

Digitalno dokumentiranje ali kako smo pretihotapili bite na arheološka izkopavanja

Digital Documentation or How we Smuggled Bites in Archaeological Excavations

© Rafko Urankar

PJP d. o. o., Trg Alfonza Šarha 1, 2310 Slovenska Bistrica; rafko.urankar@guest.arnes.si

© Jure Krajšek

Pokrajinski muzej Celje; jure.krajsek@pokmuz-ce.si

Izvleček: V članku so predstavljena nekatera teoretska izhodišča, ki so pomembna pri razvoju tehnik izkopavanja in dokumentiranja. Služila so kot osnova pri gradnji sistema digitalnega dokumentiranja, ki se razvija in uporablja v podjetju PJP, d. o. o. iz Slovenske Bistrice in v Pokrajinskemu muzeju Celje. Poudarek je zlasti na predstavitvi lastne programske opreme za digitalno dokumentiranje in z njim povezano podatkovno zbirko ter na uvajanju novih načinov dokumentiranja (fotogrametrija, 3D modeli). Podatkovna zbirka v povezavi s 3D dokumentiranjem pa služi kot osnova za vključevanje podatkov v orodja GIS, ki tudi na ravni zaščitnih arheoloških del počasi postajajo več kot le orodje za grafično predstavitev izsledkov. S takim pristopom se skrajša poizkopavalna faza, raven interpretacije (natančnost, zanesljivost) pa je bistveno višja. Poleg tega nam omogoča rekonstrukcijo najdišča in vseh faz izkopavanja.

Proces digitalnega dokumentiranja izkopavanj tako ustvarja veliko količino digitalnih podatkov, ki so produkt transformacije uničene kulturne dediščine v nesnovno obliko, zato so ti podatki postali kulturna dediščina, ki zahteva posebno pozornost in obravnavo.

Ključne besede: arheologija, digitalno dokumentiranje, Zoot, fotogrametrija, 3D dokumentacija, GIS, digitalni arhiv

Abstract: The article first provides an overview of the theoretical principles essential to the development of the methodology and documentation of archaeological excavations. The same principles have underpinned the digital documentation system designed and used by the company PJP d.o.o. and the Celje Regional Museum. In particular, the article focuses on the custom-made digital documentation software solution, its continued development, the associated database, and the introduction of new documentation methods (photogrammetry, 3D models). The database and 3D documentation procedures have been designed to facilitate use in GIS software, which is increasingly gaining importance beyond mere visualisation. Besides minimising the time required for post-excavation procedures, such an approach improves the quality (accuracy, reliability) of the interpretation. Furthermore, it allows a reconstruction of the excavation site and each individual phase. Digital documentation procedures yield large amounts of data which, in essence, are a transformed version of the cultural heritage that was destroyed in the process. In this sense, the data itself becomes cultural heritage and as such must be handled carefully in its own right.

Keywords: archaeology, digital documentation, Zoot, photogrammetry, 3D documentation, GIS, digital archive

Uvod

Ekonomske zakonitosti moderne družbe nas silijo, da tudi arheološka dela izvajamo hitreje in ceneje. Zato moramo znanje, ki smo ga pridobili v času študija in z delom na arheoloških izkopavanjih, uporabiti za optimizacijo dokumentiranja, ne da bi pri tem trpeli količina in kvaliteta podatkov. Močan vzgib za spremembe je tudi tehnološki napredek, ki nas sili v spremembe standardov izvedbe celotnega arheološkega procesa. Znanje in izkušnje nas torej vodijo k odločitvam, kako in v kolikšni meri dokumentirati izkopavanja. Dokumentiranje lahko postane rutina, ki jo nespremenjeno uporabljamo v nedogled. Druga pot pa je pot nenehnega samoizpraševanja in večnih dilem: »sem naredil vse, kar je bilo v moji moči, uporabil vse znanje, upošteval vse najnovejše izsledke in strokovne smernice?« S prvim pristopom smo na koncu svoje strokovne zgodbe, z drugim pa vedno znova na začetku kot navsezadnje vse stroke, ki sledijo nenehnemu razvoju družbe in njenih potreb.

Kaj je izkopavanje?

To je na videz banalno vprašanje, ki smo ga vajeni iz časov, ko smo se prvič srečevali z arheologijo, vendar smo si ga pri uvajanju digitalnega dokumentiranja zopet zastavili. Odgovor bi nas moral nenehno spremljati pri strokovnem delu, in ker nanj zaradi preobremenjenosti pogosto pozabimo, ga potopimo v podzavest in rutino. Naše strokovno in etično razmišljanje pa bi ga moralo ves čas bezati na površje.

Torej, na začetek: Izkopavanje je neponovljiv eksperiment. Pomeni destrukcijo najdišča, ki je večinoma popolna in nepovratna (Barker 1998, 12–13). Če arheološko najdišče povežemo s pojmom kulturne dediščine, to pomeni, da z izkopavanji uničujemo kulturno dediščino (Merriman 2002; Merriman 2004). To največkrat storimo veliko bolj temeljito in sistematično kot gradbeniki, ki pridejo za nami. Oni običajno stremijo za tem, da kopljejo samo toliko, kolikor je potrebno. Karikirano rečeno, če

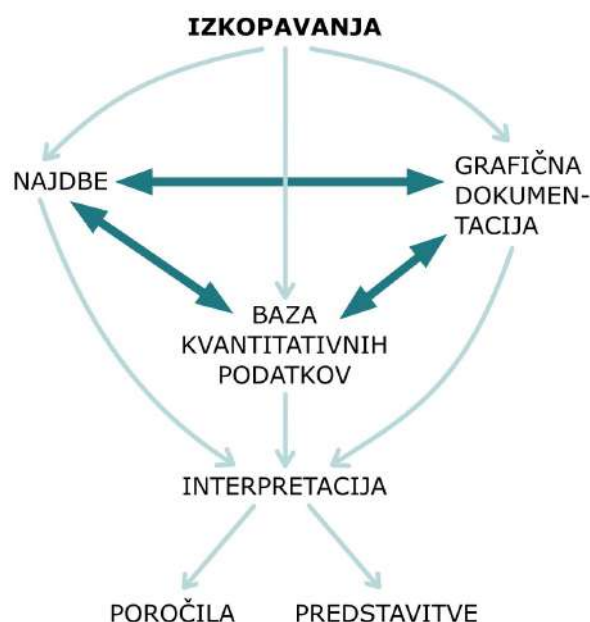
bi stavba »stala na situli«, je važno samo to, da posoda zdrži pritisk in se stavba ne poruši. Za gradbinci morda v zemlji ostane še kakšna plast, za arheologi nič. Naša odgovornost je torej velika, čeprav drugače kot npr. v medicini zaradi naših strokovnih napak nihče ne umre. Vendar je moč našega dela ravno v tem, da uničeno ohranimo, pa čeprav samo v obliki podatkov, metodološko in sistematično zabeleženih v izkopavalni dokumentaciji. Koliko bo shranjenega v kolektivnem spominu in človeškem znanju, je odvisno najprej od naše tehnike izkopavanja ter nato predvsem od načina in natančnosti dokumentiranja.

Dokumentacija

Do sedaj ni bilo povedano nič novega. Za generacije, ki smo zrasle ob »Kockici« (Grosman 1991) kot obveznem čtivu, bo pisanje morda izzvenelo celo pokroviteljsko. Vendar pa gre za pomembno izhodišče, ki nas je vodilo in nas še vodi pri razvoju tehnik izkopavanja in dokumentiranja. Ta razvoj se ne sme ustaviti, ker bi to pomenilo etično smrt stroke.

V nadaljevanju bo predstavljeno še nekaj teoretičnih izhodišč, ne zaradi tega, ker bi bilo to nekaj izvirnega, temveč zaradi lažjega razumevanja načel, ki so nas vodila pri razvoju digitalnega dokumentiranja, kot ga uporabljamo pri podjetju PJP, d. o. o., in v Pokrajinskemu muzeju Celje. V zadnjem času namreč opažamo, da se pri terenskem delu ponekod pojavljajo prakse, ki pomenijo korak nazaj v razvoju (stratumsko izkopavanje, pomanjkljivo vzorčenje, neupoštevanje temeljnih standardov dokumentiranja ipd.) in niso niti v skladu z minimalnimi standardi, ki so se v slovenski arheologiji že dodobra uveljavili (Novaković *et al.* 2007).

Arheološka izkopavanja so kompleksen proces, v katerem so vzpostavljene številne recipročne povezave, ki jih prikazuje poenostavljena shema na sliki 1. To je proces, pri katerem ne gre le za odstranjevanje plasti in vzdihovanje ob lepih najdbah, pač pa za kompleksno transformacijo snovi (plasti) v nesnovno obliko, v informacijo – podobno kot pri računalniškem stiskanju podatkov, le da je računalniški algoritem sposoben restavriranja podatkov v celoti, arheološki algoritem (izkopavanje z dokumentiranjem) pa ne. Že v fazi fizičnega odstranjevanja plasti smo sposobni prepoznati le manjšo količino podatkov in od prepoznanih podatkov zapisati le njihov manjši del.



Slika 1. Shema pridobivanja in uporabe podatkov na izkopavanjih.

Figure 1. Diagram of data acquisition and processing during excavations.

Bistvo razvoja tehnike izkopavanja in dokumentiranja je v tem, da se ti deleži povečujejo. »Kar danes izpustimo, prezremo ali sploh ne pričakujemo, bo jutri omogočalo oziroma preprečevalo rekonstrukcijo situacije ali razmer« (Grosman 1991, 27). Se je tudi vam že zgodilo, da vam je pri pisanju poročila zmanjkalo lastnih podatkov, da so izkopavanja ponudila več vprašanj kot odgovorov?

In kaj je arheološka terenska dokumentacija? Gre za ohranjanje informacij o preteklosti, ki je zapisana v plasteh pod površjem. Preteklost pa je naša dediščina in dediščina rodov, ki še prihajajo, in smo jo dolžni ohranjati. Arheološki zapis (plasti in njihove lastnosti, odnosi med njimi, najdbe) je zgoščen zapis tisočletij prepleta naravnih in antropogenih procesov. Pri izkopavanju in dokumentiranju pa gre za preslikavo zajetega stanja na arheološkem najdišču v drugo, še bolj zgoščeno in nesnovno informacijsko obliko. To še posebej velja za digitalno dokumentacijo.

Pri kopanju in dokumentiranju pa ne smemo pozabiti na etični vidik, na naš odnos do kulturne dediščine, ki je pogosto v konfliktu z ekonomsko logiko (Harrison 2013; Pirkovič, Šantej 2012). Tovrstne težave smo v preteklosti

že zaznali. Gre pa preprosto za to, da je delo hitreje opravljeno, če je slabo kopano in borno dokumentirano. Slaba dokumentacija prekrije vse (namerne in nenamerne) napake in nepazljivosti pri kopanju. Ob manjši količini podatkov pa je tudi v poizkopavalni fazi veliko manj dela. Ali ob tržni ekonomiji to preprosto pomeni, da je dober izkopavalec lačen izkopavalec?

Obrazci

Eden od pomembnih členov (analognega) dokumentiranja so obrazci, saj nas pri izpolnjevanju rubrik vodijo pri zajemu podatkov. Gre torej za standardiziran zajem minimalne količine podatkov, ki nam v nadaljevanju omogoča njihovo lažje urejanje in obdelavo. To je pomembno zlasti pri digitalni obdelavi podatkov. V računalništvu in matematiki je dobro poznan koncept GIGO (*garbage in, garbage out*; razlaga in povezave na Splet 1), ki je pomemben tudi pri zajemu arheoloških podatkov. Poenostavljeno rečeno, če slabo dokumentiramo, za kar je lahko veliko razlogov, bo tudi naš izdelek slab in interpretacija pomanjkljiva, lahko celo napačna. Glavni problem je, da naših primarnih (surovih) podatkov nihče več ne bo mogel ponovno uporabiti, nas dopolniti ali popraviti. Z dobro dokumentacijo, z zajetjem čim večje količine strukturiranih podatkov, je lahko izkopavanje delno, na virtualni ravni ponovljiv eksperiment. Pri tem je treba dodati, da človeški spomin ni primeren medij za trajno shranjevanje tako pomembnih podatkov.

Obrazci naj bi bili obvezen del dokumentacije vsakega izkopavanja. V uporabi so številne inačice, saj skoraj vsaka ekipa naredi svojega, večinoma pa gre za predelave in dodelave obrazcev Oddelka za arheologijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani (Grosman, Stančič 1991, 37–40). Na podlagi terenskih izkušenj smo tudi sami razvili svojo inačico obrazcev. Ti so bili sprva po eni strani že bila priprava na digitalno dokumentiranje, po drugi strani pa so bili grafično oblikovani tako, da je izpolnjevanje kar najhitreje ter zmanjšuje možnost napačnih vnosov.

