ARHEO

39/2022

Arheološka obvestila / Glasilo Slovenskega arheološkega društva

ARHEO

S A D
SLOVENSKO
ARHEOLOŠKO
DRUŠTVO

Ljubljana, december 2022

Arheološka obvestila. Glasilo Slovenskega arheološkega društva, številka 39, leto 2022. Odgovorna oseba izdajatelja: *Predrag Novaković*, predsednik SAD. Uredništvo: *Luka Gruškovnjak, Tamara Leskovar, Črtomir Lorber, Tina Milavec, Kaja Pavletič, Daša Pavlovič, Brina Škvor Jernejčič, Manca Vinazza, Matic Zupan.* Izdajateljski svet SAD: *Januš Jeroničič, Brina Škvor Jernejčič, Tina Milavec, Predrag Novaković, Peter Turk, Phil Mason*. Znanstveni in strokovni prispevki v reviji so recenzirani. Recenzenti: *Maja Andrič, Eva Butina, Elena Bužan, Helena Grčman, Nuša Kovačič, Tamara Leskovar, Andrej Magdič, Dimitrij Mlekuž, Brane Mušič, Peter Turk, Irena Zupanič Panjič*.

Naslov uredništva: Oddelek za arheologijo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, p. p. 580, SI-1001 Ljubljana (01 241 1558). Grafična zasnova: *Ranko Novak*. Naslovnica: *Matija Lukić*. Jezikovni pregled: *Rok Janežič (slovenščina), Jezikovne storitve Peresce (angleščina)*. Stavek: *Andrej Preložnik*. Tisk: *Collegium graphicum*. Naklada: 300 izvodov. Za vsebino prispevkov odgovarjajo avtorji. Imetniki moralnih in avtorskih pravic so posamezni avtorji.

Tisk so finančno podprli: Ministrstvo za kulturo RS in Oddelek za arheologijo FF UL.

5 Uvodnik

7 Arheologija in nenadne podnebne spremembe v holocenu. Prilagoditvene strategije: med kolapsom in odpornostjo
Archaeology and Rapid Climate Changes in Holocene. Adaptive strategies: Between Collapse and Resillience
Mihael Budja

43 Starodavna DNA: kratka predstavitev tematike ter njen pomen za razumevanje preteklosti
Ancient DNA: A Short Introduction of the Field and its Influence on our Understanding of the Past
Brina Zagorc

69 Vpliv topografije in geomorfologije tal na arheološki zapis v pokrajini
The Influence of Topography and Soil Geomorphology on the Archaeological Record in the Landscape
Luka Gruškovnjak

111 Ortomozaik: zajem in obdelava podatkov pri arheološkem dokumentiranju
Orthomosaic: Data Capturing and Processing in Archaeological Documentation
Matic Zupan

127 Digitalno dokumentiranje ali kako smo pretihotapili bite na arheološka izkopavanja
Digital Documentation or How we Smuggled Bites in Archaeological Excavations
Rafko Urankar, Jure Krajšek

151 Urbana arheologija za javnost: arheološki parki in lokalni arheološki načrti
Public Urban Archaeology: Archaeological Parks and Local Archaeological Plans
Katharina Zanier, Rok Ratej

187 Izhodišča in zasnova nacionalnega modela ureditve ljubiteljskega iskanja arheoloških ostalin v luči kompleksnosti evropskih politik in prakse uporabe detektorjev kovin
Background Concepts and Design of National Regulation of Amateur Search for Archaeological Remains in the Light of the Complexity of European Policies and Practises on the Use of Metal Detectors
Andrej Gaspari

195 Dokumentacija arheološke dediščine v okviru muzealizacije
Jana Puhar, Miha Mlinar, Maša Saccara, Aleksandra Nestorović, Verena Perko

201 Informacijski sistem eArheologija – vzpostavitev aplikacije
Brigita Petek

203 Obujena koliščarska dediščina na Ljubljanskem barju
Elena Leghissa, Maja Andrič, Tjaša Tolar, Borut Toškan, Anton Velušček

209 Intervju z Dragom Svoljšakom, dobitnikom nagrade Slovenskega arheološkega društva za leto 2020
Predrag Novaković, Peter Turk

219 Nagrade in priznanja Slovenskega arheološkega društva za leto 2021
Komisija za nagrado in priznanja SAD

221 Slavnostni govor Predraga Novakovića, predsednika Slovenskega arheološkega društva, ob 50. obletnici SAD
Predrag Novaković

225 Poročilo o delu Slovenskega arheološkega društva v letih 2020 in 2021
Predrag Novaković

1.20 Predgovor, spremna beseda

Uvodnik

Spoštovani,

pred vami je 39. številka revije Slovenskega arheološkega društva Arheo. Leto 2022 sta spremljali normalizacija dela in vrnitev v delovne pogoje, kakršne smo večinoma poznali pred epidemijo. Epidemija je zagotovo zaznamovala naše delo, o tem ni dvoma. V določenih pogledih pa je prinesla tudi marsikaj dobrega. Da je krč dokončno popustil, odražajo številne objave, tekoči projekti in število izvedenih arheoloških raziskav, saj je bilo na ministrstvu za kulturno izdanih kar 548 soglasij za izvedbo raziskav.

Z enoletnim zamikom smo junija v atriju ZRC SAZU slavnostno praznovali 50. obletnico delovanja našega društva. Dogodka so se udeležili številni člani društva, z obiskom pa so nas počastili tako kolegi iz tujine kot iz drugih strok.

Leto 2022 je bilo zelo plodovito, saj so ga zaznamovale številne dejavnosti in dogodki, med katerimi velja izpostaviti začetek delovanja *informacijskega sistema eDediščina*, predvsem modul eArheologija, ki omogoča učinkovito spremljanje izvajanja arheoloških raziskav in nadzora nad njimi. Pravilnik o arheoloških raziskavah iz leta 2013 je tako dobil »nadzornika«, ki bo bdel nad izvajanjem raziskav, čas pa bo pokazal, kako uspešno sistem deluje, zato moramo v tem preizkusnem obdobju vsi s strpnostjo in potrpežljivostjo sodelovati ter si po najboljših močeh pomagati.

Vsi si veliko obetamo od s*trokovnih usposabljanj in izdajanja dovoljenj za iskanje arheoloških ostalin ter uporabo iskalnikov kovin in drugih tehničnih sredstev*, ki jih je letos prvič organiziral Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, s področja varstva arheoloških ostalin.

Drugo polovico leta so zaznamovali dogodki, ki so bili namenjeni predstavitvi arheološke dediščine. Med njimi naj izpostavimo otvoritev stalne arheološke razstave *Arheološko bogastvo Bele krajine* v Belokranjskem muzeju v Metliki. Po 50 letih so prenovili stalno arheološko razstavo, ki jo nova odkritja predvsem zadnjih nekaj let delajo še toliko bolj zanimivo in atraktivno. Leta 2021 je minilo 10 let od vpisa prazgodovinskih kolišč s področja Alp na Unescov seznam. Del tega eminentnega vpisa so tudi prazgodovinska kolišča na Ljubljanskem barju. Letos smo dočakali otvoritev Morostiga – rekonstrukcije kolišč na Ljubljanskem barju, katerega del je tudi Interpretacijski center v središču Iga.

Nabor letošnjih prispevkov je precejšen. Veseli nas, da smo k pisanju pritegnili številne avtorje, ki so se dotaknili raznolikih tem. Pestrost prispevkov odstira številne problematike, s katerimi se srečujemo pri delu, tako raziskovalnem kot strokovnem, obenem pa nas seznanja z aktualnim dogajanjem v stroki.

Mihael Budja se v svojem prispevku dotika izredno aktualne teme, podnebnih sprememb. Za izhodišče je uporabil klimatske dogodke, vezane na neolitik, ter koncepte prilagoditvenih strategij. Brina Zagorc obravnava nič manj aktualno temo, starodavno DNA. Tematiko predstavlja s pomočjo zgodovine raziskav, laboratorijskih postopkov ter različnih možnosti interpretacije. Luka Gruškovnjak obravnava vpliv topografije in geomorfologije tal na arheološki zapis v pokrajini, na podlagi katere predstavlja dva modela, in sicer model petih elementov pobočij in model debeline tal. Matic Zupan je pripravil prispevek o konceptu in uporabi ortomozaika v arheološkem dokumentiranju. Tudi Rafko Urankar in Jure Krajšek se dotikata teme digitalnega dokumentiranja, saj predstavljata programsko opremo za digitalno dokumentiranje ter z njim povezano podatkovno zbirko in uvajanje novih načinov arheološkega dokumentiranja. Katharina Zanier in Rok Ratej predstavljata rezultate projekta ArcheoDanube, ki povezuje področja urbane arheologije, arheologije za javnost, upravljanje arheoloških najdišč in arheološki turizem, ter predlagata novo definicijo arheološkega parka. Osrednja tema prispevka je Lokalni arheološki načrt. Andrej Gaspari pojasnjuje koncept ureditve ljubiteljskega iskanja arheoloških ostalin v okviru nacionalne zakonodaje, medtem ko je Brigita Petek pripravila prispevek o aplikaciji eArheologija. Na stanje v muzejih opozarja skupina muzealcev, Jana Puhar, Miha Mlinar, Maša Saccara, Aleksandra Nestorović in Verena Perko, ki je pripravila predloge za muzejsko dokumentacijo arheološkega gradiva ter gradnjo tezavra, izhajajoč iz zahtev arheološkega gradiva in doktrine, veljavne na področju muzejske dokumentacije. Obujeno koliščarsko dediščino na Ljubljanskem barju predstavljajo Elena Leghissa, Maja Andrič, Tjaša Tolar, Borut Toškan in Anton Velušček. Predrag Novaković in Peter Turk sta pripravila intervju z Dragom Svoljšakom, ki je prejel nagrado Slovenskega arheološkega društva za življenjsko delo. 50-letnico delovanja društva pa obeležujemo z objavo slavnostnega govora predsednika društva Predraga Novakovića. 39. številka Arhea se zaključuje s poročilom o delu.

Želimo vam prijetno branje in vas, tako kot že ničkolikokrat, vabimo k pisanju prispevkov. »*Verba volant, littera scripta manent*.« (Besede letijo, zapisano ostane.)

Uredništvo

1.02 Pregledni znanstveni članek

Arheologija in nenadne podnebne spremembe v holocenu. Prilagoditvene strategije: med kolapsom in odpornostjo

Archaeology and Rapid Climate Changes in Holocene. Adaptive Strategies: Between Collapse and Resilience

© Mihael Budja
Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologijo; mihael.budja@ff.uni-lj.si

Izvleček: V članku predstavljamo holocenske klimatske nize anomalij, »cikel hitrih ohladitev« (tudi »dogodki s plavajočim ledom«, »nenadne podnebne spremembe« in »hladni dogodki«), ter globalne temperaturne trende. Umeščamo jih v časovne (koledarske) sekvence in povezujemo z nadomestnimi podatki v paleoklimatskih arhivih. V nizu nenadnih podnebnih sprememb pozornost namenjamo »9.2 ka« in »8.2 ka« klimatskima dogodkoma, ki ju povezujemo s procesom neolitizacije in prehodom na kmetovanje. Bondov peti, »5.9 IRD dogodek«, oziroma Mayewskijevo obdobje nenadnih podnebnih sprememb »6000–5200 cal yr BP«, pa sta povezana s kulturnim, gospodarskim in demografskim razpadom zgodnje neolitske Linearno trakaste keramike v srednji in zahodni Evropi. Sedanje oslabljeno kroženje morskih tokov v severnem Atlantiku in zmanjšane Sončeve aktivnosti primerjamo s podnebnim dogajanjem ob prehodu v srednjeveško malo ledeno dobo, ki so jo zaznamovala velika podnebna nihanja, povezana s spremenjenimi atmosferskimi kroženji zračnih mas. V nadaljevanju predstavljamo koncepte prilagoditvenih strategij, ki so umeščene med »kolaps«, katastrofični scenarij in »panarhijo«, ki pomeni preoblikovanje družbenih hierarhičnih struktur v dinamične prilagoditvene entitete. Preoblikovanje vključuje »prilagoditveni cikel« in vzpostavitev »odpornosti«. V razmislek ponujamo poskus enačenja ekološkega »prilagoditvenega cikla« s »kulturnim ciklom« in njegovo vpeljavo v arheološke študije. Vključujemo tudi okoljsko-politične interpretacije in scenarije, ki jih je v zadnjih letih objavljal Medvladni odbor za podnebne spremembe pri OZN.

Ključne besede: arheologija, podnebne spremembe, panarhija, odpornost, 8.2 ka dogodek, mala ledena doba

Abstract: The article presents Holocene sequence of climate anomalies, the »rapid cooling cycle« (including »glacial events«, »rapid climate change«, and »cold events«), and global temperature trends. In the »rapid climate change« series, we focus on the »9.2 ka« and »8.2 ka climate events« associated with the Neolithisation proces and the transition to farming. The »5.9 IRD event« and/or »period of rapid climate changes 6000–5200 cal yr BP« are associated with the cultural, economic, and demographic collapse of the early Neolithic Linear Pottery culture in central and western Europe. The current weakened North Atlantic circulation and reduced solar activity are compared to climate events during the transition to the mediaeval Little Ice Age, which was characterised by large climate variations associated with altered atmospheric air mass circulations. In the following, we introduce the concepts of adaptation strategies that are embedded between the catastrophic scenario of »collapse« and the »panarchy«, i.e., the transformation of social hierarchical structures into dynamic, adaptive units. The transformation involves an »adaptation cycle« and the creation of »resilience«. An attempt to equate the ecological »adaptation cycle« with the »cultural cycle« and its introduction into archaeological studies was presented. We also present ecological interpretations and scenarios published in recent years by the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Keywords: archaeology, climate changes, panarchy, resilience, 8.2 ka event, Little Ice Age

Uvod

V obravnavah sedanjih podnebnih anomalij so pretekla dogajanja dosledno spregledana. Zato v tem besedilu predstavljamo in komentiramo klimatološke in arheološke koncepte ter pojasnitve, povezane z velikimi podnebnimi spremembami in vzroki zanje ter družbenimi prilagoditvami nanje v zadnjih dvanajst tisoč letih. Klimatologi so v paleoklimatoloških arhivih odkrili nize nenadnih in različno dolgih ohladitev ter suš, toplih obdobij in regionalno zamejenih obdobij močnih padavin. Najbolj znane so poznoantična mala ledena doba in mala ledena doba ter vmesno srednjeveško toplo obdobje. V arheoloških študijah so bili ti dogodki običajno povezani z globalnimi okoljskimi katastrofami in kolapsi (gospodarski, demografski, kulturni, politični) prazgodovinskih kultur in kasnejših civilizacij. V novejših meddisciplinarnih pojasnitvah so globalni okvir nadomestila regionalna klimatska dogajanja, kolaps pa druge prilagoditvene strategije.

Prvi interpretativni nastavki, ki so podnebne spremembe povezovali s civilizacijskimi in kulturnimi trajektorijami, so se izoblikovali že na začetku 20. stoletja. Umeščeni so bili v geografske, klimatološke in arheološke študije. Nenadna sušna obdobja in aridifikacijo so prepoznali kot podnebni in okoljski determinanti ter ju povezali s katastrofičnim scenarijem propada civilizacij v Egiptu, Mezopotamiji in Indiji ter vpadi nomadskih ljudstev iz srednje Azije v Evropo (Huntigton 1926; Brooks 1926). V vzporednem, prilagoditvenem scenariju je »teorija oaze« določala razvoj gospodarskih strategij, ki so vključevale

kultiviranje rastlin in domestikacije živali ter razvoj poljedelstva in kulturno evolucijo v nadaljevanju (Childe 1928). Katastrofične scenarije sta kasneje nadomestila scenarija odpornosti oziroma rezilientnosti in prilagodljivosti, ki govorita o sposobnosti družbe*, »da absorbira energijo in jo preusmeri ali pretvori tako, da* kot celoto ohrani svoje osnovne značilnosti in obliko«, ter da se *»prilagodi dejanskemu ali pričakovanemu podnebju in njegovim učinkom, tako da ublaži škodo ali izkoristi nove priložnosti*« (Degroot *et al.* 2021, 543). Ključno vlogo pri oblikovanju teh scenarijev je odigral Medvladni odbor za podnebne spremembe (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) pri OZN leta 2018 (Matthews 2018).

Klimatologi so proti koncu 20. stoletja v okviru projekta COHMAP (Cooperative Holocene Mapping Project, oziroma Projekt skupnega kartiranja holocena) vpeljali model »dolgoročnih podnebnih sprememb« v obdobju med 18.000 pred sedanjostjo in sedanjostjo. S pomočjo radiokarbonsko datiranih nadomestnih podnebnih (proksi) podatkov, tj. spreminjanja višine jezerskih gladin, peloda v jezerskih sedimentih, planktona v morskih sedimentih ter širjenja in krčenja ledenikov, so dokumentirali tri tisočletne intervale globalnih podnebnih sprememb. Povzročila naj bi jih spremenjeno kozmično sevanje in zmanjšana ter posledično spremenjena atmosferska zračna cirkulacija na zemlji (COHMAP Members 1988). Prvo spremembo, holocenski interval med letoma 13.000 in 10.000 pred sedanjostjo, so povezali z »neolitsko revolucijo« in prehodom na kmetovanje na Bližnjem vzhodu ter označili kot prvi človekov odgovor na niz »izjemnih podnebnih dogodkov« (Wright 1993, 466).

V 21. stoletju so v okviru Delovne skupine INTIMATE (Integration of ice-core, marine, and terrestrial palaeoclimate records, oziroma Integracija ledenih jedrnih vrtin, morskih in kopenskih zapisov) in Podkomisije za kvartarno stratigrafijo (Subcommission on Quaternary Stratigraphy, SQS) pri Mednarodni komisiji za stratigrafijo (International Commission on Stratigraphy, ICS) klimatologi predlagali, da dve nenadni klimatski spremembi – »klimatska dogodka 8.2 ka in 4.2 ka« – predstavljata razmejnici med starejšim in srednjim ter srednjim in mlajšim holocenom. Prvi dogodek, nenadna in močna ohladitev ter suša, je s pomočjo kemičnih nadomestnih podatkov (spremembe v razmerju kisikovih stabilnih izotopov $^{18}O/^{16}O$ in vodnega izparevanja D⁄H) sicer najbolje dokumentiran v ledni vrtini NGRIP1 na Grenlandiji, vendar globalno dobro zabeležen v pelodnih jezerskih in planktonskih globokomorskih zapisih ter jamskih speleotemih. Drugi obravnavani dogodek v ledni vrtini ni zabeležen, je pa na vseh celinah dobro dokumentiran v pelodnih, diatomejnih jezerskih in planktonskih globokomorskih zapisih, jamskih speleotemih ter spremenjenih monsunskih ciklih (Walker *et al.* 2012; 2018; Lowe, Walker 2015, 428–433; glej tudi Moossen *et al.* 2015).

V arheoloških študijah (pregled in primeri sledijo spodaj) so povezave prazgodovinskih kultur s podnebnimi spremembami določala različna teoretska izhodišča in interpretativni konteksti, tudi izključujoči. Najprej so bile umeščene v deterministični model unilinealne kulturne evolucije in difuzije, kjer je veljalo, da je vsakršna sprememba v človekovih vedenjskih vzorcih, razvoju gospodarstev in tehnologij ter kulturnih trajektorijah neposredno povezana s podnebnimi in okoljskimi spremembami. Na drugi strani je veljalo kategorično zanikanje okolja kot možnega vzroka kulturnih premen. Vsak poskus povezave je bil označen kot okoljski determinizem (glej Jones *et al.* 1999). Podobno je veljalo tudi v novi oziroma procesni arheologiji, kjer je bil razvoj prazgodovinskih družb v celoti pogojen z uspešno prilagoditvijo nanje (Binford 1968; Tainter 1988). Zatem je poprocesna arheologija raziskave interakcij med človekom in okoljem označila kot deterministične. Pristop, so trdili, temelji na podmeni, da so zunanji okoljski procesi glavni dejavniki kulturnih premen, ne priznava pa historične kontingence človekovega delovanja (Hodder 1982; 2000; Ingold 2000; za primer prehoda na kmetovanje glej Gremillion *et al.* 2014). V novejših meddisciplinarnih pristopih nenadne klimatske spremembe in arheološke kulturne premene pogosto le časovno korelirajo (Rohling *et al.* 2019). Poudarja se kontinuum interakcij med kulturnimi sistemi in okoljskimi procesi, oziroma okoljsko in kulturno koevolucijo (na primer koncept »kulturne niše« in »arheologija podnebnih sprememb«) (Izdebski *et al.* 2016; Rockman, Hritz 2020; Rick, Sandweiss 2020; Burke *et al*. 2021).

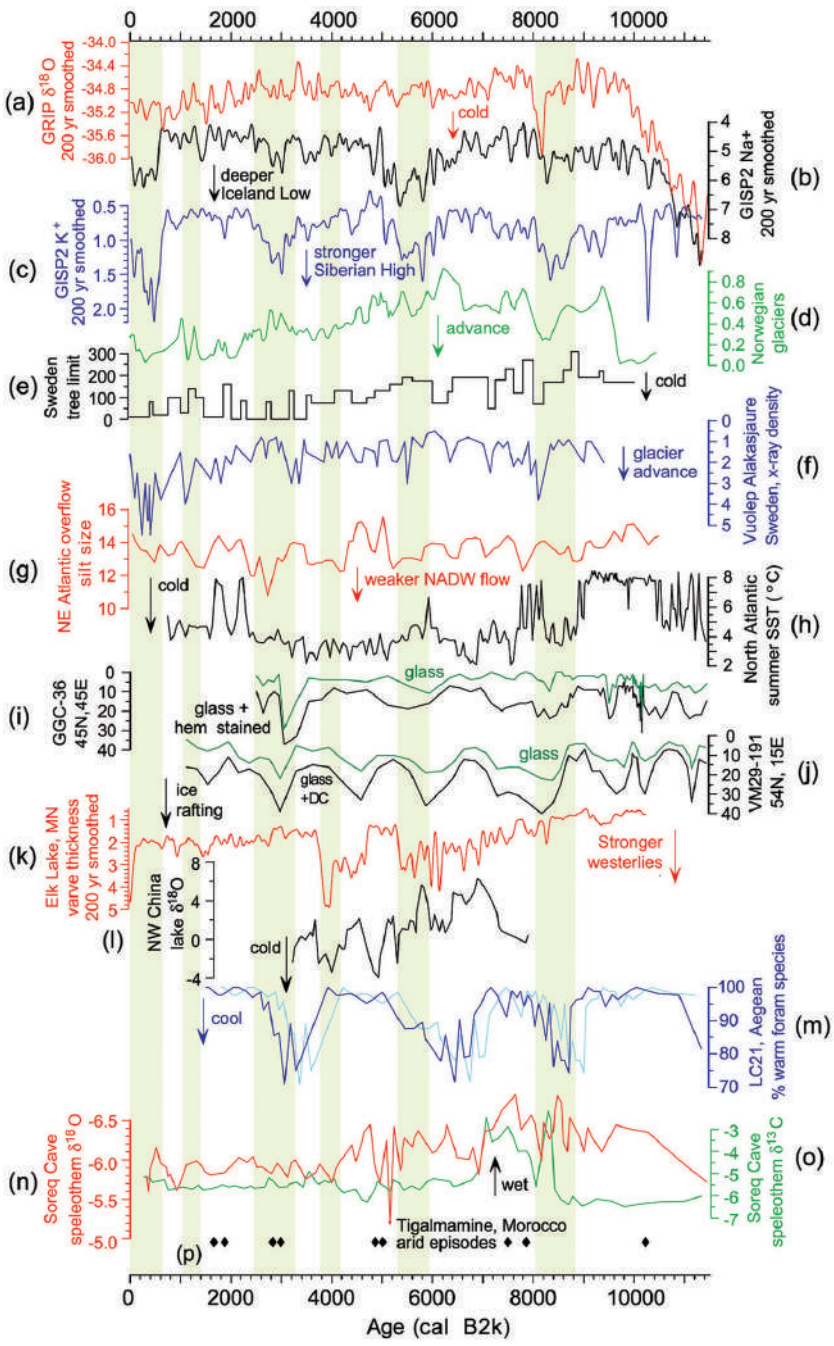
Nenadne podnebne spremembe

V klimatoloških študijah so dolgoročne podnebne spremembe nadomestili novi interpretativni modeli, usmerjeni v nenadne spremembe z močnimi ohladitvami: »cikel hitrih ohladitev« (tudi »dogodki s plavajočim ledom

(»ice-rafting events«), »nenadne podnebne spremembe« in »hladni dogodki«). Prvega so vpeljali Gerard Bond *et al.* (1997; 1999) in ga predstavili kot osem ponavljajočih se hitrih ohladitev. Označili so jih za podnebne dogodke, povezane z odlaganjem »drobirja, prenesenega s plavajočim ledom« (»ice-rafted debris« oziroma »IRD events«), ki so se ob severnem Atlantiku pojavljali v intervalu ~1470 ± 500 let. Z njimi so povezali prilive velikih količin hladne ledeniške vode, ki naj bi vplivala na kroženje severnoatlantskega Zalivskega toka. Ti prilivi so namreč dokumentirani s pomočjo kamenega drobirja, ki so ga prenašale ledene gore, odlomljene z arktičnega ledenega pokrova, in se je odlagal v globokomorskih sedimentih. Osem »IRD dogodkov« v holocenu so s pomočjo radiokarbonskega datiranja planktona v dveh severnoatlantskih globokomorskih vrtinah umestili v koledarski niz »12.5, 11.1, 10.3, 9.5, 8.2, 5.9, 4.3, 2.8 in 1.4 cal 10^3 yr BP« (Bond *et al.* 1997, Fig. 2.1). Povečane prilive ledeniške vode v ocean so povezovali predvsem z obdobji zmanjšane Sončeve aktivnosti (Bond *et al.* 2001; Barber *et al.* 2004). Nove globokomorske vrtine v vzhodnem in zahodnem Sredozemlju »*Bondovega cikla*« niso potrdile. V vzhodnem so se nenadne ohladitve pojavljale v intervalu 2300–2500 let (Rohling *et al.* 2002a), v zahodnem pa v intervalih 1300, 1515, 2000 in 5000 let (Rodrigo-Gámiz 2014). Povezane so bile izključno s cikli močnejših in šibkejših Sončevih aktivnosti in ultravijoličnega sevanja ter spreminjanjem debeline ozonske plasti, kar je povzročilo spreminjanje temperature v spodnjih delih stratosfere in posledično občasno premeščanje polarnih zračnih mas proti jugu severne poloble. Neposredna posledica je bilo okrepljeno delovanje sibirskega anticiklona in prelivanje arktičnega zraka v zimskih in spomladanskih mesecih v Sredozemlje. Hitre ohladitve so dokumentirane v treh globokomorskih vrtinah (južnojadranski IN68-9, jugovzhodnoegejski LC2 in vrtini LC31 zahodno od Cipra) v nizu »hladnih dogodkov« med »3.0–3.8 (samo v LC21), 5.8–6.7, 7.9–8.6, 9.5–10. (samo v IN68-9), 11.0–13.4 in 16–18 (slabo definirani) kyr cal BP« (Rohling *et al.* 2002b, 40). Sočasen niz »hladnih dogodkov« je dokumentiran tudi na področju Jadranskega morja (Siani *et al.* 2013).

Model »nenadnih podnebnih sprememb« so razvili Paul A. Mayewski *et al.* (2004; glej tudi Anderson *et al*. 2007). S pomočjo več kot petdesetih paleoklimatskih arhivov so dokumentirali niz šestih nenadnih, močnih in hitrih globalnih ohladitev (»rapid climate change« oziroma »RCC«), ki so se ponavljale v intervalih 2800–2000 in 1500 let. Razpon v zahodnem Sredozemlju je bil pred kratkim dopolnjen z intervalom 1300, 1515, 2000 in 5000 let (Rodrigo-Gámiz 2014). Nenadne podnebne spremembe so umeščene v časovne nize 9000–8000, 6000–5000, 4200–3800, 3500–2500, 1200–1000 in po 600 »cal yr BP« oziroma »cal b2k« (slika 1). Prvi v nizu je znan kot »8.2 ka dogodek« (»8.2 ka event«) (Alley *et al.* 1997), oziroma »dogodek 8200 let pr. sed.« (»8200 yr BP event«) (Mayewski *et al.* 2004, 252). Povzročil naj bi ga velik izliv ledeniške vode v severni Atlantik. Vse druge hitre podnebne spremembe so povezane s spremembami v Sončevih aktivnostih, iradiaciji in insolaciji. Značilnosti vseh so ohlajanje severne poloble, suše v tropskih predelih in spremembe v kroženju zračnih gmot. Kontrastni vzorec je dokumentiran v pasu med 43º in 50º severne geografske širine v Alpah in delu srednje Evrope. Pelodni zapisi, paleohidrološki in drugi nadomestni podatki iz jezerskih sedimentov v času prve podnebne spremembe namreč kažejo na izrazito vlažno obdobje. V višinah jezerskih gladin je opazno nihanje in zaporedje dviga, upada in ponovnega dviga vodnih gladin (Magny *et al.* 2003). Primerljiva sekvenca je v Sredozemlju dokumentirana tudi v kontekstu »4.2 ka dogodka«. Vlažni obdobji in visoke jezerske gladine v času c. 4300–4100 in 3950–3850 let pred sedanjostjo prekinjajo močne ohladitve in sušna obdobja z nizkimi jezerskimi gladinami med c. 4100–3950 let pred sedanjostjo, čeprav velja poudariti, da je bilo dogajanje regionalno in heterogeno (Magny *et al.* 2009; 2012; Bini *et al.* 2019).

»Delovna skupina I za peto ocenjevalno poročilo Medvladnega sveta za podnebne spremembe (The Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)« je pred nekaj leti poimenovanje »hitre« (»rapid«) podnebne spremembe nadomestila z »nenadne« (»abrupt«). Definirala jih je kot obsežne spremembe podnebnega sistema, ki se zgodijo v nekaj desetletjih ali manj in trajajo (ali se pričakuje, da se ohranjajo) vsaj nekaj desetletij ter povzročajo znatne motnje v človeških in naravnih sistemih (Stocker *et al.* 2013, 1448). Spremembe se kažejo v kolapsu posameznih »komponent podnebnega sistema«, na primer kolaps atlantskega meridionalnega kroženja morskih tokov, kolaps ledenikov, sproščanje ogljika v permafrostu, sproščanje metana iz klatrata, izginjanje tropskih in borealnih gozdov, izginjanje poletnega arktičnega morskega ledu, dolgotrajne suše in kolaps kroženja monsunov



Slika 1. Niz šestih »nenadnih podnebnih sprememb« v holocenu z označenimi paleoklimatskimi arhivi in nadomestnimi podatki (po Mayewski *et al*. 2004, 247).

Figure 1. The sequence of "rapid climate changes" in the Holocene with marked paleoclimate archives and proxy data (after Mayewski *et al*. 2004, 247).

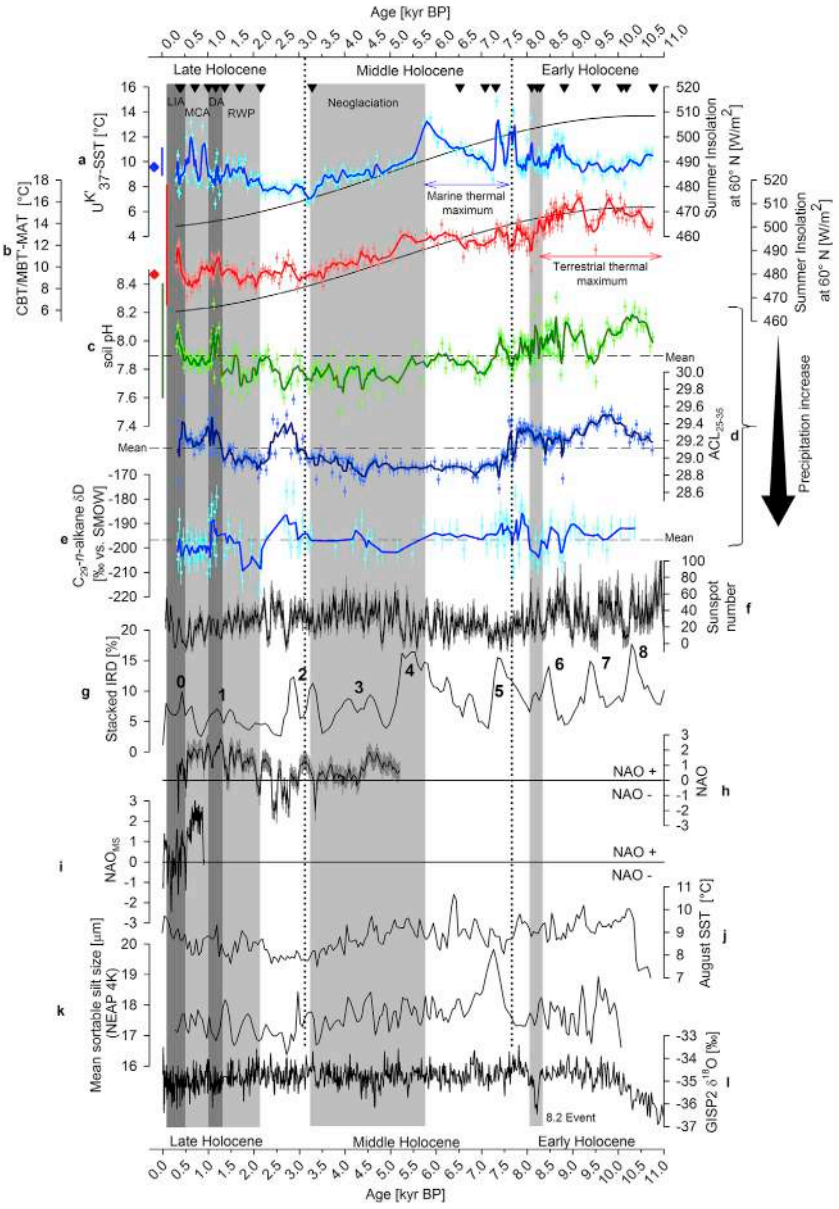
(Stocker *et al.* 2013, 1114–1118, Tab. 12.4).

Na Bondov niz »hitrih ohladitev«, ki ga omenjamo zgoraj, je navezan model »hladnih dogodkov« – stoletnih globalnih podnebnih anomalij. Model temelji na analizi nadomestnih podatkov o temperaturi, padavinah in ledeniških dinamikah, ohranjenih v različnih kopenskih, jezerskih in globokomorskih ter ledenih paleoklimatskih arhivih (Wanner *et al.* 2008; 2011). V holocenu je dokumentiranih šest ohladitev. Prva, »8.2 kyr BP dogodek«, je umeščena v koledarski čas 8300–8100 pred sedanjostjo. Pri njej velja poudariti ocene, da se ohladitve v različnih regijah pojavljajo v daljšem obdobju 400–600 let (Rohling, Pälike 2005). V prazgodovini sledijo še tri. Druga, »6.5–5.9«, tretja, »4.8–4.5«, in četrta, »3.3–2.5«, so umeščene v čas 6400–6200, 4800–4600 in 2800–2600 let pred sedanjostjo. Peta, »1.75–1.35«, in šesta, »0.7–0.15«, sodita v čas 300–600 in 1200–1800 let našega štetja. Povezani sta s »temnim obdobjem« in preseljevanjem ljudstev ter malo ledeno dobo (Wanner *et al.* 2011).

V vzporednih študijah so Shaun A. Marcott *et al.* (2013) s pomočjo 73 paleoklimatskih arhivov na severni in južni zemeljski polobli predstavili globalne temperaturne trende v zadnjih 11.300 letih. Segrevanju v zgodnjem holocenu (10.000–5000 let pr. n. št.) je sledilo ohlajanje za približno ~0,7 ºC v srednjem (< 5000 leti pr. n. št.) in poznem holocenu, ki je doseglo vrhunec z najnižjimi temperaturami v času male ledene dobe, pred približno 200 leti. Dve leti kasneje je Heiko Moossen *et al.* (2015) predstavil podoben

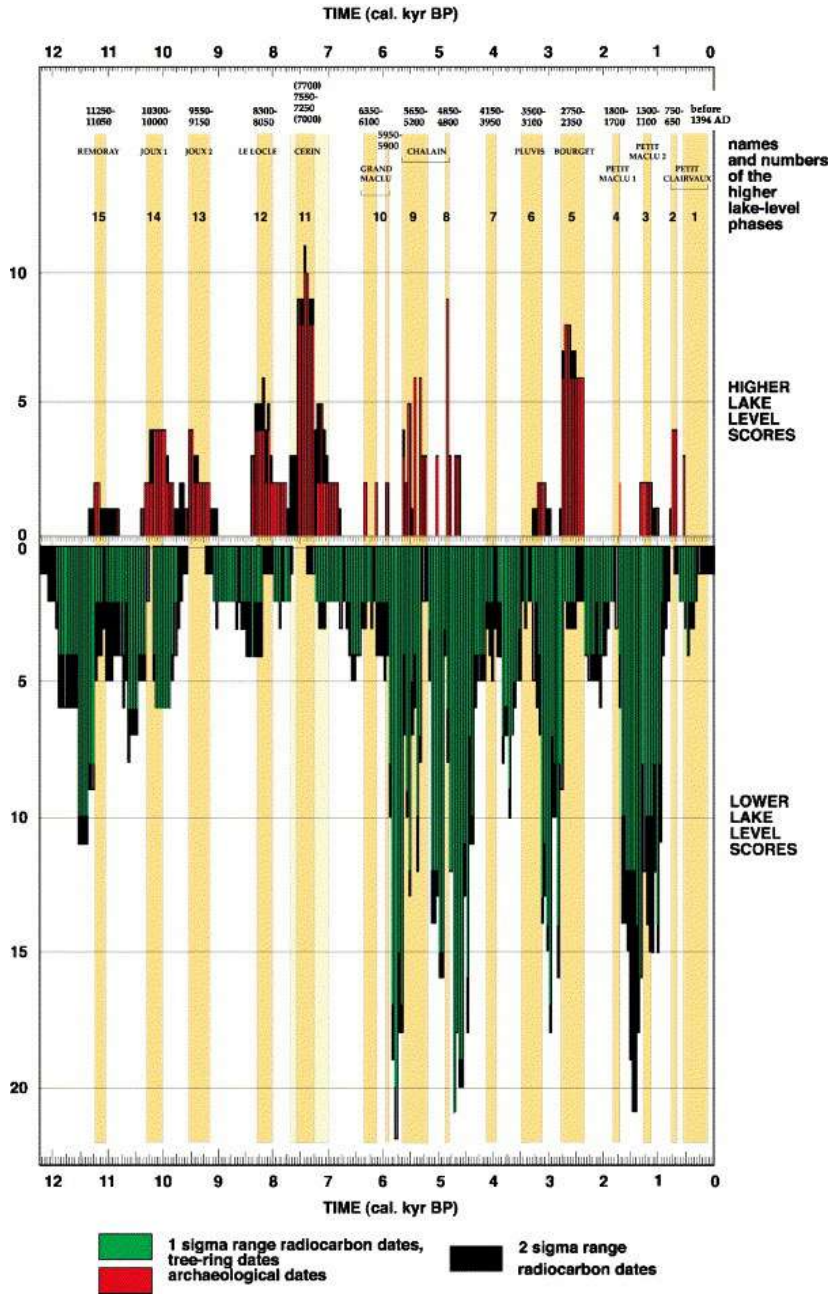
severnoatlantski trend upadanja temperature na kopnem in morski površini. Temperature na kopnem so bile najvišje v zgodnjem holocenu (»10.7–7.8 kyrs BP«), na morski gladini pa zaradi dotoka ledeniške vode v srednjem (»7.8–3.2 8 kyrs BP«) (slika 2). V paleoklimatskih zapisih so v zgodnjem holocenu odkrili dve topli obdobji med »~8.9–~8.5 kyrs BP« in »~8.1–~7.9 kyrs BP«, ki sovpadata z obdobji intenzivne Sončeve aktivnosti. Žal je »8.2 ka dogodek« v vrtini v fjordu na polotoku Vestfirdir na Danskem slabo dokumentiran. V srednjem holocenu so v »~7.6 in ~7.3 kyrs BP« opazili dve obdobji hitrega segrevanja. Pri prvem se je v 300 letih temperatura na morski gladini dvignila za ~5 ºC (0,5 ºC na desetletje). V drugem se ~4 ºC višje temperature ohranijo 1400 let. Avtorji segrevanji povezujejo z Bondovima cikloma 5 in 4. Med »~5.8 in ~3.2 kyrs BP« sledi obdobje ohladitve in nove poledenitve. V poznem holocenu (»~3.2–~0.3« tisočletju pred sedanjostjo) so dokumentirali dve topli in dve hladni obdobji. Prvi sta umeščeni med »~2.2–~1.3 in ~1.1–~0.5 kyrs BP«, drugi pa v čas med »~1.3–~1.1 in ~0.5–~0.3 kyrs BP«. Avtorji prvo povezujejo z »rimskim toplim obdobjem (RWP)«, drugo pa z zgodnjim srednjim vekom (»Dark Ages«). Novejša holocenska paleotemperaturna podatkovna baza je dostopna pri Darrell Kaufman *et al.* (2020) in na Splet 1.

Vzporednica »hitrim podnebnim spremembam« in »hladnim dogodkom« je niz petnajstih epizod visokih jezerskih gladin. Dokumentirane so v 26 jezerih v predgorju Zahodnih Alp, Jurskem pogorju in na centralnem platoju v Švici.



Slika 2. Primerjalni paleoklimatski zapisi iz dveh islandskih globokomorskih vrtin in drugih severnoatlantskih paleoklimatskih arhivov. »Mala ledena doba (LIA)«, »srednjeveška klimatska anomalija (MCA)«, »rimsko toplo obdobje (RWP)«, nova poledenitev in »*8.2 ka dogodek*« so označeni s sivimi stolpci. Za pojasnila k legendam glej Moossen *et al*. 2015, Fig. 6.

Figure 2. A compared the Icelandic climate records with other paleoclimatic records of the North Atlantic. The Little Ice Age (LIA), Mediaeval Climatic Anomaly (MCA), Dark Ages (DA), Roman Warm Period (RWP), neoglacial period, and 8.2 ka event are highlighted in shades of grey. For an explanation of the legends, see Moossen *et al*. 2015, Fig. 6.



S pomočjo radiokarbonskega datiranja so umeščene v koledarsko sekvenco: 11.250–11.050, 10.300–10.000, 9550–9150, 8300–8050, 7550–7250, 6350–5900, 5650–5200, 4850–4800, 4150–3950, 3500–3100, 2750–2350, 1800–1700, 1300–1100, 750–650 let pred sedanjostjo (Magny 2004; Magny, Haas 2004; Magny *et al.* 2006; Magny *et al.* 2009) (slika 3).

V osrednjem Sredozemlju so izrazito vlažna obdobja dokumentirana v časovnem nizu c. 10.200, 9300, 8200, 7300, 6200, 5700–5300, 4800, 4400–3800, 3300, 2700–2300, 1700, 1200 in 300 let pred sedanjostjo. V srednjem holocenu je opazen kontrastni vzorec padavinskih režimov. V pasu nad 40º severne geografske širine so dokumentirane vlažne zime in suha poletja, južno pa vlažne zime in prav tako vlažna poletja. Vzorec se v poznem holocenu obrne (Magny *et al.* 2012; Magny *et al.* 2013a; Peyron *et al.* 2013).

Nenadne podnebne spremembe v arheoloških študijah

V arheoloških študijah so povezave prazgodovinskih kultur s podnebnimi spremembami določala različna teoretska izhodišča in interpretativni konteksti (Trigger 1971; 1996). Najprej so bile umeščene v

Slika 3. Časovni niz višjih in nižjih jezerskih gladin v holocenu, ki temelji na arheoloških podatkih in radiokarbonskem ter dendrokronološkem datiranju 184 vzorcev v 26 jezerskih sedimentih v predgorju Zahodnih Alp, Jurskem pogorju in na centralnem platoju v Švici. Navpični stolpci predstavljajo zgostitve ^{14}C in dendrokronoloških datumov ter arheološkega relativnega datiranja v zaporedju 50-letnih intervalov med letoma 12.250 in 0 pred sedanjostjo (po Magny 2004, 73).

Figure 3. Chronological sequence of higher and lower lake-level events in the Jura mountains, the northern French Prealps, and the Swiss Plateau. The sequence is based on 184 radiocarbon and dendrological samples in 26 lake sediments and on archeological relative dating. The vertical scales represent the number of dates for successive 50-year intervals between 12 250 and 0 cal BP (after Magny 2004, 73).

deterministični model enosmerne kulturne evolucije in difuzije, kjer je veljalo, da je vsakršna sprememba v človekovih vedenjskih vzorcih, razvoju gospodarstev in tehnologij ter kulturnih trajektorijah neposredno povezana s podnebnimi in okoljskimi spremembami (Clark 1936; Childe 1958; Shennan 2005). Podobno je veljalo tudi v novi arheologiji, kjer je bil razvoj prazgodovinskih družb v celoti pogojen z uspešno prilagoditvijo nanje (Binford 1968; Tainter 1988). V poprocesni arheologiji je veljalo nasprotno. Človekovo delovanje je bilo namreč tisto, ki sproža spremembe, tudi v naravnem okolju (Hodder 1986; Tilley 1994).

V vzporednih meddisciplinarnih študijah so bile dinamike preoblikovanja arheoloških krajin in kulturnih premen v holocenu vseskozi neposredno povezane s podnebnimi in okoljskimi spremembami na regionalni in globalni ravni (pregled v Berglund 2003; Brown, Bailey, Passmore 2015). Povezave so bile vzpostavljene s pomočjo ^{14}C datiranja arheoloških kontekstov in paleoklimatskih arhivov. Ti so ohranjeni v različnih okoljih: glacioloških (ledne vrtine), geoloških (morski in kopenski) in bioloških. Ključen del teh arhivov so nadomestni podatki o preteklem podnebju in klimatskih dogodkih. Mednje sodijo stabilni izotopi kisika in ogljika, prašni delci ter koncentracije različnih plinov v zračnih mehurjih v ledu; glacialni in periglacialni depoziti, erozija površja, paleotla, vulkanski izbruhi; biokemični markerji v fosilnem živalskem in rastlinskem planktonu, stabilni izotopi kisika in ogljika v globokomorskih sedimentih ter sapropelni depoziti; pelodni in rastlinski makrofosilni ostanki v jezerskih in kopenskih sedimentih, diatomeje, ostrakode, insekti ter stabilni izotopi v jezerskih sedimentih; stabilni izotopi kisika in ogljika v kapnikih; širine drevesnih branik in stabilni izotopi ogljika v njih ter stabilni izotopi ogljika v fosilnih semenih žit. S temi podatki je mogoče rekonstruirati daljše temperaturne in padavinske nize ter njihove hitre premene, Sončevo sevanje in z njim povezane podnebne dogodke, spremembe v višini morskih in jezerskih gladin ter premene v vegetacijskih pokrovih (Bradley 1999; Briffa 2000; Sachs *et al.* 2000; Barber *et al.* 2004; Jones, Man 2004; Magny *et al.* 2004; Marino *et al.* 2009; Steinhilber *et al.* 2012; Riehl *et al.* 2014).

Prva celovita povezava hitrih podnebnih sprememb, arheoloških kultur in preteklih kulturnih dinamik na globalni ravni je bila umeščena v paleoklimatološki interpretativni kontekst. Temeljila je na statistični analizi prekinitev v distribucijah 815 radiokarbonskih datumov, povezanih z nihanji v pelodnih sekvencah, gibanju morske gladine in rasti šote v paleobotaničnih zapisih ter 3700 datumih, povezanih s 155 arheološkimi kulturnimi sekvencami (Wendland, Bryson 1974; Bryson 1988).

Aktualne so ostajale deterministične »katastrofične« pojasnitve, ki so hitre podnebne spremembe predstavljale kot vzrok, demografske in civilizacijske »kolapse« ter »temna obdobja« v razvoju pa kot njihovo posledico. Mednje so uvrstile konec mikenske kulture v Grčiji, razpad hetitskega in akadskega kraljestva, konec tretje urske dinastije v Mezopotamiji ter konec dinastičnih obdobij V in VI v Egiptu (Carpenter 1966; Bell 1971; Bryson *et al.* 1974; deMenocal 2001). Vsi dogodki naj bi bili povezani z nenadnimi ohladitvami in sušnimi obdobji ter dezertifikacijo regij. Legitimnost pojasnitev je zagotavljal postulat, da so tako kot »temna obdobja« tudi »podnebne fluktuacije historično dejstvo« (Bell 1971). Velika pozornost je bila namenjena »Leilan dogodku« – prekinitvi v poselitvi okoli leta 2200 pred sedanjostjo v vrsti *tell* naselbin (Tell Leilan, Tell Brak, Tepe Gawra) v severni Mezopotamiji, ki naj bi označevala hitro podnebno spremembo in dezertifikacijo regije, razpad namakalnega gospodarstva in kolaps akadskega kraljestva (Weiss *et al.* 1993; Courty, Weiss 1997; Weiss, Bradley 2001; Cullen *et al.* 2000; deMenocal 2001). Podoben scenarij naj bi veljal tudi za kolaps civilizacije Majev (Hodell *et al.* 1995; deMenocal 2001; Haug *et al.* 2003). Na konceptualno šibkost in omejene pojasnitvene možnosti determinističnega pristopa je opozoril Karl W. Butzer (1972; 1975; 2012; Butzer, Endfield 2012). Kot alternativo konceptu »klimatskih fluktuacij« in podmeni o podnebju kot edinem vzroku civilizacijskih »kolapsov« v preteklosti je ponudil »kulturno-ekološki« pristop. V njem je poudaril, da je delovanje predindustrijskih družb v preteklosti porušilo ekološko ravnovesje v regiji ter povzročilo gospodarske, demografske in kulturne zdrse, ki pa niso vodili v razpad sistemov, ampak v kulturno in gospodarsko prilagoditev na nova okolja in spremenjeno podnebje. Podoben razmislek je bil aktualen tudi v francoski šoli »Annales«, kjer so poudarjali, da so bili vplivi podnebnih sprememb na pretekle družbe posredni in komaj opazni. Kot primer so navajali malo ledeno dobo in izbruh kuge konec 16. stoletja ter splošno krizo v 17. stoletju v Evropi. Le Roy Ladurie (1971, 17) je tako opozarjal, da lakote, pandemije, migracije, nezadostna pridelava hrane in njene visoke cene ter pomanjkanje denarja »ne morejo biti izključna

posledica podnebja«. Crawford S. Holling (1973) je v ekološke študije uvedel koncept »odpornosti« oziroma »rezilientnosti« (»resilience«), v katerem je poudaril, da so vsi naravni sistemi sposobni absorbirati okoljske in podnebne spremembe, ne da bi se pri tem »dramatično preoblikovali«. Vendar je odpornost omejena, kajti ko spremembe dosežejo kritično mejo, se sistem preoblikuje in prilagodi novim pogojem.

Menjava interpretativnih paradigem

Paleoklimatolog Wallace S. Broecker (1975) je že v tistem času opozarjal na »neizbežno globalno segrevanje«, paleooceanograf John Imbrie in njegova hčerka Katherine Palmer Imbrie (Imbrie, Imbrie 1979, 185) pa na možnost, da bo uporaba fosilnih goriv planet pahnila v »superinterglacialno obdobje, kakršnega ni bilo v zadnjih milijon letih«. Scenariju globalnega segrevanja je priljubljenost hitro rasla po objavi prvega poročila o oceni stanja podnebnega sistema in o njegovih predvidenih prihodnjih spremembah, ki ga je leta 1990 objavil Medvladni odbor za podnebne spremembe pri OZN. Menjava paradigme hitrih globalnih ohladitev s paradigmo globalnega segrevanja je temeljila na novih nadomestnih podatkih o korelaciji med preteklimi koncentracijami plinov v ozračju ter podnebnimi spremembami v lednih in globokomorskih paleoklimatskih arhivih, uporabi podnebnega sklopljenega modela splošne cirkulacije ozračja in oceanov (GCM) ter dvigu globalne temperature ozračja v zadnjem stoletju (Chambers, Brain 2002; Alley *et al.* 2003). V četrtem poročilu, sestavljeno je bilo iz delovnih poročil treh različnih delovnih skupin (druga se je ukvarjala z vplivi na okolje in s človekovo prilagoditvijo na podnebne spremembe), je bilo poudarjeno, da je naraščanje koncentracij toplogrednih plinov po letu 1750 posledica človekovih aktivnosti. Koncentracije ogljikovega dioksida (CO_2) in metana (CH_4) v zadnjih 650.000 letih nikoli niso bile višje od sedanjih. Tudi koncentracija didušikovega oksida (N_2O) v zadnjih 16.000 letih nikoli ni bila tako visoka (Bernstein *et al.* 2008; Parry *et al.* 2007). Povišane koncentracije ogljikovega dioksida in metana v času 8000–5000 pr. n. št. so povezovali z začetki poljedelstva, krčenjem gozdov v Evropi, gojenjem riža in riževimi polji ter z njihovim namakanjem v Indiji in na Kitajskem (Ruddiman 2003).

Velik napovedni izziv, povezan z nenadnimi ohladitvami, je še vedno hitro zniževanje povprečnih vrednosti temperature in slanosti vodnega stolpca v Labradorskem morju od druge polovice prejšnjega stoletja dalje (Lazier 1995; Dickson *et al.* 2002). To namreč kaže na slabitev »atlantskega meridionalnega kroženja morskih tokov« (»Atlantic Meridional Overturning Circulation«, AMOC), ki prenašajo toplo/hladno in manj/bolj slano vodo iz enega dela vodnih mas v drugega (tj. termohalilna cirkulacija). Kroženje je ključen sistem prerazporeditve toplote na našem planetu in je v povezavi z atmosferskimi kroženji zračnih mas (»severnoatlantsko oscilacijo« [»North Atlantic Oscillation, NAO«], »arktično oscilacijo« [»Arctic Oscillation, AO«] in »sredozemsko oscilacijo« [»Mediterranean Oscilation, MO«]) pomembno vplivalo na globalna podnebna nihanja v preteklosti (glej spodaj). Spremenjena kroženja so bila na eni strani povezana s premenami Sončeve iradiaicije (Usoskin *et al.* 2016; Usoskin 2017), na drugi pa s hitrim menjavanjem hladnih in toplih obdobij v času mlajšega driasa (12.900–11.600 pred sedanjostjo) (Rahmstorf 2002; Caesar *et al.* 2021), srednjeveške podnebne anomalije (c. 900–1300 n. št.) in male ledene dobe (1450–1850 n. št.) (Bradley *et al.* 2003; Velasco Herrera *et al.* 2015).

Velja poudariti, da ledene in medledene dobe niso bile enotna hladna ali topla obdobja. Zapisi iz grenlandskih lednih vrtin kažejo na velika podnebna nihanja ter zaporedja hladnih in toplih obdobij ter prehodov med njimi, ki so lahko bila tako kratka, da so bila v preteklih študijah spregledana. Prehodi lahko trajajo desetletja ali stoletje, podobno tudi topla obdobja, ki jim sledijo večstoletna ali tisočletna hladna obdobja. V treh kronološko sinhroniziranih lednih zapisih v grenlandskih vrtinah NGRIP, GRIP in GISP2, ki segajo do »120 ka b2k« (120 tisočletja pred sedanjostjo), je bilo s pomočjo visoke stratigrafske in časovne ločljivosti dokumentiranih več kot devetdeset »dogodkov« – stratigrafsko in kronološko zamejenih sprememb v nadomestnih podatkih. Ti se v celotnem zapisu pojavljajo v nepravilnih zaporedjih, posebej pa izstopa 25 nenadnih in hitrih prehodov iz hladnega v toplo obdobje v času zadnje poledenitve. Temperature v teh prehodih, končajo se lahko v nekaj desetletjih, nihajo med 5 ºC in 16 ºC. Topla obdobja lahko trajajo od enega stoletja do več tisočletij, temperature pa se zmanjšujejo postopoma. Za hladna obdobja je na splošno značilno stabilnejše podnebje, njihovo trajanje pa je podobno toplim obdobjem (Rasmussen *et al.* 2014). Rastlinski in živalski makrofosilni ostanki v delti reke Lena ob Arktičnem oceanu in sedimenti jezera Kotokel ob Bajkalskem

jezeru v Sibiriji pritrjujejo visokim letnim temperaturam v toplih obdobjih zadnje poledenitve. Ličinke insektov trzač (*Chironominae*) dokazujejo, da so bile poletne temperature med 1,5 ºC in 3,5 ºC višje od sedanjih (Tarasov *et al.* 2021; Wetterich *et al.* 2021).

Povedne so tudi pojasnitve podnebnega niza srednjeveških podnebnih anomalij (imenovan tudi srednjeveško toplo obdobje in srednjeveški podnebni optimum) med letoma 900 in 1300 ter male ledene dobe med letoma 1450 in 1850 v kontekstih paleoklimatologije in historične klimatologije ter regionalnega paleoklimatskega modeliranja. Interpretacije prve anomalije so vezane na statistično vrednotenje in rekonstrukcijo preteklega podnebja s pomočjo nadomestnih podatkov v klimatskih arhivih, interpretacije druge pa so vezane na zgodovinske podatke in nadomestne podatke v omejenem obsegu. Omeniti velja tudi globalno zajemanje nadomestnih podatkov ter regionalne rekonstrukcije hitrih (desetletnih) podnebnih sprememb (Goose *et al.* 2006; Ludwig *et al.* 2019; Pfister *et al.* 2018). Spremembe globalno niso nujno sinhrone, zato je zavedanje o njihovih kratkoročnih in dolgoročnih posledicah na družbo (Mann 2012; Parker 2017; White *et al.* 2018) ter napovedovanje trendov podnebnih sprememb še pomembnejše (Jones *et al.* 2001; Bradley *et al.* 2003; National Research Council 2006; PAGES 2k Consortium; Neukom *et al.* 2019). Velja namreč, da je pretekli srednjeveški podnebni prehod od toplega obdobja v malo ledeno dobo globalni scenarij, ki se v sedanjosti morda ponavlja. Dokazuje ga globalno segrevanje površja, ki v predindustrijski dobi zagotovo ni bilo posledica človekovega delovanja (Lamb 1965; 1982). Trajektorijo lahko opišemo tudi kot prehod med poselitvijo in pašništvom ter mlečno živinorejo na Grenlandiji in Islandiji v toplem obdobju srednjega veka ter lakoto in endemijami kuge v jugovzhodni Evropi v kasnejši mali ledeni dobi (Mann 2002a; Xoplaki *et al.* 2001).

V novejših paleoklimatoloških študijah je glavni interpretativni poudarek namenjen asinhronosti in dejstvu, da nikoli v srednjem veku na severni polobli povprečne temperature površja niso bile tako visoke kot v drugi polovici 20. in začetku 21. stoletja. Najtoplejše je bilo obdobje med letoma 950 in 1100, vendar so bile temperature takrat med 0,1 ºC in 0,2 ºC nižje od povprečnih temperatur, izmerjenih med letoma 1961 in 1990 (Jansen *et al.* 2007, 468–469). Magnituda segrevanja je danes globalna, v srednjem veku pa so bila topla obdobja asinhrona in regionalno zamejena. Srednjeveško toplo obdobje je na severni polobli tako umeščeno med leti 830 in 1100, na južni pa med leti 1160 in 1370. Tudi ohlajevanje in prehod v malo ledeno dobo se v nadomestnih paleoklimatskih podatkih na Arktiki, v Evropi in Aziji kažeta prej kot v Severni Ameriki in na južni polobli. Velika podnebna nihanja in začetek male ledene dobe se na globalni ravni časovno prekrivajo in sovpadajo s spremenjeno magnetno aktivnostjo na Sončevi površini, spremenjenim atmosferskim kroženjem zračnih mas in morskih tokov ter vulkanskih izbruhov (Mann *et al.* 2008, 13255; PAGES 2k Consortium 2013, 342; glej tudi Bradley 2003). Začetek prehoda v hladno obdobje pomeni cikel Sončeve aktivnosti tik pred začetkom Wolfovega minimuma med letoma 1260 in 1270 (Fogtmann Schulz *et al.* 2021).

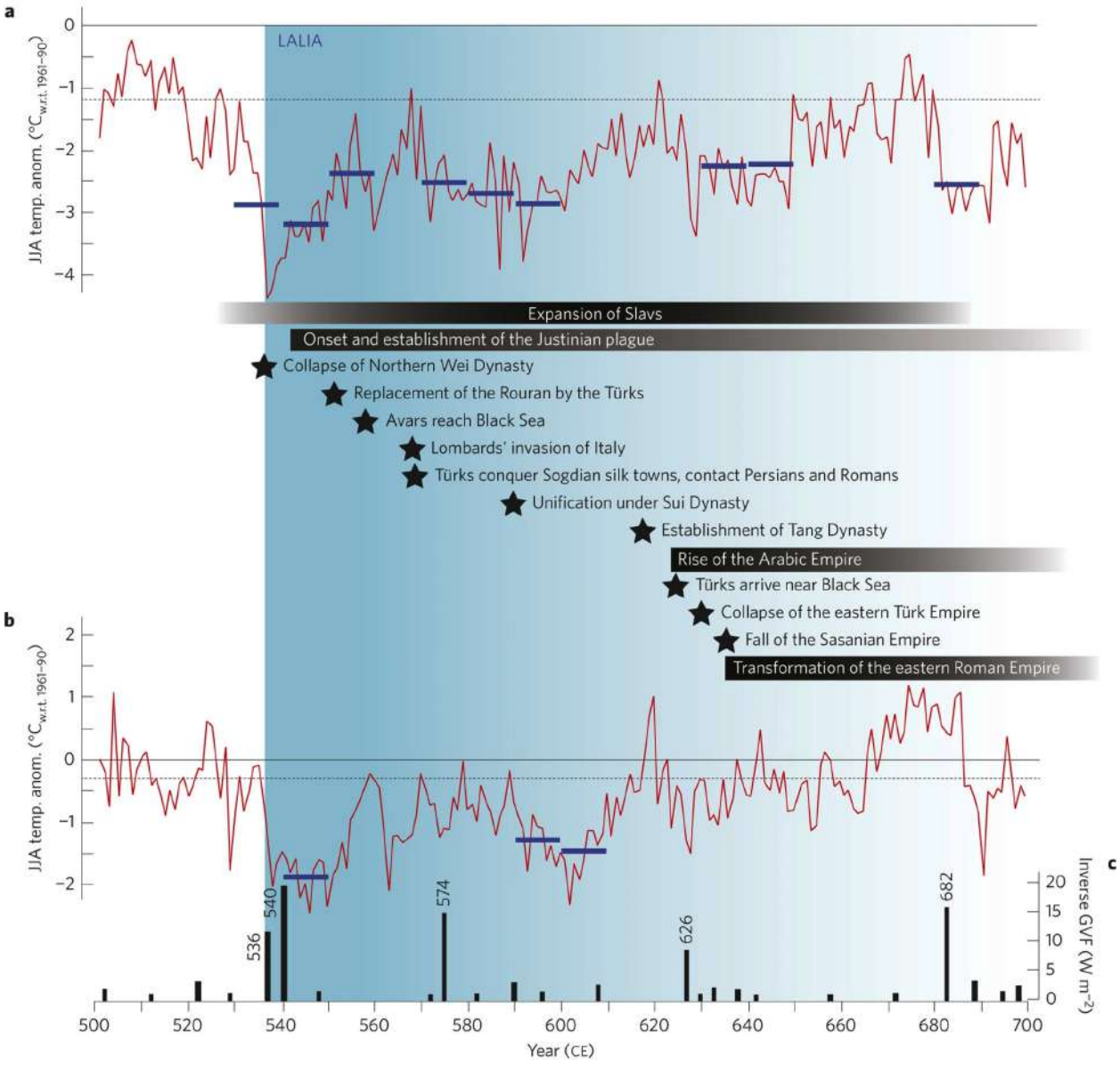
Zanimiv je razmislek, omenili smo ga že zgoraj, o aktualnem oslabljenem kroženju morskih tokov v severnem Atlantiku in zmanjšanih Sončevih aktivnostih ter prehodih v hladno obdobje (Rahmstorf 2002; Mörner 2015; Velasco Herrera *et al.* 2015; Caesar *et al.* 2018, 195; Thibodeau *et al.* 2018). Razmislek zamejujeta trditvi, da »[n] i bližajoče se male ledene dobe« (Ask NASA Climate 2020) in da »[n]i bilo globalno sinhronih večdesetletnih toplih ali hladnih intervalov, ki bi globalno definirali srednjeveško toplo obdobje ali malo ledeno dobo«. Rekonstrukcije podnebja v zadnjih 2000 letih, ki temeljijo na zbiranju nadomestnih paleoklimatskih podatkov o temperaturi površja (drevesne letnice, pelod, korale, jezerski in morski sedimenti, ledne vrtine, stalagmiti in historični podatki) na 511 lokacijah v različnih regijah po svetu, nasprotno, »jasno kažejo regionalna temperaturna nihanja v večdesetletnih in stoletnih intervalih, očitno globalen pa je dolgotrajen trend ohladitve pred 20. stoletjem« (PAGES 2k Consortium 2013.339, 344). Ta obdobja sovpadajo tudi s povečanimi vulkanskimi aktivnostmi in zmanjšano Sončevo iradiacijo. Pri tem ne smemo spregledati kritične opombe o razvoju podnebja v 21. stoletju, ki jo je skupina raziskovalcev v posebnem zvezku »Pattern in Solar Variability, their Planetary Origin and Terrestrial Impacts« v okviru revije »Pattern Recognition in Physics« (2013) naslovila na poročila Medvladnega odbora za podnebne spremembe pri OZN. Zapisali so, da »smo na poti v veliki solarni minimum, kar vzbuja resne dvome o nadaljevanju in celo pospešenem segrevanju, kot trdi IPCC« (Mörner *et al.* 2013, 206). Tudi danes smo namreč v obdobju Sončevega minimuma, ki se je začelo leta 2004 in bo trajalo do okoli leta 2075.

Najnižje vrednosti bodo med letoma 2030 in 2040 (Mörner 2015; Velasco Herrera *et al.* 2015). Revijo, ki je bila ustanovljena ob izidu omenjenega posebnega zvezka, je založba Copernicus leto zatem zaradi »zlorab pri znanstvenem objavljanju« ukinila (Splet 2). Sourednik revije je bil Sid-Ali Ouadfeul z Alžirskega inštituta za nafto, objavljeni prispevki so bili označeni kot znanstveno neprimerni, uredniki pa koruptivni. Politizacija vprašanja o globalnem segrevanju v našem stoletju, modeliranje globalnega segrevanja (to vključuje dejavnike, kot so toplogredni plini, troposferski aerosoli, Sončeve in vulkanske aktivnosti ter spremembe izrabe zemljišč) in delovanje globalnega podnebnega sistema so predstavljeni v priročniku »The Palgrave Handbook of Climate History« (Oreskes *et al.* 2018; Brönnimann 2018; Zorita, Wagner 2018; Zorita *et al.* 2018).

Zapisali smo že, da mala ledena doba med letoma 1450 in 1850 ni bila enotno hladno obdobje. Velika podnebna nihanja so dokumentirana v obdobjih 1675–1715 in 1780–1830. Največja so dokumentirana v obdobju 1697–1708. To je bilo obdobje izjemno ostrih podnebnih razmer in verjetno najhladnejše desetletje na severni polobli v zadnjem tisočletju. Povprečne zimske temperature so bile za 3–4 ºC, spomladanske pa za 2 ºC nižje kot v 20. stoletju. Paleoklimatološki modeli poletnih temperatur in dendrološki podatki so pokazali, da so bila poletja 1695, 1698 in 1699 med najhladnejšimi na severni polobli v zadnjih 600 letih. Na drugi strani je to tudi čas izjemno vročih poletij 1707 in 1710. Zaradi dolgih zim in zmrzali ter deževnih poletij in poplav je prihajalo do velikih težav v kmetijstvu. Sneg, ki se je na Balkanu in v vzhodnem Sredozemlju obdržal do pozne pomladi, je onemogočal setev ter povzročal propad ozimnih žit, pridelke so uničevale suše, zgodnje slane in jesenski sneg. V Alpah so napredujoči ledeniki prekrili kar nekaj vasi in pašnike. Zmanjkovalo je krme, poginilo je mnogo čred goveda in drobnice. Lakota je na Britanskem otočju, v Skandinaviji, zahodni in jugovzhodni Evropi ter vzhodnem Sredozemlju povzročila več izbruhov epidemije kuge in močno spremenila demografsko podobo (Jones *et al.* 1998; Briffa *et al.* 1998; Luterbacher *et al.* 2001; Mann 2002b, 504–509; Slonosky *et al.* 2001; Xoplaki *et al.* 2001; Bradley *et al.* 2003).

Začetek in konec male ledene dobe se časovno prekrivata z obdobjema majhne Sončeve iradiaicije, imenovanima Spörerjev (1440–1460) in Daltonov (1809–1821) minimum. Obdobje velikih podnebnih nihanj in izjemno ostrih podnebnih razmer vmes pa sovpada z Maunderjevim minimumom (1675–1715). Paleoklimatologi so Sončeve cikle in upad iradiacije povezovali s slabitvijo Atlantskega meridionalnega kroženja morskih tokov (Slonosky *et al.* 2001; Rahmstorf 2002; Steinhilber, Beer 2011; Velasco Herrera *et al.* 2015; Mörner 2015; Zharkova 2020; glej tudi Mörner, Tattersall, Solheim 2013) ter spremenjenimi atmosferskimi kroženji zračnih mas (severnoatlantska, arktična in sredozemska oscilacija). Pri tem govorimo o nihanju atmosferskega tlaka in prelivanju zračnih mas med islandskim območjem nizkega zračnega tlaka (islandski ciklon) ter azorskim in sibirskim območjem visokega tlaka (sibirski in azorski anticiklon), ki vplivajo na podnebje v Evraziji in Sredozemlju ter na Arktiki. »Indeksi nihanj« opisujejo spremembe in razlike v zračnih tlakih ter intenzivnost in smeri prelivanja zračnih mas na teh območjih. Pozitivne vrednosti indeksa severnoatlantske oscilacije kažejo, da je tlak nad Atlantikom in zahodno Evropo večji od povprečnega. Zahodni vetrovi so močnejši in se pomaknejo severneje. Nad zahodno Evropo so izrazito višje temperature in bolj mokra obdobja, nad večjim delom Sredozemlja pa so izrazita obdobja suhega vremena. V primeru negativnega indeksa so zahodniki šibkejši, tako da je vpliv na podnebje ravno obraten. V negativni fazi arktične oscilacije je zračni tlak višji od povprečnega nad Arktiko in nižji nad severnim Atlantskim oceanom. Mrzli polarni zrak se prelije proti jugu preko Sredozemlja v severno Afriko. Obe dogajanji sta izraziti predvsem v hladnem delu leta (Marshall *et al.* 2001; Shindell 2001; Thompson, Wallace 2001; Wanner 2001; Dünkeloh, Jacobeit 2003; Toreti *et al.* 2010; Roberts *et al.* 2012; Tubi, Dayan 2012).

Podoben podnebni scenarij se je odvil v poznem srednjem veku. Bruce M. S. Campbell (2016) ga je umestil v obdobje 1270–1470 in v njem prepoznal tri ključne epizode. Prvo, med letoma 1260/70 in 1330, je povezal z Wolfovim Sončevim minimumom in koncem močnega sevanja ter nadpovprečnih globalnih temperatur. Drugo, osrednjo, v letih 1340–1370, označujejo močno znižana iradiaicija, izrazito ožje drevesne branike med letoma 1342 in 1354 ter močna ohladitev na severni polobli s prelivanji polarnih zračnih mas proti jugu, slabitvijo monsunov in sušo v južni Aziji ter njihovo krepitvijo in poplavami v Afriki. Podobni podnebni dogodki se nadaljujejo tudi v tretji epizodi, med letoma 1370 in 1470, ki se deloma prekriva z malo ledeno dobo, označujeta pa



Slika 4. Ohladitve in zgodovinski dogodki v poznoantični mali ledeni dobi.
Za pojasnila k legendam a–b glej Büntgen *et al*. 2016, Fig. 4.

Figure 4. Cooling and historical events during the Late Antique Little Ice Age.
For explanation of legends a–b, see Buentgen *et al*. 2016, Fig. 4.

jo visoka in nizka Sončeva iradiacija (Chaucerian maksimum in Spörerjev minimum). Podnebno triado je povezal z izrazitim gospodarskim upadom, stoletno vojno v zahodni Evropi, zrušitvijo Vzhodnorimskega imperija in osvajalnimi vojnami Osmanskega cesarstva, razpadom Svilne ceste – medkontinentalnega gospodarskega, trgovskega, tehnološkega in kulturnega omrežja ter potovanj na dolge razdalje –, z lakoto, živalskimi ektoparazitozami, ki so zdesetkale črede ovac in goveda, ter pandemijami živalske in človeške kuge. Campbell je dogajanje

označil kot »interakcijo med naravo in družbo« ter poimenoval »velik prehod«. Tako je vpeljal percepcijo globalne zgodovinske trajektorije, v kateri so naravni procesi glavni sprožilci demografskih, gospodarskih, socialnih, političnih in kulturnih premen. Tudi Geoffrey Parker (2017) je leto zatem podnebne dogodke in naravne katastrofe v 17. stoletju, v mali ledeni dobi, povezal z globalno gospodarsko, zdravstveno, demografsko in politično krizo. V tem kontekstu velja omeniti tudi povezavo justinijanske kuge, preoblikovanja Vzhodnorimskega cesarstva, selitve avarskih in slovanskih ljudstev, propada Sasanidskega in Vzhodnoturškega cesarstva ter političnih pretresov na Kitajskem z ohladitvijo v poznoantični mali ledeni dobi v letih 536–660 (slika 4) (Büntgen *et al.* 2011; Büntgen *et al.* 2016).

Zaskrbljenost zaradi človekovih vplivov na aktualno segrevanje Zemljinega ozračja ter hitro uveljavljanje ocen o pogostosti, hitrosti in obsegu podnebnih sprememb v preteklosti sta vzpodbudila vrsto razmislekov o okoljskih katastrofah v preteklosti in človekovem odgovoru nanje. V tem kontekstu sta postala zelo priljubljena katastrofični pristop in koncept »kolapsa« kot enovzročni interpretativni nastavek, ki je nenadne ohladitve in suše ter velike poplave v preteklosti povezal z vojnami in propadom preteklih skupnosti lovcev in nabiralcev v jugozahodni Aziji, bronastodobnimi civilizacijami v Egeji, vzhodnem Sredozemlju in jugozahodni Aziji, Akadskim kraljestvom v Mezopotamiji, Starim egipčanskim kraljestvom, predkolumbovskimi ameriškimi civilizacijami, civilizacijami Majev in Moche v Srednji in Južni Ameriki ter ljudstvom Norse na Grenlandiji (Arneborg *et al.* 1999; Cullen *et al.* 2000; Gill 2000; deMenocal 2001; Van Buren 2001; Hassan 2001; Hodell *et al.* 2001; 2005; Williams 2002; Haug *et al.* 2003; Stanley *et al.* 2003; Dillehay *et al.* 2004; Fagan 2004; Diamond 2005; Rodning 2010; Brooke 2014; Meller *et al*. 2015; Campbell 2016; Kaniewski, Van Campo 2017; Bar-Yosef, Bar-Matthews, Ayalon 2017; Parker 2017). Jared Diamond (2005, 3, 6, 20) je bil edini, ki je opozoril na kompleksnost procesov in spregledano dejstvo, da pretekli civilizacijski zdrsi (demografski upad in/ali redukcija politične, ekonomske in socialne kompleksnosti na večjem področju v daljšem času) niso bili nujno »pravi ekološki kolapsi«, ampak kolapsi, ki so jih povzročile netrajnostne preživetvene strategije, slabo upravljanje naravnih virov in degradacija ekosistemov.

Koncepti prilagoditvenih strategij

»Kolaps« velja za najradikalnejšo prilagoditveno strategijo preteklih družb (Tainter 2000a, 332). Colin Renfrew (1979a; 1979b) ga je s pomočjo sistemske teorije in teorije katastrofe definiral kot »*alaktični*« tip kulturnih sprememb, ki ga določata dve trajektoriji razvoja, anastrofična in katastrofična. Prvo označujejo povečanje organizacijske kompleksnosti in centraliziranosti, pojav novih birokratskih in drugih oblastnih struktur ter posledično povečana izraba gospodarskih virov. Drugo označuje razpad centraliziranih in socialno strukturiranih kompleksnih družb in njihovo retrogradno preoblikovanje v fragmentarna in nepovezana poglavarstva ter plemenske skupnosti. V obeh so ključne bifurkacije, točke razcepa, v katerih sistem izbere sebi lastno trajektorijo, vedno zamejeno s starimi sistemskimi političnimi, gospodarskimi, tehnološkimi in vrednostnimi postulati. Bifurkacije so tudi točke destabilizacije, kjer lahko že majhni notranji in/ali zunanji vzroki (podnebne spremembe, politični in ekonomski zdrsi, vojne, migracije) povzročijo velike, vendar postopne spremembe. Kolaps je torej trajektorija preoblikovanja, ki lahko traja stoletje in vodi nazaj v manj strukturirane in slabše povezane plemenske skupnosti. Predvidel pa je, da so lahko na marginalnih področjih nekatere stare socialne strukture preživele in sprožile proces ponovnega preoblikovanja v kompleksne in centralizirane skupnosti.

Tudi Joseph A. Tainter (1988) je kolaps kompleksnih prazgodovinskih in zgodovinskih družb definiral kot politični proces, v katerem družba hitro, v nekaj desetletjih, izgubi doseženo stopnjo socialne in politične kompleksnosti. Ob tem propade ali pa začne nov razvojni cikel. Podobno kot Renfrew je anticipiral, da je proces povezan z ekonomskim učinkom »mejnih donosov« in delovanjem družbenih elit, ki lahko s spremenjenimi gospodarskimi strategijami in intenzivno izrabo virov kratkoročno omogočijo uspešno prilagoditev na spremenjeno naravno okolje, kasneje pa zaradi napačnih ekonomskih politik in prekomernega razvoja socialnih struktur povzročijo njihov kolaps (Tainter 2006a). Gradil je na James G. Millerjevi (1978) splošni »teoriji živih sistemov«, organiziranih v interaktivne podsisteme, na njihovem medsebojnem delovanju in vplivanju ter na odnosu do okolja. Pri tem je veljala osnovna predpostavka, da je narava kontinuum delovanja kompleksnega življenja, organiziranega v različne vzorce, ki se ponavljajo na vseh ravneh sistema. Vendar je Tainter (2006b; Tainter, Crumley 2007) opozoril na ključno

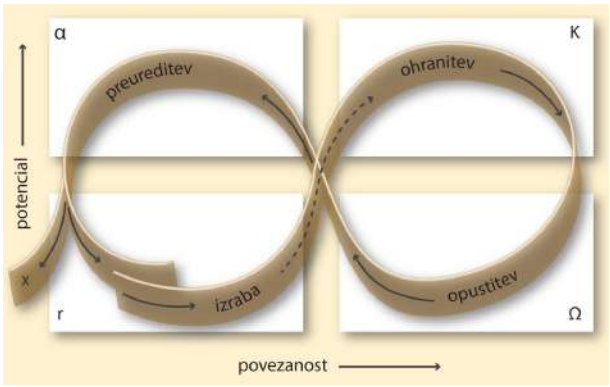
razliko. V nasprotju z ekološkimi naj bi se pri družbenih sistemih razvili »kompleksnost« in »trajnostnost«, ki sta z okoljem povezani prek vmesnika, tj. procesa »reševanja problemov«. Pri tem »trajnostnost« ni odvisna le od stabilnosti ekološkega sistema, ampak predvsem od uspešnega reševanja problemov, s katerimi se družbe soočajo. Trajnostnost zato ni rezultat zastoja in pasivnega ohranjanja ravnovesja (t. i. »stasis«) v smislu »manj ljudi črpa vedno bolj omejene naravne vire«, ampak je dosežek hitrega razvoja in kontinuiranega delovanja sistemov, organizacij in tehnologij, ki so potrebne za reševanje problemov. To pa seveda vodi v vse večjo kompleksnost ter vse večje vložke dela, časa, denarja in energije.

Zato je kompleksnost po Tainterju »ekonomska kategorija« in »osnovno orodje za reševanje problemov«. Kompleksnost je vezal na velikost družbe, na obseg in strukturiranost družbenih sistemov, na hierarhičnost in obseg ter vrste vrednot in omejitev, pa tudi na »raznolikost mehanizmov za organiziranje v koherentno in delujočo celoto« (Tainter 1988, 23; 2006b, 92). Trajnostnost je označil kot »ohranjanje sistema, ki zagotavlja produkte, izvaja storitve ter zagotavlja dobrine, ki jih ljudje potrebujejo po sprejemljivi ceni tako dolgo, kot je potrebno« (Allen, Tainter, Hockstra 2003, 26). Po ekonomskih zakonih »padajočih donosov« in »mejne koristnosti«, ki ju je vpeljala neoklasična ekonomska šola, je »reševanje problemov« lahko uspešno le v določenem časovnem obdobju. Cena reševanja namreč postopoma doseže točko, ko nadaljnje investiranje v kompleksnost ne bi dalo sorazmernega iztržka. Rastoči vložki zagotavljajo vedno manjše iztržke. Ko dosežejo mejno koristnost, vsak nadaljnji vložek v kompleksnost k skupni koristi prispeva manj, kot je prispeval prejšnji. Po daljšem obdobju padajočih donosov postane reševanje problemov neučinkovito in trajnostnost nestabilna, družbe pa postanejo ranljive. Trajektorije reševanja problemov lahko trajajo desetletja, generacije ali stoletja. Rezultati so lahko trije: kolaps; prilagoditev in okrevanje s pomočjo manjše ravni kompleksnosti; ohranjanje trajnostnosti s pomočjo zvišanja ravni kompleksnosti in črpanja nadomestnih virov. Trajnostni razvoj je torej sposobnost družbe ohraniti kontinuum delovanja političnih in socialnih struktur, njihovo hierarhijo ter trajno dostopnost do gospodarskih virov (Tainter 2006b, 92; 2014, 202). Kot primere je navedel kolaps Akadskega kraljestva, Zahodnorimskega cesarstva in civilizacije Majev na eni ter okrevanje bizantinskega cesarstva in kolonialno Evropo na drugi strani.

