several representative examples. The results confirmed, refined, and strengthened the interpretation that these are mostly prehistoric anthropogenic structures, and clarified their function and placement within the archaeological landscape. Field verification also revealed significant internal variability within seemingly uniform types of features. This study serves as an example of a reflexive approach to airborne laser scanning data interpretation, an increasingly important perspective in light of the growing reliance on automated detection systems and artificial intelligence in archaeology.

Keywords: airborne laser scanning, ground verification, archaeological interpretation, archaeological landscape, prehistory, archaeological epistemology, Divača Karst

Uvod

Kras je zelo specifična krajina. Kraški procesi preoblikovanja površja so počasni, zato se sledovi človeških posegov na površju zelo dobro ohranjajo in jih je moč enostav-

no razbrati na digitalnih modelih reliefa visoke ločljivosti, narejenih iz podatkov zračnega laserskega skeniranja (ZLS).

ZLS omogoča sistematično opazovanje reliefa, vključno s površjem pod gozdnim pokrovom.

Na digitalnih modelih terena, izdelanih iz podatkov ZLS, lahko prepoznamo številne površinske anomalije – torej odstopanja na površju, ki nakazujejo možno prisotnost nečesa posebnega. Termin anomalija uporabljamo v fazi zaznavanja, ko še ni vzpostavljena arheološka interpretacija.

Anomalije lahko nato analiziramo na podlagi njihove oblike (tj. geometrijskih značilnosti, ki omogočajo morfološko deskripcijo), texture ter razmerja do drugih značilnosti v krajini. Značilnosti so splošen izraz za posamezne prepoznane pojavne oblike v krajini in jih lahko razumemo kot kategorije oblik v krajini, pogosto, ne pa nujno že z arheološko interpretacijo. Značilnosti lahko tako interpretiramo kot arheološke sledi, torej kot materialne ostanke arheoloških procesov in dogodkov iz preteklosti, kjer lahko obliko povežemo s procesom ali z dogodkom, ki jo je oblikoval.

Da lahko arheološke sledi prepoznamo s pomočjo ZLS, morajo biti te vidne kot površinske anomalije, ki jih lahko opišemo bodisi kot pozitivne oblike, nasipe, zidove, groblje bodisi kot negativne oblike, ki jih razumemo kot vkope, jame, ali jarke (Opitz 2012; Mlekuž 2012; 2013).

Na Krasu lahko prepoznamo predvsem pozitivne oblike, kot so razni kupi, groblje, gomi, in množico različnih linearnih pozitivnih oblik. Vse te značilnosti se pojavljajo v skupinah in sestavljajo kompleksne arheološke krajine, kjer so značilnosti, ki so med seboj še v izhodiščnih razmerjih. Zato interpretacija posnetkov zračnega laserskega skeniranja ni zgolj prepoznavanje značilnosti in identifikacija posameznih sledov, temveč tudi prepoznavanje njihovega vzorca, načina, kako se sestavljajo in vključujejo v krajino (Mlekuž 2015).

Seveda pa gre pri interpretaciji ZLS za pogled od daleč; pogled, ki vidi predvsem obliko sledi in ne omogoča natančnejše opredelitve značilnosti, njihove sestave, razumevanja njihove geneze ter transformacij, kot to omogočajo arheološka izkopavanja.

Zato je status teh značilnosti vse prej kot samoumeven. Pogosto ostajajo v epistemološkem

limbu, torej prepoznane, a ne potrjene; opisane, a ne interpretirane. Ključno vprašanje je, kdaj v resnici vemo, da je neka anomalija arheološka sled. Kdaj lahko rečemo, za kakšno sled gre, za sled česa gre? Ali je dovolj oblika? Kontekst? Ali jo lahko interpretiramo šele, ko jo popolnoma razstavimo z arheološkim izkopavanjem? Kaj je pri daljinskem zaznavanju v resnici dokaz, torej utemeljen in preverljiv razlog, s katerim upravičimo verodostojnost neke interpretacije?

Arheologija, kot opozarja Alison Wylie (2002, 139–143), ni preprosto zbiranje materialnih ostalin, temveč temelji na kumulativnem sklepanju in »argumentaciji z najboljšim pojasnilom«, kjer se več različnih linij interpretacije preplete v t. i. epistemološke snope oz. gre za »prepletanje kablov« (ang. *cabling*). Neka interpretacija pridobi status veljavnega znanja znotraj določenega epistemološkega okvira šele skozi to prepletanje dokaznih linij iz različnih podatkov. To pomeni, da je interpretacija delo s »kabli« ali z nitmi različno trdnih domnev, kjer se šibkejši niti, oblike, prostorske korelacije, analogije povezujejo z močnejšimi: stratifikacijo, materialno sestavo, najdbami. V tem pristopu posamezen podatek (npr. oblika značilnosti na posnetku ZLS) predstavlja le eno nit; šele v kombinaciji z drugimi vrstami podatkov, s prostorskimi razmerji, kontekstom, z materialnimi ostalinami lahko postane del prepričljive interpretacije. Vedenje tako ne izhaja iz enega samega trenutka razkritja, temveč iz procesa usklajevanja različnih vrst dokazov, ki si med seboj podeljujejo verodostojnost.

Epistemološka moč arheološke interpretacije izhaja iz medsebojnega prepletanja različnih dokaznih linij, kjer se več vzporednih, a različno trdnih interpretacij povezuje v interpretativne snope. Vsaka od teh niti, naj bo to subtilna površinska oblika na ZLS-posnetku, stratigrafska plast v izkopu, materialna sestava značilnosti ali pripadajoče najdbe je lahko sama po sebi neprepričljiva. A ko jih vpletemo v koherenten interpretativni okvir, se med seboj podpirajo in skupno prispevajo k epistemični verodostojnosti razlage.

»prepletanja kablov«, s katerim prepletamo različne linije podatkov v robustno arheološko vednost.

S tem želimo pokazati, da se razumevanje arheoloških značilnosti ne vzpostavi v enem samem trenutku razkritja, temveč v neprestanem gibanju med podatki, postopki in kontekstom, pri čemer je prav materialna intervencija na terenu tista, ki ponuja ključne dokaze za prehod od domneve do interpretacije.

Metodologija

Terensko preverjanje v arheologiji ni zgolj orodje za binarno potrjevanje ali zavračanje hipotez, temveč prispeva k razvoju interpretacij skozi refleksivno prepletanje opazovanj, konteksta in materialnih sledi. Predstavlja dinamičen proces, ki se začne s prepoznavanjem površinskih anomalij na posnetkih ZLS, z deskripcijo oblik in razvrščanjem v značilnosti, nadaljuje z geofizikalnimi meritvami in drugimi oblikami neposrednega terenskega dela, ki je v vsaki fazi refleksiven in interpretativen. Vsaka faza osvetljuje prejšnjo, a jo hkrati preoblikuje, kar omogoča postopno izgrajevanje interpretativne verodostojnosti.

Preverjanje na terenu je le ena od niti v »prepletanju kablov« (Wylie 2002), torej v postopku povezovanja različnih vrst dokazov v koherenten interpretativni okvir, ki omogoča prepoznavo in razlago arheoloških sledi. Ključno vlogo v tem procesu imajo tudi etnografske analogije, lokalno kontekstualno znanje in prostorska logika krajine. Značilnosti, kot so kupi kamnov ali linearne strukture, pridobijo pomen šele, ko jih umestimo v širše krajinske prakse, npr. kot posledico trebljenja tal, vzdrževanja pašnikov ali oblik rabe prostora, ki jih poznamo iz zgodovinskih in etnografskih primerjav.

Interpretacija v arheologiji zato ni le vprašanje preverjanja hipotez, temveč kompleksna vzajemna artikulacija med materialnimi podatki, izbranimi metodami ter razumevanjem krajinskega konteksta. Poteka v več smereh hkrati, pri čemer ima vsak podatek potencial, da spremeni razlago ali na novo vzpostavi povezave med

drugimi dokazi. Terensko preverjanje v tem okviru ni zaključek, temveč vozlišče v nenehnem gibanju arheološkega sklepanja.

Izhodišče tega prispevka predstavljajo interpretirani posnetki ZLS površine 78 km², ki obsega prostor vzhodnega Krasa in Vrhe. Zračno lasersko skeniranje je opravila družba FlyCom, d. o. o., konec februarja 2014. Povprečna gostota snemanja je tako okoli 25 pulzov/m², povprečna razdalja med pulzi je 0,2 m. Iz oblaka točk smo izluščili talne točke in interpolirali digitalni model terena resolucije 0,5 m, ki je bil izhodišče za arheološko interpretacijo. Digitalni model reliefa (DMR) smo vizualizirali s paketom vizualizacij in ročno digitalizirali anomalije, ki smo jih razvrstili v različne kategorije značilnosti, kot so groblje, nasipi in terase. Čeprav sam proces interpretacije posnetkov ZLS ni osrednja tema prispevka, rezultati teh interpretacij služijo kot temelj za nadaljnjo analizo. Na podlagi interpretacije zračnega laserskega skeniranja smo oblikovali delovno hipotezo, da lahko v krajini prepoznamo starejši sloj kulturne krajine. Ta se kaže skozi polja grobelj, linearne nasipe, terase in druge značilnosti, ki jih lahko razumemo kot del kompleksne kulturne krajine, oblikovane okoli gradišč. Ta interpretacija je izhajala iz etnografskih in arheoloških analogij ter se nam je zdela že precej trdna (prim. Mlekuž 2015). Na njeni podlagi smo izbrali in na terenu preverili različne tipe oblik, da bi ocenili njihovo arheološko relevantnost in razjasnili njihove morfološke ter prostorske značilnosti.