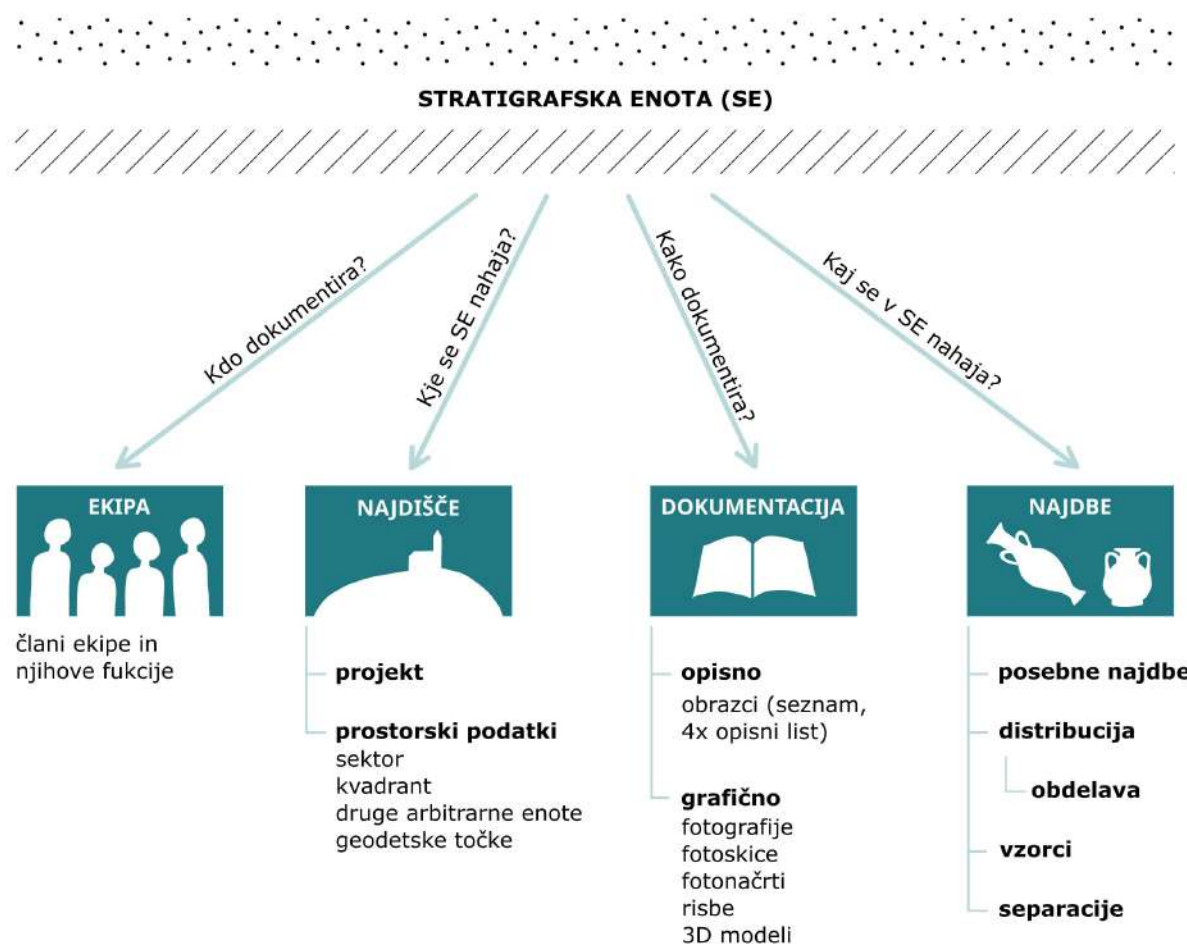
Stratigrafsko izkopavanje s primerno obliko dokumentiranja je torej osnova za čim bolj nevtrarno in objektivno transformacijo stanja plasti v podatkovno zbirko. Osnova je stratigrafska enota, na katero »pripenjamo« vse spremljajoče podatke (slika 2), ki kasneje omogočajo interpretacije na različnih ravneh. Pri tem uporabljamo štiri osnovne obrazce za opis stratigrafske enote

(pozitiv/negativ, zidana struktura, lesena struktura, skelet), saj se informacije, ki jih različni tipi stratigrafskih enot vsebujejo, med seboj toliko razlikujejo, da je potreben specifičen način beleženja podatkov. Vsem obrazcem pa je skupna druga (hrbna) stran, kjer je mesto za vpisovanje stratigrafskih odnosov in interpretacije. Odnos stratigrafske enote do drugih stratigrafskih enot, s katerimi je v stiku, je skoraj najpomembnejši del zapisa, ki ga dokumentiramo, saj je najobjektivnejši (matematični) del dokumentacije, ki je osnova za vse nadaljnje interpretacije, čeprav jih v trenutku, ko izkopavamo, morda niti ne razumemo ali sploh ne želimo razumeti ($2 + 2$ je vedno 4, tudi če tega nočemo izračunati).

Poleg osnovnih obrazcev uporabljamo številne druge obrazce (sezname najdb, fotografij, vzorcev itd.), ki imajo vsaj eno skupno rubriko – številko (kodo) stratigrafske enote, ki je tudi glavna povezovalna točka vseh podatkov.

Interpretacije

Cilj našega dela je podati interpretacijo podatkov (Perko 2014, 227 in tam citirana literatura), ki smo jih pridobili z izkopavanji, to je povedati zgodbo iz preteklosti. Naj se zopet vrnemo na začetek. »*Plasti zemlje so zgodovinski vir, ki mora biti enako kot pisni dešifriran, preveden in interpretiran, preden ga lahko uporabimo*« (Barker 1998, 12). Vendar pa je lahko arheološki zapis kaj hitro razumljen narobe. Zato moramo pri dokumentiranju izbrati čim bolj nevtralen pristop, ki mu je interpretacija šele v drugem planu (Barker 1998, 148). Tako bomo z namenom pustili možnost reinterpretacije in s tem omogočili drugačno ali zgolj natančnejšo, morda celo boljšo rekonstrukcijo preteklosti. Stratigrafska izkopavanja nam ponujajo tako možnost, vendar se moramo pri dokumentiranju zavestno oddaljiti od interpretacije. Zato so pomembni obrazci, kjer plast (objektivno) opišemo (opis njenih fizičnih lastnosti). Ena od rubrik je namenjena tudi interpretaciji, ki pa pri morebitni reinterpretaciji ni zavezujoča. Pravzaprav je bistvo dobrega opisa v tem, da jo lahko ob morebitnih dodatnih izsledkih argumentirano spremenimo. Toda stvar ni tako preprosta. Čeprav težimo k objektivnosti, je že samo izkopavanje interpretacija, ki je zelo odvisna od izkopavalca. Plast, ki jo bomo sicer objektivno dokumentirali, bo začetnik izkopal drugače kot izkušen arheolog. Zato se lahko primarni interpretaciji razlikujeta. Vendar »*naš namen ni najti, temveč razumeti*« (Grosman 1991, 26), zato lahko pogled na širšo



Slika 2. Shema pretoka podatkov pri dokumentiranju stratigrafskih izkopavanj.

Figure 2. Diagram of data flow in documenting stratigraphic excavations.

sliko, ko se oblikuje kompleksnejša interpretacija ostankov, takšne (manjše) napake zaobide.

Veliko pomembnejša sta interpretacija in dokumentiranje odnosov med plastmi, pa ne samo plastmi, temveč tudi drugimi dejavniki, ki ustvarjajo stratigrafijo (negativi, interfacije) in so označeni s pojmom stratigrafska enota. Ob vestnem stratigrafskem izkopavanju, upoštevanju stratigrafskih načel in beleženju odnosov med enotami lahko kompleksne odnose zapišemo tudi matematično, se pravi bolj objektivno (Harris 1989). Ob pravilno definiranih odnosih je tak model (Harrisova matrika) zavezujoč podatek, ki ne podpira alternativnih interpretacij, saj to, kar je starejše, ne more biti hkrati mlajše. Odnose med plastmi je treba natančno dokumentirati, saj so osnova za

pravilno interpretacijo zaporedja tako naravnih kot antropogenih dogodkov, ki so vplivali na arheološki zapis.

Zakaj je interpretacija tako neželena? Ker nam preprečuje objektivni pogled na ostanke na najdišču. Npr. črna zemljena plast na najdišču je zgolj črna zemljena plast, ki tam leži že stoletja in se ves čas spreminja. Na njej ni etikete, ki bi povedala zakaj in kako je nastala. Če jo obravnavamo kot stratigrafsko enoto, kjer je interpretacija drugotnega pomena, bo ostala nevtralna, na njej bomo lahko izvajali virtualne poskuse in ji spreminjali interpretacijo. Vendar moramo poudariti, da pravilna primarna interpretacija tj. prepoznavanje plasti ob izkopavanju po drugi strani lahko pomeni natančnejše in hitrejše izkopavanje, saj je lahko izkušen izkopavalec bolj pozoren

na posebnosti in jih tudi predvidi. Primer: če temno pravokotno plast (pravilno) interpretiramo kot grob, bomo lahko takoj pozorni na skelet in morebitne pridatke. Tako nas zgodnja (pravilna) primarna interpretacija plasti vodi k zajemu večje količine podatkov, kar marsikdaj pomeni boljšo sekundarno interpretacijo.

Računalniki in arheologija

Izkopavanja so vir velike količine podatkov. V prihodnosti se bo ta količina še povečevala. Popolnega nadzora nad vsemi podatki pa že danes arheolog ne more zagotoviti, saj pri delu sodeluje ekipa, ki je sestavljena iz številnih članov oziroma več skupin. Računalniki pa nam tak nadzor omogočajo. Če hočemo doseči resen napredek, moramo računalnik uporabljati že na terenu, v kar nas sili že sama logika optimizacije arheološkega izkopavanja, kjer lahko dosežemo preboj, če podatke shranjujemo digitalno že na mestu njihovega pridobivanja (Stančič 1989, 13). Premišljeno zbiranje podatkov nam omogoča hitrejši, lažji in kvalitetnejši nadzor nad njimi, njihova sprotna obdelava pa lahko bistveno olajša strateške odločitve (Grosman, Stančič 1991, 43) ter s tem pohitri in poceni izkopavanja, predvsem pa se poveča količina kvalitetno zajetih podatkov. To v končni fazi vodi v boljši končni izdelek, interpretacijo.

V devetdesetih letih prejšnjega stoletja se je zdel tak način dela na meji znanstvene fantastike, danes pa nam je primerna tehnologija veliko bližje. Na eni strani cenovno, na drugi strani je strojna oprema tako napredovala, da nam vsaj osnovni vnos podatkov omogočajo že prenosni telefoni in tablični računalniki. Vendar samo dostopna elektronika ni dovolj. Potrebna je tudi primerna programska oprema, ki nam omogoča preprost vnos, vsaj osnovno obdelavo podatkov in izvoz strukturiranih podatkov v obliki, berljivi in razumljivi kar najširšemu krogu bralcev (osebe, drugi računalniki, drugi programi). Ker ima arheologija zelo ozek krog uporabnikov, za razvoj tovrstne programske opreme ni komercialnega interesa. Zato smo morali arheologi sami poskrbeti za primerno orodja. Prvi tovrstni program v slovenski arheologiji, ki je zajel večino arheološke dokumentacije (Tomb Master), smo začeli razvijati leta 2003 pri podjetju Arhej. Uporabili smo ga pri izkopavanjih v Celju, pri 3. in 4. etapi obnove Mariborske ceste. Izkopavanja so bila obsežna, najdb veliko, stratigrafija kompleksna. Program je bil izreden pripomoček. Že takrat pa smo ugotovili, da Access ni dovolj

močna osnova za tako kompleksno bazo podatkov, in da bo potrebna večja predelava. Razvoj je na tej točki zamrl, vzroke pa gre najbrž iskati v razmeroma visokem potrebnem finančnem vložku v posodobitev in odhodu glavnih razvijalcev iz podjetja. Ideja pa je ostala, potreba po takšnem orodju tudi. Zato smo jo leta 2008 pri podjetju PJP obudili, bazo podatkov postavili na MSSQL Server in na novo napisali program. Hkrati smo posodobili obrazce in jih še bolj prilagodili digitalnemu dokumentiranju. Rodil se je Zoot¹. Sprva je služil večinoma za vnos podatkov v kabinetnem okolju, razvoj brezžične telefonije in tabličnih računalnikov pa nam je dal možnost, da podatke neposredno na terenu vnašamo in jih tudi že obdelujemo. Prvi projekt, na katerem smo preizkusili terenski vnos, je bil izkopavanje ruševin novoveške hiše v Raki na Dolenjskem na začetku leta 2019. Ker je bilo tovrstno dokumentiranje še v povojih, smo vzporedno vodili vso dokumentacijo na papirnih obrazcih. Vse je delovalo brezhibno, zato smo naslednja izkopavanja palače Graviš-Butorai v Kopru izvedli zgolj z digitalno dokumentacijo, ki je obsegala vse razen terenskega dnevnika, kamor zapisujemo predvsem podatke, ki so ali manj pomembni za interpretacijo najdišča ali premalo strukturirani, da bi jih bilo smiselno vključevati v podatkovno zbirko.