Interpretativni približek trajnostnosti je »odpornost« na okoliščine. Allen, Tainter in Hockstra (2003, 26) sicer opozarjajo, da je treba ločevati med njima. Trajnostnost je namreč »sposobnost« ohraniti kontinuiteto družbenih sistemov in pogojev, v katerih delujejo. Odpornost pa je spretnost preoblikovati družbene sisteme in jih prilagoditi novim stresnim pogojem delovanja. Pri tem odpornost pomeni opustitev načel trajnostnega delovanja. Na drugi strani Fikret Berkes *et al.* (2003, 2, 6) razliko brišejo, saj trajnostnost označijo kot dinamičen proces in prilagoditveno sposobnost družb prilagoditi se podnebnim in okoljskim premenam. Hkrati jo razumejo kot »ohranitveno sposobnost ekoloških sistemov, da podpirajo družbene in ekonomske sisteme«. Odpornost povežejo s sposobnostjo prilagoditi se spremembam v okviru ciklov rasti in obnove.

Zapisali smo že (Budja 2015), da je koncept odpornosti v ekološke študije vpeljal Crawford S. Holling na začetku osemdesetih let prejšnjega stoletja. Kasneje ga je povezal s »*prilagoditvenim ciklom*« (Holling 1986) ter s »hierarhijo ekoloških in družbenih sistemov«. Poimenoval ga je »panarhija« (Holling 2001; Gunderson, Holling 2002, 5; glej tudi Sundstrom, Allen 2019)[1] ter ga umestil v kontekst »teorije o prilagoditveni spremembi« (Holling, Gunderson, Ludwig 2002). Skupaj z Lance H. Gurdensonom sta ga konceptualizirala kot kontinuum »hierarhičnega delovanja mednivojskih dinamik« ter povezanega niza prepletenih »prilagoditvenih in obnovitvenih ciklov«, ki določajo trajnostnost delovanja ekoloških in družbenih sistemov (Holling 2001, 396; Gunderson, Holling 2002). Ali drugače, govorimo o hierarhični strukturi, v kateri so naravni in družbeni sistemi povezani v kontinuum prilagoditvenih ciklov rasti, kopičenja, preoblikovanja in obnove, ki ne poteka po »togi, vnaprej določeni poti in trajektoriji« na ravni gospodinjstva, vasi ali regij (Gunderson *et al.* 1995; Folke *et al.* 1998; Holling, Gunderson 2002, 51).

1 »Panarhija« je skovanka (pan-hierarchy), ki označuje korelacijo med spreminjanjem in trajnostjo, med predvidenim in nepredvidenim. Gunderson in Holling (2002, 5) sta v eno besedo združila ime grškega boga Pana (spremenljivost in nepredvidljivost) in hierarhijo kot oznako struktur, ki ohranjajo sistem in omogočajo razvoj. Velja opozoriti, da se v filozofiji uporablja že od leta 1591. Vpeljal jo je Franciscus Patricius (Frane Petrić) v monografiji »Nova de Universis philosophia«, ki je sestavljena iz štirih delov: »Panaugia«, »Panarchia«, »Pampsychia« in »Pancosmia«. Umeščena je tudi v sistemsko teorijo, kjer velja za nasprotek hierarhiji.



Slika 5. Hollingov kontinuum prilagoditvenih ciklov (prirejeno po Holling 2001, 394). Predstavljene so štiri ekosistemske in ekonomske funkcije (r, K, Ω,α) in cikel dogodkov. Y os pomeni potencial rasti virov, X os pa stopnjo povezanosti med spremenljivkami. Izhod iz cikla je označen s črko x. Ta označuje upad virov ter zdrs na nižjo produktivno in organizacijsko raven delovanja sistema. Krajše puščice označujejo počasno, daljše pa hitro spreminjanje stanj.

Figure 5. Holling's continuum of adaptation cycles (modified from Holling, 2001, 394). Shown are four ecosystem and economic functions (r, K, Ω, α) and the cycle of events. The Y-axis denotes the potential for resource accumulation, and the X- axis denotes the degree of linkage between the variables. The x marks the exit from the cycle and indicates the transition to a less productive and less organized system. Short, closely spaced arrows indicate a slowly changing situation; a long dotted arrow indicates a rapidly changing situation.

»Panarhija« je v tem kontekstu ponavljajoči se prilagoditveni cikel štirih faz procesov in dogodkov (slika 5). Prvo, »r« fazo označujejo izraba, hitra selitev na nenaseljena ali redkeje poseljena področja, hitra demografska rast, nove tehnologije in preživetvene strategije. Za drugo, »K« fazo so značilni obdobje ohranjanja ali zastoja (*stasis*), napačno upravljanje ter naraščajoča rigidnost. Tretja, »Ω« faza je obdobje opustitve ali »kreativne destrukcije« in kaotičnega reševanja problemov, opustitve gospodarskih virov, kolapsa in izselitve. Četrta, zadnja, »α« faza je obdobje preureditve in obnove (Gunderson, Holling 2002; Berkes *et al.* 2003; Walker, Salt 2006, 163; Folke 2006; Scheffer 2009; Aimers, Iannone 2014). Velja opozoriti, da je zaradi nenadnih, nepredvidljivih in dolgotrajnih dogodkov in procesov, ki potekajo zunaj ciklov, še posebej v prilagoditveni fazi, mogoč tudi popoln kolaps in trajna prekinitev kontinuuma delovanja sistemov. Holling (2001, 399) ga je povezal z dolgotrajnimi in kataklizmičnimi dogodki.

»Panarhija« je torej model preoblikovanja hierarhičnih struktur v dinamične prilagoditvene entitete, občutljive že za majhne motnje na prehodu iz faze rasti v »omega« fazo kolapsa in preoblikovanja ter prehoda v »alpha« fazo hitre rasti. Poudarjen je pomen mednivojskih dinamik in interakcij, ki po »revoltu« pripeljejo do »kreativne destrukcije« in aktivirajo »spominjanje«. To usmerja preoblikovanje in obnovo. V spominu so namreč akumulirane zgodovina in izkušnje delovanja sistema, ki zagotavljajo »kontekst, obnovitvene vire in inovativnost v samoorganiziranju, ki sledi vsakokratni motnji« (Gunderson *et al.* 2002, 15). Z drugimi besedami, v dolgoročnem družbenem (kolektivnem) spominu je ohranjeno razumevanje dinamik preteklih okoljskih sprememb, prenesena pa je tudi izkušnja, povezana s hitrimi podnebnimi spremembami in prilagoditvami nanje (McIntosh 2000, 24). Panarhija je hkrati »kreativna in konservativna«, ohranja namreč dinamično ravnotežje med hitrimi spremembami in tradicijo na eni ter motnjami in interaktivnimi mednivojskimi dinamikami na drugi strani. Sistem se hkrati ohranja in razvija (Holling 2001). Odpornost torej pomeni biti sposoben neprestano preoblikovati obstoječe družbene strukture, hierarhije in gospodarske prakse ter vedno znova začeti cikel delovanja – z drugimi besedami, ohranjati sposobnost trajnega razvoja (Smit, Wandel 2006; Nicoll, Zerboni 2020; za pregled in kritiko konceptov glej tudi Soens 2020).

Novejši povzetek »formalne teorije odpornosti (teorije o prilagoditveni spremembi)« sta s pomočjo poznoantičnih in zgodnjesrednjeveških primerov predstavila John Haldon in Arlene Rosen (2018). Osnova teorije ostaja »prilagoditveni cikel«, v katerem družbeno-ekološki sistem deluje po stopnjah. Te segajo od »naraščajoče kompleksnosti, povezanosti in konservativnosti« (rast, r-faza) do stopnje, v kateri so »omrežja preobremenjena« (stabilnost, K-faza) in omejujejo sposobnost sistema, da se ustrezno odzove na zunanji in notranji stres. Sledi stopnja Ω (katastrofični prehod), ki pomeni »sprostitev in sistemu omogoča številne možne odzive, nove in/ali tradicionalne«. Ω-stopnja hitro preide v α-stopnjo, ki je zelo prožna in ohlapno strukturirana ter omogoča hitro reorganizacijo sistema ter vstop v »nova ravnovesja z drugačnimi ključnimi značilnostmi«. Do katastrofičnega scenarija pride le, če pride do zloma v večini stopenj prilagoditvenega cikla.

Historični geografi in paleoekologi so kolaps umestili tudi v scenarije »zgodovinske trajektorije ranljivosti« in »okoljsko-kulturnih interakcij«. V njih ohranjajo predpostavko o kolapsu preteklih civilizacij kot neposredni posledici podnebnih sprememb. Sklicevali so se na različne ekonomsko-razvojne in demografske modele, ki temeljijo na evolucijski paradigmi postopnega, kontinuiranega in unilinealnega razvoja preteklih družb. V trajektorije ranljivosti so na začetek postavili močno ranljive mezolitske lovce in nabiralce ter neolitske poljedelce. Sledijo jim manj ranljive kompleksne in centralizirane ter zatem visoko produktivne in stabilne agrarno-urbane družbe, vendar te v prenaseljenih regijah in na področjih nenadzorovanega črpanja naravnih virov ponovno postanejo ranljive. V prvih je kolaps »celotnega kulturno-demografskega sistema« edini odgovor na podnebne dogodke. Šele v zadnje je umeščen razvoj prilagoditvenih praks, njegov začetek pa je povezan z začetkom agrarne revolucije ob koncu 18. stoletja (Messerli *et al.* 2000). V kontekstu okoljsko-kulturnih interakcij so predstavljeni štirje različni odgovori preteklih družb na podnebne in okoljske premene (Coombes, Barber 2005). Prvi je popoln kolaps poselitve obrobnih področij, ki se zgodi zaradi izgube preživetvenih virov, močnega upada pridelovalnega gospodarstva in zdrsa pod mejo preživetja. V drugem se zgodi delen upad poselitve obrobnih regij zaradi ravni oskrbe pod mejo preživetja. V tretjem podnebne in okoljske spremembe sprožijo tehnološki razvoj in spremembe v pridelovanju hrane, ki omogočijo nov socialni in ekonomski razvoj ter oblikovanje nove ravni družbene kompleksnosti. Scenarij temelji na ekonomsko-razvojnem modelu Ester Boserup (1965; ista 1988), v katerem velja, da so bile družbe v preteklosti zaradi demografske rasti in omejenih gospodarskih virov (intenzivna raba in/ali izguba preživetvenih virov zaradi podnebnih anomalij) prisiljene reformirati in posodobiti preživetvene prakse. V četrtem odgovoru je predviden vsesplošen kolaps družbenih struktur v osrednjih regijah in na obrobju. Temelji na scenariju »kaskadnega razpada sistemov« preteklih kompleksnih družb, v katerem sta ključna koncepta »fraktalov« in pojavljanja »samoorganiziranih kritičnih točk«, ki se uporabljata v teoretski fiziki. V našem primeru gre preprosto za ponavljajoče se vzorce »kritičnih« dogodkov v naravnem okolju, v politiki, ekonomiji in družbeno-socialnih odnosih (Brunk 2002). Vsak od njih lahko povzroči postopen razpad družbenega sistema. Zato Paul Coombes in Keith Barber (2005, 309) ocenjujeta, da je lahko vsesplošen kolaps »samoorganiziranega sistema« posledica katerega koli od kritičnih dogodkov. Strinjata pa se, da so kolaps mezopotamskih in srednjeameriških civilizacij povzročile hitre podnebne spremembe ter nanje vezane globalne ohladitve in suše.

Intenzivne diskusije so bile namenjene definiranju in povezljivosti treh konceptov: ranljivosti, prilagoditve ter odpornosti, in opozorilu, da je zadnji pogosto konceptualiziran nejasno in raztegljivo ter zato nepovezljiv s prvima (Brand, Jax 2007; Haldon, Rosen 2018). Triada ostaja umeščena v interpretativni kontekst, ki ga zamejujeta kolaps in katastrofa (Gallopín 2006; Endfield 2012; 2014; Van Bavel *et al.* 2020, 2–42).

Novejši poskusi implementacije panarhije in prilagoditvenih ciklov v arheologiji so objavljeni v treh zbornikih. V prvem, »Resilience and the Cultural Landscape« (Plieninger, Bieling 2012), so študije osredotočene na kulturne krajine, ki so se oblikovale skozi interakcije med ljudmi in naravo. V drugem, »Adaptive Cycles in Archaeology« (Bradtmöller, Riel-Salvatore, Grimm 2017), je pozornost usmerjena v prazgodovinsko arheologijo; »ta ponuja širok spekter primerov, ki nas poučijo o trajnostnem in prilagodljivem vedenju določenih skupnosti, pa tudi o uspešnih preobrazbah človeških sistemov, ki jim je uspelo ohraniti celovitost v času ekoloških nihanj in družbenih premen« (Grimm, Riel-Salvatore, Bradtmöller 2017, 1). Vendar uredniki opozarjajo na težave v koreliranju zaporednih kulturnih in klimatskih sekvenc na eni ter definiranju kompleksnosti na drugi strani. Težava je tudi v uporabi ključnih Hollingovih (2001) parametrov, ki omogočata spreminjanje sistema v prilagoditvenih ciklih, notranje »*povezanosti* (connectedness)« in »sposobnosti (potential)«. V arheoloških interpretacijah sta namreč združena v »kompleksnost (complexity)«. Parametra bi lahko nadomestili podatki o »virih preživetja«, »kompleksnosti družbene organiziranosti«, »velikosti populacije« in »tehnološkem razvoju« (Bradtmöller, Grimm, Riel-Salvatore 2017). V tretjem zborniku, »Archaeology, climate, and global change«, ki je izšel kot posebna izdaja Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 117/15 (2020), je vsebina zamejena s petimi prispevki o prilagoditvenih strategijah, povezanih s klimatskimi spremembami na globalni ravni, in vlogi arheologije v meddisciplinarnih raziskavah preteklih, sedanjih ter napovedi prihodnjih podnebnih sprememb in z njimi povezanih okoljskih izzivov (Rick, Sandweiss 2020).

Še enkrat velja omeniti niz člankov, ki s pomočjo tisočletnih prazgodovinskih in zgodovinskih regionalnih kulturnih trajektorij in podnebnih dinamik pomenijo kritične razmisleke o veljavnosti in uporabnosti formalne teorije trajnosti ter ponujajo nov povzetek »prilagoditvenih ciklov« (Allcock 2017; Haldon, Rosen 2018; Izdebski, Mordechai, White 2018; Xoplaki *et al.* 2018).

V razmislek ponujamo še umestitev odpornosti in z njo povezanega prilagoditvenega cikla v kontekst »človekove ekodinamike (human ecodynamics)«, oziroma študija »dolgoročnih sprememb v družbeno-ekoloških sistemih«. Vanj sta vključeni tudi »človekova vedenjska ekologija (human behavioral ecology)« in »gradnja kulturne niše (cultural niche construction)« (Fitzhugh *et al.* 2019). Človekova ekodinamika je označena kot »krovni termin za opisovanje človeka in njegovega okolja, ki ga sestavljajo kopne in morske krajine ter temelji na sodelovanju med arheologi in drugimi raziskovalci iz družboslovnih in naravoslovnih znanosti« (Holm 2016, 307). Ni pa interpretativni model, čeprav urednici zbornika »Human Ecodynamics in the North Atlantic. A Collaborative Model of Humans and Nature through Space and Time« (Harrison, Maher 2014, 3–4) ekodinamiki pripisujeta vlogo nove paradigme, ki s pomočjo meddisciplinarnega raziskovalnega pristopa omogoča razumeti pretekle interakcije človek-okolje in oblikovati napovedi odzivov človeka na okoljske premene, ki lahko vodijo do različnih načinov prilagoditve in rasti, pa tudi propada. Pristop lahko označimo kot meddisciplinarni študij koevolucije naravnih in družbeno ekonomskih sistemov v različnih krajinah skozi čas, v katerem ima arheologija osrednjo vlogo pri razumevanju odnosov med človekom in okoljem ter prepoznavanju problemov, povezanih s trajnostnim razvojem modernih družb (van der Leeuw, Redman 2002; Degroot *et al.* 2021). Ključno je zajemanje in povezovanje nadomestnih paleoklimatoloških podatkov v arheoloških zapisih na lokalni in regionalni ravni (Fitzhugh *et al.* 2019, 1085–1086; Kirch 2005; Sandweiss 2017).

V tem kontekstu velja omeniti še poskus definiranja arheološkega »dogodka« v povezavi s preteklimi podnebnimi premenami in njegovim pomenom v napovedovanju negotove prihodnosti. Lull *et al*. (2015, 30) ga s pomočjo Badioujevega, Žižkovega in Deleuzejevega filozofskega konceptualnega razmisleka in sedmih interpretativnih postulatov označi za pojem, ki naj bi se ga v arheologiji izogibali, predvsem pa ga ne vključevali v napovedovanje dogajanja v prihodnosti, kajti »prihodnost preteklih dogodkov, je preteklost tudi za nas in nikakor ne smemo verjeti, da je večna«.

Na koncu predstavljamo še definiciji odpornosti in prilagoditve, ki ju je predstavil Medvladni odbor za podnebne spremembe pri OZN in naj bi bili splošno sprejeti v meddisciplinarnih raziskavah. Odpornost je tako »sposobnost družbenih, ekonomskih in okoljskih sistemov, da se soočijo z nevarnim dogodkom, trendom ali motnjo in se odzovejo ali reorganizirajo na načine tako, da ohranijo svoje ključne funkcije, identiteto in strukturo ter sposobnost prilagajanja, učenja in preoblikovanja«. Prilagoditev je človekov »proces prilagajanja dejanskemu ali pričakovanemu podnebju in njegovim učinkom z namenom blažitve posledic ali izkoriščanja dobrih priložnosti« (Matthews 2018). Ne smemo pa spregledati, da smo podobno definicijo odpornosti, sposobnosti skupnosti, da prenesejo in si opomorejo od stresov, ki jih povzročajo okoljske spremembe ali družbeni, gospodarski in politični pretresi, ter oceno, da je odpornost družb in njihovih ekosistemov ključnega pomena pri ohranjanju možnosti našega nadaljnjega razvoja, srečali že pred desetletjem v arheološki študiji o egejski prazgodovini (Weiberg 2012, 150). Skupek konceptov panarhija, prilagoditveni cikel in odpornost je v študiji predstavljen kot nadomestek sistemske teorije in konceptualno orodje, s katerim lahko povežemo procesno in poprocesno arheologijo.

Nenadne podnebne spremembe in kolapsi ali prilagoditve prazgodovinskih kultur

Malo je bilo odziva na poskus enačenja »prilagoditvenega cikla« s »kulturnim ciklom« in njegovo vpeljavo v arheološke študije. Andreas Zimmermann (2012) je kulturni cikel uvedel kot nadomestek zunanjih dejavnikov (podnebnih sprememb) in ga povezal z mobilnostjo poljedelskih, preddržavnih družb. Umestil ga je v kontekst kulturne evolucije ter povezal s konceptoma razvojnih stopenj in kulturnih premen ter Childovo (1936) revolucionarno-razvojno trajektorijo, imenovano neolitska-urbana-industrijska revolucija. Kulturni cikli naj bi se v Srednji Evropi prekrivali s periodnim in kulturno-razvojnim zaporedjem, štiristopenjsko demografsko sekvenco in populacijsko rastjo od 1 prebivalca na 100 km^2 pri mezolitskih lovcih in nabiralcih, med 0,6 in 1,8 prebivalca na 1 km^2 v neolitiku, bronasti in železni dobi, med 24 in 25 prebivalcev na 1 km^2 v rimskem obdobju in času

po preseljevanju ljudstev do industrijske revolucije ter 50 prebivalcev na 1 km^2 v času po industrijski revoluciji (Zimmermann 2012, 251, Fig. 1; glej tudi Widlok *et al.* 2012). S pomočjo neolitskih kultur Pfyn in kulture linearno trakaste keramike je bil nekaj let kasneje kulturni cikel opisan kot zaporedje štirih faz panarhije. Demografski trend, določen je bil s pomočjo števila sočasnih naselij, hiš in lesenih palisad, je služil kot spremenljivka, ki te faze razmejuje in zamejuje. Tudi tokrat so bile sočasne nenadne podnebne spremembe, sicer dokumentirane v paleoklimatskih arhivih, označene kot nepomembne (Peters, Zimmermann 2017). Posebej zanimiva je povezava kulturnega cikla in teorije »dvojne dediščine« (Boyd, Richerson 1985), ki temelji na Darwinovi konceptualizaciji evolucije in nasprotuje Binfordovemu (1972, 431) konceptu kulture kot ekstrasomatskemu načinu prilagoditve na okolje in s tem tudi Spencerjevi konceptualizaciji evolucije (Budja *v pripravi*).

Več pozornosti je bilo v prazgodovinski arheologiji in paleoklimatologiji namenjene procesu neolitizacije, nenadnima ohladitvama »9.2 ka« in »8.2 ka klimatskima dogodkoma« ter nanju vezanim paleoklimatskim zapisom v vzhodnem Sredozemlju, zahodni Mali Aziji, na južnem Balkanu in Apeninskem polotoku (Rohling, Pälike 2005; Rohling *et al.* 2009; Pross *et al.* 2009; Dormoy *et al.* 2009; Peyron *et al.* 2011; Tubi, Dayan 2013; Magny *et al.* 2003; 2013; Magny, Combourieu-Nebout 2013; Francke *et al.* 2013; Siani *et al.* 2013). »8.2 dogodek» je bil v Grenlandski ledni vrtini datiran med 8300 +10/–40 in 8140 +50/–10 pred sedanjostjo (Rasmussen *et al.* 2014). Pri pojasnjevanju razvoja zgodnjega neolitika v Mali Aziji in Evropi sta se v povezavi z 8.2 ka klimatskim dogodkom izoblikovala dva scenarija. V prvem velja, da hitre ohladitve in suše povzročijo kulturni, gospodarski in demografski kolaps, opustitev naselij v Levantu, jugozahodni Anatoliji (Catalhüyük) in na Cipru ter selitev poljedelcev, živinorejcev in njihovih praks v jugovzhodno Evropo (Budja 2007; Clare *et al.* 2008; Weninger *et al.* 2009; 2014; Özdoğan 2014). Po drugem scenariju, vanj je vključen tudi »9.2 ka« klimatski dogodek, je opustitev naselij in prekinitev v poselitvi majhna. Dokumentirana je le v nekaj (4 od 83) neolitskih naseljih. Poljedelci in živinorejci so razvili nove socialne in prilagoditvene strategije ter niso migrirali na oddaljena področja v jugovzhodni Evropi (Flohr *et al.* 2016). Oba scenarija temeljita na velikem številu arheoloških naselbinskih arhivov in radiokarbonskih datumov ter istih paleoklimatskih arhivih. V prvega je vključenih 42 naselbin in 735 radiokarbonskih datumov (Weninger *et al.* 2014), v drugega pa 83 naselbin in 3397 radiokarbonskih datumov (Flohr *et al.* 2016). V vzporednih študijah so bili poudarki namenjeni modeliranju regionalnih padavinskih režimov v sicer sušnem in hladnem obdobju »8.2 ka« klimatskega dogodka in domnevne zgodnje neolitske kolonizacije Evrope (Gauthier 2016) ter paleohidrološkemu in sedimentološkemu preoblikovanju (erozije) arheoloških zapisov in stratigrafskih superpozicij, neposredno povezanih s procesom neolitizacije v vzhodnem Sredozemlju (Berger *et al.* 2016).

Tudi Bondov peti, »5.9 IRD dogodek« in Mayewskijevo obdobje nenadnih podnebnih sprememb »6000–5200 cal yr BP« sta na eni strani povezana s kulturnim, gospodarskim in demografskim kolapsom prvih poljedelskih skupnosti (zgodnje neolitske kulture linearno trakaste keramike) v srednji in zahodni Evropi (Shennan, Edinborough 2007). Na drugi strani je uporaba teorije prilagodljivosti, odpornosti in prilagoditvenih ciklov (Gronenborn *et al.* 2014; Peters, Zimmermann 2017) pokazala, da hitre podnebne spremembe niso imele takojšnjega in katastrofičnega vpliva. Bile so le eden od destabilizirajočih dejavnikov. Sušna obdobja in spremenjen padavinski režim tako sovpadajo z demografskim upadom in spremenjenimi poselitvenimi vzorci (zmanjšan obseg naselja in manjše število hiš). Obdobja z več padavinami se prekrivajo s populacijsko rastjo. Obdobja najmočnejših podnebnih nihanj (5140/30 in 5090/80 den pr. n. št.), v katerih so se sušna obdobja izmenjevala z neobičajno vlažnimi obdobji in obdobji neobičajno visokih temperatur (5106/05 den pr. n. št.), so povezana z gradnjo obzidij, socialnimi napetostmi in nasiljem v vzhodnih regijah kulture linearno trakaste keramike. V zahodnih regijah je v obdobju večje namočenosti po letu 5098 den pr. n. št. prišlo do največje zgostitve prebivalstva. Kulturni zdrs in populacijski kolaps sledita po koncu podnebnih anomalij (Gronenborn *et al.* 2014; 2017).

Bernhard Weninger *et al.* (2009, 48–49; glej tudi Jung, Weninger 2015) so Mayewskijeva obdobja nenadnih podnebnih sprememb 6000–5200, 4200–3800 in 3000–2930 BP povezali s kolapsom bakrenodobnih in bronastodobnih kultur (opustitev naselja VIIb9 v Troji) v jugovzhodni Evropi in delu Anatolije. V Mezopotamiji ju povezujejo z odsotnostjo monsunskih sezonskih deževij, sušami in ohladitvami. Prvo naj bi povzročilo kolaps kulture Uruk v Mezopotamiji in podobno dve stoletji zatem še

Pomlad 1676	Balkan: hud mraz
Zima 1679/80–April 1680	Jonsko morje: neprekinjeno deževje, litanije južni Egej: hud mraz, snežne padavine
Zima in pomlad 1682	zahodna Grčija: suša, pomanjkanje žita, lakota
Zima 1682/83	Grčija: hud mraz, zmrzal, pogin živali, propad pridelkov, visoke cene, lakota
Zima 1684/85	Jonsko morje: neprekinjeno deževje, poplave, zrušenje stavb, visoke cene
Zima 1686/87	Grčija: hud mraz, jezero Joanina zamrznjeno 3 mesece, lakota
1690	Srbija, Bosna in Hercegovina: visoke cene, lakota Atene: dolgo sušno obdobje
1691	Kreta: hud mraz, suša, žito ni vzklilo
1691–1694	Kreta: slaba letina, lakota, visoke cene oljčnega olja
Jesen 1695–zima 1696	Egejsko morje: suša, izpad žetve, cerkvene litanije
1699/1700	Grčija: hud mraz in dolgotrajna snežna odeja, gorovje na Kreti prekrito s snegom vse leto 1700; slaba letina Tesalija: pogin živali
Zima 1708/09	Srbija: hud mraz, lakoda, kuga, umiranje ljudi
1710	Nekdanja Jugoslavija: slaba letina, lakota
Jesen 1710–zima 1711	Jonsko morje: vročina in suša, izsušitev vodnjakov Joanina, Arta: kobilice
November 1712–poletje 1714	Grčija: suša, slaba žetev, visoke cene, lakota Solun: kuga
Zima 1713/14	Severna Grčija: suša, hud mraz, slaba letina Srbija: hud mraz, umiranje ljudi
1715	Grčija: velika lakota
1780	severozahodna Grčija: močno deževje, poplave, zrušenje stavb (večinoma zgradbe iz ilovice), visoke cene Kreta: lakota, kuga
Zima 1782	Grčija: hud mraz, zamrznjeno jezero Karla, propad oljčnih nasadov in sadovnjakov, pogin živali Bosna in Hercegovina: kuga, umiranje ljudi
Zima 1789/90	Srbija: visoka snežna odeja, umiranje ljudi in pogin živali
Zima in pomlad 1805	severna Grčija: močno deževje, pogin goveda, slaba letina
Zima 1807/08	severna in osrednja Grčija: hud mraz, zamrznjeno jezero Kastorija
Zima 1828/29	Grčija: hud mraz, dolgotrajna in debela snežna odeja, zamrznjeno jezero Kastorija, propad dreves in pogin živali

Slika 6. Slabe letine, lakote in kuge ter vremenski/klimatski dogodki v letih 1675–1715 in 1780–1830. V poševnem tisku so označena obdobja izjemnih dogodkov in ekstremnega vremena, ki ga avtorji podrobneje analizirajo ter povežejo z okrepljenim delovanjem sibirskega anticiklona in prelivanjem arktičnega zraka v zimskih in spomladanskih mesecih v Sredozemlje (prirejeno po Xoplaki *et al*. 2001, Tab. II).

Figure 6. The years 1675-1715 and 1780-1830 with crop failures, famines and plagues, and weather/climate events. Italics indicate the historical events and the extreme weather/climate events that the authors associate with the strong Siberian anticyclone andthe westward Arctic air flow in winter and spring in the Mediterranean region (modified from Xoplaki *et al*. 2001, Tab. II).

propad kulture Jemdet Nasr (Brooks 2006; 2011; 2013). V osrednji Sahari je opazen kolaps živinorejskega gospodarstva in transhumance. Poselitveni vzorec razpade, kajti število naselij se v pasu nad 23º severne geografske širine bistveno zmanjša. Ohranijo se le v oazah (Brooks 2011; di Lernia 2002; di Lernia *et al.* 2020; Vernet, Faure 2000). Tudi v osrednji Kitajski, ob Rumeni reki in v Notranji Mongoliji, omenjeni anomaliji povezujejo z nizom hitrih in močnih ohladitev, s spremembami v vzhodnoazijskem monsunu ter kolapsi poljedelskih in živinorejskih kultur Liangzhu, Shijiahe, Shangdong Longshan in Laohushan (Zhang *et al.* 2000; Wu Liu 2004; Xiao *et al.* 2004). Na Irskem je nasprotno kolaps bronastodobne kulture radiokarbonsko datiran po koncu hitre podnebne spremembe ter povezan z ekonomskim in družbenim razpadom, ki ga je povzročil prehod na nove tehnologije – metalurgijo železa ter oblikovanje novih ekonomskih praks in družbenih omrežij (Armit *et al.* 2014).

Na teoretski ravni je bilo nekaj poskusov konceptualiziranja »arheologije podnebnih sprememb«, ki temeljijo na izhodišču, da podnebne in okoljske spremembe niso bile edine, s katerimi so se soočale družbe v preteklosti in zato ne morejo služiti kot privzetek, s katerim pojasnjujemo njihove kolapse. Poudarjeni so regionalna ekološka variabilnost ter ekonomski, socialni in čustveni odzivi preteklih družb. Te je mogoče prepoznati v spremenjenih subsistenčnih strategijah ter oblikovanju ritualnih lokusov in krajin (van de Noort 2011a; 2011b). Toby Pillatt (2012) je na drugi strani predlagal raziskovalni in interpretativni odmik od »podnebja in družbe«. Ključni naj bi bili »vreme«, »krajina« in »družbeni spomin«. Pri tem je vreme prepoznal »kot materialno podstat krajine«, krajino pa kot »materializirano razmerje med človekom in okoljem«. Družbeni spomin povezuje »dolgotrajne pretekle podnebne spremembe in trenutne odločitve ljudi v preteklosti kot odgovor na vreme«. Deluje kot konceptualna in simbolna podlaga, ki omogoča prenos okoljskega vedenja iz generacije v generacijo. Delovanje v preteklosti je bilo torej vedno pogojeno z dojemanjem okolja, ki se je izoblikovalo kot kolektivno védenje, nastalo na preteklih izkušnjah in ohranjeno v skupnem spominu.

Na koncu omenimo še arheookoljsko-politični pristop, kjer sta arheologija in kulturna dediščina prepoznani ne le kot vir informacij o preteklih človekovih okoljih, ampak tudi »kot promotor sodobnega globalnega podnebnega odziva v kompleksnem družbenem okolju« (Rockman, Hritz 2020, 8296). Pri tem ne smemo spregledati, da je arheologija le ena od disciplin, ki jo Dagomar Degroot *et al.* (2021) umeščajo v meddisciplinarni znanstveni paket »zgodovina podnebja in družbe«. Vanj so umeščene še geografija, zgodovina in paleoklimatologija. Avtorji opozarjajo, da so pojasnitve podnebja v preteklosti pogosto temeljile na med seboj nepovezanih zgodovinskih podatkih, neposrednih zapisih preteklega podnebnega dogajanja (tj. nadomestni podatki v podnebnih paleoarhivih) in ocenah različnih statističnih modeliranj dosegljivih podatkov, ki pa se lahko na prostorsko-časovnih lestvicah globalno zelo razlikujejo. Posledica so napačno prepoznani vzroki, obseg, čas in potek preteklih podnebnih sprememb. Avtorji zavračajo katastrofične scenarije, priznavajo pa, da so podnebne spremembe včasih imele uničujoče učinke na pretekle družbe (glej tudi Degroot 2018). S pomočjo koncepta odpornosti in arheološko-zgodovinskih primerov v poznoantični mali ledeni dobi in srednjeveški mali ledeni dobi avtorji predstavijo pet načinov (strategij) odpornosti, ki so preteklim družbam v različnih regijah omogočile preživetje in razvoj. Te so: (I) izkoriščanje novih priložnosti, (II) odporni energetski sistemi, (III) viri trgovanja in imperiji, (IV) politične in institucionalne prilagoditve ter (V) migracije in preoblikovanje (glej tudi Degroot *et al.* 2021, Supplementary information, Fig. 2). Podobnost z modelom panarhije seveda ni naključna, čeprav ga avtorji ne omenjajo. Poudarjajo pa, da je njihov pristop ključen pri pojasnjevanju dogajanj v preteklosti in njihovega napovedovanja v prihodnosti.

Namesto zaključka

Poučen je zgodovinski zapis nenadnih podnebnih anomalij ter njihovih posledic na Balkanu in v vzhodnem Sredozemlju v času male ledene dobe v 17., 18. in 19. stoletju, ki se prekrivajo z obdobji zmanjšane Sončeve iradiacije (Maunderjev minimum) in močnimi vulkanskimi izbruhi (Tambora v Indoneziji). Eleni Xoplaki in sodelavca (2001) so predstavili nize ekstremnih dogodkov v posameznih regijah, ki se kažejo v hudih in dolgih zimah ter dolgih, vročih in sušnih in/ali hladnih ter mokrih obdobjih s poplavami, v katerih žito ni vzklilo, pašniki in sadovnjaki pa so bili uničeni. Polja in travniki so bili uničeni, domače živali pa so poginile. Sledili so pomanjkanje hrane, lakote, epidemije kuge, demografski upad in depopulacija posameznih regij (slika 6). Dogajanje lahko na eni strani uporabimo kot scenarij, ki se

je v preteklosti odvil večkrat in ga v arheoloških zapisih običajno beležimo kot prekinitev v ^{14}C sekvencah in poselitvenih ter kulturnih nizih, na drugi strani pa omogoča preveriti teoretske koncepte panarhije, prilagoditvenega cikla in odpornosti, ki naj bi jih razvile predindustrijske družbe.

Literatura / References

AIMERS, J., G. IANNONE 2014, The Dynamics of Ancient Maya Developmental History. – V / In: Ianonne, G. (ur. / ed.), *The Great Maya Droughts in Cultural Context. Case Studies in Resilience and Vulnerability.* – Boulder, University Press of Colorado, 21–50.

ALLCOCK, S. L. 2017, Long-term socio-environmental dynamics and adaptive cycles in Cappadocia, Turkey during the Holocene. – *Quaternary International* 446, 66–82.

ALLEN, T. F. H., J. A. TAINTER, T. W. HOEKSTRA 2003, *Supply-Side Sustainability*. – New York, Columbia University Press.

ALLEY, R. B., P. A. MAYEWSKI, T. SOWERS, M. STUIVER, K. C. TAYLOR, P. U. CLARK 1997, Holocene climatic instability: Aprominent, widespread event 8200 yr ago. – *Geology* 25/6, 483–486.

ALLEY, R. B., J. MAROTZKE, W. D. NORDHAUS, J. T. OVERPECK, D. M. PETEET, R. A. PIELKE, R. T. PIERREHUMBERT, P. B. RHINES, T. F. STOCKER, L. D. TALLEY, J. M. WALLACE 2003, Abrupt Climate Change. – *Science* 299, 2005–2010.

ANDERSON, D. G., K. A. MAASCH, D. H. SANDWEISS, P. A. MAYEWSKI 2007, Climate and culture change: exploring Holocene transitions. – V / In: Anderson, D. G., Maasch, K. A., Sandweiss, D. H. (ur. / eds.), *Climate Change and Cultural Dynamics. A Global Perspective on Mid-Holocene Transitions*. – Amsterdam, London, Tokyo, Elsevier, 1–24.

ARMIT, I., G. T. SWINDLES, K. BECKER, G. PLUNKETT, M. BLAAUWD 2014, Rapid climate change did not cause population collapse at the end of the European Bronze Age. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, 17045–17049.

ARNEBORG, T. W., J. HEINEMEIER, N. LYNNERUP, H. L. NIELSEN, N. RUD, A. E. SVEINBJORNADOTTIR 1999, Change of diet of the Greenland Vikings determined from stable isotope analysis and 14C dating of their bones. – *Radiocarbon* 41, 157–168.

NASA Global Climate Change 2020, *There is No Impending 'Mini Ice Age'*. – Ask NASA Climate, 13. February

2020. https://climate.nasa.gov/ask-nasa-climate/2953/there-is-no-impending-mini-ice-age/.

BAR-YOSEF, O., M. BAR-MATTHEWS, A. AYALON 2017, 12,000–11,700 cal BP: The Collapse of Foraging and Origins of Cultivation in Western Asia. – V / In: Weiss, H. (ur. / ed*.), Megadrought and Collapse. From Early Agriculture to Angkor*. – Oxford, Oxford University Press, 33–68.

BARBER, K. E., F. M. CHAMBERS, D. MADDY 2004, Late Holocene climatic history of northern Germany and Denmark: peat macrofossil investigations at Dosenmoor, Schleswig-Holstein and Svanemose, Jutland. – *Boreas* 33, 132–144.

BELL, B. 1971, The Dark Ages in Ancient History. I. The First Dark Age in Egypt. – *American Journal of Archaeology* 75/1, 1–26.

BERGER, J.-F., L. LESPEZ, C. KUZUCUOĞLU, A. GLAIS, F. HOURANI, A. BARRA, J. GUILAINE 2016, Interactions between climate change and human activities during the early to mid-Holocene in the eastern Mediterranean basins. – *Climate of the Past* 12, 1847–1877.

BERGLUND, B. E. 2003, Human impact and climate changes - synchronous events and a causal link? – *Quaternary International* 105, 7–12.

BERKES, F., J. COLDING, C. FOLKE 2003, Introduction. – V / In: Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (ur. / eds.), *Navigating Social–Ecological Systems. Building Resilience for Complexity and Change*. – Cambridge, Cambridge University Press, 1–30.

BERNSTEIN, L., P. BOSCH, O. CANZIANI, Z. CHEN, R. CHRIST, O. DAVIDSON, W. HARE, S. HUQ, D. KAROLY, V. KATTSOV, Z. KUNDZEWICZ, J. LIU, U. LOHMANN, M. MANNING, T. MATSUNO, B. MENNE, B. METZ, M. MIRZ, N. NICHOLLS, L. NURSE, R. PACHAURI, J. PALUTIKOF, M. PARRY, D. QIN, N. RAVINDRANATH, A. REISINGER, J. REN, K. RIAHI, C. ROSENZWEIG, M. RUSTICUCCI, S. SCHNEIDER, Y. SOKONA, S. SOLOMON, P. STOTT, R. STOUFFER, T. SUGIYAMA, R. SWART, D. TIRPAK, C. VOGEL, G. YOHE (ur. / eds.) 2008, *Climate Change 2007 Synthesis Report.* – Geneve, Intergovernmental Panel on Climate Change, World Meteorological Organization.

BINFORD, L. R. 1968, Archaeological perspectives. – V / In: Binford, S. R., Binford, L. R, (ur. / eds.), *New perspectives in archaeology*. – Chicago, Aldine, 5–32.

BINFORD, L. R. 1972. Post-Pleistocene Adaptations. – V / In: Binford, L. R. (ur./ed.), *An Archaeological Perspective*. – New York, Seminar Press, 431.

BINI, M., G. ZANCHETTA, A. PERŞOIU, R. CARTIER, A. CATALÀ, I. CACHO, J. R. DEAN, F. DI RITA, R. N. DRYSDAL, M. FINNÈ, I. ISOLA, B. JALALI, F. LIRER, MAGRI, D., A. MASI, L. MARKS, A. M. MERCURI, O. PEYRON, L. SADORI, M.-A. SICRE, F. WELC, C. ZIELHOFER, E. BRISSET 2019, The 4.2 kaBP Event in the Mediterranean region: an overview. – *Climate of the Past* 15, 555–577.

BOND, G., W. SHOWERS, M. CHESEBY, R. LOTTI, P. ALMASI, P. DE MENOCAL, P. PRIORE, H. CULLEN, I. HAJDAS, G. BONANI 1997, A pervasive millennial-scale cycle in the North Atlantic Holocene and glacial climates. – *Science* 29, 1257–1265.

BOND, G. C., W. SHOWER, M. ELLIOT, M. EVANS, R.LOTTI, I. HAJDAS, G. BEOSNAN, S. JOHNSON 1999, The North Atlantic's 1-2 kyr Climate Rhythm' Relation to Heinrich Events, Dansgaard/Oeschger Ceycles and the Little Ice Age. – V / In: Clark, P. U., Webb, R. S., Keigwin, L. D. (ur. / eds.), *Mechanisms of Global Climate Change at Millennial Time Scales*. – Washington DC, Geophysical Monograph Series. American Geophysical Union, 35–58.

BOND, G., B. KROMER, J. BEER, R. MUSCHELER, M. N. EVANS, W. SHOWERS, S. HOFFMANN, R. LOTTI-BOND, I. HAJDAS, G. BONANI 2001, Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. – *Science* 278, 1257–1266.

BOSERUP, E. 1965, *The conditions of agricultural growth: the economics of agrarian change under population pressure*. – London, Allen and Unwin.

BOSERUP, E. 1988, Environment, Population, and Technology in Primitive Societies. – V / In: Worster, D. (ur. / ed.), *The Ends of the Earth*. – Cambridge, Cambridge University Press, 23–38.

BOYD, R., P. J. RICHERSON 1985, *Culture and The Evolutionary Process*. – Chicago and London, The University of Chicago Press.

BRADLEY, R. S. 1999, *Paleoclimatology. Reconstructing Climates of the Quaternary*. – San Diego, International Geophysics Series 68, University of Massachusetts.

BRADLEY, R. S., K. R. BRIFFA, J. COLE, M. K. HUGHES, T. J. OSBORN 2003, The climate of the last millennium. – V / In: Alverson, K. D., Pedersen, T. F. and Bradley, R. S. (ur. / eds.), *Paleoclimate, Global Change and the Future*. – Berlin, Heidelberg, Springer, 105–141.

BRAND, F. S., K. JAX 2007, Focusing the meaning(s) of resilience: resilience as a descriptive concept and a boundary object. – *Ecology and Society* 12/1, 23.

BRADTMÖLLER, M., J. RIEL-SALVATORE, S. B. GRIMM (ur. / eds.) 2017, *Adaptive Cycles in Archaeology.* Quaternary International 446, International Union for Quaternary Research (INQUA). – Tarrytown, Oxford, Elsevier.

BRADTMÖLLER, M., S. B. GRIMM, J. RIEL-SALVATORE 2017, Resilience theory in archaeological practice - An annotated review. – V / In: Bradtmöller, M., Riel-Salvatore, J., Grimm, S. B. (ur. / eds.), *Adaptive Cycles in Archaeology*. Quaternary International 446, International Union for Quaternary Research (INQUA). – Tarrytown, Oxford, Elsevier, 3–16.

BRIFFA, K. R. 2000, Annual climate variability in the Holocene: interpreting the message of ancient trees. – *Quaternary Science Reviews* 19, 87–105.

BRIFFA, K. R., P. D JONES, F. H. SCHWEINGRUBER, T. J. OSBORN 1998, Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperatures over the past 600 years. – *Nature* 393, 450–455.

BROECKER, W. S. 1975, Climate change: are we on the brink of a pronounced global warming? – *Science* 189, 460–463.

BRÖNNIMANN, S. 2018, Global Warming (1970–Present). – V / In: White S., Pfister, C., Mauelshagen, F. (ur. / eds.), *The Palgrave Handbook of Climate History*. – *Change and the Course of Global.* – London, Palgrave Macmillan, 321–328.

BROOKE, J. 2014, *Climate History. A Rough Journey.* – New York, Cambridge University Press.

BROOKS, C. E. P. 1926, *Climate through the ages. A study of the climatic factors and their variations*. – New York, Edinburgh, R. V. Coleman. H. & J. Pillans & Wilson Printers.

BROOKS, N. 2006, Cultural responses to aridity in the Middle Holocene and increased social complexity. – *Quaternary International* 151, 29–49.

BROOKS, N. 2011, *Human Responses to Climatically-driven Landscape Change and Resource Scarcity: Learning from the Past and Planning for the Future.* – V / In: Martini, I. P., Chesworth, W. (ur. / eds.), *Landscapes and Societies. Selected Cases*. – New York, Springer, 43–66.

BROOKS, N. 2013, Beyond collapse: climate change and causality during the Middle Holocene Climatic Transition, 6400–5000 years before present. – *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography* 112/2, 93–104.

BROWN, T., G. BAILEY, D. PASSMORE 2015, Environments and landscape change. – V / In: Harding, J., Fowler, C., Hofmann, D. (ur. /eds.), *Oxford Handbook of Neolithic Europe*. – Oxford, Oxford University Press, 27–61.

BRUNK, G. G. 2002, Why do Societies Collapse? A Theory Based on Self-Organized Criticality. – *Journal of Theoretical Politics* 14/2, 195–230.

BRYSON, R. A., H. H. LAMB, D. L. DONLEY 1974, Drought and the decline of Mycenae. – *Antiquity* 48/189, 46–50.

BRYSON, R. A. 1988, Civilization and Rapid Climatic Change. – *Source: Environmental Conservation* 15/1, 7–15.

BUDJA, M. 2007, The 8200 calBP ‘climate event’ and the process of neolithisation in south-eastern Europe. – *Documenta Praehistorica* 34, 191–201.

BUDJA, M. 2015, Archaeology and rapid climate changes: from the collapse concept to a panarchy interpretative model. – *Documenta Praehistorica* 42, 171–184.

BUDJA, M. v pripravi / in preparation, A perception of evolution in archaeology: from Spencer and Darwin to Binford and Cavalli Sforza.

BÜNTGEN, U., W. TEGEL, K. NICOLUSSI, M. MC-

CORMICK, D. FRANK, V.TROUET, J. O. KAPLAN, F. HERZIG, K.-U. HEUSSNER, H. WANNER, J. LUTERBACHER, J. ESPER 2011, 2500 Years of European Climate Variability and Human Susceptibility. – *Science* 331, 574–582.

BÜNTGEN, U., V. S. MYGLAN, F. C LJUNGQVIST, M. MCCORMICK, N. DI COSMO, M. SIGL, J. JUNGCLAUS, S. WAGNER, P. J. KRUSIC, J. ESPER, J. KAPLAN, M. A. C. ODE VAAN, J. LUTERBACHER, L. WACKER, W. TEGEL, A. V. KIRYANOV 2016, Cooling and societal change during the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 AD. – *Nature Geoscience* 9, 231–236.

BURKE, A., M. PEROS, C. WREN, F. PAUSATA, J. RIEL-SALVATORE, O. MOINE, A. DE VERNAL, M. KAGEYAMA, S. BOISARD 2021, The archaeology of climate change: The case for cultural diversity. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 118/30.

BUTZER, K. W. 1972, *Environment and archaeology: An Ecological Approach to Prehistory.* – London, Methuen.

BUTZER, K. W. 1975, The Ecological Approach to Archaeology: Are We Really Trying? – *American Antiquity* 40/1, 106–111.

BUTZER, K. W. 2012, Collapse, environment, and society. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109/10, 3632–3639.

BUTZER, K. W., G. H. Endfield 2012, Critical perspectives on historical collapse. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109/10, 3628–3631.

CARPENTER, R. 1966, *Discontinuity in Greek Civilization*. – Cambridge, Cambridge University Press.

CAESAR, L., G. D. MCCARTHY, D. J. R. THORNALLEY, N. CAHILL, S. RAHMSTORF 2021, Current Atlantic Meridional Overturning Circulation weakest in last millennium. – *Nature Geoscience* 14, 118–120.

CAMPBELL, B. M. S. 2016, *The Great Transition Climate, Disease and Society in the Late-Medieval World.* – Cambridge, Cambridge University Press.

CHAMBERS, F. M., S. A. BRAIN 2002, Paradigm shifts in late Holocene climatology? – *The Holocene* 12, 239–249.

CHILDE, V. G. 1928, *The most ancient East: the oriental prelude to European prehistory*. – London, Kegan Paul.

CHILDE, V. G, 1936, Man Makes Himself. – London, Watts & Co.

CHILDE, V. G. 1958, Retrospect. – *Antiquity* 32, 69–74.

CLARE, L., E. J. ROHLING, B. WENINGER, J. HILPERT 2008, Warfare in Late Neolithic/Early Chalcolithic Pisidia, southwestern Turkey. Climate induced social unrest in the late 7th millennium calBC. – *Documenta Praehistorica* 35, 65–92.

CLARK, J. G. D. 1936, *The Mesolithic settlement of northern Europe*. – Cambridge, Cambridge University Press.

COHMAP Members. I988, Climatic Changes of the Last 18.ooo Years: Observations and Models Simulations. – *Science* 241/4869, 1043–1052.

COOMBES, P., BARBER, K. 2005, Environmental determinism in Holocene research: causality or coincidence? – *Area* 37/3, 303–311.

COURTY, M. A., H. WEISS 1997, The scenario of environmental degradation in the Tell Leilan region, NE Syria, during the late third millennium abrupt climatic change. – V / In: Dalfes, H. N., Kukla, G., Weiss, H. (ur. / eds.), *Third Millennium BC Climatic Change and Old World Collapse*. – Berlin, Springer, 107–148.

CULLEN, H. M., P. B. DEMENOCAL, S. HEMMING, G. HEMMING, F. H. BROWN, T. GUILDERSON, F. SIROCKO 2000, Climate change and the collapse of the Akkadian empire: Evidence from the deep sea. – *Area* 4, 379–382.

DEGROOT, D. 2018, Climate Change and Conflict. – V / In: White, S., Pfister, C., Mauelshagen, F. (ur. / eds.), *The Palgrave Handbook of Climate History*. – London, Palgrave Macmillan, 367–385.

DEGROOT, D., K. ANCHUKAITIS, M. BAUCH, J. BURNHAM, F. CARNEGY, J. CUI, K. DE LUNA, P. GUZOWSKI, G. HAMBRECHT, H. HUHTAMAA, A.

IZDEBSKI, K. KLEEMANN, E. MOESSWILDE, N. NEUPANE, T. NEWFIELD, Q. PEI, E. XOPLAKI, N. ZAPPIA 2021, Towards a rigorous understanding of societal responses to climate change. – *Nature* 591, 539–550.

DEMENOCAL, P. B. 2001, Cultural responses to climate change during the late Holocene. – *Science* 292/5517, 667–673.

DIAMOND, J. 2005, *Collapse. How Societies Choose to Fail or Succeed*. – London, Penguin Books.

DICKSON, B., I. YASHAYAEV, J. MEINCKE, B. TURRELL, S. DYE, J. HOLFORT 2002, Rapid freshening of the deep North Atlantic Ocean over the past four decades. – *Nature* 416, 832–836.

DI LERNIA, S. 2002, Dry climatic events and cultural trajectories:adjusting Middle Holocene pastoral economy of the LibyanSahara. – V / In: F. A. Hassan (ur. / ed.), *Droughts, food and culture: Eco-logical change and food security in Africa's Later Prehistory*. – New York, Kluwer, 225–250.

DI LERNIA, S., I. MASSAMBA N'SIALA, A. M. MERCURI, A. ZERBONI 2020, Land-use and cultivation in the etaghas of the Tadrart Acacus (south-west Libya): the dawn of Saharan agriculture? – *Antiquity* 94/375, 580–600.

DILLEHAY, T., A. L. KOLATA, Q. M. PINO 2004, Pre-industrial human and environment interactions in northern Peru during the late Holocene. – *The Holocene* 14, 272–281.

DORMOY, I., O. PEYRON, N. COMBOURIEU-NEBOUT, S. GORING, U. KOTTHOFF, M. MAGNY, J. PROSS 2009, Terrestrial climate variability and seasonality changes in the Mediterranean region between 15.000 and 4000 years deduced from marine pollen records. – *Climate of the Past* 5, 615–632.

DÜNKELOH, A., J. JACOBEIT 2003, Circulation Dynamics of Mediterranean Precipitation Variability 1948–98. – *International Journal of Climatology* 23, 1843–1866.

ENDFIELD, G. H. 2014, Exploring Particularity: Vulnerability, Resilience, and Memory in Climate Change Discourses. – *Environmental History* 19/2, 303–310.

ENDFIELD, G. H. 2012, The resilience and adaptive capacity of social-environmental systems in colonial Mexico. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109/10, 3676–3681.

FAGAN, B. 2004, *The Long Summer. How Climate Changed Civilization*. – London, Granta Books.

FITZHUGH, B., V. L. BUTLER, K. M. BOVY, M. A. ETNIER 2019, Human ecodynamics: a perspective for The study of long-term change in socioecological systems. – *Journal of Archaeological Science. Reports* 23, 1077–1094.

FOGTMANN-SCHULZ, A., C. BAITTINGER, C. KAROFF, J. OLSEN, M. F. KNUDSEN 2021, Changes in Solar Activity During the Wolf Minimum - New Insights From A High-Resolution ^{14}C Record Based on Danish Oak. – *Radiocarbon* 63/1, 91–104.

FLOHR, P., D. FLEITMANN, R. MATTHEWS, W. MATTHEWS, S. BLACK 2016, Evidence of resilience to past climate change in Southwest Asia: Early farming communities and the 9.2 and 8.2 ka events. – *Quaternary Science Reviews* 136, 23–39.

FOLKE, C. 2006, Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. – *Global Environmental Change* 16, 253–267.

FOLKE, C., F. BERKES, J. COLDING 1998, Ecological practices and social mechanisms for building resilience and sustainability. – V / In: Berkes, F., Folke, C. (ur. / eds.), *Linking social and ecological systems*. – London, Cambridge University Press, 414–436.

FRANCKE, A., B. WAGNER, M. LENG, J. RETHEMEYER 2013, A Late Glacial to Holocene record of environmental change from Lake Dojran (Macedonia, Greece). – *Climate of the Past* 9, 481–498.

GALLOPÍN, C. G. 2006, Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. – *Global Environmental Change* 16, 293–303.

GAUTHIER, N. 2016, The spatial pattern of climate change during the spread of farming into the Aegean. – *Journal of Archaeological Science* 75, 1–9.

GILL, R. B. 2000, *The Great Maya Droughts. Water, Life, and Death*. – Albuquerque, University of New Mexico Press.

GOOSSE, H., H. RENSSEN, A. TIMMERMANN, R. S. BRADLEY, M. E. MANN 2006, Using paleoclimate proxy-data to select optimal realisations in an ensemble of simulations of the climate of the past millennium. – *Climate Dynamics* 27, 165–184.

GREMILLION, K. J., L. BARTON, D. R. PIPERNO 2014, Particularism and the retreat from theory in the archaeology of agricultural origins. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111, 6171–6177.

GRIMM, S. B., J. RIEL-SALVATORE, M. BRADTMÖLLER 2017, Editorial. Adaptive cycles in archaeology. – V / In: Bradtmöller, M., Riel-Salvatore, J., Grimm, S. B. (ur. / eds.), *Adaptive Cycles in Archaeology.* Quaternary International 446, International Union for Quaternary Research (INQUA). – Tarrytown, Oxford, Elsevier, 1–2.

GRONENBORN, D., H. C. STRIEN, S. DIETRICH, F. SIROCKO 2014, 'Adaptive cycles' and climate fluctuations: a case study from Linear Pottery Culture in western Central Europe. – *Journal of Archaeological Science* 51, 73–83.

GUNDERSON, L. H., C. S. HOLLING (ur. / eds.) 2002, *Panarchy Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. – Washington, Covelo, London, Island Press.

GUNDERSON, L. H., C. S. HOLLING, L. JR. PRITCHARD, G. D. PETERSON 2002, Resilience of Large-Scale Resource Systems. – V / In: Gunderson, L. H., Pritchard, L. (ur. / eds.), *Resilience and the behavior of large-scale systems*. Washington, Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) Series, Book 60. – Island Press, 3–19.

GUNDERSON, L. H., C. S. HOLLING, S. S.LIGHT 1995, *Barriers and bridges to the renewal of ecosystems and institutions*. – New York, Columbia University Press.

HALDON, J., A. ROSEN 2018, Society and Environment in the East Mediterranean ca 300–1800 CE. Problems of Resilience, Adaptation and Transformation. Introductory Essay. – *Human Ecology* 46, 275–290.

HARRISON, R., R. A. MAHER (ur. / eds.) 2014, *Human Ecodynamics in the North Atlantic. A Collaborative Model of Humans and Nature through Space and Time.* – Lanham, London, Lexington Books.

HASSAN, F. A. 2001, The collapse of the old kingdom: low floods, famines and anarchy. – V / In: Yasuda, Y., Kharakwal, J. S., Ogasawara, H., Gotanda, K. (ur. / eds.), *Environmental Changes and Rise and Fall of Civilizations. Abstracts of Third Workshop of the ALDP, 5–9 November, 2001*. – Japan*,* Kyoto, Mikata Monsoon 3, 39.

HAUG, G. H., D. GÜNTHER, L. C.PETERSON, D. M. SIGMAN, K. A. HUGHEN, B. AESCHLIMANN 2003, Climate and the Collapse of Maya Civilization. – *Science* 299, 1731–1734.

HODDER, I. 1982, Theoretical archaeology: A reactionary view, – V /In: Hodder, I. (ur. /ed.), *Symbolic and Structural Archaeology.* – Cambridge, Cambridge University Press, 1–16.

HODDER, I. 1986, *Reading the past: current approaches to interpretation in archaeology*. – Cambridge, Cambridge University Press.

HODDER, I. 2000, Agency and individuals in long-term processes. – V / In: Dobres, M.-A., Robb, J. (ur. / eds.), *Agency in Archaeology*. – London, Routledge, 21–33.

HODELL, D. A., J. H. CURTIS, M. BRENNER 1995, Possible role of climate in the collapse of Classic Maya civilization. – *Nature* 375, 391–394.

HODELL, D. A., M. BRENNER, J. H. CURTIS, T. GUILDERSON 2001, Solar forcing of drought frequency in the Maya lowlands. – *Science* 292, 1367–1369.

HODELL, D. A., M. BRENNER, J. H. CURTIS 2005, Terminal Classic drought in the northern Maya lowlands inferred from multiple sediment cores in Lake Chichancanab (Mexico). – *Quaternary Science Reviews* 24, 1413–1427.

HOLLING, C. S. 1973, Resilience and Stability of Ecological Systems. – *Annual Review of Ecology and Systematics* 4, 1–23.

HOLLING, C. S. 1986, Resilience of ecosystems; local surprise and global change. – V /In: Clark, W. C., Munn, R. E., (ur. / eds.), *Sustainable development of the biosphere*. – Cambridge, Cambridge University Press, 292–317.

HOLLING, C. S. 2001, Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. – *Ecosystems* 4, 390–405.

HOLLING, C. S., L. H. GUNDERSON 2002, Resilience and Adaptive Cycles. – V / In: Gunderson, L. H., Holling, C. S. (ur. / eds.), *Panarchy Understanding Transformations in Human and Natural Systems.* – Washington, Covelo, London, Island Press, 2–61.

HOLLING, C. S., L. H. GUNDERSON, D. LUDWIG 2002, In Quest of a Theory of Adaptive Change. – V / In: Gunderson, L. H., Holling, C. S. (ur. / eds.), *Panarchy Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. – Washington, Covelo, London, Island Press, 3–24.

HOLM, P. 2016, Human Ecodynamics in the North Atlantic: A Collaborative Model of Humans and Nature through Space and Time. – *The Journal of Island and Coastal Archaeology* 11/2, 307–308.

HUNTINGTON, E., G. C. SIMPSON 1926, *The Pulse of Progress: Including a Sketch of Jewish History*. – New York, London, Charles Schribner's Sons.

IMBRIE, J., K. P. IMBRIE 1979, *Ice ages: solving the mystery*. – London, Macmillan.

INGOLD, T. 2000, *The Perception of the Environment: Essays on Livelihood, Dwelling & Skills*. – London, Routledge.

IZDEBSKI, A., K. HOLMGREN, E. WEIBERG, S. R. STOCKER, U. BÜNTGEN, A. FLORENZANO, A. GOGOU, S. A. G., LEROY, J. LUTERBACHER, B. MARTRAT, A. MASI, A. M. MERCURI, P. MONTAGNA, L. SADORI, A. SCHNEIDER, M.-A. SICRE, M. TRIANTAPHYLLOU, E. XOPLAKI 2016, Realising consilience: How better communication between archaeologists, historians and natural scientists can transform the study of past climate change in the Mediterranean. – *Quaternary Science Reviews* 136, 5–22.

IZDEBSKI, A., L. MORDECHAI, S. WHITE 2018, The Social Burden of Resilience: A Historical Perspective. – *Human Ecology* 46, 291–303.

JANSEN, E., J. OVERPECK, K. R. BRIFFA, J.-C. DUPLESSY, F. JOOS, V. MASSON-DELMOTTE, D. OLAGO, B. OTTO-BLIESNER, W. R. PELTIER, S. RAHMSTORF, R. RAMESH, D. RAYNAUD, D. RIND, O. SOLOMINA, R. VILLALBA, D. ZHANG 2007, Palaeoclimate. – V / In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor M., Miller H. L. (ur. / eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. – Cambridge, Cambridge University Press, 433–497.

JONES, P. D., K. R. BRIFFA, T. P. BARNETT, S. F. B. TETT 1998, High resolution records for the last millenium; interpretation, integration and comparison with GCM control-run temperatures. – *The Holocene* 8, 455–471.

JONES, P. D., T. J. OSBORN, K. R. BRIFFA 2001, The Evolution of Climate Over the Last Millennium. – *Science* 292, 662–667.

JONES, P. D., M. E. MANN 2004, Climate over past millennia. – *Reviews of Geophysics* 42, 1–42.

JONES, T. L., G. M. BROWN, L. M. RAAB, J. L. McVICKAR, W. G. SPAULDING, D. J. KENNETT, A. YORK, P. L. WALKER 1999, Environmental imperatives reconsidered: demographic crises in western North America during the medieval climatic anomaly. – *Current Anthropology* 40/2, 137–170.

KANIEWSKI, D., E. VAN CAMPO 2017, 3.2 ka BP Megadrought and the Late Bronze Age Collapse. – V / In: Weiss, H. (ed.), *Megadrought and Collapse. From Early Agriculture to Angkor*. – Oxford, Oxford University Press, 161–182.

KAUFMAN, D., N. MCKAY, C. ROUTSON, + 89 AVTORJEV, S. ZHILICH 2020, A global database of Holocene paleotemperature records. – *Scientific Data* 7, 115.

KIRCH, P. V. 2005. Archaeology and Global Change: The Holocene Record. – *Annual Review of Environment and Resources* 30, 409–440.

LAMB, H. H. 1965, The Early Medieval Warm Epoch and its Sequel. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 1, 13–37.

LAMB, H. H. 1982, *Climate, History and the Modern World*. – London and New York, Routledge.

LAZIER, J. R. N. 1995, The Salinity Decrease in the Labrador Sea Over the Past Thirty Years. – V / In: Martinson, D. G., Bryan, K., Ghil, M., + 47 avtorjev, Tschinkel, V. J. (ur. / eds.), *Natural Climate Variability on Decade-to-Century Time Scales*. – Washington DC, National Academy Press, 295–304.

LE ROY LADURIE, E. 1971, *Times of Feast, Times of Famine. A History of Climate Since the Year 1000.* – Garden City, New York, Doubleday.

LOWE, J. J., C. M. J. WALKER 2015, *Reconstructing Quaternary Environments*. – London, Routledge.

LUDWIG, P., J. J. GÓMEZ-NAVARRO, J. G. PINTO, C. C. RAIBLE, S. WAGNER, E. ZORITA 2019, Perspectives of regional paleoclimate modeling. – *Annals of the New York Academy of Sciences* 1436/1, 54–69.

LULL, V., R. MICÓ, C. RIHUETE HERRADA, R. RISCH 2015, What is an event? – V / In: Meller, H., Arz, H. W., Jung, R., Risch, R. (ur. / eds.), *2200 BC – Ein Klimasturz als Ursache für den Zerfall der Alten Welt? 2200 BC – A climatic breakdown as a cause for the collapse of the old world? 7. Mitteldeutscher Archäologentag vom 23. bis 26. Oktober 2014 in Halle (Saale). 7th Archaeological Conference of Central Germany October 23–26, 2014 in Halle (Saale)*. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle Band 12/I. Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt. Landesmuseum für Vorgeschichte Halle (Saale). – Halle (Saale), 25–34.

LUTERBACHER, J., R. RICKLI, E. XOPLAKI, C. TINGUELY 2001, The Late Maunder Minimum (1675–1715) – A Key Period for Studying Decadal Scale Climatic Change in Europe. – *Climatic Change* 49, 441–462.

MAGNY, M. 2004, Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. – *Quaternary International* 113/1, 65–79.

MAGNY, M., C. BÉGEOT, J. GUIOTB, O. PEYRON 2003, Contrasting patterns of hydrological changes in Europe in response to Holocene climate cooling phases. – *Quaternary Science Reviews* 22, 1589–1596.

MAGNY, M., H. N. HAAS 2004, A major widespread climatic change around 5300 cal. yr BP at the time of the Alpine Iceman. – *Journal of Quaternary Science* 19/5, 423–430.

MAGNY, M., U. LEUZINGER, S. BORTENSCHLAGER, J. N. HAAS 2006, Tripartite climate reversal in Central Europe 5600–5300 years ago. – *Quaternary Research* 65, 3–19.

MAGNY, M., D. GALOP, P. BELLINTANI, M. DESMET, J. DIDIER, J. N. HAAS, N. MARTINELLI, A. PEDROTTI, R. SCANDOLARI, A. STOCK, B. VANNIÈRE 2009, Late-Holocene climatic variability south of the Alps as recorded by lake-level fluctuations at Lake Ledro, Trentino, Italy. – *The Holocene* 19/ 4, 575–589.

MAGNY, M., B. VANNIÈRE, G. ZANCHETTA, E. FOUACHE, G. TOUCHAIS, L. PETRIKA, C. COUSSOT, A. V. WALTER-SIMONNET, F. ARNAUD 2009, Possible complexity of the climatic event around 4300–3800 cal BP in the central and western Mediterranean. – *The Holocene* 19, 823–833.

MAGNY, M., N. COMBOURIEU-NEBOUT 2013, Holocene changes in environment and climate in the central Mediterranean as reflected by lake and marine records. – *Climate of the Past* 9, 1447–1454.

MAGNY, M., O. PEYRON, L. SADORI, E. ORTU, G. ZANCHETTA, B. VANNIÈRE, W. TINNER 2012, Contrasting patterns of precipitation seasonality during the Holocene in the south- and northcentral Mediterranean. – *Journal of Quaternary Sciences* 27, 494–502.

MAGNY, M., N. COMBOURIEU-NEBOUT, J. L. DE BEAULIEU, V. BOUT-ROUMAZEILLES, D. COLOMBAROLI, S. DESPRAT, A. FRANCKE, S. JOANNIN, E. ORTU, O. PEYRON, M. REVEL, L. SADORI, G. SIANI, M. A. SICRE, S. SAMARTIN, A. SIMONNEAU, W. TINNER, B. VANNIÈRE, B. WAGNER, G. ZANCHETTA, F. ANSELMETTI, E. BRUGIAPAGLIA, E. CHAPRON, M. DEBRET, M. DESMET, J. DIDIER, L. ESSALLAMI, D. GALOP, A. GILLI, J. N. HAAS, N. KALLEL, L. MILLET, A. STOCK, J. L. TURON, S. WIRTH 2013, North–south palaeohydrological contrasts in the central Mediterranean during the Holocene: tentative synthesis and working hypotheses. – *Climate of the Past* 9, 2043–2071.

MANN, M. E. 2002a, Medieval Climatic Optimum. – V / In: MacCracken, M. C., Perry, J. S. (ur. / eds.), *Encyclopedia of Global Environmental Change. Volume 1. The Earth system: physical and chemical dimensions of global environmental change*. – Chichester, John Wiley & Sons, Ltd., 514–516.

MANN, M. E. 2002b, Little Ice Age. – V / In: MacCracken, M. C., Perry, J. S. (ur. /eds.), *Encyclopedia of Global Environmental Change. Volume 1. The Earth system: physical and chemical dimensions of global environmental change*. – Chichester, John Wiley & Sons, Ltd,. 504–509.

MANN, M. E. 2012, *The Hockey Stick and the Climate Wars*. – New York. Columbia University Press.

MANN, M. E., Z. ZHANG, M. K. HUGHES, R. S. BRADLEY, S. K. MILLER, S. RUTHERFORD, F. NI 2008, Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105(36), 13252–13257.

MARCOTT, S. A., J. D. SHAKUN, P. U. CLARK, A. C. MIX 2013, A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11,300 Years. – *Science* 339/6124, 1198–1201.

MARINO, G., E. J. ROHLING, F. SANGIORGI, A. HAYES, J. L. CASFORD, A. F. LOTTER, M. KUCERA, H. BRINKHUIS 2009, Early and middle Holocene in the Aegean Sea: interplay between high and low latitude climate variability. – *Quaternary Science Reviews* 28, 3246–3262.

MARSHALL, J., Y. KUSHNIR, D. BATTISTI, P. CHANG, A. CZAJA, R. DICKSON, J. HURRELL, M. M CCARTNEY, R. SARAVANAN, M. VISBECK 2001, North Atlantic Climate Variability: Phenomena, Impacts and Mechanisms. – *International Journal of Climatology* 21, 1863–1898.

MATTHEWS, J. B. R. (ur. / ed.) 2018, IPCC, 2018: Annex I: Glossary. – V / In: Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R,. Connors, S., Matthews, J. B. R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M. Waterfield, T. (ur. / eds.), *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.* – Cambridge, New York, Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/.

MAYEWSKI, P. A., E. E. ROHLING, J. C. STAGER, W. KARLÉN, K. A. MAASCH, L. D. MEEKER, E. A. MEYERSON, F. GASSE, S. VAN KREVELD, K. HOLMGREN, J. LEE-THORP, G. ROSQVIST, F. RACK, M. STAUBWASSER, R. R. SCHNEIDER, E. J. STEIG 2004, Holocene climate variability. – *Quaternary Research* 62/3, 243–255.

MCINTOSH, R. J., J. A. TAINTER, S. K. MCINTOSH 2000, Climate, History, and Human Action. – V / In: McIntosh, R. J., Tainter, J. A., McIntosh, K. S. (ur. / eds.), *The Way the Wind Blows. Climate, History, and Human Action*. – New York, Columbia University, 1–42.

MELLER, H., H. W. ARZ, R. JUNG, R. RISCH 2015. (ur. / eds.) 2015, *2200 BC – Ein Klimasturz als Ursache für den Zerfall der Alten Welt? 2200 BC – A climatic breakdown as a cause for the collapse of the old world? 7. Mitteldeutscher Archäologentag vom 23. bis 26. Oktober 2014 in Halle (Saale). 7th Archaeological Conference of Central Germany October 23–26, 2014 in Halle (Saale)*. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle Band 12/I. Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt. Landesmuseum für Vorgeschichte Halle (Saale). – Halle (Saale).

MESSERLI, B., M. GROSJEAN, T. HOFER, L. NÚÑEZ, C. PFISTER 2000, From nature-dominated to human-dominated environmental changes. – *Quaternary Science Reviews* 19, 459–479.

MILLER, J. G. 1978, *Living Systems*. – New York, McGraw-Hill.

MÖRNER, N.-A. 2015, The Approaching New Grand Solar Minimum and Little Ice Age Climate Conditions. – *Natural Science* 7, 510–518.

MÖRNER, N.-A., R. TATTERSALL, J.-E. SOLHEIM (ur. / eds.) 2013, *Pattern in solar variability, their planetary origin and terrestrial impacts. Pattern Recognition*

in Physics 1. Special Issue, Copernicus Publications. https://www.researchgate.net/publication/259873333_Pattern_in_solar_variability_their_planetary_origin_and_terrestrial_impacts.

MÖRNER N.-A., R. TATTERSALL, J.-E. I. SOLHEIM CHARVATOVA, N. SCAFETTA, H. JELBRING, I. R. WILSON, R. SALVADOR, R. C. WILLSON, P. HEJDA W. SOON, M. V. VELASCO HERRERA, O. HUMLUM, D. ARCHIBALD, H. YNDESTAD, D. EASTERBROOK, J. CASEY, G. GREGORI, G. HENRIKSSON 2013, General conclusions regarding the planetary–solar–terrestrial interaction. – V / In: Mörner, N.-A., Tattersall, R., Solheim J.-E. (ur. / eds.), *Pattern in solar variability, their planetary origin and terrestrial impacts.* Pattern Recognition in Physics 1. Special Issue. – Göttingen, Copernicus Publications, 205–206.

MOOSSEN, H., J. BENDLE, O. SEKI, U. QUILLMANN, K. KAWAMURA 2015, North Atlantic Holocene climate evolution recorded by high-resolution terrestrial and marine biomarker records. – *Quaternary Science Reviews* 129, 111–127.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL 2006, *Surface Temperature Reconstructions for the Last 2,000 Years.* – Washington DC, The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/11676.

NEUKOM, R., N. STEIGER, J. J. GÓMEZ-NAVARRO, J. WANG, J. P. WERNER 2019, No evidence for globally coherent warm and cold periods over the preindustrial Common Era. – *Nature* 571, 550–554.

NICOLL, N., A. ZERBONI 2020, Is the past key to the present? Observations of cultural continuity and resilience reconstructed from geoarchaeological records. – *Quaternary International* 545, 119–127.

ORESKES, N., E. CONWAY, D. J. KAROLY, J. GERGIS, U. NEU, C. PFISTER 2018, The Denial of Global Warming. – V / In: White, S., Pfister, C., Mauelshagen, F. (ur. / eds.), *The Palgrave Handbook of Climate History*. – London, Palgrave Macmillan, 149–171.

ÖZDOĞAN, M. 2014, The Quest for New Criteria in Defining the Emergence and the Dispersal of Neolithic Way of Life. – V / In: Manen, C., Perrin,T., Guilaine, J. (ur. / eds.), *La transition néolithique en Méditerranée. The Neolithic Transition in the Mediterranean.* Actes du colloque « Transitions en Méditerranée, ou comment des chasseurs devinrent agriculteurs «, Muséum de Toulouse, 14-15 avril 2011. – Paris, Errance/Archives d'Ecologie Préhistorique, 74–90.

PAGES 2k Consortium 2013, Continental-scale temperature variability during the past two millennia. – *Nature Geoscience* 6, 339–346. https://doi.org/10.1038/ngeo1797.

PARKER, G. 2017, *Global crisis. War, climate change and catastrophe in the seventeenth Century*. Abridged and revised edition. – New Haven and London, Yale University Press.

PARRY, M., O. CANZIANI, J. PALUTIKOF (ur. / eds.) 2007, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change.* – Cambridge, New York, Delhi, Cambridge University Press.

PETERS, R., A. ZIMMERMANN 2017, Resilience and Cyclicity: Towards a macrohistory of the Central European Neolithic. – *Quaternary International* 446, 43–53.

PEYRON, O., S. GORING, I. DORMOY, U. KOTTHOFF, J. PROSS, J. L. DE BEAULIEU, R. DRESCHER-SCHNEIDER, B. VANNIÈRE, M. MAGNY 2011, Holocene seasonality changes in the central Mediterranean region reconstructed from the pollen sequences of Lake Accesa (Italy) and Tenaghi Philippon (Greece). – *The Holocene* 21/1, 131–146.

PEYRON, O., M. MAGNY, S. GORING, S. JOANNIN, J. L. DE BEAULIEU, E. BRUGIAPAGLIA, L. SADORI, G. GARFI, K. KOULI, C. IOAKIM, N. COMBOURIEU-NEBOUT 2013, Contrasting patterns of climatic changes during the Holocene across the Italian Peninsula reconstructed from pollen data. – *Climate of the Past* 9, 1233–1252.

PFISTER, C., S. WHITE, F. MAUELSHAGEN 2018, General Introduction: Weather, Climate, and Human History. – V / In: White, S., Pfister, C., Mauelshagen, F. (ur. / eds.), *The Palgrave Handbook of Climate History.* – London, Palgrave Macmillan, 1–15.

PILLAT, T. 2012, From climate and society to weather

and landscape. – *Archaeological Dialogues* 19/1, 29–42.

PLIENINGER T., C. BIELING (ur. / eds.) 2012, *Resilience and the Cultural Landscape. Understanding and Managing Change in Human-Shaped Environments*. – Cambridge, Cambridge University Press.

PROSS, J., U. KOTTHOFF, U. C. MÜLLER, O. PEYRON, I. DORMOY, G. SCHMIEDL, S. KALAITZIDIS, A. M. SMITH 2009, Massive Perturbation in Terrestrial Ecosystems of the Eastern Mediterranean Region Associated with the 8.2 Kyr BP Climatic Event. – *Geology* 37/10, 887–890.

RAHMSTORF, S. 2002, Ocean circulation and climate during the past 120,000 years. – *Nature* 419, 207–214.

RASMUSSEN, S. O., M. BIGLER, S. P. BLOCKLEY, T. BLUNIER, S. L. BUCHARDT, H. B. CLAUSEN, I. CVIJANOVIC, D. DAHL-JENSEN, S. J. JOHNSEN, H. FISCHER, V. GKINIS, M. GUILLEVIC, W. Z. HOEK, J. J. LOWE, J. B. PEDRO, T. POPP, I. K. SEIERSTAD, J. P. STEFFENSEN, A. M. SVENSSON, P. VALLELONGA, B. M. VINTHER, M. J. C. WALKER, J. J. WHEATLEY, M. WINSTRUP 2014, A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. – *Quaternary Science Reviews* 106, 14–28.

RENFREW, C. 1979a, Systems collapse as social transformation: catastrophe and anastrophe in early state societies. – V / In: Renfrew, C., Cooke, K. L., (ur. / eds.), *Transformations: mathematical approaches to culture change*. – New York, Academic Press, 481–506.

RENFREW, C. 1979b, Transformations. – V / In: Renfrew, C., Cooke, K. L., (ur. / eds.), *Transformations: mathematical approaches to culture change*. – New York, Academic Press, 3–44.

RICK, T. C., D. H. SANDWEISS 2020, Archaeology, climate, and global change in the age of humans. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 117/15, 8250–8253.

RIEHL, S., K. E. PUSTOVOYTOV, H. WEIPPERT, S. KLETT, F. HOLE 2014, Drought stress variability in ancient Near Eastern agricultural systems evidenced by δ13C in barley grain. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111/34, 12348–12353.

ROBERTS, N., A. MORENO, B. L. VALERO-GARCÉS, J. PABLO CORELLA, M. JONES, S. ALLCOCK, J. WOODBRIDGE, M. MORELLÓN, J. LUTERBACHER, E. XOPLAKI, M. TÜRKEŞ 2012, Palaeolimnological evidence for an east–west climate see-saw in the Mediterranean since AD 900. – *Global and Planetary Change* 84–85, 23–34.

ROCKMAN, M., C. HRITZ 2020, Expanding use of archaeology in climate change response by changing its social environment. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 117/15, 8295–8302.

RODNING, C. 2010, Place, Landscape, and Environment: Anthropological Archaeology in 2009. – *American Anthropologist* 112/2, 180–190.

RODRIGO-GÁMIZ, M., F. MARTÍNEZ-RUIZ, F. J. RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. JIMÉNEZ-ESPEJO, E. PARDO-IGÚZQUIZA 2014, Millennial- to centennial-scale climate periodicities and forcing mechanisms in the westernmost Mediterranean for the past 20.000 y.r. – *Quaternary Research* 81, 78–93.

ROHLING, E. J., P. A. MAYEWSKI, R. H. ABU-ZIED, J. S. L. CASFORD, A. HAYES, 2002a, Holocene atmosphere-ocean interactions: records from Greenland and the Aegean Sea. – *Climate Dynamics* 18, 587–593.

ROHLING, E. J., J. CASFORD, R. ABU-ZIED, S. COOKE, D. MERCONE, J. THOMSON, I. CROUDACE, F. J. JORISSEN, H. BRINKHUIS, J. KALLMEYER, G. WEFER 2002b, Rapid Holocene climate changes in the eastern Mediterranean. – V / In: Hassan, F. (ur. / ed.), *Droughts, Food and Culture. Ecological Change and Food Security in Africa's Later Prehistory*. – New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 35–46.

ROHLING, E. J., A. HAYES, P. A. MAYEWSKI, M. KUCERA 2009, Holocene Climate Variability in the Eastern Mediterranean, and the End of the Bronze Age. – V / In: Bachhuber, C., Roberts, R. G., (ur. / eds.), *Forces of Transformation. The End of the Bronze Age in the Mediterranean. Proceedings of an international symposium held at St. John's College, University of Oxford 25–26th March 2006.* – Oxford, Themes from the Ancient

Near East BANEA Publication Series, Vol. 1, 2–5.