Značilnosti smo preverjali z naborom terenskih metod. Geofizikalne raziskave smo načrtovali kot komplementarne daljinskemu zaznavanju, zlasti tam, kjer smo menili, da je bilo površje že močno preoblikovano s kasnejšimi aktivnostmi. Na odprtih površinah (travniki, pašniki, njive) so sledi pogosto slabše ohranjene zaradi oranja, nasipavanja ali čiščenja. Tu smo uporabili magnetno metodo, ki zaznava spremembe v magnetnih lastnostih prsti, ki jih povzroča jo bodisi termomagnetni procesi (ognjišča, žganske plasti, peči) bodisi kontrasti v depozitih (zasutja jarkov, jam, zidov). Z inštrumentom

G-858 MagMapper, ki uporablja dva cezijeva senzorja, smo merili vertikalni gradient magnetnega polja z razmikom 1 m med prečnicami. S tem smo prekrili večje zvezne površine, gostota meritev pa je še vedno primerna za zaznavo objektov, večjih od 1 m.

Površinske sledi se najbolje ohranjajo v gozdu, kjer so bili poznejši antropogeni posegi manj intenzivni. V gozdu smo zato dobro ohranjene, značilne sledi očistili in jih preverili s kombinacijo različnih terenskih postopkov, ki vključujejo odstranjevanje ruševin, izpostavljanje struktur, sondiranje in preverjanje stratigrafije. Čeprav te postopke pogosto označujemo kot »izkopavanja«, dejansko predstavljajo heterogen in prilagodljiv nabor pristopov, katerih skupna značilnost je neposreden poseg v materialnost sledi z namenom identifikacije njihove strukture in sestave ter pridobivanja diagnostičnega materiala za datiranje in določanje funkcije značilnosti. Vse terenske posege smo natančno umeščali v prostor s pomočjo globalnega satelitskega navigacijskega sistema (GNSS), strukture pa dokumentirali s fotogrametrijo (program Metashape, Agisoft, za 3D-modeliranje iz fotografij), kar omogoča tudi natančno slojenje terenskih rezultatov s podatki ZLS in nadaljnje prostorske analize (npr. primerjava oblik, dokumentiranih z ZLS in s pomočjo fotogrametrije).

Rezultati

Predstavljeni rezultati temeljijo na nizu terenskih opazovanj in posegov na šestih izbranih območjih Divaškega Krasa in Vrhe, kjer smo s pomočjo vizualne analize posnetkov ZLS identificirali skupke značilnosti, za katere smo bili že v naprej precej trdno prepričani, da gre za arheološke sledove. Zato ta opazovanja niso nevtralen zapis »dejev na terenu«, ki bi jih lahko zgolj soočili ali primerjali s rezultati interpretacije ZLS, temveč predstavljajo naslednjo fazo v interpretativnem procesu, v katerem se predhodne domneve, izpeljane iz interpretacije ZLS, preverjajo, dopolnjujejo in nadgrajujejo.

Terensko preverjanje je torej del prepletanja različnih vrst interpretativnih linij,

od prostorskih korelacij do materialnih značilnosti, ki skupaj gradijo zanesljivost interpretacije. V tem smislu terenska opazovanja niso končna postaja potrjevanja, temveč materialna intervencija, ki prispeva novo raven razločevanja, obenem pa je sama strukturirana s predhodnimi interpretacijami. Srečanje z materialnostjo na terenu ne ponuja enostavnih odgovorov, temveč odpira nova vprašanja, kot je npr., ali je oblika, ki smo jo prepoznali kot grobljo, res groblja, torej sled čiščenja površja.

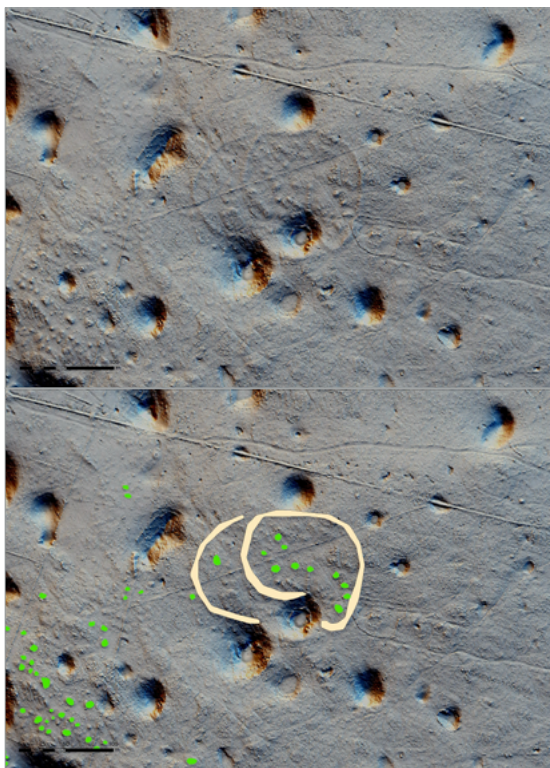
V nadaljevanju predstavljamo po lokacijah urejene rezultate, pri čemer opisujemo značilnosti, dokumentirane strukture, morebitne arheološke najdbe ter ugotovitve geofizikalnih meritev. Pri tem nas ne zanima le, kaj je bilo najdeno, temveč tudi, kako so ti najdenci v dialogu s predhodnimi interpretacijami in s širšo krajinsko strukturo, ki jo ti kompleksi soustvarjajo.

Na Konfinu

Na pobočju nizke vzpetine severozahodno od Štorij smo na ledini Na Konfinu s pomočjo podatkov ZLS prepoznali večjo ovalno ogrado, sestavljeno iz dveh nasipov, z notranjo členitvijo in desetimi grobljami (slika 2). Groblje se pojavljajo tudi zunaj ograde, predvsem zahodno in jugozahodno.

Terenski ogled je pokazal, da je večina značilnosti težko prepoznavnih; nasipi se v površju kažejo le kot blage izbokline, prerasle z rastjem, ki jih je na terenu težko prepoznati; brez pomoči ZLS jih na terenu gotovo ne bi prepoznali kot take (slika 3). Groblje so bile nekoliko lažje prepoznavne, saj se posamezni kamni dvigajo nad rušo in niso preraščeni z vegetacijo. Celotno območje je gosto zaraščeno, z zelo tanko plastjo prsti, iz katere ponekod štrlijo skale in škraplje. Mlajših sledi rabe, z izjemo suhozida, ki prečka območje in je v očitni superpoziciji z ogrado, nismo zaznali. V bližini poteka tudi trasa vojaške ozkotirne železnice iz prve svetovne vojne.

Testni jarek smo odprli skozi enega izmed notranjih nasipov. Pod plastjo humusa smo odkrili niz apnenčastih kamnov, tipičnih za groblje ali ruševine suhega zidu (slika 4).

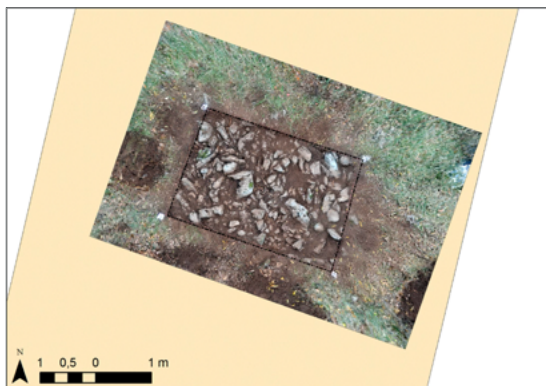


Slika 2: Ograda Na Konfinu na (z več strani) senčenem reliefu iz podatkov ZLS (a), položaj značilnosti (zeleno – groblje, oranžno – nasipi) in lega sond (b) (vizualizacija: D. Mlekuž Vrhovnik)



Slika 3: Grobljast zid pred čiščenjem (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)

Znotraj zidu smo našli dva fragmenta močno preperle lončenine, verjetno eneolitske starosti (slika 5). Grobljast zid leži neposredno na razgibani, razpokani apnenčasti podlagi.



Slika 4: Tloris grobljastega zidu in njegov odnos do ZLS značilnosti (načrt: D. Mlekuž Vrhovnik)



Slika 5: Fragmenta lončenine iz grobljastega zidu (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)

V bližini smo očistili še grobljo, ki meri približno 6 m v premeru in je visoka 0,5 m. Sestavljena je iz večjih apnenčastih kamnov, med katerimi se je akumuliral rjav humus. Položena je neposredno na skalnato podlago z izrazitimi čoki (slika 6).

Značilnosti lahko interpretiramo kot rezultat čiščenja (trebljenja) površja, pri čemer so kamni odloženi na rob krčevine (grobljasti zid) ali v notranjost (groblje). Dvojni zid morda kaže na večfazno rabo prostora. Fragmenta lončenine



f7 Slika 6: Razgibana skalna podlaga z grobljo (pogled s severozahoda) (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)

kažeta, da je struktura nastala v prazgodovini; na starost strukture kaže tudi novoveški suhi zid, ki jo prečka.

f8 Značilnosti, kot smo jih prepoznali na Konfinu, lahko razumemo s pomočjo etnografskih analogij in historičnih raziskav rabe kraške krajine. Procesi požiganja, čiščenja (trebljenja) in priprave površin za pašo niso zgolj tehnična opravila, temveč celovite krajinske prakse, ki puščajo razpoznavne materialne sledi (Gams 1992). Krčenje gozda uniči površinski humus in organski material, kar skupaj z odnašanjem zemlje zaradi burje in spiranja ob nalivih vodi v močno znižanje ravni prsti. Posledično se na površju začnejo razkrivati skalni čoki in kopičiti grušč, zemlja pa ostaja ujeta le v žepih razgibane skalne podlage.

Ljudje odstranjeno kamenje pogosto odlagajo na robove očiščenih površin ali znotraj krčevin, kar oblikuje grobljaste zidove ali posamične groblje, akumulacije očiščenega kamenja.