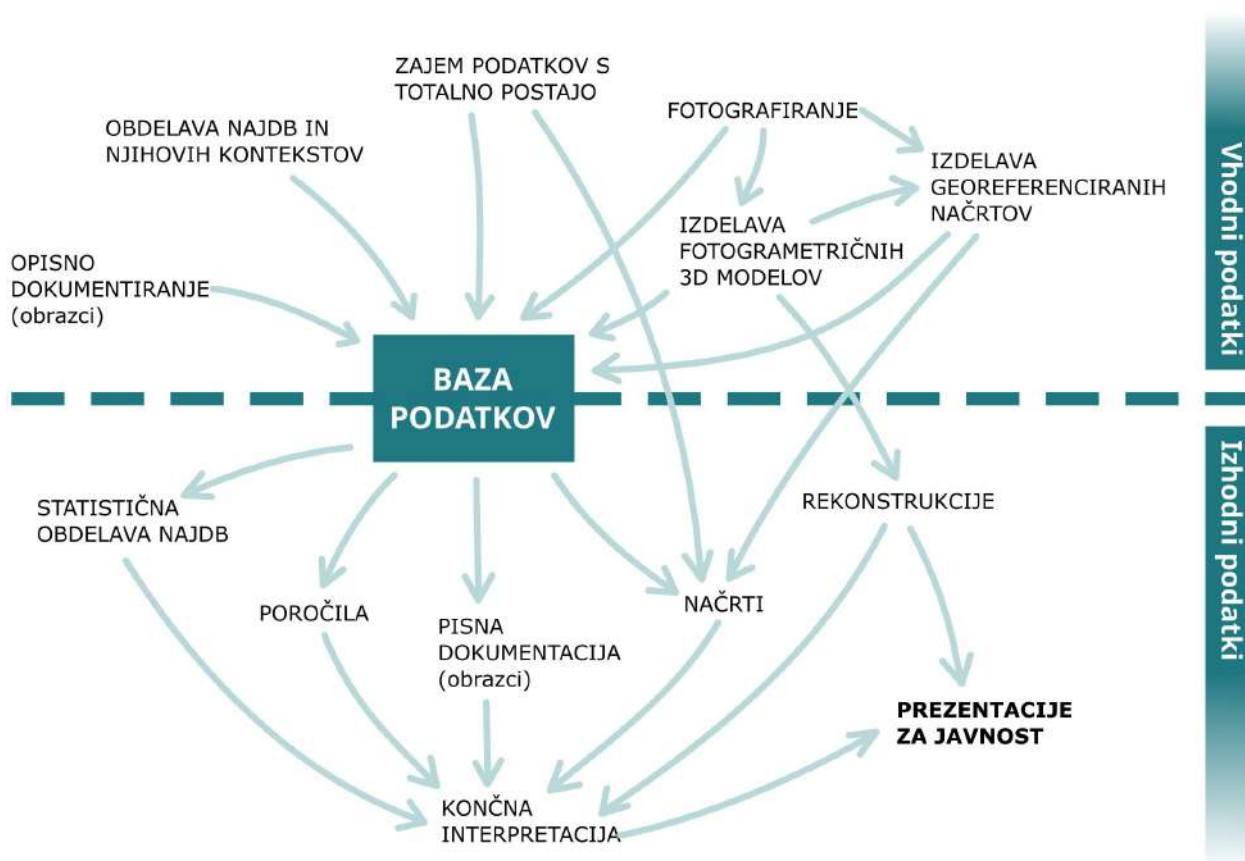
Zoot in podatkovna zbirka²

V računalnik lahko shranjujemo najrazličnejše podatke, tudi količine so praktično neomejene. Vendar se brez prave strategije hitro pojavi GIGO učinek, o katerem smo že govorili. Če pri terenskih podatkih, ki jih obdelujemo brez pomoči digitalne tehnike, še ni tako zelo izrazit, pa je lahko pri digitalizaciji katastrofalen. Zato smo morali razviti program, ki nas bo poleg vgrajenih obrazcev še dodatno usmerjal pri zajemu in predvsem vnosu podatkov, ki morajo biti natančno strukturirani, da bi bili kaseje uporabni.

Osnova digitalnega dokumentiranja je torej podatkovna zbirka (baza podatkov), ki deluje v okolju MSSQL

1 Program je še vedno v razvoju. Za prenos strokovnega (arheološkega) znanja v program skrbita Rafko Urnkar in Jure Krajšek, programira Boris Lipovec. Projekt financira PJP, d. o. o., Slovenska Bistrica. Program je skupaj z navodili brezplačno na voljo pri PJP, d. o. o., v pripravi pa je tudi spletna stran, s katere si bo mogoče program prenesti. Zaradi lažjega posodabljanja podatkovnih baz nudimo tudi brezplačno gostovanje na našem strežniku. Program trenutno uporablja 6 podjetij/institucij, na strežniku teče 206 projektov.

2 Velikokrat uporabljamo tudi termine podatkovna baza ali baza podatkov.



Slika 3. Shema digitalnega dokumentiranja arheoloških izkopavanj z računalniško bazo podatkov, ki povezuje vse faze raziskovalnega dela.

Figure 3. Diagram of the process of digitally documenting archaeological excavations using a computer database linking all phases of research.

Server in v katero shranjujemo vse informacije s terena: podatke z obrazcev, prostorske podatke, podatke o najdbah ipd. Kot uporabnike nas samo delovanje baz podatkov primarno ne zanima, da pa bi lažje razumeli kompleksnost obdelave podatkov, lahko v grobem rečemo, da bazo podatkov (tudi našo) sestavlja skupek tabelic, med seboj povezanih s strogimi pravili, ki nam kasneje omogočajo obdelavo vnesenih podatkov. Že vnos v takšno kompleksno bazo brez ustreznih pripomočkov bi bil zelo zahteven, zato je bil cilj razviti program, ki nam bo delo olajšal.

Program Zoot je torej vmesnik med nami in neotipljivimi podatki nekje v drobju elektronskega stroja. Z njim podatke že na terenu dodajamo (gradimo podatkovno

bazo), nato pa moramo do njih zopet nekako dostopati. Za obe fazi z nekaj računalniškega znanja ne potrebujemo tovrstnega programa. Vendar nam ravno takšen vmesnik omogoča, da so digitalni podatki dostopni tudi tistim, ki so računalniško skoraj nepismeni. Kot nujen član ekipe je bil nekoč izpostavljen ti. »operater« (Grosman, Stančič 1991, 43), ki naj bi izvajal delo na računalniku. Danes je ob minimalnem poznavanju računalniškega okolja in z uporabo primernih orodij v moderni izkopavalni ekipi vsak član tudi operater.

Shema na sliki 3 prikazuje tok podatkov ki jih začnemo pridobivati na terenu, ob dobri organizaciji in dodelani strategiji izkopavanj pa lahko s pripravo podatkov začnemo že pred začetkom terenskih del. V središču

je podatkovna zbirka, v katero se stekajo vse zbrane informacije. Vanjo na eni strani podatke vlagamo, z najrazličnejšimi obdelavami (npr. statistične analize) pa jih oplemenitimo. Nato novo pridobljene in surove vhodne podatke pretvorimo v berljive oblike izhodnih podatkov (npr. poročila, objave ipd.).

Pri razvoju programa je glavno vodilo na eni strani prijaznost do uporabnika, kar pomeni čim bolj enostavno delo z njim, po drugi strani pa se zavedamo, da ima lahko vsak izkopavalec nekoliko drugačen pristop in poudarke pri dokumentiranju. Zato je program narejen tako, da nam pušča veliko prostora za lastne prilagoditve, s tem pa je možno tudi nenehno izboljševanje dokumentiranja in njegov nadaljnji razvoj.

Za vsak projekt ustvarimo svojo, neodvisno podatkovno bazo, v kateri so podatki razvrščeni po naslednjih kategorijah:

- podatki o projektu in ekipi (formalni podatki, vezani na veljavno kulturnovarstveno soglasje),
- prostorski podatki (razdelitev raziskovanega območja na enote; sektorji, kvadranti, geodetske točke),
- podatki o stratigrafskih enotah (seznam, na katerem določamo številko (kodo) stratigrafskim enotam; štirje osnovni obrazci za vnos podatkov glede na tip stratigrafske enote),
- podatki o najdbah (sezname posebnih najdb, separacij in vzorcev; distribucije in obdelave najdb, razdelitev in klasifikacija najdb glede na material),
- podatki o grafični dokumentaciji (sezname fotografij, fotoskop, fotonačrtov, risb).

Podatki so prek pomožnih seznamov povezani, kar zmanjšuje večkratne in napačne vnose. Ko enkrat vnese-mo podatek, npr. številko (kodo) stratigrafske enote, je pri drugih kategorijah, npr. seznamu posebnih najdb, ne vnašamo več, temveč jo preprosto izberemo s seznama. Tako je hkrati onemogočen napačen vnos zaradi tipkarskih napak. Poleg tega imajo vsi sezname vdelano preverjanje imen (npr. številka stratigrafske enote), zato se imena ne morejo podvajati. To je pomembno zlasti takrat, ko je na podatkovno bazo priključenih več uporabnikov, ki podatke vnašajo istočasno. Računalnik vse podatke nadzoruje in onemogoča tovrstne napake, ki lahko vodijo v veliko večje napake pri nadaljnjem delu, ko se podatki združuje-

jo (npr. pri podvojitvi številke stratigrafske enote postane problem, kateri stratigrafski enoti pripisati najdbe).

Pri dobro organiziranem projektu lahko v podatkovno bazo podatke vnaša več različnih ekip. In vsi podatki so takoj na voljo vsem, ki so tisti trenutek priključeni nanjo. Npr. če se najdbe sproti perejo in obdelujejo na povsem drugi lokaciji, lahko izkopavalci na terenu hitro dobijo podatke o vsebini stratigrafskih enot.

Druge funkcije programa

Da bi bil program kar najbolj uporaben, smo vanj vgradili številne funkcije ki podatke združujejo, filtrirajo, računajo, ustvarjajo sezname ipd. Naj jih v grobem predstavimo:

- program iz podatkov o projektu sestavi izpis za poročilo,
- na podlagi izhodiščne koordinate sektorja, njegove usmerjenosti in določenega števila kvadrantov ustvari imena kvadrantov in izračuna koordinate oglišč,
- na podlagi podanih parametrov izračuna statistiko distribucije najdb,
- ustvarja različne izpise (seznam stratigrafskih enot za prvo poročilo, katalog stratigrafskih enot, iz obdelav materiala izdela katalog najdb po predlogi, ki jo samo določimo),
- na podlagi naših zahtev ustvarja različne priložnostne sezname in jih samodejno polni s podatki iz baze (npr. seznam grobov, seznam objektov ipd.),
- na podlagi podatkov s terenskega seznama fotografij ustvari seznam digitalnih fotografij, jim pripiše ustrezne podatke ter jih po ključu, ki ga določimo, preimenuje in razvrsti po mapah, kot smo jih predhodno določili,
- izvoz vseh tabelarnih podatkov v druge formate (.xls, .csv, .txt),
- filtriranje in prikaz podatkov,
- omogoča tiskanje izpolnjenih obrazcev za arhiv,
- omogoča tiskanje listkov za najdbe (že na terenu),
- omogoča hiter dostop do vseh „pripetih“ podatkov in njihov ogled s pomočjo sistemsko nastavljenih aplikacij (npr. pregled fotografij, meritev, 3D modelov, risb itd.).