ROHLING, E., H. PÄLIKE 2005, Centennial-scale climate cooling with a sudden cold event around 8.200 years ago. – *Nature* 434, 975–979.

ROHLING, E. J., G. MARINO, K. M. GRANT, P. A. MAYEWSKI, B. WENINGER 2019. A model for archaeologically relevant Holocene climate impacts in the Aegean-Levantine region (easternmost Mediterranean). – *Quaternary Science Reviews* 208, 38–53.

RUDDIMAN, W. F. 2003, The Anthropogenic Greenhouse Era Began Thousands of Years Ago. – *Climatic Change* 61/3, 261–293.

SACHS, J. P., R. R. SCHNEIDER, T. I. EGLINTON, K. H. FREEMAN, G. GANSSEN, J. F. MCMANUS, D. W. OPPO 2000, Alkenones as paleoceanographic proxies. – *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 1/ 11.

SANDWEISS, D. H. 2017, Zooarchaeology in the 21st Century: Comments on the Contributions. – V / In: Monks, G. G. (ur. / ed.), *Climate Change and Human Responses. A Zooarchaeological Perspective.* Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series. – Dordrecht, Springer, 219–225.

SCHEFFER, M. 2009, *Critical Transitions in Nature and Society*. – Princeton University Press, Princeton.

SHINDELL, D. T., G. A. SCHMIDT, M. E. MANN, D. RIND, A. Waple 2001, Solar Forcing of Regional Climate Change During the Maunder Minimum. – *Science* 294, 2149–2151.

SHENNAN, S. 2005, Holocene Climate and Human Populations: An Archaeological Approach. – V / In: Mackay, A., Battarbee, R., Birks, J., Oldfield, F. (ur. / eds.), *Global Change in the Holocene*. – London, Hodder Education, part of Hachette Livre UK, 36–48.

SHENNAN, S., K. EDINBOROUGH 2007, Prehistoric population history: from the Late Glacial to the Late Neolithic in Central and Northern Europe. – *Journal of Archaeological Science* 34, 1339–1345.

SIANI, G., M. MAGNY, M. PATERNE, M. DEBRET, M. FONTUGNE 2013, Paleohydrology reconstruction and Holocene climate variability in the South Adriatic Sea. – *Climate of the Past* 9, 499–515.

SLONOSKY, V. C, P. D. JONES T. D. DAVIES 2001, Instrumental Pressure Observations and Atmospheric Circulation from the 17th And 18th Centuries: London and Paris. – *International Journal of Climatology* 21, 285–298.

SMIT, B., J. WANDEL 2006, Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. – *Global Environmental Change* 16/3, 282–292.

SOENS, T. 2020, Resilience in Historical Disaster Studies: Pitfalls and Opportunities. – V / In: Endreß, M., Clemens, L., Rampp, B. (ur. / eds.), *Strategies, Dispositions and Resources of Social Resilience. A Dialogue between Medieval Studies and Sociology*. – Wiesbaden, Springer VS, 253–274.

STANLEY, J. D., M. D. KROM, R. A. CLIFF, J. C. WOODWARD 2003, Short contribution: Nile flow failure at the end of the Old Kingdom, Egypt: Strontium isotopic and petrologic evidence. – *Geoarchaeology* 18, 395–402.

STEINHILBER, F., J. BEER 2011, Solar activity – the past 1200 years. – *Past Global Changes Magazine* 19/1, 5–6.

STEINHILBER, F., J. A. ABREUA, J. BEER, I. BRUNNER, M. CHRISTL, H. FISCHER, U. HEIKKILÄ, P. W. KUBIK, M. MANN, K. G. MCCRACKEN H. MILLER, H. MIYAHARA, H. OERTER, F. WILHELMS 2012, 9,400 years of cosmic radiation and solar activity from ice cores and tree rings. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109/16, 5967–5971.

STOCKER, T. F., D. QIN, G.-K. PLATTNE, M. TIGNOR, S. K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A. NAUELS, Y. XIA, V. BEX, P. M. MIDGLEY (ur. / eds.) 2013, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* – Cambridge, New York, Cambridge University Press.

STOCKER, T. F., P. TARASOV, M. WAGNER, M. WIDMANNM 2008, Mid- to Late Holocene climate change: an overview. – *Quaternary Science Reviews* 27, 1791–1828.

SUNDSTROM, S. M., C. R. ALLEN 2019, The adaptive

cycle: More than a metaphor. – *Ecological Complexity* 39, 100767.

TAINTER, J. A. 1988, *The Collapse of Complex Societies*. New studies in Archaeology. – Cambridge, Cambridge University Press.

TAINTER, J. A. 2000a, Global change, history, and sustainability. – V /In: McIntosh, R. J., Tainter, J. A., McIntosh, K. S. (ur. / eds.), *The Way the Wind Blows. Climate, History, and Human Action*. – New York, Columbia University Press, 331–356.

TAINTER, J. A. 2000b, Problem Solving: Complexity, History, Sustainability. – *Population and Environment* 22/1, 3–41.

TAINTER, J. A. 2006a, Archaeology of Overshoot and Collapse. – *Annual Review of Anthropology* 35, 59–74.

TAINTER, J. A. 2006b, Social complexity and sustainability. – *Ecological complexity* 3, 91–103.

TAINTER, J. A., C. L. CRUMLEY 2007, Climate, Complexity, and Problem Solving in the Roman Empire. – V / In: Costanza, R. L, Graumlich, J., Steffen, W. (ur. / eds.), Sustainability or collapse? An integrated history and future of people on earth. – Boston, MIT Press and Dahlem U Press, 61–75.

TARASOV, P. E., C. LEIPE, M. WAGNER 2021, Environments during the spread of anatomically modern humans across Northern Asia 50–10 cal kyr BP: What do we know and what would we like to know? – *Quaternary International* 596, 155–170.

THIBODEAU, B., C. NOT, J. ZHU, A. SCHMITTNER, D. NOONE, C. TABOR, J. ZHANG, Z. LIU 2018, Last century warming over the Canadian Atlantic shelves linked to weak Atlantic meridional overturning circulation. – *Geophysical Research Letters* 45, 12376–12385.

THOMPSON, D. W. J., J. M. WALLACE 2001, Regional Climate Impacts of the Northern Hemisphere Annular Mode. – *Science* 293, 85–89.

TILLEY, C. 1994, *A phenomenology of landscape: places, paths and monuments*. – London, Berg.

TORETI, A., E. XOPLAKI, D. MARAUN F. G. KUGLITSCH, H., WANNER, J. LUTERBACHER 2010, Characterisation of extreme winter precipitation in Mediterranean coastal sites and associated anomalous atmospheric circulation patterns. – *Natural Hazards and Earth System Sciences* 10, 1037–1050.

TRIGGER, B. 1971, Archaeology and Ecology. – *World Archaeology* 2/3, 321–336.

TRIGGER, B. G. 1996, *A history of archaeological thought*. – Cambridge, Cambridge University Press.

TUBI, A., U. DAYAN 2013, The Siberian High: Teleconnections, Extremes and Association with the Icelandic Low. – *International Journal of Climatology* 33/6, 1357–1366.

USOSKIN, I. G. 2008, A History of Solar Activity over Millennia. – *Living Reviews in Solar Physics* 5, 7–88.

USOSKIN, I. G. 2017, A history of solar activity over millennia. – *Living Reviews in Solar Physics* 14, 2–97.

USOSKIN, I. G., Y. GALLET, F. LOPES, G. A. KOVALTSOV, G. HULOT 2016, Solar activity during the Holocene: the Hallstatt cycle and its consequence for grand minima and maxima. – *Astronomy & Astrophysics* 587, A150.

VAN BAVEL, B., D. R. CURTIS, J. DIJKMAN, M. HANNAFORD, M. DE KEYZER, E. VAN ONACKER, T. SOENS (ur. / eds.) 2020, *Disasters and History. The Vulnerability and Resilience of Past Societies*. – Cambridge, Cambridge University Press.

VAN BUREN, M. 2001, The archaeology of El Niño events and other 'natural' disasters. – *Journal of Archaeological Theory and Method* 8, 129–149.

VAN DER LEEUW, S., C. L. REDMAN 2002, Placing Archaeology at the Center of Socio-Natural Studies. – *American Antiquity* 67/4, 597–605.

VAN DE NOORT, R. 2011a, Conceptualising climate change archaeology. – *Antiquity* 85, 1039–1048.

VAN DE NOORT, R. 2011b, *North Sea archaeologies; a maritime biography 10 000 BC – AD 1500.* – Oxford, Oxford University Press.

VELASCO HERRERA, V. M., B. MENDOZA, G. VELASCO HERRERA 2015, Reconstruction and pre-

diction of the total solar irradiance: From the Medieval Warm Period to the 21st century. – *New Astronomy* 34, 221–233.

VERNET, R., H. FAURE 2000, Isotopic chronology of the Saharaand the Sahel during the late Pleistocene and the early and Mid-Holocene (15,000–6000 BP). – *Quaternary International* 68–71, 85–387.

WALKER, B., D. SALT 2006, *Resilience Thinking Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. – Island Press, Washington.

WALKER, M. J. C., M. BERKELHAMMER S. BJÖRCK, L. C. CWYNAR, D. A. FISHER, A. J. LONG, J. J. LOWE, R. M. NEWNHAM, S. O. RASMUSSEN, H. WEISS 2012, Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). – *Journal of Quaternary Science* 27/7, 649–659.

WALKER, M., M. J. HEAD, M. BERKELHAMMER, S. BJÖRCK, H. CHENG, L. CWYNAR, D. FISHER, V. GKINIS, A. LONG, J. LOWE, R. NEWNHAM, S. OLANDER RASMUSSEN, H. WEISS 2018, Formal ratification of the subdivision of the Holocene Series/Epoch Quaternary System/Period): two new Global Boundary Stratotype Sections and Points (GSSPs) and three new stages/subseries. – *Episodes* 4/14: 213–223.

WANNER, H., S. BRÖNNIMANN, C. CASTY, D. GYALISTRAS, J. LUTERBACHER, C. SCHMUTZ, D. STEPHENSON, E. XOPLAKI 2001, North Atlantic Oscillation – Concepts And Studies. – *Surveys in Geophysics* 22, 321–381.

WANNER, H., J. BEER, J. BÜTIKOFER, T. J. CROWLEY, U. CUBASCH, J. FLÜCKIGER, H. GOOSSE, M. GROSJEAN, F. JOOS, J. O. KAPLAN, M. KÜTTEL, S. A. MÜLLER, I. C. PRENTICE, O. SOLOMINA, F. STEINHILBER, J. A. ABREUA, J. BEERA, I. BRUNNERA, M. CHRIST, H. FISCHER, U. HEIKKILÄD, P. W. KUBIK, M. MANNA, K. G. MCCRACKEN, H. MILLER, H. MIYAHARA, H. OERTER, F. WILHELMS 2012, 9.400 years of cosmic radiation and solar activity from ice cores and tree rings. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109/16, 5967–5971.

WANNER, H., O. SOLOMINA, M. GROSJEAN, S. P. RITZ, M. JETEL 2011, Structure and origin of Holocene cold events. – *Quaternary Science Reviews* 30, 3109–3123.

WEIBERG, E. 2012, What can resilience theory do for (Aegean) archaeology? – V / In: Burström, N., Fahlander, F. (ur. / eds.), *Matters of Scale. Processes and Courses of Events in the Past and the Present*. Stockholm Studies in Archaeology 56. Department of archaeology and classical studies. – Stockholm, Stockholm university, 147–165.

WEISS, H., R. S. BRADLEY 2001, What Drives Societal Collapse? – *Science* 291, 609–610.

WEISS, H., M. A. COURTY, W. WETTERSTROM, F. GUICHARD, L. SENIOR, R. MEADOW, A. CURNOW 1993, The Genesis and Collapse of Third Millennium North Mesopotamian Civilization. – *Science NS* 261/5124, 995–1004.

WENDLAND, W. M., R. A. BRYSON 1974, Dating climatic episodes of the Holocene. – *Quaternary Research* 4/1, 9–24.

WENINGER, B., L. CLARE, F. GERRITSEN, B. HOREJS, R. KRAUß, J. LINSTÄDTER, R. ÖZBAL, E. J. ROHLING 2014, Neolithisation of the Aegean and Southeast Europe during the 6600–6000 calBC period of Rapid Climate Change. – *Documenta Praehistorica* 41, 1–31.

WENINGER, B., L. CLARE, E. J. ROHLING, O. BAR-YOSEF, U. BÖHNER, M. BUDJA, M. BUNDSCHUH, A. FEURDEAN, H.-G. GEBEL, O. JÖRIS, J. LINSTÄDTER, P. MAYEWSKI, T. MÜHLENBRUCH, A. REINGRUBER, G. ROLLEFSON, D. SCHYLE, L. THISSEN, H. TODOROVA, C. ZIELHOFER 2009, The Impact of Rapid Climate Change on Prehistoric Societies during the Holocene in the Eastern Mediterranean. – *Documenta Praehistorica* 36, 7–59.

WETTERICH, S., N. RUDAYA, L. NAZAROVA, L. SYRYKH, M. PAVLOVA, O. PALAGUSHKINA, A. KIZYAKOV, J. WOLTER, T. KUZNETSOVA, A. AKSENOV, , K. R. STOOF-LEICHSENRING, L. SCHIRRMEISTER, M. FRITZ 2021, Paleo-Ecology of the Yedoma Ice Complex on Sobo-Sise Island (Eastern Lena

Delta, Siberian Arctic). – *Frontiers in Earth Science* 9, 681511.

WHITE, S., C. PFISTER, F. MAUELSHAGEN (ur. / eds.) 2018, *The Palgrave Handbook of Climate History.* – London, Palgrave Macmillan.

WIDLOK, T., A. AUFGEBAUER, M. BRADTMÖLLER, R. DIKAU, T. HOFFMANN, I. KRETSCHMER, K. PANAGIOTOPOULOS, A. PASTOORS, R. PETERS, F. SCHÄBITZ, M. SCHLUMMER, M. SOLICH, B. WAGNER, G.-C. WENIGER, A. ZIMMERMANN 2012, Towards a theoretical framework for analyzing integrated socio-environmental Systems. – *Quaternary International* 274, 259–272.

WILLIAMS, P. R. 2002, Rethinking disaster-induced collapse in the decline of the Andean highland states: Wari and Tiwanaku. – *World Archaeology* 33, 361–374.

WRIGHT, H. E. 1993, Environmental Determinism in Near Eastern Prehistory. – *Current Anthropology* 34/4, 458–469.

WU, W., T. LIU 2004, Possible role of the ''Holocene Event 3'' on the collapse of Neolithic Cultures around the Central Plain of China. – *Quaternary International* 117, 153–166.

XIAO, J., Q. XU, T. NAKAMURA, X. YANG, W. LIANG, Y. INOUCHI 2004, Holocene vegetation variation in the Daihai Lake region of northcentral China: A direct indication of the Asian monsoon climatic history. – *Quaternary Science Reviews* 23, 1669–1679.

XOPLAKI, E., P. MAHERAS, J. LUTERBACHER 2001, Variability of Climate in Meridional Balkans During the Periods 1675–1715 and 1780–1830 and Its Impact on Human Life. – *Climatic Change* 48, 581–615.

XOPLAKI, E., J. LUTERBACHER, S. WAGNER, E. ZORITA, D. FLEITMANN, J. PREISER-KAPELLER, A. M. SARGENT, S. WHITE, A. TORETI, J. F. HALDON, L. MORDECHAI, D. BOZKURT, S. AKÇERÖN, A. IZDEBSKI 2018, Modelling Climate and Societal Resilience in the Eastern Mediterranean in the Last Millennium. – *Human Ecology* 46, 363–379.

ZHANG, H. C., Y. Z. MA, B. WÜNNEMANN, H.-J. PACHUR 2000, A Holocene climatic record from arid northwest China. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 162, 389–401.

ZHARKOVA, V. 2020, Modern Grand Solar Minimum will lead to terrestrial cooling. – *Temperature* 7/3, 217–222.

ZIMMERMANN, A. 2012, Cultural cycles in Central Europe during the Holocene. – *Quaternary International* 274, 251–258.

ZORITA, E., S. WAGNER 2018, *Analysis and Interpretation: Modeling of Past Climate*s. – V / In: White S., Pfister, C., Mauelshagen, F. (ur. / eds.), *The Palgrave Handbook of Climate History*. – London, Palgrave Macmillan, 141–148.

ZORITA, E., S. WAGNER, F. SCHENK 2018, The Global Climate System. – V / In: White S., Pfister, C., Mauelshagen, F. (ur. / eds.), The Palgrave Handbook of Climate History. – London, Palgrave Macmillan, 21–26.

Spletna vira / Web Sources

SPLET 1 / WEB 1: Temperature 12k Database, www.ncdc.noaa.gov/paleo/study/27330, https://doi.org/10.25921/4ry2-g808 (17. 7. 2022).

SPLET 2 / WEB 2: Pattern Recognition in Physics, https://www.pattern-recognition-in-physics.net/ (17. 7. 2022).

Archaeology and Rapid Climate Changes in Holocene. Adaptive strategies: Between Collapse and Resillience

(Summary)

The article focuses on the sequence of Holocene climate anomalies, the “rapid cooling cycle" (including "glacial events," "rapid climate change," and "cold events"), and global temperature trends (Figures 1–3). In the "rapid climate change" series we present the "9.2 ka" and "8.2 ka climate events" associated with the Neolithization process and the transition to farming. The "5.9 IRD event" and/or the "period of rapid climate change 6000–5200 cal yr BP" are associated with the cultural, economic, and demographic collapse of the Early Neolithic Linear Pottery culture in Central and Western Europe. The current weakened North Atlantic circulation and reduced solar activity are compared to climatic events during the transition from the Medieval Warm Period to the Medieval Little Ice Age. The latter was characterised by large climate fluctuations associated with altered atmospheric air mass circulations, decadal climate variations in southeastern Europe and the eastern Mediterranean on the one hand, and extreme events such as severe winters, long droughts, and wet periods on the other. This led to crop infertility, famine and epidemics in humans and animals (plaque), and demographic stress (Figure 4). However, recent paleoclimatological studies show that climate changes in the past were asynchronous and that average surface temperatures in the northern hemisphere during the Middle Ages were never as high as in the second half of the 20th century and early 21st century, when temperatures during the warmest period between 950 and 1100 were 0.1–0.2 ºC lower than average temperatures measured between 1961 and 1990.

In the following, we introduce the concepts of adaptation strategies embedded between the catastrophic scenario of "collapse" and "panarchy", i.e., transformation of social hierarchical structures into dynamic, adaptive units. The transformation involves a "cycle of adaptation" and the creation of "resilience" (Figure 5). We discuss an attempt to equate the ecological »adaptation cycle «with the »cultural cycle« and its introduction into archaeological studies. We also comment an ecological interpretations and scenarios published in recent years by the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

1.02 Pregledni znanstveni članek

Starodavna DNA: kratka predstavitev tematike ter njen pomen za razumevanje preteklosti

Ancient DNA: A Short Introduction of the Field and its Influence on our Understanding of the Past

© Brina Zagorc
University of Vienna, Department of Evolutionary Anthropology; brina.zagorc@gmail.com

Izvleček: Začetek preučevanja starodavne DNA sega v leto 1984, od takrat pa se je precej razširilo, predvsem zaradi različnih izboljšav na področju laboratorijskih tehnik in sekvenciranja genomov. Veliko odmevnim odkritjem je botrovalo zlasti sekvenciranje naslednje generacije tako na področju evolucije vrst kot na področju razumevanja naše preteklosti. Raziskave starodavne DNA vključujejo skrbno pripravo vzorcev ter skrb za preprečitev kontaminacije vzorcev v času izvajanja vseh laboratorijskih postopkov. Glede na izbrano metodo mednje spadajo vzorčenje, mletje vzorcev kosti, izolacija DNA, priprava knjižnic za sekvenciranje, pomnožitve fragmentov s pomočjo verižne reakcije s polimerazo, iskanje tarče, več kontrol kakovosti vzorca in samo sekvenciranje. Rezultate sekvenciranja bioinformatiki nadalje analizirajo s pomočjo bioinformatskih orodij in pripravljenih cevovodov, prirejenih analizam starodavne DNA. S pomočjo starodavne DNA lahko podrobneje analiziramo evolucijo vrst (na primer človeka, živali, rastlin, virusov itd.), izmenjavo genov in introgresijo arhaičnih genov, pa tudi prilagajanje vrst skozi življenjske spremembe. S pomočjo populacijske genetike lahko odgovarjamo na vprašanja kompleksnih grobišč, raziskujemo demografske značilnosti pokopanih skupnosti ter se poglobimo v njihova sorodstvena razmerja in prednike. To nam lahko veliko pove tudi o migracijskih vzorcih. Namen tega članka je bralca seznaniti s tematiko starodavne DNA, od njenih začetkov do laboratorijskih postopkov in različnih smeri interpretacije.

Ključne besede: starodavna DNA, laboratorijske tehnike za sekvenciranje starodavne DNA, paleogenomika, bioarheologija

Abstract: The start of the ancient DNA studies goes back to the year 1984. Since then, the field has expanded quickly, especially with different lab methods and sequencing techniques, which has resulted in various breakthroughs in the evolution of species and understanding of our past. The studies of ancient DNA include careful sample preparation and taking care of contamination risks during handling of the sample through all laboratory procedures. These among others and depending on the chosen method include the sampling itself, the bone drilling/grinding, DNA extraction, library preparation, PCR amplifications, Capture reactions, several quality controls, and sequencing with the Next Generation Sequencing machines. The bioinformaticians analyse the sequenced results with bioinformatic tools and pipelines, which are specifically designed for ancient DNA samples and for processing the results to the point where the latter can be interpreted and can serve to answer our research questions. Ancient DNA results can help us to better understand the evolution of species (e.g., human, animal, plant, viruses, etc.), their admixture, introgression, and influence they had on each other. Furthermore, population genetics can also aid us in understanding complex burial sites and its deceased communities, including their kinship and ancestry relations which can tell us more about migration patterns and demographic structures of the analysed populations. The aim of this paper is to familiarise the reader with the field of the ancient DNA studies and the research workflow that leads to the interpretation of the results.

Keywords: ancient DNA, lab techniques for ancient DNA sequencing, paleogenomics, bioarchaeology

Uvod

Starodavna DNA (angl. *ancient DNA*, okrajšava: aDNA; DNA je okrajšava za deoksiribonukleinsko kislino) je v zadnjem desetletju močno vplivala na razumevanje naše preteklosti ter na razvoj številnih ved, med drugim arheologije. Študije, ki so vključevale analize starodavne DNA, so se hitro metodološko razvijale na področju izolacije DNA, predvsem pa na področju verižne reakcije s polimerazo (angl. *Polymerase Chain Reaction;* okrajšava PCR) (Krstić 2019, 2) in Sanger sekvenciranjem, najbolj pa je na razvoj raziskav v zadnjih šestnajstih letih vplivalo sekvenciranje naslednje generacije (angl. *Next Generation Sequencing;* okrajšava NGS). Te omogočajo vedno bolj natančne rezultate sekvenciranja DNA z vedno večjo pokritostjo genov znotraj sekvenciranega genoma in s tem vedno boljše razumevanje evolucije različnih vrst. Analize starodavne DNA so tako močno pripomogle k širjenju vede paleogenomike[1] in s tem k sekvenciranju genomov že izumrlih vrst – tako živalskih (na primer vrst rodu mamuta – *Mammuthus* – ali jamskega medveda – *Ursus spelaeus*) kot arhaičnih človeških vrst (na primer *Homo denisova, Homo neanderthalensis, Homo antecessor*) in skupin ljudi iz naše bližnje zgodovine.

V raziskavah, ki vključujejo analize starodavne DNA, je kontaminacija vzorcev največja ovira, s katero se raziskovalci srečujejo, prav tako pa je v ta proces vključenih veliko dejavnikov in postopkov, ki skrbijo za verodostojnost rezultatov in njihovo nadaljnjo interpretacijo. V članku najprej predstavljam trenutno stanje raziskav na

1 Paleogenomika je znanstvena veda znotraj vede genomike, ki se osredotoča na rekonstrukcijo in analizo genetskih informacij izumrlih vrst.

področju starodavne DNA, zatem pa opisujem enega od možnih molekularnih metodoloških postopkov, ključnih za procesiranje vzorcev od začetka do konca. V članek sem prav tako vključila osnovne pojme o starodavni DNA in različne smeri, v katere nas lahko vodijo raziskave. Ker je na področju starodavne DNA v Sloveniji zaenkrat manj raziskav, je namen tega članka približati temo arheologom, boljše razumevanje področja, osveščenost oziroma osnovno razumevanje procesa analiziranja vzorcev in problematika kontaminacije vzorcev, ki so vključeni v raziskave. Poleg tega je cilj prispevka pomen interdisciplinarnosti in interpretacije rezultatov.

Kratek pregled zgodovine raziskav starodavne DNA

Za rojstvo nove znanstvene discipline paleogenomike, ki preučuje starodavno DNA, štejemo leto 1984, ko so Higuchi *et al.* (1984) objavili sekvence izoliranih fragmentov mitohondrijske DNA posušene mišice izumrle vrste zebre – kvage (*Equus quagga*). V osemdesetih letih prejšnjega stoletja je Svante Pääbo objavil prvo študijo, v kateri so bili objavljeni fragmenti človeške DNA, in sicer mumije, stare 2400 let (Pääbo 1985). Leta 1988 je s sodelavci objavil sekvenco mitohondrijske DNA 7000 let starih človeških možganov, kar je bil še en dokaz, da je mogoče analizirati človeško starodavno DNA (Pääbo *et al.* 1988). Študije človeške starodavne DNA so se nadaljevale. Tako smo bili v prvih letih 21. stoletja priča številnim študijam ljudstev iz preteklosti, med drugim hominidov, neandertalcev (Caramelli *et al.* 2003; Ovchinnikov *et al.* 2000), neolitskih kmetovalcev (Haak *et al.* 2005) in avstralskih staroselcev (Adcock *et al.* 2001). Do leta 2006 je bilo objavljenih že enajst delnih mitohondrijskih genomov neandertalcev, dve večji študiji pa sta se posvetili analizi neandertalske jedrne DNA. To sta bili študiji Noonan *et al.* (2006) ter Green *et al.* (2006), pri čemer se je slednja kasneje izkazala za kontroverzno, saj sta Wall in Kim (2007) dokazala, da je bila raziskava kontaminirana z moderno človeško DNA. Green in njegovi sodelavci (med drugim Svante Pääbo) študije nikoli niso preklicali, vsekakor pa je bil v skupnosti izpostavljen velik problem, povezan s kontaminacijo vzorcev.

Pri omenjenih študijah je šlo za pomnoževanje fragmentov DNA (tj. za analize z reakcijo PCR) in za sekvenciranje s Sangerjem.[2] Za enega večjih preskokov v metodologiji in tehniki sekvenciranja starodavnih genomov pa lahko štejemo pričetek uporabe sekvenciranja genomov s pomočjo NGS. Analize NGS so bile načeloma v uporabi za moderno medicino, Poinar *et al.* (2006) pa je bila prva študija, ki je sekvenciranje z NGS uporabila tudi za starodavno DNA. Sekvencirali in objavili so DNA mamuta, pri čemer se je število sekvenciranih baznih parov (okrajšava: *bp*) povečalo iz 229 na milijone,[3] sekvencirani vzorci različnih vrst pa so od takrat datirani tudi do 780.000 let nazaj (Orlando *et al.* 2013). Razvoj vede se je od začetkov uporabe NGS in hitrega razvoja metodologij močno pospešil. Leta 2010 so Rasmussen *et al.* (2010) objavili prvi sekvencirani človeški genom, ki ni pripadal današnjemu človeku, temveč Paleoeskimu. Tri leta kasneje so Prüfer *et al*. (2013) objavili prvi genom neandertalca, ki je hkrati prvi objavljen genom druge človeške vrste, ki ni anatomsko moderni človek (ali *Homo sapiens*). Sekvenciranje nove generacije je tako v zadnjem desetletju botrovalo številnim novim odkritjem znotraj evolucije človeške vrste, med drugim odkritju nove vrste *Homo denisova* (v nadaljevanju denisovci), sestrske vrste *Homo sapiens*, ki se je skupaj z neandertalci od zadnjega skupnega prednika odcepila pred približno 800 tisoč leti (Meyer *et al.* 2012; Reich *et al.* 2010). Število objavljenih genomov drugih hominidov se je povzpelo na 11, med katerimi je tudi genom otroka neandertalca in denisovca (Slon *et al.* 2018).

Z znižanjem cen sekvenciranja naslednje generacije in izboljšanimi metodami izolacije DNA je analiziranje starodavne DNA postalo dostopnejše tudi manjšim raziskovalnim skupinam, hkrati z nižjo ceno sekvenciranja pa sorazmerno narašča število študij na področju paleogenomike (na primer leta 2015 jih je bilo okoli 350, medtem ko jih je danes že več kot 3000) (Skoglund, Mathieson 2018, 397). Moramo pa se zavedati, da na število raziskav ter na izbor lokacij vzorcev vpliva tudi ohranjenost starodavne DNA, na kar opozarja tudi trenutni trend raziskav starodavne DNA. Večina objavljenih genomov namreč izhaja iz zahodne Evrazije, kjer smo priča pristranskosti zahodnih znanstvenih institucij, ki imajo več financiranja in zanimanja za tovrstne tematike, ter boljši ohranjenosti starodavne DNA v hladnejših okoljih.

2 Gre za metodo, ki vključuje tehnologijo kapilarne elektroforeze, vendar ima na področju starodavne DNA omejeno zmogljivost, prav tako pa so odsotni referenčni človeški genomi za primerjavo med rezultati (Pajnič Zupanič 2020; Furlong 2021).

3 Za primerjavo, pri Higuchi *et al.* (1984) so s pomočjo fluorescence prepoznali 229 bp brez metode pomnoževanja fragmentov, medtem ko so že leta 2006 pri Poinar *et al.* z NGS sekvencirali 28 milijonov *bp*, od tega jih je 13 milijonov pripadalo mamutu.

Tudi v Sloveniji je na Inštitutu za sodno medicino prenovljen Laboratorij za molekularno genetiko (Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani), ki že več kot desetletje preučuje vzorce starodavne DNA. Njihove raziskave se med drugim posvečajo iskanju najprimernejših skeletnih elementov za molekularnogenetsko identifikacijo starih človeških ostankov, predvsem iz časa druge svetovne vojne. V okviru tega so objavili že veliko uspešnih študij, ki vključujejo tudi starejše skeletne ostanke (na primer Zupanič Pajnič, Fattorini 2021; Geršak *et al.* 2019; Zupanc *et al.* 2020). Poleg tega so uspešno analizirali starodavno DNA iz 300 let starih skeletov iz grobnice družine Auersperg (Zupanič Pajnič 2013) in iz več različno datiranih skeletov ali drugih ostankov iz različnih arheoloških obdobij in najdišč (na primer Zupanič Pajnič *et al.* 2022; Lipar *et al.* 2020). Prav tako slovenski arheologi uspešno sodelujejo pri različnih večjih mednarodnih projektih, financiranih iz evropskih ali drugih mednarodnih sredstev (naj omenim dva večja: HistoGenes, financiran s strani Evropskega raziskovalnega centra – ERC, in The Ancient DNA Atlas of Humanity, financiran s strani John Templeton Foundation).

Starodavna DNA

Kaj pa pravzaprav je starodavna DNA? Starodavna DNA je fragmentirana in v mnogih primerih močno poškodovana DNA, kjer dolžina prepoznanih fragmentov običajno ne presega 300 *bp*. Da lažje razumemo pomen starodavne DNA, članek nadaljujem s krajšim opisom, kaj DNA sploh je.

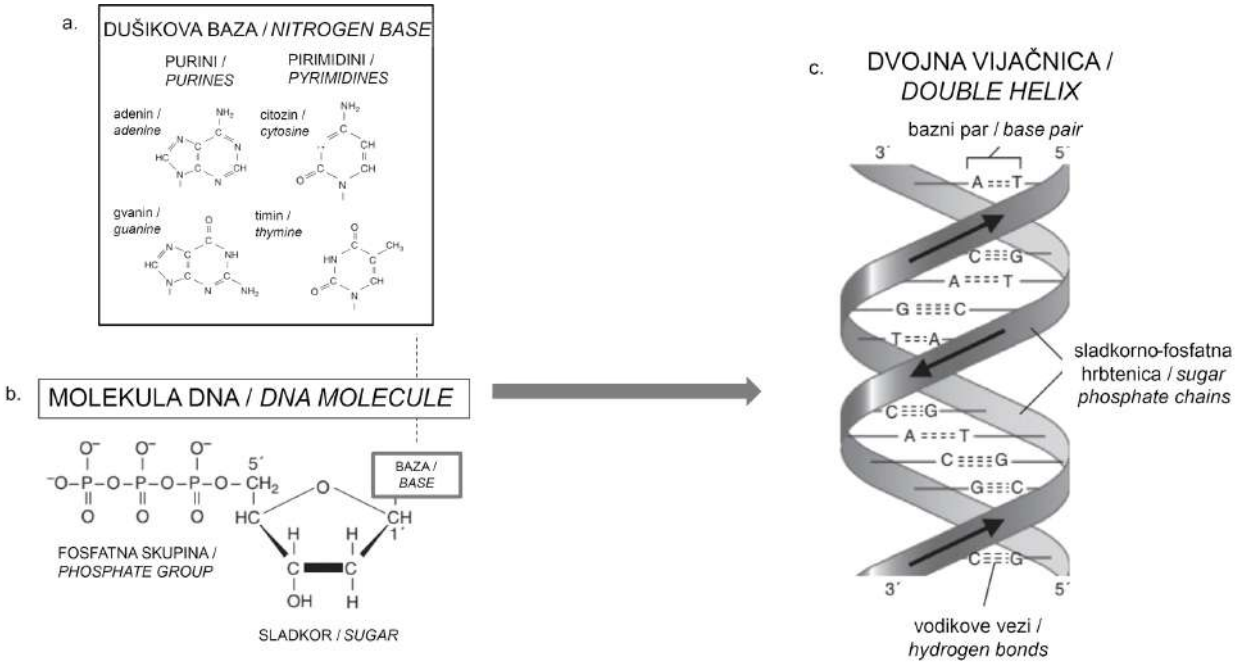
Nekaj osnovnih pojmov o DNA

DNA je torej okrajšava za deoksiribonukleinsko kislino, katere strukturo sta s pomočjo rentgenske difrakcije razložila Watson in Crick (1953). DNA je polimerska molekula (slika 1b), ki jo sestavljajo štirje nukleotidni monomeri. Ti so sestavljeni iz deoksiriboze, tipa sladkorja, ki je sestavljen iz petih ogljikovih atomov, na katere se pripne naslednja podenota, tj. dušikova baza, ki tvori nukleotide (slika 1a). Lahko gre za pirimidin (citozin – C in timin – T) ali purin (adenin – A in gvanin – G), pripenja pa se na 1'-ogljik sladkorja. Zadnja podenota je fosfatna skupina, ki se pripenja na 5'-ogljik sladkorja. Vsaka molekula DNA je sestavljena še iz dveh polinukleotidov, ki skupaj tvorita dvojno vijačnico (slika 1c), pri čemer se vsaka stran vrti v svojo smer. Vijačnico stabilizirajo bazni pari med dvema polinukleotidoma, ki ju skupaj veže vodikova vez. Bazni pari so med seboj komplementarni, in sicer se tvorijo med adeninom in timinom ter med gvaninom in citozinom (A-T in C-G) (Brown, Brown 2011, 13–14). Tako dobimo značilno dvojno vijačnico, ki velja za simbol moderne genetike in biologije.

Vsak organizem je sestavljen iz niza molekul DNA, ki skupaj tvorijo mnogo večjo celoto. Ta se imenuje genom in vsebuje vse biološke informacije o organizmu, ki so zapisane v mnogo manjših enotah znotraj genoma – v genih. Genom človeka vsebuje okoli 25.000 genov, gen pa je sestavljen iz različnega števila baznih parov. Red, v katerem so nanizani bazni pari, vsebuje navodila za tvorjenje beljakovin znotraj telesa in za prenos dednega materiala na hčerinske celice (Jobling *et al.* 2014, 21–22).

Jedrna in mitohondrijska DNA

Genom prokariontov oziroma enoceličnih organizmov, kot so bakterije in mitohondriji, je v celični citoplazmi. V evkariontih, kot je človek (in drugi večcelični organizmi), pa lahko genom razdelimo na dva dela, in sicer na jedrni genom in mitohondrijski genom, oba pa sta znotraj iste celice (Albert 2019, 52). Človeški nuklearni genom, nuklearna DNA ali jedrna DNA je v nukleusu – jedru celice (slika 2) in ga sestavlja 3.2000.000.000 baznih parov znotraj 24 kromosomov, pri čemer dva od teh pogojujeta biološki spol organizma (spolna kromosoma X in Y). Znotraj celice pa imamo tudi več mitohondrijev (slika 2), v katerih je mitohondrijska DNA (okrajšava: mtDNA) ali mitohondrijski genom. Ta vsebuje 16.569 baznih parov, kar je znatno manj kot pri jedrni DNA, vendar je kopij mtDNA mnogo več kot jedrne DNA, saj je jedro v celici zgolj eno, mitohondrijev pa je 100 do 1000 na celico (Jobling *et al.* 2014, 20–21, 37–40). Dedni material, ki nas v raziskavah starodavne DNA navadno najbolj zanima, se nespremenjeno deduje po materini liniji v mitohondrijski DNA in po očetovi liniji prek spolnega kromosoma Y (in ni prisoten pri ženskah). Oba nam omogočata vpogled v genetsko raznolikost in variacije v zgodovini vrst, hkrati pa imamo na voljo mnogo referenčnih genomov sodobnih populacij za primerjave in boljše analize. MtDNA nas zanima tudi zaradi boljše ohranjenosti, saj je pred razpadom (glej spodnje poglavje) bolje zaščitena (Zupanič Pajnič 2020, 178).



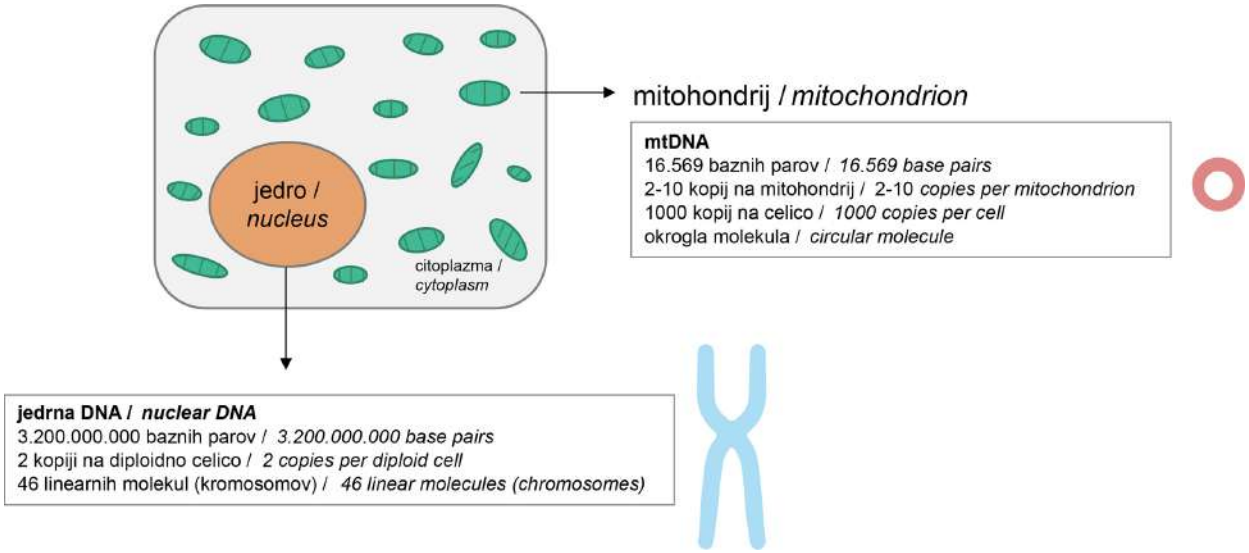
Slika 1. a. Kemijska sestava dušikovih baz, ki so del molekule DNA. b. Molekula DNA in njene tri sestavne komponente: fosfatna skupina, deoksiriboza in dušikova baza. c. Molekule DNA se povežejo med seboj v polinukleotid in skupaj s komplementarnim polinukleotidom, ki se vrti v drugo smer, tvorijo dvojno vijačnico, ki se med seboj povezuje z baznimi pari (prirejeno po Brown, Brown 2011, Fig. 2.1.a, 2.3).

Figure 1. a. Chemical structure of the nitrogen bases which are a part of the DNA molecule presented in 1b. b. DNA molecule and its three main components: phosphate group, deoxyribose (sugar) and nitrogen base. c. DNA molecules bonding together with base pairs and forming a double-helix chain (modified from Brown, Brown 2011, Fig. 2.1a, 2.3).

Propadanje molekul DNA po smrti

Po smrti organizma se takoj začne propadanje organskih snovi, med drugim tudi molekul DNA. Dušikove baze se postopoma spremenijo v sladkorne fosfate (krajše fragmente DNA), hkrati pa hidroliza vodi do deaminacije baz in depurinacije. Deaminacija je kemijska sprememba v molekuli DNA, ki vključuje izgubo aminske skupine ($-NH_2$). V primeru deaminacije citozina se ta pretvori v uracil, ta pa se veže skupaj z adeninom (U-A) in ne z gvaninom, s katerim se je pred pretvorbo vezal citozin (Jobling *et al.* 2014, 615). Prisotnost uracila v molekuli DNA pa posledično jasno kaže, da imamo opravka s starodavno DNA. Čeprav gre za jasno indikacijo, da gre za starodavno DNA, lahko deaminacijski vzorci vplivajo tudi na končno branje sekvenc, zato se raziskovalci velikokrat poslužijo različnih metod, ki izločijo uracile znotraj izolatov DNA (več o tem v nadaljevanju). Takšne metode lahko sicer še dodatno skrajšajo fragmente in otežijo overitev starodavne DNA v vzorcih, so pa rezultati zanesljivejši. Poleg deaminacije ob propadanju celic prihaja tudi do depurinacije, ki pomeni izgubo purinske baze (purina sta adenin in gvanin). Rezultat tega je zlom hrbtenice DNA – dvojna vijačnica se zlomi na delčke, ki so lahko več kot milijonkrat krajši od originalne dolžine v času življenja (Orlando *et al.* 2021, 9–10). Ohranitev DNA po smrti je odvisna tudi od interakcije nukleinskih kislin s hidroksiapatitom in kolagenom, ki sestavljata mineralno in organsko osnovo kosti. DNA se tako po smrti veže na hidroksiapatit skozi pozitivno nabite kalcijeve ione ter negativno nabite fosforjeve skupine verige DNA, ki pa kažejo manjšo stopnjo depurinacije v primerjavi s prostimi molekulami (Korlević *et al.* 2015, 87).

Na propadanje in spremembo kemijske sestave molekul DNA vplivajo tudi zunanji diagenetski in tafonomski procesi, ki lahko spremenijo sestavo ali dodatno uničijo strukturo starodavne DNA. Diageneza kosti in ohranjenost



Slika 2. Shematski prikaz diploidne somatske celice z vključenim jedrom in mitohondriji, skupaj z osnovnimi značilnostmi mtDNA in jedrne DNA (prirejeno po Jobling *et al*. 2014, Fig. 2.2., 2.14, 2.19, ikona kromosoma je licenčna in dostopna na Servier https://smart.servier.com/ pod licenco CC-BY 3.0 Unported https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).

Figure 2. A schematic overview of a diploid somatic cell including the nucleus and mitochondria along with their DNA characteristics (modified from Jobling *et al*. 2014, Fig. 2.2., 2.14, 2.19, chromosome-blue icon is licensed by Servier https://smart.servier.com/ under CC-BY 3.0 Unported https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).

kostnega materiala skozi čas je zelo zapleten fenomen, ki vključuje različne fizikalne, kemijske, mehanske in histološke spremembe (Stathopoulou *et al.* 2008, 168), te pa imajo posledice tudi na genetskem materialu in njegovih poškodbah. Na diagenezo vplivajo različni dejavniki, kot na primer temperatura, prisotnost vode, geokemija in pH zemlje (Hedges 2002, 324–326), pa tudi smrt človeka, časovni interval med smrtjo in pokopom ter ravnanje s pokojnikom pred pokopom (Garland, Janaway 1989). Geografska lokacija in klimatski pogoji prav tako vplivajo na ohranjenost DNA, pri čemer pomembno vlogo igrata stabilna letna temperatura in čim manj vlage (Kistler *et al.* 2017, 6317). Ravno to pa je eden od razlogov, zakaj je največ vzorcev, ki imajo dobre rezultate analiz starodavne DNA, z območij z manj vlage (na primer jamska okolja) in iz hladnejših podnebnih okolij (na primer permafrost). Starost vzorca pa nima nujno odločilnega vpliva na kvaliteto in ohranjenost starodavne DNA (Kistler *et al.* 2017, 6318).

Poleg vsega naštetega je treba upoštevati, kako ravnamo z vzorcem potem, ko ga vzamemo iz *in situ* lokacije, saj lahko naše nespretno ali neprimerno rokovanje z njim vpliva tudi na stopnjo kontaminacije starodavne DNA. Endogena[4] starodavna DNA je namreč sestavljena iz molekul različnih vrst, od tega jih je večina mikrobnega izvora (> 95 %) in le nekaj je endogenih (nekontaminiranih) človeškega izvora (Korlević *et al.* 2015, 87).

Izzivi kontaminacije vzorcev

Skeletni ostanki, oziroma kateri koli ostanki, ki jih lahko analiziramo s pomočjo starodavne DNA, so pogosto kontaminirani z moderno DNA. Ta lahko popolnoma spremeni rezultate in s tem celotne hipoteze, ki jih raziskovalci z analizami želijo raziskati. Starodavna DNA je prisotna v zelo majhnih količinah ter je v večini primerov poškodovana in fragmentirana, zato jo je že samo po sebi težko pomnoževati z metodo PCR. Nasprotno od starodavne DNA pa je sodobna DNA prisotna povsod, je načeloma v dobrem stanju, je je veliko in jo je zato razmeroma enostavno pomnoževati (Jobling *et al.* 2014, 125).

4 Endogeno: »*ki deluje od znotraj, notranje*« (Splet 1); V tem primeru gre za DNA, ki je notranjega izvora in je izvirna DNA.

Do kontaminacije genetskega materiala lahko pride v vsakem trenutku obravnavanja materiala. Deloma lahko do nje pride že med procesom propadanja organskega tkiva po smrti organizma, pomembnejši dejavnik kontaminacije pa se pojavi ob odkritju in odstranitvi tkiva za analizo iz njegovega *in situ* položaja. Do kontaminacije starodavne DNA največkrat pride ob analizah v laboratoriju, saj so v njem kljub različnim preventivnim metodam delci prejšnjih analiz. Prav tako je dejavnik kontaminacije raziskovalec, ki vzorec obdeluje in analizira. Če, na primer, analiziramo živalske kosti in pride do človeške kontaminacije, se ta poleg živalske pomnoži z metodo PCR, vendar lahko v nadaljnjih bioinformatskih analizah ločimo živalsko in človeško DNA, zato kontaminacija druge vrste ne vpliva bistveno. Na drugi strani pa imamo problem človeške kontaminacije pri analizi starejših človeških vzorcev, saj se moderna DNA pomnoži skupaj s starodavno DNA, tako da ju je v takšnem primeru nemogoče zagotovo ločiti, s tem pa vzorec postane neuporaben. Obstaja sicer možnost, pri kateri je ob postopku priprave knjižnic za sekvenciranje fragmente starodavne DNA od drugih mogoče ločiti na podlagi vzorcev deaminacije. Deaminacija je mogoča le pri starodavni DNA, zato lahko te fragmente ločimo od drugih, ki nimajo deaminacijskih vzorcev (Korlević *et al.* 2015). Problem tega pristopa je v tem, da lahko zavržemo velik del fragmentov starodavne DNA, ki nimajo pretvorbe citozina v uracil, kar pa je pri že tako majhnem obsegu ohranjene starodavne DNA tako iz finančnega kot raziskovalnega vidika nesmiselno.

Zato se pri raziskavah starodavne DNA poslužujemo različnih preventivnih postopkov, da bi zagotovili čim večjo zaščito vzorcev pred kakršno koli kontaminacijo med potekom analiz. V idealnih pogojih to pomeni že izkopavanje in preliminarno analiziranje vzorcev v čim bolj čistem oziroma sterilnem okolju. V realnosti je to seveda nemogoče, saj izkopavanja potekajo na različnih krajih, njihov potek pa je mnogokrat vse prej kot sterilen; prav tako za potencialne vzorce pogosto ne vemo, ali bodo šli na nadaljnje analize. Vzorčenje in pregled vzorcev bi tako morala potekati v čim bolj čistem okolju, z uporabo rokavic in mask, da preprečimo prenos svoje ali druge DNA na vzorce.

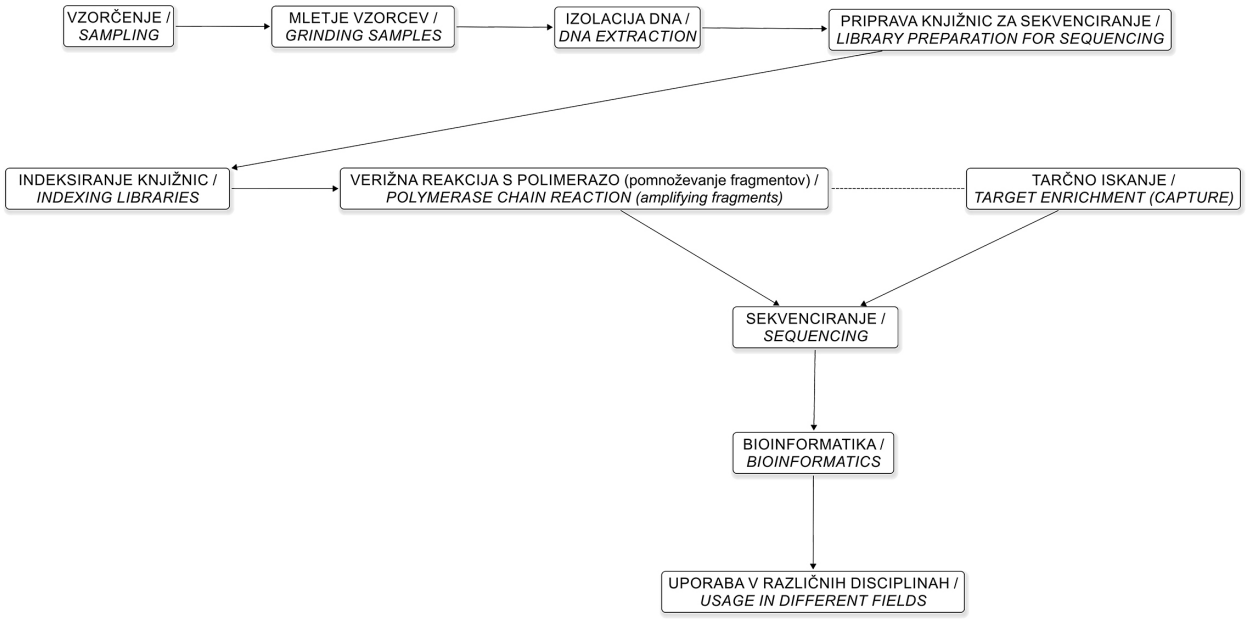
Nato so vzorci v laboratorijih, specializiranih za starodavno DNA, podvrženi popolnoma sterilnemu in ločenemu okolju. Prav tako je ključnega pomena, da so prostori, v katerih se pripravlja kostni prah, in prostor za pripravljanje knjižnic za sekvenciranje ločeni od prostora, kjer poteka pomnoževanje fragmentov z reakcijo PCR. Sterilno okolje je v tem primeru prostor, ki je popolnoma ločen od drugih in ima svoj prezračevalni sistem. V njem so vse površine, naprave in pripomočki dekontaminirani s pomočjo uporabe belila in UV svetlobe. Oseba, ki v tem prostoru dela (pripravlja vzorce ali opravlja analize), je oblečena v zaščitno obleko, lase ima pokrite s posebno kapico, nosi masko, posebne nogavice za enkratno uporabo in vsaj dva para rokavic (spodnja plast pred prihodom v prostor, nadalje menja zgornjo plast ob vsakem dotiku vzorca, ki bi lahko pomenil kontaminacijo naslednjega). Za dobro laboratorijsko prakso velja tudi čiščenje površin z belilom pred pričetkom in ob koncu pripravljanja vzorcev oziroma analiz ter žarčenje vseh pripomočkov (tubic, spatul, flomastrov itd.) in vzorcev v posebej temu namenjenih, na primer *Crosslinker* UV komorah.

Laboratorijske metode

Po izdelavi načrta za raziskavo je treba vedeti, kaj potrebujemo za raziskavo. Najpomembnejši del tega je primerna izbira vzorcev in dogovarjanje z institucijami oziroma arheologi, ki skrbijo za ostanke, ki jih želimo analizirati. Izbira vzorcev vpliva na potek raziskave in rezultate, s katerimi želimo odgovoriti na raziskovalna vprašanja. Na sliki 3 je predstavljen cevovod glavnih točk rokovanja z vzorci od vzorčenja do interpretacije v nadaljnjih raziskavah. Gre za splošen pregled cevovoda v primeru sekvenciranja vzorcev enoverižnih ali dvoverižnih knjižnic starodavne DNA z metodo NGS (angl. *shotgun sequencing*).

V nadaljevanju za lažje razumevanje postopkov analize starodavne DNA opisujem postopek priprave vzorcev in osnovne postopke v laboratoriju v primeru, ko raziskava uporablja metodo *shotgun* sekvenciranje. Opis začenjam z izbiro primernega vzorca za raziskave in nadaljujem s procesiranjem vzorcev v sterilnem okolju, vključno z izolacijo in pripravo vzorcev do sekvenciranja z uporabo naprav Illumina[5] (NovaSeq, NextSeq ali MiSeq kot primeri pogosto uporabljenih naprav). Opisani postopki

5 Velja omeniti tudi Ion Torrent, ki je prav tako naprava za sekvenciranje naslednje generacije in je verjetno primernejša za sekvenciranje krajših fragmentov. Večina večjih institucij pa uporablja naprave Illumina, saj je bila večina vzorcev starodavne DNA v zadnjem desetletju sekvencirana z njimi. Zato to napravo povečini še naprej uporabljamo, saj omogoča boljšo primerjavo med že sekvenciranimi vzorci ter s tem boljše primerjalne študije na večji ravni in dostopnost že objavljenih študij.



Slika 3. Poenostavljen cevovod laboratorijskih postopkov analize vzorcev starodavne DNA v primeru uporabe metode za shotgun sekvenciranje. Cevovod vključuje glavne točke laboratorijskih metodoloških postopkov, s puščicami pa je nakazan njihov vrstni red. Črtkana črta med verižno reakcijo s polimerazo in Capture nakazuje, da je postopek Capture odvisen od tipa raziskave. Če z laboratorijskim cevovodom zaključimo po verižni reakciji s polimerazo, običajno sekvenciramo po načelu shotgun. Če želimo tarčno sekvenciranje, je treba pred sekvenciranjem izvesti tarčno iskanje oziroma Capture.

Figure 3. A simplified pipeline of aDNA laboratory procedures for shotgun sequencing. The pipeline includes main checkpoints with arrows indicating their order in the pipeline. The dashed line between the PCR and target enrichment (Capture) indicates that performing the Capture method depends on the type of study. Whether we wish to do a shot-gun sequencing run the pipeline stops at the PCR amplifying point whereas the Capture point follows the PCR amplification if we want a specific target capture.

so posplošeni in povzeti po različnih objavljenih protokolih ter v uporabi v večjih mednarodnih projektih, niso pa edini. Vsak laboratorij protokole podredi svojim potrebam in zmogljivostim, da iz vzorcev dobi čim večji del endogene DNA, zato spodaj opisani postopki niso edini način izolacije in priprave knjižnic, so si pa v opisani metodi povečini podobni.

Vzorčenje

Vzorci, ki so na splošno primerni za analize starodavne DNA (in ne le za izbrano opisano metodo), so najpogosteje vzorci človeških ali živalskih dolgih kosti z gostim premerom diafize ali zob. V zadnjem desetletju je bilo objavljenih veliko študij o problematiki, ki se ukvarja s tem, kateri deli kosti so najprimernejši za vzorčenje in analizo starodavne DNA (glej Rasmussen *et al.* 2014; Gamba *et al.* 2014; Pinhasi *et al.* 2015; Sirak *et al.* 2020), rezultati študij pa kažejo, da so za analizo starodavne DNA najprimernejši deli senčnice in korenine zob.

Senčnica

Senčnica (*os temporale*) je parna ploščata lobanjska kost, ki leži ob straneh lobanje proti bazalnemu delu. Sestavljena je iz petih glavnih delov (luska, bradavičar, bobničica, šilasti odrastek in skalnica), pri čemer skalnica premore največ endogene DNA in je posledično najbolj zaželena za vzorčenje starodavne DNA. Skalnica ima 4- do 16-krat več endogene DNA kot zobje in do 183-krat več kot drugi deli skeleta (Gamba *et al.* 2014). V skalnici je polž (*cochlea*) (slika 4), ki ga ciljamo ob vzorčenju (zaenkrat gre za destruktivno metodo), saj vsebuje največ endogene DNA. Gre za del človeškega okostja, ki se začne razvijati *in utero* in tako premore vse genetske

Slika 4. Desna skalnica z označeno okvirno lokacijo polža, ki leži globlje znotraj ušesnega kanala (grob 1057, zgodnji srednji vek, Muljava, foto: B. Zagorc, 2019).

Figure 4. Right petrous bone. Arrow pointing to an approximate location of the cochlea which is located deeper in the ear canal (grave 1057 from an early medieval site Muljava, Photo: B. Zagorc, 2019).

informacije, prav tako pa se v času življenja ne remodelira in ostane enak. Kost je precej gosta in zato zelo primerna za raziskave starodavne DNA. V skalnici (znotraj ušesnega kanala) so tudi slušne koščice, ki jih lahko hitro spregledamo in zaradi njihove velikosti izgubimo. Rezultati Sirak *et al.* (2020) kažejo, da imajo slušne koščice podobne vrednosti endogene DNA kot polž, zato so primerne za analize starodavne DNA.

Zobje

Zobje so prav tako ustrezna izbira za vzorčenje, vendar jedrna in mitohondrijska DNA v zobnih tkivih (dentin, pulpa, cement, sklenina; slika 5) nista enakomerno porazdeljeni. Kot so pokazali Higgins *et al.* (2015), na ohranitev starodavne DNA v zobeh močno vpliva več *ante mortem* in *post mortem* dejavnikov, pri čemer pri slednjih upoštevajo predvsem interval od pokopa ter temperaturo zemlje, v kateri je zob. Mineraliziran zunanji del zobne korenine, cement, se je v raziskavi izkazal kot najprimernejši del zoba za analize starodavne DNA, saj zaradi svoje strukture in zaščite notranjega dela mineralne matrice ščiti večino jedrne DNA pred *post mortem* propadanjem.

Ostalo

Čeprav je starodavna DNA najbolje ohranjena v skalnici (natančneje, v polžu) in zobni korenini, je lahko prisotna tudi v kompakti predvsem dolgih kosti (na primer dolge kosti nog – stegnenice ali golenice), medtem ko v spongiozi[6] ni dovolj ohranjena (Zupanič Pajnič 2020). Raziskave Geršak *et al.* (2019) kažejo tudi potencial analiz dlančnic in stopalnic. Poleg kosti starodavno DNA najdemo tudi v drugih tkivih in materialih.

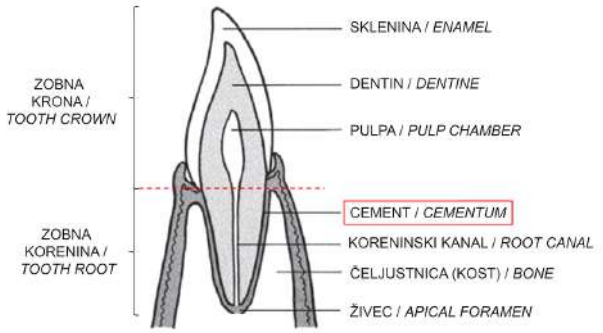
V primeru dobro ohranjenih posameznikov ali najdb v permafrostu in zelo hladnih podnebjih je torej za starodavno DNA mogoče vzorčiti tudi kožo ali lase. Primer tega je ena najodmevnejših najdb človeških ostankov zadnjih desetletij – ledeni človek Ötzi (Keller *et al.* 2012). Poleg človeških in živalskih vzorcev je mogoče vzorčiti DNA rastlinskih vrst, če so se primerno ohranile, sedimente (na primer iz jam ali dobro dokumentiranih najdišč) in nedotaknjena ledena jedra. V takšnih primerih lahko starodavno DNA analiziramo tudi več sto tisoč let v preteklost in potrdimo na primer človeško ali živalsko prisotnost na preiskovanem območju, četudi ni nobenih materialnih ostankov (Vernot *et al.* 2021).

Za analize človeške starodavne DNA sta torej najprimernejša skalnica in dobro ohranjen (nepoškodovan) zob. Ostali deli skeleta so primerni po predhodnem dogovoru z raziskovalno ustanovo, ki bo analize izvedla. Primerni so tudi sterilni sedimenti ob pravilnem vzorčenju (zopet dogovor z laboratorijem) ter druge živalske kosti in mehka tkiva, pri čemer pa se moramo zavedati, da so rezultati v določenih primerih mnogokrat manj informativni ali neuspešni.

Priprava vzorcev

Način priprave vzorcev (na primer izbira destruktivne ali nedestruktivne metode) je odvisen od načrta raziskave. Priprava vzorca se začne z odvzemom primernih delov skeleta za analize (skalnica, zobje), lahko tudi že med antropološko analizo skeletnih ostankov, nadaljuje pa se v sterilnem laboratoriju, kjer je treba preprečiti kontaminacijo vzorcev.

6 Kompakta ali kompaktna kostnina je gosta kostnina na površju kosti, medtem ko je spongioza ali spongiozna kostnina (znana tudi pod imenom puhlica) v trabekule urejena kostnina v notranjosti kosti (Splet 4).



Slika 5. Anatomija zoba s posebej označenim cementom, ki je mineraliziran del zobne korenine in odlično ščiti starodavno DNA pred propadom. Rdeča črtkana črta nakazuje linijo, kjer zobno korenino ločimo od krone (prirejeno po White, Folkens 2005, Fig. 8.2).

Figure 5. Anatomy of a tooth with a marked cementum, the mineralized part of the tooth root that helps preserve the aDNA. The red dotted line marks the cut mark, separating the tooth crown from the root (modified from White, Folkens 2005, Fig. 8.2).

Nedestruktivne metode

Med nedestruktivne metode spada namakanje vzorcev v ekstrakcijskem pufru za več dni na sobni temperaturi. Metodo so prvi predstavili Rohland *et al.* (2004), in sicer gre za izolacijo mitohondrijske DNA, medtem ko je Hofreiter (2012) slabo desetletje kasneje isti postopek objavil tudi za pridobitev jedrne DNA. Najnovejšo metodo za izolacijo starodavne DNA so objavili Harney *et al.* (2021), in sicer gre za metodo namakanja zgolj konice zobne korenine v ekstrakcijskem pufru, čemur sledi nekajurna inkubacija. Metoda se je izkazala za učinkovitejšo in z veliko več endogene DNA kot pri namakanju celotnega zoba. Načelo te metode se še zmeraj uporablja, predvsem kadar analiziramo krhke ali zelo dragocene vzorce (na primer muzejske). Vendar pa zobje niso vedno učinkoviti, prav tako je dokazano, da deli skalnice vsebujejo veliko več endogene DNA, s čimer je lahko analiza starodavne DNA veliko uspešnejša, če se poslužimo minimalno destruktivnih metod in se poskušamo prebiti do polža.

Destruktivne metode

V ta namen se moramo poslužiti minimalno invazivnih in destruktivnih metod. Destruktivne metode, kot pove že ime, za analize uničijo vzorec, ki ga je tako pogosto nemogoče vrniti ali uporabiti še enkrat. Te metode so zaenkrat najuspešnejše pri pridobivanju kostnega prahu z najvišjimi vrednostmi endogene DNA. Mednje spada rezanje in mletje kosti. Rezanje kosti v sterilnem okolju je najlažje doseči s peskanjem. Gre za napravo, ki pod pritiskom piha sterilen droben pesek (angl. *sandblasting machine*), ki kosti sterilno prereže in omogoča, da dosežemo dele kosti, ki so globlje in torej ne na površini (Pinhasi *et al.* 2015), s tem pa preprečimo kontaminacijo vzorca iz okolja. Nato odrezane korenine zob, dele skalnic (najboljše polž) ali druge dele kosti zmeljemo v kostni prah. Kostni prah je osnova za nadaljnje analize in predvsem za izolacijo DNA, ki je naslednji korak priprave vzorca do sekvenciranja. Za primer, ko skalnica ni ločena od lobanjskih kosti in je pred nami lobanja v celoti, so Sirak *et al.* (2017) predstavili minimalno invazivno metodo za vrtanje senčnice oziroma lobanjskega dna (angl. *cranial base drilling*) s ciljem priti do notranjosti ušesnega kanala. Z vrtanjem tako že neposredno pridemo do kostnega prahu, ki ga nato uporabimo za nadaljnje stopnje analize.

Izolacija DNA

Izolacija DNA poteka v ločenem sterilnem okolju, kamor prenesemo kostni prah, ki je shranjen v različnih vialah, katerih velikost je odvisna od nadaljnje metode (lahko govorimo, na primer, o 50-mililitrskih tubah Falcon ali 2-mililitrskih tubicah Eppendorf). Raziskovalne skupine za izolacijo starodavne DNA uporabljajo različne laboratorijske protokole, osnovni in najbolj ustaljen protokol pa so objavili Dabney *et al.* (2013). Od takrat je bilo objavljenih že več izboljšav, ki vključujejo tako uporabo drugih reagentov kot tudi druge laboratorijske opreme (glej na primer Korlević *et al.* 2015; Dabney, Meyer 2019). V nadaljevanju opisujem enega od postopkov izolacije DNA, pri številnih laboratorijih pa gre povečini za podobna načela, postopke in reagente (vsaj z uporabo EDTA in proteinaze K).

Starodavna DNA je močno fragmentirana in se zato obnaša drugače kot običajne molekule DNA (Orlando *et al.* 2021, 8). V tem primeru postopek izolacije temelji na uporabi ekstrakcijskega pufra, ki ga sestavljata EDTA in proteinaza K, ter veznega pufra, ki starodavno DNA v Roche tubah veže na kolono iz silike (po Dabney, Meyer 2019). Drugi laboratorijski protokoli lahko namesto

kolone iz silike uporabljajo magnetne kroglice, obložene s siliko, ali pa DNA vežejo na delce silike v kaotropnem veznem pufru (Orlando *et al.* 2021, 8). Po uporabi čistilnih pufrov in s pomočjo nizko slanih pufrov (kot je na primer TET) iz raztopine dobimo izolirano starodavno DNA, ki je osnova za nadaljnje analize, te pa vključujejo pripravo knjižnic za sekvenciranje. Ob pripravi izolatov istočasno pripravljamo tudi negativno kontrolo (angl. *extraction negative blank*), ki služi za kontrolo kontaminacije reagentov in jo izvajamo v celotnem procesu priprave vzorcev do sekvenciranja kot pri drugih vzorcih. Kontrola je sestavljena iz enake količine reagentov, ki so prisotni v posamičnem izolatu, namesto vzorca pa je v viali destilirana sterilna voda.

Priprava knjižnic za sekvenciranje naslednje generacije z napravo Illumina

Preden izolirano starodavno DNA sekvenciramo, moramo narediti knjižnice za sekvenciranje. Izolirana DNA je sestavljena iz kratkih fragmentov želene DNA, ki pa so bili po smrti poškodovani, zato jih med pripravljanjem knjižnic poskušamo popraviti.

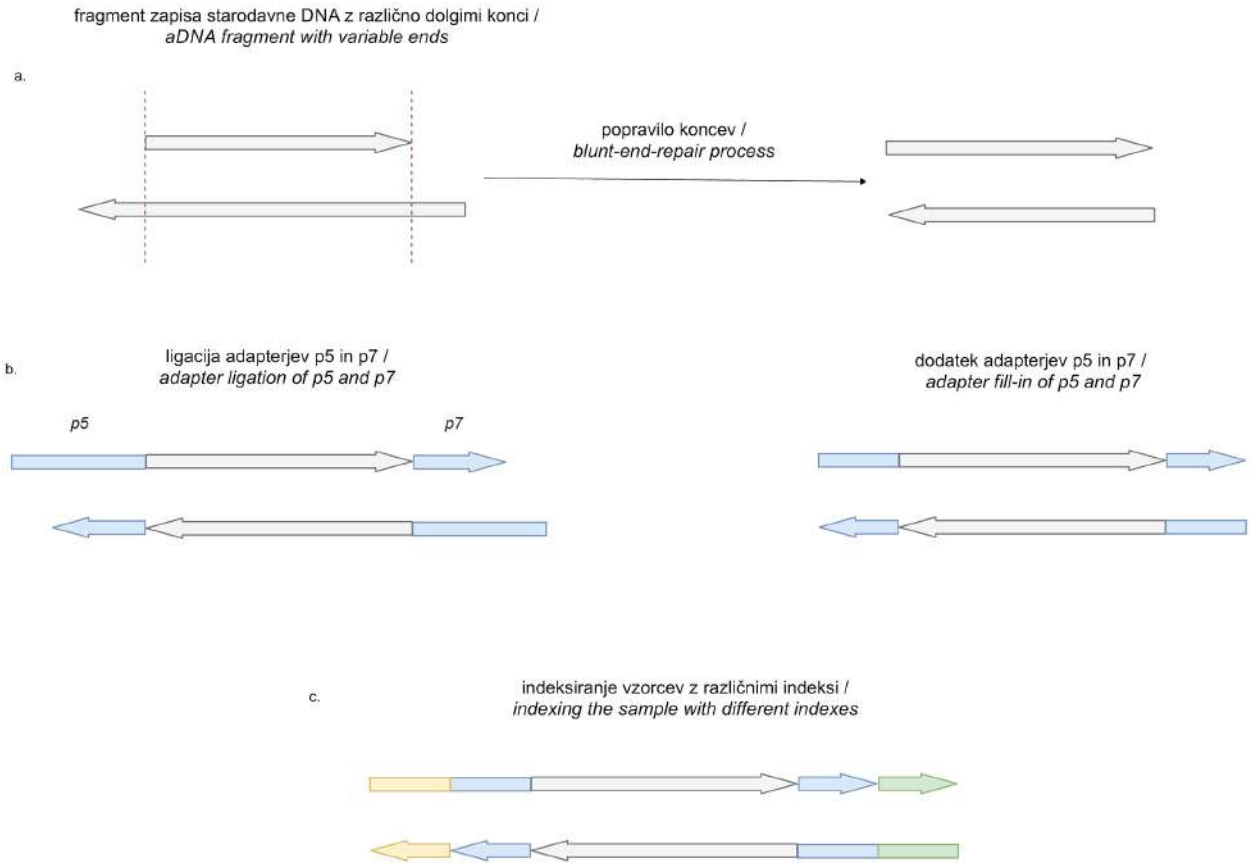
Poškodbe izolatov DNA vsebujejo fragmentacijo v zelo kratke fragmente DNA, konverzijo štirih nukleotidov v derivative in navzkrižno povezovanje DNA z drugimi molekulami (glej zgoraj). Vse to načeloma vpliva na to, koliko uporabnih informacij lahko pridobimo iz izolatov, zato je popravljanje poškodb še toliko bolj pomembno. V procesu priprave knjižnic za sekvenciranje je največji poudarek na popravljanju poškodb, ki so nastale kot posledica fragmentacije DNA. Laboratorijski protokoli (glej na primer Meyer, Kircher 2010) so sestavljeni iz več korakov, ki zagotovijo optimalno pripravljene fragmente starodavne DNA za sekvenciranje naslednje generacije.

Knjižnice so lahko enoverižne (angl. *single-stranded DNA*; ssDNA) ali dvoverižne (angl. *double stranded DNA*; dsDNA), odvisno od potreb raziskave in želenih rezultatov. Za nekakšen zlati standard velja priprava enoverižnih knjižnic, ki se za razliko od dvoverižnih knjižnic bolje obnesejo pri sekvenciranju previsnih koncev na fragmentu DNA (glej sliko 6a in narisan previsni konec na spodnjem fragmentu), ki jih dvoverižne knjižnice odrežejo. Enoverižne knjižnice ta proces zaobidejo z ligacijo adapterjev (pojasnjeno v nadaljevanju) neposredno na te previsne konce (Liu *et al.* 2022). Takšne knjižnice pridejo v poštev predvsem v primerih, ko gre za starejše in dragocenejše vzorce, medtem ko za večino komercialnih raziskav v poštev pride priprava dvoverižnih knjižnic. Razlogi za to so predvsem boljša cenovna dostopnost, krajši čas priprave in konsistentnost rezultatov.[7]

V nadaljevanju opisujem primer priprave preproste dvoverižne knjižnice. Pri njeni pripravi prva točka temelji na popravilu poškodovanih previsnih koncev 5' in 3' ogljikovih atomov (angl. *blunt end repair;* slika 6a), ki z uporabo T4 polinukleotidne kinaze odreže ali dopolni konce fragmentov molekul DNA. Naslednji korak je uporaba T4 DNA ligaze, ki adapterja *p5* in *p7* veže na konce teh molekul (angl. *adapter ligation;* slika 6b). Adapterja nimata vpliva na sekvenciranje in stabilizirata fragmente za kasnejšo verižno reakcijo s polimerazo. Zadnji korak za optimizacijo knjižnice je dodatek adapterjev (angl. *adapter fill-in;* slika 6b), ki z uporabo molekul dNTP adapterje podaljšajo, da je knjižnica dokončno pripravljena na nadaljnje postopke (Meyer, Kircher 2010, 4, Fig. 1). Ob pripravi knjižnic tako kot pri izolaciji dodamo še negativno kontrolo za kontrolo kontaminacije reagentov (angl. *library negative blank*). V večini primerov dodamo tudi pozitivno kontrolo (angl. *library positive blank*), predvsem ko govorimo o vzorcih, pri katerih nismo prepričani, ali je v njih sploh ohranjena starodavna DNA.

Pri pripravi knjižnic velja omeniti tudi nov zlati standard predpriprave vzorcev s postopkom UDG (angl. *uracil DNA glycosylase;* okrajšava UDG) ali delnim postopkom UDG (v literaturi pogosto imenovan angl. *partial UDG treatment*). Gre za postopek, ki sem ga omenila že pred nekaj poglavji in v protokolu priprave knjižnic nastopi pred procesom popravila previsnih koncev (slika 6b). S postopkom UDG zmanjšamo učinek deaminacije in odstranimo vse deaminirane citozine (ki so po procesu deaminacije uracili) (Liu *et al.* 2022). Ker lahko s tem odstranimo velik del starodavnih molekul DNA, raziskovalci večinoma uporabljajo delni postopek UDG, ki je krajši in ohrani poškodovano strukturo molekul, hkrati pa kljub temu odstrani posmrtne pretvorbe (Rohland *et al.* 2015).

7 Ob tem je vredno omeniti nov, cenejši in hitrejši protokol priprave enoverižnih knjižnic (glej Kapp *et al.* 2021), ki bo sčasoma z dopolnitvami verjetno postal po ceni in konsistenci rezultatov ravno tako primeren za komercialne in večje projekte.



Slika 6. Poenostavljen prikaz priprave dvoverižne knjižnice vzorca za sekvenciranje naslednje generacije. a. Prikazuje fragment izolirane starodavne DNA in proces popravila previsnih koncev, da sta obe strani dvoverižnega fragmenta DNA poravnani. b. Ligacija in dodatek adapterjev p5 in p7 za stabilizacijo fragmentov med verižno reakcijo s polimerazo. c. Indeksiranje vzorca z različnimi zaporedji baznih parov, ki ločijo vzorec od drugega (povzeto po Meyer, Kircher 2010, Fig. 1).

Figure 6. A simplified view of the sample double-stranded library process preparation for the NGS. a. A fragment of aDNA following a blunt-end-repair process. b. Adapter ligation of p5 and p7 and furthermore adapter-fill-in for stabilization of the sample during the PCR process. c. Indexing the sample with different known indexes (barcodes) so the samples cannot be mixed during subsequent processes (PCR amplification, Capture, sequencing) (adapted from Meyer, Kircher 2010, Fig. 1).

Verižna reakcija s polimerazo in indeksiranje

Pred sekvenciranjem knjižnic je treba vzorce indeksirati oziroma kodirati (angl. *barcoding;* slika 6c), da se lahko razlikujejo drug od drugega, ko jih združimo v skupen vzorec za sekvenciranje. Indeksiranje še zmeraj poteka v čistem in sterilnem okolju, kjer je možnost kontaminacije vzorcev čim manjša, saj je ta postopek za sekvenciranje zelo pomemben, pomembna pa je tudi doslednost zapisovanja in vodenja laboratorijskega dnevnika, da se indeksi med seboj ne pomešajo. V primeru napake je lahko celotna skupina vzorcev popolnoma neuporabna za sekvenciranje. Kot v prejšnjih dveh korakih tudi pri indeksiranju dodamo negativno kontrolo.

Indeksi so označeni (indeksirani) začetniki z znanimi zaporedji baznih parov (na primer CGGCATGCTA), ki se vežejo na oba konca molekul, in sicer na adapterje *p5* in *p7*. Vsak indeks ima svoje zaporedje in je dodeljen le enemu vzorcu, posledično pa je vsak vzorec v sekvenciranju ločen od drugega. Po indeksiranju vzorcev sledi verižna reakcija s polimerazo, ki pomnoži že

obstoječe fragmente znotraj vzorcev za njihovo lažje sekvenciranje. Če je naš cilj sekvenciranje vzorca, kjer nas zanima *vse*, lahko po opravljenih kontrolah kvalitete vzorcev (uporaba naprav QuBit in BioAnalyzer ali Tape Station) te vzorce združimo in pošljemo na sekvenciranje naslednje generacije (angl. *shotgun sequencing*). To pomeni, da bodo sekvencirane vse molekule DNA znotraj vzorca, ki pa so lahko tudi okoljska, živalska, mikrobiotska in človeška DNA ter navsezadnje morebitna moderna kontaminacija. Takšno sekvenciranje je z vidika stroškov dražje, zato se veliko skupin odloča za tarčno sekvenciranje, ki omogoča sekvenciranje točno določenih molekul DNA, ki nas zanimajo (opis v nadaljevanju).

Tarčno sekvenciranje

Da lahko izvedemo tarčno sekvenciranje, je treba vzorce najprej pripraviti – postopek se imenuje *Capture* (slovenske ustreznice ni, najbližji prevod bi lahko bil *iskanje tarče*), temu pa sledi še obogatitev tarče. Metoda *Capture* temelji na tarčnem iskanju točno določenega dela vzorca, v večini primerov gre za iskanje jedrne DNA ali mitohondrijske DNA, v zadnjih letih pa so se razvile tudi vabe za različne virusne, bakterijske ali živalske DNA, prav tako pa lahko uporabljamo tarčno iskanje neandertalske ali denisovske DNA. Metoda *Capture* cilja na čim več preostale endogene DNA v molekulah (ki jih je kljub vsem opisanim postopkom le < 1 %) z uporabo RNA[8] vab, ki temeljijo na modernih referenčnih bazah genomov (ali že izoliranih in sekvenciranih arhaičnih genomov). Vabe so posebej pripravljene za starodavno DNA v raztopinah in nase vežejo tarčo (na primer mtDNA ali DNA virusa *Yersinia pestis*), nato pa se vežejo na magnetne kroglice, prevlečene s streptavidinom. Nevezano DNA, ki v tem primeru predstavlja vse tisto, kar za raziskavo ni pomembno, v nadaljnjih postopkih speremo iz raztopine, ujeto DNA na magnetnih kroglicah pa nato eluciramo in obogatimo za sekvenciranje (Carpenter *et al.* 2013, 835). Naslednji korak je podoben koraku pred tarčnim iskanjem, saj elucirane vzorce z ujeto tarčno DNA obogatimo in pomnožimo s polimerazo v reakciji PCR.

Zadnja stopnja pred sekvenciranjem naslednje generacije je ponovno preverjanje kvalitete proizvedenih knjižnic vzorcev z napravami QuBit in BioAnalyzer ali Tape Station. Nato vzorce združimo in pošljemo na sekvenciranje na napravi Illumina.

Analiza sekvenciranih vzorcev

Rezultate sekvenciranja moramo analizirati s pomočjo bioinformatike, saj so surovi in v različnih tipih datotek, ki jih je treba najprej urediti, preden jih lahko analiziramo za potrebe raziskave in raziskovalnih vprašanj. Bioinformatika, ki analizira sekvencirane podatke starodavne DNA, se zaradi narave fragmentirane in pogosto kontaminirane starodavne DNA poslužuje drugačnih postopkov kot bioinformatika sodobne genetike. Bioinformatiki rezultate sekvenciranja analizirajo z več različnimi postopki (cevovodi), ki so odvisni od metode priprave vzorcev (na primer *shotgun sequencing*.). Ti v primeru uporabe zgoraj opisane metode dvoverižnih knjižnic vključujejo pregled in pretvorbo datotek v posebnih formatih, pregled kvalitete podatkov (na primer uporaba orodja *FastQC*), obrezovanje adapterjev, filtriranje odčitkov zaporedja, filtriranje pomnoženih sekvenc v primeru tarčnega sekvenciranja, razlikovanje med kontaminiranimi in nekontaminiranimi vzorci (tega pri tarčnem sekvenciranju ni) ter popravilo poškodb DNA, ki so nastale *post mortem* (Schubert *et al.* 2012; 2014).