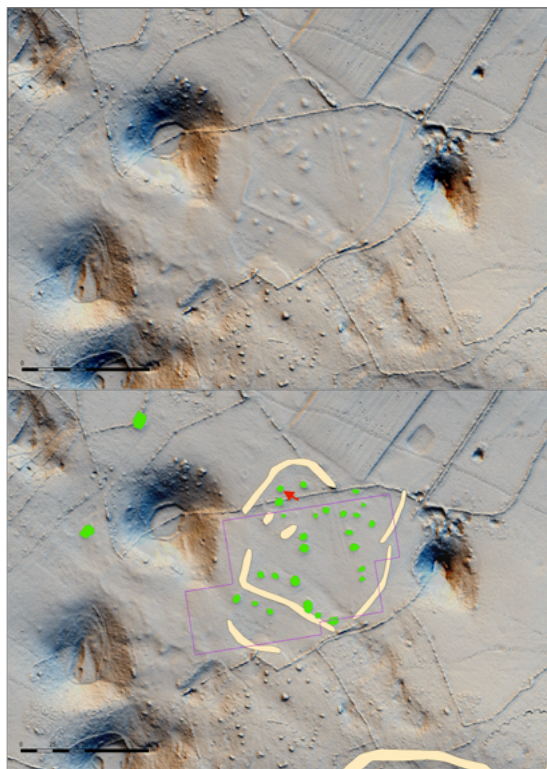
Interpretacija tovrstnih arheoloških struktur zato ni zgolj vprašanje prepoznavanja oblik, temveč tudi razumevanja zgodovinskih, družbenih in okoljskih praks, ki so jih oblikovale. V tem kontekstu etnografske primerjave ne služijo kot neposredni dokazi, temveč kot konceptualna orodja, ki omogočajo prepoznavanje in razumevanje konkretnih praks v materialni krajini. Ravno zato je vključitev teh analogij ključen moment v interpretativnem postopku; šele skozi njihove značilnosti, kot so groblje, grobljasti

zidovi in ograde, postanejo razumljive kot sledovi specifičnih načinov bivanja, dela in upravljanja prostora.

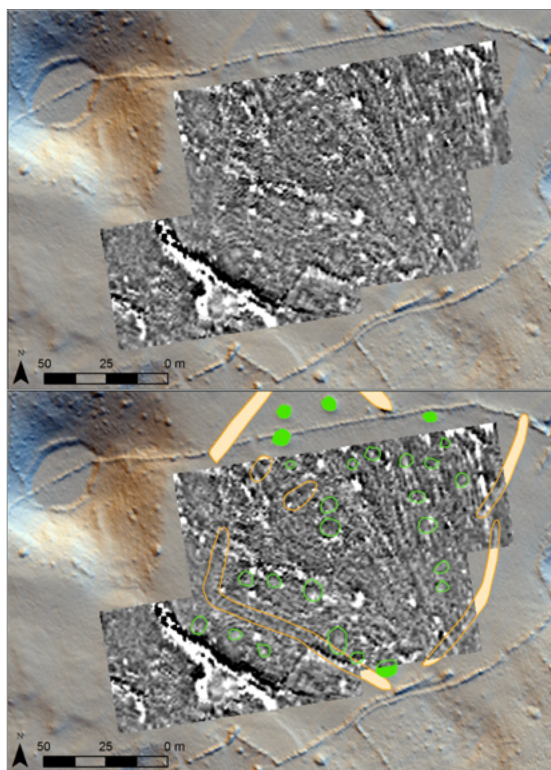
Gračke

Na ledini Gračke južno od Kazelj smo prepoznali ograjen prostor, ki ga tvorijo nasipi pravokotne oblike z notranjimi pregradami in manjšo ovalno ogrado, povezano na jugozahodnem robu. Znotraj kompleksa smo zabeležili 19 grobelj. Površje je poraslo s travo in z rušo ter se upablja kot travnik (slika 7).

Območje smo pregledali z magnetno metodo. Rezultati so prikazani kot sivinska rastrska slika, kjer temne vrednosti predstavljajo pozitivne, svetle pa negativne odklone magnetnega gradienta (slika 8).



Slika 7: Ograda Gračke na (z več strani) senčenem reliefu iz ZLS (a) in kartirana razporeditev značilnosti (zeleno – groblje, oranžno – nasipi), območje geofizikalne raziskave (vijolično) in sonde (b) (vizualizacija: D. Mlekuž Vrhovnik)



Slika 8: Magnetna karta (a) v razmerju do značilnosti z ZLS (b) (načrt: D. Mlekuž Vrhovnik)

Magnetno ozadje je mirno, a vsebuje številne izolirane dipolarne anomalije. Najizrazitejša je bipolarna linearna anomalija v jugozahodnem delu, izven ograde, ki bi lahko predstavljala zasut jarek s kovinskimi predmeti (npr. vojaški ostanki). Podobna, a manj izrazita anomalija teče vzporedno znotraj ograde.

Groblje in nasipi iz ZLS se kažejo kot zelo šibke negativne dipolarne anomalije, kar kaže na uporabo lokalnega materiala z nizko magnetnostjo. V severozahodnem delu območja so prepoznane izrazitejše linearne in pravokotne anomalije, ki nakazujejo notranjo organizacijo prostora. Vzhodno od njih se pojavlja raster v smeri orientiranih linij S–J, ki jih interpretiramo kot sledove oranja.

Geomagnetna metoda dopolnjuje sliko, ki jo dobimo iz ZLS. Vzhodni del območja je bil v uporabi najverjetneje kasneje kot njiva, medtem ko severozahodni del razkriva zapletenejši



Slika 9: Sonda v groblji (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)

vzorec rabe prostora. Možne termomagnetne anomalije v severovzhodnem delu kažejo na potencialno ohranjene strukture pod površjem.

Na severnem robu območja smo odprli sondo v večji groblji (premer okoli 9 m, višina okoli 1 m), ki jo prerašča grmovje (slika 9). Sestavljena je iz apnenčastih kamnov in rjave prsti, brez najdb. Stratigrafija kaže na postopno odlaganje kamnov, kjer bi lahko šlo za večfazno čiščenje površja, sprva odstranjevanje večjih, nato manjših kamnov.

Na Gračkah lahko torej prepoznamo kompleksno ograjen prostor, verjetno krčevino, z grobljastimi zidovi na robovih in notranjimi grobljami. Geofizikalna prospekcija razkriva bistveno večjo kompleksnost rabe prostora, kot jo lahko razberemo zgolj skozi interpretacijo posnetkov ZLS. Primer Gračk jasno pokaže, da interpretacija na podlagi ZLS predstavlja le en, včasih močno omejen vidik krajine. Geofizikalna prospekcija razkrije strukture in anomalije, ki na površju niso vidne, ter odpira možnosti za drugačne interpretativne pristope. Ponekod potrdi znane značilnosti (npr. groblje), drugod jih nadgradi (npr. notranje členjenje prostora), spet drugod pa vpelje povsem novo plast, kot v primeru termomagnetnih značilnosti v severozahodnem robu.

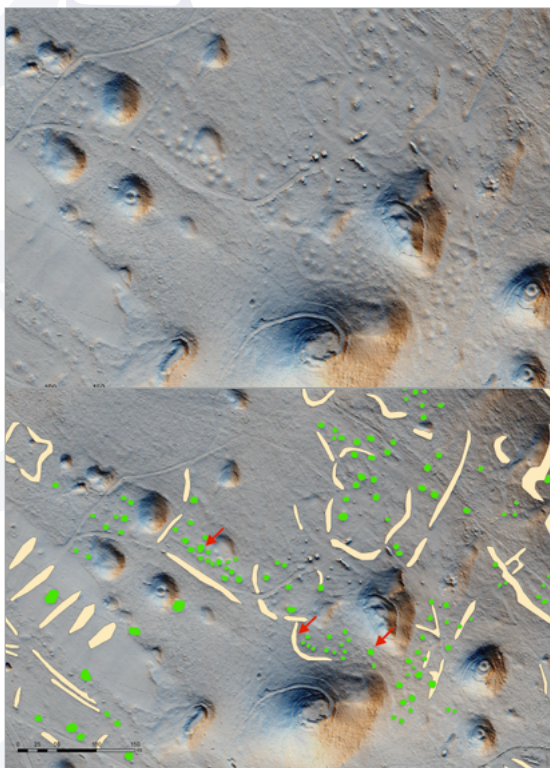
Staje

Na območju z ledinskim imenom Staje, vzhodno od ceste med Štorijami in Kazljami, smo

F10

prepoznali obsežno polje grobelj. Posamezne skupine grobelj so med seboj ločene z nizkimi nasipi. Polje grobelj je del dobro ohranjenega prazgodovinskega krajinskega sistema pod gradiščem na sv. Mihaelu (slika 10).