Varnost podatkov

Ker imamo opraviti z elektronskimi napravami, najbolj občutljivejšimi ravno v pogojih, značilnih za terensko delo (voda, prah, udarci), se upravičeno zastavlja vprašanje o zanesljivosti zapisa podatkov. Da bi bil celoten sistem dokumentiranja kar najbolj neodvisen imamo dve možnosti njihovega zapisovanja. Lahko jih shranjujemo lokalno, kar pomeni, da moramo na terenu vzpostaviti lokalno mrežo oziroma vsaj strežnik (angl. *server*). Ker pa razvoj programa in podatkovnih zbirk še vedno ni zaključen, smo se odločili za drugačen pristop, ki je prikazan na sliki 4. Tak način dela je enostaven za nadgrajevanje s strani programerja, predvsem pa uporabnikom omogoča neodvisnost in mobilnost. Poleg tega se izognemo administriranju strežnika, ki lahko zaradi neugodnih pogojev povzroči njegovo odpoved.

Podatke lahko zajemamo in vnašamo na različnih, med seboj zelo oddaljenih lokacijah. MSSQL Server deluje na najetem računalniku s širokopasovno spletno povezavo, ki se nahaja v Nemčiji. Prek mobilne podatkovne povezave se povežemo na ta računalnik (strežnik), ki v popolnosti skrbi za shranjene podatke in dnevno ustvarja njihove varnostne kopije. Shranjuje jih ločeno, eno kopijo pa pošlje v oblak s pomnilniškimi kapacitetami v ZDA. Podatke shranjujemo tudi na svoj (lokalni) sistem. Tako so ustvarjene tri kopije podatkov, ki jih lahko ob morebitnem izpadu strežnika hitro obnovimo in/ali prestavimo na drug strežnik.

Tudi v terenskih razmerah je tak način dela varen. Če bi se z našo napravo karkoli zgodilo (npr. da pade v vodo ali jo povozijo bager), se podatki, razen zadnje, nezaključene postavke vnosa, ne izgubijo, ker se sproti zapisujejo



Slika 4. Shema prenosa podatkov in njihovo varovanje.

Figure 4. Diagram of data transfer and safekeeping.

na oddaljeni strežnik. Ob uničenju naprave (tablični računalnik, prenosnik) jo nadomestimo z drugo in že čez nekaj trenutkov lahko z delom nadaljujemo tam, kjer smo prenehali.

Ko z izkopavanji zaključimo, vse obrazce natisnemo in oddamo v arhiv. Natisnjeni obrazci so običajno veliko bolj čitljivi od ročno izpolnjenih. Rokopis je namreč zelo odvisen od osebe in številnih zunanjih dejavnikov (vrsta pisala, mraz, vlaga ipd.).

Nova orodja

Večina izkopavalnih ekip pri delu uporablja digitalna orodja, ki še niso del minimalnih standardov. Predvsem gre za uporabo 3D dokumentiranja (fotogrametrija, terestrični skenerji) in orodij GIS. Uporaba naprednih tehnik je še v povojih, saj gre tu v prvi vrsti za vizualizacijo našega dela, čeprav omogočajo še veliko več. Frustrirajoče pa je, da je razvoj tako hiter, da je arheologu na terenu težko slediti novostim in jih vključevati v terensko delo. Bolj ali manj smo namreč prepuščeni lastni radovednosti, učljivosti in stremanju k boljšemu rezultatu, ki ima korenine tudi v etičnih dilemah naše stroke.

Nova orodja so torej pomembna z več vidikov. Omogočajo podrobno vizualizacijo vseh faz izkopavanj, kar nam je v izredno pomoč pri dokumentiranju in sprotne razumevanju odkritij ter pri reševanju problemov, ki se z boljšim razumevanjem celotnega najdišča pojavljajo šele v poizkopavalni fazi. Tako omogočajo boljšo interpretacijo naših raziskav, predvsem pa dajejo možnost reinterpretacije našega dela zanamcem.

3D dokumentiranje – primeri iz prakse

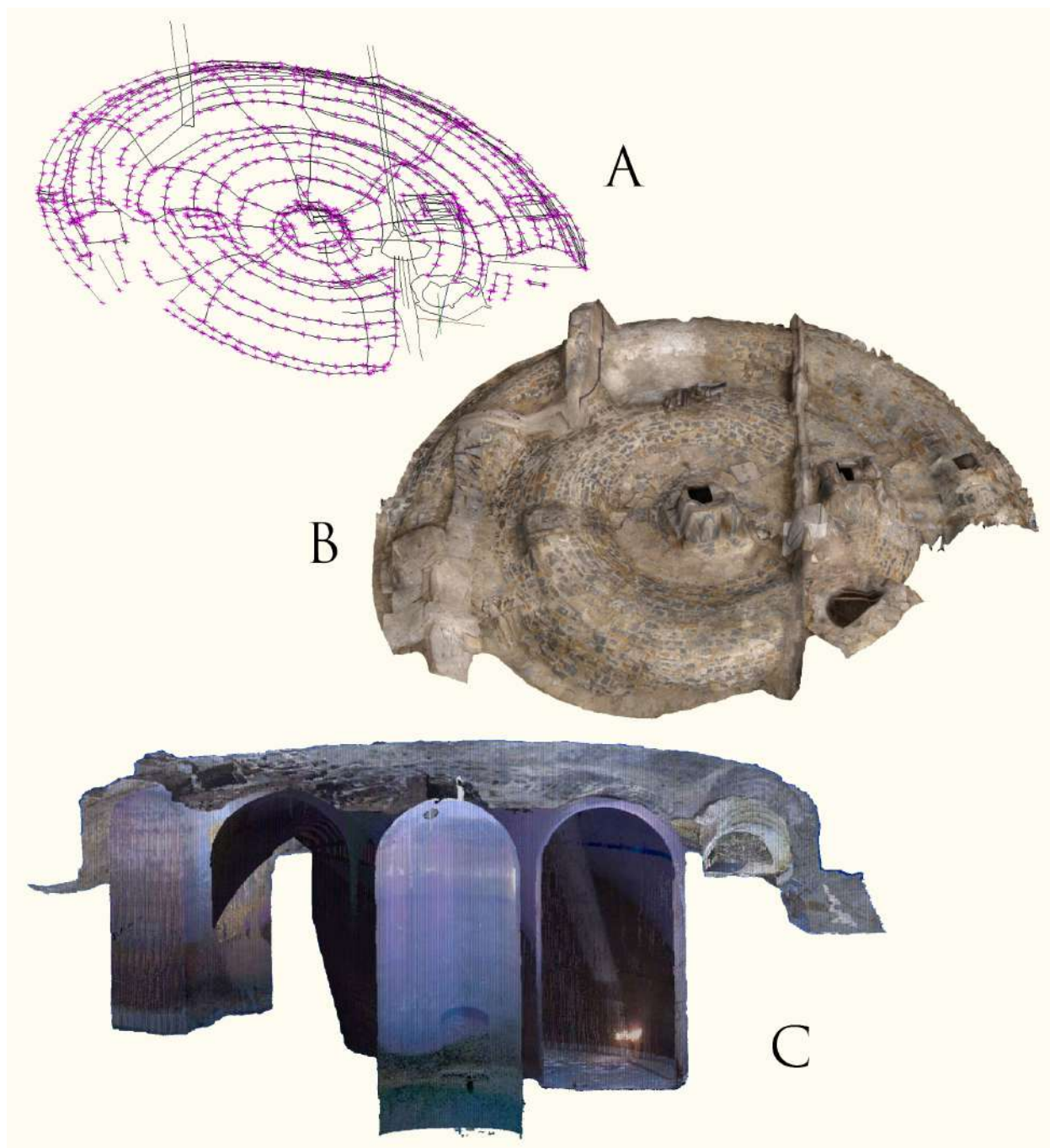
Razvoj programske opreme in malih brezpilotnih letalnikov (»dronov«) je povzročil pravo revolucijo v izdelavi kvalitetne dokumentacije, saj nam omogoča izdelavo natančnih ortomozaikov, ki so osnova za izris načrtov. Poleg tega imamo vsak trenutek na voljo pogled iz višine, s ptičje perspektive, kar nedvomno pripomore k hitrejši in boljši interpretaciji izkopanih ostalin. To pa je uresničitev stare vizije, ki je sicer temeljila na uporabi helijevega balona na vsakem izkopavanju (Urankar, Krajšek 2002), kar pa je za današnje razmere draga in okorna rešitev.

Fotogrametrija pa ne ponuja zgolj vsečne dvodimenzionalne dokumentacije, zelo uporabni so tudi vsi njeni

»stranski« produkti, ki imajo še tretjo dimenzijo. Predvsem pa izjemno povečuje količino zajetih podatkov, kar ima močan vpliv na njihovo objektivnost, zlasti zato, ker so okleščeni dodane, sekundarne interpretacije.

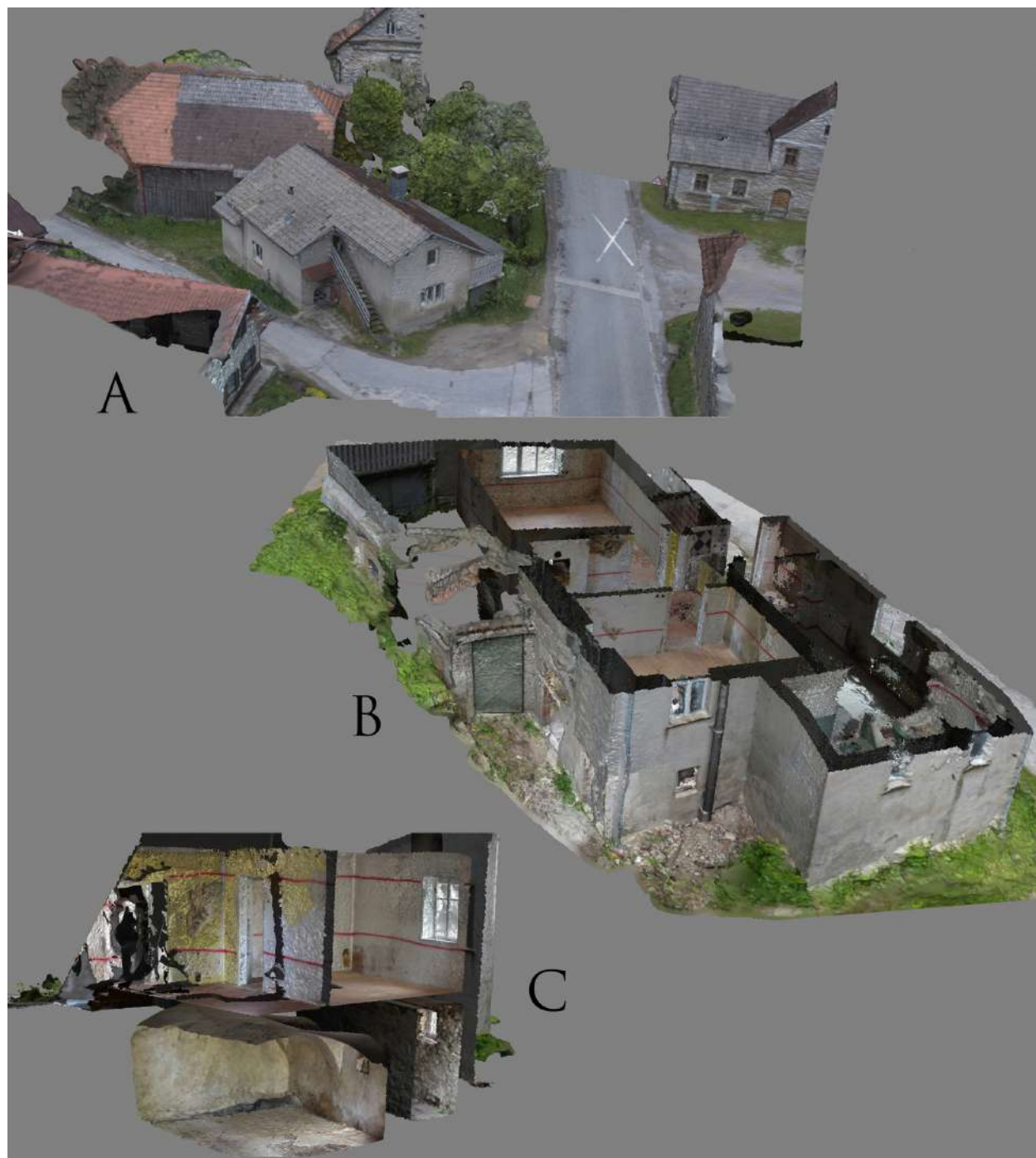
Tridimenzionalno dokumentiranje v arheologiji ni nekaj novega. Sistematično se ga poslužujemo že več kot dve desetletji, saj je obvezna oprema vsakega izkopavanja totalna postaja, s katero geodetsko zajemamo koordinate točk na terenu in jih kasneje povezujemo v mrežne modele. To nam močno olajša delo (tudi) pri interpretaciji izkopavanj, vendar pa nam moderne metode ponujajo bistveno več. S fotogrametrijo v krajšem času zajamemo bistveno več točk, ki imajo poleg prostorskih koordinat (v poljubnem koordinatnem sistemu) še podatek o barvi. Poleg tega je v teh točkah zajeta samo primarna interpretacija (izkopavanje), medtem ko točke, zajete s totalno postajo vsebujejo že sekundarno interpretacijo, ki jo narekuje odločitev figuranta, kam bo postavil prizmo. Poleg tega pri beleženju točk s totalno postajo za morebitno reinterpretacijo nimamo na voljo alternativnih točk. Lep primer je izkopavanje cisterne za deževnico na Muzejskem trgu v Kopru (Predan 2010; Bešter 2020). Na sliki 5 je prikazano prvotno dokumentiranje s totalno postajo iz leta 2009 (A), leta 2019 izdelan fotogrametrični model zgornjega dela cisterne (B) in presek modela celotne cisterne, izdelanega s kombinacijo fotogrametrije in terestričnega skeniranja. Model na sliki A ima 1922 točk, model na sliki B približno 3 milijone, model celotne cisterne pa 927 milijonov točk. S fotogrametričnim modelom lahko opazujemo obliko in položaj vsakega vidnega kamna, iz katerega je cisterna sezidana, izvajamo poljubne meritve dolžin, presekov, površin, prostornin itd.