Pregledane in prečiščene sekvence bioinformatiki poravnajo z referenčnimi genomi (človeški, živalski, virusni, bakterijski, neandertalski itd.), kjer opazujejo, kolikokrat se sekvenca vzorca prekriva z referenčnim genomom. Število prekrivanj nam pove stopnjo pokritosti analiziranega genoma z referenčnim. Po poravnavi genoma sledi odstranjevanje duplikatov,[9] ki so nastali med pomnoževanjem, zatem pa se začneta analiza SNP-jev[10] in anotacija genov (Altman *et al.* 2012), ki nas lahko ob podrobnejši bioinformatski analizi končno privedejo do kvalitativnih rezultatov, te pa lahko povežemo v širše celote.

8 RNA ali ribonukleinska kislina je enoverižna molekula, sestavljena iz ribonukleotidov (ti pa imajo eno od že prej omenjenih štirih baz). Lahko naredi tudi dvojno vijačnico s komplementarno RNA ali DNA (Splet 2).

9 Ob pomnoževanju fragmentov starodavne DNA z reakcijo PCR upamo na čim večjo pomnožitev teh kratkih fragmentov z namenom, da jih bomo ob shotgun sekvenciranju zaznali. Zaradi tega ob sekvenciranju nastanejo duplikati istih sekvenc fragmentov, ki pa pri nadaljnji analizi niso več potrebni in jih lahko odstranimo.

10 SNP je okrajšava za polimorfizem posameznega nukleotida (angl. *single nucleotide position*). Gre za mutacijo zaporedja DNA, ko se en nukleotid razlikuje od ostalih zaporedij iste vrste (Splet 3) in s tem nakazuje razliko v zapisu DNA med različnimi populacijami.

Diskusija

Kaj lahko preučujemo s starodavno DNA?

Nadaljnje bioinformatske analize so odvisne od raziskovalnih vprašanj projekta. Skoraj vse opisane točke v spodnjem poglavju analiziramo s pomočjo bioinformatskih orodij in različnih programov. Po končanih analizah pa lahko rezultate povežemo v večje celote in poskusimo odgovoriti na vprašanja o specifični vrsti, dogodkih in življenju v preteklosti. V nadaljevanju sledi krajši pregled nekaterih področij, ki jih lahko preučujemo s pomočjo starodavne DNA.

Filogenetika

Eno izmed področij, ki jih lahko preučujemo s pomočjo starodavne DNA, je filogenetika, preučevanje sorodstvenih odnosov med različnimi vrstami ali med skupinami živega sveta. Z vsako novo raziskavo lahko širimo filogenetska drevesa vrst in tako raziskujemo njihov razvoj ter določamo natančnejše točke v zgodovini, kjer so se razdelile na podvrste. Dober primer filogenetskih dreves so raziskave evolucije človeka in njegovih arhaičnih prednikov (Slon *et al.* 2018; Narasimhan *et al.* 2019) ali celo evolucije virusov in bakterij. Med slednjimi je velikega porasta v številu raziskav deležna bakterija *Yersinia pestis,*[11] ki je bila v zgodovini kriva za izbruhe pandemij kuge (na primer Justinijanova kuga, izbruh kuge v poznosrednjeveški Evropi itd.). S pomočjo analize starodavne DNA so študije pokazale prisotnost bakterije tudi v času neolitika ter analizirale virulenco in mutacije te bakterije v naši preteklosti (Bos *et al.* 2011; Schuenemann *et al.* 2011; Spyrou *et al.* 2019).

Prilagajanje, introgresija in hibridizacija vrst

Z analizo starodavne DNA lahko opazujemo tudi prilagajanje (angl. *adaptation*), hibridizacijo ali izmenjavo genov (angl. *admixture*) ter introgresijo skozi hibridizacijo (angl. *introgression*) znotraj vrst *Homo* in med njimi. Prilagajanje je proces fenotipskih in genetskih sprememb, ki se zgodijo skozi čas in v določenem kontekstu prinašajo večjo sposobnost razmnoževanja (Racimo *et al.* 2015). Hibridizacija je genetska izmenjava med posamezniki iz dveh različnih populacij, ki sta bili v preteklosti izolirani, pri čemer gre lahko za različni vrsti ali le dve med seboj izolirani ljudstvi. Introgresija (v primeru paleogenomike govorimo predvsem o introgresiji arhaičnih genov) pa je vnos genetskega materiala iz arhaičnih in danes že izumrlih populacij v naše prednike s pomočjo hibridizacije – dveh ločenih (geografsko, genetsko itd.) vrst, ki sta v preteklosti doživeli dogodek izmenjave genov (Nielsen *et al.* 2017).

S preučevanjem prilagajanja, hibridizacije oziroma izmenjave genov in introgresije lahko podrobneje sledimo evoluciji in opazujemo, kako so se vrste razvijale ter kakšen vpliv so imele druga na drugo. Primer tega so geni, ki smo jih sodobni ljudje podedovali od arhaičnih človeških vrst – na primer Neandertalcev in Denisovcev. Eden izmed njih je gen *EPAS1*, ki izvira iz Denisovcev in je povezan z življenjem na višjih nadmorskih višinah, še danes pa je prisoten v prebivalcih tibetanskih planot (Huerta-Sánchez *et al.* 2014). Na drugi strani poznamo prilagoditev človeka na pitje mleka in prisotnost encima laktaze tudi po času otroštva za lažje presnavljanje laktoze (Tishkoff *et al.* 2006).

Populacijska genetika

Populacijska genetika je zelo široko področje, ki ga lahko raziskujemo tudi v okviru starodavne DNA. Med drugim lahko raziskujemo razmerja med efektivno velikostjo populacije in njeno genetsko raznolikostjo (Hamilton 2009, 1), prav tako pa lahko vzorce analiziramo z demografskega vidika. Sekvencirani genom nam omogoča, da lahko z 99,9-odstotno gotovostjo ocenimo spol posameznika, to pa nam lahko med drugim omogoča podrobnejše študije osteoloških metod za oceno spola ali boljše razumevanje pridajanja grobnih pridatkov. Raziskujemo lahko tudi sorodstvene vezi med analiziranimi posamezniki ter vezi s predniki, in sicer s pomočjo haploskupin Y-kromosoma ali mtDNA. Te nam lahko veliko povedo o migracijskih poteh, ki so zaznamovale današnjo sestavo populacije in segajo več tisoč let v preteklost (Furtwängler *et al.* 2020; Olalde *et al.* 2018; Pinhasi *et al.* 2012).

Sobivanje vrst

Poleg preučevanja sodobnega človeka, njegovih arhaičnih vrst, živali, rastlin in drugih nekdaj živih bitij nam analize starodavne DNA omogočajo podrobnejši vpogled v sobivanje vseh naštetih ter na spremembe, ki so

11 Kuga je bolezen, ki jo povzroča enterobakterija *Yersinia pestis* (Gram-negativen bacil).

jih predvsem živali in rastline doživele zaradi gojenja rastlin in udomačitve živali. Kot primer gojenja rastlin lahko omenim spremembe v DNA zapisu koruze, ki se je gojenju prilagodila s spremenjenim časom cvetenja, boljšim shranjevanjem semen ter lažje dostopnim in užitnim jedrom (Jaenicke-Després *et al.* 2003). Pri živalih naj omenim kokoši, ki so zaradi namerne reje v zadnjem tisočletju povečale produkcijo jajc, ter udomačitev konj in psov. Pri psih je zanimiv izsledek, da so se življenju s človekom prilagodili tudi z možnostjo presnavljanja škrobnih živil (Axelsson *et al.* 2013), česar pred tem niso mogli, medtem ko so konji spremenili velikost ter različne fizične lastnosti, kot na primer barvo kožuha (Der Sarkissian *et al.* 2015; Marciniak, Perry 2017).

Uporaba in interpretacija rezultatov analiz starodavne DNA v arheologiji

V zgornjih poglavjih sem predstavila laboratorijske tehnike in nekaj primerov interpretacije rezultatov, ki jih lahko dobimo s takšnimi analizami. V tem delu pa bi se rada na kratko posvetila uporabi in interpretaciji rezultatov analiz starodavne DNA v arheologiji.

Starodavna DNA v arheologiji močno pripomore pri razumevanju človeka, načina življenja in družbe v preteklosti, saj odpira možnost podrobnejšega preučevanja družbene strukture in dinamike med posamezniki tako na lokalni kot širši ravni. To pa je konec koncev eden izmed ciljev te vede (Kristiansen 2009, 26).

Naj omenim nekaj primerov, ki pričajo o dobri praksi kombinacije arheologije in starodavne DNA. Pri Fowler *et al.* 2022 so s pomočjo arheoloških in genetskih podatkov prišli do zanimivih zaključkov o družbeni dinamiki pokopanih posameznikov v zgodnjeneolitski grobnici Hazelton North v Angliji. Gre za pokop patriarhalne skupnosti, kjer je imel en moški potomce z vsaj štirimi različnimi ženskami, ki so bile skupaj z otroki in vnuki pokopane v isti grobnici, razdeljeni glede na matriarhalne linije. Analize starodavne DNA so omogočile podrobnejši vpogled v sorodstvene vezi med pokojniki, ki jih zgolj z arheološko analizo najdišča ne bi mogli ugotoviti. V oči so najbolj padli pokopani posamezniki, ki niso bili genetsko povezani z originalnim moškim prednikom, pri čemer so avtorji izpostavili možnost posvojitve in dojemanje družine ne glede na krvno sorodstvo. Starodavna DNA je v tem primeru močno pripomogla k razumevanju pokopane neolitske skupnosti v Hazelton North ter odprla diskurz o družinski pripadnosti in vlogi posameznikov v družini, pri čemer biološka sorodnost ni nujno imela tako velikega pomena.

Na tak način lahko s pomočjo starodavne DNA preučujemo tudi odnose med več različnimi skupnostmi, ki so morda živele in bile pokopane na različnih mestih na istem najdišču. Takšne analize nam seveda ne morejo posredovati podatkov o družbenem sloju, lahko pa s pomočjo arheoloških podatkov o pokopavanju razvijemo hipoteze o družbeni dinamiki znotraj pokopanih skupnosti in med njimi. Primer takšne raziskave je raziskava Novak *et al.* 2021, v kateri so s pomočjo starodavne DNA ugotovili genetsko sestavo pokojnikov v 6200 let stari grobnici iz Potočanov na Hrvaškem. V grobnici je bilo pokopanih 21 posameznikov, ki so umrli nasilne smrti. Zgolj z antropološko in arheološko analizo najdišča raziskovalci niso mogli ugotoviti razloga za pokol. S pomočjo analiz starodavne DNA pa so lahko odgovorili na vprašanje, ali je šlo za kakršno koli preferenco v spolu in starosti ter ali je šlo za prišleke. Rezultati so pokazali, da v skupini ni bilo pristranskosti glede na spol ali starost, pokojniki pa med seboj niso bili v sorodstvenih razmerjih (razen nekaterih izjem). Genetsko prav tako niso kazali indicev, da so del druge skupine ljudi, ki se je pred kratkim naselila na tem območju, temveč del iste večje skupine ljudi, ki se je na širšem področju ukvarjala s kmetovanjem. Avtorji so tako lahko zaključili, da je šlo za organizirano nasilje (ali masaker) nad skupino ljudi znotraj večje skupnosti, nasilje pa je verjetno temeljilo na diskriminaciji, ki je s pomočjo arheoloških, antropoloških in genetskih raziskav ne moremo razkriti.

Analize starodavne DNA lahko tudi potrdijo ali ovržejo obstoj virusnih in/ali bakterijskih obolenj, kar lahko dodatno osvetli način pokopa določene skupine ljudi. Človeško zgodovino so močno zaznamovale epidemije različnih bolezni, med njimi pa izstopajo epidemije kuge in gobavosti (tj. Hansenova bolezen, ki na skeletu ni vedno nujno pustila sledov). S pomočjo genetskih analiz lahko na primer raziskujemo, ali so bila določena grobišča namenjena pokopu bolnih posameznikov (kot na primer leprozariji v okolici samostanov, kjer so skrbeli zanje – za podrobnejši pregled glej Pfrengle *et al.* 2021) ali pa je šlo za ločene grobnice, v katere so zapečatili pokojnike s kugo (za pregled glej Castex, Kacki 2022, za paleogenetsko analizo glej Bos *et al.* 2011).

Preučujemo lahko tudi migracije v različnih arheoloških obdobjih. V arheološki stroki so verjetno največ prahu dvignile migracije v času neolitika in bronaste dobe, pri čemer se je postavljalo vprašanje, ali govorimo o demski ali kulturni difuziji. Temu sledijo tudi novejše študije populacijske paleogenetike, kot na primer Patterson *et al.* (2022) in Olalde *et al.* (2019), ki sta preučevali družbene premike v času neolitika in bronaste dobe. Gre torej za čas, ko pisnih virov še nimamo, arheološki viri pa nam nudijo veliko prostora za interpretacije o prenosu tipa najdb po različnih geografskih območjih. Zdi se, da so rezultati analiz vzorcev starodavne DNA deloma odgovorili na vprašanje neolitske tranzicije in tehtnico prevesili na stran demske difuzije (González-Fortes *et al.* 2017). Genetsko gledano so dokazi za migracije znanstveno nedvoumni, vendar hkrati ne pojasnijo vzorcev obnašanja, interne družbene dinamike, zakaj je do migracij prišlo in kako so se odražale v materialni kulturi (Veeramah 2018, 83). V času zgodnje bronaste dobe v Evropi poznamo srečanje večjega števila prebivalstva s področij stepe, kot je bila skupina ljudi z »nalepko« Jamnaja, ki je mešanica vzhodnih kavkaških lovcev nabiralcev in zgodnjeneolitskih Irancev (Veeramah 2018, 84), kulture trakastih loncev in kulture zvončastih čaš (Haak *et al.* 2015; Olalde *et al.* 2018; Furholt 2018; Wang *et al.* 2019). V tem primeru se je izkazalo, da lahko določeno materialno kulturo prepoznamo na več različnih koncih Evrope, analize starodavne DNA pa so pokazale, da so njeni »lastniki« različne skupine ljudi. Iz tega lahko razberemo, da materialne kulture ne moremo enačiti z eno skupino ljudi in da njeni uporabniki niso nujno del iste homogene družbe ali skupine ljudi. Definirati in razumeti migracije je zelo težko, ker je treba poleg premika mase ljudi razumeti vlogo družbe in družbene dinamike, ki je privedla do migracije. Problematično je posploševanje rezultatov paleogenetskih analiz, ki so pogosto opravljene na majhnem številu vzorcev ter jih lahko zmotno interpretiramo in postavimo v širši geografski prostor (Veeramah 2018, 85).

Tudi pri uporabi termina demska difuzija moramo biti izjemno previdni, saj ne glede na rezultat genetskih analiz, ki dokazujejo migracijo skupin ljudi po Evropi, in z njo delno zamenjavo prejšnje populacije na preučevanem geografskem območju ne moremo trditi, da je to razlog za menjavo materialne kulture. Še zmeraj moramo upoštevati mešanje idej, prav tako pa človeku ne moremo zgolj na podlagi analiz DNA dati »nalepke«, ki naj bi pričala o tem, kdo naj bi ta oseba bila, in ga uvrstiti v predal določene skupine ljudi. To problematiko je obravnavala tudi Tina Milavec (2021) v članku prejšnjega Arhea »Slovane imamo!«, zato tu ne želim ponavljati njenih besed, saj je v omenjenem prispevku odlično povzeta celotna problematika predalčkanja. Bi pa rada izpostavila, da moramo biti pri interpretiranju analiz DNA previdni, prav tako kot pri kombiniranju analiz DNA in arheoloških najdb. »Nalepke« so do določene mere potrebne, da se lažje orientiramo v času in prostoru, predvsem kadar govorimo o rezultatih analiz DNA, saj »nalepke« v en predal uvrstijo ljudi s podobno genetsko sestavo in olajšajo nadaljnje analize. Kot trdijo Pohl *et al.* (2021, 1), genetika ponuja orodja, s katerimi lahko identificiramo in izoliramo posameznike in različne skupnosti. Paleogenetske raziskave, objavljene v zadnjem desetletju, so namreč prinesle mnogo različnih interpretacij naše preteklosti, ki pa so ravno zaradi tega, ker gre za paleogenetsko študijo, temelječo zgolj na paleogenetskih podatkih, v vedah, ki se ukvarjajo s preteklostjo, pustile globoke sledi. Posledično se je med disciplinami, kot sta paleogenomika in arheologija, razvila določena napetost (Lalueza-Fox 2013). Temu, čemur paleogenomiki pravijo »kmetovalci«, »Slovani« ali »Avari«, ni treba brezglavo slediti brez dodatnih raziskav in usklajevanja z rezultati analiz arheološkega materiala. Genetiki niso arheologi in obratno, zato se lahko slabi volji izognemo z razumevanjem drug drugega. V interpretacijo je treba vključiti večjo mero previdnosti in objektivnosti ter splošen konsenz, da pri podeljevanju t. i. nalepk dovolimo več prostora za drugačno interpretacijo. Genetiki nam torej s svojimi modeli migracij na podlagi večjih prostorskih analiz izdelajo okvir, medtem ko lahko arheologi to znanje in okvir uporabimo, ju pretvorimo v kontekst ter s pomočjo naših znanj in najdb razložimo družbeno dinamiko in družbene premike.

Tako kot so arheologijo pred stoletjem uporabljali za potrjevanje ideje rase (na primer evgenika v času nacizma s poveličevanjem germanskih ljudstev in ozemeljskih teženj), so danes problematični medijski prikazi, odmevni naslovi in izbrano poročanje o naši preteklosti. Ljudje si želijo pripadati nečemu večjemu in slavnemu, zato so rezultati različnih sodobnih genetskih raziskav (na primer 23andMe, AncestryDNA), da smo na primer potomci Vikingov, toliko bolj senzacionalni, čeprav je od takrat minilo že več kot tisoč let. Težava torej ni v rezultatih genetskih analiz, temveč v interpretaciji in interpretatorjih (v tem primeru medijih ali nas samih), ki kontroverzno obračamo besede in pretekle skupine ljudi z razburljivo

preteklostjo enačimo z »*nami*« (Jobling *et al*. 2016, 145; Pohl *et al*. 2021, 2).

Ključnega pomena je torej, kdo interpretira rezultate analiz, pri razlagah pa je treba upoštevati interdisciplinarnost in tako ustvariti objektiven kontekst, ki upošteva znanja različnih disciplin. V tem primeru govorimo o paleogenomiki in arheologiji, vendar bi lahko brez dvoma dodali še vsaj zgodovino in lingvistiko. Poleg tega je treba ustvariti nove standarde za interpretacijo genetskega materiala iz preteklosti, kot poskušajo storiti pri projektu ERC – HistoGenes (Pohl *et al.* 2021). Smiselno je povečati obseg raziskav, ki analizirajo večja medgeneracijska grobišča oziroma več posameznikov znotraj njih in ne le nekaj zanimivih posameznikov, ter iz njih sestaviti celotno zgodbo grobišča. Poleg analiz starodavne DNA in arheološke materialne kulture je primerno vključiti analize drugih disciplin, kot na primer antropološke analize skeletov in analize stabilnih izotopov, ki dodatno razširijo sliko najdišč in so uporabne ne le na človeških ostankih, temveč tudi na samih najdbah.

Na tak način se med seboj povezujejo različne vede, ki skupaj zasnujejo raziskovalna vprašanja in nanje celostno odgovarjajo. Takšno povezovanje posledično omogoča, da pridemo do boljšega konteksta tako analiziranega grobišča kot družbe, ki je bila v njem pokopana (Veeramah 2018, 85).

Zaključne misli

Analize starodavne DNA torej niso zgolj posnetek preteklosti, temveč omogočajo vpogled v zgodovino vrst, njihov razvoj in izumrtje, z njimi pa lahko opazujemo povezave med bitji in mikrobi, ki so bili na Zemlji danes ali več deset tisoč (in v nekaterih primerih več sto tisoč) let v preteklosti. Glede na velikanski skok in napredek, ki ga je veda doživela v zadnjem desetletju, je nemogoče predvidevati, kaj vse bomo še lahko analizirali, kako daleč nazaj bomo lahko potegnili letnice sekvenciranih genomov in koliko vrst bomo še odkrili. Vsekakor pa gre za vedo, ki hitro napreduje, z njo pa tudi laboratorijske tehnike, ki se hitro razvijajo z željo po čim večji optimizaciji, čim manjši kontaminaciji vzorcev ter uporabi čim manj destruktivnih metod vzorčenja.

Ne glede na velik potencial, ki ga ima veda paleogenomika za razlaganje naše davne in ne tako davne preteklosti, moramo biti pri analizi rezultatov previdni ter, da bi se izognili posploševanju ali napačnim tezam, upoštevati znanja drugih ved. Le tako lahko skupaj z interdisciplinarnim pristopom ustvarimo celosten kontekst najdišč, družbe in navsezadnje naše preteklosti.

Cilj tega prispevka je seznaniti arheološko stroko s tematiko starodavne DNA. Glede na to, da so takšne raziskave v porastu in vedno bolj cenovno dostopne, je prav, da tudi arheologi poznamo njihove osnove. Več arheologov bo razumelo osnove genetskih analiz, ki temeljijo na vzorcih z arheoloških najdišč, tem bolje. Tako se izogibamo slabi volji ob tem, ko dobimo rezultate, saj razumemo, kakšne so omejitve analiz in koliko dela je vloženega v vzorce, ki so lahko kontaminirani ali zelo slabo ohranjeni. Upam, da se bo vedno več arheologov odločilo analizirati izkopane vzorce z analizami DNA (tudi sedimente, ki so lahko več kot izpovedni pri potrjevanju človeških in živalskih vrst tam, kjer kostnih ostankov nimamo). Seveda pa arheologi od teh študij ne moremo pričakovati čudežev, predvsem tam, kjer so kostni ostanki zelo slabo ohranjeni. Pri analizi rezultatov pa moramo ohraniti veliko mero objektivnosti in previdnosti.

Zahvala

Zahvaljujem se Kadirju Toykanu Özdoganu za delitev svojega še neobjavljenega magistrskega dela z menoj ter Kristianu Urhu za pomoč pri prevajanju strokovnih izrazov.

Literatura / References

ADCOCK, G. J., E. S. DENNIS, S. EASTEAL, G. A. HUTTLEY, L. S. JERMIIN, W. J. PEACOCK, A. THORNE 2001, Mitochondrial DNA sequences in ancient Australians: Implications for modern human origins. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98, 537–542.

ALBERT, I. 2019, *The Biostar Handbook* (2. izd. / 2nd ed.). https://www.biostarhandbook.com.

ALTMAN, A., P. WEBER, D. BADER, M. PREUSS, E. B. BINDER, B. MÜLLER-MYHSOK 2012, A beginners guide to SNP calling from high-throughput DNA-sequencing data. – *Human genetics* 131, 1541–1554.

AXELSSON, E., A. RATNAKUMAR, M.-L. ARENDT, K. MAQBOOL, M. T. WEBSTER, M. PERLOSKI, O. LIBERG, J. M. ARNEMO, Å. HEDHAMMAR, K. LINDBLAD-TOH 2013, The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. – *Nature 495*, 360–364.

BOS, K. I., V. J. SCHUENEMANN, G. B. GOLDING, H. A. BURBANO, N. WAGLECHNER, B. K. COOMBES, J. B. MCPHEE, S. N. DEWITTE, M. MEYER, S. SCHMEDES, J. WOOD, D. J. D. EARN, D. A. HERRING, P. BAUER, H. N. POINAR, J. KRAUSE 2011, A draft genome of Yersinia pestis from victims of the Black Death. – *Nature* 478, 506–510.

BROWN, T., K. BROWN 2011, *Biomolecular Archaeology: An Introduction*. – Chichester, West Sussex, Malden, Wiley-Blackwell.

CARAMELLI, D., C. LALUEZA-FOX, C. VERNESI, M. LARI, A. CASOLI, F. MALLEGNI, B. CHIARELLI, I. DUPANLOUP, J. BERTRANPETIT, G. BARBUJANI, G. BERTORELLE 2003, Evidence for a genetic discontinuity between neandertals and 24,000-year-old anatomically modern Europeans. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100, 6593–6597.

CARPENTER, M. L., J. D. BUENROSTRO, C. VALDIOSERA, H. SCHROEDER, M. E. ALLENTOFT, M. SIKORA, M. RASMUSSEN, S. GRAVEL, S. GUILLÉN, G. NEKHRIZOV, K. LESHTAKOV, D. DIMITROVA, N. THEODOSSIEV, D. PETTENER, D. LUISELLI, K. SANDOVAL, A. MORENO-ESTRADA, Y. LI, J. WANG, M. THOMAS, P. GILBERT, E. WILLERSLEV, W. J. GREENLEAF, C. D. BUSTAMANTE 2013, Pulling out the 1%: Whole-Genome Capture for the Targeted Enrichment of Ancient DNA Sequencing Libraries. – *The American Journal of Human Genetics* 93, 852–864.

CASTEX, D., S. KACKI 2022, 'Bring Out Your Dead.' – V / In: Knusel, C. J.,Schotsmans, E. M. J. (ur. / eds.), *The Routledge Handbook of Archaeothanatology*. – London, Routledge, 331–352.

DABNEY, J., M. KNAPP, I. GLOCKE, M. T. GANSAUGE, A. WEIHMANN, B. NICKEL, C. VALDIOSERA, N. GARCÍA, S. PÄÄBO, J. L. ARSUAGA, M. MEYER 2013, Complete mitochondrial genome sequence of a Middle Pleistocene cave bear reconstructed from ultrashort DNA fragments. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110, 15758–15763.

DABNEY, J., M. MEYER 2019, Extraction of Highly Degraded DNA from Ancient Bones and Teeth. – V / In: Shapiro, B., A. Barlow, P. D. Heintzman, M. Hofreiter, J. L. A. Paijmans, A. E. R. Soares (ur. / eds.), *Ancient DNA: Methods and Protocols*. – New York, Humana Press, 25–31.

DER SARKISSIAN, C., L. ERMINI, M. SCHUBERT, M. A. YANG, P. LIBRADO, M. FUMAGALLI, H. JÓNSSON, G. K. BAR-GAL, A. ALBRECHTSEN, F. G. VIEIRA, B. PETERSEN, A. GINOLHAC, A. SEGUIN-ORLANDO, K. MAGNUSSEN, A. FAGES, C. GAMBA, B. LORENTE-GALDOS, S. POLANI, C. STEINER, M. NEUDITSCHKO, V. JAGANNATHAN, C. FEH, C. L. GREENBLATT, A. LUDWIG, N. I. ABRAMSON, W. ZIMMERMANN, R. SCHAFBERG, A. TIKHONOV, T. SICHERITZ-PONTEN, E. WILLERSLEV, T. MARQUES-BONET, O. A. RYDER, M. MCCUE, S. RIEDER, T. LEEB, M. SLATKIN, L. ORLANDO 2015, Evolutionary genomics and conservation of the endangered Przewalski's horse. – *Current Biology* 25, 2577–2583.

FOWLER, C., I. OLALDE, V. CUMMINGS, I. ARMIT, L. BÜSTER, S. CUTHBERT, N. ROHLAND, O. CHERONET, R. PINHASI, D. REICH 2022, A high-resolution picture of kinship practices in an Early Neolithic tomb. – *Nature* 601, 584–587.

FURHOLT, M. 2018, Massive Migrations? The Impact of Recent aDNA Studies on our View of Third Millennium Europe. – *European Journal of Archaeology* 21, 159–191.

FURLONG, R. 2021, Waking the dead: sequencing archaic hominin genomes. – *Nature Research*. https://www.nature.com/articles/d42859-020-00112-6.

FURTWÄNGLER, A., A. B. ROHRLACH, T. C. LAMNIDIS, L. PAPAC, G. U. NEUMANN, I. SIEBKE, E. REITER, N. STEURI, J. HALD, A. DENAIRE, B. SCHNITZLER, J. WAHL, M. RAMSTEIN, V. J. SCHUENEMANN, P. W. STOCKHAMMER, A. HAFNER, S. LÖSCH, W. HAAK, S. SCHIFFELS, J. KRAUSE 2020, Ancient genomes reveal social and genetic structure of Late Neolithic Switzerland. – *Nature communications* 11, 1–11.

GAMBA, C., E. R. JONES, M. D. TEASDALE, R. L. MCLAUGHLIN, G. GONZALEZ-FORTES, V. MATTIANGELI, L. DOMBORÓCZKI, I. KOVÁRI, I. PAP, A. ANDERS, A. WHITTLE, J. DANI, P. RACZKY, T. F. G. HIGHAM, M. HOFREITER, D. G. BRADLEY, R. PINHASI 2014, Genome flux and stasis in a five millennium transect of European prehistory. – *Nature Communications* 5, 1–9.

GARLAND, A. N., R. C. JANAWAY 1989, The taphonomy of inhumation burials. – V / In: Roberts, C., Lee, F., Bintliff, J. (ur. / eds.), *Burial Archaeology: Current Research, Methods and Developments*. – BAR publishing, 15–37.

GERŠAK, Ž. M., I. ZUPANIČ PAJNIČ, M. ČREŠNAR, T. ZUPANC 2019, Determination of DNA yield rates in six different skeletal elements in ancient bones. – *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, The 28th Congress of the International Society for Forensic Genetics 7, 120–122.

GONZÁLEZ-FORTES, G., E. R. JONES, E. LIGHTFOOT, C. BONSALL, C. LAZAR, A. GRANDAL-D'ANGLADE, M. D. GARRALDA, L. DRAK, V. SISKA, A. SIMALCSIK, A. BORONEANȚ, J. R. VIDAL ROMANÍ, M. VAQUEIRO RODRÍGUEZ, P. ARIAS, R. PINHASI, A. MANICA, M. HOFREITER 2017, Paleogenomic Evidence for Multi-generational Mixing between Neolithic Farmers and Mesolithic Hunter-Gatherers in the Lower Danube Basin. – *Current Biology* 27, 1801–1801.e10.

GREEN, R. E., J. KRAUSE, S. E. PTAK, A. W. BRIGGS, M. T. RONAN, J. F. SIMONS, L. DU, M. EGHOLM, J. M. ROTHBERG, M. PAUNOVIC, S. PÄÄBO 2006, Analysis of one million base pairs of Neanderthal DNA. – *Nature* 444, 330–336.

HAAK, W., P. FORSTER, B. BRAMANTI, S. MATSUMURA, G. BRANDT, M. TANZER, R. VILLEMS, C. RENFREW, D. GRONENBORN, K. WERNER ALT, J. BURGER 2005, Ancient DNA from the First European Farmers in 7500-Year-Old Neolithic Sites. – *Science* 310, 1016–1018.

HAAK, W., I. LAZARIDIS, N. PATTERSON, N. ROHLAND, S. MALLICK, B. LLAMAS, G. BRANDT, S. NORDENFELT, E. HARNEY, K. STEWARDSON, Q. FU, A. MITTNIK, E. BÁNFFY, C. ECONOMOU, M. FRANCKEN, S. FRIEDERICH, R. G. PENA, F. HALLGREN, V. KHARTANOVICH, A. KHOKHLOV, M. KUNST, P. KUZNETSOV, H. MELLER, O. MOCHALOV, V. MOISEYEV, N. NICKLISCH, S. L. PICHLER, R. RISCH, M. A. ROJO GUERRA, C. ROTH, A. SZÉCSÉNYI-NAGY, J. WAHL, M. MEYER, J. KRAUSE, D. BROWN, D. ANTHONY, A. COOPER, K. W. ALT, D. REICH 2015, Massive migration from the steppe was a source for Indo-European languages in Europe. – *Nature* 522, 207–211.

HAMILTON, M. B. 2009, *Population genetics*. – Chichester, Hoboken, Wiley-Blackwell.

HARNEY, É., O. CHERONET, D. M. FERNANDES, K. SIRAK, M. MAH, R. BERNARDOS, N. ADAMSKI, N. BROOMANDKHOSHBACHT, K. CALLAN, A. M. LAWSON, J. OPPENHEIMER, K. STEWARDSON, F. ZALZALA, A. ANDERS, F. CANDILIO, M. CONSTANTINESCU, A. COPPA, I. CIOBANU, J. DANI, Z. GALLINA, F. GENCHI, E. G. NAGY, T. HAJDU, M. HELLEBRANDT, A. HORVÁTH, Á. KIRÁLY, K. KISS, B. KOLOZSI, P. KOVÁCS, K. KÖHLER, M. LUCCI, I. PAP, S. POPOVICI, P. RACZKY, A. SIMALCSIK, T. SZENICZEY, S. VASILYEV, C. VIRAG, N. ROHLAND, D. REICH, R. PINHASI 2021, A minimally destructive protocol for DNA extraction from ancient teeth. – *Genome Research* 31, 472–483.

HEDGES, R. E. M. 2002, Bone diagenesis: an overview of the process. – *Archaeometry* 44, 319–328.

HIGGINS, D., A. B. ROHRLACH, J. KAIDONIS, G. TOWNSEND, J. J. AUSTIN 2015, Differential Nuclear and Mitochondrial DNA Preservation in Post-Mortem Teeth with Implications for Forensic and Ancient DNA Studies. – *PLoS ONE* 10, e0126935.

HIGUCHI, R., B. BOWMAN, M. FREIBERGER, O. A. RYDER, A. C. WILSON 1984, DNA sequences from the quagga, an extinct member of the horse family. – *Nature* 312, 282–284.

HOFREITER, M. 2012, Nondestructive DNA Extraction from Museum Specimens. – *Methods in Molecular Biology* 840, 93–100.

HUERTA-SÁNCHEZ, E., X. JIN, ASAN, Z. BIANBA, B. M. PETER, N. VINCKENBOSCH, Y. LIANG, X. YI, M. HE, M. SOMEL, P. NI, B. WANG, X. OU, HUASANG, J. LUOSANG, Z. X. P. CUO, K. LI, G. GAO, Y. YIN, W. WANG, X. ZHANG, X. XU, H. YANG, Y. LI, JIAN WANG, JUN WANG, R. NIELSEN 2014, Altitude adaptation in Tibetans caused by introgression of Denisovan-like DNA. – *Nature* 512, 194–197.

JAENICKE-DESPRÉS, V., E. S. BUCKLER, B. D. SMITH, M. T. P. GILBERT, A. COOPER, J. DOEBLEY, S. PÄÄBO 2003, Early Allelic Selection in Maize as Revealed by Ancient DNA. – *Science* 302, 1206–1208.

JOBLING, M. A., E. HOLLOX, M. HURLES, T. KIVISILD, C. TYLER-SMITH 2014, *Human Evolutionary Genetics* (2. izd. / 2nd ed.). – New York, Garland Science, Taylor & Francis Group.

JOBLING, M. A., R. RASTEIRO, J. H. WETTON 2016, In the blood: the myth and reality of genetic markers of identity. – *Ethnic and Racial Studies* 39, 142–161.

KAPP, J. D., R. E. GREEN, B. SHAPIRO 2021, A Fast and Efficient Single-stranded Genomic Library Preparation Method Optimized for Ancient DNA. – *The Journal of Heredity* 112, 241–249.

KELLER, A., A. GRAEFEN, M. BALL, M. MATZAS, V. BOISGUERIN, F. MAIXNER, P. LEIDINGER, C. BACKES, R. KHAIRAT, M. FORSTER, B. STADE, A. FRANKE, J. MAYER, J. SPANGLER, S. MCLAUGHLIN, M. SHAH, C. LEE, T. T. HARKINS, A. SARTORI, A. MORENO-ESTRADA, B. HENN, M. SIKORA, O. SEMINO, J. CHIARONI, S. ROOTSI, N. M. MYRES, V. M. CABRERA, P. A. UNDERHILL, C. D. BUSTAMANTE, E. E. VIGL, M. SAMADELLI, G. CIPOLLINI, J. HAAS, H. KATUS, B. D. O'CONNOR, M. R. J. CARLSON, B. MEDER, N. BLIN, E. MEESE, C. M. PUSCH, A. ZINK 2012, New insights into the Tyrolean Iceman's origin and phenotype as inferred by whole-genome sequencing. – *Nature communications* 3, 1–9.

KISTLER, L., R. WARE, O. SMITH, M. COLLINS, R. G. ALLABY 2017, A new model for ancient DNA decay based on paleogenomic meta-analysis. – *Nucleic Acids Research* 45, 6310–6320.

KORLEVIĆ, P., T. GERBER, M. T. GANSAUGE, M. HAJDINJAK, S. NAGEL, A. AXIMU-PETRI, M. MEYER 2015, Reducing microbial and human contamination in DNA extractions from ancient bones and teeth. – *Biotechniques* 59, 87–93.

KRISTIANSEN, K. 2009, The Discipline of Archaeology. – V / In: Gosden, C., Cunliffe, B., Joyce, R. A. (ur. / eds.), *The Oxford Handbook of Archaeology*. – New York, Oxford University Press, 25–54.

KRSTIĆ, M. 2019, *Učinkovita izolacija starodavne DNA iz kosti in koprolitov* (Neobjavljeno diplomsko delo / Unpublished bachelor's thesis, Univerza na Primorskem). – Koper.

LALUEZA-FOX, C. 2013, Agreements and misunderstandings among three scientific fields: Paleogenomics, archaeology, and human paleontology. – *Current Anthropology* 54, S214–S220.

LIPAR, M., I. Z. PAJNIČ, M. COTMAN, J. Z. PIANO, J. ZHAO, D. PEKAROVIČ, T. LESKOVAR 2020, DNA, spectroscopic and geochemical analyses of bone fragments and associated speleothems in Postojna cave, Slovenia. – *Acta Carsologica* 49, 191–211.

LIU, Y., E. A. BENNETT, Q. FU 2022, Evolving ancient DNA techniques and the future of human history. – *Cell* 185, 2632–2635.

MARCINIAK, S., G. H. PERRY 2017, Harnessing ancient genomes to study the history of human adaptation. – *Nature Reviews Genetics* 18, 659–674.

MEYER, M., M. KIRCHER 2010, Illumina Sequencing Library Preparation for Highly Multiplexed Target Capture and Sequencing. – *Cold Spring Harbor Protocols* 2010, pdb.prot5448-pdb.prot5448.

MEYER, M., M. KIRCHER, M.-T. GANSAUGE, H. LI, F. RACIMO, S. MALLICK, J. G. SCHRAIBER, F. JAY, K. PRÜFER, C. DE FILIPPO, P. H. SUDMANT, C. ALKAN, Q. FU, R. DO, N. ROHLAND, A. TANDON, M. SIEBAUER, R. E. GREEN, K. BRYC, A. W. BRIGGS, U. STENZEL, J. DABNEY, J. SHENDURE, J. KITZMAN, M. F. HAMMER, M. V. SHUNKOV, A. P. DEREVIANKO, N. PATTERSON, A. M. ANDRÉS, E. E. EICHLER, M. SLATKIN, D. REICH, J. KELSO, S. PÄÄBO 2012, A High-Coverage Genome Sequence from an Archaic Denisovan Individual. – *Science* 338, 222–226.

MILAVEC, T. 2021, »Slovane imamo!« O izrazih in pomenih v zgodnjem srednjem veku. – *Arheo* 38, 83–87.

NARASIMHAN, V. M., N. PATTERSON, P. MOORJANI, N. ROHLAND, R. BERNARDOS, S. MALLICK, I. LAZARIDIS, N. NAKATSUKA, I. OLALDE, M. LIPSON, A. M. KIM, L. M. OLIVIERI, A. COPPA, M. VIDALE, J. MALLORY, V. MOISEYEV, E. KITOV, J. MONGE, N. ADAMSKI, N. ALEX, N. BROOMANDKHOSHBACHT, F. CANDILIO, K. CALLAN, O. CHERONET, B. J. CULLETON, M. FERRY, D. FERNANDES, S. FREILICH, B. GAMARRA, D. GAUDIO, M. HAJDINJAK, É. HARNEY, T. K. HARPER, D. KEATING, A. M. LAWSON, M. MAH, K. MANDL, M. MICHEL, M. NOVAK, J. OPPENHEIMER, N. RAI, K. SIRAK, V. SLON, K. STEWARDSON, F. ZALZALA, Z. ZHANG, G. AKHATOV, A. N. BAGASHEV, A. BAGNERA, B. BAITANAYEV, J. BENDEZU-SARMIENTO, A. A. BISSEMBAEV, G. L. BONORA, T. T. CHARGYNOV, T. CHIKISHEVA, P. K. DASHKOVSKIY, A. DEREVIANKO, M. DOBEŠ, K. DOUKA, N. DUBOVA, M. N. DUISENGALI, D. ENSHIN, A. EPIMAKHOV, A. V. FRIBUS, D. FULLER, A. GORYACHEV, A. GROMOV, S. P. GRUSHIN, B. HANKS, M. JUDD, E. KAZIZOV, A. KHOKHLOV, A. P. KRYGIN, E. KUPRIYANOVA, P. KUZNETSOV, D. LUISELLI, F. MAKSUDOV, A. M. MAMEDOV, T. B. MAMIROV, C. MEIKLEJOHN, D. C. MERRETT, R. MICHELI, O. MOCHALOV, S. MUSTAFOKULOV, A. NAYAK, D. PETTENER, R. POTTS, D. RAZHEV, M. RYKUN, S. SARNO, T. M. SAVENKOVA, K. SIKHYMBAEVA, S. M. SLEPCHENKO, O. A. SOLTOBAEV, N. STEPANOVA, S. SVYATKO, K. TABALDIEV, M. TESCHLER-NICOLA, A. A. TISHKIN, V. V. TKACHEV, S. VASILYEV, P. VELEMÍNSKÝ, D. VOYAKIN, A. YERMOLAYEVA, M. ZAHIR, V. S. ZUBKOV, A. ZUBOVA, V. S. SHINDE, C. LALUEZA-FOX, M. MEYER, D. ANTHONY, N. BOIVIN, K. THANGARAJ, D. J. KENNETT, M. FRACHETTI, R. PINHASI, D. REICH 2019, The formation of human populations in South and Central Asia. – *Science* 365, eaat7487.

NIELSEN, R., J. M. AKEY, M. JAKOBSSON, J. K. PRITCHARD, S. TISHKOFF, E. WILLERSLEV 2017, Tracing the peopling of the world through genomics. – *Nature* 541, 302–310.

NOONAN, J. P., G. COOP, S. KUDARAVALLI, D. SMITH, J. KRAUSE, J. ALESSI, F. CHEN, D. PLATT, S. PÄÄBO, J. K. PRITCHARD, E. M. RUBIN 2006, Sequencing and analysis of Neanderthal genomic DNA. – *Science* 314, 1113–1118.

NOVAK, M., I. OLALDE, H. RINGBAUER, N. ROHLAND, J. AHERN, J. BALEN, I. JANKOVIĆ, H. POTREBICA, R. PINHASI, D. REICH 2021, Genome-wide analysis of nearly all the victims of a 6200 year old massacre. – *PLoS ONE* 16, 1–14.

OLALDE, I., S. BRACE, M. E. ALLENTOFT, I. ARMIT, K. KRISTIANSEN, T. BOOTH, N. ROHLAND, S. MALLICK, A. SZÉCSÉNYI-NAGY, A. MITTNIK, E. ALTENA, M. LIPSON, I. LAZARIDIS, T. K. HARPER, N. PATTERSON, N. BROOMANDKHOSHBACHT, Y. DIEKMANN, Z. FALTYSKOVA, D. FERNANDES, M. FERRY, E. HARNEY, P. DE KNIJFF, M. MICHEL, J. OPPENHEIMER, K. STEWARDSON, A. BARCLAY, K. W. ALT, C. LIESAU, P. RIOS, C. BLASCO, J. V. MIGUEL, R. M. GARCIA, A. A. FERNANDEZ, E. BANFFY, M. BERNABO-BREA, D. BILLOIN, C. BONSALL, L. BONSALL, T. ALLEN, L. BUSTER, S. CARVER, L. C. NAVARRO, O. E. CRAIG, G. T. COOK, B. CUNLIFFE, A. DENAIRE, K. E. DINWIDDY, N. DODWELL, M. ERNEE, C. EVANS, M. KUCHARIK, J. F. FARRE, C. FOWLER, M. GAZENBEEK, R. G. PENA, M. HABER-URIARTE, E. HADUCH, G. HEY, N. JOWETT, T. KNOWLES, K. MASSY, S. PFRENGLE, P. LEFRANC, O. LEMERCIER, A. LEFEBVRE, C. H. MARTINEZ, V. G. OLMO, A. B. RAMIREZ, J. L. MAURANDI, T. MAJO, J. I. MCKINLEY, K. MCSWEE-

NEY, B. G. MENDE, A. MOD, G. KULCSAR, V. KISS, A. CZENE, R. PATAY, A. ENDRODI, K. KOHLER, T. HAJDU, T. SZENICZEY, J. DANI, Z. BERNERT, M. HOOLE, O. CHERONET, D. KEATING, P. VELEMINSKY, M. DOBE, F. CANDILIO, F. BROWN, R. F. FERNANDEZ, A. M. HERRERO-CORRAL, S. TUSA, E. CARNIERI, L. LENTINI, A. VALENTI, A. ZANINI, C. WADDINGTON, G. DELIBES, E. GUERRA-DOCE, B. NEIL, M. BRITTAIN, M. LUKE, R. MORTIMER, J. DESIDERI, M. BESSE, G. BRUCKEN, M. FURMANEK, A. HAUSZKO, M. MACKIEWICZ, A. RAPINSKI, S. LEACH, I. SORIANO, K. T. LILLIOS, J. L. CARDOSO, M. P. PEARSON, P. WODARCZAK, T. D. PRICE, P. PRIETO, P. J. REY, R. RISCH, M. A. R. GUERRA, A. SCHMITT, J. SERRALONGUE, A. M. SILVA, V. SMRCKA, L. VERGNAUD, J. ZILHAO, D. CARAMELLI, T. HIGHAM, M. G. THOMAS, D. J. KENNETT, H. FOKKENS, V. HEYD, A. SHERIDAN, K. G. SJOGREN, P. W. STOCKHAMMER, J. KRAUSE, R. PINHASI, W. HAAK, I. BARNES, C. LALUEZA-FOX, D. REICH 2018, The Beaker phenomenon and the genomic transformation of northwest Europe. – *Nature* 555, 190–196.

OLALDE, I., S. MALLICK, N. PATTERSON, N. ROHLAND, V. VILLALBA-MOUCO, M. SILVA, K. DULIAS, C. J. EDWARDS, F. GANDINI, M. PALA, P. SOARES, M. FERRANDO-BERNAL, N. ADAMSKI, N. BROOMANDKHOSHBACHT, O. CHERONET, B. J. CULLETON, D. FERNANDES, A. M. LAWSON, M. MAH, J. OPPENHEIMER, K. STEWARDSON, Z. ZHANG, J. M. JIMÉNEZ ARENAS, I. J. TORO MOYANO, D. C. SALAZAR-GARCÍA, P. CASTANYER, M. SANTOS, J. TREMOLEDA, M. LOZANO, P. GARCÍA BORJA, J. FERNÁNDEZ-ERASO, J. A. MUJIKA-ALUSTIZA, C. BARROSO, F. J. BERMÚDEZ, E. VIGUERA MÍNGUEZ, J. BURCH, N. COROMINA, D. VIVÓ, A. CEBRIÀ, J. M. FULLOLA, O. GARCÍA-PUCHOL, J. I. MORALES, F. X. OMS, T. MAJÓ, J. M. VERGÈS, A. DÍAZ-CARVAJAL, I. OLLICH-CASTANYER, F. J. LÓPEZ-CACHERO, A. M. SILVA, C. ALONSO-FERNÁNDEZ, G. DELIBES DE CASTRO, J. JIMÉNEZ ECHEVARRÍA, A. MORENO-MÁRQUEZ, G. PASCUAL BERLANGA, P. RAMOS-GARCÍA, J. RAMOS-MUÑOZ, E. VIJANDE VILA, G. AGUILELLA ARZO, Á. ESPARZA ARROYO, K. T. LILLIOS, J. MACK, J. VELASCO-VÁZQUEZ, A. WATERMAN, L. BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, M. BENITO SÁNCHEZ, B. AGUSTÍ, F. CODINA, G. PRADO, A. ESTALRRICH, Á. FERNÁNDEZ FLORES, C. FINLAYSON, G. FINLAYSON, S. FINLAYSON, F. GILES-GUZMÁN, A. ROSAS, V. BARCIELA GONZÁLEZ, G. GARCÍA ATIÉNZAR, M. S. HERNÁNDEZ PÉREZ, A. LLANOS, Y. CARRIÓN MARCO, I. COLLADO BENEYTO, D. LÓPEZ-SERRANO, M. SANZ TORMO, A. C. VALERA, C. BLASCO, C. LIESAU, P. RÍOS, J. DAURA, M. J. PEDRO MICHÓ, A. A. DIEZ-CASTILLO, R. FLORES FERNÁNDEZ, J. FRANCÈS FARRÉ, R. GARRIDO-PENA, V. S. GONÇALVES, E. GUERRA-DOCE, A. M. HERRERO-CORRAL, J. JUAN-CABANILLES, D. LÓPEZ-REYES, S. B. MCCLURE, M. MERINO PÉREZ, A. OLIVER FOIX, M. SANZ BORRÀS, A. C. SOUSA, J. M. VIDAL ENCINAS, D. J. KENNETT, M. B. RICHARDS, K. WERNER ALT, W. HAAK, R. PINHASI, C. LALUEZA-FOX, D. REICH 2019, The genomic history of the Iberian Peninsula over the past 8000 years. – *Science* 363, 1230–1234.

ORLANDO, L., R. ALLABY, P. SKOGLUND, C. DER SARKISSIAN, P. W. STOCKHAMMER, M. C. ÁVILA-ARCOS, Q. FU, J. KRAUSE, E. WILLERSLEV, A. C. STONE, C. WARINNER 2021, Ancient DNA analysis. – *Nature Reviews Methods Primers* 1, 1–26.

ORLANDO, L., A. GINOLHAC, G. ZHANG, D. FROESE, A. ALBRECHTSEN, M. STILLER, M. SCHUBERT, E. CAPPELLINI, B. PETERSEN, I. MOLTKE, P. L. F. JOHNSON, M. FUMAGALLI, J. T. VILSTRUP, M. RAGHAVAN, T. KORNELIUSSEN, A.-S. MALASPINAS, J. VOGT, D. SZKLARCZYK, C. D. KELSTRUP, J. VINTHER, A. DOLOCAN, J. STENDERUP, A. M. V. VELAZQUEZ, J. CAHILL, M. RASMUSSEN, X. WANG, J. MIN, G. D. ZAZULA, A. SEGUIN-ORLANDO, C. MORTENSEN, K. MAGNUSSEN, J. F. THOMPSON, J. WEINSTOCK, K. GREGERSEN, K. H. RØED, V. EISENMANN, C. J. RUBIN, D. C. MILLER, D. F. ANTCZAK, M. F. BERTELSEN, S. BRUNAK, K. A. S. AL-RASHEID, O. RYDER, L. ANDERSSON, J. MUNDY, A. KROGH, M. T. P. GILBERT, K. KJÆR, T. SICHERITZ-PONTEN, L. J. JENSEN, J. V. OLSEN, M. HOFREITER, R. NIELSEN, B. SHAPIRO, J. WANG, E. WILLERSLEV 2013, Recalibrating Equus evolution using the genome sequence of an early Middle Pleistocene horse. – *Nature* 499, 74–78.

OVCHINNIKOV, I. V., A. GÖTHERSTRÖM, G. P. ROMANOVA, V. M. KHARITONOV, K. LIDÉN, W.

GOODWIN 2000, Molecular analysis of Neanderthal DNA from the northern Caucasus. – *Nature* 404, 490–493.

PÄÄBO, S. 1985, Molecular cloning of Ancient Egyptian mummy DNA. – *Letters to Nature* 314, 644–645.

PÄÄBO, S., J. A. GIFFORD, A. C. WILSON 1988, Mitochondrial DNA sequences from a 7000-year old brain. – *Nucleic Acids Research* 16, 9775–9787.

PATTERSON, N., M. ISAKOV, T. BOOTH, L. BÜSTER, C.-E. FISCHER, I. OLALDE, H. RINGBAUER, A. AKBARI, O. CHERONET, M. BLEASDALE, N. ADAMSKI, E. ALTENA, R. BERNARDOS, S. BRACE, N. BROOMANDKHOSHBACHT, K. CALLAN, F. CANDILIO, B. CULLETON, E. CURTIS, L. DEMETZ, K. S. D. CARLSON, C. J. EDWARDS, D. M. FERNANDES, M. G. B. FOODY, S. FREILICH, H. GOODCHILD, A. KEARNS, A. M. LAWSON, I. LAZARIDIS, M. MAH, S. MALLICK, K. MANDL, A. MICCO, M. MICHEL, G. B. MORANTE, J. OPPENHEIMER, K. T. ÖZDOĞAN, L. QIU, C. SCHATTKE, K. STEWARDSON, J. N. WORKMAN, F. ZALZALA, Z. ZHANG, B. AGUSTÍ, T. ALLEN, K. ALMÁSSY, L. AMKREUTZ, A. ASH, C. BAILLIF-DUCROS, A. BARCLAY, L. BARTOSIEWICZ, K. BAXTER, Z. BERNERT, J. BLAŽEK, M. BODRUŽIĆ, P. BOISSINOT, C. BONSALL, P. BRADLEY, M. BRITTAIN, A. BROOKES, F. BROWN, L. BROWN, R. BRUNNING, C. BUDD, J. BURMAZ, S. CANET, S. CARNICERO-CÁCERES, M. ČAUŠEVIĆ-BULLY, A. CHAMBERLAIN, S. CHAUVIN, S. CLOUGH, N. ČONDIĆ, A. COPPA, O. CRAIG, M. ČREŠNAR, V. CUMMINGS, S. CZIFRA, A. DANIELISOVÁ, R. DANIELS, A. DAVIES, P. DE JERSEY, J. DEACON, C. DEMINGER, P. W. DITCHFIELD, M. DIZDAR, M. DOBEŠ, M. DOBISÍKOVÁ, L. DOMBORÓCZKI, G. DRINKALL, A. ĐUKIĆ, M. ERNÉE, C. EVANS, J. EVANS, M. FERNÁNDEZ-GÖTZ, S. FILIPOVIĆ, A. FITZPATRICK, H. FOKKENS, C. FOWLER, A. FOX, Z. GALLINA, M. GAMBLE, M. R. GONZÁLEZ MORALES, B. GONZÁLEZ-RABANAL, A. GREEN, K. GYENESEI, D. HABERMEHL, T. HAJDU, D. HAMILTON, J. HARRIS, C. HAYDEN, J. HENDRIKS, B. HERNU, G. HEY, M. HORŇÁK, G. ILON, E. ISTVÁNOVITS, A. M. JONES, M. B. KAVUR, K. KAZEK, R. A. KENYON, A. KHREISHEH, V. KISS, J. KLEIJNE, M. KNIGHT, L. M. KOOTKER, P. F. KOVÁCS, A. KOZUBOVÁ, G. KULCSÁR, V. KULCSÁR, C. LE PENNEC, M. LEGGE, M. LEIVERS, L. LOE, O. LÓPEZ-COSTAS, T. LORD, D. LOS, J. LYALL, A. B. MARÍN-ARROYO, P. MASON, D. MATOŠEVIĆ, A. MAXTED, L. MCINTYRE, J. MCKINLEY, K. MCSWEENEY, B. MEIJLINK, B. G. MENDE, M. MENĐUŠIĆ, M. METLIČKA, S. MEYER, K. MIHOVILIĆ, L. MILASINOVIC, S. MINNITT, J. MOORE, G. MORLEY, G. MULLAN, M. MUSILOVÁ, B. NEIL, R. NICHOLLS, M. NOVAK, M. PALA, M. PAPWORTH, C. PARESYS, R. PATTEN, D. PERKIĆ, K. PESTI, A. PETIT, K. PETRIŠČÁKOVÁ, C. PICHON, C. PICKARD, Z. PILLING, T. D. PRICE, S. RADOVIĆ, R. REDFERN, B. RESUTÍK, D. T. RHODES, M. B. RICHARDS, A. ROBERTS, J. ROEFSTRA, P. SANKOT, A. ŠEFČÁKOVÁ, A. SHERIDAN, S. SKAE, M. ŠMOLÍKOVÁ, K. SOMOGYI, Á. SOMOGYVÁRI, M. STEPHENS, G. SZABÓ, A. SZÉCSÉNYINAGY, T. SZENICZEY, J. TABOR, K. TANKÓ, C. T. MARIA, R. TERRY, B. TERŽAN, M. TESCHLER-NICOLA, J. F. TORRES-MARTÍNEZ, J. TRAPP, R. TURLE, F. UJVÁRI, M. VAN DER HEIDEN, P. VELEMINSKY, B. VESELKA, Z. VYTLAČIL, C. WADDINGTON, P. WARE, P. WILKINSON, L. WILSON, R. WISEMAN, E. YOUNG, J. ZANINOVIĆ, A. ŽITŇAN, C. LALUEZA-FOX, P. DE KNIJFF, I. BARNES, P. HALKON, M. G. THOMAS, D. J. KENNETT, B. CUNLIFFE, M. LILLIE, N. ROHLAND, R. PINHASI, I. ARMIT, D. REICH 2022, Large-scale migration into Britain during the Middle to Late Bronze Age. – *Nature* 601, 588–594.

PFRENGLE, S., J. NEUKAMM, M. GUELLIL, M. KELLER, M. MOLAK, A. CHARLOTTE, A. KUSHNIAREVICH, N. MONTES, G. NEUMANN, E. REITER, R. TUKHBATOVA, N. BEREZINA, A. BUZHILOVA, D. KOROBOV, S. HAMRE, V. MATOS, M. FERREIRA, L. GONZÁLEZ-GARRIDO, S. WASTERLAIN, V. SCHUENEMANN 2021, Mycobacterium leprae diversity and population dynamics in medieval Europe from novel ancient genomes. – *BMC Biology* 19, 1–18.

PINHASI, R., D. FERNANDES, K. SIRAK, M. NOVAK, S. CONNELL, S. ALPASLAN-ROODENBERG, F. GERRITSEN, V. MOISEYEV, A. GROMOV, P. RACZKY, A. ANDERS, M. PIETRUSEWSKY, G. ROLLEFSON, M. JOVANOVIC, H. TRINHHOANG, G. BAR-OZ, M. OXENHAM, H. MATSUMURA, M. HOFREITER 2015, Optimal ancient DNA yields from the inner ear part of the human petrous bone. – *PLoS ONE* 10, 1–13.

PINHASI, R., M. G. THOMAS, M. HOFREITER, M. CURRAT, J. BURGER 2012, The genetic history of Europeans. – *Trends in Genetics* 28, 496–505.

POHL, W., J. KRAUSE, T. VIDA, P. GEARY 2021, Integrating Genetic, Archaeological, and Historical Perspectives on Eastern Central Europe, 400–900 AD. – *Historical Studies on Central Europe* 1, 213–228.

POINAR, H. N., C. SCHWARZ, J. QI, B. SHAPIRO, R. D. E. MACPHEE, B. BUIGUES, A. TIKHONOV, D. H. HUSON, L. P. TOMSHO, A. AUCH, M. RAMPP, W. MILLER, S. C. SCHUSTER 2006, Metagenomics to Paleogenomics: Large-Scale Sequencing of Mammoth DNA. – *Science* 311, 392–394.

PRÜFER, K., F. RACIMO, N. PATTERSON, F. JAY, S. SANKARARAMAN, S. SAWYER, A. HEINZE, G. RENAUD, P. H. SUDMANT, C. DE FILIPPO, H. LI, S. MALLICK, M. DANNEMANN, Q. FU, M. KIRCHER, M. KUHLWILM, M. LACHMANN, M. MEYER, M. ONGYERTH, M. SIEBAUER, C. THEUNERT, A. TANDON, P. MOORJANI, J. PICKRELL, J. C. MULLIKIN, S. H. VOHR, R. E. GREEN, I. HELLMANN, P. L. F. JOHNSON, H. BLANCHE, H. CANN, J. O. KITZMAN, J. SHENDURE, E. E. EICHLER, E. S. LEIN, T. E. BAKKEN, L. V. GOLOVANOVA, V. B. DORONICHEV, M. V. SHUNKOV, A. P. DEREVIANKO, B. VIOLA, M. SLATKIN, D. REICH, J. KELSO, S. PÄÄBO 2013, The complete genome sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains. – *Nature* 505, 43–49.

RACIMO, F., S. SANKARARAMAN, R. NIELSEN, E. HUERTA-SÁNCHEZ 2015, Evidence for archaic adaptive introgression in humans. – *Nature Reviews Genetics* 16, 359–371.

RASMUSSEN, M., S. L. ANZICK, M. R. WATERS, P. SKOGLUND, M. DEGIORGIO, T. W. STAFFORD, S. RASMUSSEN, I. MOLTKE, A. ALBRECHTSEN, S. M. DOYLE, G. D. POZNIK, V. GUDMUNDSDOTTIR, R. YADAV, A. S. MALASPINAS, V. SAMUEL STOCKTON WHITE, M. E. ALLENTOFT, O. E. CORNEJO, K. TAMBETS, A. ERIKSSON, P. D. HEINTZMAN, M. KARMIN, T. S. KORNELIUSSEN, D. J. MELTZER, T. L. PIERRE, J. STENDERUP, L. SAAG, V. M. WARMUTH, M. C. LOPES, R. S. MALHI, S. BRUNAK, T. SICHERITZ-PONTEN, I. BARNES, M. COLLINS, L. ORLANDO, F. BALLOUX, A. MANICA, R. GUPTA, M. METSPALU, C. D. BUSTAMANTE, M. JAKOBSSON, R. NIELSEN, E. WILLERSLEV 2014, The genome of a Late Pleistocene human from a Clovis burial site in western Montana. – *Nature* 506, 225–229.

RASMUSSEN, M., Y. LI, S. LINDGREEN, J. S. PEDERSEN, A. ALBRECHTSEN, I. MOLTKE, M. METSPALU, E. METSPALU, T. KIVISILD, R. GUPTA, M. BERTALAN, K. NIELSEN, M. T. P. GILBERT, Y. WANG, M. RAGHAVAN, P. F. CAMPOS, H. M. KAMP, A. S. WILSON, A. GLEDHILL, S. TRIDICO, M. BUNCE, E. D. LORENZEN, J. BINLADEN, X. GUO, J. ZHAO, X. ZHANG, H. ZHANG, Z. LI, M. CHEN, L. ORLANDO, K. KRISTIANSEN, M. BAK, N. TOMMERUP, C. BENDIXEN, T. L. PIERRE, B. GRONNOW, M. MELDGAARD, C. ANDREASEN, S. A. FEDOROVA, L. P. OSIPOVA, T. F. G. HIGHAM, C. B. RAMSEY, T. V. O. HANSEN, F. C. NIELSEN, M. H. CRAWFORD, S. BRUNAK, T. SICHERITZ-PONŤN, R. VILLEMS, R. NIELSEN, A. KROGH, J. WANG, E. WILLERSLEV 2010, Ancient human genome sequence of an extinct Palaeo-Eskimo. – *Nature* 463, 757–762.

REICH, D., R. E. GREEN, M. KIRCHER, J. KRAUSE, N. PATTERSON, E. Y. DURAND, B. VIOLA, A. W. BRIGGS, U. STENZEL, P. L. F. JOHNSON, T. MARICIC, J. M. GOOD, T. MARQUES-BONET, C. ALKAN, Q. FU, S. MALLICK, H. LI, M. MEYER, E. E. EICHLER, M. STONEKING, M. RICHARDS, S. TALAMO, M. V. SHUNKOV, A. P. DEREVIANKO, J. J. HUBLIN, J. KELSO, M. SLATKIN, S. PÄÄBO 2010, Genetic history of an archaic hominin group from Denisova cave in Siberia. – *Nature* 468, 1053–1060.

ROHLAND, N., H. SIEDEL, M. HOFREITER 2004, Nondestructive DNA extraction method for mitochondrial DNA analyses of museum specimens. – *Biotechniques* 36, 814–821.

ROHLAND, N., E. HARNEY, S. MALLICK, S. NORDENFELT, D. REICH 2015, Partial uracil–DNA–glycosylasetreatment for screening of ancient DNA. – *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 370, 20130624.

SCHUBERT, M., A. GINOLHAC, S. LINDGREEN, J. F. THOMPSON, K. AS AL-RASHEID, E. WILLERSLEV, A. KROGH, L. ORLANDO 2012, Improving ancient

DNA read mapping against modern reference genomes. – *BMC Genomics* 13, 1–16.

SCHUBERT, M., L. ERMINI, C. DER SARKISSIAN, H. JÓNSSON, A. GINOLHAC, R. SCHAEFER, M. D. MARTIN, R. FERNÁNDEZ, M. KIRCHER, M. MCCUE, E. WILLERSLEV, L. ORLANDO 2014, Characterization of ancient and modern genomes by SNP detection and phylogenomic and metagenomic analysis using PALEOMIX. – *Nature Protocols* 9, 1056–1082.

SCHUENEMANN, V. J., K. BOS, S. DEWITTE, S. SCHMEDES, J. JAMIESON, A. MITTNIK, S. FORREST, B. K. COOMBES, J. W. WOOD, D. J. D. EARN, W. WHITE, J. KRAUSE, H. N. POINAR 2011, Targeted enrichment of ancient pathogens yielding the ppcp1 plasmid of Yersinia pestis from victims of the Black Death. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108, 746–752.

SIRAK, K. A., D. M. FERNANDES, O. CHERONET, M. NOVAK, B. GAMARRA, T. BALASSA, Z. BERNERT, A. CSÉKI, J. DANI, J. Z. GALLINA, G. KOCSIS-BURUZS, I. KŐVÁRI, O. LÁSZLÓ, I. PAP, R. PATAY, Z. PETKES, G. SZENTHE, T. SZENICZEY, T. HAJDU, R. PINHASI 2017, A minimally-invasive method for sampling human petrous bones from the cranial base for ancient DNA analysis. – *Biotechniques* 62, 283–289.

SIRAK, K., D. FERNANDES, O. CHERONET, E. HARNEY, M. MAH, S. MALLICK, N. ROHLAND, N. ADAMSKI, N. BROOMANDKHOSHBACHT, K. CALLAN, F. CANDILIO, A. M. LAWSON, K. MANDL, J. OPPENHEIMER, K. STEWARDSON, F. ZALZALA, A. ANDERS, J. BARTÍK, A. COPPA, T. DASHTSEVEG, S. ÉVINGER, Z. FARKAŠ, T. HAJDU, J. BAYARSAIKHAN, L. MCINTYRE, V. MOISEYEV, M. OKUMURA, I. PAP, M. PIETRUSEWSKY, P. RACZKY, A. ŠEFČÁKOVÁ, A. SOFICARU, T. SZENICZEY, B. M. SZŐKE, D. VAN GERVEN, S. VASILYEV, L. BELL, D. REICH, R. PINHASI 2020, Human auditory ossicles as an alternative optimal source of ancient DNA. – *Genome Research* 30, 427–436.

SKOGLUND, P., I. MATHIESON 2018, Ancient Genomics of Modern Humans: The First Decade. – *Annual Review of Genomics and Human Genetics* 19, 381–404.

SLON, V., F. MAFESSONI, B. VERNOT, C. DE FILIPPO, S. GROTE, B. VIOLA, M. HAJDINJAK, S. PEYRÉGNE, S. NAGEL, S. BROWN, K. DOUKA, T. HIGHAM, M. B. KOZLIKIN, M. V. SHUNKOV, A. P. DEREVIANKO, J. KELSO, M. MEYER, K. PRÜFER, S. PÄÄBO 2018, The genome of the offspring of a Neanderthal mother and a Denisovan father. – *Nature* 561, 113–116.

SPYROU, M. A., K. I. BOS, A. HERBIG, J. KRAUSE 2019, Ancient pathogen genomics as an emerging tool for infectious disease research. – *Nature Reviews Genetics* 20, 323–340.

STATHOPOULOU, E. T., V. PSYCHARIS, G. D. CHRYSSIKOS, V. GIONIS, G. THEODOROU 2008, Bone diagenesis: New data from infrared spectroscopy and X-ray diffraction. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 266, 168–174.

TISHKOFF, S. A., F. A. REED, A. RANCIARO, B. F. VOIGHT, C. C. BABBITT, J. S. SILVERMAN, K. POWELL, H. M. MORTENSEN, J. B. HIRBO, M. OSMAN, M. IBRAHIM, S. A. OMAR, G. LEMA, T. B. NYAMBO, J. GHORI, S. BUMPSTEAD, J. K. PRITCHARD, G. A. WRAY, P. DELOUKAS 2006, Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe. – *Nature Genetics* 39, 31–40.

VEERAMAH, K. R. 2018, The importance of fine-scale studies for integrating paleogenomics and archaeology. – *Current Opinion in Genetics and Development* 53, 83–89.

VERNOT, B., E. I. ZAVALA, A. GÓMEZ-OLIVENCIA, Z. JACOBS, V. SLON, F. MAFESSONI, F. ROMAGNÉ, A. PEARSON, M. PETR, N. SALA, A. PABLOS, A. ARANBURU, J. M. B. DE CASTRO, E. CARBONELL, B. LI, M. T. KRAJCARZ, A. I. KRIVOSHAPKIN, K. A. KOLOBOVA, M. B. KOZLIKIN, M. V SHUNKOV, A. P. DEREVIANKO, B. VIOLA, S. GROTE, E. ESSEL, D. L. HERRÁEZ, S. NAGEL, B. NICKEL, J. RICHTER, A. SCHMIDT, B. PETER, J. KELSO, R. G. ROBERTS, J.-L. ARSUAGA, M. MEYER 2021, Unearthing Neanderthal population history using nuclear and mitochondrial DNA from cave sediments. – *Science* 372, eabf1667.

WALL, J. D., S. K. KIM 2007, Inconsistencies in neanderthal genomic DNA sequences. – *PLoS Genetics* 3, 1862–1866.

WANG, C. C., S. REINHOLD, A. KALMYKOV, A. WISSGOTT, G. BRANDT, C. JEONG, O. CHERONET, M. FERRY, E. HARNEY, D. KEATING, S. MALLICK, N. ROHLAND, K. STEWARDSON, A. R. KANTOROVICH, V. E. MASLOV, V. G. PETRENKO, V. R. ERLIKH, B. C. ATABIEV, R. G. MAGOMEDOV, P. L. KOHL, K. W. ALT, S. L. PICHLER, C. GERLING, H. MELLER, B. VARDANYAN, L. YEGANYAN, A. D. REZEPKIN, D. MARIASCHK, N. BEREZINA, J. GRESKY, K. FUCHS, C. KNIPPER, S. SCHIFFELS, E. BALANOVSKA, O. BALANOVSKY, I. MATHIESON, T. HIGHAM, Y. B. BEREZIN, A. BUZHILOVA, V. TRIFONOV, R. PINHASI, A. B. BELINSKIJ, D. REICH, S. HANSEN, J. KRAUSE, W. HAAK 2019, Ancient human genome-wide data from a 3000-year interval in the Caucasus corresponds with eco-geographic regions. – *Nature Communications* 10, 1–13.

WATSON, J. D., F. H. C. CRICK 1953, Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. – *Nature* 171, 737–738.

WHITE, T. D., P. A. FOLKENS 2005, *The Human Bone Manual.* – California, Elsevier.

ZUPANC, T., E. PODOVŠOVNIK, M. OBAL, I. ZUPANIČ PAJNIČ 2020, High DNA yield from metatarsal and metacarpal bones from Slovenian Second World War skeletal remains. – *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 51, 102420.

ZUPANIČ PAJNIČ, I. 2013, Molekularnogenetska preiskava 300 let starih skeletov iz Auerspergove grobnice. – *Zdravniški vestnik* 82, 796–808.

ZUPANIČ PAJNIČ, I. 2020, Molekularnogenetski vidiki preiskav starodavne DNA. – *Zdravniški vestnik* 89, 171–189.

ZUPANIČ PAJNIČ, I., P. FATTORINI 2021, Strategy for STR typing of bones from the Second World War combining CE and NGS technology: A pilot study. – *Forensic Science International: Genetics* 50, 102401.

ZUPANIČ PAJNIČ, I., T. ZUPANC, T. LESKOVAR, M. ČREŠNAR, P. FATTORINI 2022, Eye and Hair Color Prediction of Ancient and Second WorldWar Skeletal Remains Using a Forensic PCR-MPS Approach. – *Genes* 13, 1432.

Spletni viri / Web sources

SPLET 1 / WEB 1: https://fran.si/iskanje?View=1&Query=endogen (3. 9. 2021).

SPLET 2 / WEB 2: https://www.termania.net/slovarji/mikrobioloski-slovar/7952149/rna (5. 6. 2022).

SPLET 3 / WEB 3: https://www.termania.net/iskanje?query=snp&SearchIn=All (1. 9. 2021).

SPLET 4 / WEB 4: https://www.termania.net/slovarji/slovenski-medicinski-slovar/5540326/substanca (15. 8. 2022).

Ancient DNA: A Short Introduction of the Field and its Influence on our Understanding of the Past

(Summary)

This paper addresses the relatively new and rapidly evolving field of the ancient DNA. One of the biggest breakthroughs in the methodologies used, is the use of the Next Generation Sequencing (NGS) which allows us to sequence a much higher number of the ancient DNA sequences. In the past two decades we have thus witnessed many discoveries in the evolution of species, including a discovery of a new *Homo* species, the *Homo denisova*, a sister *Homo* species to the Neanderthals that derived from our most common recent ancestor over 800.000 years ago.

Ancient DNA, by its definition, is DNA that is fragmented and, in many cases, severely damaged DNA with the fragment length usually lower than 300 base pairs. After an organism dies its organic components start to degrade, DNA being one of them. We can observe multiple damage patterns in the backbone of the DNA helix and the chemical composition of the DNA (depurination and deamination). These changes affect the fragment length and can help us authenticate that we are really dealing with ancient DNA, or if we have modern DNA contamination. Subsequently, eliminating the modern contamination from the samples is one of the biggest challenges in the field, with many new lab techniques improving the detection and reduction of the contamination. This can also be achieved with careful sampling and following lab protocols in separated and de-contaminated laboratory rooms, dedicated to handling only aDNA samples. Best samples for ancient DNA analyses include the petrous bone (especially the *cochlea*), tooth roots, sediments, and other well-preserved organic materials, which are then prepared for DNA extraction; in most cases that means bone grinding. Following the DNA extraction is the library preparation for the NGS and indexing the samples with sample-specific barcodes. The indexed samples with extracted and fragmented DNA are then amplified using the polymerase chain reaction (PCR) but depending on the research questions the samples might also be targeted with the Capture method (e.g., genomic capture) as well. Following different quality controls, the samples are then pooled and sent to sequencing. Bioinformatics then take care of the sequencing results, using different pipelines, designed specifically for ancient DNA analysis.

Furthermore, the results of the ancient DNA analysis can give us answers to our research question which span over many different fields and help us better understand our past. Evolution of species is one of them, but we can also produce and analyse phylogenetic relations between the species, dating their origins and diversions back in time, including the evolution of different viruses, bacteria, animals, and plants. Moreover, ancient DNA can also be used to explore adaptation, introgression, and admixture of species, including gene flow and genetic drifts. These can tell us about the relations between different species and the mark they left on their descendants. Modern population genetics can also be used as a tool to examine the demographics of different burial sites, producing accurate biological sex estimations (specifically useful for subadult remains), kinship relations, and ancestry analyses. The latter have been especially useful in tracing the migration patterns throughout our history. Subsequently, beside human adaptation, we can also explore the adaptation of other species, following our domestication of animals or cultivation of plants during the past millennia.

Ancient DNA has become a reliable source of information about our past and has evolved quickly in the past two decades. With new lab techniques and pipelines that aim for better optimisation of the sampling processes and lab procedures, this field has a lot more to offer in the next decades. But with many new studies of our past in the field of paleogenomics we must also be careful with the interpretation of acquired data. Unfortunately, interpretation of the results can in some cases be simplistic and calls for paradigms of the 19th century. That is why interdisciplinarity and collaboration between different fields, like archaeology and paleogenomics is essential for thorough analyses of the results, and with it our better understanding of the past.

1.01 Izvirni znanstveni članek

Vpliv topografije in geomorfologije tal na arheološki zapis v pokrajini

The Influence of Topography and Soil Geomorphology on the Archaeological Record in the Landscape

© Luka Gruškovnjak
Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologijo; luka.gruskovnjak@ff.uni-lj.si

Izvleček: Premeščanje gradiva v pokrajini je eden ključnih formacijskih procesov arheološkega zapisa. Pri tem so glavni dejavnik geomorfni procesi erozije, transporta in odlaganja gradiva, ki delujejo v različnih delih pokrajine ter vplivajo na razlike v ohranjenosti arheološkega zapisa v pokrajini in možnosti njegovega odkrivanja. Napovedovanje območij, kjer ti procesi prevladujejo, lahko omogoči opazovanje topografije in lastnosti tal, zato so v prispevku sprva podani teoretski okviri za razumevanje odnosa med topografijo, geomorfnimi procesi in tvorjenjem tal, s poudarkom na modelu petih elementov pobočij in modelu debeline tal. Modela sta nato uporabljena za razlago odnosa med rezultati terenskih pregledov in izkopavanj na izboru lokacij, raziskanih na slovenskih avtocestah v letih 1994–2009. Pri tem je glavno raziskovalno vprašanje vezano na to, ali je na podlagi topografije mogoče učinkovito napovedati dele pokrajine, v katerih uporaba terenskih pregledov za namen odkrivanja najdišč ni primerna, saj lahko v njih pričakujemo pokopana arheološka najdišča in premeščeno arheološko gradivo v zgornjem delu tal. Študijski primeri kažejo, da je z uporabo modela petih elementov pobočij v kombinaciji s pedološko karto mogoče napovedovanje delov pokrajine, v katerih lahko pričakujemo pokopana arheološka najdišča, ki jih ni mogoče odkrivati s terenskimi pregledi in kjer ti odkrivajo predvsem od drugod premeščeno arheološko gradivo. Gre za območja hrbtov, predvsem pa vznožij in prstov pobočij, ter za vsa območja obrečnih tal, ki zahtevajo prilagoditev metodologije odkrivanja. Vendar pa lahko zaradi razlik v pretekli in današnji topografiji ter variacij na mikrotopografski ravni natančnejši vpogled v variiranje geomorfnih in pedogenih procesov ponudi šele vpogled v podpovršino, pri katerem se je kot zelo koristna izkazala uporaba modela debeline tal. Podrobnejši vpogled v podpovršino omogoča rekonstrukcijo sedimentacijskih in pedogenih procesov skozi čas ter ugotavljanje antropogenih posegov, ki jih na podlagi topografije ni mogoče predvideti. Gre za podatke, ki so ključni za načrtovanje arheoloških terenskih raziskav, namenjenih odkrivanju najdišč, in sledečih izkopavanj, saj omogočajo natančnejšo identifikacijo globin, do katerih je potrebno preverjanje prisotnosti arheološkega zapisa.

Ključne besede: topografija, geomorfologija tal, elementi pobočij, debelina tal, pokopana arheološka najdišča, terenski pregledi

Abstract: Material transport across the landscape is one of the key formation processes affecting the archaeological record. It is primarily caused by a number of distinct erosion, transport, and deposition processes, which operate in different sections of the landscape and cause differences in the preservation of the archaeological record and our abilities to detect it. Therefore, this paper begins with a theoretical overview, which helps understand the relationship between topography, geomorphic processes, and soil formation, focusing primarily on the five slope elements model and soil thickness model. Both models are then applied to evaluate the relationship between field survey and excavation results at a selection of sites from Slovenian motorway research conducted between 1994 and 2009. The research question we focus on is whether topography allows us to predict landscape sections where field survey is not a suitable site discovery method because buried sites and transported archaeological finds in the topsoil can be expected there. Case studies demonstrate that by using the five slope elements model combined with a soil map, we can successfully identify those parts of the landscape where buried archaeological sites that field surveys cannot detect can be expected and where these methods mainly recover archaeological finds transported from elsewhere. These are backslopes, footslopes, and toeslopes, and areas with Fluvisols and Gleysols which call for adjustments of site discovery methodology. Nevertheless, given the differences between the present and past topography as well as a number of variations at the microtopographic scale, a detailed insight into variations of geomorphic and pedogenic processes can only be garnered with a subsurface inspection, during which the soil thickness model proves to be very useful. Furthermore, a detailed subsurface inspection allows for the reconstruction of sedimentation and soil formation through time, as well as the recognition of various anthropogenic interferences, which cannot be predicted with topographic analyses alone. Such information is crucial for planning archaeological site discovery field research and subsequent excavations since it enables identification of the depths to which testing for the presence of the archaeological record is required.

Keywords: topography, soil geomorphology, slope elements, soil thickness, buried archaeological sites, field survey

Uvod

Premeščanje gradiva v pokrajini je eden ključnih formacijskih procesov arheološkega zapisa na regionalni ravni.[1] Pri tem so glavni dejavnik geomorfni procesi erozije, transporta in odlaganja gradiva, ki v različnih delih pokrajine delujejo z različno dinamiko v odvisnosti od posebnosti sedimentacijskega okolja ter s tem med drugim vplivajo na razlike v ohranjenosti in pojavnosti arheološkega zapisa v pokrajini. S tega vidika je ključna zmožnost napovedovanja delov pokrajine, v katerih posamezni omenjeni procesi prevladujejo, in s tem njihovega vpliva

1 V prispevku je poudarjena regionalna raven oz. raven pokrajine, vendar pa enako velja na mikrotopografski ravni.

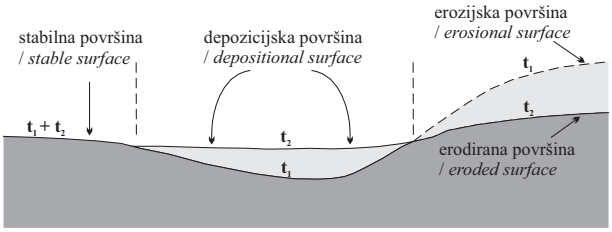
na arheološki zapis. To v veliki meri omogoča opazovanje topografije kot enega ključnih dejavnikov geomorfologije tal.