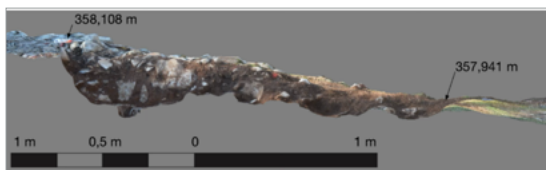
Očistili smo večjo grobljo premera okoli 9 m in višine skoraj 1,5 m (slika 11). V sondi smo, podobno kot drugje, prepoznali tri stratigrafske enote: tanko plast humusa in ruše, ki prekriva grobljo, sestavljeno iz korodiranih apnenčastih kamnov, med katerimi je veliko prsti. Groblja je postavljena na zelo razgibano apnenčasto podlago. V sondi nismo odkrili najdb. Značilnost se je izkazala za grobljo, ki je nastala s čiščenjem površja. Sortiranje kamnov, kjer so večji kamni na dnu groblje, na vrhu pa najdemo predvsem drobnejši grušč, morda kaže na dolgotrajno



Slika 10. Območje Staj na (z več strani) senčenem reliefu, narejenem iz podatkov ZLS (a), ter položaj in oblika značilnosti, prepoznanih z daljinskim zaznavanjem (zeleno – groblje, oranžno – nasipi), ter lega sond (b) (vizualizacija: D. Mlekuž Vrhovnik)



Slika 11: Groblja pred čiščenjem, pogled z jugovzhoda (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)



Slika 12: Presek čez grobljo, zahodni presek (načrt: D. Mlekuž Vrhovnik)

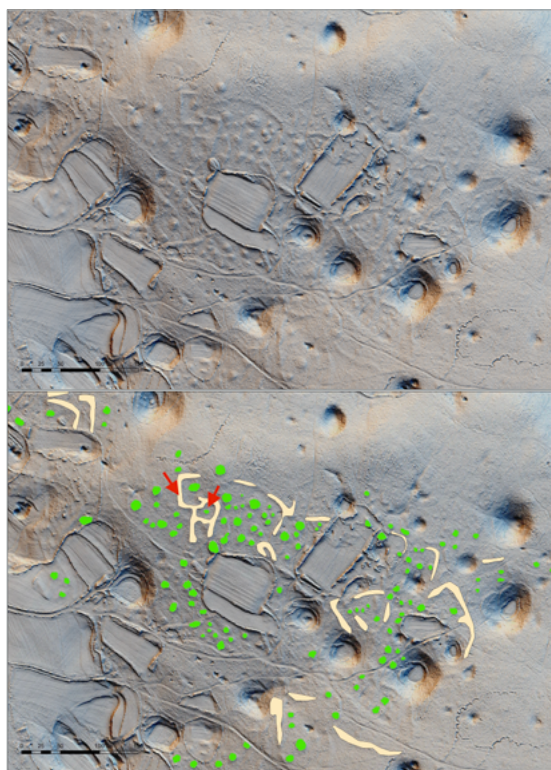
čiščenje in nastajanje groblje, kjer so bili pri zgodnejšem trebljenju površine odstranjeni predvsem večji kamni, pri kasnejšem pa se je s površine odstranjevalo tudi že manjše kamne, ki tako tvorijo površje groblje (slika 12).

Podobne ugotovitve veljajo za večjo grobljo, ki sestavlja drugo skupino grobelj. Groblja ima premer okoli 10 m in je visoka do 1,5 m.

Očistili smo tudi nizek nasip, ki deli polje grobelj. Na terenu je nasip viden kot zelo nizka in mehka linearna oblika, nizka, komaj zaznavna izboklina, prerasla z rušo, iz katere štrli nekaj večjih kamnov. Podobno kot drugje smo prepoznali zelo preprosto sosledje plasti: plast humusa in ruše, ki prekriva grobljo oz. grobljast zid, sestavljen iz večjih kamnov. Zid oz. groblja leži na močno prepereli in razpokani apnenčasti skalni podlagi. Arheoloških najdb nismo odkrili. Gre najverjetneje za grobljast zid, ki je nastal z odlaganjem kamnov na robu očiščene površine.

Staje so tako tipično polje grobelj, predeljeno z nizkimi grobljastimi zidovi. Posamezne skupine grobelj kažejo na dinamiko čiščenja

f11, 12



f13, 14

Slika 13: Območje Drenja na (z več strani) senčenem reliefu iz podatkov ZLS (a) in položaj ter oblika značilnosti, prepoznanih z daljinskim zaznavanjem (zeleno – groblje, oranžno – nasipi), ter lega sond (b) (vizualizacija: D. Mlekuž Vrhovnik)

in odpiranja površin, kjer krčevina oz. čistina organsko rase skozi odpiranje in čiščenje novih površin, zamejenih z grobljastimi zidovi.

Polja grobelj, kot je to na Stajah, kažejo na pretekle očiščene površine, pripravo pašnikov in travnikov in jih tako lahko razumemo kot sledove prazgodovinske rabe krajine, povezane z intenzivnejšo živinorejo, govedorejo in s pripravo sena. Staje so tako del kulturne krajine okoli gradišča na Sv. Mihaelu.

f15

f16, 17

Drenje

Vzhodno od Kazelj smo prepoznali večje polje grobelj, ki ga sestavlja več kot 80 grobelj; skupine grobelj so med seboj ločene z nizkimi grobljastimi zidovi. Polje je presekano z modernimi vinogradi. Na zahodnem robu območja smo



Slika 14: Kamniti nasip pred izkopavanjem (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)

prepoznali nasipe, ki ograjujejo manjša pravokotna polja (slika 13). Pri terenskem ogledu smo te kamnite groblje in nasipe zlahka prepoznali, saj niso prerasli z rušo in z rastjem. Ti nasipi so že pri terenskem ogledu izstopali kot bistveno masivnejši v primerjavi s tistimi, opisanimi na drugih lokacijah (slika 14), kljub temu da na posnetkih ZLS izgledajo podobno.

Očistili smo večji kamniti nasip, ki omejuje manjšo pravokotno ogrado dimenzij 50 x 50 m. Po odstranitvi ruševine se je nasip izkazal za ruševino masivnega suhega zidu, širine okoli 2 m in ohranjenega v višino približno 1 m. Zid je zgrajen na dve lici iz večjih apnenčastih kamnov, sredica pa je zapolnjena z apnenčastim drobirjem in manjšimi kamni (slika 15). Prepoznali smo štiri stratigrafske enote: plast ruševine, dobro ohranjen suhi zid, tanko plast prsti ali pokopanih tal okoli zidu – v tej plasti smo našli 24 fragmentov prazgodovinske lončenine in goveda astragalus – ter apnenčasto skalno podlago.

Prisotnost relativno velike količine lončenine je presenetljiva in kaže na drugačno rabo prostora kot drugod, kjer tovrstnih najdb ni bilo.

Očistili smo tudi manjšo grobljo znotraj opisane ograde (slika 17). Ta meri okoli 7 m v premeru in do 0,5 m v višino. Prepoznali smo dve stratigrafski enoti: samo grobljo, sestavljeno iz korodiranih apnenčastih kamnov z veliko prsti, ter močno razgibano apnenčasto podlago.



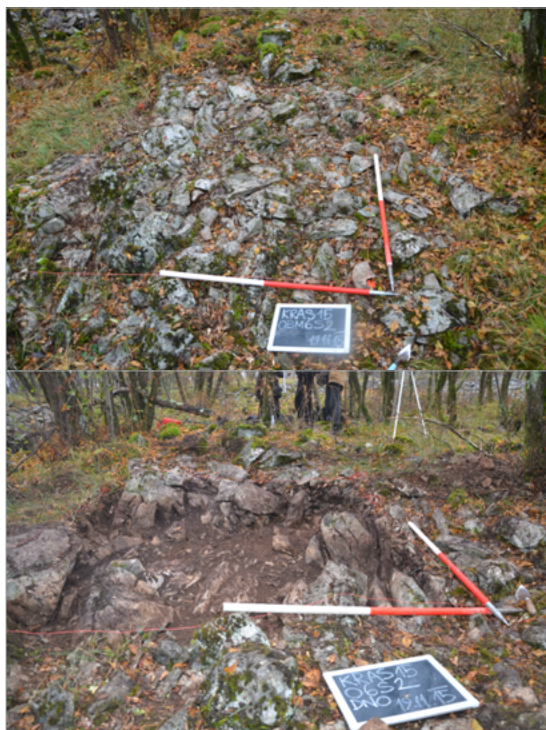
Slika 15: Suhi zid, pogled z jugozahoda (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)



Slika 16: Fragmenti bronastodobne lončenine (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)

V groblji smo odkrili šest fragmentov bronastodobne lončenine.

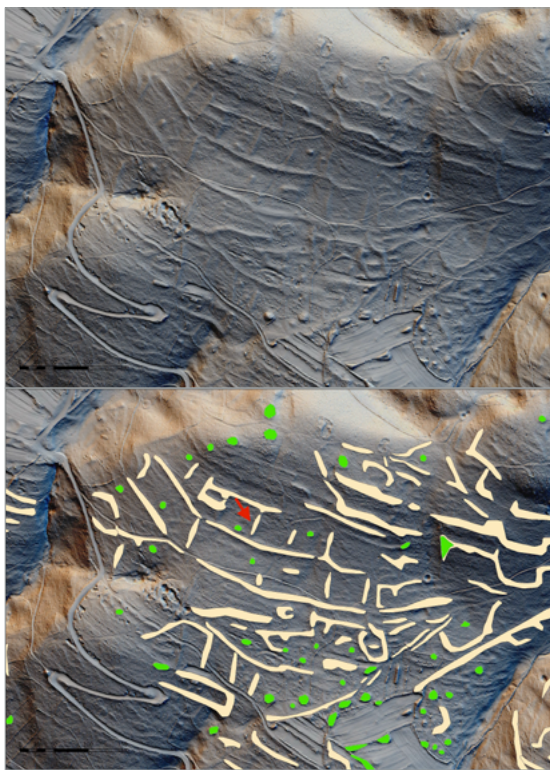
Masivni suhi zid, katerega volumen ruševine kaže na originalno višino nad 1,5 m, jasno izstopa od organsko nastalih grobljastih zidov in ga lahko razumemo kot namensko grajeno



Slika 17: Groblja na Drenju pred (a) in po izkopavanju (b); na dnu je zelo razgibana skalna podlaga (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)

strukturo. Odkrita lončenina in kosti kažejo, da so se v ogradi odvijale intenzivne aktivnosti. Skočnico goveda smo radiokarbonsko datirali; rezultat datacije (2940 ± 35 BP, Poz-92794) rabo prostora postavlja v čas med letoma 1210 in 1030 pr. n. št., kar pomeni, da je ograda starejša od 11. stoletja pr. n. št.