Prehod na popolno 3D dokumentiranje na višji ravni je v glavnem še zmeraj postopen. Tako smo na izkopavanjih v starem mestnem jedru Novega mesta leta 2017 (Urankar 2019) vzporedno dokumentirali tako s totalno postajo kot s pomočjo fotogrametrije. Številke so izpovedne: s totalno postajo smo na istem najdišču zajeli 23.656 točk, s fotogrametrijo pa je bilo izdelanih 3.393.813.147 točk. Zadnje imajo poleg prostorskih koordinat še RGB komponento (barva). Medtem je minilo nekaj let, ki so prinesla kar nekaj tako programskih novosti kot tudi precej zmogljivejše računalnike, ki so sposobni v krajšem času obdelati bistveno večjo količino podatkov, zato navedeni podatki morda sploh niso več tako navdušujoči.



Slika 5. Dokumentiranje vodne cisterne na Muzejskem trgu v Kopru. A – dokumentiranje s totalno postajo in izdelava žičnega modela; B – fotogrametrični model vrha cisterne; C – navpični presek modela, izdelanega z združevanjem fotogrametrije in terestričnega skeniranja (arhiv PJP).

Figure 5. Documenting the water tank at Muzejski trg in Koper. A – Documenting using a total station and producing a wire model; B – Photogrammetric model of the upper tank; C – Vertical section of the model produced by combining photogrammetry and terrestrial scanning (PJP archive).



Slika 6. Dokumentiranje hiše pred rušitvijo v Begunjah pri Cerknici. A – Georeferencirani model zunanosti z bližnjo okolico; B – vodoravni presek pritličja, osnova za izdelavo tlorisa; C – navpični presek skozi pritličje in klet (arhiv PJP).

Figure 6. Documenting a house in Begunje pri Cerknici before demolition. A – Georeferenced model of the exterior and immediate surroundings; B – Horizontal section of the ground floor as the basis for the floor plan; C – Vertical section of the ground floor and basement (PJP archive).

Zelo poseben projekt je bilo dokumentiranje hiše pred rušenjem v Begunjah pri Cerknici (Brence, Urankar 2019). Objekt je bil večkrat obnovljen in dozidan, brez popolne odstranitve ometov bi bilo težko določiti gradbene faze. Najbolj smiselno je bilo narediti natančen tloris celotnega objekta ter na podlagi debeline in usmerjenosti sten ugotoviti njegovo najzgodnejšo fazo in jo s pomočjo dendrokronologije časovno zamejiti. Dokumentiranja smo se lotili celostno. Najprej smo fotogrametrično izdelali georeferenciran model zunanjosti objekta (slika 6A). To je bila osnova za nadaljnje dokumentiranje prostorov v vseh treh nivojih (klet, pritličje, podstrešje). Ko smo model popolnoma sestavili (dodali modele vseh prostorov), smo ga po želji »rezali« in dobili preseke v zeleni ravnini. Tako smo natančno izrisali tloris kleti in pritličja. Na sliki 6B je prikazan presek pritličja, ki je služil kot osnova za izdelavo njegovega tlorisa. Brez dodatnih meritev smo dobili tudi natančen položaj stenskih odprtin (okna, vrata), debelina sten pa se je posredno pokazala kot prazen prostor med posameznimi sobami. Za določevanje debeline stropov smo model enostavno rezali v navpičnih ravninah (slika 6C).

Pri izkopavanjih v notranjosti porušenega dela palače Gravis-Buttorai v Kopru (Urankar 2020) smo že ob pričetku del poleg tlorisa izkopnega polja dokumentirali tudi zidove (slika 7). Vse naslednje dokumentirane situacije smo lahko enostavno združevali s prvotnim modelom, kar nam je kasneje pri interpretaciji stavbnega razvoja palače zelo pomagalo najti argumentirano razlago tudi za ostanke, ki so bili zaradi pomanjkanja informacij pred tem drugače interpretirani. S klasičnim risanjem zidov ne bi mogli tako natančno dokumentirati tudi zaradi njihove višine. Poleg tega je risba, kot smo že omenili uvodoma, risarjeva interpretacija. Po drugi strani pa zid stoji, kot je bil sezidan, zato se hkrati izognemo primarni interpretaciji, ki jo povzročimo z izkopavanji. Fotogrametrični 3D model zidov je torej popolnoma objektiven vir, ki ga lahko vedno znova proučujemo, merimo, virtualno rušimo in rekonstruiramo.

Izkušnje s tridimenzionalnim dokumentiranjem v povezavi z arheološkim načinom izkopavanja smo uporabili tudi pri povsem drugačnem projektu. Na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani so pri raziskavah uspešnosti namakanja želeli dokumentirati razprostranjenost koreninskega sistema oljke. Ker drevesa ni mogoče brez

poškodb korenin enostavno izrjavati in jih preučevati v prvotni legi, smo predlagali, da oljko izkoplremo postopoma, z arheološko metodo, in vsako fazo fotogrametrično dokumentiramo. Študentje arheologije in agronomije so opravili kopaška dela. Na koncu smo dobili sedem georeferenciranih modelov korenin, ki smo jih združili v enega, rezultat pa je viden na sliki 8. Seveda je oblak georeferenciranih točk uporaben tudi drugače, saj je lahko močna podpora pedološkim, geološkim in drugim metodam, ki jih lahko tudi drugi strokovnjaki neposredno vključujejo v svoje raziskave in primerjajo izsledke. Na koncu je bil za širšo javnost izdelan krajši film z animacijo modela izkopane oljke (Splet 2), drevo pa je bilo uspešno presajeno v drug oljčnik.

Fotogrametrično dokumentiranje ima veliko prednost. Sami namreč lahko določamo, kako natančen model bomo izdelali. Seveda je zgornja meja kvaliteta in ločljivost zajetih fotografij. Drugače je pri uporabi terestričnih skenerjev, kjer že na začetku določimo kvaliteto zajema podatkov in s tem končno število točk. Kot primer lahko pokažemo model kamnoloma za izdelavo mlinskih kamnov v Kranju (Urankar 2011). Kamnolom je bil ob gradnji uničen, zato smo ga želeli predhodno kar najbolj natančno dokumentirati. 3D model (slika 9) bi nam lahko omogočil analize, ki jih zaradi pomanjkanja časa na terenu nismo mogli opraviti. Kljub drugačnim navodilom se je izvajalec odločil za manjšo ločljivost skeniranja, s tem pa onemogočil podrobnejši vpogled v izklesano površino. Še vedno pa na srečo nosi dovolj informacij, da lahko razmeroma preprosto npr. preštejemo, koliko mlinskih kamnov so izklesali.

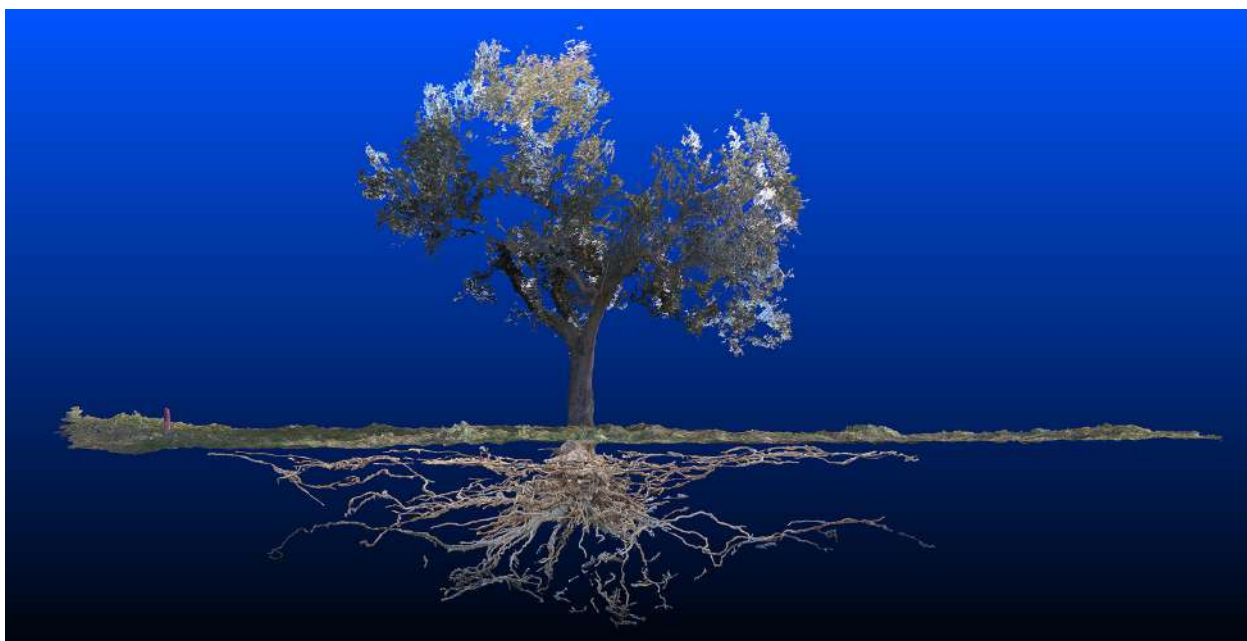
Drugače smo se lotili 3D dokumentiranja v Celju. Na Glavnem trgu (Urankar, Krajšek 2014) smo opravili več skeniranj s terestričnim skenerjem, hkrati pa primerjalno snemali oblake fotografij za fotogrametrično obdelavo, ki se je na izkopavanjih šele začela uveljavljati. Rezultati so bili odlični, saj so omogočali natančno analizo porušenih mozaikov (slika 10) in njihovo rekonstrukcijo. Kasneje so na podlagi te dokumentacije mojstri izdelali kopijo mozaika, ki je danes vstavljena v novo tlakovanje na mestu, kjer je bil mozaik odkrit.

Na Muzejskem trgu (Bausovac *v pripravi*) pa so bili odkriti ostanke fresk (slika 11). Pri njihovem dokumentiranju fotogrametrija prav tako postaja nepogrešljiva, saj nam omogoča lažjo interpretacijo in rekonstrukcijo. To



Slika 7. Fotogrametrični model tlorisa in dela sten v palači Gravisi-Buttorai v Kopru (arhiv PJP).

Figure 7. Photogrammetric model of the ground plan and part of the walls of the Gravisi-Buttorai Mansion in Koper (PJP archive).



Slika 8. Georeferencirani fotogrametrični model oljke s koreninskim sistemom (arhiv PJP).

Figure 8. Georeferenced photogrammetric model of an olive tree and its root system (PJP archive).



Slika 9. Model kamnoloma za izdelavo mlinskih kamnov v Kranju, izdelan s pomočjo terestričnega skeniranja (arhiv PJP).

Figure 9. Model of a millstone quarry in Kranj produced using terrestrial scanning (PJP archive).



Slika 10. Model porušenega hipokavsta na Glavnem trgu v Celju. V zgornjih plasteh je viden ukrivljen, vendar lepo ohranjen mozaik (arhiv PMC).

Figure 10. Model of the remains of a hypocaust at Glavni trg in Celje. The upper layers feature a skewed but well-preserved mosaic (Archive of the Celje Regional Museum).