Iz teh razlogov se bomo v pričujočem prispevku osredotočili prav na odnos med topografijo, geomorfnimi procesi, tvorjenjem tal in arheološkim zapisom. S tem nadaljujemo temo vpliva tvorjenja in geomorfologije tal na arheološki zapis, ki smo jo načeli v predhodnem prispevku (Gruškovnjak 2019a), v katerem je bila pozornost posvečena predvsem njihovemu vplivu na različne scenarije pojavljanja arheološkega zapisa v kontekstu tal,[2] medtem ko se bomo tokrat osredotočili predvsem na možnosti napovedovanja pričakovanih scenarijev v različnih delih pokrajine.

V ta namen so v prvem delu prispevka na kratko predstavljeni nekateri teoretski okviri geomorfologije tal.[3] Gre za predstavitev osnovnih vrst geomorfnih površin, ki ji sledi obravnava povezanosti med topografijo in geomorfnimi procesi. Pri tem se omejujemo predvsem na vpliv ukrivljenosti pobočja ter predstavitev dveh ključnih teoretskih modelov geomorfologije tal – modela petih elementov pobočja in modela debeline tal – ter njunih implikacij za arheologijo. Te so v drugem delu prispevka ponazorjene s študijskimi primeri. Gre za izbor lokacij s slovenskih avtocest, s pomočjo katerih je mogoče predstaviti zmožnosti in omejitve napovedovanja vpliva premeščanja gradiva na arheološki zapis, zmožnosti njegovega odkrivanja na podlagi najdb v zgornjem delu tal (tj. z metodami terenskih pregledov) ter uporabnost teoretskih modelov pri razlagi situacij, odkritih z izkopavanji. Pri tem bo glavno raziskovalno vprašanje vezano na to, ali je na podlagi topografije mogoče učinkovito napovedati dele pokrajine, v katerih uporaba terenskih pregledov za namen odkrivanja najdišč ni primerna, saj lahko v njih pričakujemo pokopana arheološka najdišča in premeščeno arheološko gradivo v zgornjem delu tal. Na vprašanje bomo poskusili odgovoriti s primerjavo rezultatov terenskih pregledov in izkopavanj ter z opazovanjem topografije in debeline tal na izbranih študijskih primerih.

2 Arheološki zapis se ne pojavlja le v kontekstu tal, ki ga tu poudarjamo, vendar pa gre za koncept, ki ga je mogoče oz. treba aplicirati na številna najdišča, vključno z večino v tem prispevku obravnavanih študijskih primerov. Za razlago koncepta in njegove pomembnosti glej Gruškovnjak 2019a; 2020.

3 Za razlage in opredelitve tega področja preučevanja glej npr. McFadden, Knupfer 1990; Holliday *et al.* 2002; Schaetzl, Anderson 2005, 465–466.



Slika 1. Tri glavne vrste geomorfnih površin. Slika prikazuje položaj vsake izmed površin pri času$_1$ (t_1) in času$_2$ (t_2) (ponovno zrisano po Schaetzl, Anderson 2005, Fig. 13.2).

Figure 1. Three main types of geomorphic surfaces. The figure depicts the position of each one at time$_1$ (t_1) and time$_2$ (t_2) (redrawn after Schaetzl, Anderson 2005, Fig. 13.2).

Geomorfne površine

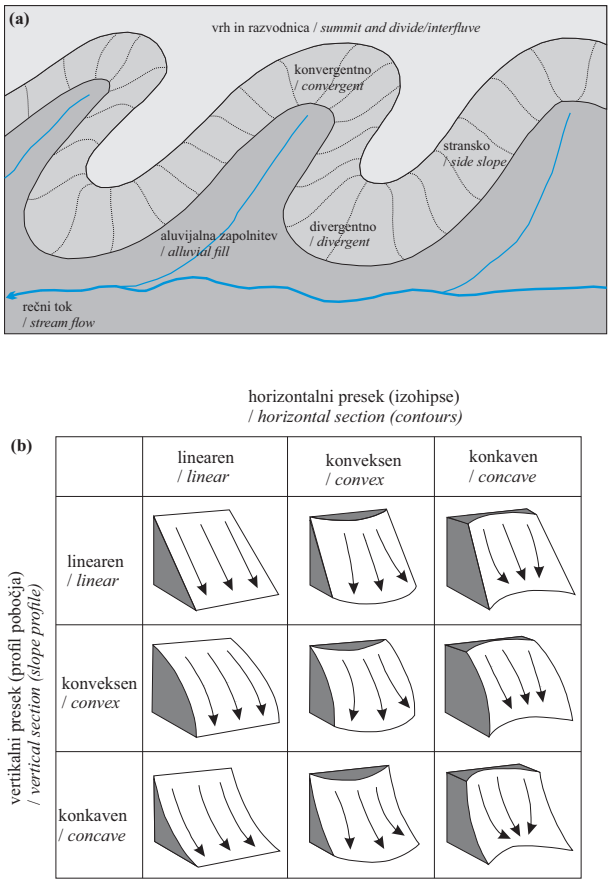
Z erozijo[4] in odlaganjem kot parom v pokrajini prostorsko povezanih procesov so povezane površinske izgube in dodatki gradiva. Ti imajo pomemben vpliv na tvorjenje tal in arheološki zapis, ki se lahko pojavlja v tleh ali na površju (Gruškovnjak 2019a, 21–26). Glede na prisotnost geomorfnih procesov se površje deli na tri glavne vrste geomorfnih površin: erozijske, depozicijske ali konstrukcijske in stabilne (slika 1). Na erozijskih površinah prevladujejo erozijski procesi, na konstrukcijskih površinah procesi odlaganja, medtem ko so na stabilnih površinah vplivi obeh vrst geomorfnih procesov zanemarljivi. Tla se progresivno tvorijo na stabilnih površinah, ki so zaradi ugodnih stabilnih razmer tudi najugodnejše lokacije za poselitev in mnoge druge dejavnosti ljudi. Procesi erozije in odlaganja pa zavirajo tvorjenje tal ter hkrati pomenijo neugodne pogoje za naselitev in mnoge druge dejavnosti ljudi. Poleg tega imajo procesi, ki prevladujejo na različnih površinah, različne vplive na ohranjanje arheološkega zapisa. Pri tem sta namreč pokopavanje in erozija najpomembnejša dejavnika, posledično pa je poodložitvena zgodovina najdišč v veliki meri pogojena s hitrostjo sedimentacije. Ta je tako ključna za ovrednotenje variabilnosti na arheoloških najdiščih in med njimi ter za preučevanje preteklih poselitvenih sistemov (Ferring 1986; Johnson, Watson-Stegner 1987, Fig. 1, Tab. 1–2; Waters, Kuehn 1996, 485; Mandel, Bettis 2001, 181–188; Holliday 2004, 140–143; Schaetzl, Anderson 2005, 467).

4 Erozija se nanaša na prevzem gradiva s strani sile transporta (Huggett 2007, 37, 39).

Geomorfni procesi in topografija

Topografija je eden ključnih tlotvornih dejavnikov, saj močno vpliva na lastnosti tal in procese njihovega nastajanja, posledično pa tudi na naravne formacijske procese arheološkega zapisa. Tako lahko celo majhne spremembe v topografiji povzročijo velike spremembe v pogojih in procesih na razmeroma kratkih razdaljah. Zato je topografija med najučinkovitejšimi okoljskimi indikatorji za značilnosti distribucije različnih tipov tal, pri čemer jo moramo opisovati na podlagi geomorfnih, hidroloških in pedogenetskih procesov (Conacher, Darlymple 1977, 101; Park, McSweeney, Lowery 2001, 251; Khalili-Rad *et al.* 2011, 308; Fazlollahi Mohammadi *et al.* 2016, 1366–1367). Zato je topografija, ki jo opisujemo na podlagi procesov, zelo učinkovit indikator, ki omogoča napovedovanje pričakovanih stopenj ohranjenosti in globine pojavljanja arheološkega zapisa v pokrajini, kar ključno vpliva tudi na zmožnosti njegovega odkrivanja.

Predpogoj za preučevanje katerekoli pokrajine je zmožnost identificiranja območij erozije, transporta in odlaganja gradiva ter lokacij brez erozije in odlaganja (Goldberg, Macphail 2006, 73). Prisotnost različnih tovrstnih procesov je mogoče predvideti na podlagi topografske lege v pokrajini. O tem govori koncept katene, ki pomeni presek od vrha do dna pobočja oz. od vrha enega pobočja do vrha drugega pobočja, med katerima je dolina (slika 3). Katena je vez med pedologijo in geomorfologijo, saj vsebuje informacije o tleh, površinski stratigrafiji, hidrologiji in obliki pobočij ter o geomorfnih procesih, ki prevladujejo v posameznih odsekih katene oz. pokrajine. Uporaba koncepta katene tako vključuje združevanje vseh teh informacij v geomorfni sistem tal (Conacher, Dalrymple 1977, 127; Schaetzl, Anderson 2005, 469; Huggett 2007, 168, 169; Schaetzl 2013, 146). Vzdolž tovrstne dvodimenzionalne katene se tla predvidljivo spreminjajo, vendar pa je treba za povečanje te predvidljivosti kateno preučevati v luči tridimenzionalne pokrajine ali njene ukrivljenosti (slika 2). Ukrivljenost površine pobočja namreč pogojuje smeri transporta vode in sedimenta po pobočju ter določa, ali na določenem odseku pobočja poteka zbiranje ali difuzija vode in sedimenta. Za določanje, ali je pobočje difuzno (divergentno) ali zbirajoče (konvergentno), je treba upoštevati smeri toka vode po njem, ki na splošno tečejo pravokotno na izohipse (Huggett 1975, 6–9, Fig. 2; Pennock, Zebarth, de Jong 1987; Schaetzl, Anderson 2005, 469; Shaetzl 2013, 147).



Slika 2. (a) Tridimenzionalne geomorfne komponente pobočij v pokrajini z odprtim odtočnim sistemom (ponovno zrisano po Schaetzl, Anderson 2005, Fig. 13.4). (b) Linije toka navzdol po pobočjih z različnimi ukrivljenostmi (ponovno zrisano po Schaetzl 2013, Fig. 1).

Figure 2. (a) Three-dimensional geomorphic slope components in a landscape with an open drainage system (redrawn after Schaetzl, Anderson 2005, Fig. 13.4). (b) Flowlines down slopes with different curvatures (redrawn after Schaetzl 2013, Fig. 1).

Ukrivljenost pobočja

Ukrivljenost ali oblika pobočja se nanaša na njegovo tridimenzionalno geometrijo, sestavljeno iz vertikalnega preseka pobočja in izohips, ki potekajo prečno na pobočje. Ukrivljenost preseka je povezana s spreminjanjem naklona po pobočju navzdol, v katerem spremembe nakazujejo na pospeševanje in upočasnjevanje površinskega odtoka vode. Ukrivljenost pobočja v tlorisu, ki jo predstavlja ukrivljenost izohips, je pogosto povezana s

konvergenco ali divergenco toka vode in posledično z njegovo erozivno silo. Dvodimenzionalna oblika pobočja v katerokoli smer je lahko linearna ali ukrivljena, v primeru ukrivljenosti pa konkavna ali konveksna. Posledično obstaja devet možnih geometričnih oblik za opisovanje vseh pobočij (slika 2: b) (Dvořák, Novák 1994, 43, Fig. 16, 17; Schaetzl, Anderson 2005, 476; Wysocki *et al.* 2012, 29–13, Fig. 29.19; Hallema *et al.* 2016, 3; Fazlollahi Mohammadi *et al.* 2016, 1366, Fig. 1).

Pri minimalni ukrivljenosti so izohipse v tlorisu ravne, voda odteka naravnost navzdol po pobočju, večino variacij vzdolž pobočja pa je mogoče razložiti z dvodimenzionalno kateno. Vendar pa je večina pobočij preveč kompleksna, da bi lahko variabilnost geomorfnih procesov in tal na njih razložili z dvodimenzionalno kateno, zato jih je treba obravnavati kot tridimenzionalni sistem. Ukrivljenost pobočja v tlorisu močno vpliva na linije toka vode in sedimenta po pobočju (slika 2: a). Pri konkavno ukrivljenih pobočjih linije toka konvergirajo v spodnjih delih pobočja. To so t. i. konvergentna pobočja, na katerih je za sprožanje površinskega in podzemnega odtoka potrebnih manj padavin. V njihovih spodnjih delih se drobir in voda akumulirata, talni profili pa so tam debelejši oz. kumulativni, pojavljajo pa se lahko tudi oglejeni horizonti. Pri konveksno ukrivljenih pobočjih so razmere ravno nasprotne, spodnji deli pobočij niso v tolikšni meri podvrženi toku vode čeznje in odlaganju gradiva. To so t. i. divergentna pobočja, talni profili na njih pa so navadno tanjši (Huggett 1976, 105–106, 109; King, Acton, Arnaud 1983, 663, 665, 669, Fig. 4; Pennock, Zebarth, de Jong 1987, 298; Schaetzl, Anderson 2005, 476).

Tokovi sedimenta in vode se torej akumulirajo v konkavnih delih in razpršujejo stran od konveksnih delov reliefa. Zato se v valoviti pokrajini geomorfni procesi in tla veliko bolje ujemajo z depresijami in izboklinami, torej tridimenzionalnimi parametri pobočja, kot z dvodimenzionalnimi parametri oz. pozicijami vzdolž dvodimenzionalne katene. Razlike v variabilnosti glede na obliko pa ne veljajo le v širšem merilu celotnega pobočja, temveč tudi na ravni mikrotopografije, saj na variabilnost močno vplivajo tudi majhne konkavne in konveksne oblike (King, Acton, Arnaud 1983, 663; Gerrard 1990, 241; Schaetzl, Anderson 2005, 476).

Model petih elementov pobočja

Pobočja je koristno opazovati kot skupke elementov, ki so med seboj bolj ali manj izrazito ločeni s pregibi in spremembami naklona, ki odražajo spremembe v površinskih in pedogenetskih procesih. Procesi, ki se odvijajo na višjih elementih pobočja, pogosto vplivajo na tla v spodnjih elementih istega pobočnega sistema. Zato je razvoj tal v kateni močno povezan z elementi pobočja, pri čemer so tovrstni topografski odnosi najuspešneje uporabljeni predvsem pri merilih, pri katerih so pobočni procesi glavni dejavnik za razlaganje prostorskih variacij tal (Schaetzl, Anderson 2005, 477; Park, McSweeney, Lowery 2001, 263; Miller, Schaetzl 2015, 133). Vendar pa je treba poudariti, da pobočja niso nujno tako integriran sistem, kot predpostavlja koncept katene, temveč posamezni elementi pobočja pogosto delujejo kot samostojen sistem. Red v tem primeru obstaja na ravni posameznega segmenta pobočja, ne pa na ravni celotnega pobočja. Poleg tega so nihanja klime in vegetacijskega sistema v zadnjih 10.000 letih ter človeške aktivnosti vplivali na to, da vzorci med topografijo in tlemi pogosto niso tako neposredni, kot predpostavlja koncept katene (Gerrard 1990, 227, 235).

Obstajajo različni načini določanja in opisovanja elementov pobočij. V najbolj poenostavljenem pogledu imajo vsa pobočja območje erozije (blizu vrha), območje transporta gradiva in območje njegovega odlaganja (pri dnu). Glede na te splošne procese razvoja pobočja se lahko nekatera tla debelijo ali celo postanejo pokopana, nekatera lahko erodirajo, medtem ko druga vzdržujejo ravnovesje med razvojem pedogeneze in pobočja. Posledično se lahko vzdolž pobočja oz. katene spreminja tudi starost tal, saj so lahko nekatera območja podvržena dolgotrajni postopni eroziji tal, medtem ko so druga počasi pokopavana s sedimentom, ki je erodiran z višjih delov pobočij. Takšna pobočja so časovno transgresivna, zato je potrebna vpeljava različnih starosti tal, kar zapleta koncept katene (Schaetzl, Anderson 2005, 477; Schaetzl 2013, 148).

Vse spremembe in prelomi v preseku pobočja napovedujejo spremembe v pobočnih procesih, litologiji in/ali geomorfološki zgodovini erozije in odlaganja. Glavni dejavnik razvoja pobočij je premeščanje gradiva po pobočju navzdol, kar je rezultat delovanja preperevanja, erozije in transporta gradiva zaradi delovanja vode in gravitacije. Najbolj »polno razvita« pobočja opisujemo s sistemom

petih elementov pobočja: vrh ali greben (angl. *summit or crest*), rame (angl. *shoulder*), hrbet (angl. *backslope*), vznožje (angl. *footslope*) in prsti ali konec (angl. *toeslope*) pobočja (slika 3). Gre za elemente dvodimenzionalnega profila pobočja, ki so lahko prepoznani po pregibih v gradientu. Te univerzalne elemente pobočja najdemo na polno razvitih pobočjih po vsem svetu, v vseh klimatskih okoljih in na pobočjih, nastalih na vseh možnih geoloških podlagah, razlikujejo pa se le v detajlih izražanja. Vsi elementi pobočja se bodo slej ko prej razvili, če je za to na voljo dovolj reliefa, medtem ko se bo lahko v regijah z zelo nizkim reliefom razvilo manj elementov. Elementi bodo najbolje izraženi na trdnih kamninah, na mehkih pa slabše, zato se na njih lahko razvije le preprosto konveksno-konkavno pobočje (King 1957, 84–85, 88, 91, 99; Ruhe 1975; Schaetzl, Anderson 2005, 479; Wysocki *et al*. 2012, 29–14).

Model petih elementov[5] pobočja ponuja ustrezen okvir za preučevanje medsebojnih odnosov med aktivnimi geomorfnimi in pedogenetskimi procesi, pri čemer odraža predvsem razmerje med procesi erozije in sedimentacije. Ker se vse pokrajine ne ujemajo z idealizirano razdelitvijo pobočja na pet zaporednih delov, elemente določamo na podlagi procesov, ki so zanje značilni. Tako so lahko v določenih pogojih nekateri elementi odsotni in/ali se pojavljajo v drugačnem zaporedju. Do slednjega pride še posebej pri natančni členitvi kompleksnih pobočij (Malo *et al.* 1974, 817; Miller, Schaetzl 2015, 132; Marques *et al.* 2018, 2).

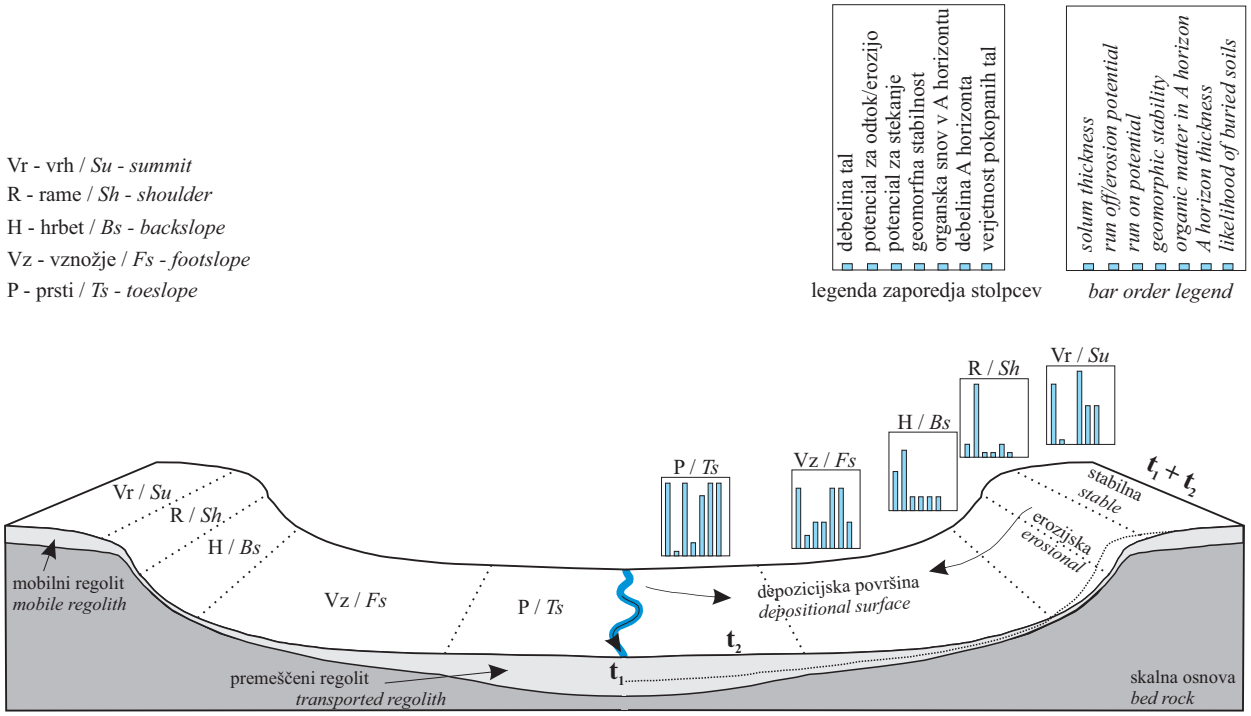
Treba pa je opozoriti, da so trenutna pobočja moderna in lahko imajo malo povezave s preteklimi pokrajinami. Obsežna rimskodobna do srednjeveška erozija in koluviacija sta lahko na primer popolnoma spremenili debelino tal in obliko pobočij. Zelo moderni posegi v pokrajino so lahko močno spremenili njeno obliko, medtem ko človek erozijo tal povzroča že vsaj od mezolitika dalje (Goldberg, Macphail 2006, 77).

5 Poznamo tudi kompleksnejši model devetih enot površja (Conacher, Dalrymple 1977), pri katerem pa so mnoge enote preveč specifične glede na procese in odzive nanje, zato jih ni mogoče določiti samo na podlagi reliefa. Poleg sedmih pobočnih enot vključuje breg rečnega kanala in dno rečnega kanala. Model petih enot pobočja je preprostejši sistem členitve površja, ki se standardno uporablja pri terenskih pregledih tal. Predlagan pa je bil tudi model šestih enot pobočja, ki je nekakšen kompromis med petimi elementi pobočja in devetimi enotami površja (Park, McSweeney, Lowery 2001, Tab. 1; Park, van de Geisen 2004, Tab. 1).

Vrhovi in grebeni

Pozicije vrhov (angl. *summits*) (slika 3) so višje od okoliških območij, njihova tipična površinska morfologija pa je gladka ploska ali konveksna površina (velikosti vsaj 30 m v dveh smereh) z naklonom, manjšim od 1,4 ° (King 1975, 84; Conacher, Darlymple 1977, 103; Miller 2014, 167; Miller, Schaetzl 2015, Fig. 10; Marques *et al.* 2018, Fig. 8). Prevladujoči geomorfni in hidrološki procesi so vertikalna infiltracija padavinske vode, omejen lateralni površinski in podpovršinski tok, zadrževanje vode in polnjenje talne vode (Park, van de Giesen 2004, Tab. 1). Posledično so vrhovi najstabilnejši elementi pobočij, na njih prevladuje kemično preperevanje, medtem ko sta fizično preperevanje in erozija minimalna, edino premikanje gmot, ki tu lahko deluje, je polzenje tal – in še to minimalno (King 1975, 84–85, 90; Schaetzl 2013, 148). Zaradi geomorfne stabilnosti in prevlade infiltracije padavinske vode je aktivnost pedogenetskih procesov na tej poziciji najmočnejša, tla pa kažejo največjo stopnjo razvoja profila (Malo *et al.* 1974, 814; Wysocki *et al.* 2012, 29–14). Široki vrhovi so tako lahko najstarejši in najstabilnejši izmed vseh petih elementov pobočja, saj se večina padavinske vode infiltrira, kar vodi do vlažnejših tal, debelejšega A horizonta in izrazitejših horizontov kot na elementih pobočij pod vrhovi. Do odstopanja od tega prihaja na ozkih vrhovih oz. grebenih (angl. *ridges*, velikosti manj kot 30 m v obeh smereh), na območjih z veliko količino padavin ali na območjih s počasi prepustnimi tlemi. Slednje okoliščine povzročajo površinski odtok vode, kar zavira pedogenezo. Na rahlo napetih vrhovih lahko voda teče lateralno po vrhu akvitarda in slej ko prej doseže rame pobočja, kjer lahko nadaljuje kot podpovršinski tok ali se izceja na površje. Ker se voda na vrhovih vede precej podobno, so tla tam navadno precej enotna, do izjem pa prihaja na ostrih grebenih in valovitih vrhovih (Schaetzl, Anderson 2005, 479–480; Schaetzl 2013, 149).

Na stabilnih vrhovih tako lahko pričakujemo scenarije arheološkega zapisa, ki je izpostavljen predvsem procesom horizontacije (Gruškovnjak 2019a, 11–13, sl. 3) ter pokopavanju in preoblikovanju s procesi bioturbacije (Gruškovnjak 2019a, 13–17, sl. 4). Arheološki zapis bo blizu površja, v veliki meri v zgornjem delu tal oz. A horizontu, s katerim zelo verjetno sovpadajo pretekle površine v času arheoloških obdobij, ki so izpostavljene raznovrstnim motnjam in poškodbam (slika 18). Pričakujemo lahko slabo ohranjenost in slabo stratificiran oz.



Slika 3. Razmerje med topografijo in geomorfnimi procesi, prikazano z modelom petih elementov pobočja v kateni odprtega prispevnega območja. Stolpci nakazujejo razmerja med lastnostmi tal in geomorfnimi procesi vzdolž pobočja. Puščice nakazujejo glavne smeri premeščanja sedimenta z vodo in gravitacijo (koluviacija po pobočju navzdol, rinjene in lebdeče plavine dolvodno ter aluvialno odlaganje lebdečih plavin preko rečnega kanala). Časovno transgresivna narava geomorfnih površin (stabilnih, erozijskih in depozicijskih) ter pozicije vsake izmed površin ob času$_1$ (t_1) in času$_2$ (t_2) so na desni nakazane s prekinjeno in polno linijo (po Schaetzl, Anderson 2005, Figs. 13.2, 13.4, 13.10; Schaetzl 2013, Fig. 3).

Figure 3. The relationship between topography and geomorphic processes is depicted using the five slope elements model in an open drainage catena. Bars indicate the relationships between soil properties and slope processes along a catena. Arrows indicate the main directions of sediment transport with water flow and gravity (colluviation downslope, bed load, and suspended load downflow and alluvial deposition of the suspended load outside the river channel). The time transgressive nature of geomorphic surfaces (stable, erosional, and depositional) and their positions at time$_1$ (t_1) and time$_2$ (t_2) are indicated with a full and a dotted line on the right (after Schaetzl, Anderson 2005, Figs. 13.2, 13.4, 13.10; Schaetzl 2013, Fig. 3).

nestratificiran arheološki zapis. Stratifikacijo je mogoče pričakovati le v primeru intenzivnega antropogenega odlaganja sedimentov, pri čemer pa bo ta lahko deloma zabrisana zaradi intenzivnega delovanja pedogeneze.

Ramena

Pozicije ramen (angl. *shoulders*) (slika 3) so glede na okolico razmeroma visoko, njihova tipična morfologija je strmo konveksno pobočje, lahko pa tudi nepravilna površina. Zaradi strmega naklona je tu večja verjetnost površinskega odtoka kot infiltracije, zato sta za ramena značilna velika intenzivnost površinske erozije in premikanje gmot. Padavinska voda, ki infiltrira, pa v tleh hitro lateralno odteka, zato je močna tudi podpovršinska eluviacija (Miller 2014, 167; Park, van de Giesen 2004, Tab. 1). Zaradi močne erozije je ta del pogosto ostro odrezan od vrha ali grebena, odtok vode pa tu tvori žlebiče, kar poveča njegovo erozijsko moč. Erozija lahko gradivo tal na ramenih odstrani vse do skalne osnove, ki tako postane lokalno ali kontinuirano izpostavljena. V tem delu se lahko oblikuje tudi zelo strmo lice izpostavljene čiste skale, pogosti pa so tudi plazovi in zdrsi, gradivo katerih se pod strmim delom kopiči v obliki melišča, medtem ko fine delce erozija odnaša naprej navzdol po pobočju (King 1957, 84–86, 90–91). Zaradi prevlade erozije so

tla na ramenih najplitvejša in najslabše razvita, zaradi odnašanja finih delcev pa tudi najbolj grobe teksture. Tla so razmeroma suha, z malo organskimi snovmi in tankimi A horizonti z velikim deležem peska, ki ostro prehajajo v B horizonte (Malo *et al.* 1974, 815–817; Park, McSweeney, Lowery 2001, 263; Schaetzl, Anderson 2005, 482; Schaetzl 2013, 149). Ramena so navadno najmlajše in najmanj stabilne površine vzdolž katene. Veliko nestabilnosti je posledica podpovršinskega toka vode, ki je pogosto skoncentriran v preferenčne linije toka, kar vodi do vrezovanja hudournikov in izviranja na površje na nekaterih točkah, namesto uniformno po pobočju (Schaetzl, Anderson 2005, 482).

Na ramenih tako lahko pričakujemo scenarij arheološkega zapisa, ki je močno izpostavljen procesom erozije (Gruškovnjak 2019a, 22–23, sl. 10), zaradi katere je lahko tudi popolnoma uničen oz. odstranjen. Erozija namreč povzroča nižanje in uničevanje morebitne stratifikacije ter številne sestavine zapisa odstranjuje z lokacije. Na njej lahko ostajajo le grobe sestavine oz. fragmenti, med katere sodijo tudi arheološke najdbe; ti so pretežki za prevzem s strani sil transporta, zato se kopičijo na površju oz. v zgornjem delu tal (slika 18).

Hrbti

Hrbti (angl. *backslopes*) (slika 3) so sredinske prehodne cone pobočja, ki so navadno linearne oblike. Gre predvsem za območja transporta gradiva, saj ležijo med zgornjimi deli pobočja, kjer prevladuje erozija, in spodnjimi deli pobočja, kjer se kopiči sediment (Miller 2014, 167; Schaetzl, Anderson 2005, 482). Hkrati so to pogosto najstrmejši deli pobočja z naklonom med 6,4 ° in 45 °, zato sta površinski odtok in erozijski transport tu največja. Zgornji deli hrbtov imajo tako pogosto zelo podobne značilnosti kot ramena. Za hrbte je značilen predvsem transport velikih količin gradiva navzdol preko tokov, usadov, plazov, dežne erozije in površinskega spiranja, prav tako pa je značilen plitev podtalni tok vode. Poti premikanja vode in drobirja so odvisne od ukrivljenosti pobočja, zaradi premikanja gmot se lahko včasih razvije valovita topografija, tla pa so zaradi prevlade erozijskih procesov splošno slabo razvita. Kjer so hrbti kratki, se tla lahko zelo hitro spremenijo in močno razlikujejo od tistih, ki ležijo na pobočnih pozicijah nad in pod njimi. Na dolgih hrbtih pa lahko sediment v smeri navzdol postopoma postaja vedno bolj sortiran in vedno bolj fine teksture. Hrbti so tako po značilnostih pobočnih procesov kot po značilnostih tal nekje vmes med pozicijami nad in pod njimi, zato je posploševanje glede njihovih značilnosti težko (Malo *et al.* 1974, 814; Park, van de Giesen 2004, Tab 1; Schaetzl, Anderson 2005, 482; Wysocki *et al.* 2012, 29–14; Schaetzl 2013, 149; Miller, Schaetzl 2015, Fig. 10; Marques *et al*. 2018, Fig. 3).

Zato je predvidevanje stanja arheološkega zapisa na območjih hrbtov težko, saj lahko pričakujemo kompleksno variiranje različnih scenarijev, predvsem tistih, vezanih na erozijo (Gruškovnjak 2019a, 22–23, sl. 10) in na dodatke gradiva (Gruškovnjak 2019a, 23–26, sl. 11–12). V delih hrbtov tako lahko pričakujemo uničevanje arheološkega zapisa z erozijskim odstranjevanjem njegovih sestavin, ki se zaradi transporta premeščajo po pobočju navzdol, medtem ko lahko v delih, kjer se transport zaustavlja, pričakujemo tudi pokopavanje arheološkega zapisa, ki pa bo manj intenzivno v primerjavi s pozicijami pod hrbti. Ker je za hrbte značilno predvsem premeščanje, lahko v zgornjem delu tal pričakujemo predvsem premeščene najdbe (slika 18).

Vznožja

Vznožja (angl. *footslopes*) (slika 3) so najbolj konkavni deli pobočij, ki prejemajo sediment in vodo z višjih delov. Tu se naklon pobočja zmanjša na 1,4 °–6,4 °, kar zmanjša površinski odtok vode in moč transporta gradiva. Na tem delu tako prevladujejo odlaganje koluvialnega gradiva, kopičenje podpovršinskega toka vode, variabilna nasičenost z vodo, izcejanje vode in izviri (Miller 2014, 167; Miller, Schaetzl 2015, Fig. 10; Marques *et al.* 2018, Fig. 8; Park, van de Giesen 2004, Tab. 1; Wysocki *et al.* 2012, 29–14). Sediment, odložen na vznožjih, izvira predvsem iz zgornjih delov talnih profilov (A in O horizontov), ki ležijo višje po pobočju. To vodi do povečane vsebnosti organskih snovi v tleh ter nadpovprečno debelih A horizontov in talnih profilov na vznožjih. Zaradi povečane vlažnosti pa so pogosti tudi profili z redoksimorfnimi značilnostmi. Zaradi izcejanja vode se lahko v tem delu pobočja pogosto tvorijo hudourniki, zaradi hudourniške erozije z višjih delov pobočij pa se na vznožjih pogosto tvorijo tudi aluvialni vršaji. Z izjemo erozije, osredotočene na lokacije hudournikov, je torej površina vznožja predvsem depozicijska, zato lahko prihaja do pokopavanja tal. Na območju vznožij se vpliv ukrivljenosti pobočja na

linije toka vode začne močno zmanjševati, saj se zaradi zmanjševanja naklona tok vode in sedimenta upočasnjuje (Schaetzl, Anderson 2005, 483; Schaetzl 2013, 149; Pennock, Zebarth, de Jong 1987, 305; Park, McSweeney, Lowery 2001, 264).

Na vznožjih tako lahko pričakujemo različne scenarije rasti tal navzgor (Gruškovnjak 2019a, 23–26, sl. 11–12), ki so predvsem posledica koluviacije. Pričakujemo lahko predvsem pokopavanje arheološkega zapisa, kar pozitivno vpliva na stopnjo njegove ohranjenosti in stratifikacije. Ti sta odvisni od razmerja med hitrostjo procesov odlaganja gradiva in tvorjenja tal. Na drugi strani pa pokopavanje negativno vpliva na zmožnosti odkrivanja najdišč z metodami terenskih pregledov, ki temeljijo na zaznavanju zapisa v zgornjem delu tal. Pričakujemo namreč lahko, da je pokopan arheološki zapis izoliran od zgornjega dela tal, v katerem se zato njegova prisotnost ne odraža. Arheološko gradivo v zgornjem delu tal je na vznožjih najverjetneje v celoti premeščeno iz nad njimi ležečih delov pobočja (slika 18). Zato ne daje informacij o prisotnosti pokopanih arheoloških lokacij na vznožjih, temveč o erozijskim poškodbam izpostavljenih arheoloških lokacijah v višjih delih pobočja.

Prsti ali konci pobočja

Prsti ali konci (angl. *toeslopes*) (slika 3) ležijo najnižje vzdolž pobočja in so neke vrste zunanji podaljšek vznožja, ki na odprtih prispevnih območjih poteka vse do roba brega rečnega kanala. Konci pobočja so tipična linearna ali rahlo konkavna površina z naklonom, manjšim od 1,4 °. Gre za depozicijsko površino z največjo akumulacijo gradiva, ki v odprtih katenah sedimenta ne prejema le z višjih delov pobočja, temveč preko aluvialnih nanosov tudi z območij, ki ležijo gorvodno. Koluvialni in aluvialni nanosi se tako tu lahko prepletajo, sicer pa na odprtih prispevnih območjih prevladujejo aluvialni procesi, zato lahko ta element imenujemo tudi aluvialni konci pobočja (angl. *alluvial toeslopes*). V tem delu je zaradi talne vode, ki je tu najbliže površju, pogosta nasičenost tal z vodo, pojavljajo pa se tudi izviri. Zaradi velikega kopičenja sedimentov prevladujeta procesa rasti tal navzgor s kumulativnim A horizontom in pokopavanja tal (Miller 2014, 167; Miller, Schaetzl 2015, Fig. 10; Marques *et al*. 2018, Fig. 8; Park, van de Giesen 2004, Tab. 1; Wysocki *et al.* 2012, 29-14–15; Schaetzl, Anderson 2005, 484; Schaetzl 2013, 149–150, 154). Kopičenje sedimenta na prstih ali koncih pobočij je še posebej pomembno na zaprtih prispevnih območjih, kjer ni nobenega mehanizma za odstranjevanje sedimenta, zato lahko nakopičeno gradivo dosega zelo velike debeline. Na drugi strani pa lahko reka na odprtih prispevnih območjih sediment, ki je posledica erozije pobočij, tudi odstranjuje, zato koluvialni sedimenti niso nujno vse gradivo, ki je bilo transportirano po pobočjih navzdol. Pri izsekavanju gozdov in kultivaciji, ki povzročata nestabilnost pobočij, lahko tako na odprtih kot zaprtih prispevnih območjih pride do zelo močnega kopičenja sedimentov na koncih pobočij. Zaradi povečane erozije se namreč na te dele spira povečana količina sedimenta, ki na odprtih prispevnih območjih maši rečne kanale in povzroči, da reke pogosteje poplavljajo in na koncih pobočij odlagajo aluvialne sedimente (Wysocki *et al.* 2012, 29-6–7; Schaetzl, Anderson 2005, 484; Schaetzl 2013, 147–148).

Na koncih pobočja tako lahko pričakujemo različne scenarije rasti tal navzgor (Gruškovnjak 2019a, 23–26, sl. 11–12), ki so posledica aluviacije in koluviacije. V primerjavi z vznožji lahko pričakujemo še globlje pokopan ter še bolje ohranjen in stratificiran arheološki zapis. Prav tako gre pričakovati še večje probleme pri njegovem odkrivanju z metodami terenskih pregledov. Arheološko gradivo v zgornjem delu tal je lahko na koncih pobočja premeščeno ne le z višjih delov pobočja, temveč tudi iz delov pokrajine gorvodno (slika 18). Na drugi strani pa lahko na ohranjenost arheoloških najdišč na aluvialnih koncih pobočja negativno vpliva fluvialna erozija, ki jo povzroča premeščanje rečnih strug (Brown 1977, 38, 42).

Skupen rezultat erozije in transporta je odstranjevanje gradiva tal z višjih leg in kopičenje sedimentov v nižjih legah pokrajine. Globina tal in s tem globina pojavljanja arheološkega zapisa se od vrha do ramen zmanjšuje in od hrbta navzdol povečuje. Globlje kot je arheološki zapis pokopan, bolje bo ohranjen, pri čemer bo k njegovi ohranjenosti na vznožjih in koncih pobočij pozitivno prispevala tudi večja vlažnost. Na drugi strani pa globlje kot je arheološki zapis pokopan, težje je njegovo učinkovito odkrivanje z arheološkimi prospekcijskimi metodami, kar bo še posebej negativno vplivalo na izpovednost rezultatov terenskih pregledov. Zato je model petih elementov pobočij pomemben teoretski okvir, ki omogoča predvidevanja o ohranjenosti in globini pojavljanja arheološkega zapisa v različnih delih pokrajine. S tem namreč omogoča sklepanja o pristranskostih, ki

jih geomorfni procesi vnašajo v arheološke poselitvene slike, ter napovedovanje delov pokrajine, v katerih je pri odkrivanju najdišč potrebna uporaba prospekcijskih metod, ki omogočajo odkrivanje pokopanih arheoloških lokacij (slika 18).

Na koncu je treba izpostaviti še največjo pomanjkljivost modela petih elementov pobočja,[6] namreč členitev spodnjega dela med vznožjem in rečnim koritom na eno samo enoto prstov ali koncev pobočja. Ta namreč ne more zajemati kompleksnosti fluvialnega geomorfnega okolja, z rečnim kanalom, poplavno ravnico, rečnimi terasami in drugimi geomorfnimi elementi, za vsakega izmed katerih so značilni specifični procesi, ki vplivajo na tla in arheološki zapis (glej Ferring 1986; 2001; Brown 1997; Frederick 2001; Charlton 2008; Wysocki *et al.* 2012, 29-16–29-17, Fig. 29.24–29.25).

Model debeline tal

Drugi teoretski model, ki je prav tako koristen pri ugotavljanju razmerij med geomorfnimi procesi in procesi tvorjenja tal, ki ključno vplivajo na arheološki zapis, je model debeline tal. Nanaša se na površinske dodatke in izgube gradiva, zaradi česar je debelina tal pomembna geomorfna komponenta tal, dodatki in izgube pa sestavni del njihovega razvoja. Debelina tal (*st* – angl. *soil thickness*) pomeni dinamično interakcijo med variabilnimi procesi poglabljanja profila (*d* – angl. *deepening*), rastjo tal navzgor oz. dodatki (*u* – angl. *upbuilding*) ter izgubami (*r* – angl. *removals*), kar je mogoče zapisati z enačbo (Johnson 1985, 30; Schaetzl, Anderson 2005, 324; Johnson, Domier, Johnson 2005a, 34):

$st = f(d + u – r)$

Pri tem se poglabljanje nanaša na migracijo spodnje meje talnega profila navzdol, do česar na splošno prihaja zaradi spiranja in preperevanja. Rast navzgor se nanaša na dodatke, ki so lahko dveh vrst: u_1 ali eksogeni (alohtoni, zunanji) mineralni in organski dodatki; u_2 ali endogeni (avtohtoni, *in situ*) procesi in tvorbe. Eksogeni u_1 dodatki vključujejo akumulacije organskega in eolskega gradiva ter gradiva, ki se odlaga s pobočnimi procesi ipd., endogeni u_2 dodatki pa so posledica delovanja in odmiranja živih organizmov v tleh. Odstranjevanje se nanaša na vse izgube v obliki delcev ali raztopin, in sicer zaradi površinske erozije, pobočnih procesov, gravitacije, podpovršinske vertikalno-lateralne eluviacije in izpiranja ter mikrobnega hranjenja (oksidacije) z organskimi snovmi (Johnson 1985, 30; Johnson, Domier, Johnson 2005a, 34).

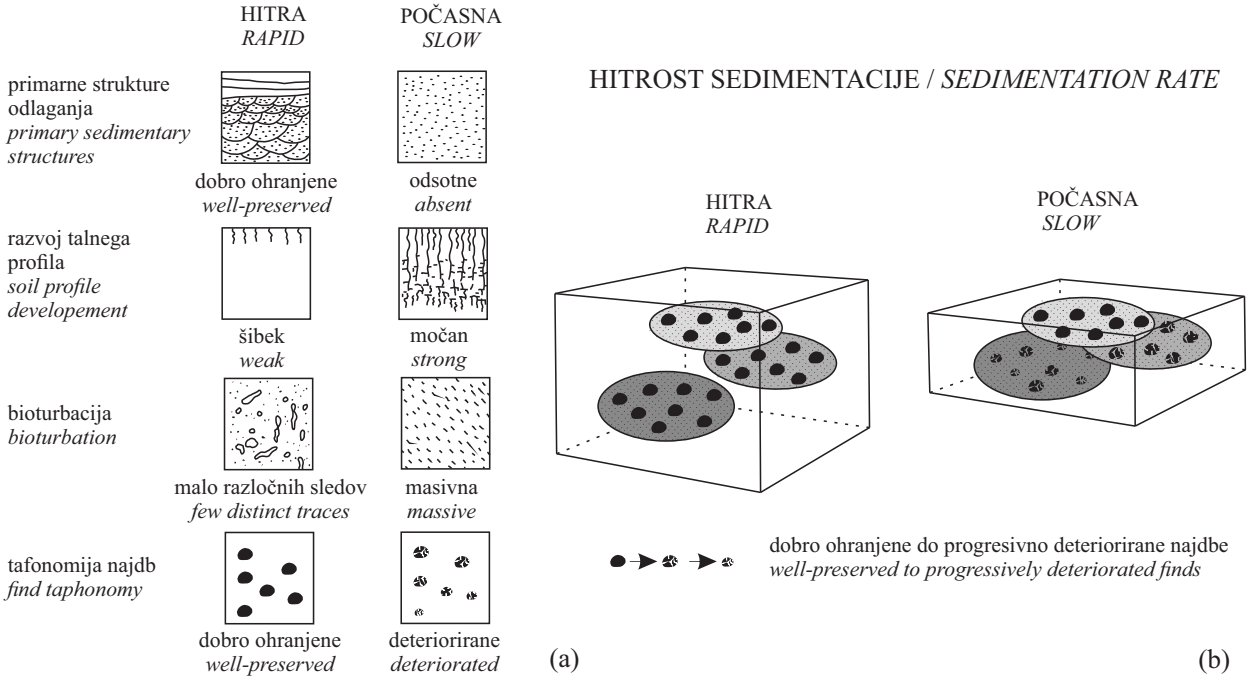
Glede na enačbo tla postajajo tanjša, ko je $r > (d + u)$, medtem ko se debelijo, ko je $r < (u + d)$ ali $d > (u – r)$ ali $u > (d – r)$ (Johnson 1985, 30; Johnson, Domier, Johnson King 2005a, 34; Schaetzl, Anderson 2005, 325).

Model debeline tal je pomemben z vidika formacijskih procesov arheoloških najdišč, v kontekstu katerih se nanaša na razmerje procesov sedimentacije in erozije ter pedogeneze (Gruškovnjak 2019a, sl. 3–4, 10–12), ki ključno vplivajo na stopnjo ohranjenosti in preoblikovanosti arheološkega zapisa. V primeru območij preteklih aktivnosti ljudi je treba pri tem med dodatki in izgubami upoštevati ne le naravne geomorfne dodatke in izgube, temveč tudi tiste, ki so posledica namenskega delovanja človeka. S pomočjo modela lahko na podlagi opazovanja debeline tal predvidevamo različne stopnje ohranjenosti arheološkega zapisa in scenarije formacijskih procesov, vezanih na geomorfologijo tal:

$r > (d + u)$: Tla se tanjšajo zaradi erozije ali antropogenega odstranjevanja s kopanjem. V primeru erozije (Gruškovnjak 2019a, 22–23, sl. 10) je vpliv odvisen od moči erozijskih pojavov in časa njihovega trajanja. Pričakujemo lahko popolnoma ali selektivno uničen oz. odstranjen arheološki zapis, površinski arheološki zapis ali zapis, ki leži plitvo pod površino. Pričakujemo lahko pomešanost najdb različnih obdobij (zaostal depozit), premikanje najdb, obrabljanje in propadanje najdb zaradi izpostavljenosti na površju in premikanja. Tudi pri nekdaj pokopanem in stratificiranem arheološkem zapisu, ki še ni postal izpostavljen na površju, lahko pričakujemo vedno večjo poškodovanost in preoblikovanost zaradi vedno večje izpostavljenosti procesom blizu površja, npr. bioturbaciji in krioturbaciji (glej Gruškovnjak 2019a, 13–21). Talni horizonti bodo v primeru tanjšanja tal slabo razviti.

$r < (u + d)$: Ko je odstranjevanje manjše od skupnega učinka rasti navzgor in poglabljanja profila, lahko pričakujemo boljšo ohranjenost arheološkega zapisa, ki pa je odvisna od razmerja med rastjo tal navzgor in poglabljanjem.

6 Kljub vpeljavi dodanih elementov ista pomanjkljivost velja tudi za model devetih enot površja (glej op. 5).



Slika 4. Vpliv sedimentacije na ohranjenost arheološkega zapisa. (a) Indikacije o hitrosti sedimentacije na najdišču (prirejeno po Ferring 1986, Fig. 1). (b) Vpliv hitrosti sedimentacije na ohranjenost nivojev različnih faz aktivnosti. Iste hipotetične faze aktivnosti na najdišču so prikazane v dveh različnih scenarijih hitrosti sedimentacije. Pri hitri sedimentaciji bodo superpozicija faz, njihovi prostorski vzorci in ohranjenost najdb boljši (prirejeno po Ferring 1986, Fig. 3).

Figure 4. The influence of the sedimentation rate on the preservation of the archaeological record. (a) Indications of the sedimentation rate at a site (modified after Ferring 1986, Fig. 1). (b) The influence of the sedimentation rate on the preservation of different occupation surfaces. The same hypothetical occupation episodes at the site are shown in two different sedimentation rate scenarios. With rapid sedimentation, the superpositioning, spatial patterning, and artefact preservation will be better than with a slow sedimentation rate (modified after Ferring 1986, Fig. 3).

d > (u – r): Tla se poglabljajo na geomorfno stabilnih površinah (Gruškovnjak 2019a, sl. 1). Pri arheološkem zapisu lahko na tovrstnih površinah pričakujemo slabo ohranjenost zaradi izpostavljenosti procesom na površju in blizu njega. Pokopavanje bo potekalo predvsem zaradi bioturbacije in bo razmeroma plitvo (Gruškovnjak 2019a, 13–17, sl. 4). Zaradi odlaganja na isti površini ali vplivov bioturbacije bodo najdbe različnih obdobij pomešane. Zaradi izpostavljenosti površinskim procesom lahko pričakujemo premikanje najdb ter njihovo obrabljanje in propadanje. Zato nekateri avtorji opozarjajo, da je treba najdišča, ki niso bila podvržena sedimentaciji, ampak pokopu in mešanju z bioturbacijo, dojemati kot površinska najdišča, z vsemi negotovostmi, ki se nanje nanašajo (Vermeersch, Bubel 1997, 128). Kadar je stratificiran arheološki zapis matična podlaga, v katero se poglabljajo tla, pričakujemo njegovo postopoma napredujočo destratifikacijo (Gruškovnjak 2019a, 13, sl. 3) ter vplive na propadanje različnih materialov in premikanje najdb, ki so vezani na različna kemična, fizična in biotska okolja različnih talnih horizontov.

u > (d – r): Pri rasti tal navzgor lahko pričakujemo razmeroma dobro ohranjenost arheološkega zapisa, stopnja ohranjenosti pa bo odvisna od hitrosti sedimentacije (slika 4), ki je bodisi naravna bodisi antropogena. Hitrost sedimentacije se nanaša na hitrost kopičenja matrice na arheoloških najdiščih, ki vpliva na gostoto, prostorske vzorce in ohranjenost artefaktov, na stopnjo bioturbacije najdišča in preoblikovanja pokopanega arheološkega

zapisa s pedogenetskimi procesi (Ferring 1986, 259). Razmerje med hitrostjo sedimentacije in hitrostjo pedogeneze bo vplivalo na razvoj treh osnovnih scenarijev rasti tal navzgor, tj. razvojno rast s kumulativnim A ali B horizontom ali pokop tal (Gruškovnjak 2019a, 24–26, sl. 11–12). V primerih zelo intenzivne sedimentacije, bodisi naravne bodisi antropogene, bo arheološki zapis dobro in globoko stratificiran ter minimalno preoblikovan s pedogenetskimi procesi.

Model debeline tal v kombinaciji z modeli pokrajinskih enot, kakršen je model petih elementov pobočja (slika 3), ter ukrivljenostjo pobočij (slika 2) lahko pomaga tako pri pojasnjevanju kot pri napovedovanju številnih variabilnosti v ohranjenosti in preoblikovanosti arheološkega zapisa tako na ravni samega najdišča (mikrotopografija najdišča) kot med najdišči na ravni pokrajine (sorodno Ferring 1986, 259).

Študijski primeri

Vpliv topografije na arheološki zapis v pokrajini in uporabnost predstavljenih modelov pri njegovem preučevanju lahko predstavimo z nekaj študijskimi primeri najdišč, odkritih ob raziskavah na slovenskih avtocestah v letih 1994–2009, s katerimi so bila zajeta raznolika okolja z raznolikimi geomorfnimi pogoji. Pri tem se bomo osredotočili predvsem na vpliv topografije na globino pojavljanja arheološkega zapisa, njegovo ohranjenost in zmožnosti njegovega zaznavanja s terenskimi pregledi (glej Gruškovnjak 2017; 2019b; Gruškovnjak, Tiefengraber, Črešnar 2019, 95). Ob tem bo obravnavan tudi vpliv sedimentacijskih in pedogenetskih procesov na uporabo konceptov arheološke stratigrafije (glej Gruškovnjak 2019a, 30–32) ter predstavljen pomen opazovanja debeline tal za razumevanje lokacije in njeno arheološko interpretacijo.

Okoljski pogoji posameznih lokacij so bili ovrednoteni z njihovo umestitvijo glede na elemente pobočja in tipe tal, ki poleg topografije zajemajo tudi druge okoljske oz. tlotvorne dejavnike.[7] Za delitev površja na elemente pobočja je bilo uporabljeno GIS orodje Relief Analysis Toolbox[8] (Miller 2014; Miller, Schaetzl 2015). Za najboljše rezultate pri analizi površja s tem orodjem je priporočena uporaba digitalnega modela reliefa z resolucijo 3 m, vendar tega kriterija ni bilo mogoče izpolniti. Digitalni modeli reliefa Slovenije z visoko resolucijo so namreč nastali v času po izgradnji avtocest, s katero je bilo površje obravnavanih lokacij močno preoblikovano. Realno sliko o površju pred izgradnjo avtocest je tako omogočal digitalni model reliefa z resolucijo 100 m, izdelan v času pred avtocestnim projektom. Natančnost določanja elementov pobočja[9] je bila tako manjša od želene. Najočitnejša posledica tega pri nastalem rezultatu je odsotnost petega elementa pobočja, tj. prstov (angl. *toeslope*). Vsa območja, ki so pod vznožji, so bila tako klasificirana kot vrh (angl. *summit*) (slike 5, 8, 10, 15, 17), ki pri uporabljeni klasifikaciji pomeni geomorfno stabilne površine in ne nujno vrhov v pravem pomenu besede. Pomanjkljivosti so bile odpravljene s kombinacijo pregleda natančnejših topografskih kart in pedološke karte 1 : 25.000,[10] katere pedosistematske enote so bile prevedene v Mednarodni klasifikacijski sistem za poimenovanje tal WRB (FAO 2018).

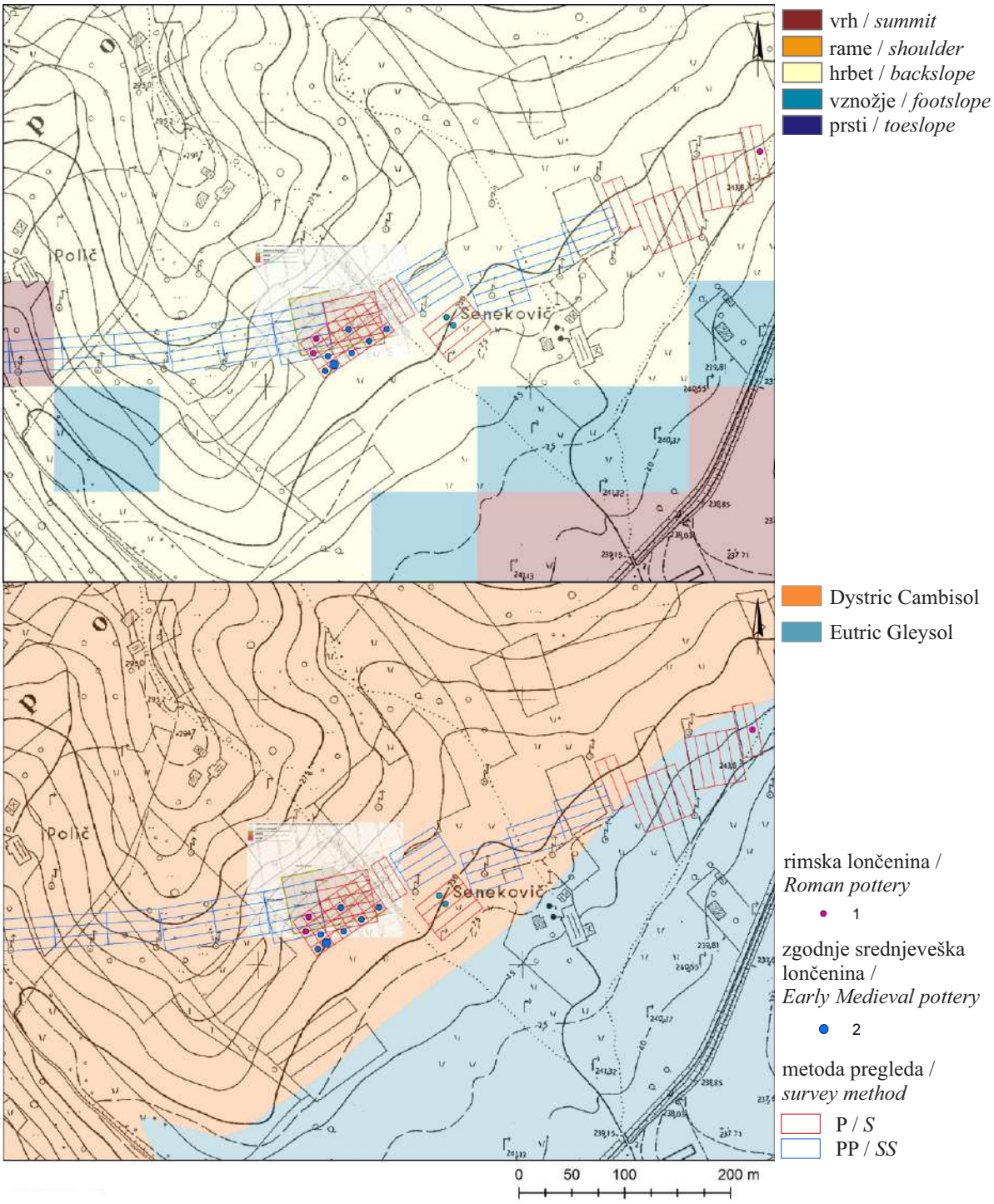
Model petih elementov pobočij napoveduje, da lahko predvsem na območju vznožij in prstov, morda pa tudi na delih hrbtov, pričakujemo pokopana arheološka najdišča, ki jih ni mogoče odkrivati s terenskimi pregledi (slika 18). Med najdišči, odkritimi v okviru avtocestnega projekta, v takšnih delih pokrajine res srečamo pokopane lokacije, ki to potrjujejo, saj niso bile odkrite s terenskimi pregledi, temveč šele z nadzorom ob gradnji. Kot prvi primer naj omenimo Malečnik pri Mariboru, na vznožju hriba, kjer so bile dobro stratificirane arheološke ostaline več obdobij pokopane tudi do 5–7 m pod današnjim površjem (Djurić 1997; Strmčnik Gulič 2003, 181–182; 2006; Kramberger 2021). Kot drugi primer pa lahko omenimo Križišče pri Spodnjih Škofijah, na vznožju in predvsem prstih pobočja, kjer je bilo dobro ohranjeno rimskodobno grobišče pokopano z 0,6–1,5 m debelimi koluvialnimi in aluvialnimi nanosi (Tica 2000; Tica, Djurić 2001; Plestenjak, Stokin, Trenz 2002, 3–4; Plestenjak, Trenz, Stokin 2019, 7; Novšak 2019, 8). Glede na lego obeh najdišč v pokrajini je to, da sta bili globoko pokopani in neodkriti

7 O tem govori faktorski model oz. model tlotvornih dejavnikov, med katere sodijo podnebje, organizmi, relief, matična podlaga in čas (Jenny 1994; Johnson, Watson-Stegner 1987, 351, 354; Phillips 1989, 166; Phillips 1999, 103–104; Schaetzl, Anderson 2005, 296–297; Johnson, Domier, Johnson 2005b, 12), nekateri pa jim dodajajo še delovanje človeka, torej antropogeni dejavnik (Schaetzl, Anderson 2005, 317–320; Howard 2017, 58–60).

8 Orodje je dostopno na Splet 1.

9 Postopek določanja je sledil navodilom, priloženim uporabljenemu GIS orodju.

10 Podatki dostopni na Splet 2.



Slika 5. Zamarkova – Senekovič. Karti s klasifikacijo pobočij (zgoraj) in klasifikacijo tal (spodaj) s prikazom območja izkopavanj (Ciglar 2013, sl. 22) ter ekstenzivnega in intenzivnega pregleda (P – površinski pregled, PP – podpovršinski pregled).

Figure 5. Zamarkova – Senekovič. Slope classification (above) and soil classification (below) maps with the depiction of the excavated area (Ciglar 2013, Fig. 22) and extensive and intensive survey grids (S – surface survey, SS – subsurface survey).

s terenskimi pregledi, pričakovano. Vendar pa so bile številne lokacije na avtocestah kljub temu s pregledi zaznane tudi v tovrstnih delih pokrajine. Zato se bomo na tem mestu osredotočili na nekaj takšnih primerov ter z uporabo modelov petih elementov pobočja in debeline tal poskusili ovrednotiti situacijo na vsakem izmed njih.

Zamarkova – Senekovič

Na lokaciji Zamarkova – Senekovič v Slovenskih goricah je mogoče predstaviti odnose med erozijo in sedimentacijo, poškodbami in pokopavanjem ter med arheološkim zapisom v zgornjem delu tal in podpovršinskim zapisom vzdolž katene mikrolokacije. Klasifikacija elementov pobočja jo umešča na območje hrbta (slika 5), natančnejši ogled topografske lege pa kaže, da gre za kompleksno pobočje, saj leži na prehodu iz strmega v zložnejši del hrbta, na podlagi česar lahko v okviru mikrolokacije pričakujemo prisotnost procesov tako erozije in transporta kot odlaganja.

Na lokaciji izkopavanj je bil rezultat ekstenzivne faze terenskih pregledov (Tica 2004) negativen, prisotnost prazgodovinske[11] in rimskodobne lončenine v zgornjem delu tal pa je bila zaznana šele z intenzivnim pregledom (Djurić 2004; 2013). Distribucija odkritih najdb kaže zelo dobro ujemanje z območjem izkopanih prazgodovinskih ostalin (slika 6), vendar pa opazovanje sedimentoloških in pedoloških lastnosti tal vzdolž lokacije kaže, da zapis v zgornjem delu tal in izkopane ostaline ne morejo biti neposredno povezane.

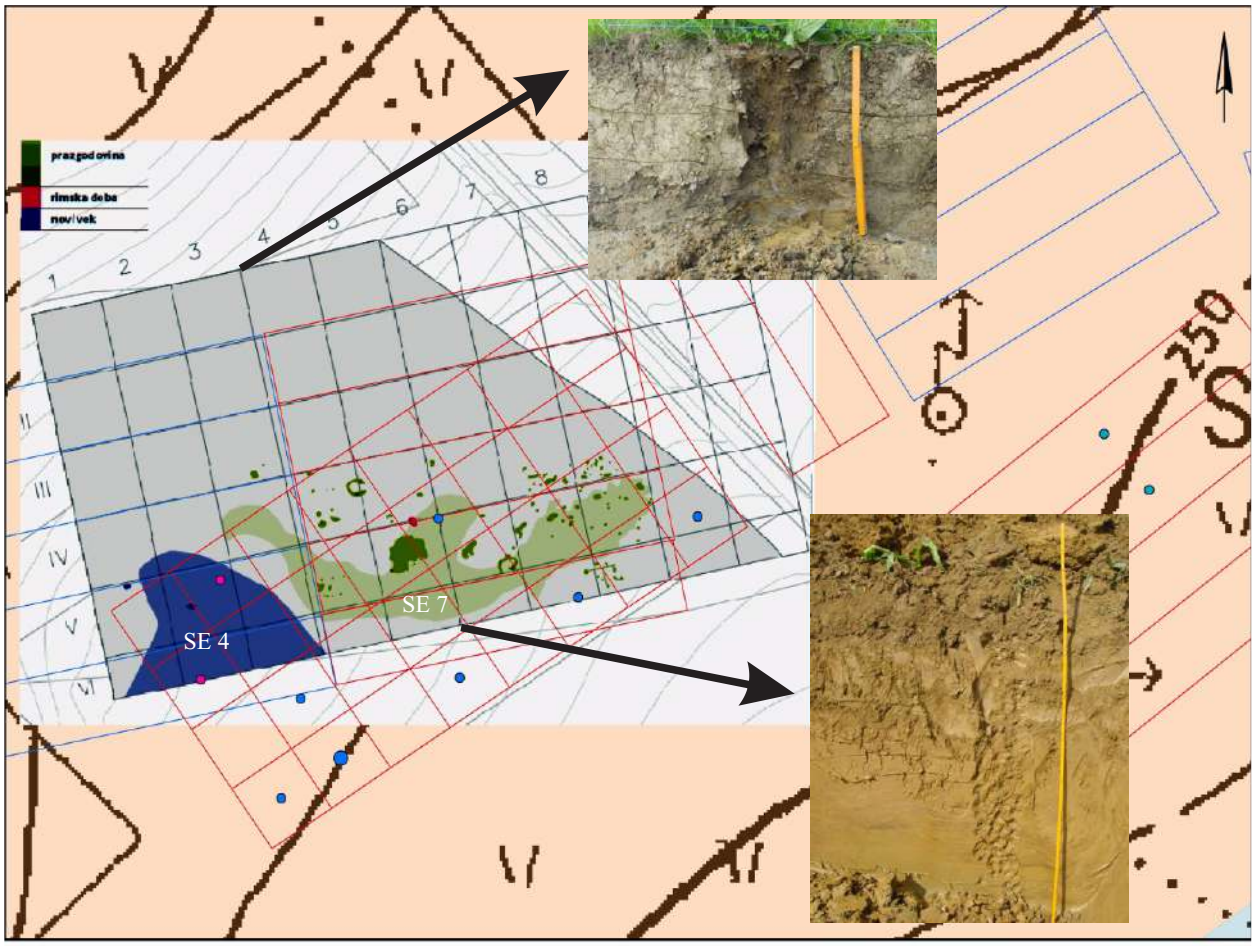
Vpliv geomorfologije tal na odnos med površinskim in podpovršinskim zapisom najbolje odraža debelina tal na lokaciji (slika 6), ki kažejo na prevladujoče procese izgub (r) v zgornjem delu in dodatkov (u) v spodnjem delu lokacije. V zgornjem (severnem) strmem delu lokacije so namreč tla zelo plitva, sestavlja jih zgornji obdelovalni horizont (Ap), debel 20–30 cm, pod katerim je že preperel laporovec, ki pomeni geološko matično podlago. Nasprotno pa v spodnjem (južnem) delu pod obdelovalnim horizontom (gl. 0–25 cm) leži plast antropogeno premeščenih tal (gl. 25–85 cm), ki so verjetno posledica premeščanja gradiva z zgornjih delov zaradi oranja. Sledi plast, ki je posledica naravne koluviacije in bi jo verjetno lahko opredelili kot kumulativni B horizont (gl. 85–170 cm). Šele nato sledi plast, ki verjetno pripada pokopanim tlom na lapornati matični podlagi (Verbič 2005a; 2013a, 7).

Tega geologovega orisa ni najlažje povezati s podatki arheoloških izkopavanj, saj gre za povsem različni vrsti opazovanj, ki med seboj nista bili povezani.[12] Podatki arheoloških izkopavanj v zgornjem delu lokacije govorijo o skromno ohranjeni »kulturni plasti« (SE 2) pod rušo in ornico, ki sega do globine največ 30–40 cm, medtem ko je v spodnjem delu lokacije pod njo »močna plast« (SE 4) z različnim arheološkim gradivom, ki sega do globine 90 cm (slika 6). Arheološke ostaline so bile odkrite v obliki vkopov, zaznanih na nivoju »geološke kulturno sterilne podlage« (SE 3), ki jo sekajo. Ta je v spodnjem delu najdišča, kjer leži na globini 0,9 m, opisana kot rumena ilovica z železovimi konkrecijami, na severnem delu pobočja, kjer leži na globini 0,55 cm, pa kot ilovica, ki vsebuje kose še ne razpadlega laporja. Vanjo vkopane arheološke ostaline so bile odkrite le v spodnjem delu lokacije (slika 6) (Ciglar 2013, 11–13).

Na podlagi tega se zdi, da so bile arheološke ostaline v spodnjem delu lokacije odkrite na nivoju plasti naravnega koluvija. Na tem nivoju so se tu ponekod pojavljale večje temno obarvane lise, ki so bile opredeljene kot »kulturna plast« SE 7, debela 3–8 cm, ki je vsebovala večinoma prazgodovinske najdbe (sliki 6 in 7) in na nivoju katere so bili že zaznani nekateri prazgodovinski vkopi. V tej plasti verjetno lahko domnevamo sledove pokopanih tal, ohranjene le na mestih z izrazitim antropogenim vplivom. Nivo je bil pokopana z 0,9 m debelimi mlajšimi sedimenti. Najdbe v zgornjem delu tal, odkrite z intenzivnim pregledom, v tem primeru ne morejo izvirati iz te globoko pokopane pretekle površine prazgodovinske poselitve. Vir gradiva je verjetno poškodovan ali že uničen arheološki zapis, ki leži (ali je ležal) v višjih delih pobočja, kjer je moderni obdelovalni horizont neposredno nad preperelo geološko podlago, ki je v spodnjem delu lokacije globoko pokopana. Zato morajo biti

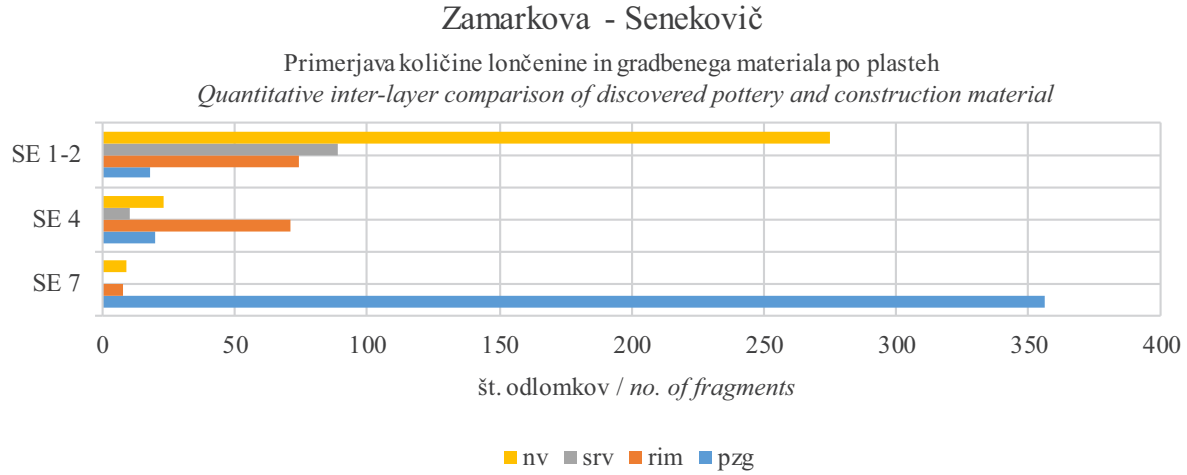
11 Prazgodovinski odlomki so bili sprva opredeljeni kot zgodnjesrednjeveški (Djurić 2004), kar kaže na probleme pri identifikaciji najdb terenskih pregledov. Kot zgodnjesrednjeveški so bili opredeljeni tudi odlomki, izven lokacije odkriti v ekstenzivni fazi (Tica 2004).

12 To je na splošno velik problem, ki velja za večino izkopanih lokacij na trasi avtocest, na katerih je bila opravljena geološka spremljava. Opazovanja geologa namreč prinašajo podatke z vidika sedimentologije, litostratigrafije in pedostratigrafije, ki so v veliko pomoč pri razumevanju osnovnih procesov nastajanja plasti na posamezni lokaciji. Podatki arheoloških opazovanj skoraj nikoli niso vzporejeni z geološkimi opazovanji, kar bi pripomoglo k boljšemu razumevanju stratigrafije lokacij in osnovnih formacijskih procesov arheološkega zapisa na njih.



Slika 6. Zamarkova – Senekovič. Karta z bližjim prikazom območja izkopavanj in odkritih ostalin (Ciglar 2013, sl. 23), ekstenzivnega in intenzivnega pregleda (P – površinski pregled, PP – podpovršinski pregled) ter debeline tal v severnem in južnem delu lokacije (Verbič 2013a, sl. 6–7).

Figure 6. Zamarkova – Senekovič. A close-up map depicting the excavated area (Ciglar 2013, Fig. 22), extensive and intensive survey grids (S – surface survey, SS – subsurface survey), and soil thickness in the site's northern and southern parts (Verbič 2013a, Figs. 6–7).



Slika 7. Zamarkova – Senekovič. Primerjava količine odkritega prazgodovinskega (pzg), rimskodobnega (rim), srednjeveškega (srv) in novoveškega (nv) gradiva (lončenine in gradbenega materiala) po plasteh (vir podatkov: Ciglar 2013, 25–26), ki hkrati ponazarja globinsko distribucijo odkritega gradiva.

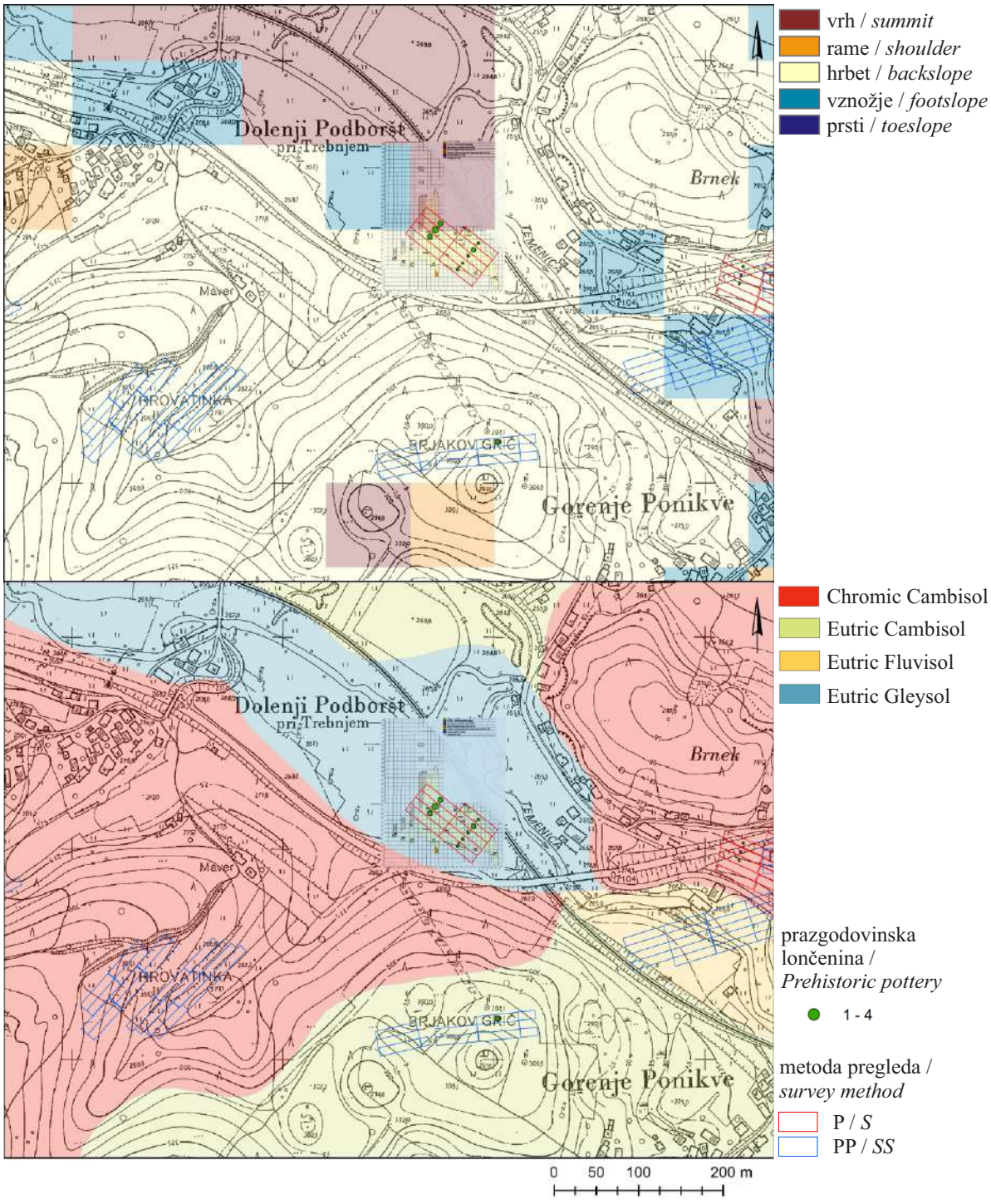
Figure 7. Zamarkova – Senekovič. A quantitative inter-layer comparison of discovered Prehistoric (pzg), Roman (rim), Medieval (srv) and Modern Period (nv) materials (pottery and construction material) (data source: Ciglar 2013, 25–26), also indicating the depth distribution of recovered material.

s pregledom odkrite najdbe v zgornjem delu antropogeno premeščenih tal v spodnjem delu lokacije v celoti premeščene z višjih delov pobočja, zaradi erozije, v veliki meri povzročene z obdelovanjem. Da je arheološko gradivo v zgornjem delu tal premeščeno od drugod, kažejo tudi dokaj številne rimskodobne najdbe (slika 7), ki prav tako ne izvirajo iz izkopanega območja, na katerem poleg le enega rimskodobnega ognjišča (slika 6) ni bilo odkritih nobenih ostalin ali koncentracij gradiva tega časa.

Na površju odkrite prazgodovinske najdbe na lokaciji Zamarkova – Senekovič tako niso neposredno povezane s prazgodovinskimi ostalinami, izkopanimi na istem območju. Zato je ujemanje med območjem površinskih najdb in izkopanih ostalin le naključje tafonomije krajine.[13] Arheološko gradivo se namreč skupaj z gradivom tal z višjih delov pobočja, izpostavljenih eroziji, vzdolž hrbta premešča navzdol in v njegovem zložnejšem delu odlaga. Arheološke ostaline so v tem delu globoko pokopane in niso povezane z najdbami v zgornjem delu tal, ki so lahko odkrite s terenskim pregledom. Seveda glede na infiltracijo novoveških najdb navzdol, vse do pokopane pretekle površine s koncentracijo prazgodovinskega gradiva (SE 7) (slika 7), ni mogoče izključiti, da del slednjega s pedoturbacijskimi procesi ni bil premeščen v nasprotno smer, torej navzgor, in tako vključen v zgornji del tal. Vendar pa debelina tal vzdolž katene izkopane lokacije in pojavljanje rimskodobnega gradiva kažeta, da je primarni vir s pregledom odkritih najdb v višjih delih pobočja.

Primer lokacije Zamarkova – Senekovič ponazarja uporabnost opazovanja debeline tal pri razumevanju vpliva procesov geomorfologije tal na stanje s terenskimi pregledi in kasnejšimi izkopavanji odkritega arheološkega zapisa. Ob tem opozarja, da korelacija med zapisom v zgornjem delu tal in globlje ležečim arheološkim zapisom ni samoumevna, še posebej na pobočjih, vzdolž katerih potekajo erozija, premeščanje in odlaganje gradiva, kar ima pomembne implikacije za raziskave, namenjene odkrivanju najdišč.

13 Perspektiva pokrajinske tafonomije ali tafonomije krajine (angl. *landscape taphonomy*) poudarja dinamično naravo arheološkega zapisa v pokrajini ter preučuje procese njegovega formiranja in ohranjanja ter njihovega vpliva na informacije v arheološkem zapisu (glej Burger, Todd, Burnett 2008; Gruškovnjak 2017, 65).



Slika 8. Dolenji Podboršt pri Trebnjem. Karti s klasifikacijo pobočij (zgoraj) in klasifikacijo tal (spodaj) s prikazom območja izkopavanj (Masaryk 2013, sl. 35) ter ekstenzivnega pregleda (P – površinski pregled, PP – podpovršinski pregled).

Figure 8. Dolenji Podboršt near Trebnje. Slope classification (above) and soil classification (below) maps with the depiction of the excavated area (Masaryk 2013, Fig. 35) and the extensive survey grid (S – surface survey, SS – subsurface survey).

Dolenji Podboršt pri Trebnjem

Vpliv pobočnih procesov na ohranjenost arheološkega zapisa in možnost njegovega zaznavanja lahko podobno precej močno variira na razmeroma kratke razdalje tudi v nižjih delih pobočja. To je mogoče ponazoriti na primeru lokacije Dolenji Podboršt pri Trebnjem na območju dinarskih podolij in ravnikov, kjer k razumevanju lokacije prav tako močno pripomore uporaba modela debeline tal.