Radiokarbonska datacija goveje skočnice in prisotnost bronastodobne lončenine v skrbno grajeni suhozidni ogradi na Drenju omogočata zanesljivo umestitev ne le posamezne značilnosti, temveč celotnega kompleksa v prazgodovino, natančneje v konec drugega tisočletja pr. n. št. Takšen dokaz je pomembna interpretacijska nit, a hkrati se odpira ključno metodološko vprašanje: V kolikšni meri lahko iz ene dobro kontekstualizirane značilnosti sklepamo na značilnosti drugod? Ali so tudi podobno grajene groblje na drugih območjih prazgodovinskega izvora? Kaj vse potrebujemo, da interpretacijo iz Drenja



Slika 18: Območje Sigurnega hriba na (z več strani) senčnem reliefu iz podatkov ZLS (a) ter položaj in oblika značilnosti, prepoznanih z daljinskim zaznavanjem (zeleno – groblje, oranžno – nasipi), ter lega sond (b) (vizualizacija: D. Mlekuž Vrhovnik)

upravičeno prenesemo na širši nabor primerov, primerljivost gradbenih tehnik, kontekstualno skladnost, prisotnost najdb ali še kaj več?

Sigurni hrib

Na južnem pobočju Sigurnega hriba pod Golim vrhom, zahodno od gradišča Tabor pri Vrabčah, smo prepoznali gosto mrežo nizkih nasipov in grobelj, ki tvorijo razmeroma zaključen sistem zemljiške razdelitve (Mlekuž 2018). Najizraziteje so značilnosti vidne prav na južnem pobočju, kjer nizke škarpe potekajo prečno na strmino in zamejujejo pasove, ki jih dodatno členijo prečne pregrade. Rezultat je vzorec več pravokotnih polj, ki so mestoma še razdeljena. Na obrobjih območja se ta pravilna mreža postopoma razkraja v bolj organsko in nepravilno razporeditev.



Slika 19: Masivni kamniti nasip, pogled s severa (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)



Slika 20: Suhi zid, pogled z jugozahoda (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)

Med prepoznavnimi oblikami na ZLS-posnetkih prevladujejo škarpe, ki sledijo izohipsam ali potekajo prečno na pobočje in tako oblikujejo dolge, nizke nasipe – verjetne robove ozkih kulturnih teras. Te strukture se umeščajo v teren skladno z njegovimi morfološkimi značilnostmi in zamejujejo dolge pasove, razdeljene na pravokotna polja (slika 18).

Cilj sondiranja je bil dokumentirati masiven nasip, ki poteka po pobočju in omejuje polje kvadratne oblike (50 x 50 m). Že med terenskim pregledom smo prepoznali linearno grobljo iz večjih korodiranih apnenčastih kamnov, neporaščeno in dobro vidno na terenu. Detajlni pregled in izkopavanja so potrdili, da gre za ruševino masivnega suhozida, grajenega na dve lici iz večjih kamnov, s sredico, zapolnjeno z drobirjem. Zid, širok približno 3 m, stoji na apnenčasti

skalni podlagi in je ohranjen do višine 0,5 m; glede na volumen ruševine sklepamo, da je bil v originalu višji od 1,5 m. Najdb, ki bi omogočile natančno datacijo, žal nismo odkrili.

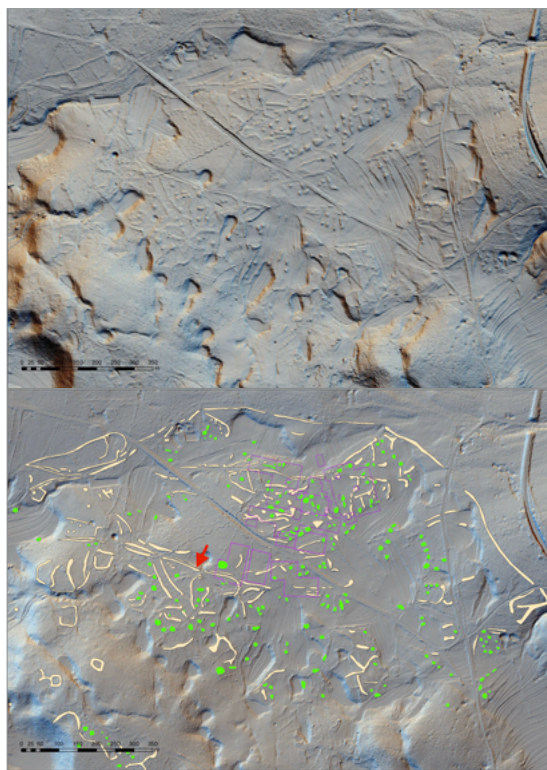
Očistili smo tudi rob terase, ki poteka prečno na pobočje in z južne strani omejuje kvadratno polje. Ta robna škarpa, poraščena z rušo in rastlinjem, je bila zgrajena iz večjih apnenčastih kamnov. Izkop je razkril tri stratigrafske enote: površinsko plast humusa in ruše, več kot meter debelo kolvialno plast ter zid iz večjih kamnov. Najdb nismo odkrili. Debelina kolvialne plasti pa kaže na dolgotrajne procese erozije in akumulacije za teraso.

Terensko preverjanje značilnosti na pobočju Sigurnega hriba je le še potrdilo interpretacijo, ki smo jo postavili že na podlagi interpretacije zračnega laserskega skeniranja, namreč da gre za premišljeno in obsežno zemljiško ureditev. Masivni zidovi, grajeni z velikim vložkom dela, jasno kažejo, da ne gre za groblje, nastale s čiščenjem površja, temveč za namensko grajene meje posesti. Celoten kompleks lahko razumemo kot del kulturne krajine, povezane z bližnjim gradiščem Tabor pri Vrabčah (Mlekuž 2018). Kljub odsotnosti diagnostičnega materiala lahko kompleks zaradi njegovih morfoloških značilnosti in prostorske organizacije interpretiramo kot prazgodovinsko krajinsko ureditev. Terensko preverjanje ni bilo ključnega pomena za prepoznavanje teh vidikov, a je pokazalo, da gre pri značilnostih, opredeljenih kot nasipi, za monumentalne zidove, grajene na dve lici, s premišljeno konstrukcijo in z veliko količino vložene ga dela. Očitno so trajno označene meje posesti ali del agrarne infrastrukture. V širši krajinski sliki postane jasno, da je bila razdelitev prostora rezultat družbeno organizirane rabe in posesti, kar utemeljuje povezavo med gradiščem in njegovo kulturno krajino.

V Snožetih

Drugačno zemljiško razdelitev srečamo v zahodnem delu divaškega Gabrka, v okolici Gorič pri Famljah, na ledini v Snožetih (slika 21). Tu je v pokrajini moč opaziti množico velikih kupov

in nasipov. Oblike, ki ležijo na travnikih, so prekrte z rušo in se razlikujejo od grobelj ter gomil, ki jih srečamo drugje na Krasu. Na posnetkih ZLS lahko v množici gomil in nepravilnih kupov prepoznamo vzorec več ograd, ki omejujejo nepravilna ovalna podolgovata polja. Tako lahko prepozna, o vsaj tri večje podolgovate ograde s površino med 1 in 1,5 hektarja (slika 21). Znotraj ograd so groblje, nekatere ograde imajo zapletene vhode. Ob ogradah potekajo vsaj tri ograjene poti, ki jim lahko sledimo kar nekaj kilometrov daleč. Zdi se, da se združijo na zahodnem robu območja, ob poti, ki teče proti Brežcu pri Divači. Južno od ograd lahko v gozdu prepoznamo več polj grobelj, zidov ali nasipov in manjših ograd. Izkopavanja ene od gomil oz. kupov



Slika 21: V Snožetih na (z več strani) senčnem reliefu, narejenem iz podatkov ZLS (a), ter položaj in oblika značilnosti, prepoznanih z daljinskim zaznavanjem (zeleno – groblje, oranžno – nasipi), in območje, raziskano s magnetno metodo (vijolično), ter lega sond (b) (vizualizacija: D. Mlekuž Vrhovnik)

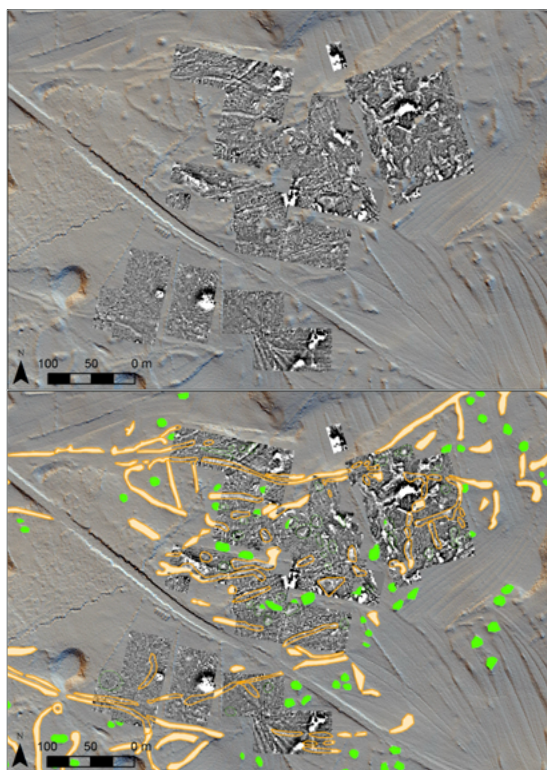
v 80. letih so pokazala, da gre za nasipe iz grušča, ki pa vsebujejo tudi nenavadno veliko količino prsti. V nasipih so odkrili nekaj kosov prazgodovinske lončenine, ki jo lahko datiramo v čas pozne bronaste in zgodnje železne dobe. Na dnu gomile so odkrili tudi neolitsko ali eneolitsko zajemalko (Osmuk 1988, 174). V Snožetih tako lahko prepoznamo relativno dobro ohranjen, najverjetneje prazgodovinski, krajino. Prostor je na severni strani, proti Vremščici, omejen z mejnim zidom, ki omejuje prostor Škocjanskega gradišča (Mlekuž 2019, 58–59), kar kaže, da gre očitno gre za del kulturne okoli gradišča na Škocjanu.

Ker območje prekrivajo pretežno pašniki in travniki, smo skoraj celotno območje, površine 8 ha, izmerili z magnetno metodo (slika 22).