Slika 11. Fotogrametrični model sobe s freskami z Muzejskega trga v Celju. Na dnu natančno dokumentirani ostanki stropne freske in štukatur (arhiv PMC).

Figure 11. Photogrammetric model of a room with frescoes at Muzejski trg in Celje, including a detailed representation of the remains of ceiling frescoes and stuccos (Archive of the Celje Regional Museum).

je zlasti pomembno, kadar imamo opraviti z ruševinami ter nam točna lega in oblika fragmentov po eni strani olajšata njihovo ponovno sestavljanje, po drugi strani pa omogočita interpretacijo dogodkov in vzroke zanje.

To je bilo nekaj primerov uporabe 3D zajema podatkov, ki pa so le osnova za nadaljnjo obdelavo. Vedno stremimo k temu, da so modeli georeferencirani, ker je tako njihovo združevanje in vključevanje v druge izdelke in/ali raziskave veliko lažje in verodostojnejše. Pomembno je poudariti, da pri večini predstavljenih primerov ne gre za rezultate raziskovalnih projektov, kjer je cilj kvaliteta končnega izdelka. Modeli so narejeni v časovno in finančno skopo odmerjenih okvirjih in jih glede na trenutne standarde arheološke dokumentacije ne bi bilo treba prakticirati.

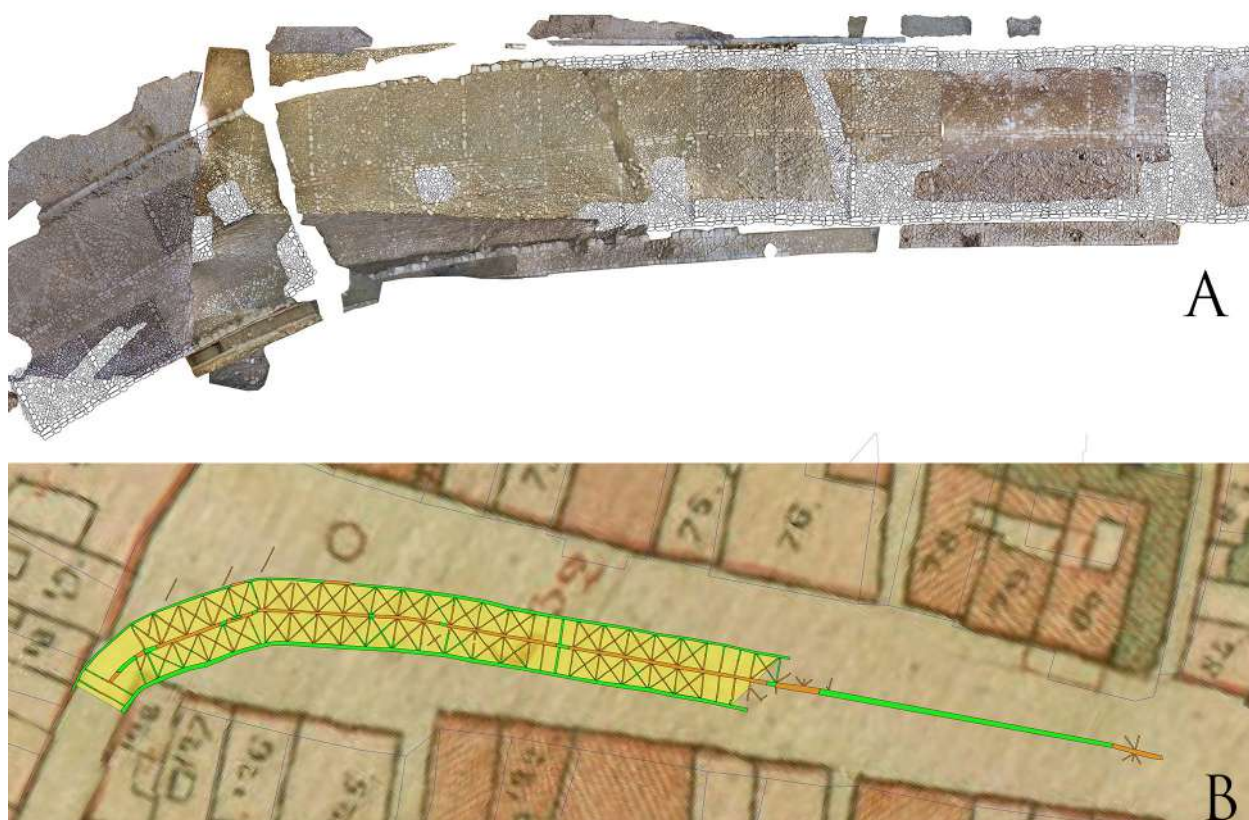
GIS

Orodja Geografskih Informacijskih Sistemov (GIS) v prvi vrsti uporabljamo za vizualni prikaz našega dela. Gre za izreden pripomoček pri izdelavi grafičnih prilog (načrtov, rekonstrukcij ipd.) za poročila in objave, hkrati pa z njimi izdelujemo osnovno grafično dokumentacijo (fotonačrti, tlorisi in profilov). V izdelke, ki jih pridobimo s 3D zajemom podatkov, zlahka vključujemo in jim dodajamo interpretacijo, ne da bi pri tem spreminjali osnovne podatke. Primarni vir, ki ga pridobimo s 3D dokumentacijo (3D model, ortomozaik ipd.) in obdelamo z orodji GIS, je najobjektivnejša možna podlaga za interpretacijo in je od nje ločen. Interpretacija (npr. risba) je shranjena v svoji plasti in jo s primarnim virom povezuje zgolj ista lega. To je izjemen korak naprej, saj je bila običajna risba na milimetrskem papirju, ki je bila osnova dokumentiranja še ne

tako dolgo nazaj, zgolj nosilec arheologove ali risarjeve interpretacije. Možnosti za preverjanje in reinterpretacijo je bilo zelo malo (morda nekaj fotografij), celotna interpretacija je temeljila na zaupanju arheologovemu znanju in - interesom. Sicer smo se pred razmahom fotogrametrije ukvarjali s sestavljanjem fotografij, vendar je bilo to delo mukotrpno in manj natančno. Poleg tega smo se še vedno ukvarjali zgolj z dvema dimenzijama.

Na izkopavanjih skoraj nikoli ni mogoče istočasno raziskovati celotne površine, še posebej ko gre za večja območja. Zato teren razdelimo na več manjših segmentov in vsakega raziskujemo ter dokumentiramo posebej. Na koncu s pomočjo GIS dele združimo v celoto, kar nam omogoča pregled nad celotnim območjem raziskav, boljše interpretacijo in ne nazadnje boljše grafično predstavitev.

Tak primer je izkopavanje v središču Novega mesta, kjer je bilo na večjem delu trga ohranjeno dotlej nepoznano novoveško tlakovanje. Zaradi dinamike del je bila površina dokumentirana v več delih, model združen in tlakovanje predstavljeno v enem kosu. Poleg tega smo na poškodovanih mestih dodali risarsko rekonstrukcijo ter tako kar najboljše poustvarili nekdanje stanje (slika 12A), zaradi boljše predstave poteka ceste pa smo načrt postavili še na franciscejski kataster (slika 12B). Zaradi novega načina dokumentiranja pa nam je uspel še en velik dosežek. V sodelovanju z Dolenjskim muzejem v Novem mestu smo dva meseca po koncu zadnjih terenskih del odprli razstavo, ki je bila tudi grafično precej zahtevna, vključevala je slikovno gradivo in film, spremljala jo je tudi tiskana publikacija (Stipančič, Urankar 2019).

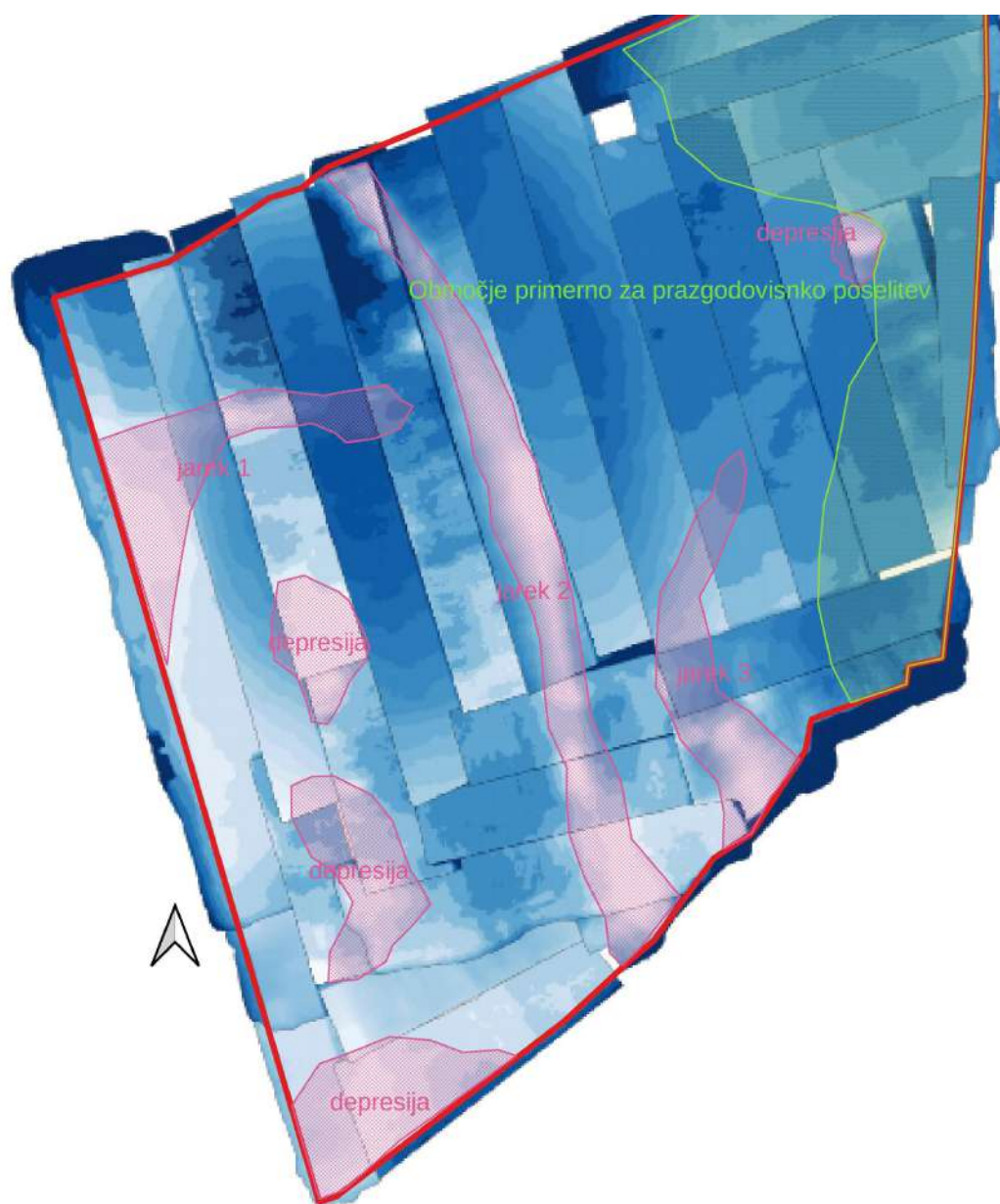


Slika 12. Novo mesto, Glavni trg. A – iz več modelov sestavljen tlak, manjkajoči deli so risarsko dopolnjeni; B – načrt prenesen na franciscejski kataster (arhiv PJP).

Figure 12. Glavni trg in Novo mesto. A – a representation of the gravel-stone pavement produced by combining several models and supplemented in parts with drawings; B – the plan superimposed on the Franciscan cadastral survey (PJP archive).