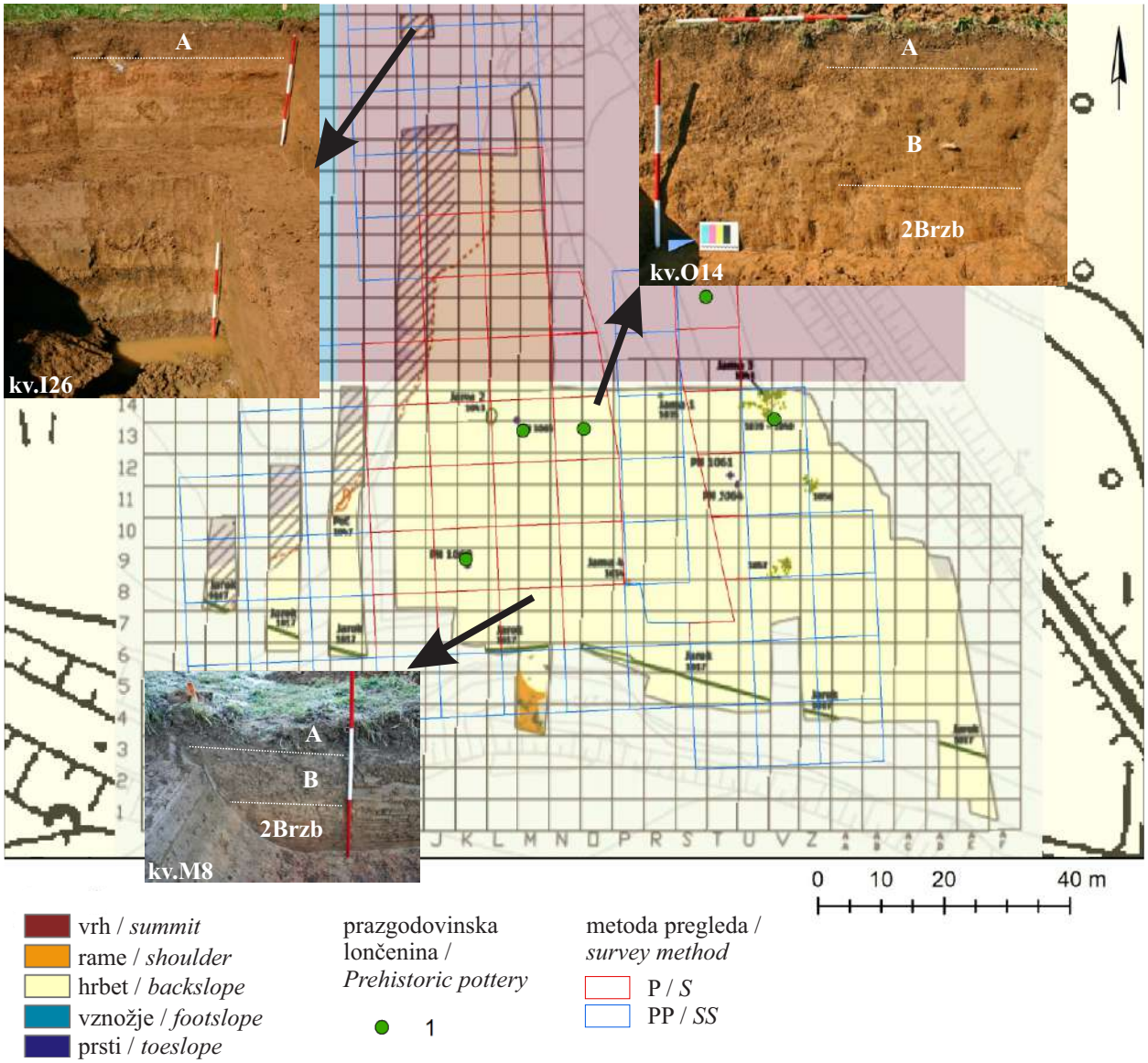
Lokacija leži na vznožju in prstih strmega pobočja Brjakovega griča, medtem ko tla skupine Eutric Gleysol na celotnem območju lokacije nakazujejo lego na poplavni ravnici reke Temenice, zato bi jo bilo morda treba v celoti umestiti na element aluvialnega konca pobočja, kjer pričakujemo prepletanje koluvialne in aluvialne sedimentacije (slika 8). Lega lokacije torej napoveduje pokopan arheološki zapis, kar se ujema z rezultati izkopavanj, ki so odkrila pokopane nivoje v kontekstu kumulativnega B horizonta (SE 1001) (slika 9: kv. O14, M8; Gruškovnjak 2019a, 36–38, sl. 20; 2020, 28–29, Fig. 12).

Na tovrstnih lokacijah, ki jih označuje rast tal navzgor, načeloma ni mogoče pričakovati uspešnega odkrivanja pokopanega arheološkega zapisa z metodo terenskih pregledov. Kljub temu je bila v ekstenzivni (Topličanec 2007) in intenzivni (Djurić, Draksler 2007) fazi na lokaciji odkrita prazgodovinska lončenina. Razloge za prisotnost prazgodovinskega gradiva v zgornjem delu tal, ki ga pri odkritih pokopanih nivojih ni pričakovati, je mogoče poskusiti razumeti z opazovanjem debeline tal vzdolž izkopane lokacije.

Reprezentativne situacije talnih profilov na treh točkah vzdolž katene izkopanega območja (slika 9) kažejo, da debelina tal (A-B), ki ležijo nad erodirano in pokopano jerino oz. terra roso (2Brzb), odraža različne stopnje sedimentacije. Pri vrhu lokacije oz. v zgornjem delu vznožja (kv. M8) dosegajo debelino dobrega 0,2 m, medtem ko se po pobočju navzdol močno debelijo in pri dnu vznožja (kv. O14) dosegajo debelino skoraj 1 m, B horizont pa je v tem delu izrazito preodebeljen oz. kumulativen. Koluvialna tla s preodebeljenim B horizontom na območju vznožja kažejo na stalno počasno sedimentacijo, ob kateri poteka tvorjenje tal, s katerim so sedimentne strukture zabrisane. Nasprotno pa profil na območju poplavne ravnice (kv. I 26) kaže na veliko hitrejši tempo sedimentacije, saj je v njem dobro razločna zelo debela sekvenca plastenja aluvialnih in proluvialnih/koluvialnih sedimentov (Verbič 2013b).

Zaradi majhne debeline tal v zgornjem delu lokacije so nivoji z arheološkim gradivom v tem delu precej blizu površja in tako dostopni poškodbam s preteklo poljedelsko obdelavo, pripadajoče jim gradivo pa s tem vključeno v zgornji del tal. Pri tem je treba računati tudi na njegovo premeščanje po pobočju navzdol, torej v dele, kjer je bila v intenzivni fazi pregleda na površini odkrita večina odlomkov (slika 9). Ker so bile nekatere vkopane arheološke ostaline zaznane že na površini B horizonta, to pomeni, da nivoji, s katerih so bile vkopane, v času raziskave niso bili pokopani tako kot nivoji znotraj preodebeljenega B horizonta. V teh primerih gre torej za drugačen scenarij formacijskih procesov, saj nivoji preteklih površin sovpadajo z območjem modernega zgornjega dela tal. Gre bodisi za arheološke ostanke, ki so bili pokopani s procesi bioturbacije, bodisi za arheološke ostanke, ki so bili nekoč pokopani ter naknadno poškodovani in v zgornji del tal vključeni z erozijo. Med tovrstne ostanke sodita dve rimskodobni jami in ena prazgodovinska (Masaryk 2013, sl. 32, 34, 35). Slednja nakazuje na prisotnost poškodovanih prazgodovinskih nivojev, kar bi lahko pojasnilo prisotnost prazgodovinske lončenine v zgornjem delu tal. Do tovrstnih poškodb ali celo popolnega uničenja je verjetno prišlo v zgornjem delu lokacije, kjer opažamo najmanjšo debelino tal. Ta namreč nakazuje bodisi manjšo stopnjo sedimentacije bodisi prisotnost erozije, najverjetneje povzročene s poljedelsko obdelavo. Vse ostale prazgodovinske ostaline in zgostitve najdb so bile v dveh različnih nivojih znotraj kumulativnega B horizonta. Bile so torej povsem pokopane in izolirane od zgornjega dela tal, zato ni verjetno, da so vir gradiva, na podlagi katerega je bila lokacija odkrita.

Lokacija Dolenji Podboršt pri Trebnjem na eni strani ponazarja uporabnost modela debeline tal za razumevanje spektra tafonomskih procesov, ki so vplivali na ohranjenost oz. neohranjenost arheološkega zapisa na izkopanem območju, na drugi strani pa ponazarja, da je z uporabo modela elementov pobočij v kombinaciji s tipi tal mogoče razmeroma dobro napovedati območja v pokrajini, kjer lahko pričakujemo globlje pokopan arheološki zapis. Hkrati s tem ponazarja, da ta napovednost ni popolna, saj ni mogoče ustrezno predvideti variacij v procesih erozije in pokopavanja znotraj mikrolokacije. Prav tako ne more predvideti antropogenih posegov, kot je obsežno nasutje


A
kv.I26
A
B
2Brzb
kv.O14
A
B
2Brzb
kv.M8
0 10 20 40 m
vrh / *summit*
rame / *shoulder*
hrbet / *backslope*
vznožje / *footslope*
prsti / *toeslope*
prazgodovinska lončenina / *Prehistoric pottery*
1
metoda pregleda / *survey method*
P / *S*
PP / *SS*
raziskano območje / *excavated area*
moderno nasutje / *modern landfill*
aluvialno/koluvialni sediment SE 1001 / *alluvial/colluvial sediment SU 1001*
moderno nasutje / *modern landfill*
kamnita geološka podlaga / *bedrock*
jame in jarek na površini plasti SE 1001 / *pits and a ditch on SU 1001*
jame in erozijska kotanja v plasti SE 1001 / *pits and an erosional hollow in SU 1001*
zgostitve lončenine in lepa v plasti SE 1001 / *pottery and daub concentrations in SU 1001*
posebne najdbe v plasti SE 1001 / *special finds in SU 1001*

(slika 9), debelo do 1,15 m, ki prekriva del lokacije in je najverjetneje povezano z melioracijskimi deli v drugi polovici 20. stoletja (Masaryk 2013, 29). Poznavanje območij s takimi posegi je pri načrtovanju raziskav, namenjenih odkrivanju najdišč in ovrednotenju njihovih rezultatov, enako bistveno kot poznavanje naravnih pogojev in geomorfologije tal, ki ga poudarjamo pri obravnavanih študijskih primerih.

Dolenje Kronovo pri Beli Cerkvi

Primer s spodnjih delov pobočja, vendar s povsem drugačnim prepletanjem procesov sedimentacije in tvorjenja tal je lokacija Dolenje Kronovo pri Beli Cerkvi v Spodnjem Posavju (slika 10). Klasifikacija pobočij jo umešča na vznožje, zato lahko pričakujemo aktivno sedimentacijo in pokopan arheološki zapis, ki ga ni mogoče odkrivati na podlagi zapisa v zgornjem delu tal. Glede na klasifikacijo tal leži na tleh skupine Dystric Gleysol, ki odraža območje poplavne ravnice Krke, ki teče nedaleč proti vzhodu, ter manjše Toplice na severu. Na podlagi tega lahko pričakujemo še intenzivnejšo sedimentacijo, kot jo napoveduje klasifikacija pobočja, saj poleg koluvialne pričakujemo aluvialno sedimentacijo in torej značilnosti aluvialnega konca pobočja.

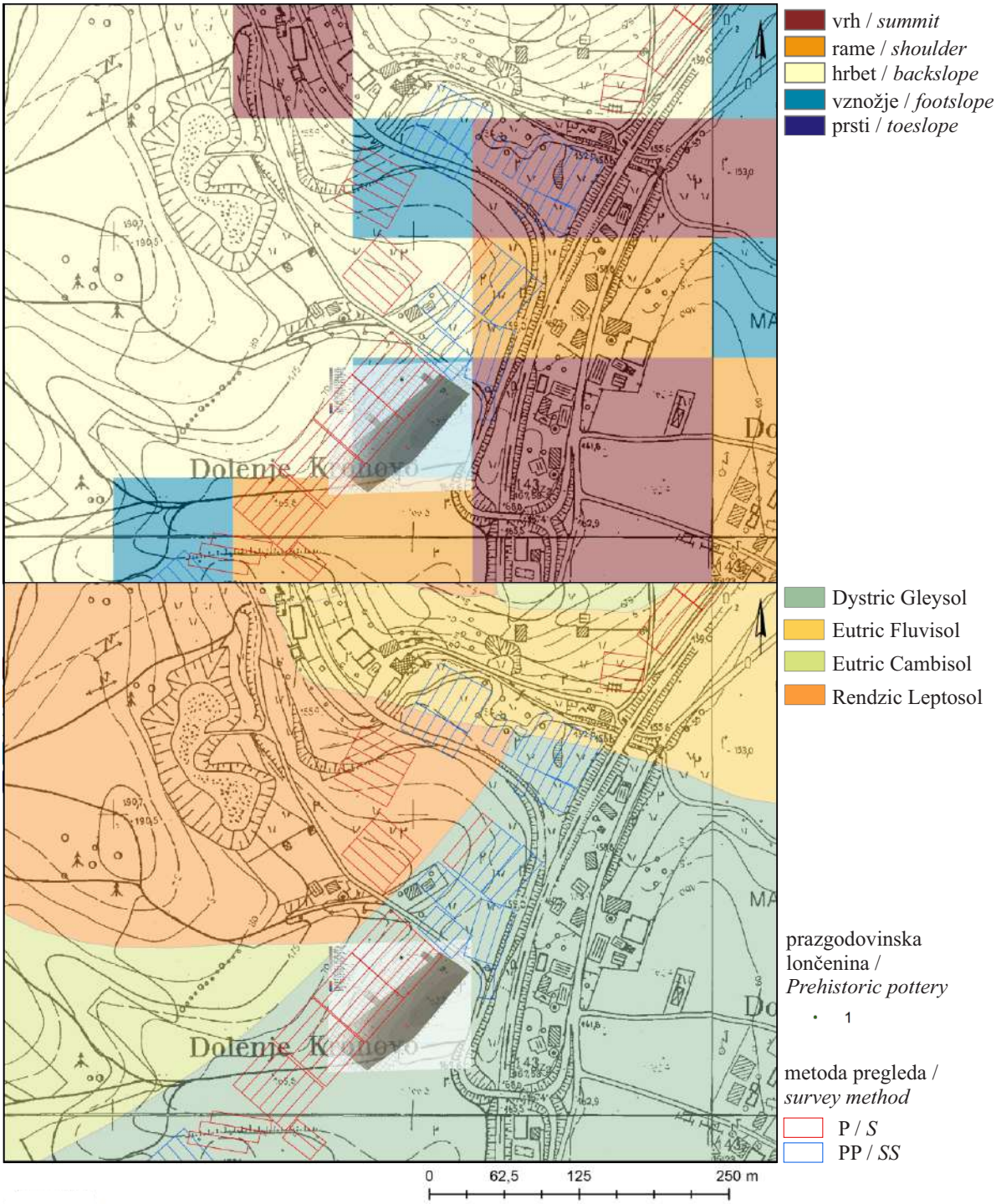
Izkopavanja so potrdila, da gre res za lokacijo z intenzivno koluvialno in aluvialno sedimentacijo, zaradi katere so bile arheološke ostaline globoko pokopane. Situacijo najbolje ponazarja presek v testnem jarku 2 (TJ 2), ki sega do globine 3,40–3,65 m pod površino (Verbič 2005b, 3) in prikazuje vse arheološko opredeljene faze na lokaciji (slika 11: a) in njihova sedimentacijska okolja (slika 11: b). Te lahko na podlagi objave izkopavanj (Murko, Ciglar 2012) in geološkega poročila (Verbič 2005b) interpretiramo v smislu pedostratigrafske sekvence (slika 11: b).

Na dnu se pojavljajo pokopana tla (faza I), terra rossa oz. jerina (6Brzb), ki jih prekrivajo pretežno aluvialni sedimenti, deloma Krke in deloma na najdišču odkrite paleostruge (faza II). Na teh sedimentih nastali pokopan A horizont (5Ab) označuje obdobje stabilizacije površja, do katere je glede na odkrite jame in najdbe prišlo v bronasti dobi (faze III–IV, verjetno tudi V). Temu ponovno sledi obdobje pretežno aluvialne sedimentacije (faze VI–VIII) in morda delne stabilizacije, na katero bi lahko kazale bronastodobne jame in vrezovanje dveh novih paleostrug (faza VII), medtem ko odsotnost pokopanega A horizonta morda nakazuje na razvojno rast tal navzgor s kumulativnim B horizontom in torej na okolje, ki ga označuje predvsem nenehno počasno odlaganje sedimentov (faze VI–VIII). Velike količine gradiva v plasti SE 22 (faza VIII) (slika 12), ki jo lahko razumemo kot zgornji del kumulativnega B horizonta, nakazujejo na intenzivno in dolgotrajno človeško prisotnost v okolici v pozni bronasti dobi in morda na začetku starejše železne dobe. Najverjetneje gre za gradivo, ki izvira iz naselbine na vrhu hriba. Na delno stabilizacijo površja v rimskem obdobju kaže nivo pokopanega A horizonta (4Ab), s katerim so povezani ostanki zunanjosti ali obrobnega dela rimskega vojaškega tabora (faza IX–X). Ponovno sledi obdobje intenzivnejše pretežno aluvialne sedimentacije, vezane predvsem na lokalni potok (del faze XI). Glede na temno humozno barvo, ki se navzgor izgublja, lahko domnevamo obdobje razvojne rasti tal navzgor s kumulativnim A horizontom, ki pa je v določenem trenutku postal pokopan (3Ab). Sledi sprememba v pretežno koluvialno sedimentacijsko okolje ob verjetni prisotnosti obdelovalnih površin (2Apb) (del faze XI in faza XII), ki mu sledi moderno nasutje terena (faza XIII), povezano s terasiranjem za lažjo poljedelsko rabo (Ap, faza XIV) (glej Murko, Ciglar 2012, 12–24; Verbič 2005b).

Predstavljena pedostratigrafska sekvenca odraža več faz sedimentacije in stabilizacije površja. Z njimi so povezane prazgodovinske in rimskodobne ostaline, ki kažejo na prisotnost človeka na lokaciji. Gre za izrazit primer najdišča, na katerem je tvorjenje arheološkega zapisa podvrženo predvsem naravnim geomorfnim in pedogenim procesom, zato uporaba načel arheološke stratigrafije po Harrisu privede do napak v razlagi stratigrafske sekvence (Gruškovnjak 2019a, 30–32). Do tega je neizogibno prišlo z uporabo Harrisove matrike tudi

Slika 9 (stran 86). Dolenji Podboršt pri Trebnjem. Karta z bližnjim prikazom območja izkopavanj, odkritih ostalin (Masaryk 2013, sl. 45), reprezentativnih talnih profilov v kvadrantih M8, O14 in I 26 (Verbič 2013b, sl. 11, 15–16), intenzivnega pregleda ter klasifikacije pobočij.

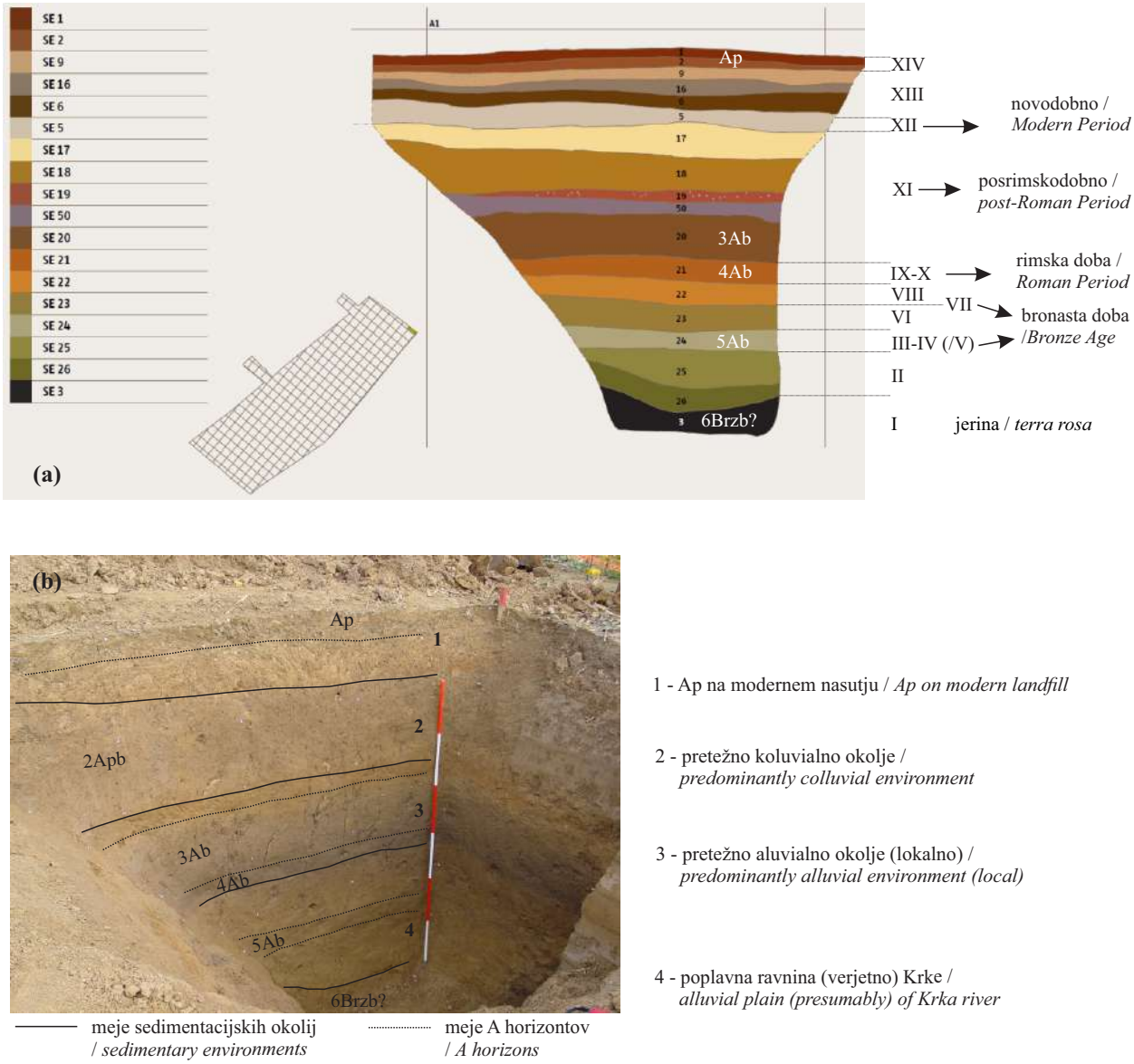
Figure 9 (page 86). Dolenji Podboršt near Trebnje. A close-up map depicting the excavated area with discovered features (Masaryk 2013, Fig. 45), representative soil profiles in quadrants M8, O14, and I26 (Verbič 2013b, Figs. 11, 15–16), and the intensive survey grid (S – surface survey, SS – subsurface survey).



Slika 10. Dolenje Kronovo pri Beli Cerkvi. Karti s klasifikacijo pobočij (zgoraj) in klasifikacijo tal (spodaj) s prikazom območja izkopavanj (Murko, Ciglar 2012, 15) in ekstenzivnega pregleda (P – površinski pregled, PP – podpovršinski pregled).

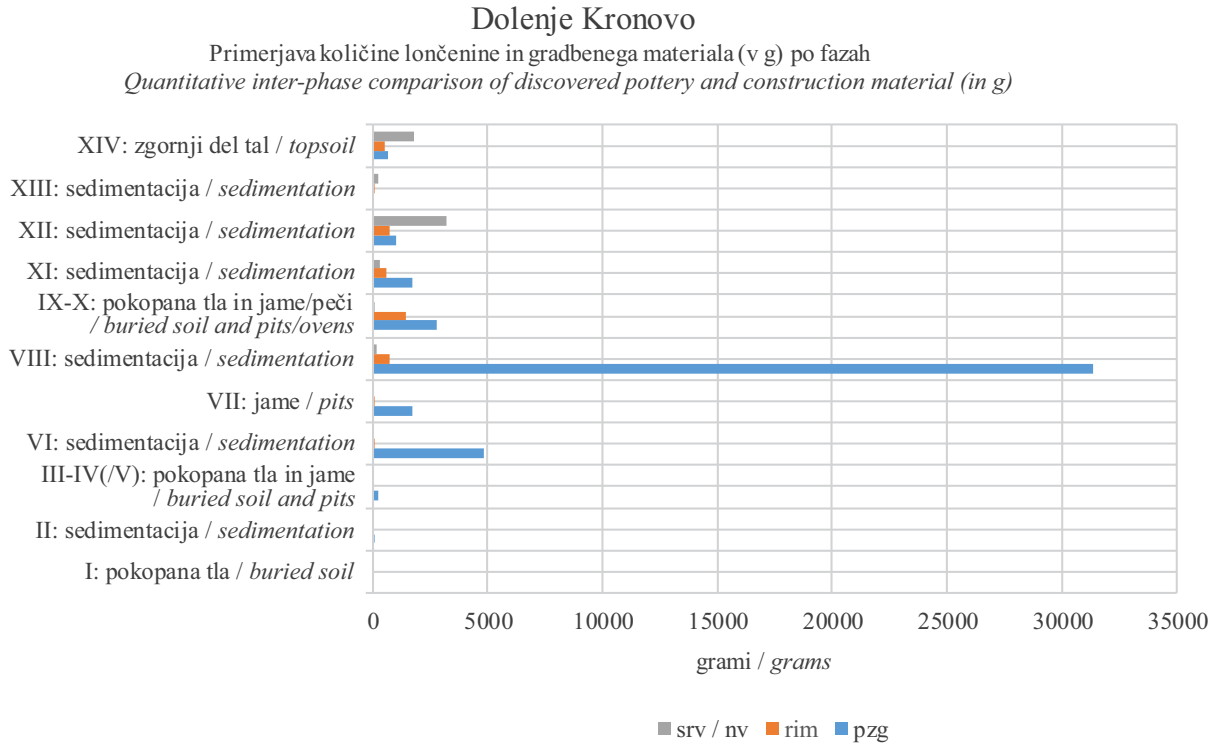
Figure 10. Dolenje Kronovo near Bela Cerkev. Slope classification (above) and soil classification (below) maps with the depiction of the excavated area (Murko, Ciglar 2012, 15) and the extensive survey grid (S – surface survey, SS – subsurface survey).

pri objavi obravnavanega najdišča (Murko, Ciglar 2012, 72–73). Vkopane arheološke ostaline so bile z izkopavanji zaznane šele pod pokopanimi A horizonti, ki so bili posledično interpretirani kot plasti, ki so bile preko ostalin odložene šele naknadno in zato uvrščene v novo fazo, mlajšo od arheoloških sledov poselitve. Namesto tega bi



Slika 11. Dolenje Kronovo pri Beli Cerkvi. (a) Izris stratigrafskih enot v preseku TJ 2 z oznakami glavnih faz na lokaciji (prirejeno po Murko, Ciglar 2012, sl. 18). (b) Fotografija preseka v TJ 2 z določitvijo glavnih sedimentacijskih okolij in poskusom pedostratigrafske razlage (prirejeno po Verbič 2005b, 3–5, sl. 4).

Figure 11. Dolenje Kronovo near Bela Cerkev. The drawing of stratigraphic units in TJ 2 profile with marked main phases at the site (modified after Murko, Ciglar 2012, Fig. 18). (b) Photo of TJ 2 profile with delineation of primary sedimentary environments and an attempt at pedostratigraphic explanation (modified after Verbič 2005b, 3–5, Fig. 4).



Slika 12. Dolenje Kronovo pri Beli Cerkvi. Primerjava tež odkritega prazgodovinskega (pzg), rimskodobnega (rim) ter srednje- in novoveškega (srv/nv) gradiva (lončenine in gradbenega materiala) po fazah (vir podatkov: Murko, Ciglar 2012, sl. 22), ki hkrati ponazarja globinsko distribucijo odkritega gradiva.

Figure 12. Dolenje Kronovo near Bela Cerkev. A comparison of weights of discovered Prehistoric (pzg), Roman (rim), and Medieval/Modern Period (srv/nv) pottery and construction material through phases (data source: Murko, Ciglar 2012, Fig. 22) also representing its depth distribution.

jih bilo treba razumeti kot nivo poselitve. Gre namreč za površinske talne horizonte, ki torej označujejo površine, na katerih je lahko v fazah stabilnosti površja prišlo do poselitve. Za površinske talne horizonte je značilna bioturbacija; to je pomemben poodložitveni formacijski proces arheološkega zapisa, ki zabriše oz. popolnoma izbriše meje arheoloških ostalin v območju A horizonta (Gruškovnjak 2019a, sl. 4). Zato z uporabo Harrisove matrike v tovrstnih primerih pride do napačnega vtisa oz. interpretacije, da so bili nivoji poselitve pod zgornjim delom tal.

Poleg posledic naravnih procesov za uporabo načel arheološke stratigrafije ti pomembno vplivajo na zmožnost zaznavanja arheoloških najdišč z uporabo metod terenskih pregledov. V okviru avtocestnega projekta je bila lokacija namreč le navidezno odkrita s površinskim pregledom. V ekstenzivni (Tica 1999) in intenzivni (Djurić, Pinter 2003) fazi je bila na njej odkrita prazgodovinska lončenina, ki pa ne more biti povezana z ostalinami, odkritimi z izkopavanji.

Glede na zelo globoko pokopane nivoje arheoloških ostankov in pedostratigrafsko sekvenco več pokopanih tal ni mogoče, da bi arheološko gradivo v modernem zgornjem delu tal (Ap), na podlagi katerega je bila lokacija odkrita, izviralo iz pokopanega arheološkega zapisa na lokaciji. Na to kaže tudi distribucija lončenine in gradbenega materiala po fazah, ki hkrati ponazarja globinsko distribucijo pojavljanja teh glavnih vrst odkritega arheološkega gradiva (slika 12). Opazno je, da so največje količine prazgodovinskega gradiva v plasteh, ki nastajajo v času arheoloških obdobij, v največji meri vezane na obdobja sedimentacije in torej premeščanje z drugih lokacij v okolici. Najizrazitejši primer je ogromna količina gradiva faze VIII, ki ji je pripisan izvor na naselbini

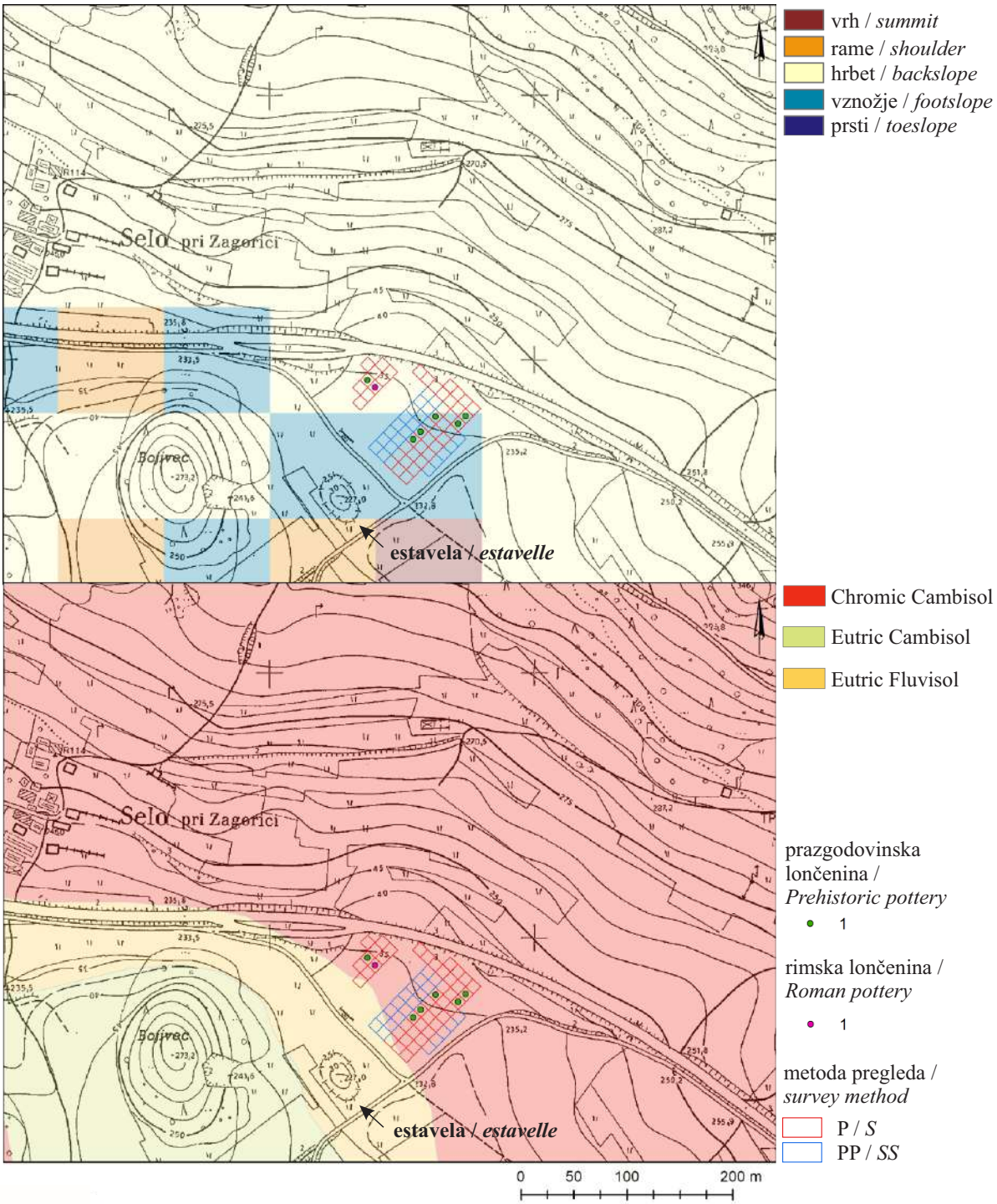
na vrhu hriba nad obravnavano lokacijo (Murko, Ciglar 2012, 18). V rimskem in porimskem obdobju dotok prazgodovinskega gradiva postopoma upada, medtem ko je v primerjavi z njim količina rimskodobnega gradiva v vseh fazah zelo majhna. Z izjemo tistega, pripisanega rimskemu vojaškemu taboru v fazah IX–X (Murko, Ciglar 2012, 19–21), lahko pri gradivu kasnejših faz sedimentacije domnevamo njegov izvor iz drugih lokacij v okolici. V veliki meri gre verjetno za posledico povečane pobočne erozije, ki jo v fazi XI odraža sprememba sedimentacijskega okolja v koluvialno (slika 11), ki je posledica intenzivnejših človeških posegov v prostor, najverjetneje poljedelskih. V fazi XII lahko opazimo močan porast novoveškega gradiva, ki je verjetno vezan na intenzivno poljedelsko izrabo, temu pa sledi močan upad vseh vrst gradiva v fazi XIII, ki je vezana na moderno nasutje teras (slika 11). V nasutju terase, v katero posega moderna poljedelska raba, prazgodovinsko gradivo sploh ni bilo zabeleženo, rimskodobno pa z le 7 kosi oz. 18 grami lončenine (Murko, Ciglar 2012, 24, sl. 22). Iz poročila o izkopavanjih je razvidno, da je nasutje prekrilo celotno območje izkopa (Predan, Murko, Olić 2005, priloga 5) ter tako pod seboj zapečatilo vse predhodne plasti in s tem vire gradiva na lokaciji, ki bi lahko bili vključeni v moderni zgornji del tal. Šele v slednjem je opazen ponoven porast prazgodovinskega in rimskodobnega gradiva, ki torej ne izvira iz pokopanega arheološkega zapisa na lokaciji, temveč je bilo premeščeno od drugod, najverjetneje z višje ležečih delov pobočja nad lokacijo.

Pedostratigrafska sekvenca na obravnavani lokaciji je sekvenca več nivojev pokopanih tal z arheološkimi ostanki, ki jih lahko na pozicijah vznožij in aluvialnih koncev pobočja pričakujemo tudi na širšem območju. Tovrstnih pokopanih arheoloških ostankov pa ni mogoče odkrivati z metodami terenskih pregledov. Pokopan arheološki zapis je namreč izoliran od zgornjega dela tal, medtem ko so arheološke najdbe v zgornjem delu tal v celoti vezane na arheološki zapis, ki leži nekje izven lokacije njihovega odkritja s pregledom. Zato lahko odkritje lokacije Dolenje Kronovo pripišemo popolnemu naključju, vezanemu na premeščanje najdb z druge, poškodbam izpostavljene arheološke lokacije. Ta problem informativnosti rezultatov terenskih pregledov je mogoče predvideti na podlagi topografije. Z uporabo modela petih elementov pobočja v kombinaciji s podatki o tipih tal je namreč mogoče predvideti območje v pokrajini, kjer lahko na eni strani pričakujemo globoko pokopan arheološki zapis, ki ga ne moremo zaznati na podlagi najdb v modernem zgornjem delu tal, na drugi strani pa lahko pričakujemo, da bo šlo pri morebitnih najdbah, odkritih v zgornjem delu tal, predvsem za od drugod premeščeno gradivo, ki tako ni povezano z lokacijo njihovega odkritja.

Dolenje Karteljevo

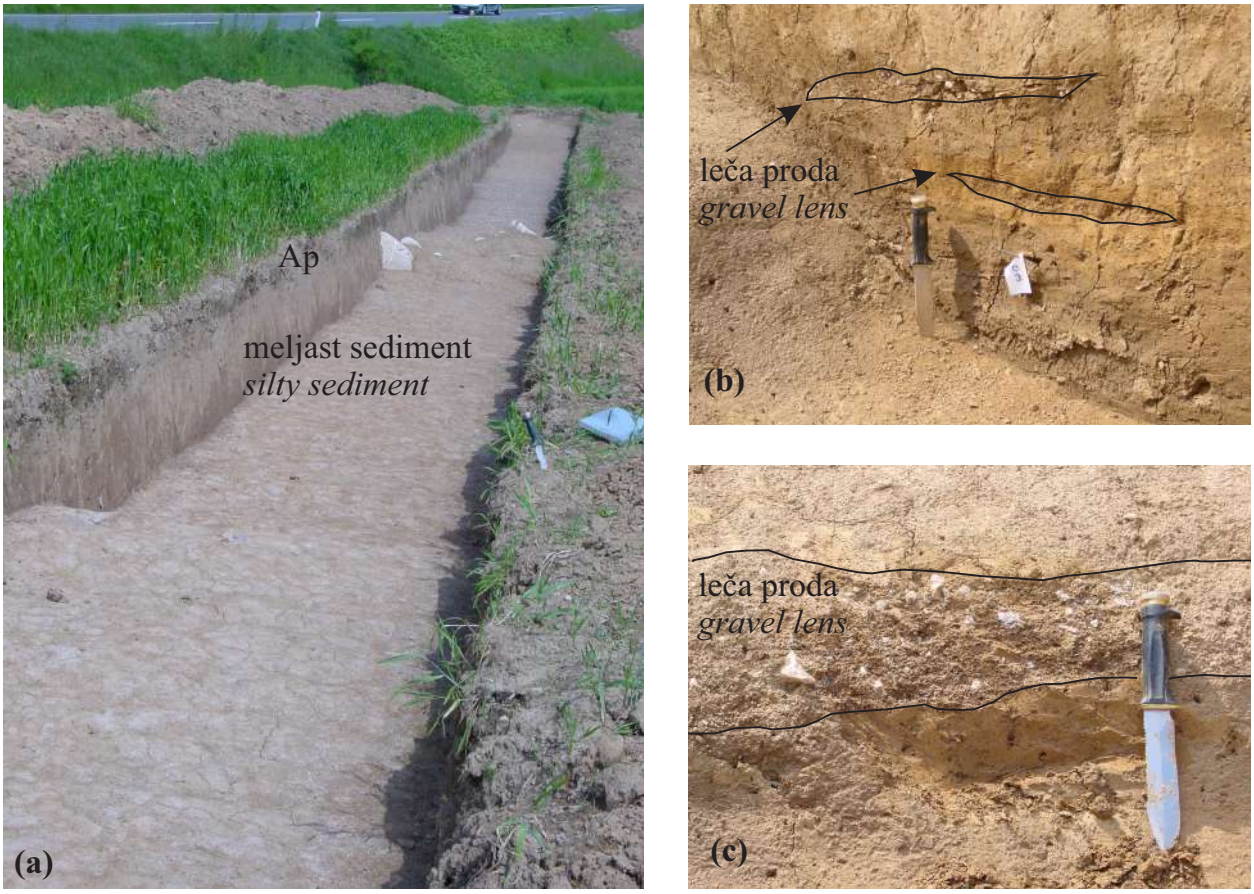
Naslednji primer premeščenih najdb v spodnjih delih pobočja in pomembnosti opazovanja značilnosti, ki govorijo o hitrosti sedimentacije in tvorjenju tal, za razumevanje odkritega arheološkega zapisa, je lokacija Dolenje Karteljevo na območju dinarskih podolij in ravnikov (slika 13). S klasifikacijo pobočij je bila v spodnjem, južnem delu umeščena na vznožje, v zgornjem, severnem delu pa na hrbet pobočja. Vendar pa natančnejši ogled topografije kaže, da je zgornji del na zložnem vznožju pod strmim hrbtom pobočja, medtem ko v spodnjem delu že doseže dno doline in tako leži na območju aluvialnega konca pobočja. Takšni interpretaciji lege do določene mere pritrjuje klasifikacija tal, saj lokacija v skrajnem spodnjem delu sega na območje tal skupine Eutric Fluvisol. Na njej tako pričakujemo odlaganje tako koluvialnih kot aluvialnih sedimentov, torej pokopavanje morebitnih arheoloških ostalin in odlaganje premeščenega arheološkega gradiva.

Poleg tega je 100 m južno od lokacije kraški požiralnik, ki je nekoč deloval tudi kot bruhalnik oz. izvir, tj. estavela (slika 13). Situacija, ugotovljena ob izkopavanjih, je namreč pokazala, da je imela estavela na lokaciji odločilno vlogo pri sedimentaciji. Ta je bila zelo intenzivna, in sicer predvsem v mlajšem času oz. med zgodovinskimi obdobji. Na to kažejo nerazvita tla, zastopana izključno z obdelovalnim (Ap) horizontom na matični podlagi debelih meljastih sedimentov, ki so pedogenetsko povsem nespremenjeni (slika 14: a). V njih se pojavljajo leče proda, ki so nastajale v rečnih koritih, izven katerih se je ob poplavnih dogodkih odlagal meljast sediment (slika 14: b–c). Nekatere leče vsebujejo izključno rožencev prodnike, ki verjetno nakazujejo, da sedimentacija na lokaciji ni le posledica površinskega vodotoka, temveč tudi bruhanja vode iz estavele, ki je na površje prinašalo sediment iz jamskega sistema. Meljasti sedimenti z lečami proda prekrivajo le nekaj decimetrov debel ostanek pokopanih rdečih kraških tal, jerine oz. terre rose, ki so se tvorila na apnenčevi skalni osnovi, katere globina na lokaciji močno variira in je lahko po geologovi oceni v spodnjih delih lokacije do 5 m globoko (Verbič 2004; 2011).



Slika 13. Dolenje Karteljevo. Karti s klasifikacijo pobočij (zgoraj) in klasifikacijo tal (spodaj) s prikazom območja intenzivnega pregleda (P – površinski pregled, PP – podpovršinski pregled).

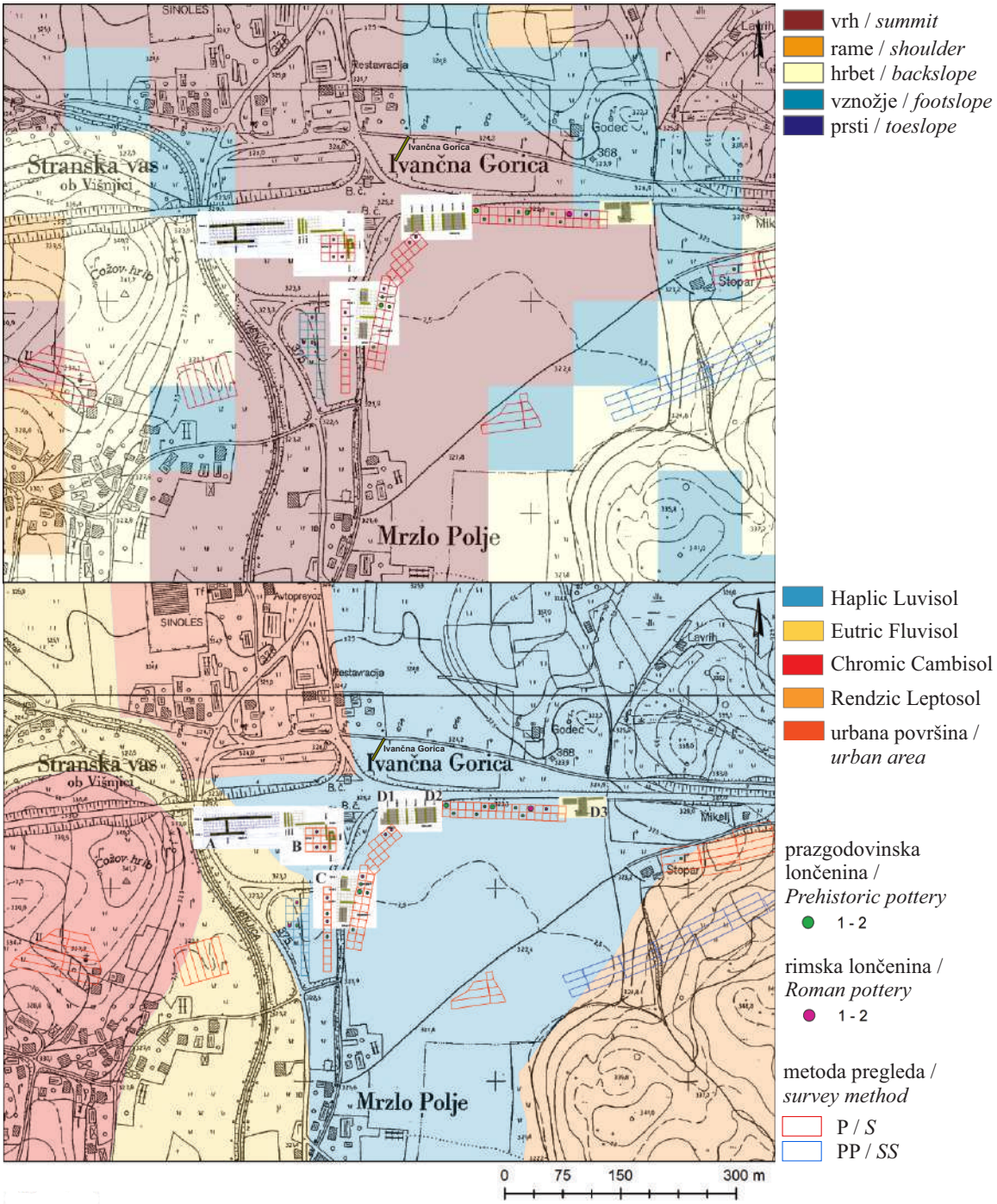
Figure 13. Dolenje Karteljevo. Slope classification (above) and soil classification (below) maps with the depiction of the intensive survey grid (S – surface survey, SS – subsurface survey).



Slika 14. Dolenje Karteljevo. (a) Primer profila vzdolž zgornjega severnega dela lokacije (TJ 1) (Verbič 2004, sl. 2; 2011, sl. 17). (b–c) Detajla pojavljanja leč proda med meljastimi sedimenti v spodnjem južnem delu lokacije (TJ 4) (Verbič 2004, sl. 12–13; 2011, sl. 26–27).

Figure 14. Dolenje Karteljevo. (a) An example of a profile in the site's upper northern part (TJ 1) (Verbič 2004, Fig. 2; 2011, Fig. 17). (b–c) Details of gravel lenses in between silty sediments in the site's southern part (TJ 4) (Verbič 2004, Figs. 12–13; 2011, Figs. 26–27).

V sedimentih na lokaciji, ki so glede na ohranjenost sedimentnih struktur in nerazvitost tal precej mladi in posledica hitre sedimentacije (prim. slika 4), so se pojavljale mešane najdbe različnih obdobij, tj. prazgodovinske, rimskodobne, srednjeveške in novoveške. Izkopavalci sicer med naplavnimi sedimenti poročajo o »značilni prazgodovinski plasti« SE 2, v kateri je bila na majhnem območju odkrita koncentracija prazgodovinske lončenine, vendar se v njej pojavljajo tudi poznosrednjeveške in novoveške najdbe. Prav tako poročajo o rimskodobni plasti SE 19 z ostanki kurišča (SE 37 in SE 42), ki je vsebovala drobce lončenine, lepa in oglja. V obeh primerih gre za plasti tik pod moderno ornico, zaradi česar glede na sedimentološke in pedološke značilnosti na obravnavani lokaciji njun nastanek v prazgodovinskem ali rimskem obdobju ni mogoč. Poleg tega so bile mlajše najdbe tudi v sedimentih na večjih globinah, npr. železen predmet na globini 0,8 m in razmeroma mlada kost na globini 1,1 m, ki sta bila dokumentirana ob geološki spremljavi, medtem ko »prazgodovinska plast« s srednjebronastodobno lončenino leži tik pod ornico. S tega vidika je treba zavrniti prazgodovinsko datacijo jarka, jame in dveh stojk, pri katerih gre za pod ornico ohranjene plitve ostanke vkopov, torej povsem enako kot pri drugih redkih vkopih, časovno opredeljenih v novoveško obdobje. Vse prazgodovinsko in rimskodobno gradivo, odkrito na



Slika 15. Mrzlo Polje pri Ivančni Gorici. Karti s klasifikacijo pobočij (zgoraj) in klasifikacijo tal (spodaj) s prikazom območij izkopavanj (Mrzlo Polje sektorji A–D3 in Ivančna Gorica) (Svoljšak 2008, sl. 49, 51, 59, 93, 167) ter ekstenzivnega in intenzivnega pregleda (P – površinski pregled, PP – podpovršinski pregled).

Figure 15. Mrzlo Polje near Ivančna Gorica. Slope classification (above) and soil classification (below) maps with the depiction of the excavated area (Mrzlo Polje sectors A–D3 and Ivančna Gorica) (Svoljšak 2008, Figs. 49, 51, 59, 93, 167) and extensive and intensive survey grids (S – surface survey, SS – subsurface survey).

lokaciji, je treba razlagati kot premeščeno od drugod in z naravnimi procesi odloženo na lokaciji. Na to kažeta tudi zaobljenost in majhnost odlomkov, zaradi česar je bilo za izris primernih skupno le pet odkritih prazgodovinskih odlomkov lončenine in le tri rimskodobne najdbe (Bavec 2011, 25–31; Verbič 2004, 2, sl. 9–10; 2011, 15, sl. 23–24).

Lokacija Dolenje Karteljevo nas tako opozarja, kako ključna za interpretacijo so sedimentološka in pedološka opazovanja, brez upoštevanja katerih lahko pride do napačnega tolmačenja nastanka odkritega arheološkega zapisa. Ob tem ponovno kaže, da so lahko v spodnjih delih pobočij najdbe v zgornjem delu tal v celoti premeščene od drugod in posledično brez kakršnekoli informativne vrednosti z vidika odkrivanja najdišč v takih delih pokrajine. Hkrati pa kaže tudi na omejitve modela petih elementov pobočij, s pomočjo katerega ni mogoče predvideti ključne vloge estavele na tej lokaciji.

Mrzlo Polje pri Ivančni Gorici

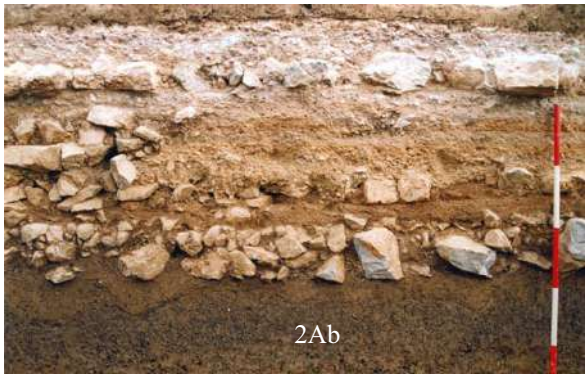
Posebej intenzivno sedimentacijo in s tem globoko pokopana najdišča lahko pričakujemo na dnu ozkih rečnih dolin, ki so na razgibanem površju Slovenije zelo pogoste. Intenzivnost sedimentacije in problematiko odkrivanja najdišč v takih delih pokrajine lahko ponazorimo z rezultati izkopavanj lokacij pri Mrzlem Polju in Ivančni Gorici (slika 15). Ležijo v ozki dolini reke Višnjice, in sicer na aluvialni ravnici oz. koncu pobočja z izjemo sektorja D3, ki leži na vznožju oz. prehodu vznožja v prste pobočja.

Lega glede na elemente pobočja napoveduje zelo intenzivno sedimentacijo, predvsem aluvialno, na območju sektorja D3 pa predvsem koluvialno. Vendar pa takšni napovedi deloma nasprotujejo podatki o tleh. Z izjemo večine sektorja A, ki leži na območju obrečnih tal (Eutric Fluvisol) z aluvialno sedimentacijo, naj bi bile namreč ostale lokacije na območju izpranih tal (Haplic Luvisol), zaradi česar bi pričakovali, da gre za precej stabilne in stare površine, ki so zelo primerne za uporabo terenskih pregledov. Prav na teh površinah so bile v ekstenzivni (Djurić, Flajs 1996) in intenzivni (Zec, Laudato, Cattaneo 1996a; 1996b) fazi pregleda odkrite najdbe prazgodovinske in rimskodobne lončenine ter rimskodobnega gradbenega materiala, zaradi katerih so bile lokacije določene za izkopavanja (Svoljšak 2008, 5).

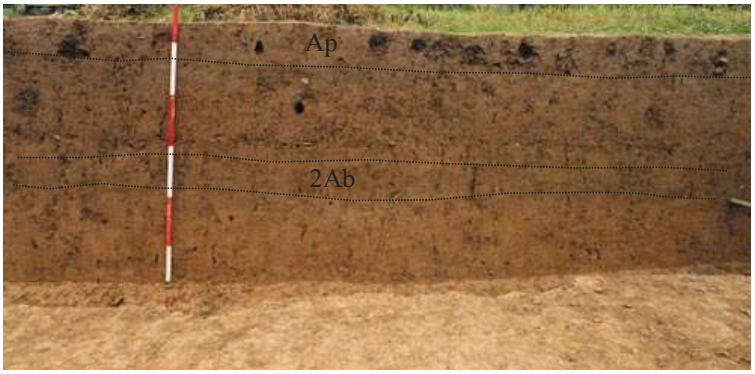
Podatki izkopavanj se v tem primeru ujemajo s pričakovanji, ki jih narekuje klasifikacija elementov pobočij in ne tal. Vse izkopane lokacije so namreč na dnu aluvialne doline in so bile v preteklosti izpostavljene aluvialni sedimentaciji, z izjemo sektorja D3, ki ga ta ni dosegla in kjer je sedimentacija vezana na koluvialne procese. Izkopi na dnu aluvialne doline kažejo na dve glavni fazi intenzivne sedimentacije, ki ju ločuje faza tvorjenja tal in fluvialne erozije. Danes izravnana površina je bila v preteklosti razdeljena na dve terasi, višjo in nižjo. Lokacija izkopa Ivančna Gorica, kjer so raziskali del rimske ceste, je na nekdanji višji terasi (slika 16: a), medtem ko so ostali izkopi (sektorji A–D2) na nižji terasi izpostavljeni intenzivni sedimentaciji. Ta je sčasoma dosegla raven višje terase in pokopala nivo rimske ceste do globine okoli 0,3–0,5 m pod današnjo površino. Na spodnji terasi so bila pokopana tla na globini okoli 0,8 m pod površino (slika 16: b), najverjetneje pa naj bi bila v vseh izkopih istočasna. V zvezi s tem je pomembno, da je bila najstarejša faza novoveške ceste, raziskane v sektorju C, katere začetek sega v sredo 18. stoletja, postavljena na nivoju pokopanih tal (slika 16: c–d) (Verbič 2008, 195, 196, 199–200, sl. 225, 236; Istenič 2008, sl. 141–149; Svoljšak *et al.* 2008, 57). To pomeni, da je do dokumentirane druge faze obsežne sedimentacije, ki je nazadnje pokopala tudi višjo teraso, prišlo v zadnjih treh stoletjih. Na obsežno novoveško sedimentacijo kažejo tudi novoveške najdbe, ki sicer prevladujejo v zgornjih delih izkopov, a se pojavljajo tudi v najglobljih delih izkopov, ki so segali do 2–2,5 m globoko. Skupaj z novoveškimi najdbami se v vseh plasteh pojavljajo tudi rimskodobne in prazgodovinske najdbe, ki so torej v celoti premeščene (glej Svoljšak *et al.* 2008). Sklepati moramo, da v delu nižje terase arheološka izkopavanja do omenjenih globin sploh niso dosegla nivojev, ki bi lahko bili vezani na arheološka obdobja.

Nekoliko drugačno situacijo srečamo na območju sektorja D3, kjer je sedimentacija pripisana predvsem koluvialnim procesom (Verbič 2008, 200), kar je za lokacijo na vznožju pričakovano. Tudi tu so prisotna pokopana tla (slika 16: e), ki so na globini 0,2–0,6 m in katerih A horizont (2Ab) vsebuje tudi novoveško gradivo (Svoljšak *et al.* 2008, 73). Ta se je tvoril na t. i. »rjavi plasti«, ležeči nad rdečkasto ilovico, ki zelo verjetno pripada pokopani jerini oz. terri rosi. Njen nastanek je verjetno treba razumeti s postopno počasno sedimentacijo, ki vodi k nastanku kumulativnega B horizonta, kot nakazujejo rimskodobne ostaline,

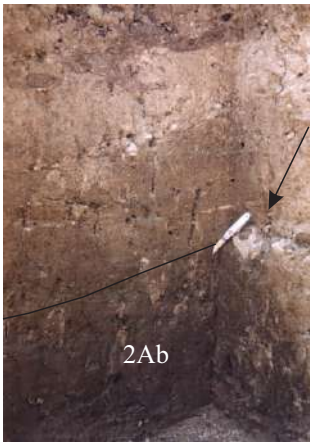
(a)



(c)



(b)



kamenje ob robu ceste iz sr. 18. stol. / *stones on the18th c. road's edge*

(d)

(e)

(f)

odkrite v njej (slika 16: e–f), ki jih lahko razumemo kot arheološke nezveznosti (glej Fedele 1984, 12; Gruškovnjak 2019a, 30–32; 2020, 20–24), ki nakazujejo na obstoj pokopanih nivojev znotraj te navidezno homogene plasti. Vsekakor so na lokaciji pokopana že novoveška tla, pa tudi nekdanji arheološki nivoji, iz katerih arheološko gradivo v zgornjem delu tal ne more izvirati; izvirati mora iz delov, kjer arheološki zapis ni pokopan, temveč poškodovan in blizu površja. Te dele poškodovanega arheološkega zapisa lahko pričakujemo višje po pobočju, lahko pa je do takih poškodb prišlo že na lokaciji, npr. v dveh kvadrantih, kjer se »rjava plast« ni pojavljala (Svoljšak *et al.* 2008, 73, sl. 108) in je bila morda že uničena, gradivo iz nje pa vključeno v zgornji del tal.

Lokacije na Mrzlem Polju kažejo, da so ožje aluvialne ravnine popolnoma neprimerni deli pokrajine za odkrivanje arheoloških lokacij s terenskimi pregledi. V njih je namreč prisotno intenzivno pokopavanje, zato je treba pričakovati globoko pokopan (ali s fluvialno erozijo že uničen) arheološki zapis, medtem ko je arheološko gradivo v zgornjem delu tal v celoti premeščeno in tako ni povezano z morebitnim pokopanim arheološkim zapisom na lokaciji odkritja. Podobno kot druge obravnavane lokacije kažejo, da so za odkrivanje s pregledi neprimerna tudi vznožja, kjer pa je pokopavanje nekoliko manj intenzivno.

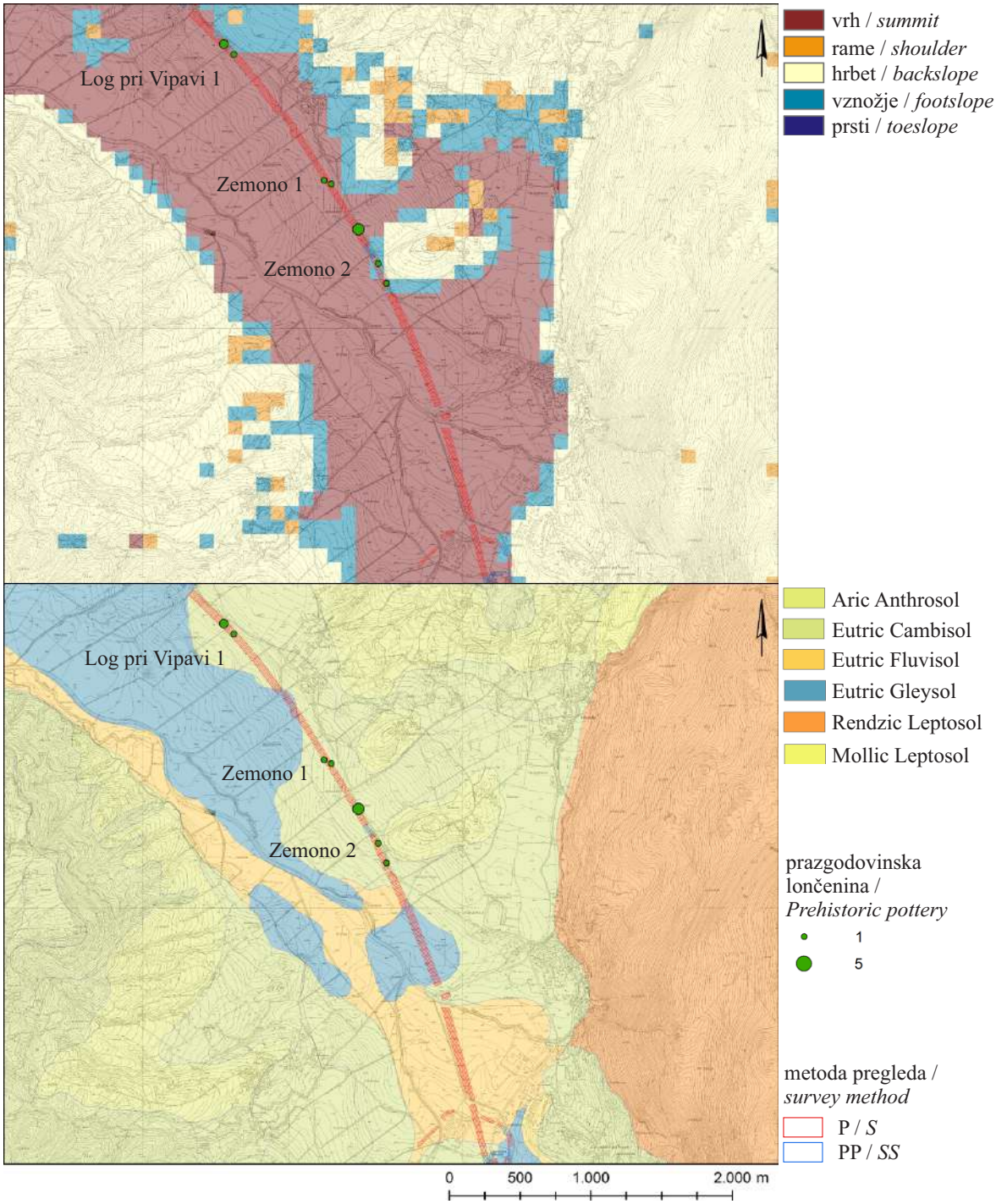
Ob tem lokacije opozarjajo, da je moderno površje lahko precej drugačno od preteklega. Samo novoveška sedimentacija je namreč v tem primeru popolnoma pokopala rečni terasi, ki z opazovanjem modernega površja nista zaznavni. Zato je treba na dnu rečnih dolin pričakovati obsežnejše pokopane pretekle pokrajine, katerih površje se je razlikovalo od današnjega. Za odkrivanje ohranjenih nivojev pokopanih pokrajin iz različnih časovnih obdobij in ugotavljanje globin njihovega pojavljanja je v takšnih okoljih nujno potrebna prilagoditev metodologije odkrivanja.

Zemono (1 in 2) pri Vipavi

Kot primer pokopanih preteklih pokrajin lahko omenimo območje lokacij Zemono 1 in 2 v Vipavski dolini (slika 17). Ležita deloma na vznožju (Zemono 2), predvsem pa na prstih pobočja (Zemono 1 in 2), v obeh primerih na tleh tipa Eutric Cambisol. Na lokaciji Zemono 2 je bil nivo pretekle, še predholocenske pokrajine globoko pokopana pod »sterilno geološko osnovo«, na podlagi katere je bilo izkopavanje prvotno predvideno le do globine 0,4 m. Sondiranje in iskanje »arheološko zanimivih plasti« pred izkopavanjem je namreč potekalo le do »sterilne geološke osnove«. Z izkopavanji se je kasneje izkazalo, da gre pri »arheološko zanimivih plasteh« za premešano arheološko in novoveško gradivo, ki verjetno kaže na popolno uničenje nekdanje prazgodovinske poselitve s poljedelsko obdelavo in melioracijami, ki je bilo zaznano s površinskim pregledom. Pod v spodnjem delu sterilnimi aluvialnimi sedimenti so bila v severnem, višjem delu terena na globini 0,6 m pod površino odkrita pokopana tla, ki so v smeri proti jugu in jugovzhodu potonila do globine 2 m pod površino, v povprečju pa so bila pokopana okoli 1 m pod površino. V pokopanem A horizontu so bili odkriti ostanki postaje iz poznega paleolitika, datirani v čas 12.000–10.000 pr. n. št. Gre za 360 tipološko določljivih kamnitih orodij, 5000 odbitkov, ogromno količino lusk, ki kažejo na izdelavo kamnitih artefaktov na tem mestu, živalske kosti, ki so bile v veliki meri ožgane,

Slika 16 (stran 96). Mrzlo Polje pri Ivančni Gorici. (a) Ivančna Gorica. Profil, v katerem sta vidna vzhodni rob rimske ceste in ježa terase (prirejeno po Istenič 2008, sl. 149). (b) Mrzlo Polje sektor C. Presek skozi del novoveške ceste in pokopanih tal (2Ab) pod njo (prirejeno po Svoljšak *et al.* 2008, sl. 69). (c) Mrzlo Polje sektor D1. Pokopana tla (2Ab) (prirejeno po Svoljšak *et al.* 2008, sl. 94). (d) Mrzlo Polje sektor C. Pokopana tla (2Ab), na nivo katerih je postavljena prva faza novoveške ceste (po Verbič 2008, sl. 225). (e) Mrzlo Polje sektor D3. Pokopana tla (2Ab) in »rjava plast« pod njimi, pri dnu katere se pojavljajo peči, kurišča in skupki najdb, opredeljeni kot grobovi (prirejeno po Svoljšak *et al.* 2008, sl. 131). (f) Mrzlo Polje sektor D3. Peč, ki je ležala pri dnu »rjave plasti« (Svoljšak *et al.* 2008, sl. 129).

Figure 16 (page 96). Mrzlo Polje near Ivančna Gorica. (a) Ivančna Gorica. Profile with the eastern edge of the Roman Period road and terrace scarp (modified after Istenič 2008, Fig. 149). (b) Mrzlo Polje sector C. Profile through a part of the Modern Period road and buried soil (2Ab) beneath it (modified after Svoljšak *et al.* 2008, Fig. 69). (c) Mrzlo Polje sector C. Buried soil (2Ab) (modified after Svoljšak *et al.* 2008, Fig. 94). (d) Mrzlo Polje sector C. The first phase of the Modern period road was constructed on top of the buried soil (2Ab) (after Verbič 2008, Fig. 225). (e) Mrzlo Polje sector D3. Buried soil (2Ab) and the »brown layer« beneath, with kilns, hearths, and graves discovered at its bottom (modified after Svoljšak *et al.* 2008, Fig. 131). (f) Mrzlo Polje sector D3. A kiln, discovered at the bottom of the »brown layer« (Svoljšak *et al.* 2008, Fig. 129).



Slika 17. Zemono pri Vipavi. Karti s klasifikacijo pobočij (zgoraj) in klasifikacijo tal (spodaj) s prikazom širšega območja ekstenzivnega površinskega pregleda (P – površinski pregled, PP – podpovršinski pregled), vzdolž katerega sta bili odkriti lokaciji Zemono 1 in 2.

Figure 17. Zemono near Vipava. Slope classification (above) and soil classification (below) maps with the depiction of the wider extensively surveyed (S – surface survey, SS – subsurface survey) area along which sites Zemono 1 and 2 were discovered.

ter ostanke 6 kurišč (Verbič 2000a; Tica 2001; 2003; Kavur, Petru 2003).

Pokopana tla, odkrita na lokaciji Zemono 2, so bila prisotna tudi na lokaciji Zemono 1, kjer pa je bila v pokopanem A horizontu tudi bronastodobna lončenina. Gre za isto preteklo površino kot na lokaciji Zemono 2, saj so se tla tvorila na isti matični podlagi debrita, odloženega v času zgornjega pleistocena. Površina je bila izpostavljena in razmeroma stabilna več tisoč let, na kar kažeta dobro razvita A in B horizonta, pa tudi časovni razpon, ki ločuje najdbe na obeh lokacijah (Verbič 2000a; 2000b; Bratina 2001; 2003). Kaže torej, da je treba na širšem območju pričakovati ohranjenost pokopane paleopokrajine, na nekdanji površini katere pričakujemo ostanke človeške prisotnosti v zelo dolgem časovnem obdobju. Ti z metodo površinskega pregleda ne morejo biti zaznani, kot kaže primer lokacije Zemono 2, pa odkrivanja pokopanega arheološkega zapisa niso zagotovile niti uporabljene strategije predhodnih sondiranj. Na širšem območju je tafonomija krajine omogočila površinsko zaznavanje treh lokacij (Bratina 1996), na katerih so bili deli arheološkega zapisa dovolj blizu površja, da so lahko bili poškodovani in vključeni v zgornji del tal (glej Bratina 1998; 2001; Tica 2001), medtem ko zaznavanje pričakovanih povsem pokopanih preteklih krajin s terenskimi pregledi ni mogoče. Odsotnosti odkritih površinskih najdb vzdolž velikega pregledanega območja tako ni mogoče razumeti kot podatka o odsotnosti arheoloških lokacij vzdolž njega. Vzdolž celotnega pregledanega območja namreč pričakujemo pokopana tla, lahko tudi več nivojev pokopanih tal,[14] v katerih je mogoče pričakovati tako paleolitske kot mlajše arheološke ostaline.

Problematika zmožnosti odkrivanja arheoloških lokacij, ki so del pokopanih pokrajin, se ne nanaša le na metodo površinskega pregleda, temveč tudi na sondiranja in izkopavanja. Pri tem lahko jedro problema vidimo v popolnoma neustreznih arheoloških konceptih kulturnih in sterilnih plasti, zaradi katerih se arheološka preverjanja ali izkopavanja pogosto zaključijo na t. i. sterilnih plasteh, označenih kot »geološka osnova«, brez razumevanja možnih načinov in časov njihovega nastanka. Tako globlje pokopan arheološki zapis, ki ga prekrivajo sedimenti brez vsebnosti arheološkega gradiva in ki ga pričakujemo v okoljih z intenzivno sedimentacijo, tj. predvsem na vznožjih in prstih pobočij, lahko sistematično ostaja neodkrit.

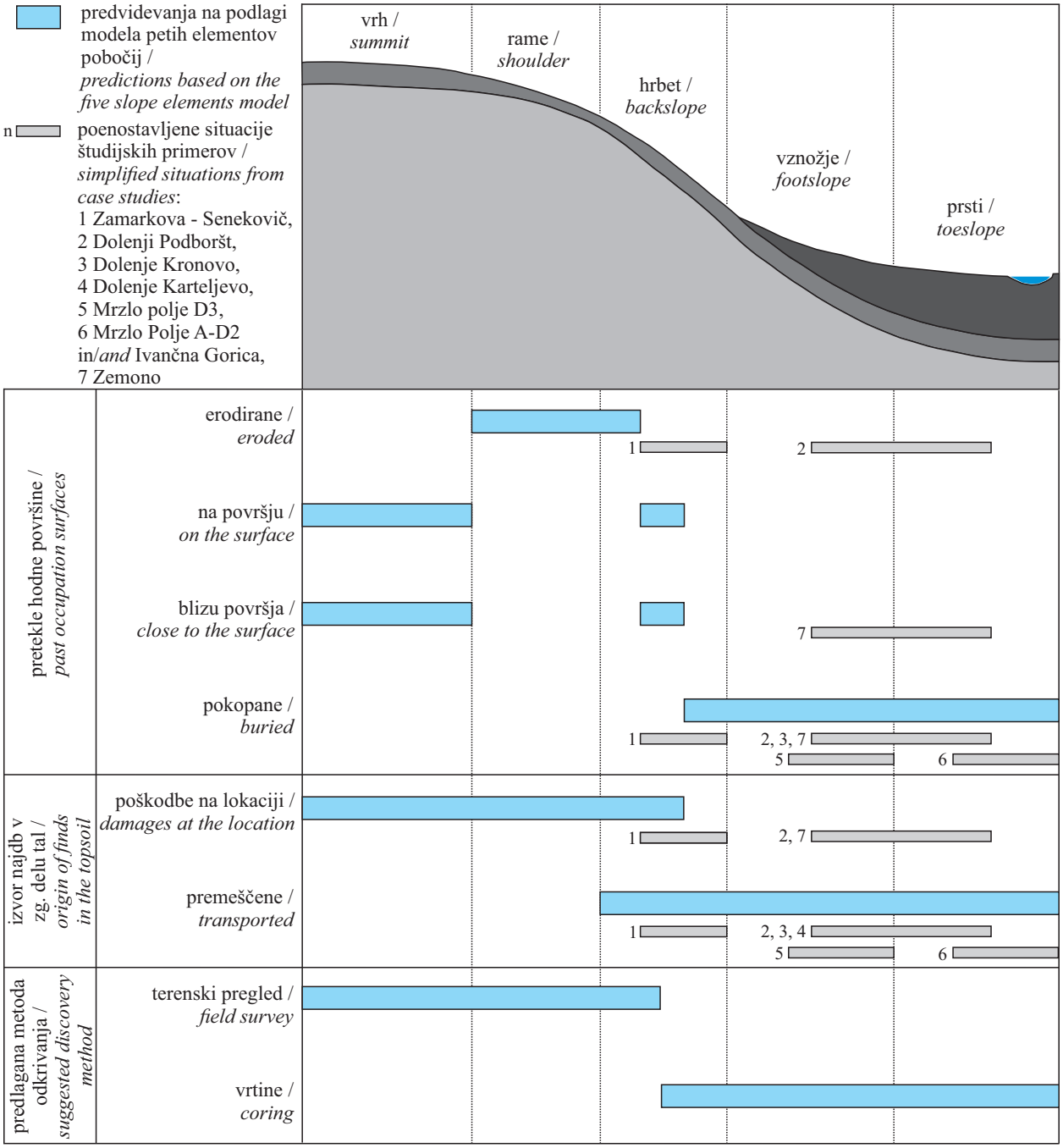
Diskusija

V prispevku predstavljen model petih elementov pobočja napoveduje, da lahko na območju vznožij in prstov pobočij, morda pa tudi delov hrbtov, pričakujemo pokopana arheološka najdišča. Zanje je običajno značilno, da so dobro ohranjena in stratificirana, vendar pa njihovo odkrivanje s terenskimi pregledi, ki temeljijo na zaznavanju najdb v zgornjem delu tal, ni mogoče. V teh delih pokrajine lahko namreč pričakujemo, da najdbe v zgornjem delu tal ne izvirajo iz morebitnega pokopanega arheološkega zapisa na lokaciji njihovega odkritja, temveč so premeščene od drugod (slika 18). Napoved smo poskusili preveriti z obravnavo izbora študijskih primerov lokacij s slovenskih avtocest. Med raziskavami na avtocestah obstajajo globoko pokopane lokacije na vznožjih in prstih (npr. Malečnik pri Mariboru in Križišče pri Spodnjih Škofijah), ki to potrjujejo, saj s terenskimi pregledi niso bile zaznane, temveč so bile odkrite šele z nadzorom ob gradnji. Vendar pa so bile kljub temu številne lokacije s pregledi vsaj navidezno odkrite tudi v tovrstnih delih pokrajine.

Obravnava nekaj študijskih primerov z območij hrbtov, vznožij in prstov je pokazala (slika 18), da se na vznožjih in prstih res pojavljajo predvsem pokopane arheološke lokacije, ki pa so lahko prisotne tudi na hrbtih. Na njih je lahko ob tem arheološki zapis izpostavljen tudi eroziji, kar je bilo glede na model pričakovano, medtem ko primer eroziji izpostavljenega arheološkega zapisa (Dolenji Podboršt) in primer arheološkega zapisa blizu površja (Zemono) na območju vznožij in prstov odstopata od pričakovanj. Obravnava študijskih primerov je nadalje potrdila, da se na hrbtih, vznožjih in prstih v zgornjem delu tal pojavljajo predvsem premeščene najdbe. Na teh elementih pobočja je v primeru odkritja najdb s terenskimi pregledi možnih več scenarijev.

Najdbe so lahko premeščene z najdišča drugje v pokrajini (npr. Dolenje Kronovo, Dolenje Karteljevo, Mrzlo Polje), običajno v višjih delih pobočja, v primeru aluvialnega odlaganja na prstih pa lahko tudi v delih gorvodno. S tem opozarjajo na poškodovano ali poškodbam izpostavljeno najdišče, ki pa ni na lokaciji njihovega odkritja. V nekaterih primerih pa je lahko na lokaciji njihovega odkritja

14 Na lokaciji Zemono 1 sta bila prisotna dva nivoja pokopanih tal (Verbič 2000b; Bratina 2001).



Slika 18. Napovedi na podlagi modela petih elementov pobočij o ohranjenosti in možnostih odkrivanja arheoloških najdišč na različnih elementih pobočij, ki jih primerjamo s situacijami študijskih primerov z območja hrbtov, vznožij in prstov.

Figure 18. Predictions based on the five slope elements model about the preservation and detection of sites on different slope elements are compared with situations from case study sites on backslope, footslopes, and toeslopes.

naključno pokopan arheološki zapis, ki pa z najdbami, odkritimi v zgornjem delu tal, ni povezan (npr. Dolenje Kronovo). Ker gre za pokopan zapis, je ta namreč izoliran od zgornjega dela tal in s terenskimi pregledi ne more biti zaznan. Na nekaterih lokacijah pa do variacij v procesih erozije, premeščanja in odlaganja prihaja že na arheološki lokaciji (npr. Zamarkova – Senekovič, Dolenji Podboršt). V zgornjih delih lokacij na hrbtih ali vznožjih lahko prihaja do erozije, pogosto povzročene z obdelavo. Arheološki zapis v teh delih je poškodovan ali popolnoma uničen, najdbe, ki iz njega izvirajo, pa se premeščajo v spodnje dele lokacije, kjer so ostaline pokopane in ohranjene. Najdbe, odkrite v zgornjem delu tal, z njimi niso neposredno povezane, povezava je le posredna, saj izhajajo iz poškodovanih delov istega najdišča. V nekaterih primerih so lahko s pregledi odkrite najdbe, ki izvirajo iz poškodovanega ali uničenega arheološkega najdišča na lokaciji dovolj blizu površja. Hkrati so lahko na isti lokaciji prisotni pokopani ostanki starejših arheoloških obdobij,[15] ki so izolirani od zgornjega dela tal in s pregledi ne morejo biti zaznani (npr. Zemono).

Ugotovitve imajo pomembne implikacije za razumevanje rezultatov terenskih pregledov in njihove informativnosti na razgibanem površju Slovenije. Za namene načrtovanja pregledov in interpretacije njihovih rezultatov je nujno potrebna identifikacija območij erozije, premeščanja in odlaganja v pokrajini. To do določene mere omogoča klasifikacija površja z uporabo modela petih elementov pobočij. Z njo je mogoče identificirati območja v pokrajini, na katerih je lahko uporaba terenskih pregledov zelo problematična ali povsem neprimerna. Gre za območja hrbtov, predvsem pa vznožij in prstov pobočij, ter vsa območja obrečnih tal (skupini Gleysol in Fluvisol), na katerih lahko pričakujemo predvsem pokopana arheološka najdišča in premeščeno arheološko gradivo v zgornjem delu tal. Vendar pa ima uporaba modela tudi svoje pomanjkljivosti, ki so vezane na to, da poenostavljen model ne more predvideti vse kompleksnosti geomorfnih procesov v pokrajini, še posebej ne v okviru dolgega časovnega razpona obdobij, ki jih preučuje arheologija. To je glavni razlog za nekatera izpostavljena neujemanja s pričakovanji na podlagi modela (slika 18). Poleg tega je za uporabo modela potrebno opazovanje moderne topografije, ki ne ustreza nujno stanju v preteklosti. Na lokaciji Dolenje Kronovo je tako v času arheoloških obdobij prevladovala aluvialna sedimentacija, značilna za prste, medtem ko se je kasneje sedimentacijsko okolje spremenilo v koluvialno, značilno za vznožja (slika 10). Lokacijo Dolenje Karteljevo bi na podlagi opazovanja modernega reliefa umestili predvsem na območje vznožja (slika 13), vendar pa je na njej še v nedavni preteklosti prevladovala aluvialna sedimentacija, značilna za prste (slika 14). V primeru Mrzlega Polja in Ivančne Gorice pa smo lahko videli, kako popolnoma skrita je danes nekdanja topografija dveh rečnih teras, na območju prisotnih še v 18. stoletju (sliki 15 in 16).

Zaradi razlik v pretekli in današnji topografiji ter variacij na mikrotopografski ravni je boljše razumevanje variiranja geomorfnih in pedogenih procesov na številnih lokacijah ponudil šele podrobnejši vpogled v podpovršino, ki je omogočil opazovanje razlik v debelini tal, pedostratigrafiji in litostratigrafiji. Takšen vpogled bi lahko v fazi načrtovanja in izvedbe raziskav, namenjenih odkrivanju najdišč, na sistematičen in nizkoinvaziven način zagotovilo vrtanje (glej Ferring 2001, 93–94; Goldberg, Macphail 2006, 316–321; Novšak 2008; French 2015, 22; Salisbury *et al.* 2022, 322). Uporaba vrtanja bi bila še posebej ključna na depozicijskih površinah, saj omogoča vpogled do večjih globin, oceno stopnje sedimentacije, rekonstrukcijo sedimentacijskih procesov skozi čas ter ugotavljanje antropogenih posegov, ki jih na podlagi topografije ni mogoče predvideti. Gre za podatke, ki so ključni pri načrtovanju arheoloških raziskav, namenjenih odkrivanju, in arheoloških izkopavanj, saj omogoča natančnejšo identifikacijo globin, do katerih je potrebno preverjanje prisotnosti arheološkega zapisa.