Magnetno ozadje je relativno mirno, tako da omogoča dovolj dober kontrast, da zlahka prepoznamo posamezne anomalije. Značilnosti, prepoznane na posnetkih ZLS, kot so nasipi in groblje, lahko prepoznamo kot negativne dipolarne anomalije. Te anomalije so šibke, z nizkim kontrastom. Gre očitno za strukture, sestavljene iz lokalnega materiala (kar potrjujejo tudi sondiranja). Oblike anomalij so drugačne od oblike površinskih značilnosti, kar kaže na to, da je bil prostor močno predelan s podepozicijskimi procesi. Zdi se, da so nekatere groblje prej rezultat podepozicijskih procesov, čiščenja struktur, kot pa preproste akumulacije kamenja, nastale s čiščenjem travnika.

Mnogo očitnejše so bipolarne anomalije, ki se večinoma ne pokrivajo s površinskimi značilnostmi. Prepoznamo lahko množico krajših linearnih anomalij, ki so med seboj v pravokotni legi, in večja območja bipolarnih anomalij. Zelo izrazito območje anomalij je v severovzhodnem delu, kjer lahko prepoznamo ostanke stavbe, ograde in deponije termomagnetnega materiala. Na površju tu ne opazimo nobenih anomalij.

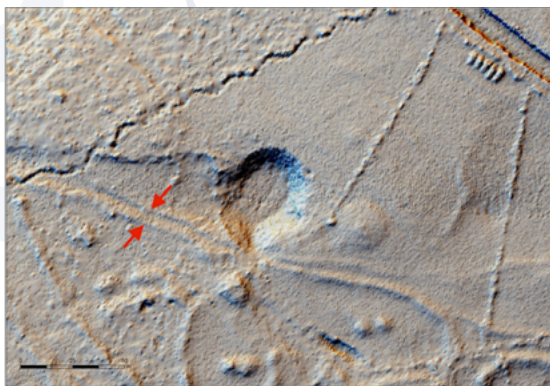
Geomagnetna metoda pomembno dopolnjuje sliko površinskih anomalij. Zdi se, da je površje precej predelano, magnetna prospekcija kaže na zelo kompleksno rabo in organizacijo prostora. Predvsem v severovzhodnem delu



Slika 22: Rezultati magnetne metode (a) v razmerju do značilnosti, prepoznanih na posnetku ZLS (b) (načrt: D. Mlekuž Vrhovnik)

območja lahko prepoznamo vrsto termomagnetnih anomalij, ki kažejo, da so pod površjem lahko ohranjene strukture, kot so stavbe, ognjišča in deponije termomagnetnega materiala. Geomagnetna metoda potrjuje interpretacijo, da gre pri območju v Snožetih za kompleksno, najbrž prazgodovinsko, krajino. Sestavljajo jo ograde, ki najverjetneje pripadajo posameznim kmetijam, ob ogradah tečejo ograjene poti.

Da bi bolje razumeli obliko in strukturo ograjenih poti, smo preko nasipov ograjene poti, ki teče v smeri V–Z, postavili dve sondi. Pri terenskem ogledu smo nasip prepoznali kot nizko, pretežno zemljeno linearno značilnost, ki je okoli 0,35 m višja od okolice. Vzporedno z njo, približno 7 m severno, teče podoben nasip. Sestavljajo ga tri plasti, plast humusa in ruše, ki prekriva grobljo oz. grobljast zid, sestavljen iz večjih



Slika 23: Ograjena pot, ki se razširi v lijak, in gomilasta tvorba ob njej. Označene so sonde na sliki 24 (vizualizacija: D. Mlekuž Vrhovnik)



Slika 24: Pogled na nasip ograjene poti (foto: D. Mlekuž Vrhovnik)

kamnov, postavljen na razgibani skalni podlagi (slika 24).

Nasip, prepoznani na ZLS-posnetkih, je ostanek kamnite linearne groblje ali zidu. Gre najbrž za porušen suhi zid ali, verjetneje, za zid, ki je nastal z odlaganjem kamnov na robu poti. Arheoloških najdb nismo odkrili. Nasipa sestavlja ograjena pot ali komunikacijo. Zidu lahko sledimo v dolžini nekaj 100 m, ko se razširi v lijak, vhod v ograjeno pot, ki služi zgoščevanju toka živali (Mlekuž 2015, 685). Ob vhodu v lijak je večja, a nizka okrogla gomilasta tvorba, premera skoraj 20 metrov, ki nastopa kot izrazita magnetna anomalija (slika 23).

Poljsko razdelitev v Snožetih lahko razumemo kot organsko nastal sistem nepravilnih ograjenih polj ali morda celo ograjenih kmetij. Tudi prisotnost lončenine in množica magnetnih anomalij znotraj ograd kažeta na bivanje ljudi v bližini. Preko krajine potekajo ograjene poti.

Primer iz najdišča v Snožetih nazorno ponazarja, kako lahko arheološko najdišče, čeprav dolgo znano in celo terensko raziskano, ostane brez jasne interpretacije, ujet v interpretativni limbo. Kljub terenskemu delu in izkopavanjem v 80. letih prejšnjega stoletja je bila krajina razumljena zgolj kot nedefinirana množica nasipov in gomil, brez prepoznavne organizacije in jasne interpretacije. Šele z interpretacijo podatkov zračnega laserskega skeniranja je bilo mogoče

vzpostaviti koherentno prostorsko logiko, razpoznati ograde, poti, gomile in funkcionalno strukturo, ki kaže na kompleksno prazgodovinsko krajino. Geofizikalne raziskave so dodale še dodaten vidik, namreč da se znotraj ograd dogaja bistveno več, kot vidimo na površju, in da groblje niso enotna kategorija značilnosti, temveč rezultat več različnih procesov.

Diskusija

Sondiranje značilnosti, prepoznanih na ZLS, je prineslo vrsto ključnih spoznanj, ki pomembno dopolnjujejo naše razumevanje njihove sestave, funkcije in starosti.

Značilnosti, identificirane kot groblje, so bile z neposrednimi arheološkimi posegi potrjene kot nesortirani kamniti kupi iz lokalnega, korodiranega apnenca. Presenetljivo pa se med kamni pojavlja veliko drobnozrnatega sedimenta, kar nasprotuje običajni predstavi o grobljah kot zgolj kupih kamnov. Prisotnost razlagamo kot rezultat eolskega nanosa in kasnejših pedogenetskih procesov. To potrjuje tudi opazovana stratifikacija, kjer humus z listjem prehaja v rjav gozdni humus in nato v rdečkastorjav ilovnat sediment. Gre za počasno in dolgotrajno akumulacijo, ki jo bo nadalje osvetlila sedimentna analiza.

Groblje so pogosto postavljene neposredno na razpokano skalno podlago z žepi in s škrapljami. V nekaterih primerih so okoli skalnih čokov,

kar kaže na to, da je bila površina že ob njihovi postavitvi gola, brez večje plasti prsti.

Večina grobelj ne vsebuje arheoloških najdb, kar utrjuje interpretacijo, da gre za depozicije kamnov, odstranjene pri urejanju površja. Njihova pojavnost na današnjih marginalnih območjih (gozd, neobdelane površine) nakazuje, da v sodobni zemljiški razdelitvi nimajo več funkcije. Redke najdbe lončenine (npr. na Drenju in v Snožetih) omogočajo okvirno umestitev v bronasto dobo.

Sondiranja linearnih značilnosti, prvotno interpretiranih kot nasipi, so pokazala na izjemno strukturno raznolikost. Nekateri nasipi so dejansko grobljasti zidovi (angl. *dumping walls*), drugi pa enostavni porušeni suhi zidovi. V Snožetih so vzporedni nasipi ob poteh potrjeni kot ostanki enostransko zidanih suhih zidov.

Posebej presenetljivi sta bili odkritji masivnih zidov na Drenju in Sigurnem hribu. Zgrajena sta na dve lici, s sredico iz drobirja. Zid na Drenju omejuje kvadratno polje, je datiran v bronasto dobo, medtem ko je zid na Sigurnem hribu del pravilne, ortogonalne zemljiške razdelitve, nima neposredno datacije, a ga lahko na podlagi konteksta umestimo v prazgodovinsko kulturno krajino gradišča Tabor pri Vrabčah.

Pri vseh značilnostih gre očitno za antropogene strukture, kar potrjuje osnovno hipotezo raziskave. V primerih, kjer je bilo možno datiranje, so te postavljene v prazgodovino. To potrjuje predhodno prostorsko analizo in kaže, da gre za sledi starejše krajinske organizacije, ki je predhodila moderni parcelaciji. Domnevamo, da so ostanki rezultat obsežnega preoblikovanja krajine, ki se začne v 3. tisočletju pr. n. št., kar potrjujejo tudi sedimentne analize iz vrtač (Fabec 2012; Mlekuž Vrhovnik in Fabec 2024).

Rezultati kažejo tudi na pomembno notranjo variabilnost znotraj morfološko enotnih kategorij. Značilnosti, sprva opredeljene kot nasipi, so se izkazale za zelo raznolike: od navadnih kamnitih grobelj preko enostavnih zidov do kompleksnih mejnih struktur. Podobno velja za groblje, ki so v nekaterih primerih morda rezultat

kasnejših podepozicijskih procesov ali morda celo ruševine stavb.

Geofizikalni pregledi so pokazali, da so površinske značilnosti zelo dober pokazatelj prisotnosti arheoloških sledov pod površjem, a je pod površjem ohranjeno še bistveno več ostankov in sledov, kot jih prepoznamo na površju. Površinske anomalije tako predstavljajo le majhen del arheoloških sledov v krajini. Poleg površinskih sledov nastopajo tudi anomalije, ki se ne kažejo na površju, so pa očitno rezultat arheoloških ostankov, kot so stavbe, depozicije ipd.

Terensko preverjanje je v marsičem osvetlilo, razjasnilo in časovno umestilo arheološke značilnosti, predvsem pa jim je dalo materialno otipljivost; iz abstraktnih anomalij so se izrisale kot konkretne individualne entitete z lastnimi biografijami. Raziskani del Krasa se tako razkrije kot kompleksen palimpsest, v katerem so starejše krajinske plasti še vedno presenetljivo dobro ohranjene, prazgodovinske strukture pa vztrajajo v svojih izvornih prostorskih razmerjih.