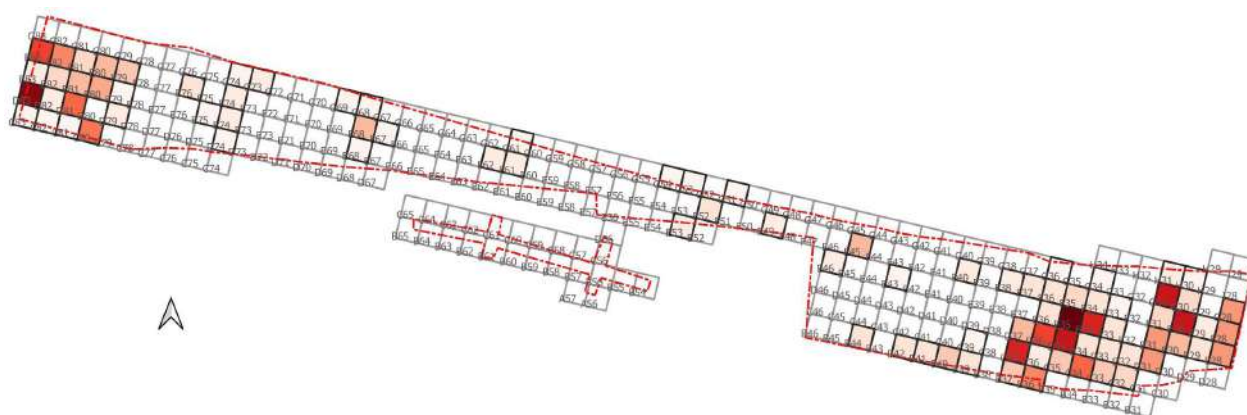
Nekoliko drugačna so bila izkopavanja na Viru pri Domžalah (Urankar 2022), kjer smo se soočili s precej nenavadno arheološko sliko. Na eni strani so bili odkriti ostanki prazgodovinske naselbine (Horvat 2019), na drugi strani

pa testni jarki niso dali ravno vzpodbudnih rezultatov (Hvalec *et al.* 2016); lidarski posnetki niso pokazali pravičesar. Predvidevali smo, da se mora razlog skrivati v geološki podlagi, zato smo se natančnega izkopa lotili po



Slika 13. Vir pri Domžalah. S pomočjo fotogrametrije izdelan digitalni model reliefa geološke podlage, ki je pokazal na hidrološke razmere v preteklih obdobjih in s tem pojasnil odsotnost najdb (arhiv PJP).

Figure 13. Photogrammetric digital elevation model of the bedrock relief at Vir pri Domžalah. The model helped in understanding the hydrological history of the area and explaining the absence of archaeological finds (PJP archive).



Slika 14. Sermin. Grafični prikaz distribucije rimskodobnih najdb po kvadrantih na raziskovanem območju, ki smo jih statistično obdelali s programom Zoot (arhiv PJP).

Figure 14. Graphic representation of the per-quadrant distribution of Roman-period finds from Sermin, statistically analysed using the digital documentation software Zoot (PJP archive).

celotni površini do nivoja geološke podlage (proda), izdelali natančne fotogrametrične modele, iz njih digitalne višinske modele proda in jih s pomočjo orodij GIS združili (slika 13). Morfologija geološke podlage je pokazala intenzivno vodno delovanje še v prazgodovinskem obdobju, kar je bil tudi glavni razlog, zakaj se naselbina ni širila v smer, v kateri smo izvajali raziskave. Sicer bi bila tovrstna izdelava reliefa površja (DMR) mogoča tudi s totalno postajo, vendar pa bi bila izvedba zamudna, natančnost in gostota podatkov pa bistveno manjši.

Govorili smo že o tem, da se orodja GIS v arheologiji uporabljajo predvsem za grafično predstavitev načrtov. Na izkopavanjih na Serminu (Plestenjak *et al.* 2021) smo združili podatke o najdbah iz baze projekta, ki smo jo obdelovali s programom Zoot in orodjem GIS. Tako smo lahko grafično zelo prepričljivo prikazali distribucijo npr. prazgodovinske keramike na raziskovanem delu najdišča (slika 14), ki je služila kot osnova za statistično podprto interpretacijo. Ker smo Zoot in orodja GIS uporabljali že od začetka izkopavanja, je bila grafična priloga izdelana z nekaj kliki.

Preuporaba starih podatkov

Ne moremo mimo tega, kako lahko iz starih podatkov s pomočjo nove tehnologije ustvarimo boljšo dokumentacijo. Že pred splošno razširjenostjo fotogrametrije smo za Muzej grada Umaga s helijevim balonom fotografirali

nekaj okoliških najdišč. Iz fotografij smo takrat, leta 2007, sicer sestavili tlorise v merilu, ki jih je skupaj s preostalimi posnetki muzej uporabil za svoje namene. Kopije vseh fotografij so ostale v arhivu za primer, da bi se izgubile. Z uporabo fotogrametrije na izkopavanjih smo prišli na idejo, da bi fotografije potegnili iz naftalina in jih še enkrat obdelali. Ker je bilo aerofotografiranje izvedeno kvalitetno, z dovolj prekrivanja, je nastal lep model otočka Sipar, ki je prikazan na sliki 15.

Digitalni arhiv

Ob uporabi fotogrametrije nastane veliko fotografij, ki zavzamejo kar nekaj (digitalnega) prostora. Poleg tega je vsa terenska dokumentacija digitalna, digitalni so tudi vsi spremljajoči dokumenti (npr. kulturnovarstveni pogoji, kulturnovarstvena soglasja, pogodbe ipd.). Za prav vse dokumente in dokumentacijo je predvideno, da jih lahko priprnemo na bazo podatkov projekta, nato pa s programom Zoot zelo enostavno dostopamo do njih. Podatki zavzemajo kar nekaj prostora na naših pomnilniških medijih. Zaradi zniževanja stroškov se pojavljajo ideje, da bi po izdelavi modelov vse digitalne fotografije enostavno zavrgli (izbrisali) in tako prihranili nekaj prostora.

A velikost digitalnega arhiva je samo del problema, ki zaradi razvoja nosilcev in njihove kapacitete ni tako pereč. Večji problem je dejstvo, da so digitalni arhivi zelo občutljivi in ne pretirano trajni. Marsikateri CD, ki smo

ga posneli pred leti danes ni več berljiv, čeprav so nam proizvajalci zagotavljali veliko daljšo življenjsko dobo. In ker je digitalna dokumentacija (že po svoji naravi) binarna, lahko že ob najmanjši poškodbi medija izgubimo prav vse podatke. Zaradi zavedanja tega problema dokumentacijo še zmeraj izdelujemo tudi v materialni (papirni) obliki in jo predajamo muzejem; tako lahko vsaj delno preprečimo izgubo podatkov.

Pri 3D dokumentaciji pa imamo opraviti še s tretjo dimenzijo, ki smo jo lahko na papir spravili le s pomočjo števil (višinske točke) in presekov (profilov) terena. Vse 3D modele pa lahko opazujemo, merimo in preučujemo na različne načine samo z uporabo računalnika. Zato moramo dobro poskrbeti za varnost podatkov.

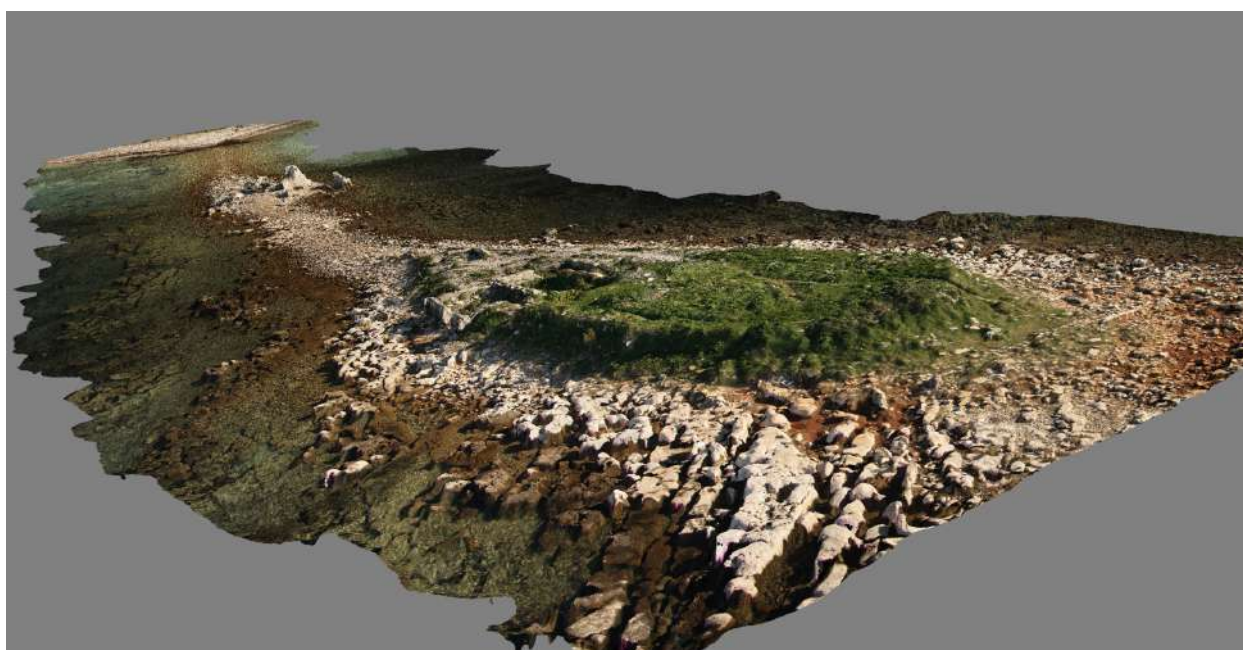
Vendar pa imajo digitalni podatki tudi veliko prednost. So hitro in enostavno dostopni vsakomur in kjerkoli. To posledično omogoča hiter pretok in širjenje znanja ter izkušenj. Predvsem pa je glavna prednost deljenje podatkov med različnimi institucijami, ki iste podatke uporabljajo v različne namene (muzeji, ZVKDS, raziskovalci). Podatki so ves čas v kroženju, kar prikazuje shema na

sliki 16. Če so podatki pravilno hranjeni in je dolžnost vsakega uporabnika, da svoje izsledke posreduje nazaj, se lahko taki podatki z vsako uporabo oplemenitijo.

Podatki z arheoloških izkopavanj so primarni podatki, ki bi morali biti tesno povezani z muzejskimi in sorodnimi podatkovnimi zbirkami. To pa pomeni zelo jasno vizijo centralnega upravljanja s podatki, ki se ne more reševati s postavitvijo kvaziserverja na muzejsko podstrešje. Pri razmišljanju o digitalnem arhivu nas mora voditi zavedanje, da imamo opraviti s kulturno dediščino, za varovanje katere nas zavezujejo slovenska zakonodaja in mednarodne konvencije, da o strokovni etiki sploh ne govorimo.

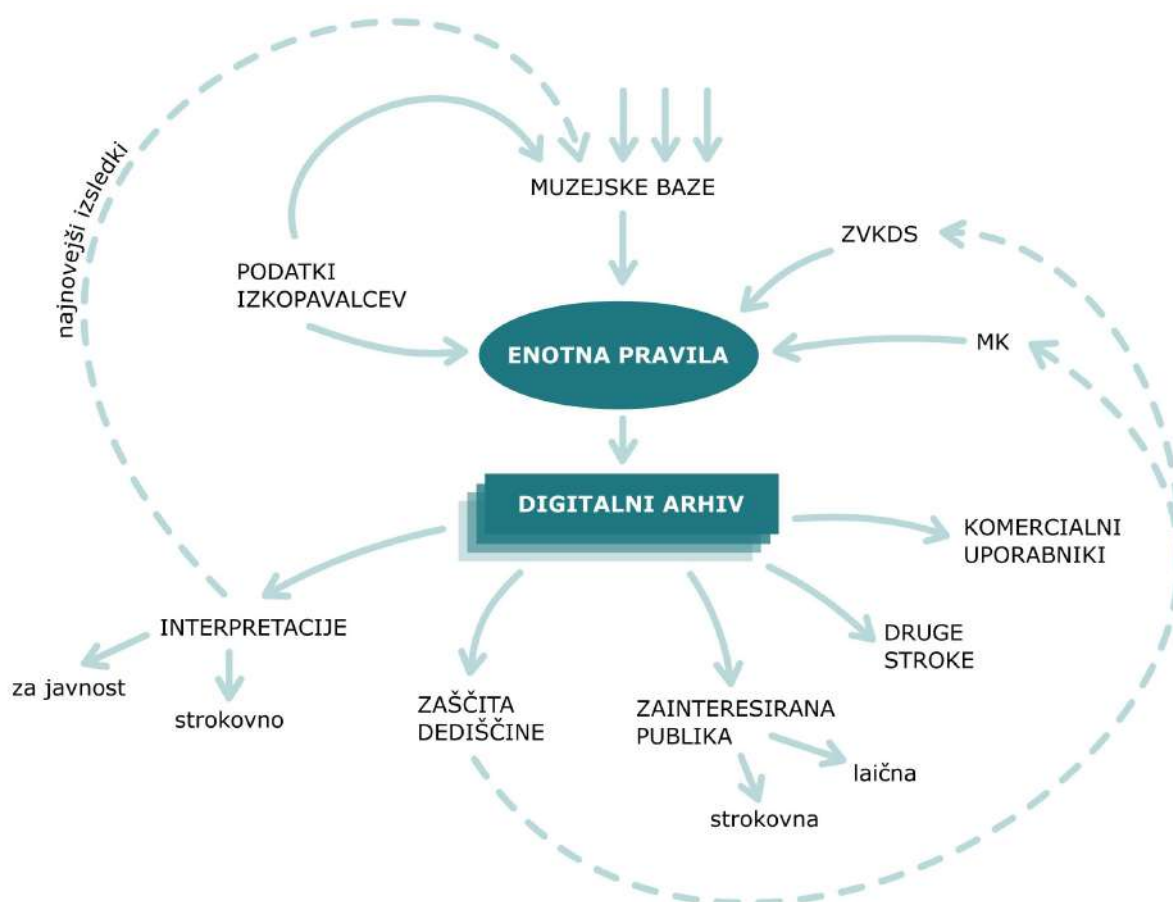
Zaključek

Arheološka izkopavanja so postala ekonomsko pogojena obrt, zato se je tudi digitalno dokumentiranje pri slovenskih arheologih dodobra uveljavilo, saj delo pohitri in poceni. Pri izkopavanjih ne gre samo za brezglavo premetavanje zemlje, gre tudi za nenehen miselni proces z željo po objektivnosti, brez katerega se ne moremo dokopati do korektnega rezultata in na koncu do pravilne



Slika 15. Sipar pri Umagu, Hrvaška. Iz starih fotografij fotogrametrično izdelan 3D model otočka z ostanki stavb (arhiv avtorjev).