Pri vseh arheoloških raziskavah, ki dajejo vpogled v podpovršino, kot so vrtine, testni jarki in izkopavanja, se kot zelo koristna kaže tudi uporaba predstavljenega modela debeline tal, ki pomaga pri razumevanju procesov geomorfologije tal oz. pri razumevanju interakcije med geomorfnimi in pedogenetskimi procesi. Na več študijskih primerih najdišč je uporaba modela debeline tal omogočila razumevanje variiranja procesov geomorfologije tal na lokaciji ter s tem odnosa med arheološkim zapisom v zgornjem delu tal in zapisom, odkritim z izkopavanji. Uporaba modela debeline tal in opazovanje stratigrafije najdišča z vidika pedostratigrafije sta omogočila tudi

15 V primerih, kjer je razlika v globini arheoloških ostalin posledica razlik v razgibanosti preteklega terena, ki je danes že izravnan, pa so globlje pokopane ostaline lahko različnih, tudi mlajših starosti (npr. Mrzlo Polje in Ivančna Gorica). Primer tega je tudi najdišče Pod Kotom – Jug pri Krogu, ki na tem mestu ni bilo obravnavano (glej Verbič 2000c; Šavel 2009).

ponovno in drugačno ovrednotenje nekaterih rezultatov izkopavanj (npr. Dolenje Kronovo, Dolenje Karteljevo). Neupoštevanje teh vidikov namreč lahko privede do določenih napak pri arheološki interpretaciji.

Zaključek

Razumevanje odnosa med topografijo, opisovano z vidika procesov, ki v posameznih delih pokrajine prevladujejo, in arheološkim zapisom je ključno za vse vrste arheoloških raziskav. Najbolj ključno pa je prav pri raziskavah, namenjenih odkrivanju najdišč, še posebej v primeru preventivne arheologije, kjer so tovrstne raziskave namenjene odločanju o prisotnosti in odsotnosti z gradnjo ogrožene arheološke dediščine. Pri tovrstnih raziskavah je nujno potrebna identifikacija delov pokrajine, v katerih prevladujejo procesi erozije, premeščanja in odlaganja gradiva, ki jim je treba prilagoditi metodologijo odkrivanja.

Raziskava, v kateri je bil v ta namen uporabljen model petih elementov pobočja, je pokazala, da lahko na hrbtih pobočij, kjer prevladuje premeščanje, ter na vznožjih in prstih pobočij, kjer prevladuje odlaganje, pričakujemo predvsem premeščeno arheološko gradivo, ki tako ne prinaša informacij o prisotnosti ali odsotnosti ohranjenih arheoloških ostalin na lokaciji njihovega odkritja. Pokazala je tudi, da so za uporabo terenskih pregledov še posebej problematične vse depozicijske površine, tj. območja vznožij in prstov, kjer se pojavljajo predvsem pokopana arheološka najdišča, za katera je značilna visoka stopnja ohranjenosti in tako največje bogastvo arheoloških podatkov. Tovrsten arheološki zapis z metodologijo terenskih pregledov sistematično ostaja neodkrit, pogosto pa tudi s trenutnimi praksami sondiranj in celo izkopavanj.

Osnovno identifikacijo delov pokrajine, v katerih lahko pričakujemo predvsem pokopana najdišča in premeščeno arheološko gradivo v zgornjem delu tal, razmeroma učinkovito omogoča model petih elementov pobočij. Njegova uporaba je mogoča povsod, kjer imamo na razpolago digitalne podatke o reliefu z zadostno resolucijo, in bi morala biti prvi korak pri načrtovanju katerekoli vrste arheoloških terenskih raziskav. Glavna omejitev modela je, da temelji na opazovanju modernega reliefa, ki ne ustreza nujno stanju v preteklosti, ter da ne more predvideti vse kompleksnosti variiranja geomorfnih procesov, še posebej skozi čas in na mikrotopografski ravni. Za ta namen ter za določanje globin, do katerih mora segati preverjanje prisotnosti arheološkega zapisa, je potreben natančnejši vpogled v podpovršino, kakršnega bi na primer lahko omogočila sistematična uporaba vrtin. Pri vseh opazovanjih zapisa pod površino bodisi z vrtinami bodisi s sondiranji ali izkopavanji pa je nujno potreben interdisciplinarni pristop, ki upošteva tako geomorfološke kot pedološke vidike. Raziskava je pokazala, da je lahko pri tem zelo koristna uporaba modela debeline tal, ki pogosto pripomore k boljšemu razumevanju lokacije, ki jo raziskujemo.

Literatura / References

BAVEC, U. 2011, *Dolenje Karteljevo pri Novem mestu*. – Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 18. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

BRATINA, P. 1996, *M10-7 Vipava–Selo: poročilo o ekstenzivnem arheološkem pregledu s prilogami 1–4* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Nova Gorica.

BRATINA, P. 1998, *Poročilo o arheološkem izkopavanju Log pri Vipavi 1* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report,, hrani ZVKDS). – Nova Gorica.

BRATINA, P. 2001, *Poročilo o arheološkem izkopavanju na najdišču Zemono 1* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report,, hrani ZVKDS). – Nova Gorica.

BRATINA, P. 2003, Zemono pri Vipavi 1. – V / In: Djurić, B., D. Prešeren (ur. / ed.), *Zemlja pod vašimi nogami: arheologija na avtocestah Slovenije: vodnik po najdiščih*. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 279–280.

BROWN, A. G. 1997, *Alluvial Geoarchaeology: Floodplain archaeology and environmental change*. – Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo, Cambridge University Press.

BURGER, O., L. C. TODD, P. BURNETT 2008, The Behavior of Surface Artifacts: Building a Landscape Taphonomy on the High Plains. – V / In: Scheiber, L. L., Clark, B. J. (ur. / eds.), *Archaeological Landscapes on The High Plains*. – Boulder, University Press of Colorado, 203–236.

CHARLTON, R. 2008, *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. – London, New York, Routledge.

CIGLAR, I. 2013, *Zamarkova – Senekovič*. – Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 32. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

CONACHER, A. J., J. B. DALRYMPLE 1977, The nine-unit landsurface model: an approach to pedogeomorphic research. – *Geoderma* 18/1–2, 1–154.

DJURIĆ, B. 1997*, SK03 Miklavž–Pesnica (Drava–Pesnica): poročilo o ekstenzivnem arheološkem pregledu s prilogama 1 in 2* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

DJURIĆ, B. 2004, *Poročilo o rezultatih arheološkega pregleda na potencialnem najdišču Zamarkova-Senekovič* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report,, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

DJURIĆ, B. 2013, Intenzivni površinski pregled. – V / In: Ciglar, I., *Zamarkova - Senekovič*, Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 32. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 8–10.

DJURIĆ, B., M. DRAKSLER 2007, *Poročilo o rezultatih arheološkega pregleda na potencialnem najdišču Dolenji Podboršt* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

DJURIĆ, B., A. FLAJS 1996, *KO13 Višnja gora–Bič*: *poročilo o ekstenzivnem arheološkem pregledu s prilogama 1 in 2* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

DJURIĆ, B., I. PINTER 2003, *Poročilo o rezultatih arheološkega pregleda na potencialnem najdišču Dolenje Kronovo* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

DVOŘÁK, J., L. NOVÁK (ur. / eds.) 1994, *Soil conservation and silviculture*. – Developments in Soil Science 23. – Amsterdam, London, New York, Tokyo, Elsevier.

FAO 2018, *Mednarodni klasifikacijski sistem za poimenovanje tal 2014: mednarodni klasifikacijski sistem za poimenovanje tal in izdelavo legend na zemljevidih tal: posodobitev 2015* [prevod B. Repe]. – Mednarodna poročila za talne vire 106. – Ljubljana, Rim, Znanstvena založba Filozofske fakultete, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAZLOLLAHI MOHAMMADI, M., S. G. H. JALALI, Y. KOOCH, D. SAID-PULLICINO 2016, Slope Gradient and Shape Effects on Soil Profiles in the Northern Mountainous Forests of Iran. – *Eurasian Soil Science* 49/12, 1366–1374.

FEDELE, F. G. 1984, Towards an Analytical Stratigraphy: Stratigraphic Reasoning and Excavation. – *Stratigraphica Archaeologica* 1, 7–15.

FERRING, C. R. 1986, Rates of Fluvial Sedimentation: Implications for Archaeological Variability. – *Geoarchaeology: An International Journal* 1/3, 259–274.

FERRING, C. R. 2001, Geoarchaeology in Alluvial Landscapes. – V / In: Goldberg, P., Holliday, V. T., Ferring, C. R. (ur. / eds.), *Earth Sciences and Archaeology*. – New York, Kluwer Academic/Plenum, 77–106.

FREDERICK, C. 2001, Evaluating Causality of Landscape Change: Examples from Alluviation. – V / In: Goldberg, P., Holliday, V. T., Ferring, C. R. (ur. / eds.), *Earth Sciences and Archaeology*. – New York, Kluwer Academic, 55–76.

FRENCH, C. 2015, *A handbook of geoarchaeological approaches for investigating landscapes and settlement sites*. – Oxford, Oxbow Books.

GERRARD, A. J. 1990, Soil variations on hillslopes in humid temperate climates. – *Geomorphology* 3, 225–244.

GOLDBERG, P., R. I. MACPHAIL 2006, *Practical and Theoretical Geoarchaeology*. – Malden, Blackwell Publishing.

GRUŠKOVNJAK, L. 2017, Arheološki površinski pregled – osnovni koncepti in problemi. – *Arheo* 34, 23–77.

GRUŠKOVNJAK, L. 2019a, Kratek teoretski pregled vpliva procesov tvorjenja in geomorfologije tal na arheološki zapis. – *Arheo* 36, 7–46.

GRUŠKOVNJAK, L. 2019b, Visibility of Archaeological Record on the Surface. – V / In: Miloglav, I. (ur. / ed.), *Proceedings from the 5th Scientific Conference Methodology and Archaeometry*. – Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences of the University of Zagreb, Croatian Archaeological Society, 57–79.

GRUŠKOVNJAK, L. 2020, Archaeological remains in soil context. – V / In: Miloglav, I. (ur. / ed.), *Proceedings from the 6th Scientific Conference Methodology and Archaeometry*. – Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences of the University of Zagreb, Croatian Archaeological Society, 9–34.

GRUŠKOVNJAK, L., S. TIEFENGRABER, M. ČREŠNAR 2019, Archaeological surface survey. – V / In: Czajlik, Z., Črešnar, M., Doneus, M., Fera, M., Hellmuth Kramberger, A., Mele, M. (ur. / eds.), *Researching archaeological landscapes across borders: Strategies, methods and decisions for the 21st century*. – Graz, Budapest, Archaeolingua, 91–101.

HALLEMA, D. W., R. MOUSSA, G. SUN, S. G. McNULTY 2016, Surface storm flow prediction on hillslopes based on topography and hydrologic connectivity. – *Ecological Processes* 5, 1–13.

HOLLIDAY, V. T. 2004, *Soils in Archaeological Research*. – Oxford, Oxford University Press.

HOLLIDAY, V. T., L. D. McFADDEN, E. A. BETTIS, P. W. BIRKELAND 2002, Soil Survey and Soil-Geomorphology. – V / In: Helms, D., Effland, A., Durana, P. (ur. / eds.), *Profiles in the History of the U.S. Soil Survey*. – Ames, Iowa State Press, 233–274.

HOWARD, J. L. 2017, *Anthropogenic Soils*. *Progress in Soil Science*. – Cham, Springer.

HUGGETT, R. J. 1975, Soil landscape systems: a model of soil genesis. – *Geoderma* 13, 1–22.

HUGGETT, R. J. 2007, *Fundamentals of Geomorphology* (2. izd. / ed). – London, CRC Press.

ISTENIČ, J. 2008, Ivančna Gorica. – V / In: Svoljšak, D., *Mrzlo polje pri Ivančni Gorici*, Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 5. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 75–81.

JENNY, H. 1994, *Factors of Soil Formation: a System of Quantitative Pedolo*gy. – New York, Dover Publications.

JOHNSON, D. L. 1985, Soil thickness processes. – V / In: Jungerius, P. D. (ur. / ed.), *Soils and Geomorphology,* Catena Supplement 6. – Cremlingen, Catena-Verlag, 29–40.

JOHNSON, D. L., J. E. J. DOMIER, D. N. JOHNSON 2005a, Animating the biodynamics of soil thickness using process vector analysis: A dynamic denudation approach to soil formation. – *Geomorphology* 67/1–2 Spec. Iss., 23–46.

JOHNSON, D. L., J. E. J. DOMIER, D. N. JOHNSON 2005b, Reflections on the Nature of Soil and Its Biomantle. – *Annals of the Association of American Geographers* 95/1, 11–31.

JOHNSON, D. L., D. WATSON-STEGNER 1987, Evolution model of pedogenesis. – *Soil Science* 143/5, 349–366.

KAVUR, B., S. PETRU 2003, Poznopaleolitski tabor lovcev in nabiralcev. – V / In: Djurić, B., Prešeren,, D. (ur. / eds.), *Zemlja pod vašimi nogami: arheologija na avtocestah Slovenije: vodnik po najdiščih*. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 27–31.

KHALILI-RAD, M., F. NOURBAKHSH, A. JALALIAN, M. K. EGHBAL 2011, The Effects of Slope Position in Soil Biological Properties in an Eroded Toposequence. – *Arid Land Research and Management* 25, 308–312.

KING, L. 1957, The Uniformitarian Nature of Hillslopes. – *Transactions of the Edinburgh Geological Society* 17, 81–102.

KING, G. J., D. F. ACTON, R. J. ST. ARNAUD 1983, Soil-landscape analysis in relation to soil distribution and mapping at a site within the Weyburn Association. – *Canadian Journal of Soil Science* 63 (4), 657–670.

KRAMBERGER, B. 2021, *Malečnik*. – Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 89. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

MALO, D. D., B. K. WORCESTER, D. K. CASSEL, K. D. MATZDORF 1974, Soil-Landscape Relationships in a Closed Drainage System. – *Soil Science Society of America Proceedings* 38, 813–818.

MANDEL, R. D., E. A. BETTIS III 2001, Use and Analysis of Soils by Archaeologists and Geoscientists: A North American Perspective. – V / In: Goldberg, P. Holliday, V. T., Ferring, C. R. (ur. / eds.), *Earth Sciences and Archaeology*. – New York, Kluwer Academic/Plenum, 173–204.

MARQUES, K. P. P., J. A. M. DEMATTÊ, B. A. MILLER, I. F. LEPSCH 2018, Geomorphometric segmentation of complex slope elements for detailed digital soil mapping in southeast Brazil. – *Geoderma Regional* 14, e00175. https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2018.e00175.

MASARYK, R. 2013, *Dolenji Podboršt pri Trebnjem*. – Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 43. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

McFADEEN, L., P. KNEUPFER 1990, Soil geomorphology: the linkage of pedology and surficial processes. – *Geomorphology* 3, 197–2005.

MILLER, B. A. 2014, Semantic calibration of digital terrain analysis scale. – *Cartography and Geographic Information Science* 41/2, 166–176.

MILLER, B. A., R. J. SCHAETZL 2015, Digital Classification of Hillslope Position. – *Soil Science Society of America Journal* 79, 132–145.

MURKO, M., I. CIGLAR 2012, *Dolenje Kronovo pri Beli Cerkvi*. – Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 25. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

NOVŠAK, M. 2008, Vrednotenje arheološkega potenciala z uporabo jedrnih vrtin: metoda, stanje, izkušnje, prednosti in slabosti. – *Arheo* 25, 69–78.

NOVŠAK, M. 2019, Geografski in geološki oris prostora raziskav. – V / In: Novšak, M., Beljkanov Zidanšek, I., Žerjal, T. *Križišče pri Spodnjih Škofijah*. – Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 81. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 8.

PARK, S. J., K. McSWEENEY, B. LOWERY 2001, Identification of the spatial distribution of soils using a process-based terrain characterization. – *Geoderma* 103, 249–272.

PARK, S. J., N. VAN DE GIESEN 2004, Soil–landscape delineation to define spatial sampling domains for hillslope hydrology. – *Journal of Hydrology* 295, 28–46.

PENNOCK, D. J., B. J. ZEBARTH, E. DE JONG 1987, Landform Classification and Soil Distribution in Hummocky Terrain, Saskatchewan, Canada. – *Geoderma* 40, 297–315.

PHILLIPS, J. D. 1989, An Evaluation of the State Factor Model of Soil Ecosystems. – *Ecological Modelling* 45, 165–177.

PHILLIPS, J. D. 1999, *Earth Surface Systems: Complexity, Order and Scale*. – Malden, Blackwell.

PLESTENJAK, A., M. STOKIN, A. TRENZ 2002, *Poročilo o testnih arheoloških izkopih na lokaciji križišče na trasi AC Klanec-Ankaran* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Piran.

PLESTENJAK, A., A. TRENZ, M. STOKIN 2019, Odkritje najdišča. – V / In: Novšak, M., Beljkanov Zidanšek,

I., Žerjal, T. *Križišče pri Spodnjih Škofijah*, Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 81. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 7.

PREDAN, P., M. MURKO, S. OLIĆ 2005, *AC Lešnica–Kronovo: poročilo o arheoloških izkopavanjih na lokaciji Dolenje Kronovo* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Novo mesto.

RUHE, R. V. 1975, Climatic geomorphology and fully developed slopes. – *Catena* 2, 309–320.

SALISBURY, R. B., I. D. BULL, S. CEREDA, E. DRAGANITIS, K. DULIAS, K. KOWARIK, M. MEYER, E. I. ZAVALA, K. REBAY-SALISBURY 2022, Making the Most of Soils in Archaeology. A Review. – *Archaeologia Austriaca* 106, 319–334.

SCHAETZL, R. J. 2013, Catenas and Soils. – V / In: Shroder, J., Pope, G. A. (ur. / eds.), *Treatise on Geomorphology Vol 4: Weathering and Soils Geomorphology*. – Oxford, Academic, 145–158.

SCHAETZL, R. J., S. ANDERSON 2005, *Soils: Genesis and Geomorphology*. – New York, Cambridge University Press.

SVOLJŠAK, D. 2008, *Mrzlo Polje pri Ivančni Gorici*. – Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 5. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

SVOLJŠAK, D., H. BRAS KERNEL, T. NABERGOJ, B. JERIN 2008, Mrzlo Polje. – V / In: Svoljšak, D., *Mrzlo Polje pri Ivančni Gorici*, Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 5. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 41–75.

STRMČNIK GULIČ, M. 2003, Malečnik pri Mariboru. – V / In: Djurić, B., Prešeren, D. (ur. / eds.), *Zemlja pod vašimi nogami: arheologija na avtocestah Slovenije: vodnik po najdiščih*. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 181–182.

STRMČNIK GULIČ, M. 2006, Malečnik. Arheološko najdišče. – V / In: Tomaž, A. (ur. / ed.), *Od Sopota do Legyela: prispevki o kamenodobnih in bakrenodobnih kulturah med Savo in Donavo = Between Sopot and Lengyel: Contributions to Stone Age and Copper Age cultures between the Sava and the Danube,* Annales Mediterranea. – Piran, Založba Annales, 195–201.

ŠAVEL, I. 2009, *Pod Kotom – jug pri Krogu*. Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 7. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

TICA, G. 1999, *KO 16 Hrastje–Kronovo: poročilo o rezultatih ekstenzivnega arheološkega pregleda* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

TICA, G. 2000, *SK20 Klanec–Ankaran: poročilo o rezultatih ekstenzivnega arheološkega pregleda* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

TICA, G. 2001, *Poročilo o arheološkem izkopavanju na najdišču Zemono 2* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

TICA, G. 2003, Zemono pri Vipavi 2. – V / In: Djurić, B., Prešeren, D. (ur. / eds.), *Zemlja pod vašimi nogami: arheologija na avtocestah Slovenije: vodnik po najdiščih*. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 281–282.

TICA, G. 2004, *MP01 Maribor–Lenart, MP02/1 Lenart–Zgornja Senarska, Obvoznica Lenart: poročilo o rezultatih ekstenzivnega arheološkega pregleda* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

TICA, G., B. Djurić 2001, *Poročilo o rezultatih arheološkega pregleda na potencialnem najdišču Križišče* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

TOPLIČANEC, M. 2007, *KO 15 Bič–Hrastje pododsek Pluska–Ponikve: poročilo o rezultatih ekstenzivnega arheološkega pregleda* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

VERBIČ, T. 2000a, *Geološka spremljava arheoloških izkopavanj na najdišču Zemono 2* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani AKORD, d. o. o.). – Ljubljana.

VERBIČ, T. 2000b, *Geološka spremljava arheoloških izkopavanj na najdišču Zemono* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS OE Gorica). – Ljubljana.

VERBIČ, T. 2000c, *Geološka spremljava arheoloških izkopavanj na najdišču Pod kotom – jug v letu 2000*

(Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani Pokrajinski muzej Murska Sobota). – Ljubljana.

VERBIČ, T. 2004, *Poročilo o geološkem ogledu arheoloških izkopavanj pri D. Karteljevem* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS, OE Novo mesto). – Ljubljana.

VERBIČ, T. 2005a, *Zapis o geološkem ogledu arheoloških izkopavanj na lokaciji Senekovič pri Zamarkovi* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani Pokrajinski muzej Ptuj). – Ljubljana.

VERBIČ, T. 2005b, *Poročilo o geološkem ogledu lokacije arheoloških izkopavanj pri Kronovem* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani PJP, d. o. o.). – Ljubljana.

VERBIČ, T. 2008, Geološka spremljava arheoloških izkopavanj na lokacijah Mrzlo Polje, Ivančna Gorica in Rogovila. – V / In: Svoljšak, D., *Mrzlo Polje pri Ivančni gorici*, Arheologija na avtocestah Slovenije 5. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 186–200.

VERBIČ, T. 2011, Geomorfološki in geološki opis območja. – V / In: Bavec, U., *Dolenje Karteljevo pri Novem mestu*, Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 18. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 13–17.

VERBIČ, T. 2013a, Geološka in geomorfološka podoba najdišča. – V / In: Ciglar, I., *Zamarkova - Senekovič*, Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 32. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 7.

VERBIČ, T. 2013b, Geomorfologija in geološke razmere na najdišču. – V / In: Masaryk, R., *Dolenji Podboršt pri Trebnjem*, Zbirka Arheologija na avtocestah Slovenije 43. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 6–13.

VERMEERSCH, P. M., S. BUBEL 1997, Postdepositional Artefact Scattering in a Podzol: processes and Consequences for Late Palaeolithic and Mesolithic Sites. – *Anthropologie* 35/2, 119–130.

WATERS, M. R., D. D. KUEHN 1996, The Geoarchaeology of Place: the Effects of Geological Processes on the Preservation and Interpretation of Archaeological Record. – *American Antiquity* 61/3, 483–497.

WYSOCKI, D. A., P. J. SCHOENEBERGER, D. R. HIRMAS, H. E. LaGARRY 2012, Geomorphology of Soil Landscapes. – V / In: Huang, P. M., Y. Li, M. E. Summer (ur. / eds.), *Handbook of Soil Sciences: Properties and Processes* (Second Edition). – Boca Raton, London, New York, CRC Press, 29-1–29-26.

ZEC, A., M. LAUDATO, P. CATTANEO 1996a, *Mrzlo Polje 1: poročilo o arheološkem intrasite pregledu in delnem izkopu testnih jarkov* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

ZEC, A., M. LAUDATO, P. CATTANEO 1996b, *Mrzlo Polje 2: poročilo o arheološkem intrasite pregledu in delnem izkopu testnih jarkov* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, hrani ZVKDS). – Ljubljana.

Spletna vira / Web sources

SPLET 1 / WEB 1: Relief Analysis Toolbox, http://glsi.agron.iastate.edu/2014/06/16/relief-analysis-toolbox/ (1. 6. 2020).

SPLET 2 / WEB 2: Pedološka karta Slovenije, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Sektor za sonaravno kmetijstvo, http://rkg.gov.si/GERK/ (8. 6. 2009).

The Influence of Topography and Soil Geomorphology on the Archaeological Record in the Landscape (Summary)

Material transport across the landscape is one of the key formation processes of the archaeological record. It is primarily caused by a number of distinct erosion, transport, and deposition processes, which operate in different parts of the landscape and cause differences in the preservation and manifestation of the archaeological record in the landscape. The ability to predict where in the landscape individual processes predominate and how they affect the archaeological record is therefore crucial and mainly possible by observing topography as one of the key factors in soil geomorphology.

All changes and breaks in the slope profile indicate changes in slope processes, lithology, and/or the geomorphological history of erosion and deposition. All fully developed slopes can be described using the five slope elements model (Figure 3), which is a good framework for studying the relationships between active geomorphic and pedogenic processes, primarily reflecting the relationship between erosion and sedimentation.

The soil thickness model is the second valuable theoretical framework for studying the relationship between geomorphic and pedogenic processes that significantly affect the archaeological record. The model refers to surface additions and losses affecting soil thickness, a crucial geomorphic component of soils. In the context of archaeological site formation processes, the model refers to the relationship between sedimentation, erosion, and soil formation processes affecting the archaeological record's level of preservation and transformation.

Using the five slope elements model, we can predict that buried archaeological sites, which field surveys cannot discover, can be expected on footslope and toeslope positions and partly also on backslopes. Furthermore, in these sections of the landscape, we can expect that finds in the topsoil, which field surveys can detect, are mainly transported from elsewhere and bear no information about the presence or absence of other archaeological remains at the findspot (Figure 18). These predictions were tested on case studies from a few Slovenian motorway sites. Among these, there are indeed deeply buried sites on footslope and toeslope positions which confirm the predictions because they were not discovered during surveys but only during construction surveillance. However, field surveys nonetheless apparently discovered numerous sites in just such positions. The case studies of these examples show that, indeed, mainly buried sites are present on footslope and toeslope positions, but they can also be present on backslopes. Furthermore, the case studies confirmed that on backlopes, footslopes, and toeslopes, mainly transported finds occur in the topsoil (Figure 18). On these slope elements, there are several possible scenarios related to artefact discovery by field survey.

The artefacts may be transported from elsewhere in the landscape (e.g. Dolenje Kronovo, Dolenje Karteljevo, Mrzlo polje), usually from upslope positions, while on toeslopes, they can also be from upstream positions. Therefore, these artefacts indicate the presence of a damaged site located outside of their discovery area. By pure chance, a buried archaeological record may be present in the same area, but it has no relation to the artefacts discovered in the topsoil (e.g. Dolenje Kronovo). In some cases, erosion, transport, and deposition processes vary even at the site scale (e.g. Zamarkova – Senekovič, Dolenji Podboršt). In the higher parts of sites located on backslopes or footslopes, there may be erosion caused mainly by cultivation. These parts of the site are damaged or destroyed, while artefacts originating from them are transported to lower parts where archaeological features are buried and preserved. These are not directly related to the artefacts discovered in the topsoil above them but only indirectly because they originate from damaged parts of the same site. In other cases, the survey may discover artefacts from an archaeological record at the site, which is damaged or destroyed due to its surface proximity. At the same time, a buried archaeological record of other periods may be present at the same site, but the survey cannot detect it because it is isolated from the topsoil (e.g. Zemono).

These findings have important implications for understanding survey results and their informativeness in Slovenia's dynamic relief. For survey design and interpretation of survey results, it is crucial to identify areas of erosion, transport, and deposition in the landscape. This is possible by classifying topography using the five slope elements model. In this way, it is possible to identify parts of the landscape where using field surveys for site discovery is highly problematic or inappropriate. These are backslope and especially footslope and toeslope positions, as well as all areas with Gleysols and Fluvisols, where buried sites and transported topsoil artefacts are expected. However, there are limitations to using this

model. These are related to the fact that this simplified model cannot predict the whole complexity of geomorphic processes in the landscape, especially not within the long time frame studied by archaeology. This is the main reason for discrepancies between the model-based expectations and actual situations in some case studies (Figure 18). Furthermore, we must apply the model to modern topography, which does not necessarily reflect the conditions in the past (e.g. Dolenje Kronovo, Dolenje Karteljevo, Mrzlo polje, and Ivančna Gorica).

Due to the differences between the present and past topography, as well as a number of variations at the microtopographic scale, a better understanding of variations in geomorphic and pedogenic processes at the sites was offered only by a subsurface inspection (i.e. excavation results), allowing for observation of differences in soil thickness, pedostratigraphy, and lithostratigraphy. In the phase of planning for and conducting field research aimed at discovering sites, such an inspection, could be facilitated by coring, which could provide this in a systematic and low-invasive way. Such a subsurface examination is especially crucial on depositional surfaces where it can help identify depths to which testing for the presence of the archaeological record is necessary. Finally, regardless of which subsurface examining field method is employed (e.g. coring, test trenching, excavation), all of them require an interdisciplinary approach that considers both geomorphic and pedogenic processes. Case studies showed that the soil thickness model can be beneficial in this regard and can often help us better understand the site in question.

1.04 Strokovni članek

Ortomozaik: zajem in obdelava podatkov pri arheološkem dokumentiranju

Orthomosaic: Data Capturing and Processing in Archaeological Documentation

© Matic Zupan
Narodni muzej Slovenije; matic.zupan@nms.si

Izvleček: V prispevku avtor predstavi koncept in uporabo ortomozaika v arheološkem dokumentiranju. Z grafičnimi prikazi in praktičnimi primeri opiše postopke zajemanja podatkov in izdelave ortomozaika. Predstavi potrebno opremo, tehnike fotografiranja in merjenja koordinat za dokumentiranje izkopnega polja, preseka in predmeta ter osnovne korake izdelave ortomozaika v računalniškem programu. Opozori tudi na nekatere probleme in potencialne rešitve, s katerimi se lahko srečamo pri delu.

Ključne besede: ortomozaik, fotogrametrija, metodologija, GIS, 3D

Abstract: In this article, the author presents the concept and usage of orthomosaic in archaeological documentation. Based on graphical and practical examples, he describes the basic steps for data capturing and processing. The author presents the necessary equipment, photography techniques, and ways of measuring coordinates for documenting an excavation field, cross-section, and object, and basic steps for creating the orthomosaic in computer software. He also addresses some issues that may be encountered and describes potential solutions**.**

Keywords: orthomosaic, photogrammetry, methodology, GIS, 3D

Uvod

Zajem tridimenzionalnih podatkov in fotogrametrija sta v arheologiji prisotna že desetletja (Kimball 2016, 3–10; Marín-Buzón *et al*. 2021, 1–27), v zadnjem času pa so se z napredkom v tehnologiji pojavile nove oblike arheološke dokumentacije. Fotogrametrični zajem terenskih raziskav – od posameznih SE do celih arheoloških kontekstov – omogoča izdelavo tridimenzionalnih modelov, iz katerih izdelamo razpačene in georeferencirane posnetke, t. i. ortomozaike, in digitalne modele višin (DMV). Gre za hiter in izredno natančen zajem velike količine arheoloških podatkov, ki ponuja nove možnosti digitalnega dokumentiranja, interpretiranja in prezentiranja. Ortomozaik in DMV nadomestita merjenje stratigrafskih plasti s totalno postajo, služita lahko kot fotoskica in zračni posnetek, ponujata več možnosti za reinterpretacijo arheoloških kontekstov, tridimenzionalni modeli pa kot stranski produkt služijo za prezentiranje arheoloških raziskav. Vse skupaj prinaša tudi probleme, kot sta shranjevanje povečane količine podatkov ter visoke cene strojne in programske opreme, ki pa kljub temu postaja vse bolj dostopna. Takšna metoda dokumentiranja in zanjo obvezna programska oprema zahtevata tudi priučitev novega znanja.[1]

Namen tega članka je predstaviti postopke zajetja in obdelave podatkov za ortomozaik[2] arheološkega izkopnega polja, preseka ali predmeta. Namenjen je predvsem bralcem, ki nimajo oziroma imajo malo izkušenj na tem področju. Predstavimo osnovne postopke fotografiranja s pomočjo ročnega fotoaparata, uporabne nasvete ter primere dobrih in slabih praks. V članku opišemo tudi osnovne korake izdelave ortomozaika v računalniškem programu Agisoft Metashape. Čeprav je na voljo vrsta programov, vsi delujejo na podlagi fotogrametrije in tridimenzionalnega oblaka točk, zato je osnova delovnega procesa pri vseh podobna. Že omenjeni Agisoft Metashape je za potrebe arheologije trenutno najboljša izbira, vendar je plačljiv. Brezplačne alternative so MeshLab, Meshroom, MicMac idr.

Kaj je ortomozaik in za kaj ga uporabljamo?

Za lažje razumevanje članka bomo nekaj besed posvetili izrazom fotogrametrija, ortofoto in ortomozaik. Fotogrametrija je v najširšem pomenu tehnologija pridobivanja zanesljivih meritev o fizičnih objektih in okolju s postopki snemanja, merjenja ter interpretacije slik in vzorcev, pridobljenih s senzorskim sistemom, ki zaznava elektromagnetno sevanje (Wolf, Dewitt, Wilkinson 2014). Temelji na združevanju dveh ali več fotografij istega objekta, zajetih pod različnimi koti, ki jih poravnamo in sestavimo v fotogrametrični posnetek (Booysen *et al*. 2021, 7301–7314; Aber, Marzolff, Ries 2010, 23). Fotogrametrija je lahko podlaga tako za dvodimenzionalne panoramske slike, fotomozaike in ortofoto kot tridimenzionalne modele objektov (slika 1).

1 Za primere arheoloških raziskav glej Kimball 2016; Benavides López *et al*. 2016; Sapirstein, Murray 2017; Bagi 2018 in tam citirano literaturo.

2 V slovenski arheologiji se za ortomozaik pogosto uporablja neroden izraz *3D fotoskica*, saj še nimamo vzpostavljene terminologije. V nadaljevanju pojasnimo nekatere izraze in predlagamo njihovo uporabo.

Slika 1. Posnetek ostankov srednjeveške utrdbe iz petih zlepljenih fotografij (levo) in tridimenzionalni model keramičnega lonca (desno). Oba posnetka sta izdelana na podlagi fotogrametrije (avtor: M. Zupan).

Figure 1. An image of the remains of medieval fortifications, which was created by stitching together five photos (left) and a three-dimensional model of a ceramic pot (right). Both are based on photogrammetry (author: M. Zupan).

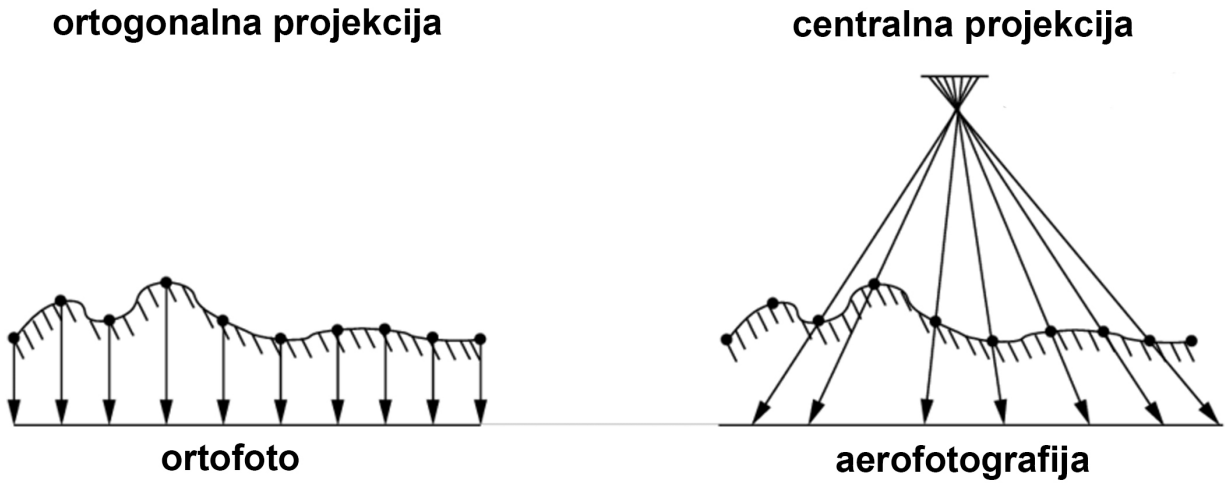
Ortofoto definiramo kot razpačeno fotografijo,[3] ki je z upoštevanjem podatkov o reliefu in absolutne orientacije fotografije pretvorjena v ortogonalno projekcijo. V metričnem smislu je ortofoto enak linijskemu načrtu ali karti, zato je z njim mogoče izvajati natančne topografske meritve razdalj, kotov in površin ter prenašati situacijo na druge karte enakega merila (Splet 1; Aber, Marzolff, Ries 2010, 34–35; Elias, Alderton 2020, 301–314). Na ortofotu torej z razpačenjem izničimo vpliv naklona kamere in vsako točko vidimo tako, kot če bi stali povsem pravokotno nanjo (slika 2). Ker pa ortofoto upošteva podatke digitalnega modela reliefa (DMR),[4] vegetacija, stavbe, mostovi in drugi objekti, ki so visoko nad reliefom, niso razpačeni – primer je državni ortofoto načrt Slovenije (Splet 2), na katerem so jasno vidni zidovi nerazpačenih stavb. Na drugi strani pravi ortofoto (ang. *true orthophoto*) temelji na digitalnem modelu ploskev (DMP), ki zajema tudi višine vegetacije in objektov nad zemljenim površjem, zato je razpačena vsaka vidna površina (slika 3) (Deng *et al*. 2015; Nielsen 2004).

3 Ortofoto največkrat povezujemo z aerofotografijo ali satelitskimi posnetki, vendar zaobjema tudi fotografiranje površja ali drugih površin s tal.

4 Točne definicije so se z leti v slovenski in tuji literaturi spreminjale, zato v članku DMR enačimo z angleškim DTM (digital terrain model), DMP pa z angleškim DSM (digital surface model). Njuna nadpomenka je digitalni model višin (DMV ali *ang*. DEM) (Štular, Lozić, Eichert 2021, 2–3).

Rezultat združevanja ortofotov je ortomozaik, ki se v zadnjem času vse pogosteje uporablja kot nova metoda arheološkega dokumentiranja. Ortomozaik ustvarimo s fotogrametričnim zajetjem površine ali objekta in postopkom struktura iz gibanja (ang. *structure from motion* ali *SfM*). SfM omogoča izračun relativne projekcijske geometrije in izdelavo oblaka točk, ki ga na podlagi iskanja in ujemanja pikslov, sestavi iz serije fotografij, posnetih z različnih položajev. Z različnimi parametri v računalniškem programu sestavimo gost oblak točk, iz katerega z mreženjem (ang. *meshing*) ustvarimo tridimenzionalni model (Westoby *et al*. 2012, 300–314; Benavides López *et al*. 2016, 495–506). Ob pravilnem zajemu in obdelavi podatkov, opisanih v nadaljevanju, je takšen tridimenzionalni model podlaga za ortomozaik in digitalni model višin (DMV) izkopnega polja, preseka ali predmeta. Med arheološkim dokumentiranjem tako dobimo mnogo več podatkov, ki nam nudijo večjo natančnost in objektivnost pri interpretiranju. Za vsako točko na površini ortomozaika lahko določimo točne koordinate, izrišemo in izmerimo lahko površine in prostornine stratigrafskih enot, dobimo pregledno sliko z zraka, vsako interpretacijo ortomozaika pa je mogoče naknadno preveriti, spremeniti ali dopolniti (Benavides López *et al*. 2016, 504–506; Marín-Buzón *et al*. 2021, 22).

Kot vsaka nova metoda tudi ta prinaša izzive, spremembe in težave, ki smo jih deloma omenili že v uvodnem delu. Ena od sprememb je, da k standardnemu sistemu



Slika 2. Razlika med pogledom pri ortogonalni in centralni projekciji. Slednja bo imela popačeno površino, ker jo gledamo iz ene same točke (po Neteler, Mitasova 2002, Fig. 10).

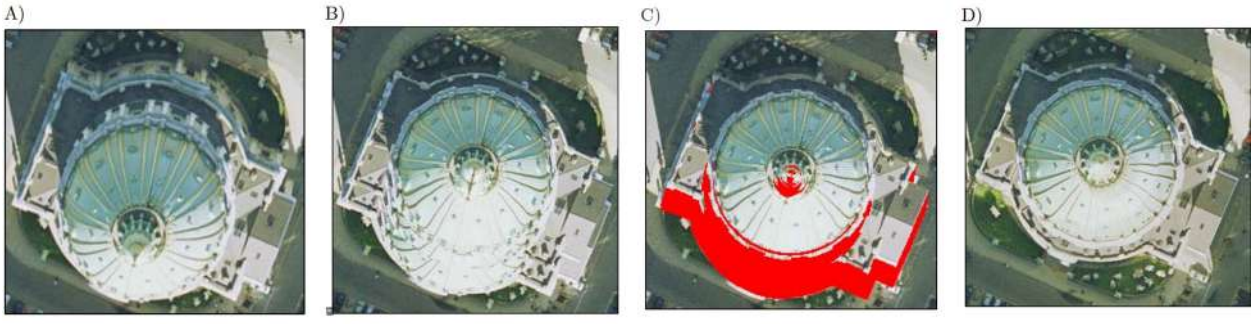
Figure 2: The difference between an orthogonal and central projection. The latter will have distorted surface, due to the singular point of view (after Neteler, Mitasova 2002, Fig. 10).

dokumentiranja posameznega konteksta (Novaković *et al*. 2007, 82) ortomozaiki dodajo možnost dokumentiranja več kontekstov hkrati, saj lahko na primer na enem ortomozaiku (skupaj z vsemi podatki, ki jih vsebuje) hkrati prikažemo vse stratigrafske enote, ki predstavljajo točno določeno fazo naselbine. Novosti, ki jih prinaša ortomozaik, tako ne smemo gledati kot popolno opustitev obstoječe metodologije, temveč kot zamenjavo nekaterih tehnik dokumentiranja in dopolnitev drugih (Kimball 2016, 61–62).

Kaj potrebujemo za zajem podatkov?

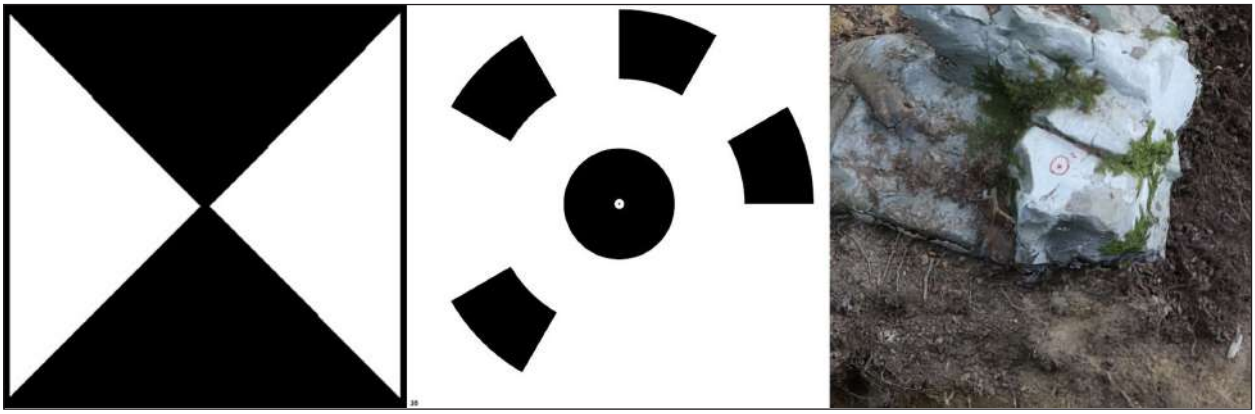
Fotoaparat

Osnovno orodje za zajem podatkov pri ortomozaiku je ročni fotoaparat. Potrebujemo fotografije, ki se bodo med seboj prekrivale in povezale v tridimenzionalni model. To lahko storimo tudi z mobilnimi telefoni, ki pa imajo običajno slabše kamere, zato bo slabša tudi kvaliteta ortomozaika. V arheologiji se zelo pogosto uporablja leteči



Slika 3. A) Ortofoto na podlagi DMR, zato cerkev ni razpačena. B) Razpačenje cerkve, kjer so še vidne sledi razpačenja. C) Brisanje sledi razpačenja. D) Pravi ortofoto (po Nielsen 2004, Fig. 2.9).

Figure 3. A) Orthophoto based on DTM, which is why the church is distorted. B) Corrected orthophoto with traces of the distortion still visible. C) Traces of the distortion, that will be removed. D) True orthophoto. (adapted from Nielsen 2004, Fig. 2.9).



Slika 4. Trije primeri fototočk: običajna (levo), ki ji pri izdelavi ortomozaika ročno dodelimo izmerjene koordinate; kodirana (sredina) za program Agisoft Metashape, ki koordinate samodejno poveže s fototočkami; narisana na skalo in označena s številko (desno) (foto: M. Zupan).

Figure 4. Three examples of photo markers: an ordinary photo marker (left), to which we manually assign coordinates when creating an orthomosaic; a coded marker (middle) for Agisoft Metashape, which automatically assigns coordinates to each marker; a hand-drawn marker with a number (right) (photo: M. Zupan).

dron s kamero, za katerega veljajo enaka pravila fotografiranja kot z ročnim fotoaparatom.[5]

Fototočke in merilo

Fototočke nam pomagajo pri umestitvi ortomozaika v prostor. Fototočka je lahko kakršna koli točka (slika 4), ki bo vidna na ortomozaiku in ji z ustrezno napravo, kot sta teodolit in GPS,[6] izmerimo koordinate. Te v postopku izdelave dodamo na ortomozaik, ki bo tako natančno umeščen v prostor.

Pri fotografiranju *in situ* predmetov vedno uporabimo fototočke, medtem ko za predmete po odstranitvi ali mikroizkopavanja v laboratoriju ni potrebe po umestitvi v prostor, zato fototočk ne potrebujemo in dodamo le merilo oziroma merilni predmet (trasirka, ravnilo, merilni trak). Kasneje v računalniškem programu merilnemu predmetu določimo točne dimenzije in tako bo ortomozaik v pravem merilu (glej poglavje Potencialni problemi in rešitve).

Dodatna oprema

Predvsem za fotografiranje večjih površin je priročna fotografska palica (monopod), s katero lahko fotoaparat dvignemo višje in s tem na fotografiji zajamemo večjo površino. Številne znamke fotoaparatov imajo že mobilne aplikacije, ki omogočajo, da pametni telefon prek Bluetooth ali WiFi signala povežemo s fotoaparatom in z njim upravljamo na daljavo.

Za fotografiranje predmetov v notranjih prostorih pripravimo ustrezno osvetlitev z vseh strani, da se izognemo sencam in prevelikim kontrastom. Luči postavimo dovolj visoko, da med fotografiranjem ne bodo svetile v objektiv fotoaparata.

Kako zajeti podatke?

Območje ortomozaika

Pred začetkom fotografiranja z območja umaknemo orodje in drugo opremo. Če uporabljamo fototočke, poskrbimo, da bodo na vidnih mestih – smiselno jih je postaviti tik izven roba območja, da jih lahko po potrebi izrežemo iz ortomozaika (slika 5). Za natančno umestitev ortomozaika v prostor uporabimo vsaj 4 fototočke, vsaka od njih pa mora biti vidna vsaj na dveh fotografijah. Pri

5 V članku ne govorimo o dronu, ker predvidevamo, da bo vsak začetnik najprej poprijel za ročni fotoaparat, ne pa za leteči dron, ki zahteva še izpit za upravljanje, dovoljenje za uporabo itd.

6 GPS ima manjšo natančnost, ki je lahko v dobrih pogojih še sprejemljiva.

večjih površinah uporabimo več fototočk v medsebojni razdalji do največ nekaj metrov. Na razgibanih površinah dodatne fototočke niso potrebne, temveč je osnova za kvaliteten ortomozaik še vedno dovoljšna količina kvalitetnih fotografij. Dodatne fototočke na vrhu vsakega zidu in dnu jarka zato niso potrebne.

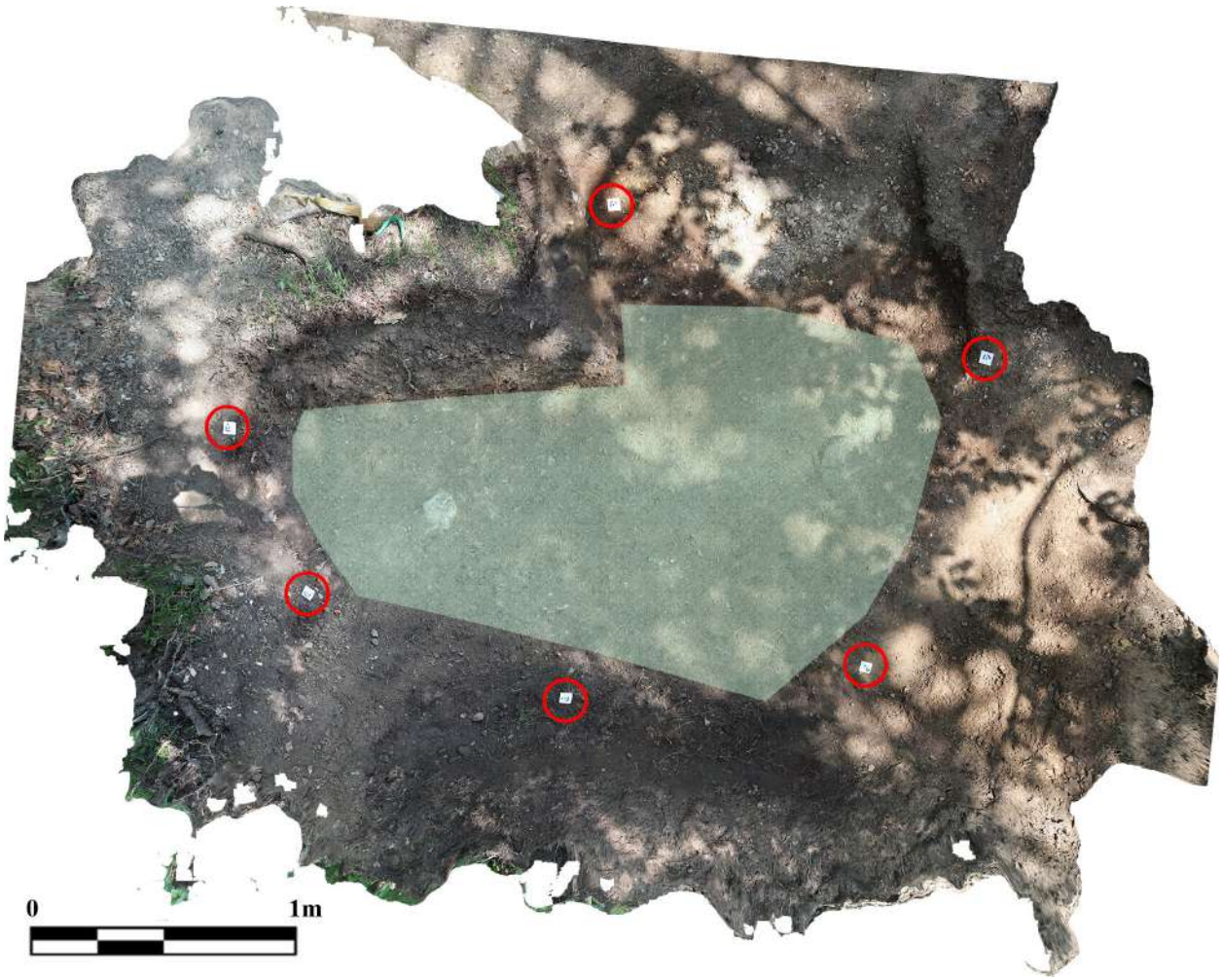
Osnovna načela fotografiranja za ortomozaik

Vedno je bolje narediti več fotografij kot premalo. Na vsaki fotografiji naj bo le del območja ortomozaika, tako da na koncu s serijo fotografij zajamemo vse površine. Enako velja za fotografiranje predmetov.

Fotografije naj se navpično in vodoravno medsebojno prekrivajo okoli 60 %, s čimer poskrbimo, da bo vsaka točka območja na najmanj dveh fotografijah.

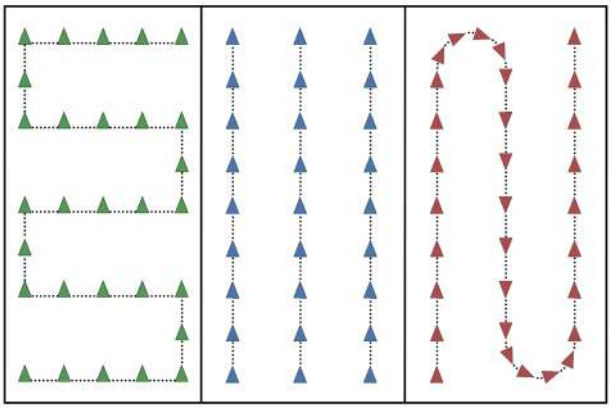
Fotografiramo brez povečave (zooma). Na fotografijah zajamemo čim manj ozadja – to še posebej velja za fotografiranje predmetov. Fotografij ne obrezujemo.

Fotoaparata med zajemanjem ne obračamo iz pokončne v vodoravno usmerjenost ali obratno.



Slika 5. Ortomozaik izkopnega polja (zeleno) in fototočk (obkroženo rdeče), ki jih lahko po potrebi izrežemo iz končnega ortomozaika (avtor: M. Zupan).

Figure 5. Orthomosaic of an excavation field (green) and markers (red circles), which can be removed from the final orthomosaic (author: M. Zupan).



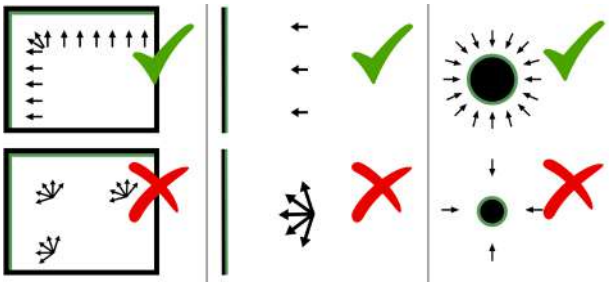
Slika 6. Tlorisni prikaz fotografiranja horizontalnih površin. Levo: Pri fotografiranju se je najbolje pomikati v povezani liniji, kar pospeši in poenostavi izdelavo ortomozaika. V sončnem vremenu smo obrnjeni proti soncu, da je naša senca za nami in izven objektiva. Sredina: Še posebej na razgibanih terenih je včasih lažje fotografirati v ravnih linijah. Poskrbimo, da je med fotografijami dovolj vodoravnega prekrivanja (okoli 60 %). Desno: V oblačnem vremenu se brez težav pomikamo v povezani liniji in fotografiramo v vse smeri. Paziti moramo, da med obračanjem v drugo linijo naredimo vsaj nekaj vmesnih fotografij (3–4). Ta način premikanja ni primeren za sončno vreme, ker nismo vedno obrnjeni proti soncu in bomo na fotografijah zajeli lastno senco (avtor: M. Zupan).

Figure 6. Planar view of photographing horizontal surfaces. Left: When photographing, it is best to move continuously along one line, which speeds up and simplifies the generation of an orthomosaic. If the weather is sunny, we face the sun, so that our shadow is behind us and out of frame. Middle: Sometimes it is easier to capture the photos in several straight lines, especially on rough terrain. We need to ensure that there is enough horizontal overlap between the photos (cca. 60%). Right: If the weather is cloudy, we can move continuously along one line and capture the photos from all directions. We have to be careful to take at least a few photos (3–4) while turning around. However, this style of movement is not suitable for sunny weather, because we are not always facing the sun and will thus also capture our own shadow (author: M. Zupan).

Fotografiranje, postavitev, premikanje, sence …

V nadaljevanju grafično in pisno predstavimo napotke za postavitev in premikanje med fotografiranjem, opozorimo na pogoste napake in podamo rešitve za nekatere potencialne težave.[7]

7 Tlorisni in stranski prikazi fotografiranja ne prikazujejo zajetja celotnega območja ortomozaika, ampak le različne smeri in naklone fotografiranja posameznih površin, struktur in predmetov.

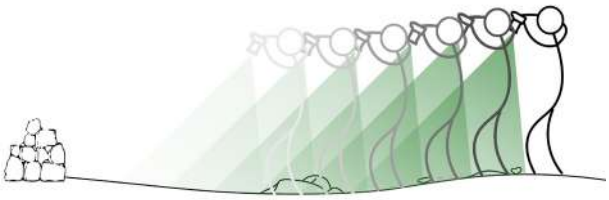


Slika 7. Tlorisni prikaz fotografiranja vertikalnih površin. Levo: Med fotografiranjem smo obrnjeni pravokotno na površino in se premikamo vzporedno z njo. Ne stojimo na mestu in se obračamo naokoli, ker bo ortomozaik popačen. Pazimo, da med sosednjima površinama naredimo dovolj vmesnih fotografij. Sredina: Pri manjših presekih in drugih vertikalnih površinah je dovolj že nekaj fotografij, vendar je še vedno pomembno, da stojimo pravokotno na površino in se pomikamo vzporedno z njo. Desno: Fotografiranje predmetov za izdelavo ortomozaika oziroma. tridimenzionalnega modela zahteva več fotografij. Še posebej pri okroglih predmetih, kot so posode, moramo paziti, da smo vedno obrnjeni pravokotno na površino, ki jo želimo zajeti na posamezni fotografiji (avtor: M. Zupan, povzeto po priročniku Agisoft Metashape 1.7).

Figure 7. Planar view of photographing vertical surfaces. Left: When photographing, we face perpendicular to the surface and move parallel to it. We should not stand in one place and turn around, because this will cause the orthomosaic to be distorted. We have to be careful to take enough photos between the two adjacent surfaces. Middle: For small cross-sections and other vertical surfaces, just a few photos are enough. However, it is still important to stand facing perpendicular to the surface and move parallel to it. Right: Photographing objects for the purposes of an orthomosaic or a three-dimensional model requires more photos. Particularly with round objects, such as ceramic vessels, we have to be careful that we are always facing perpendicular to the surface that we want to capture in each photo (author: M. Zupan).

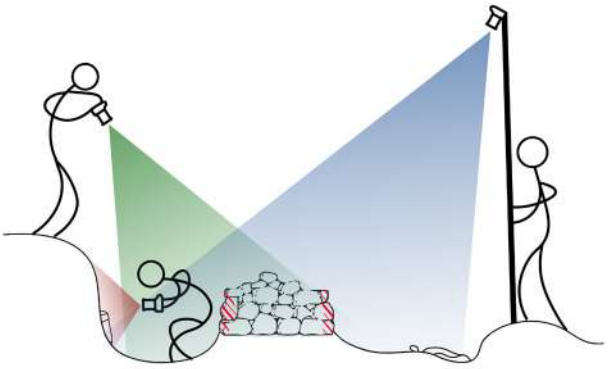
Fotografiranje predmetov

Postopek fotografiranja predmetov *in situ* ali po odstranitvi je enak fotografiranju površin, vendar pogosto zahteva nekaj dodatne priprave. Pazimo, da v objektiv zajamemo čim manj okolice in da je površina predmeta izostrena. Prav tako poskrbimo za ustrezno osvetlitev. Na terenu je bolje fotografirati predmet v senci, da se izognemo presvetlim ali pretemnim površinam, ki podrobnosti na predmetu naredijo neprepoznavne tako na fotografiji kot kasneje na ortomozaiku (slika 13).



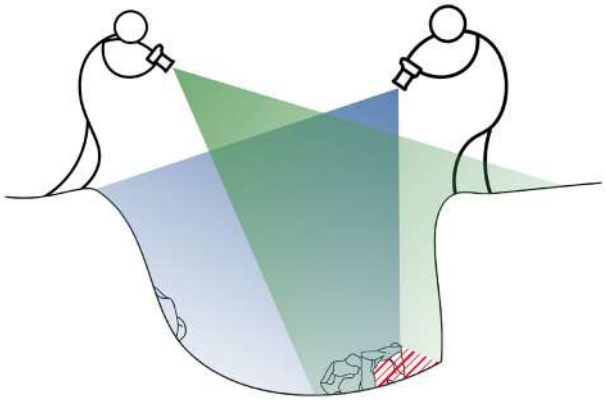
Slika 8. Stranski prikaz fotografiranja horizontalnih površin. Priporočljiv naklon fotoaparata je okoli 70°, pri čemer si lahko pomagamo tako, da vedno zajamemo površino še tik pred našimi stopali, kot prikazuje slika. Naklon po potrebi zvišamo za položne površine ali znižamo za bolj razgibana območja z veliko pozitivnimi (zidovi, nasipi, groblje) ali negativnimi elementi (jame, jarki). Med fotografiranjem pazimo na zadostno medsebojno prekrivanje – dobro vodilo je »en velik korak, ena fotografija« (avtor: M. Zupan).

Figure 8. Side view of photographing horizontal surfaces. When photographing, an angle of around 70° is recommended, which can usually be achieved by capturing the surface just in front of our feet as seen in the picture above. If necessary, we increase the angle for flatter areas or decrease it for more rugged terrain with many positive (walls, ramparts, cairns) or negative features (pits, ditches). We ensure that there is enough overlap between the photos – a useful rule of thumb is: "one step, one photo" (author: M. Zupan).



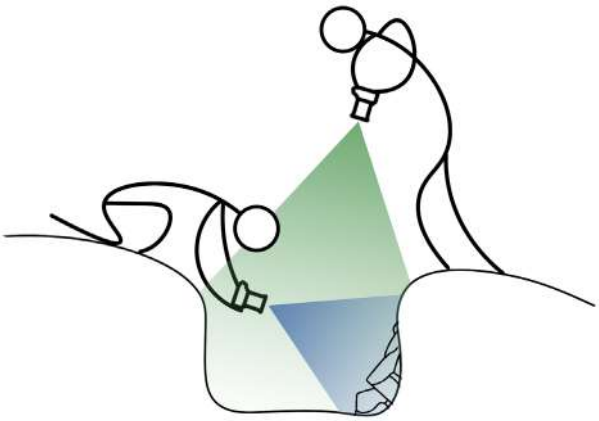
Slika 9. Stranski prikaz fotografiranja razgibanih površin. Da bi na fotografiji zajeli večjo površino naenkrat, lahko uporabimo fotografsko palico (modra) ali stojimo na višini (zelena). V primeru vertikalnih površin (rdeča) se držimo pravil pod sliko 7. Če vertikalnih površin ne fotografiramo posebej, bo njihova površina na ortomozaiku popačena, kot bi se zgodilo z lici zidov na sliki (črtasto rdeča). Fotografirati jih moramo na enak način kot presek (rdeča) (avtor: M. Zupan).

Figure 9. Side view of photographing rugged surfaces. In order to capture a larger area in each photo, we can use a monopod (blue) or stand on elevated terrain (green). In the case of vertical surfaces (red), we follow the rules under Figure 7. If we do not capture the vertical surfaces separately, they will be distorted in the orthomosaic, as would happen with the faces of the wall (dashed red). We have to photograph both of them the same way as we did the left cross-section (red) (author: M. Zupan).



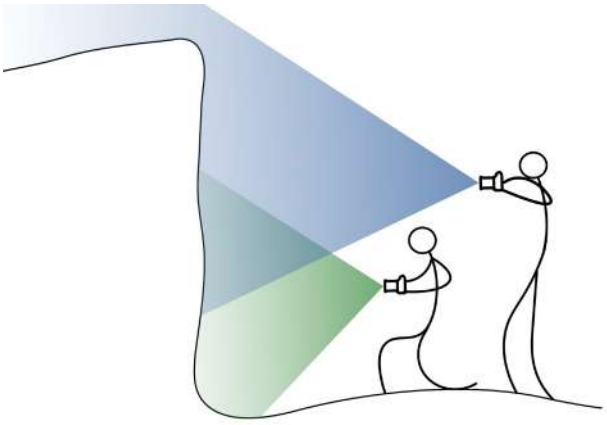
Slika 10. Stranski prikaz fotografiranja večjega izkopnega polja. Presek na desni nas v tem primeru ne zanima, zato je dovolj, če pod naklonom fotografiramo z roba izkopnega polja (zelena in modra). Med fotografiranjem moramo biti pozorni na t. i. slepe površine (črtasto rdeča), ki jih med prvotnim fotografiranjem nismo zajeli. Najbolje jih je predvideti vnaprej in na koncu posneti dodatne fotografije, saj bomo v nasprotnem primeru na ortomozaiku imeli praznine, ki jih zaradi narave arheoloških izkopavanj ni mogoče reševati za nazaj. V primeru fotografiranja predmetov v laboratoriju takšnih težav nimamo, saj se lahko običajno vrnemo in posnamemo več fotografij (avtor: M. Zupan).

Figure 10. Side view of photographing a large excavation field. In this case, we are not interested in the cross-section on the right, so it suffices to photograph from the edge of the excavation field (green and blue). While photographing, we must pay attention to the "blind spots" (dashed red) that we did not capture during the initial photography. It is best to anticipate them in advance and capture additional photos at the end. Otherwise, the orthomosaic will have voids, which cannot be fixed in any of the later stages because of the nature of archaeological excavations. In the case of photographing objects in a laboratory, issues like that do not arise since we can usually come back and capture additional photos (author: M. Zupan).



Slika 11. Stranski prikaz fotografiranja manjšega izkopnega polja. Fotografije lahko v takšnih primerih razdelimo na vertikalne oziroma pod zelo visokim kotom (zelena) in horizontalne (modra), ki so namenjene fotografiranju preseka (v tem primeru nas zanima le desni). Pazimo, da med vertikalnimi in horizontalnimi fotografijami zajamemo serijo vmesnih, ki jih bodo povezale (glej princip slike 7: levo) (avtor: M. Zupan).

Figure 11. Side view of photographing a small excavation field. In such cases, we can divide the photos into two groups: vertical or photos captured at a very high angle (green) and horizontal (blue), which we use to capture a cross-section (in this case, we need only the right one). We need to be careful to take a series of photos between vertical and horizontal ones that will connect them (author: M. Zupan).

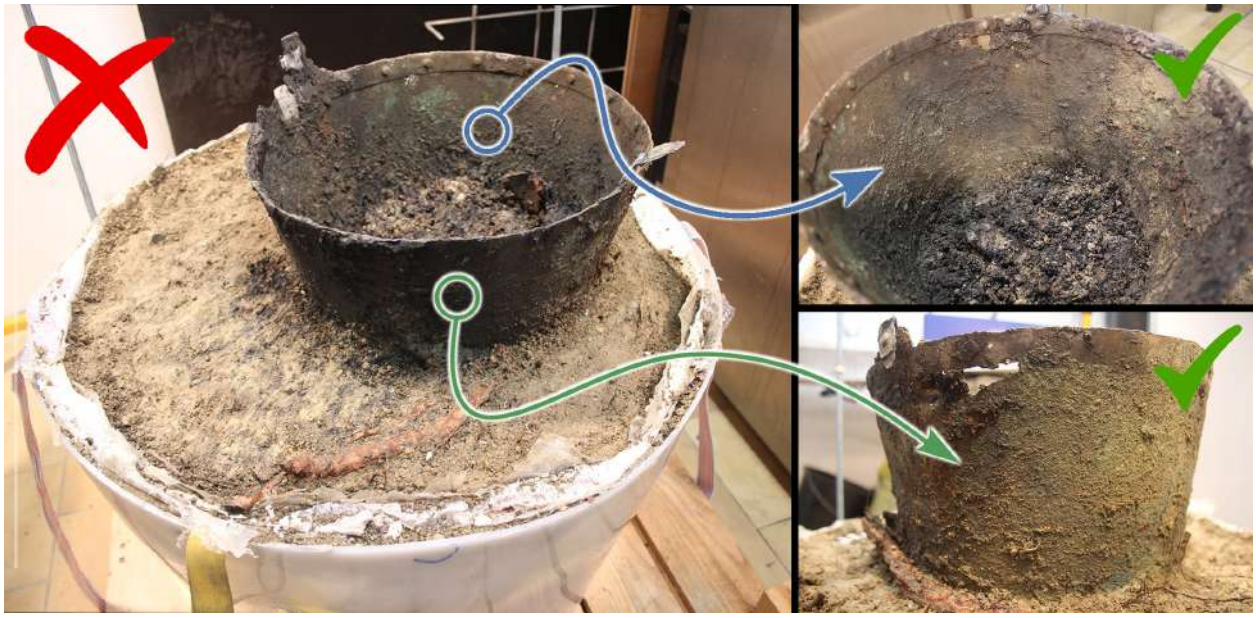


Slika 12. Stranski prikaz fotografiranja visokega preseka. Visok presek po višini razdelimo v več nivojev in ga fotografiramo v povezanih linijah (po principu na slikah 6 in 7). Pazimo na zadostno medsebojno prekrivanje tako v navpični kot vodoravni smeri (avtor: M. Zupan).

Figure 12. Side view of photographing a high cross-section. We divide a high cross-section into two or more levels, photographing each level in a line (according to Figures 6 and 7). We need to make sure that there is enough vertical and horizontal overlap between the photos (author: M. Zupan).

Slika 13. Razlika med fotografiranjem istega lončka na soncu (levo) in v senci (desno). Zatemnjeni deli tudi z naknadnimi popravki fotografij ne bodo ustvarili kvalitetnega ortomozaika (foto: M. Zupan).

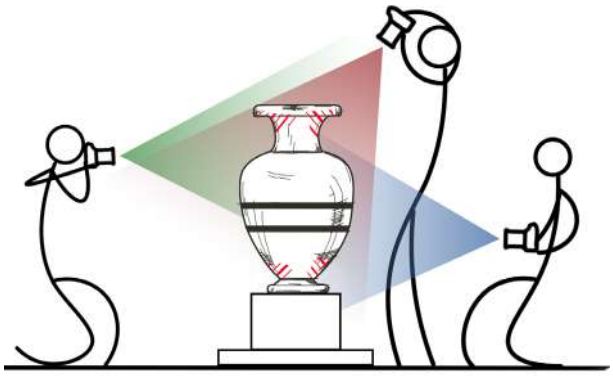
Figure 13. The difference between photographing the same ceramic pot in the sun (left) and in the shade (right). Dark areas will not result in quality orthomosaic creation, even with subsequent photo corrections (photo: M. Zupan).



Slika 14. Primeri fotografij posode, kjer lahko zaradi nezadostne osvetlitve, neizostrenosti nekaterih površin in zajetja okolice naredimo slabe, skoraj neuporabne fotografije (levo). Največkrat je pravilen pristop fotografiranje notranjosti in zunanjosti posode posebej (desno zgoraj in spodaj) (foto: M. Zupan).

Figure 14. Photo examples of a vessel where, due to insufficient lighting, blurred areas and capturing the background, we get almost useless photos of poor quality (left). In the majority of such cases, the correct approach is to capture the interior and exterior of the vessel separately (right, top and bottom) (photo: M. Zupan).

V notranjih prostorih predmet osvetlimo z razpršeno svetlobo in izberemo eno od dveh metod: 1) Predmet osvetlimo z vseh strani in se med fotografiranjem premikamo okoli njega, pri tem pa pazimo, da nanj ne mečemo sence z lastnim telesom. 2) Predmet postavimo na vrtljivo stojalo in ga obračamo, medtem ko fotografiramo na mestu, od koder naj prihaja tudi vir svetlobe. Pri tej metodi je pomembno zagotoviti enobarvno ozadje,[8] sicer lahko računalniški program zmedemo do te mere, da ortomozaika ne bo mogoče izdelati.



Slika 15. Stranski prikaz fotografiranja predmeta po odstranitvi. Velikost in razgibana oblika zahtevata, da fotografiramo v več nivojih (zelena, modra) in pod naklonom (rdeča), da zajamemo tudi zgornje površine predmeta. V tem primeru bomo morali narediti še serijo fotografij spodnjega dela ustja (črtasto rdeča, zgoraj) in najverjetneje tudi trupa (črtasto rdeča, spodaj), kjer bomo obrnjeni navzgor, pravokotno na površino posode (avtor: M. Zupan).

Figure 15. Side view of photographing an object after it was excavated. The size and dynamic shape require us to photograph in two levels (green, blue) and at an angle (red) to capture the upper surfaces of the object as well. In this case, we will have to take a series of photos of the lower part of the rim (dashed red, top) and most likely also the lower part of the belly (dashed red, bottom), where we will capture the photos facing upwards, perpendicular to the surface of the object (author: M. Zupan).

8 Zadostuje že bela stena, najboljše pa je živo zeleno ozadje ali podlaga (ang. *green screen*). V računalniškem programu celotno ozadje izbrišemo, da na ortomozaiku ostane le predmet, kar je najlažje storiti, ko predmet zelo jasno izstopa od barve ozadja.

Slika 16. Delovni posnetek pred fotografiranjem za ortomozaik preseka kamnite groblje. Šest od desetih uporabljenih fototočk je vidnih na fotografiji in obkroženih z rdečo (foto: M. Zupan, arhiv NMS in ZRC SAZU).

Figure 16. A photo of the cross-section of a cairn before photographing for the purposes of an orthomosaic. Six of the ten photo markers used can be seen in the photo and are circled red (photo: M. Zupan, archives of NMS and ZRC SAZU).

Posebej pozorni moramo biti pri fotografiranju posod ter drugih okroglih in votlih predmetov. Zaobljenost površin poveča število fotografij, ko upoštevamo, da moramo biti ves čas obrnjeni pravokotno na podlago (glej sliko 7: desno in 13). Odprte votle posode lahko fotografiramo v eni seriji (slika 14: levo), vendar to pogosto povzroča težave z izostritvijo in kontrastom (včasih lahko to rešimo z nastavitvami fotoaparata), zato priporočamo ločeno fotografiranje notranjosti in zunanjosti posode (slika 14: desno).

Visoko odsevne površine fotografiramo osvetljene z razpršeno svetlobo, pomagamo pa si lahko tudi z nastavitvami na fotoaparatu (npr. majhen ISO in zaslonka). Če imamo takšen primer na terenu, počakamo na oblake ali poskrbimo za ustrezno senco nad visoko odsevnim predmetom.

Osnovni koraki izdelave ortomozaika: primer kamnite groblje

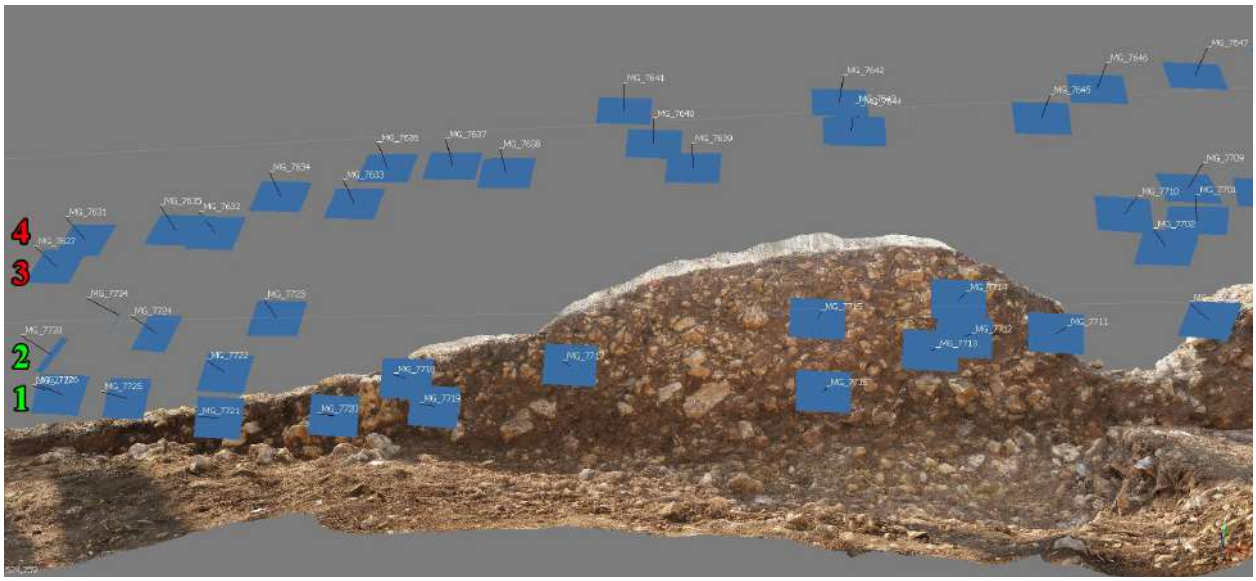
V nadaljevanju predstavljamo osnovne korake zajetja podatkov in izdelave ortomozaika v programu Agisoft Metashape. Postopek izdelave bo nekoliko drugačen, če uporabljamo druge programe, vendar je princip enak. Naš cilj je, da bralec na našem primeru razume splošen postopek izdelave ortomozaika, kar bo prispevalo tudi k boljšemu zajemanju podatkov.

Za primer vzemimo ortomozaik okoli 12 m dolgega in 1,5 m visokega preseka kamnite groblje z bližine arheološkega najdišča Gradišče nad Knežakom[9] (slika 16). Pri fotografiranju smo upoštevali navodila na slikah 6–12. Uporabili smo 10 fototočk, ki smo jih položili na tla pred grobljo in ne na sam presek, zato da jih lahko kasneje izrežemo iz ortomozaika. Brez težav bi uporabili manj fototočk, vendar smo tako programu olajšali sestavljanje fotografij – v seriji fotografij lažje in hitreje prepozna isto izstopajočo fototočko kot npr. posamezen kamen.

Naslednji korak je bilo merjenje koordinat fototočk s teodolitom, takoj zatem pa fotografiranje območja ortomozaika. S 117 fotografijami smo zajeli celoten presek groblje in vključili preostanek izkopnega polja, če bi kadar koli v poterenski fazi potrebovali njegov ortomozaik. Presek groblje je bil usmerjen stran od sonca, medtem ko smo drugje težave z dolgimi sencami ustrezno reševali (glej premikanje na sliki 6: levo) oziroma se jim pri drevesih in groblji nismo mogli izogniti (slika 16).

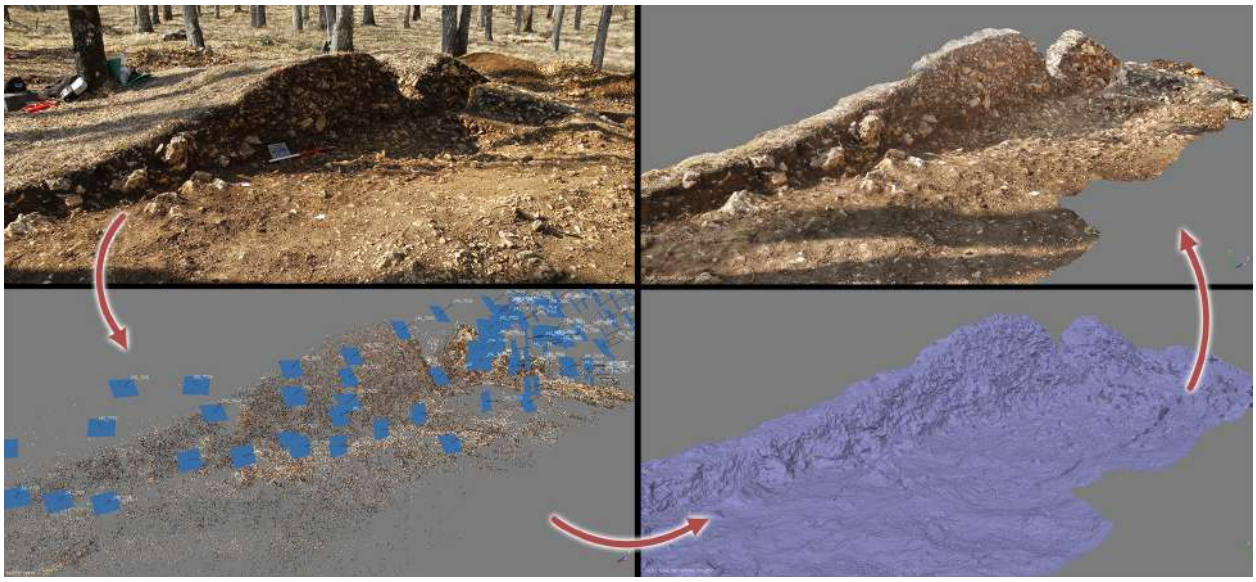
Zajete fotografije lahko razdelimo v štiri serije: v prvih dveh smo fotografirali izključno presek groblje in bili

9 Izkopavanja NMS in ZRC SAZU 2021, strokovno poročilo v delu. Več o najdišču v Laharnar, Lozić, Štular 2019, 263–271.



Slika 17. Prikaz lokacije in usmeritve fotografij (modri pravokotniki). Fotografiranje bi lahko razdelili na štiri serije: seriji 1 in 2 za presek groblje ter seriji 3 in 4 za njeno dno (avtor: M. Zupan).

Figure 17. Locations and orientations of the captured photos (blue rectangles). The whole process of photography can be divided into four series: the first two for the cross-section and the last two for its base (author: M. Zupan).



Slika 18. Delovni proces izdelave ortomozaika groblje v programu Agisoft Metashape 1.7. Dokumentarna fotografija (levo zgoraj), oblak točk z označenimi lokacijami in nakloni fotografiranja (levo spodaj), tridimenzionalni model groblje (desno spodaj) in tridimenzionalni model s teksturo (desno zgoraj) (avtor: M. Zupan).

Figure 18. The working process of creating an orthomosaic of the cairn with Agisoft Metashape 1.7 software. A documentary photo (top left), point cloud with marked locations and orientations of the captured photos (bottom left), three-dimensional model of the cairn (bottom right), and three-dimensional model with texture (top right) (author: M. Zupan).

Slika 19. Ortomozaik preseka kamnite groblje (avtor: M. Zupan).