Zaključek

Izkaže se, da terensko preverjanje ni nujno tisti ključni trenutek prešitja, ki bodisi potrdi bodisi zavrne interpretacijo neke značilnosti. Nasprotno, zdi se, da se ta odločilni premik zgodi že prej, ob identifikaciji značilnosti na posnetkih zračnega laserskega skeniranja, ko anomalijo prepoznamo kot značilnost. Terensko preverjanje ni trenutek dokončne potrditve ali vzpostavitve resnice, temveč faza, v kateri se obstoječa interpretacija osvetli in dopolni. Prav na tem mestu lahko v razlago vstopijo vidiki, ki jih s pogledom od daleč ni mogoče zaznati – ko se abstraktna značilnost prvič sooči s konkretnim materialnim pojavom. Takšno soočenje omogoča razmislek o njenih sestavi, materialnosti, stopnji ohranjenosti in starosti.

Njegova največja vrednost se ne skriva v vsakokratnem dokončnem »da« ali »ne«, temveč v kumulativnem učinku. Šele ko preverimo dovolj značilnosti na različnih območjih, začnejo posamezni rezultati sestavljati zanesljivejšo in gostejšo argumentacijsko mrežo, v kateri

se interpretacije postopoma stabilizirajo. To pomeni, da se lahko postopoma odmikamo od ne-nehnega dokazovanja obstoja posamezne sledi in več pozornosti posvetimo celoti krajine, njenim strukturam, organizaciji, transformacijam in zgodovinski dinamiki.

Interpretacija podatkov zračnega laserskega skeniranja ni nevtralen ali mehaničen proces, temveč refleksiven tok, ki zahteva tudi epistemološko transparentnost (angl. *accountability*) glede virov, postopkov in interpretacij. Kot opozarja Cowley (2013), je nujno, da raziskave jasno dokumentirajo postopke argumentacije, kako so prišle do interpretacij, katere podatke so uporabile in katere metodološke odločitve so sprejele. Skratka, dobra interpretacija je tudi tista, ki transparentno dokumentira, kako so posamezni kabli v interpretaciji prepleteni.

Čeprav obstajajo poskusi formalizacije arheološkega dela s podatki zračnega laserskega skeniranja (npr. Lozić in Štular 2023), ki ponujajo enosmeren in tehnično orientiran delovni tok, naš pristop temelji na refleksivnem in interpretativno odprtem procesu, v katerem je vsak korak priložnost za preizpraševanje predhodnih interpretacij in vpetosti v širši epistemološki okvir. Formalizirani delovni tokovi so pomembni za sistematično in primerljivo obravnavo podatkov, vendar sami po sebi ne zagotavljajo arheološke vednosti.

V zadnjem desetletju postajajo za arheološko detekcijo in klasifikacijo površinskih anomalij na posnetkih ZLS vse pomembnejši pristopi, ki temeljijo na globokem učenju (npr. Fiorucci idr. 2022; Argyrou in Agapiou 2022; Perron idr. 2024). Ti obetajo interpretacije velikih količin podatkov, standardizacijo in avtomatizacijo, kar je izjemno relevantno ob eksponentni rasti razpoložljivih podatkovnih zbirk. Vendar pogosto sledijo enosmernim podatkovnim tokovom, ki temeljijo na predpostavki, da je klasifikacija, kot del interpretacije, objektivna naloga, vezana na obliko, teksturo in prostorske metrike.

Pri tem ostaja odprto ključno vprašanje epistemološke transparentnosti, kdo interpretira, kdo potrjuje in kdo prevzema odgovornost

za arheološke trditve, ki jih generira umetna inteligenca. Samodejni detekcijski sistemi redko vključujejo refleksivno dimenzijo arheološkega mišljenja, zlasti pa ne uvida v to, kako površinska anomalija postane značilnost, značilnost sled in sled arheološka figura. Arheološko znanje ne nastaja na podlagi enkratne detekcije niti ne poteka linearno, temveč nastaja iz prepleta interpretativnih niti, procesa, ki vključuje tudi terenske intervencije, kontekstualno znanje, analogije, preverjanje prostorskih razmerij in refleksivno vpetost v proces ustvarjanja znanja.

Zahvale

Terenska preverjanja smo izvedli v okviru projekta Terenska preverjanja rezultatov daljinskega zaznavanja na območju Senožških Brd in Gornjih Vrem, metodi 7 in 11, ki ga je izvajal Center za preventivno arheologijo ZVKDS v letu 2015 in ga je financiralo Ministrstvo za kulturo. Članek je nastal s podporo programske skupine Arheologija (P6-0247, ARIS).

Literatura

- Argyrou, M., in A. Agapiou. 2022. »A Review of Artificial Intelligence and Remote Sensing for Archaeological Research.« *Remote Sensing* 14 (23): 6000.
- Fiorucci, M., W. B. Verschoof-van der Vaart, P. Soleni, B. Le Saux in A. Traviglia. 2022. »Deep Learning for Archaeological Object Detection on LiDAR: New Evaluation Measures and Insights.« *Remote Sensing* 12 (14): 2217.
- Cowley, D. 2013. »In with the New, Out with the Old? Digital Workflows and Auto-Extraction in Remote Sensing Archaeology.« V *Virtual Archaeology: Nondestructive Methods of Prospection, Modeling, Reconstructions; Proceedings of the First International Conference Held at the State Hermitage Museum, St. Petersburg, Russia, 4–6 June 2012*, uredil D. Hook. The State Hermitage Publishers.
- Fabec, T. 2012. »Geoarheološke lastnosti zapolnitve vrtač na Divškem Krasu (jugozahodna Slovenija).« V *Dolgoročne*

- spremembe okolja*, uredila by M. Andrič. Založba ZRC, ZRC SAZU.
- Gams, I. 1992. »Sistemi prilagoditve primorskega dinarskega krasa na kmetijsko rabo tal.« *Geografski zbornik* 31:5–106.
- Grosman, D., in B. Slapšak. 2010. »Pojem in postopki terenskega preverjanja pri neinvazivnih raziskavah v arheologiji.« *Arheo* 27:7–13.
- Lillesand, T. M., R. W. Kiefer in J. W. Chipman. 2015. *Remote Sensing and Image Interpretation*. 7. izd. Wiley.
- Lozić, E., in B. Štular. 2023. »Documentation of Archaeology-Specific Workflow for Airborne LiDAR Data Processing.« *Geosciences* 13 (7): 178.
- Mlekuž, D. 2012. »Messy Landscapes: LiDAR and the Practices of Landscaping.« V *Interpreting Archaeological Topography: Lasers, 3D Data, Observation, Visualisation and Applications*, uredila R. S. Opitz in D. Cowley. Oxbow.
- Mlekuž, D. 2013. »Skin Deep: LiDAR and Good Practice of Landscape Archaeology.« V *Good Practice in Archaeological Diagnostics: Non-Invasive Survey of Complex Archaeological Sites*, uredili C. Corsi, B. Slapšak in F. Vermeulen. Springer.
- Mlekuž, D. 2015. »Oblike prazgodovinske poljske razdelitve na Krasu.« *Kronika* 63 (3): 675–690.
- Mlekuž, D. 2018. »Cultural Landscape of a Prehistoric Hillfort: Tabor pri Vrabčah.« V *Preistoria e Protostoria del Caput Adriae*, uredile P. Cassola Guida, E. Borgna in S. Corazza. Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.
- Mlekuž, D. 2019. »Animate Caves and Folded Landscapes.« V *Between Worlds: Understanding Ritual Cave Use in Later Prehistory*, uredili L. Büster, E. Warmenbol in D. Mlekuž. Springer.
- Mlekuž Vrhovnik, D., in T. Fabec. 2024. »The Formation of the Kras Landscape from Prehistory to the Early Modern Period.« V *Environmental Histories of the Dinaric Karst*, uredili B. Fuerst-Bjeliš, J. Mrgić, H. Petrić, M. Zorn in Ž. Zwitter. Springer.
- Opitz, R. S. 2012. »An Overview of Airborne and Terrestrial Laser Scanning in Archaeology.« V *Interpreting Archaeological Topography: Airborne Laser Scanning, 3D Data, and Ground Observation*, uredila R. S. Opitz and D. Cowley. Oxbow.
- Opitz, R. S., in D. Cowley. 2013. »Interpreting Archaeological Topography: Airborne Laser Scanning, 3D Data, and Ground Observation.« V *Interpreting Archaeological Topography: Airborne Laser Scanning, 3D Data, and Ground Observation*, uredila R. S. Opitz in D. Cowley. Oxbow.
- Osmuk, N. 1988. »Goriče pri Famljah.« *Varstvo spomenikov* 30:196–197.
- Perron, H., E. Inizan, F. Lévêque in L. Nuninger. 2024. »Automated Archaeological Feature Detection in LiDAR Data Using Deep Learning: The Case of the Montagne de Lure, France.« *Journal of Archaeological Science* 14 (158): 105805.
- Wylie, A. 2002. *Thinking from Things: Essays in the Philosophy of Archaeology*. University of California Press.

Povzetek

Prispevek obravnava vlogo terenskega preverjanja pri interpretaciji podatkov zračnega laserskega skeniranja (ZLS) na Krasu. Gre za specifično krajino, kjer so naravni geomorfni procesi počasni in kjer se sledovi človeških posegov izjemno dobro ohranjajo. Prav zaradi tega je Kras eno ključnih območij, kjer lahko s pomočjo ZLS in digitalnih modelov reliefa visoke ločljivosti raziskujemo, kako se arheološki sledovi odražajo na površju.