Figure 15. 3D model of building remains on the submerged islet of Sipar near Umag, Croatia, produced from old photographs (personal archive).



Slika 16. Shema delovanja digitalnega arhiva, ki bi omogočala dotok novih spoznanj, vsi pristopniki pa bi imeli na voljo posodobljene podatke.

Figure 16. Diagram of the functioning of a digital archive that would facilitate new insights and provide all parties with up-to-date data.

interpretacije. Za delo na terenu poleg strgulje in lopate sedaj potrebujemo tudi računalnik z ustrežno programsko opremo, ki pa je za tako specifično delo kot so arheološka izkopavanja ni ravno na pretek. Zato smo pristopili k razvoju lastnih orodij.

Na srečo nam digitalizacija dokumentiranja omogoča izdelavo veliko boljše, natančnejše in objektivnejše dokumentacije. Z uvajanjem 3D dokumentiranja in uporabo orodij GIS pa smo naredili še korak naprej. Da ne bo razumljeno narobe; to ni nekaj novega, gre za to, da so še pred leti orodja, s katerimi so lahko delali le izbranci, danes preprosto in poceni dosegljiva sleherniku, predvsem pa jih lahko uporabljamo neposredno na terenu.

Da so tovrstna orodja res sprejeta tudi pri zaščitnih projektih, smo pokazali na nekaj primerih 3D dokumentiranja, ki nam omogočajo veliko bolj poglobljene študije z rezultati, ki so precej zvišali naše standarde dokumentiranja izkopavanj.

Z nekaj predstavljenimi primeri smo se poskusili izviti tudi iz primeža »zlorabe« orodij GIS in pokazati vsaj željo po tem, da svoje podatke uporabimo in predstavimo še kako drugače. »GIS je modna stvar, ki se žal v arheoloških in tudi drugih raziskovalnih laboratorijih predstavlja kot cirkuška atrakcija in prestižna dobrina. Zdi se, da se še vedno povečini uporablja za digitalno kartiranje, vizualizacijo prostorskih podatkov in ustvarjanje

vtisa pri financerjih raziskovalnih projektov.» je pred tridesetimi leti v Arheu zapisal Stančič (1992). Koliko smo napredovali? Večina arheologov vsaj toliko, da orodja GIS niso več samo stvar uporabe pri raziskovalnih projektih, ampak se uporabljajo približno enakovredno kot lopata.

Kaj pa podatki? Veliko jih je in še več jih bo! Če nekoliko poenostavimo, pri izkopavanjih prekopljemo tisoč kubičnih metrov zemlje, digitalne podatke pa spravimo na disk, ki je manjši od škatle piškotov. In to je vse kar ostane od tisoč kubikov. Škatla kulturne dediščine, ki pa se jo vsi otepajo. Pomislimo samo, koliko podatkov in s tem predragocenega znanja o preteklosti smo že izgubili. Od leta 2010, ko se je digitalna fotografija uveljavila kot standard pri arheoloških izkopavanjih, praktično nimamo več fotografij na drugih nosilcih. Menda so fotografije varno shranjene v digitalnih arhivih izkopavalcev in kopije na ministrstvu za kulturo. Pa so res tam? Ali ni diska uničila strela ali zalila voda? Lahko danes že zastarele nosilce podatkov kot so CD in DVD še preberemo? Za ohranjanje digitalnih arhivov je potrebno znanje, ki ni stvar študijskega programa arheologije, s tem se ukvarjajo drugi strokovnjaki, zagotovo pa ne muzealci.

Kdo torej skrbi za rezultate našega dela in raziskovanja in s tem za našo dragoceno kulturno dediščino? Za materialne ostanke, pridobljene med arheološkimi raziskavami (najdbe, vzorci ipd), je z zakonodajo in že nekaj desetletij utečenim sistemom upravljanja ter hranjenja premične kulturne dediščine poskrbljeno. Nekoliko slabše je poskrbljeno za papirni (analogni) arhiv arheoloških raziskav, ki svojo aktivno pot prav tako konča v muzejih. Kar se tiče digitalnih podatkov, pa dela vsak po svojih močeh, predvsem pa vsi skupaj s pomanjkljivim znanjem.

Menimo, da bi za digitalni arhiv moralo s strokovnimi kadri centralizirano poskrbeti Ministrstvo za kulturo. Tako bi bili podatki varni in dosegljivi vsem, z novimi raziskavami in novimi spoznanji pa bi se ta arhiv bogatil. Prav z enostavno dosegljivostjo, ki jo digitalizacija omogoča, pa bi arheološke raziskave dosegle svoj namen.

Na koncu je treba opozoriti, da delež digitalnega arhiva raziskav predstavlja vedno večji del celotnega arhiva, vključuje pa že skoraj vso vizualno dokumentacijo. Trend se nezadržno nagiba k popolni digitalizaciji. Zato je problem varnega in dolgotrajnega hranjenja digitalnega arhiva še poseben izziv. Brez ohranjene dokumentacije namreč tudi materialni del arhiva (najdbe, vzorci) precej izgubi na vrednosti. Občutljivost digitalnega arhiva pa postaja še posebej izpostavljena v trenutnih političnih razmerah, ko na severovzhodu evropske celine divja vojna, v kateri se uporabljajo tudi številna tehnološko napredna orožja in lahko en sam pritisk na gumb izbriše vse naše digitalne podatke. Zato je na mestu razmislek o sistematičnem prenosu čim večje količine podatkov na analogne medije (papir), čeprav dokumentiramo digitalno.

Bite smo torej pretihotapili na arheološka izkopavanja. Postali so nepogrešljiv del dokumentacije in nosilci ter ohranjevalci kulturne dediščine. Sedaj pa moramo skrbeti zanje, da nam bodo še dolgo služili v vsesplošno korist. Zato verjetno »biti ali ne biti« ni več vprašanje.

Zahvala

Tekst je kritično brala in dobre nasvete delila Verena Perko, Kaja Stemberger si je prav tako vzela čas za pripombe in prevedla izvleček, Ela Urankar pa je oblikovala skice v članku in jih naredila lepe. Vsem hvala.

Literatura / References

- BARKER, P. 1998, *Tehnike arheološkega izkopavanja* (prevod). – Ljubljana, Slovensko arheološko društvo, Uprava RS za kulturno dediščino.
- BAUSOVAC, M. (v pripravi), *Arheološko izkopavanje na Muzejskem trgu v Celju, prvo strokovno poročilo o raziskavi* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS OE Celje). – Celje.
- BEŠTER, H. 2020, *Prvo strokovno poročilo o arheoloških raziskavah na Muzejskem trgu v Kopru* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS OE Piran).
- BRENCE, A., R. URANKAR 2019, *Poročilo o izvedenih meritvah objekta (hiše) parc. št. 45/2 in 2094/3 k.o. Begunje pri Cerknici* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKSD OE Ljubljana). – Slovenska Bistrica.
- GROSMAN, D. 1991, Kocka, kocka, kockica ... Od arheološkega zapisa v zemlji do arheološkega zapisa na papirju. – *Arheo* 12, 25–36.
- GROSMAN, D., Z. STANČIČ 1991, Iz blata k zvezdam ali računalnik v arheološki sondi. – *Arheo* 12, 37–44.
- HARRIS, E. C. 1989, *Načela arheološke stratigrafije* (prevod). – Ljubljana, Slovensko arheološko društvo.
- HARRISON, R. 2013, *Heritage: critical approaches*. – London, New York, Routledge.
- HORVAT, M. 2019, *Podrečje pri Viru*. – Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 79. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.
- HVALEC, S., M. FRAS, J. ŠTAJDOHAR, G. BABIČ 2016, *Predhodne arheološke raziskave na območju OPPN „V9-I Pod Tosamo jug – del (vzhod in zahod)“*, *Intenzivni podpovršinski pregled in arheološki testni izkop* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS OE Kranj).
- MERRIMAN, N. 2002, Archaeology, heritage and interpretation. – V/In: Cunliffe, B., Davis, W., Renfrew, C. (ur./eds.), *Archaeology: The Widening Debate*. – Oxford, New York, Oxford University Press, 541–566.
- MERRIMAN, N. 2004, *Public Archaeology*. – London, New York, Routledge.
- NOVAKOVIČ, P., D. GROSMAN, R. MASARYK, M. NOVŠAK 2007, *Minimalni standardi izkopavalne dokumentacije: pregled stanja in predlogi standardov*. – Ljubljana, Ministrstvo za kulturo.
- PERKO, V. 2014, *Muzeologija in arheologija za javnost: muzej Krasa*. – Ljubljana, Kinetik, zavod za razvijanje vizualne kulture.
- PIRKOVIČ, J., B. ŠANTEJ 2012, *Pravno varstvo nepremične kulturne dediščine v Sloveniji*. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.
- PLESTENJAK, A., T. ŽERJAL, M. UREK, A. KOVAČIČ, M. JENKO, R. MASARYK, R. URANKAR, M. NOVŠAK 2021, *Končno poročilo o arheoloških raziskavah na lokaciji Sermin – serminska vpadnica – I. faza* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS OE Piran). – Ljubljana.
- PREDAN, P. 2010, *Poročilo (preliminarno) o arheoloških izkopavanjih na lokaciji Koper, Muzejski trg* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS OE Piran). – Slovenska Bistrica.
- STANČIČ, Z. 1989, Računalnik v arheologiji – kaj več od streljanja vesoljčkov? – *Arheo* 8, 13–15.
- STANČIČ, Z. 1992, Orodje in teorija: primer GIS. – *Arheo* 15, 28–32.
- STIPANČIČ, P., R. URANKAR 2019, *Na dobri poti. Arheološke raziskave ob prenovi mestnega jedra Novega mesta 2017–2018. Katalog razstave*. – Novo mesto, Dolenjski muzej.
- URANKAR, R. 2011, *Poročilo o arheoloških izkopavanjih na lokaciji Kranj – bivši hotel Jelen in trgovina Merkur* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS OE Kranj).
- URANKAR, R. 2019, *Arheološke raziskave ob gradnji in arheološko izkopavanje v Novem mestu* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS OE Novo mesto).
- URANKAR, R. 2020, *Arheološko izkopavanje v Kopru, zaradi rekonstrukcije, adaptacije in dozidave palače*

Gravisi-Buttorai (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS OE Piran).

URANKAR, R. 2022, *Arheološke raziskave ob gradnji in arheološko izkopavanje v Domžalah, zaradi gradnje poslovnih prostorov* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS OE Kranj).

URANKAR, R., J. KRAJŠEK 2002, Uporaba helijevega balona pri arheoloških vertikalnih posnetkih. – *Arheo* 22, 67–75.

URANKAR, R., J. KRAJŠEK 2014, *Arheološka izkopavanja v Celju, Stanetova ulica od trga pri Metropolu do Miklošičeve ulice in Glavni trg* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS OE Celje).

Spletna vira / Web sources

SPLET 1 / WEB 1: <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/garbage-in-garbage-out> (29. 7. 2022).

SPLET 2 / WEB 2: <https://www.youtube.com/watch?v=raOvbtgdyKM> (27. 9. 2022).