ZLS omogoča sistematično prepoznavanje površinskih anomalij, tako pozitivnih (nasipi, zidovi, groblje) kot negativnih (vkopi, jarki, jame). Vendar pa sama oblika še ne zagotavlja njihove arheološke interpretacije. Prepoznane anomalije pogosto ostajajo v »epistemološkem limbu«: so opisane, a ne potrjene, zaznane, a ne razložene. Ključno vprašanje je, kdaj lahko zares rečemo, da neka oblika v reliefu predstavlja arheološko sled, in na kakšni osnovi ji podeljemo verodostojnost.

Teoretski okvir članka izhaja iz razumevanja arheološke interpretacije kot procesa »prepletanja

kablov«, ki ga je vzpostavila Alison Wylie. Arheološko vedenje se ne oblikuje na osnovi enega samega podatka, temveč iz kumulativnega povezovanja več linij dokazov, od oblike in prostorske logike (ZLS) do stratigrafije, materialne sestave, najdb, analogij, lokalnega konteksta. Vsaka od teh niti je lahko sama po sebi lahko šibka, skupaj pa tvorijo robusten interpretativni snop. V tem smislu je interpretacija vedno proces sklepanja z najboljšim pojasnilom, kjer verodostojnost izhaja iz prepleta, ne iz posameznih dokazov.

Terensko preverjanje ima v tem okviru ključno vlogo. Ni preprosto binarna operacija, ki bi potrjevala ali zavračala hipoteze, temveč vzlišče v interpretativnem procesu, kjer se abstraktne anomalije soočijo s konkretnimi materialnimi ostalinami. Prav materialna intervencija, čiščenje, sondiranje, geofizika, razkrije genezo, sestavo, ohranjenost in starost značilnosti ter omogoča zmanjšanje problema ekvifinalnosti, ko podobne oblike lahko nastanejo iz različnih procesov (npr. kup kamnja kot trebljenje, porušen zid ali ruševina stavbe). Ker se značilnosti pojavljajo v skupkih in sestavljajo kompleksne arheološke krajine, terensko preverjanje cilja na reprezentativne primere, s čimer testira vzorce in prostorsko logiko, ne le posameznih pojavov.

Empirični del raziskave se osredotoča na območje Divaškega Krasa in Vrhe. Tam smo izbrali več kompleksov značilnosti, identificiranih na posnetkih ZLS, in jih preverili z vizualnimi pregledi, geomagnetnimi raziskavami ter s sondiranjem. Rezultati potrjujejo osnovno domnevo, da gre v večini primerov za antropogene strukture, ki jih lahko umestimo v prazgodovino, hkrati pa razkrivajo večjo variabilnost, kot bi jo nakazovala zgolj morfološka interpretacija.

Groblje so bile najpogostejše potrjene kot nersortirani kupi lokalnega apnenca, pogosto postavljeni neposredno na razgibano skalno podlago. Presenetljivo je opažanje, da med kamni pogosto nastopa drobnozrnat sediment, ki kaže na počasne eolske in pedogenetske procese. To je v nasprotju z običajno predstavo o grobljah kot zgolj »kupih kamnov« in kaže na dinamičnost procesov, ki so te strukture oblikovali skozi čas. Večina grobelj ne vsebuje najdb, a redki fragmenti lončenine omogočajo okvirno datacijo v bronasto dobo. Njihova

prisotnost v današnjih marginalnih območjih nakazuje, da so izgubile funkcijo v sodobni rabi prostora, a kljub temu vztrajajo kot vidne sledi starejše krajinske organizacije.

Linearne strukture so se izkazale za zelo heterogene. Nekateri nasipi so bili grobljasti zidovi, nastali z odlaganjem kamnov na rob očiščenih površin, drugi porušeni suhi zidovi, ponekod pa masivne dvolične konstrukcije z veliko vloženega dela. Posebej presenetljivi so bili zidovi na Drenju in Sigurnem hribu, kjer gre za namensko grajene meje posesti ali agrarne infrastrukture, ki jih lahko zanesljivo umestimo v prazgodovinsko obdobje. Geomagnetne raziskave so dodale novo dimenzijo: razkrile so kompleksne sledi rabe prostora pod površjem, ki na reliefu niso vidne, kar potrjuje, da je ZLS le delni vpogled v arheološko realnost.

Glavni prispevki raziskave so trije. (1) Epistemološki: Interpretacija podatkov ZLS ni nevtralen proces, temveč refleksiven in transparenten. Ključno je, da raziskave dokumentirajo, kako so posamezne niti argumentacije spletene, od izbire vizualizacij do odločitev na terenu. Dobra interpretacija ni le tehnično korektna, temveč tudi metodološko odgovorna. (2) Metodološki: Terensko preverjanje je najučinkovitejše, ko testira vzorce in prostorske konfiguracije, ne le posameznih pojavov. Kombinacija ZLS, geofizikalnih metod in ciljno usmerjenega sondiranja omogoča sinergijo, ki presega omejitve posameznih pristopov. (3) Arheološki: Raziskani del Krasa se kaže kot kompleksen palimpsest, kjer so prazgodovinske krajinske strukture, groblje, zidovi, agrarne ureditve še vedno presenetljivo dobro ohranjeni in umeščeni v svoje izvirne prostorske odnose.

Na koncu lahko poudarimo, da terensko preverjanje ni trenutek »končne resnice«, temveč faza, ki osvetli interpretacije in jih preoblikuje. Njegova moč je kumulativna: z rastjo števila preverjenih značilnosti se tke vedno gostejša interpretativna mreža, ki stabilizira razlage in omogoča premik od dokazovanja obstoja posameznih sledi k razumevanju celotne krajine – njenih struktur, premen in zgodovinske dinamike. To odpira tudi širše vprašanje epistemološke transparentnosti v času, ko se v arheologijo vpeljujejo avtomatizirani postopki zaznavanja (npr. metode globokega učenja), ki pa pogosto izpustijo refleksivno dimenzijo.

Kot kaže raziskava na Krasu, arheološko znanje ne nastaja linearno, temveč iz prepleta različnih interpretativnih niti, ki vključujejo tudi materialne intervencije na terenu, analogije in kontekstualno umeščenost v krajinsko logiko.

Summary

This paper examines the role of field verification in the interpretation of airborne laser scanning (ALS) data on the Karst plateau. This is a highly specific landscape, where natural geomorphic processes are slow and traces of human activity remain exceptionally well preserved. For this reason, the Karst is a key area for investigating, through ALS and high-resolution digital terrain models, how archaeological traces manifest in the surface record.

ALS enables the systematic identification of surface anomalies, both positive (banks, walls, cairns) and negative (pits, ditches, hollows). However, morphology alone does not guarantee archaeological interpretation. Many anomalies remain in an 'epistemological limbo': described but unconfirmed, detected but unexplained. The central question is when, and on what grounds, we can consider a surface form to represent an archaeological trace.

The theoretical framework of the paper builds on Alison Wylie's notion of 'cabling', which understands archaeological knowledge as cumulative reasoning based on the intertwining of multiple strands of evidence. Interpretation arises not from a single data point, but from the combination of morphological and spatial logic (ALS), stratigraphy, material composition, finds, analogy, and local context. Each strand may be weak on its own, but together they form a robust interpretative bundle. Interpretation is thus a process of inference to the best explanation, where credibility derives from interweaving, not from isolated proofs.

Within this framework, field verification plays a crucial role. It is not a binary operation of confirmation or rejection, but a node in the interpretative process where abstract anomalies meet concrete material traces. Material interventions, cleaning, test trenching, and geophysics reveal the genesis, composition, preservation, and age of features, while reducing the problem of equifinality, in which similar forms can be produced by different

processes (e.g. a cairn as field clearance, a collapsed wall, or a ruined structure). Since features occur in clusters and form complex archaeological landscapes, field verification targets representative examples, testing patterns and spatial logics rather than individual occurrences.

The empirical focus of the study lies in the Divača Karst and Vrhe. Several complexes of features identified on ALS imagery were verified through visual inspection, geomagnetic survey, and targeted excavation. Results broadly confirmed that most features are anthropogenic and prehistoric in origin, while also revealing greater variability than suggested by morphology alone. Cairns proved to be unsorted piles of local limestone, often directly on bedrock, with unexpected accumulations of fine sediment indicating long-term aeolian and paedogenetic processes. Most lacked finds, though occasional ceramic fragments allowed a Bronze Age attribution. Linear structures proved more heterogeneous: some were clearance walls, others collapsed dry-stone constructions, and in a few cases substantial double-faced walls built with considerable labour investment. Particularly striking were the massive walls at Drenje and Sigurni hrib, interpreted as boundaries of landholding or agrarian infrastructure, reliably dated to prehistory. Geomagnetic survey added a further dimension, identifying sub-surface traces of habitation, invisible on the surface, confirming that ALS provides only a partial view of archaeological reality.

The study makes three main contributions: (1) Epistemological: ALS interpretation is not a neutral process but a reflective and transparent one. Research must document how strands of argument are assembled, from choices of visualization to field decisions. Good interpretation is not only technically correct but also methodologically accountable. (2) Methodological: field verification is most effective when testing patterns and spatial configurations rather than isolated anomalies. The combination of ALS, geophysics, and targeted excavation creates synergies that exceed the limits of any single method. (3) Archaeological: the investigated part of the Karst emerges as a complex palimpsest, where prehistoric landscape structures, cairns, walls, and agrarian layouts, are still remark-

ably well preserved and retain their original spatial relationships.

In conclusion, field verification is not a moment of 'final truth' but a phase that illuminates and reshapes interpretations. Its strength is cumulative: as more features are tested, an increasingly dense interpretative network emerges, stabilizing explanations and allowing a shift from proving the existence of individual traces to understanding the landscape as a whole, its structures, transfor-

mations, and historical dynamics. This raises wider questions of epistemological accountability at a time when automated detection methods (e.g. deep learning) are entering archaeological practice, often omitting the reflexive dimension. As the Karst study demonstrates, archaeological knowledge does not arise linearly from detection, but from the interweaving of interpretative strands that include field interventions, analogy, and contextual embedding within the logic of the landscape.