Figure 19. An orthomosaic of the cross-section of the cairn (author: M. Zupan).

Slika 20. Ortomozaik tlorisa izkopnega polja (avtor: M. Zupan).

Figure 20. An orthomosaic of the excavation field (author: M. Zupan).

usmerjeni pravokotno nanj; pri tretji in četrti smo fotografirali pod naklonom ter zajeli presek in dno groblje (slika 17).

Vseh 117 fotografij in 10 meritev fototočk smo nato vnesli v Agisoft Metashape. V prvi fazi je »ortomozaik« le skupek digitalnih fotografij, torej milijonov in milijard slikovnih točk ali pikslov, ki ga računalniški program s postopkom struktura iz gibanja in različnimi parametri sestavi v tridimenzionalni oblak točk (slika 18: levo spodaj). Takšen oblak ima že približno obliko in barvo fotografirane groblje. Ko mu dodamo izmerjene koordinate vseh desetih fototočk, program sam prepozna fotografije s fototočkami,[10] jim doda koordinate in oblak točk umesti v prostor. Naslednji korak je mreženje (ang. *meshing*) točk v oblaku, s čimer dobimo površino tridimenzionalnega modela (slika 18: desno spodaj), ki mu lahko dodamo teksturo (slika 18: desno zgoraj). Takšen model je osnova za ortomozaik preseka kamnite groblje in njen tloris, ki ju vidimo na slikah 19 in 20.

Izdelava 3D modela predmeta: primer depoja po odstranitvi

Postopek izdelave tridimenzionalnega modela predmeta ali ortomozaika je enak tistemu za izkopno polje ali presek, zato delovni proces predstavljamo le na sliki, na kateri je prikazan bronastodobni depo z najdišča Vodice v Dobrepolju, Na Klanem[11] (slika 21). Pri fotografiranju predmetov bodimo pozorni na dodatne korake iz poglavja Fotografiranje predmetov (slike 13–15). Iz tridimenzionalnih modelov lahko z malo predznanja izdelamo kratko animacijo,[12] kar je odličen način za prezentacijo arheoloških najdb.

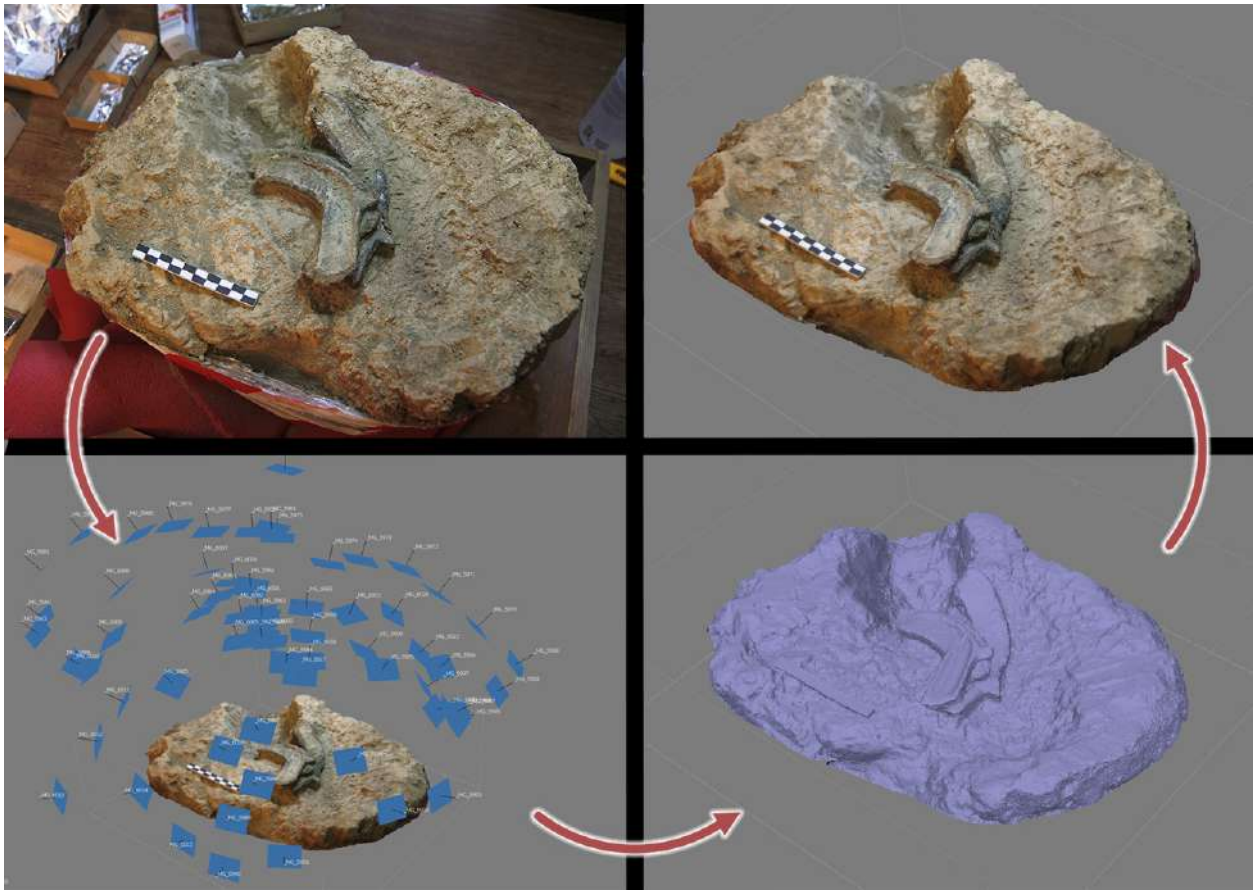
Potencialni problemi in rešitve

V nadaljevanju bomo predstavili nekatere probleme in njihove rešitve, s katerimi se lahko srečamo pri zajetju in obdelavi podatkov za ortomozaik. Pogoste so slepe

10 Agisoft Metashape ima lastne kodirane fototočke (glej sliko 4: sredina). Če uporabljamo druge fototočke, moramo koordinate in fototočke na fotografijah povezovati ročno.

11 Turk 2021, 7–8; Bizjak 2022; Turk 2022.

12 Agisoft Metashape ima že možnost izdelave preprostih animacij, za naprednejše pa je na voljo vrsta računalniških programov, kot je brezplačni program Blender.



Slika 21. Delovni proces izdelave tridimenzionalnega modela in ortomozaika predmetov po odstranitvi v programu Agisoft Metashape 1.7. Dokumentarna fotografija (levo zgoraj), oblak točk z označenimi lokacijami in nakloni fotografiranja (levo spodaj), tridimenzionalni model (desno spodaj) in tridimenzionalni model s teksturo (desno zgoraj) (avtor: M. Zupan).

Figure 21. The working process of creating a three-dimensional model and orthomosaic of objects after the excavations in Agisoft Metashape 1.7 software. A documentary photo (top left), point cloud with marked locations and orientations of the captured photos (bottom left), three-dimensional model of the cairn (bottom right), and three-dimensional model with texture (top right) (author: M. Zupan).

površine – površine, ki jih namerno ali nenamerno nismo fotografirali ter jih na tridimenzionalnih modelih in ortomozaikih prepoznamo kot prazna območja. Takšen primer imamo pri zgoraj omenjeni kamniti groblji s Knežaka, kjer smo ob preseku en del groblje pustili neizkopan (slika 22). Pri fotografiranju za ortomozaik preseka groblje nas neizkopan ostanek ni zanimal, zato smo ga med fotografiranjem deloma zajeli, ena stranica pa je ostala slepa površina (slika 22: desno). To smo predvideli vnaprej, tako da popravki niso bili potrebni, če pa bi želeli zapolniti prazno površino, bi morali zajeti dodatne fotografije, še preden bi se izkopavanja nadaljevala in spremenila stanje na terenu. Fotografije bi preprosto dodali prejšnjim in izdelali nov, sedaj dopolnjen tridimenzionalni model.

Naslednji problem, ki ga želimo izpostaviti, je ortomozaik s fototočkami, za katere iz kakršnega koli razloga nimamo koordinat. Obstaja nekaj možnih rešitev, da ortomozaik še vedno umestimo v prostor ali mu vsaj določimo pravo merilo, čeprav bo natančnost lahko precej manjša.

Slika 22. Ostanek kamnite groblje, ki ga namerno nismo zajeli na fotografije, zato je na tridimenzionalnem modelu slepa površina (sivo, desno spodaj) (avtor: M. Zupan).

Figure 22. The remains of the cairn, which we deliberately did not capture on the photos. On the three-dimensional model it is seen as a blind spot (grey area, bottom right) (author: M. Zupan).

Pravo merilo za takšen ortomozaik dobimo, če na njem poiščemo objekt točno znanih dimenzij ali te naknadno izmerimo (trasirka, zid ali specifičen kamen, arheološka najdba itd.), nato pa storimo enako kot pri ortomozaiku predmetov po odstranitvi iz originalne lege – dimenzije vnesemo v tridimenzionalni model[13] in izdelani ortomozaiki bodo posledično v pravem merilu. Podobno lahko merilo določamo v GIS orodju, kot je QGIS, kamor na podlago v ustreznem koordinatnem sistemu postavimo že izdelan ortomozaik in ga ročno povečamo oziroma pomanjšamo na pravo velikost.[14]

V primeru, da imamo serijo ortomozaikov, brez koordinat pa je le eden, ga v prostor umestimo glede na druge ortomozaike, tako da se različni arheološki ostanki, stojišča ob izkopnem polju, skale, drevesa ali drugi nepremični elementi na ortomozaikih medsebojno prekrivajo. Uporabimo lahko QGIS-ov vtičnik *Freehand raster georeferencer*. Če nimamo drugih ortomozaikov, lahko naštetim nepremičnim elementom na ortomozaiku naknadno izmerimo koordinate (če je še mogoče) in jih dodamo na tridimenzionalni model.

Sklep

V članku smo želeli na jasen in razdelan način predstaviti uporabo ortomozaika pri arheološkem dokumentiranju izkopnega polja, preseka in predmeta. Pri zajetju podatkov gre za razmeroma preprost in hiter postopek, ki največkrat ne zahteva posebne opreme in znanja. Problematičen je lahko proces izdelave ortomozaika, za

13 Postopek je odvisen od programa, ki ga uporabljamo, npr. Agisoft Metashape ponuja vnos poljubne dolžine med izbranimi točkami in določitev odstopanja; podobno funkcijo z merilnim orodjem ima tudi MeshLab.

14 Obstaja več načinov, npr. ustvarimo točke in jim s koordinatami določimo medsebojne razdalje, nato temu prilagodimo ortomozaik. V programu QGIS je ena od opcij tudi vtičnik *Freehand raster georeferencer*.

katerega potrebujemo primerno programsko opremo, ki ni nujno brezplačna in zahteva uporabo povsem novega programa. Ker je ortomozaike nujno izdelovati sproti med terenskim delom, je hitrost obdelave podatkov ključna, vendar odvisna od zmogljivosti strojne opreme, ki kljub vse večji dostopnosti pomeni visok strošek. Vsaj začasno lahko ta problem zaobidemo, tako da ortomozaik sprva izdelamo v nizki kakovosti, kar močno skrajša čas in zmanjša zahtevnost procesiranja, po potrebi pa ga naknadno popravljamo in izboljšujemo. Na tem mestu bi radi poudarili, da je kvaliteta ortomozaika vedno pogojena s kvaliteto vhodnih podatkov (fotografije, meritve fototočk). V primeru, da s fotografijami ne zajamemo vseh površin, bodo deli ortomozaika manjkali. Popačeni bodo, ko fotografiramo pod napačnim naklonom. Če naredimo premalo fotografij ali se te medsebojno ne prekrivajo dovolj, bo ortomozaik nenatančen po obliki, merilu in teksturi ali pa ga sploh ne bomo mogli izdelati. Vsaka fotografija mora ustrezno zajeti svoj del območja, da bomo lahko z njimi uspešno sestavili celoten ortomozaik.

Ortomozaik območje arheoloških raziskav prikaže brez popačenja in v merilu, v sebi pa hrani podatke, s katerimi lahko v GIS okolju operiramo na najrazličnejše načine. Vsaki točki na ortomozaiku lahko izmerimo točno lokacijo v prostoru (dolžina, širina in višina), arheološkim ostankom izmerimo dimenzije ter jih povezujemo in primerjamo s starejšimi in novejšimi raziskavami, označujemo, spreminjamo in dopolnjujemo stratigrafske enote ter jim določamo točno lokacijo in mere v tridimenzionalnem prostoru, vse skupaj povezujemo s tabelami podatkov itd. Tudi tridimenzionalni modeli, iz katerih ortomozaiki nastanejo in so zaenkrat stranski produkt, imajo velik potencial v poterenski obdelavi podatkov in predstavljanju arheološke dediščine.

Novi načini fotogrametričnega zajetja podatkov so se izkazali kot uspešna tehnika arheološkega dokumentiranja. V celoti izboljšajo in nadomestijo nekatere ter dopolnjujejo ostale, že uveljavljene tehnike dokumentiranja. Ob takšni (pre)veliki količini podatkov je zagotovo še veliko neizkoriščenega potenciala in izzivov, ki zahtevajo rešitve, zato nas v prihodnosti nedvomno čaka veliko zanimivih novosti.

Literatura / References

ABER, J. S., I. MARZOLFF, J. RIES 2010, *Small-Format Aerial Photography: Principles, Techniques and Geoscience Applications*. – Elsevier Science.

BAGI, O. 2018, *The Applications of Photogrammetry and 3-D Visualisation During Archaeological Fieldwork* (Neobjavljeno diplomsko delo / Unpublished bachelor thesis, Univerza v Varšavi, Arheološki inštitut / University of Warsaw Institut of Archaeology). – Varšava.

BENAVIDES LÓPEZ, J. A., G. ARANDA JIMÉNEZ, E. ALARCÓN GARCÍA, A. LOZANO MEDINA, J. A. ESQUIVEL GUERRERO 2016, 3D modelling in archaeology: The application of Structure from Motion methods to the study of the megalithic necropolis of Panoria (Granada, Spain). – *Journal of Archaeological Science Reports* 10, 495–506.

BIZJAK, M. 2022, Mikroizkopavanje bronastodobnega depoja iz Vodic v Dobrepolju. – *Zbornik 2022 – Konservator-restavrator: povzetki mednarodnega strokovnega srečanja 2022*, 76.

BOOYSEN, R., R. GLOAGUEN, S. LORENZ, R. ZIMMERMANN, P. A. M. NEX 2021, Geological Remote Sensing. V / In: Alderton, D., Elias, S. A. (ur. / eds.), *Encyclopedia of Geology (Second Edition)*. – Oxford, Academic Press.

DENG, F., J. KANG, L. PENGLONG, F. WAN 2015, Automatic true orthophoto generation based on three-dimensional building model using multiview urban aerial images. – *Journal of Applied Remote Sensing* 9, 1–15.

ELIAS, S., D. ALDERTON (ur. / eds.) 2020, *Encyclopedia of Geology*. – Amsterdam, Academic Press.

KIMBALL, J. J. L. 2016, *3D Delineation. A modernisation of drawing methodology for field archaeology*. – Archeopress, Oxford.

LAHARNAR, B., E. LOZIĆ, B. ŠTULAR 2019, A structured Iron Age landscape in the hinterland of Knežak, Slovenia. V / In: Cowley, D. C., Fernández-Götz, M., Romankiewicz, T., Wendling, H. (ur. / eds.), *Rural Settlement. Relating buildings, landscape, and people in the European Iron Age*. – Leiden, Sidestone Press, 263–271.

MARÍN-BUZÓN, C., A. PÉREZ-ROMERO, J. L. LÓPEZ-CASTRO, I. BEN JERBANIA, F. MANZANO--AGUGLIARO 2021, Photogrammetry as a New Scientific Tool in Archaeology: Worldwide Research Trends. – *Sustainability* 13 (9), 1–27.

NETELER, M., H. MITASOVA 2002, Processing of Aerial Photos. V / In: Neteler, M., Mitasova, H. (ur. / eds.), *Open Source GIS: A GRASS GIS Approach*. – Springer, New York.

NIELSEN, M. Ø. 2004, *True Orthophoto generation* (Neobjavljeno magistrsko delo / Unpublished master thesis, Tehnična univerza na Danskem / *Technical University of Denmark*). – Kongens Lyngby.

NOVAKOVIĆ, P., D. GROSMAN, R. MASARYK, M. NOVŠAK 2007, *Minimalni standardi izkopavalne dokumentacije: pregled stanja in predlogi standardov*. – Ljubljana, Ministrstvo za kulturo RS.

SAPIRSTEIN, P., S. MURRAY 2017, Establishing Best Practices for Photogrammetric Recording During Archaeological Fieldwork. – *Journal of Field Archaeology* 42 (4), 337–350.

ŠTULAR, B., E. LOZIĆ, S. EICHERT 2021, Airborne LiDAR-Derived Digital Elevation Model for Archaeology. – *Remote Sensing* 13 (9), 1–21.

TURK, P. 2021, Vodice v Dobrepolju, Na Klanem – depo iz pozne bronaste dobe. – *Arheologija v letu 2021*, 7–8.

TURK, P. 2022, *Poročilo o opravljenih arheoloških raziskavah na Klanem nad Vodicami v Dobrepolju* (Neobjavljeno poročilo / Unpublished report, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije / Institute for the Protection of Cultural Heritage of Slovenia). – Ljubljana.

WESTOBY, M. J., J. BRASINGTON, N. F. GLASSER, M. J. HAMBREY, J. M. REYNOLDS 2012, 'Structure--from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. – *Geomorphology* 179, 300–314.

WOLF, P. R., B. A. DEWITT, B. E. WILKINSON 2014, *Elements of Photogrammetry with Applications in GIS*. – McGraw-Hill Education.

Spletna vira / Web sources

SPLET 1 / WEB 1: https://www.e-prostor.gov.si/podrocja/drzavni-topografski-sistem/daljinsko-zaznavanje/ (10. 10. 2022).

SPLET 2 / WEB 2: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja (10. 10. 2022).

1.04 Strokovni članek

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

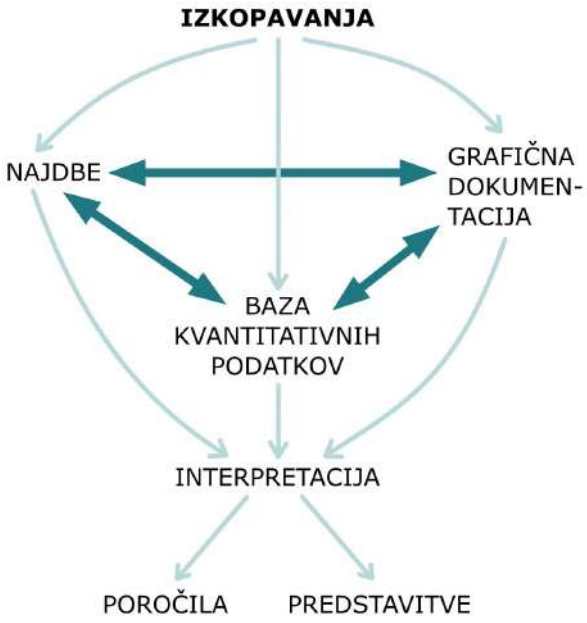
bi stavba »stala na situli«, je važno samo to, da posoda zdrži pritisk in se stavba ne poruši. Za gradbinci morda v zemlji ostane še kakšna plast, za arheologi nič. Naša odgovornost je torej velika, čeprav drugače kot npr. v medicini zaradi naših strokovnih napak nihče ne umre. Vendar je moč našega dela 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.

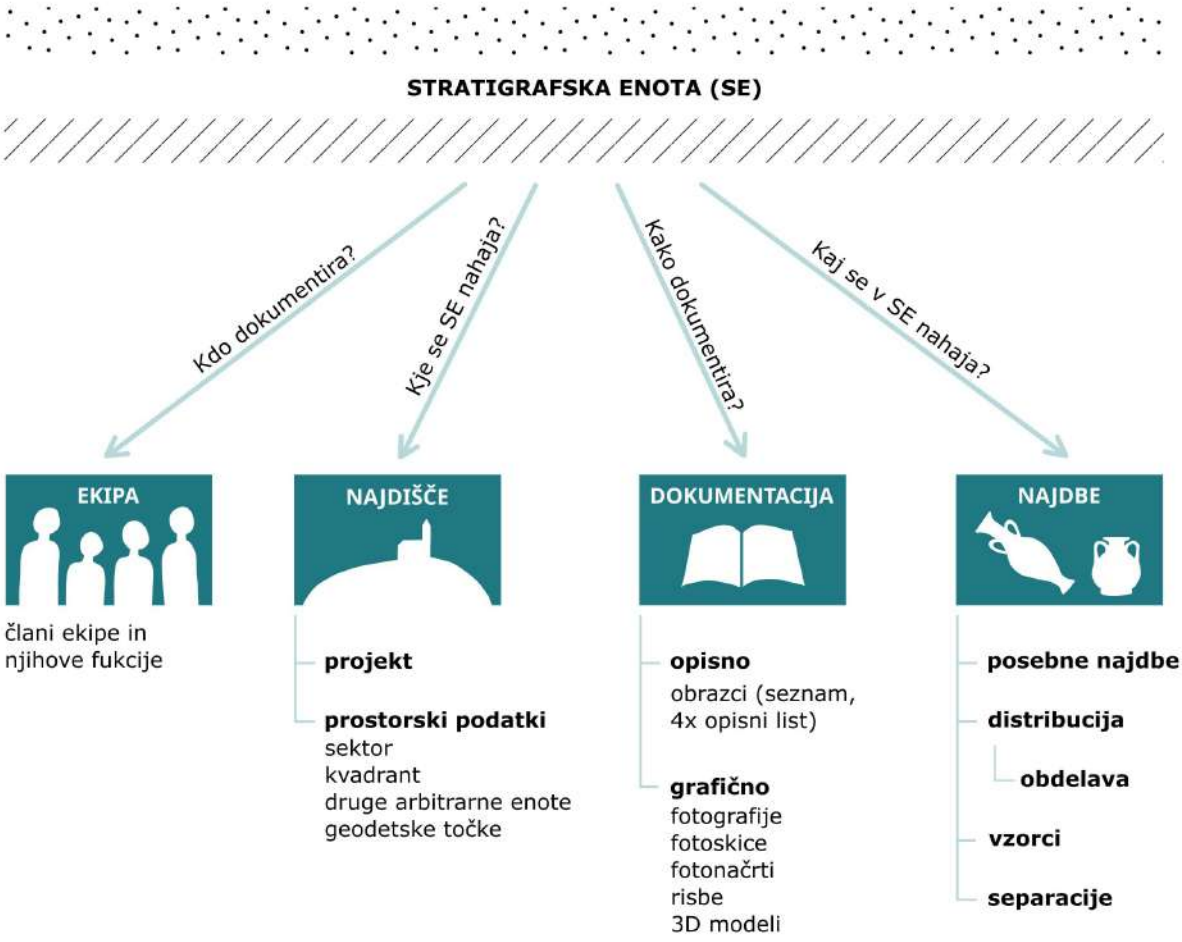
Obrazci naj bi bili obvezen del dokumentacije vsakega izkopavanja. V uporabi so številne inačice, saj skoraj vsaka ekipa naredi svojega, večinoma pa gre za predelave in dodelave obrazcev Oddelka za arheologijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani (Grosman, Stančič 1991, 37–40). Na podlagi terenskih 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 najhitrejše ter zmanjšuje možnost napačnih vnosov.

Stratigrafsko izkopavanje s primerno obliko dokumentiranja je torej osnova za čim bolj nevtralno 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 (hrbtna) 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 (seznami 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 zanamcem 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 objektiven 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 primerna 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 Zoot[1]. 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 Gravisi-Buttorai 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.

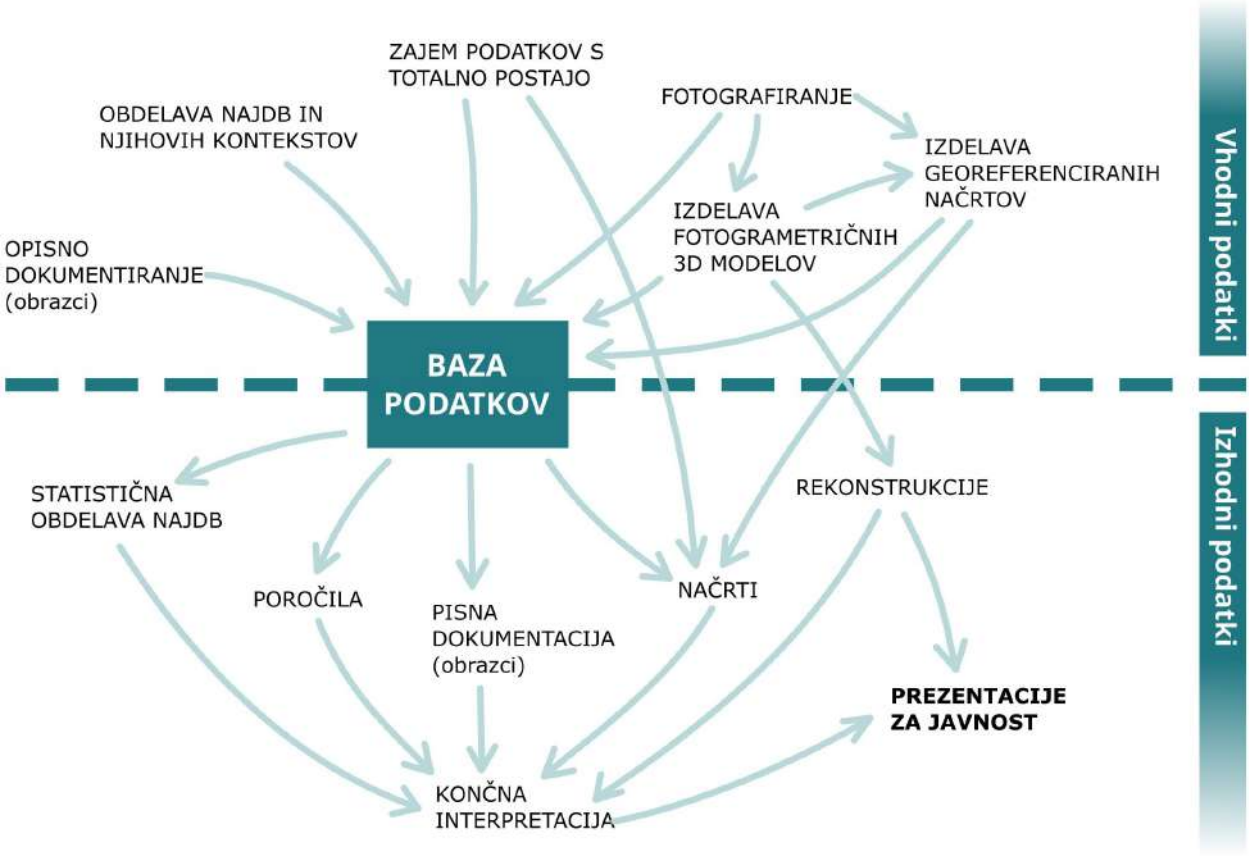
Zoot in podatkovna zbirka[2]

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 kasneje 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 Urankar 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 drobovju 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 (seznami posebnih najdb, separacij in vzorcev; distribucije in obdelave najdb, razdelitev in klasifikacija najdb glede na material),
- podatki o grafični dokumentaciji (seznami fotografij, fotoskic, fotonačrtov, risb).

Podatki so prek pomožnih seznamov povezani, kar zmanjšuje večkratne in napačne vnose. Ko enkrat vnesemo 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 seznami 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 združujejo (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 tabelaričnih 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, najobčutljivejšimi 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 povzročijo 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 restavriramo 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 povozi 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 stremenju 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 sprotnem 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.

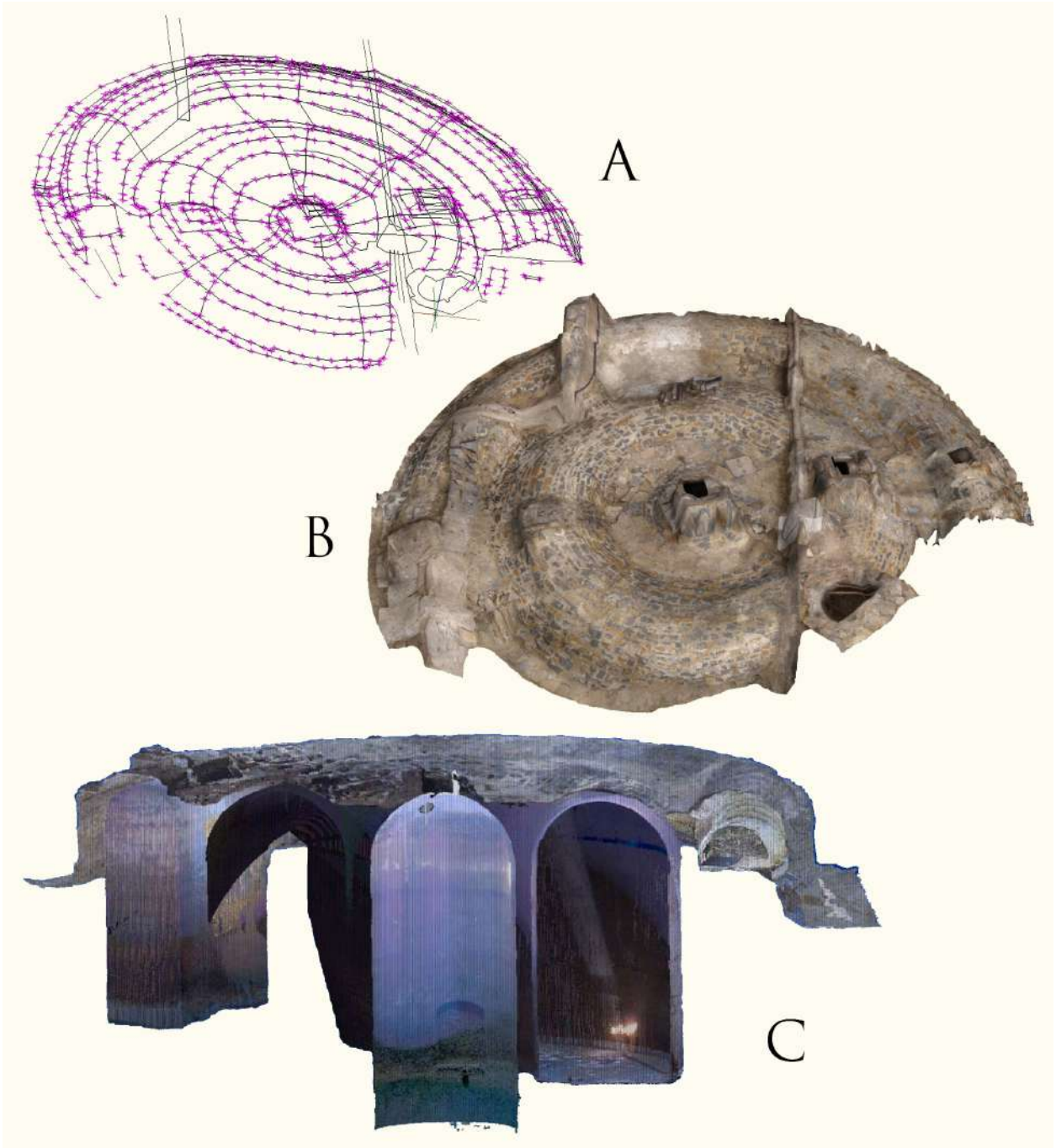
3D dokumentiranje – primeri iz prakse

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 všečne 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.

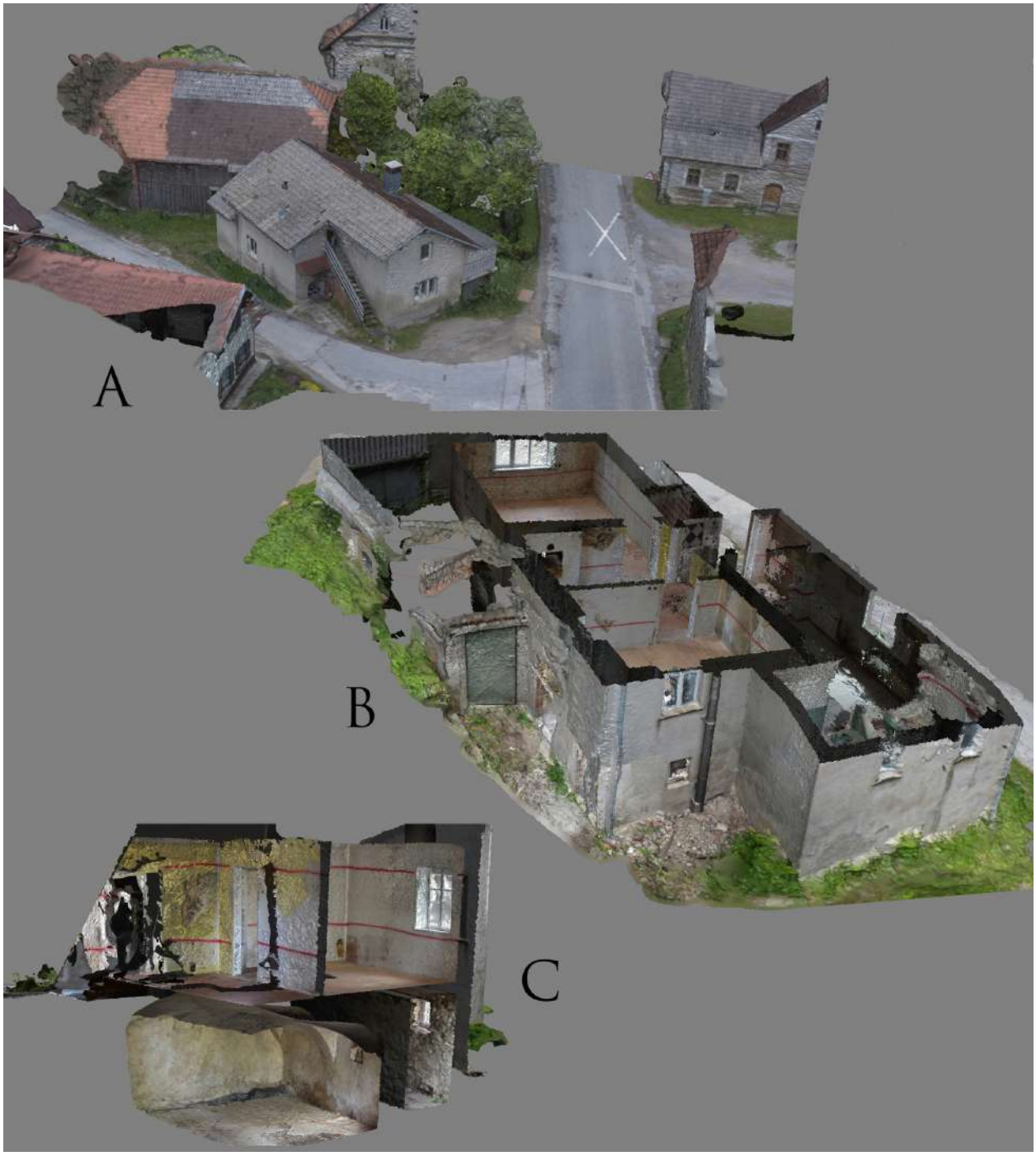
Tridimenzionalno dokumentiranje v arheologiji ni nekaj novega. Sistematično se ga poslužujemo že več kot dve desetletji, saj je obvezna oprema vsakega izkopavanja totalna postaja, s katero geodetsko zajemamo koordinate točk na terenu in jih kasneje povezujemo v mrežne modele. To nam močno olajša delo (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 zunanjosti 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 želeni 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 Gravisi-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 izruvati in jih preučevati v prvotni legi, smo predlagali, da oljko izkopljemo 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.

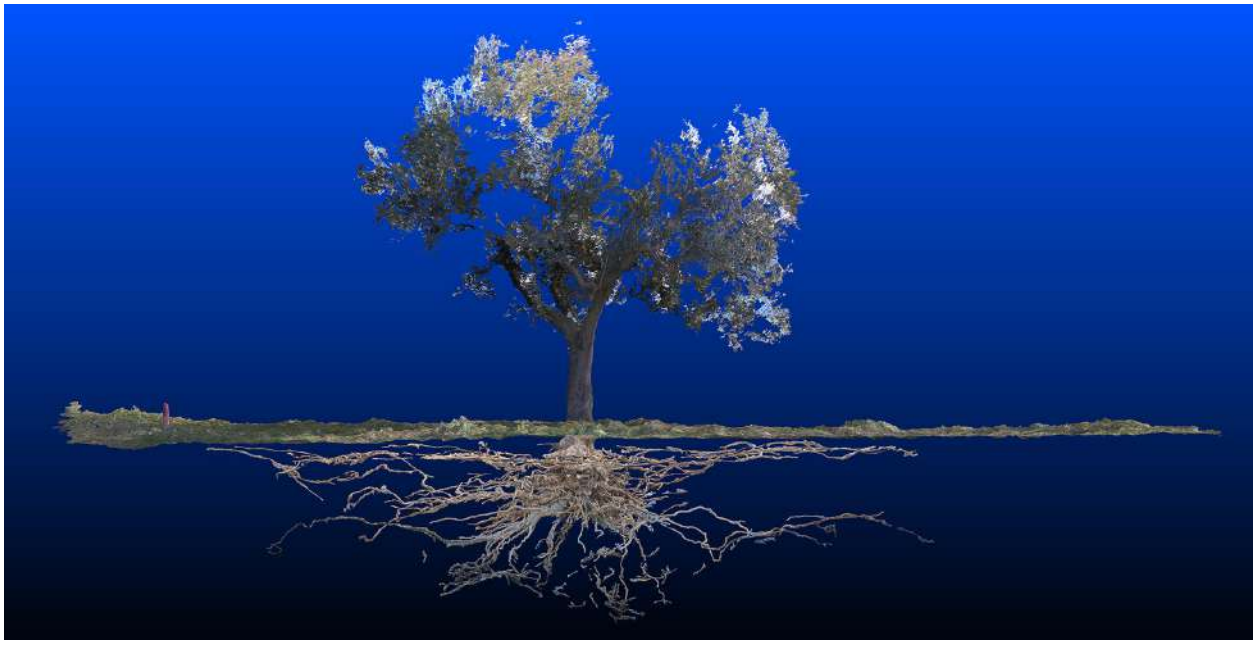
Fotogrametrično dokumentiranje ima veliko prednost. Sami namreč lahko določamo, kako natančen model bomo izdelali. Seveda je zgornja meja kvaliteta in ločljivost zajetih fotografij. Drugače je pri uporabi terestričnih skenerjev, kjer že na začetku določimo kvaliteto zajema podatkov in s tem končno število 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 ostanki 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 photogrametric 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.

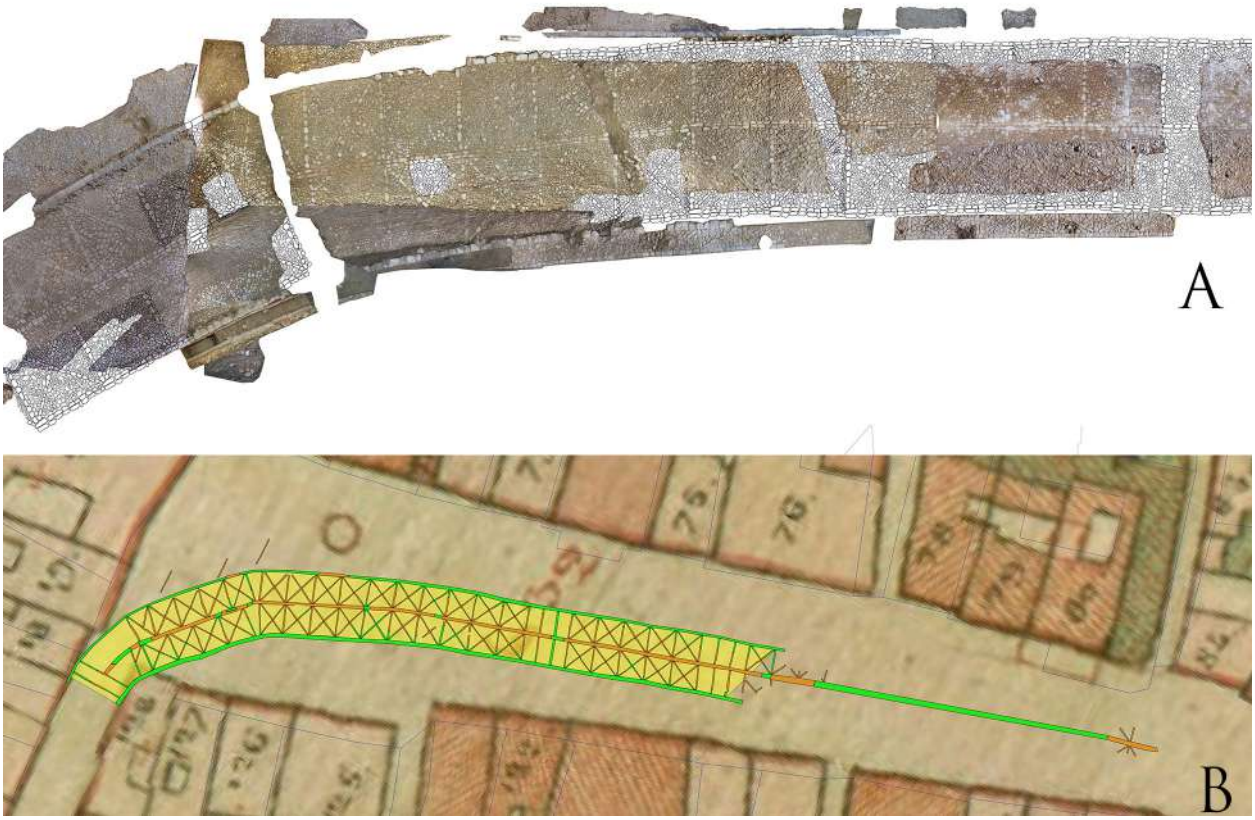
GIS

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 tlorisov 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, boljšo interpretacijo in ne nazadnje boljšo grafično predstavitev.

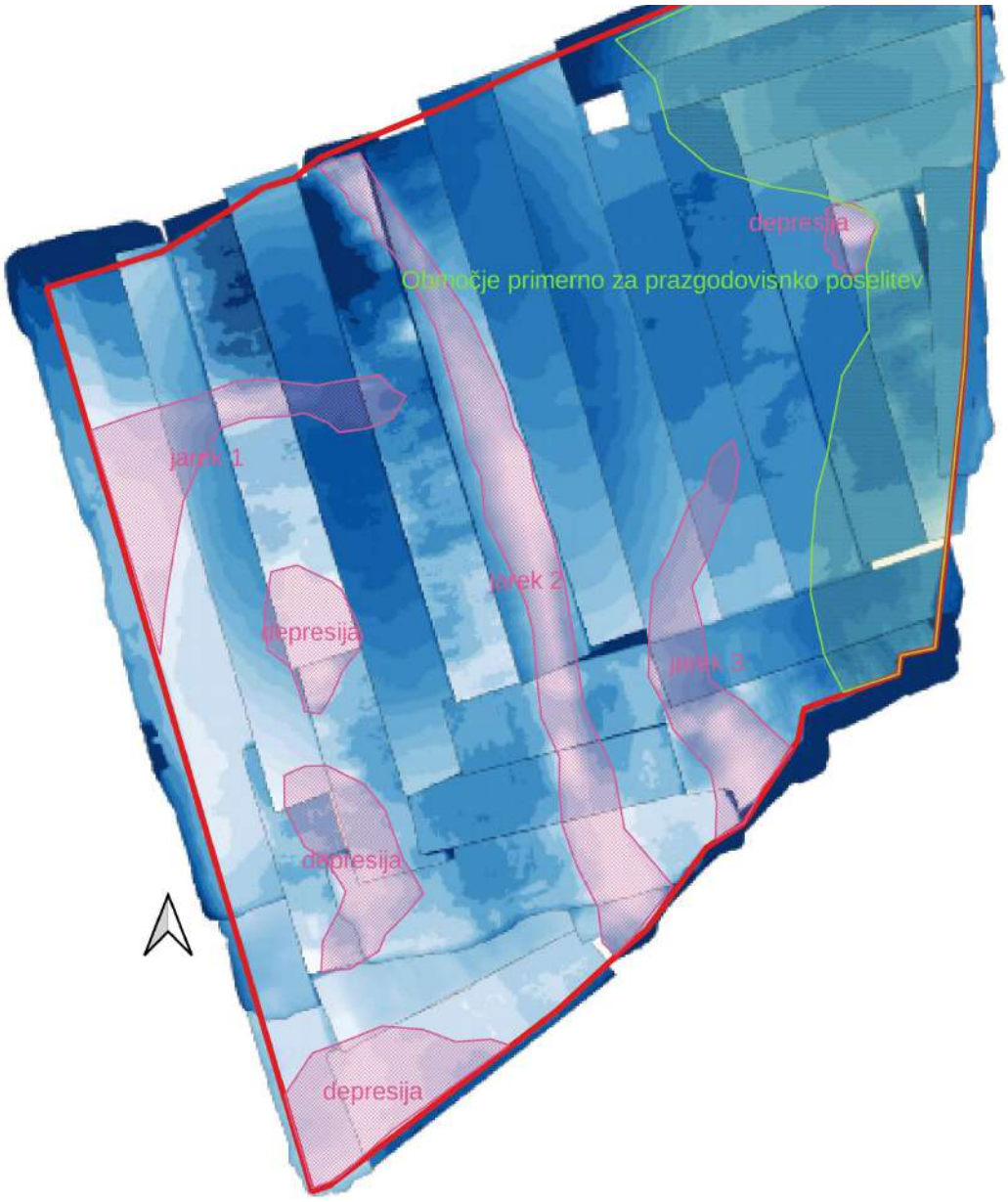
Tak primer je izkopavanje v središču Novega mesta, kjer je bilo na večjem delu trga ohranjeno dotlej nepoznano novoveško tlakovanje. Zaradi dinamike del je bila površina dokumentirana v več delih, model združen in tlakovanje predstavljeno v enem kosu. Poleg tega smo na poškodovanih mestih dodali risarsko rekonstrukcijo ter tako kar najbolje 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 (Stipančić, 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).

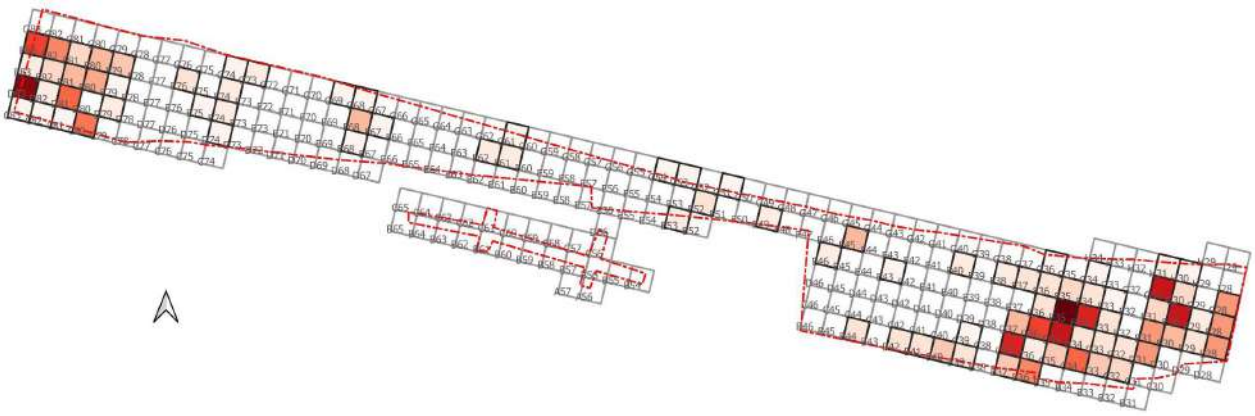
Figure 12. Glavni trg in Novo mesto. A – a representation of the gravel-stone pavement produced by combining several models and supplemented in parts with drawings; B – the plan superimposed on the Franciscan cadastral survey (PJP archive).

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 prav ničesar. 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 izkopavanj, 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 pripnemo 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.

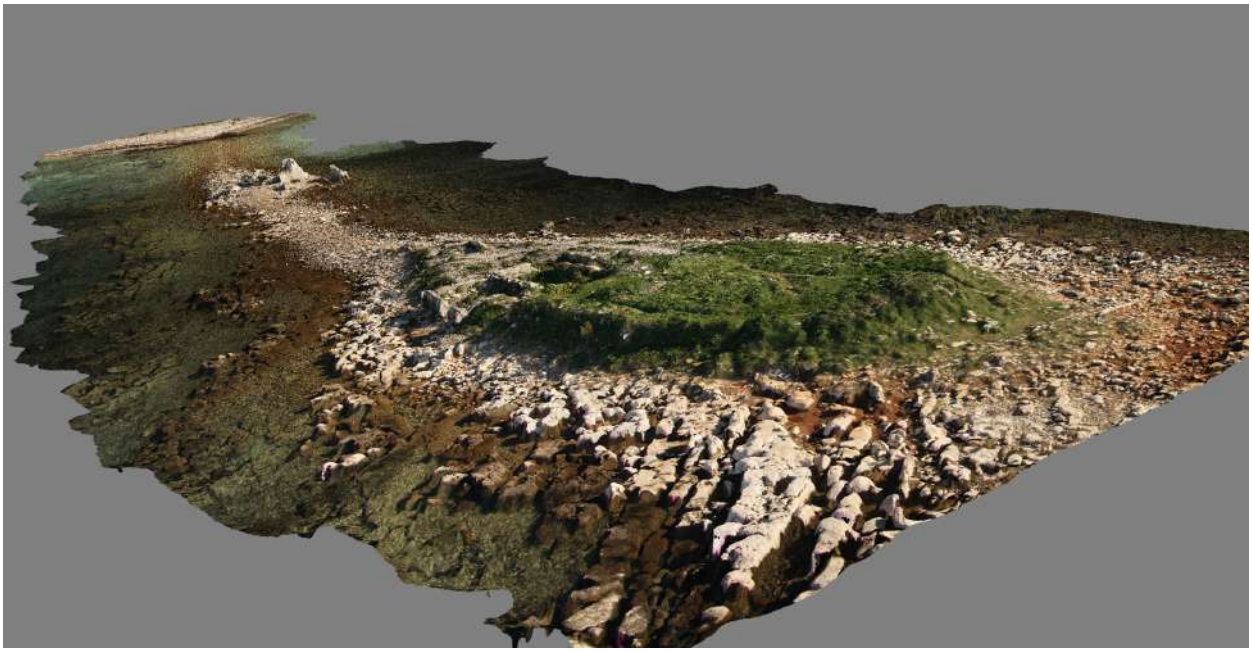
Pri 3D dokumentaciji pa imamo opraviti še s tretjo dimenzijo, ki smo jo lahko na papir spravili le s pomočjo števil (višinske točke) in presekov (profilov) terena. Vse 3D modele pa lahko opazujemo, merimo in preučujemo na različne načine samo z uporabo računalnika. Zato moramo dobro poskrbeti za varnost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

NOVAKOVIĆ, 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.

STIPANČIĆ, 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).

1.04 Strokovni članek

Urbana arheologija za javnost: arheološki parki in lokalni arheološki načrti

Public Urban Archaeology: Archaeological Parks and Local Archaeological Plans

© Katharina Zanier
Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologijo in Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije; katharina.zanier@ff.uni-lj.si

© Rok Ratej
Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije; rok.ratej@zvkds.si

Izvleček: V prispevku so predstavljene nekatere definicije in pripomočki, ki smo jih razvili v okviru projekta ArcheoDanube (DTB413). Projekt sofinancira Evropska unija v okviru transnacionalnega programa Podonavje (Interreg Danube Transnational Programme). Prispevek, kot tudi projekt, povezuje področja urbane arheologije, arheologije za javnost, upravljanje arheoloških najdišč in arheološki turizem. Pri tem se srečujemo z osnovnimi pojmi, ki so deloma še potrebni jasne definicije. To velja v prvi vrsti za pojem »arheološki park«, za katerega obstaja več načinov uporabe. Po pregledu raznih opredelitev v novejših mednarodnih dokumentih konservatorske doktrine predlagamo definicijo, ki temelji na odlični definiciji v hrvaški zakonodaji. Sledi kratka obravnava specifik arheološkega turizma. Arheološki parki so namreč pomembna komponenta pri njegovem razvoju. V nadaljevanju se posvečamo glavni temi prispevka: Lokalnemu Arheološkemu Načrtu, ki je eden osrednjih produktov projekta ArcheoDanube. Lokalni Arheološki Načrt je nova, širša oblika načrta upravljanja, posebej oblikovana za specifično situacijo arheoloških ostalin. Za razliko od običajnih načrtov upravljanja za spomenike ali spomeniška območja lahko Lokalni Arheološki Načrt pripravimo za širša območja, npr. mesta; ponuja možnost obravnave arheoloških ostalin različnih predelov, z raznovrstnimi rešitvami prezentacije in interpretacije, v sklopu skupnega okvira. Načrt nato primerjamo s podobnimi načrti, ki so v veljavi v Sloveniji in drugje, ter ocenjujemo relevantnost in uporabnost Lokalnega Arheološkega Načrta pri oblikovanju arheoloških destinacij.

Ključne besede: urbana arheologija, arheologija za javnost, arheološki park, načrt upravljanja, Lokalni Arheološki Načrt, upravljanje arheološke dediščine, arheološki turizem

Abstract: The paper presents some definitions and tools developed as part of the ArcheoDanube project (DTB413). The contribution, as well as the project, connects the fields of urban archaeology, public archaeology, management of archaeological sites, and archaeological tourism. In doing so, of course, we come across basic concepts, some of which are still lacking clear definitions. This applies especially to the term "archaeological park", which has several uses. After reviewing various definitions in recent international doctrinal documents, we propose one based on the excellent definition in the Croatian legislation. The following is a brief discussion of the specifics of archaeological tourism. Archaeological parks represent an important component in its development. Afterwards, we discuss the main topic of the paper: the Local Archaeological Plan, which is one of the main products of the ArcheoDanube project. The Local Archaeological Plan represents a new, broader form of management plan, specially designed for the specific situation of archaeological remains. Unlike conventional management plans for monuments or monumental areas, a Local Archaeological Plan can be prepared for wider areas, e.g. a city, and offers us the possibility of dealing with the archaeological remains of different areas, with various solutions for presentation and interpretation, in the frame of a common outline. We then compare the Local Archaeological Plan to similar plans in force in Slovenia and elsewhere, and assess its relevance and usefulness in the development of archaeological destinations.

Keywords: urban archaeology, public archaeology, archaeological park, management plan, Local Archaeological Plan, archaeological heritage management, archaeological tourism

Uvod

Pogosto izpostavljamo pomen kulturne dediščine za lokalni in trajnostni razvoj. O tem obstaja soglasje na načelni ravni, vendar se v praksi velikokrat pojavljajo težave in nasprotja interesov, ki otežujejo ali ovirajo udejanjenje sonaravnega izkoriščenja možnosti, ki jih ponuja kulturna dediščina. To velja še posebej za arheološko dediščino (oziroma predvsem za nepremične arheološke ostaline), saj ima za razliko od stavbne dediščine redkokdaj takšne lastnosti, ki bi lahko neposredno omogočile njeno uporabo in razumevanje. Še posebej konfliktno je sobivanje arheološke dediščine v mestnih središčih, ne glede na številna desetletja izkušenj na področju urbane arheologije, ki se ukvarja predvsem z raziskovalnimi vidiki, ne pa toliko s prezentacijo in popularizacijo arheološke dediščine v mestih. Koncept urbane arheologije, kot ga podrobneje definirata Martin Biddle in Daphne Hudson (Biddle, Hudson 1973), je dozorel na podlagi številnih predhodnih pionirskih izkušenj, zlasti ob rekonstrukciji mest v povojnem obdobju. Obsežna literatura s področja urbane arheologije (npr. Biddle 1988; Council of Europe 1999; Gelichi 1999; O'Keeffe 2014; Baugher, Appler, Moss 2017) se je v veliki meri osredotočila na raziskovalne strategije in pristope. Glavna skrb urbane

arheologije je namreč zagotoviti ustrezno raziskanost in dokumentiranje arheoloških ostalin; te so lahko v okviru predhodnih arheoloških raziskav ob pogostih in gostih gradbenih posegih v mestih načeloma nadzorovano odstranjene (če so ustrezno dokumentirane) in niso ovira za sodobni urbani razvoj, razen kadar gre za izjemna arheološka odkritja, po katerih lahko sledi fizična ohranitev ali celo prezentacija ostalin *in situ*. Ne glede na izbrano rešitev fizičnega ali dokumentarnega (arhivskega) varstva odkritih arheoloških ostalin je postalo zelo pomembno vprašanje, kako učinkovito predstaviti javnosti vse številnejša arheološka odkritja v mestih in kako jih vključiti v mestno dogajanje kot komponento z dodano vrednostjo za lokalni razvoj. Tej problematiki se posveča projekt ArcheoDanube – *Archaeological Park in urban areas as a tool for Local Sustainable Development* oziroma Arheološki park v mestnih območjih kot orodje za lokalni trajnostni razvoj.[1] Projekt je namenjen razvoju učinkovitih pristopov k ohranjanju in prezentaciji arheoloških najdišč v sklopu mestnih središč z namenom vzpostavitve uspešnega, a trajnostnega arheološkega turizma. Vodilni partner projekta je Mestna občina Ptuj, ki se posveča prezentaciji arheološke dediščine Petovione. Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije sodeluje kot strokovni partner (*knowledge provider*), pri čemer je z drugimi mednarodnimi partnerji prispeval k razvoju metodologije za načrtovanje prezentacij ter upravljanje arheološke dediščine. V projekt je vključenih kar 15 partnerjev iz 11 držav.[2] Med njimi so strokovne institucije, ki pripravljajo orodja za razvoj arheoloških parkov in arheološkega turizma, ter predstavniki lokalnih skupnosti, ki bodo ta orodja uporabili za razvoj pilotnih arheoloških najdišč. Dosežki in izdelki projekta so redno objavljeni na njegovi spletni strani (Splet 1).

Med glavne cilje projekta sodijo oblikovanje pristopov za prezentacijo arheoloških najdišč v sklopu mestnih središč, razvoj metodologije za presojo ustreznih načinov prezentacije arheološke dediščine, razvoj arheološkega turizma, vključevanje lokalnih skupnosti pri upravljanju in promociji njihove dediščine ter izvajanje pilotnih investicij v vključenih partnerskih mestih. Nekateri partnerji se pri tem osredotočajo na že razvite ali nastajajoče arheološke parke, ki so verjetno najpopolnejša oblika prezentacije arheoloških ostalin, ki je še posebej primerna v mestih, saj lahko vključuje tudi dodatne namembnosti in storitve, koristne v urbanem okolju. Hkrati imajo arheološki parki ravno v mestnem kontekstu večje možnosti razvoja in uspeha, saj lahko tam nagovarjajo bistveno večje ciljne skupine, vsaj deloma pa se lahko naslanjajo na obstoječo mestno infrastrukturo (kot so parkirišča, javni prevoz, javni toaletni prostori itd.). Nekateri partnerji želijo arheološke ostaline približati z manj zahtevnimi načini prezentacije, kar je najbolj razširjena oziroma pogosta ambicija lokalnih skupnosti.[3] Glede na raznoliko situacijo v partnerstvu, ki je zrcalo heterogene splošne situacije na tem področju, smo poskusili poenotiti terminologijo in vzpostaviti široko uporabno metodologijo, ki bi partnerjem (in hkrati drugim uporabnikom) pomagala pri sprejemanju ustreznih odločitev o usodi njihove arheološke dediščine.

Tako so nastale nekatere definicije in pripomočki, ki se nam jih zdi vredno predstaviti v pričujočem prispevku. Najprej bomo definirali pojem arheološki park, za katerega obstaja več načinov uporabe. Sledila bo kratka obravnava arheološkega turizma, ki velja za specifičen del kulturnega turizma. Arheološki parki so namreč lahko pomembna komponenta pri njegovem razvoju. V nadaljevanju se bomo posvetili glavni temi prispevka: Lokalnemu Arheološkemu Načrtu, ki je eden osrednjih produktov projekta ArcheoDanube. Lokalni Arheološki Načrt je nova, širša oblika načrta upravljanja, posebej oblikovana za specifično situacijo arheoloških ostalin. Za razliko od običajnih načrtov upravljanja za spomenike ali spomeniška območja lahko Lokalni Arheološki Načrt pripravimo za širša območja, npr. mesta; ponuja možnost obravnave arheoloških ostalin različnih predelov, z raznovrstnimi rešitvami prezentacije in interpretacije, v sklopu skupnega okvira. Na kratko bomo torej definirali Lokalni Arheološki Načrt in predstavili metodologijo izdelave. Nato bomo načrt primerjali s podobnimi načrti, ki so v veljavi v Sloveniji in drugje. V zaključku bomo ocenili relevantnost in uporabnost Lokalnega Arheološkega Načrta pri oblikovanju arheoloških destinacij ter predstavili naslednje faze njegovega razvoja oziroma uporabe ter testiranja v sklopu projekta ArcheoDanube.

1 Projekt (DTB413) se je začel izvajati 1. 7. 2020 in se bo predvidoma zaključil 31. 12. 2022. Projekt ArcheoDanube sofinancira Evropska unija v okviru programa Podonavje. Celoten proračun projekta obsega 2.157.540 EUR, od katerih 85 % sofinancirajo Evropski sklad za regionalni razvoj (ERDF), Instrument za predpristopno pomoč (IPA II) in Instrument za evropsko sosedstvo (ENI).

2 Partnerji prihajajo iz Nemčije, Avstrije, Češke, Slovenije, Hrvaške, Madžarske, Romunije, Bosne in Hercegovine, Srbije, Bolgarije in Moldavije.

3 Za kratek pregled vključenih pilotnih arheoloških najdišč gl. Zanier, Ratej 2021, 131–152.

Definicija arheološkega parka v projektu ArcheoDanube

Pojem »arheološki park« je del daljšega naslova projekta ArcheoDanube (*Archaeological Park in urban areas as a tool for Local Sustainable Development*) in ga je bilo treba v okviru projekta ustrezno definirati. Kot je bilo že ugotovljeno in ekstenzivno diskutirano drugje (Breznik 2012; 2014; Jurak 2020), v slovenski zakonodaji zaenkrat ne obstaja definicija arheološkega parka, kljub temu da se pojem pogosto uporablja za prezentirana arheološka najdišča na prostem. V zakonodajah držav drugih partnerjev projekta ArcheoDanube ta pojem nastopa zgolj enkrat: v zakonodaji Republike Hrvaške. Kljub temu ga široko uporabljajo v večini partnerskih držav, občasno v malo spremenjeni obliki (npr. *ArchäoPark* v nemščini). Ne uporabljajo ga samo v partnerskih državah in Evropi,[4] ampak je razširjen po vsem svetu. Prve definicije so se v mednarodnih dokumentih pojavile pred kratkim in še niso v široki uporabi.

Dve definiciji, nastali v dokumentih ICOMOS-a, jasno definirata koncept arheološkega parka. Prva je navedena v dokumentu *Draft Recommendations of the First International Conference of ICOMOS on Archaeological Parks and Sites* (ICOMOS 2015), ki je nastal kot povzetek konference v Omanu februarja 2015. Definicija se glasi:

»Arheološki park sestavljajo:

- arheološke ostaline (pod in nad površino, premične in nepremične). Arheološki park naj obsega najmanj enako površino kot podpovršinske arheološke ostaline (arheološko najdišče),
- skrbno zasnovana krajinska ureditev, ki bo poskrbela za zaščito arheoloških ostalin pod in nad površino ter za njihovo učinkovito interpretacijo za obiskovalce,
- območje z reguliranim dostopom, s kontroliranimi vhodi, obdano s primernim vplivnim območjem.«

Z drugimi besedami, »arheološki park predstavlja povezavo med znanstvenimi raziskavami in javnostjo. Lahko ga razumemo kot določljivo območje, prepoznavno po svojih dediščinskih vrednotah in po površinah, kjer se nahajajo, ki ima hkrati potencial, da postane vir interpretacije, izobraževanja in rekreacije za javnost, in ki ga je treba varovati in ohranjati.«

Dokument omenja še druge pomembne vidike arheološkega parka: raziskave, vzdrževanje, ohranjanje in varovanje, dovoljene postopke dopolnjevanja originalnih struktur (kot so anastiloza, »konsolidacija« oziroma dopolnjevanje za potrebe utrjevanja struktur, »interpretativna stabilizacija«, če je reverzibilna in ne poškoduje originalne substance), upravljanje, didaktiko oziroma interpretacijo ter krajinsko ureditev. Definicija arheološkega parka vsebuje vse potrebne komponente: arheološke ostaline, krajinsko ureditev, reguliran dostop, vplivno območje oziroma *buffer* cono in interpretativni, izobraževalni ter rekreacijski pristop.

Na podlagi prvega dokumenta je bil leta 2017 na 19. generalni skupščini ICOMOS-a v New Delhiju sprejet končni uradni dokument *The Salalah Guidelines for the Management of Public Archaeological Sites* (ICOMOS 2017). Definicija arheološkega parka se v tem dokumentu opira na definicijo iz prvega dokumenta, je sicer nekoliko poenostavljena in vključuje manj obveznih sestavin (npr. ni več omenjena krajinska zasnova, tudi ni več izrecno omenjeno, da naj bi arheološki park obsegal najmanj enako površino kot vse podpovršinske arheološke ostaline arheološkega najdišča):

»Park je za namen teh priporočil definiran kot zaščiteno območje, predvideno za javni dostop, uživanje in izobraževanje.«

»Arheološki parki vsebujejo tako nad- in podpovršinske arheološke ostaline ter so razumljeni kot orodje za ohranjanje arheoloških najdišč in za razumevanje skupne preteklosti človeštva skozi njihovo prezentacijo ter interpretacijo.«

Zgoraj navedeni definiciji večinoma še nista bili upoštevani v zakonodaji partnerskih držav in verjetno bo preteklo še nekaj časa, preden bosta prešli v splošno rabo. Izraz arheološki park se v različnih državah še naprej uporablja za vse vrste arheoloških prezentacij na prostem (tudi za arheološke muzeje na prostem).

4 Npr. v Italiji je bil izraz arheološki park že uradno definiran v dokumentu ministrstva za kulturo iz leta 1990 ter v nekaterih deželnih zakonih, definicijo pa je vseboval tudi starejši kulturnovarstveni zakon iz leta 1999 (Labruna 2013, 89–90). Trenutno veljavni italijanski »Zakonik o kulturni dediščini in krajini« (Codice 2004, člen 101) arheološki park opredeljuje kot »območje, ki ga zaznamujejo pomembne arheološke ostaline ob soobstoju zgodovinskega, krajinskega ali okoljskega pomena in ki je urejeno kot muzej na prostem«; to pomeni, da obiskovalcem ponuja ustrezna sredstva in orodja za spodbujanje znanja o dediščini (gl. Zanier 2016, 87; Zanier 2017, 40, 43).

Od vseh držav partnerjev projekta ArcheoDanube ima v svoji zakonodaji zgolj Republika Hrvaška definicijo arheološkega parka, in sicer od leta 2020, ko je prišlo do spremembe oziroma dopolnitev področnega kulturnovarstvenega zakona in je bila med drugim dodana definicija arheološkega parka.[5] Gre za definicijo v 6. členu *Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara Republike Hrvatske* (Zakon 2020), ki smo jo prevedli v slovenščino:

»Arheološki park je raziskano, varovano in prezentirano arheološko najdišče ali njegov del, ki vsebuje informativno-didaktične sestavine s prezentacijo in interpretacijo, katerih cilj je povečanje zavedanja o pomembnosti arheološke dediščine.«

Definicija je kratka in jedrnata, povzema najpomembnejše elemente ter jo že uporablja eden izmed partnerjev projekta. Definicije, ki se pojavljajo v dokumentih ICOMOS-a, so v določenih vidikih precej omejujoče, predvsem kar se tiče določitev obsega arheološkega parka in njegovega vplivnega območja. Prav tako so precej bolj kompleksne. V nasprotju s tem se nam je zdela definicija iz hrvaške zakonodaje veliko bolj odprta za več vrst arheoloških najdišč. Upoštevajoč raznolike situacije pri mestnih partnerjih projekta in zgoraj navedene razloge, se nam je zdelo bolj primerno uporabiti definicijo iz hrvaške zakonodaje v obravnavi arheoloških parkov pri projektu ArcheoDanube ter pri vseh njegovih produktih. Definicije in priporočila iz ICOMOS-ovih dokumentov pa so nam služila za določitev glavnih komponent arheološkega parka, ki smo jih definirali v naših projektnih publikacijah (Zanier, Ratej 2021, 153–154; Egri 2021, 7):

Arheološki parki naj vsebujejo:

- *arheološka najdišča* (ali njihove dele), ki so bila znanstveno raziskana (saj zgolj raziskovalna dognanja dajejo osnovo za ustrezno prezentacijo in interpretacijo), so ustrezno varovana in dostopna za javnost;
- *arheološke ostaline* znotraj parka morajo biti vidne ali prikazane na alternativni način;
- prisotne morajo biti informativno-didaktične sestavine *prezentacije in interpretacije* (informativne ali interpretativne table, vodeni ogledi, programi za obiskovalce, delavnice, avdiovodniki …);
- dodatno priporočamo, da ima območje parka skrbno *krajinsko ureditev*, ki bo služila prezentaciji in interpretaciji arheološke dediščine ter bo ponujala možnosti rekreacije in sprostitve.

Upoštevajoč te usmeritve, arheološki parki ne bodo imeli zgolj izobraževalnega namena in ne bodo zgolj ozaveščali o pomenu arheološke dediščine ter njenega ohranjanja, ampak bodo na svojih površinah omogočili tudi rekreacijo in sprostitev ter tako postali še bolj zanimivi tako za lokalno prebivalstvo kot za turiste. Omenjene usmeritve so še toliko pomembnejše za arheološke parke v mestih.

Kljub odprtosti zgoraj navedene definicije arheološkega parka in njenih usmeritev vseh arheoloških najdišč ne bo mogoče označiti ali razviti v arheološki park. Iz tega razloga smo za ta najdišča predlagali izraz »javno dostopna arheološka najdišča« (seveda kadar imajo dejansko urejen javni dostop). Do zmede prihaja tudi pri ločevanju izrazov arheološki park, arheološki muzej na prostem in arheološki tematski park. Poglobljena diskusija o razlikah in podobnostih je že bila izvedena (Breznik 2012, 2014; Zanier, Ratej 2021, 28, 155) ter ni tema tega prispevka.

Arheološki park kot turistična destinacija

Kot izhaja iz vseh omenjenih definicij, je arheološki park v prvi vrsti namenjen javnosti. Za uspešno delovanje mora tako zadovoljiti potrebe lokalne skupnosti kot spodbujati lokalni gospodarski razvoj z vzpostavitvijo celovite turistične destinacije z vsemi potrebnimi storitvami. Vključevanje arheološkega parka v turizem je priporočljivo že v času njegovega nastajanja in ne šele po njegovem oblikovanju. Arheološki parki in druge arheološke destinacije (arheološki muzej, arheološka pot …) so produkt v arheološkem turizmu. Arheološki turizem je del širšega koncepta kulturnega ali dediščinskega turizma in se osredotoča specifično na arheološko dediščino. Ta ima določene posebnosti, ki jo ločijo od drugih kulturnih destinacij:

- Da postanejo arheološke znamenitosti razumljive za povprečnega obiskovalca, potrebujejo obsežnejšo in bolj kvalitetno interpretacijo kot druge kulturne destinacije.
- Arheoloških znamenitosti se drži koncept »ruševin«; tako lahko obsežna rekonstrukcija pri

5 V isti spremembi zakona je bila dodana tudi definicija in okvirna vsebina načrta upravljanja oziroma *plan upravljanja kulturnim dobrom* (in sicer v 76. členu), ki do takrat ni bila zakonsko opredeljena. Gl. Zakon o izmjenama i dopunama 2020.

neinformiranem obiskovalcu privede do zmede in napačnih predstav o preteklosti.

- Povečano število obiskovalcev lahko resno ogrozi ohranjenost arheoloških ostalin, kakršno koli omejevanje obiska pa lahko privede do negativnih odzivov pri obiskovalcih.
- Arheološkim najdiščem grozita ropanje in vandalizem, zato so potrebni sistemi varovanja.
- Arheološka najdišča so pogosteje uporabljena oziroma zlorabljena za politične namene, da se povzdigne pomen preteklosti določenega naroda ali države.

Arheološke znamenitosti, podobno kot druge kulturne atrakcije, same po sebi ne bodo prinašale visokih dobičkov, vendar bodo imele pozitiven vpliv na celotno turistično ponudbo (du Cros, McKercher 2015, 106). Obiskovalci bodo zapravljali predvsem za transport, bivanje, hrano in pijačo ter za druge storitve na destinaciji. Uspešna arheološka znamenitost (slika 1) bo tako imela velik vpliv na lokalno ekonomijo, vendar sama mogoče ne bo deležna ogromnih prihodkov. V tem primeru je še toliko bolj pomemben koncept mreženja, ki vključuje sodelovanje in povezovanje različnih deležnikov.

Za razvoj arheološkega parka v uspešno turistično destinacijo je treba ustrezno načrtovati vse posege in aktivnosti v sklopu načrta, kot je Lokalni Arheološki Načrt, ki ga bomo predstavili v nadaljevanju.

Kaj je Lokalni Arheološki Načrt?

Lokalni Arheološki Načrt (v nadaljevanju: Načrt) je izvirni produkt projekta ArcheoDanube. Namenjen je načrtovanju razvoja in izboljšav v upravljanju lokalne

Slika 1. Pri projektu ArcheoDanube smo pripravili infografe primerov dobrih praks v arheološkem turizmu. Eden vidnejših primerov uspešne arheološke turistične destinacije je rimsko mesto Carnuntum v Spodnji Avstriji (Drda-Kühn 2021, 25).

Figure 1. As part of the ArcheoDanube project we prepared multiple infographs illustrating examples of good practices in archaeological tourism. A good example of a successful archaeological tourism destination is the Roman City of Carnuntum in Lower Austria (Drda-Kühn 2021, 25).

arheološke dediščine. Načrt je v obliki predloge (*template*, gl. prilogo 1), ki jo je mogoče prilagoditi v skladu s potrebami uporabnika. Za pomoč pri pripravi Načrta je bil izdelan obsežen Priročnik za pripravo Lokalnih Arheoloških Načrtov (angl. *Guidebook for designing Local Archeo Plans*: Egri 2021, v nadaljevanju: Priročnik), ki vsebuje podrobna navodila za vsa poglavja Načrta. Oba, tako Načrt kot Priročnik, sta namenjena vsem vrstam uporabnikov, ki želijo izboljšati upravljanje, prepoznavnost, prezentacijo, interpretacijo ali turistično relevantnost svoje arheološke dediščine, in to ne nujno v arheoloških parkih, ampak tudi v drugih prostorskih kontekstih. Prav tako ni nujno pripraviti Načrt samo za že izkopane, vidne arheološke ostaline, lahko ga izdelamo za planiranje posegov prezentacije in interpretacije podpovršinskih ostalin, seveda s pomočjo alternativnih medijev. Pri pripravi priročnika smo imeli v mislih predvsem: predstavnike lokalne samouprave, odgovorne za urbani razvoj, ohranjanje dediščine ali turizem, upravljavce arheoloških najdišč, turistične organizacije in zainteresirano javnost, ki želi prispevati k razvoju svoje lokalne skupnosti. Prav vključevanje vseh teh deležnikov, katerih interesi so pogosto zelo različni, lahko vodi k receptu za uspešno izveden Načrt.

Načrt je oblikovan kot orodje za dolgoročno načrtovanje aktivnosti na določenem arheološkem najdišču oziroma na prostorsko ali tematsko enotnem skupku najdišč, kot so arheološko relevantna območja enega mesta. Zato je zelo pomembno, da v Načrtu definiramo dolgoročno vizijo in cilje razvoja arheološkega najdišča ali skupine najdišč (zaradi enostavnosti v nadaljevanju govorimo o obravnavi posameznega arheološkega najdišča, vključitev več najdišč pa je v sklopu Načrta, kot že rečeno, možna). Potem ko uporabnik definira vizijo, torej kje vidi arheološko najdišče čez 10 ali 20 let, lahko izbere ustrezne cilje, katerih izpolnitev bi lahko privedla do uresničitve te vizije. V Priročniku (Egri 2021, 5–6) smo navedli več možnih ciljev, ki se ponavljajo v različnih poglavjih. Cilji uporabnikov so lahko zelo različni glede na trenutno stanje razvoja in značilnosti lokalnega okolja, zato jih nismo želeli omejevati s točno določenimi usmeritvami. Uporabnik se tako na podlagi svojih ciljev sam odloči, kateremu delu Načrta bo dal prednost in katere dele bo izpustil.

Uporabnik oziroma organizacija, ki se bo odločila za izdelavo Načrta, je v Priročniku (Egri 2021, 7–11) opozorjena, da so za izdelavo določenih vsebin potrebna usklajevanja s soglasjedajalci, pa tudi specifična znanja. Velik poudarek je na oblikovanju ustrezne delovne ekipe, ki bo napisala in uredila načrt, predvidene aktivnosti uskladila s pristojnimi službami in poskrbela za izdajo potrebnih soglasij. Delovna ekipa se deli na jedrno ekipo, ki bo sodelovala od začetka do konca priprave Načrta, pa tudi pri implementaciji njegovih predlogov, in na dodatne strokovnjake, ki bodo sodelovali pri pripravi posameznih vsebin Načrta. Medtem ko je sestava jedrne ekipe v načrtu že določena (vodje projekta, financ in komunikacije ter vsaj en arheolog), imajo uporabniki več možnosti glede izbire dodatnih strokovnjakov. Uporabnik se tako odloča, katera znanja bo potreboval glede na poglavja in vsebine, ki jih bo vključil v Načrt.

V nadaljevanju bomo na kratko predstavili vsebino Načrta.

Vrednotenje in študija izvedljivosti

Vrednotenje lokalne arheološke dediščine (Egri 2021, 12–17) in študija izvedljivosti (Egri 2021, 18–24) sta ključni poglavji pri pripravi vsakega Načrta. Namenjeni sta ugotavljanju pomenov lokalne arheološke dediščine in izvedljivosti vzpostavitve oziroma razvoja arheološkega najdišča v arheološki park.

Vrednotenje lokalne arheološke dediščine je za delovno ekipo ključna prva faza načrtovanja, saj v procesu vrednotenja poglobi svoje razumevanje arheološke dediščine in identificira njene pomene ter potenciale. Glavni cilji vrednotenja so:

- Identificirati glavne značilnosti lokalne arheološke dediščine ter njeno vpetost v urbano krajino;
- Zbrati in povzeti relevantne informacije o stanju raziskanosti in ohranjenosti arheološke dediščine, vključujoč morebitne luknje v znanju;
- Pripraviti začetno oceno o kulturnem, družbenem in ekonomskem pomenu lokalne arheološke dediščine na podlagi specifičnih indikatorjev;
- Prepoznati njen potencial vključitve v kulturni turizem glede na obstoječe lokalne razmere;
- Prepoznati obstoječe zakonske, administrativne, družbene in ekonomske okvire, znotraj katerih bo moral delovati bodoči arheološki park.

Priročnik in Načrt uporabnika vodita skozi proces vrednotenja. Poleg zgoraj naštetih ciljev je pri vrednotenju opozorjeno na določene pomene, ki jih lahko pri načrtovanju izpustimo. Tako je predlagano, da se v procesu vrednotenja upoštevajo tudi: ekološki vplivi in naravno okolje, trenutna uporaba območja arheološke dediščine (s strani različnih deležnikov in javnosti), ekonomske aktivnosti na območju arheološkega najdišča in dostopnost, tako fizična kot intelektualna.

Vrednotenje v Načrtu mora temeljiti na konkretnih, relevantnih in posodobljenih informacijah iz kredibilnih virov. V ta namen morajo poleg jedrne ekipe pri vrednotenju sodelovati tudi drugi strokovnjaki, ki so seznanjeni z lokalno arheološko dediščino. Jezik vrednotenja mora ostati dostopen širši javnosti, ne da bi ogrozili njeno znanstveno kvaliteto.

Naslednja faza v pripravi Načrta je študija izvedljivosti. Njen namen je preučitev izvedljivosti vzpostavitve oziroma razvoja arheološkega parka. Poudarek je na identifikaciji obstoječih sredstev, razvojnih potencialov ter problemov in načinov njihovega reševanja. Na podlagi študije bo nato mogoče prepoznati zakonske, znanstvene, tehnične in finančne zahteve, ki bodo potrebne za vzpostavitev oziroma razvoj arheološkega parka.

V študiji izvedljivosti bo uporabnik odgovarjal na naslednja izbrana vprašanja:

- Ali je vzpostavitev arheološkega parka smiselna oziroma ali so razvoj in izboljšave obstoječega arheološkega parka smiselne?
- Ali obstajajo zadostna finančna in druga sredstva za razvoj ter delovanje arheološkega parka?
- Je lokalna skupnost zainteresirana za vizijo arheološkega parka in ali ima zmožnosti, da jo podpre?
- Ali obstajajo še kateri drugi deležniki, ki bi podprli razvoj arheološkega parka?

Podobno kot faza vrednotenja je tudi študija izvedljivosti zasnovana tako, da uporabnika vodi skozi različne vsebine in vprašanja. Prvi korak je identifikacija zakonskih in administrativnih okvirov, v katerih bo deloval arheološki park: kakšna bo njegova organizacija, kdo bo zanj odgovoren, kdo ga bo financiral, katere zakone in regulacije bo treba pri tem upoštevati … Osnovna dobrina oziroma sredstvo bodočega arheološkega parka je arheološko najdišče, ovrednoteno v prejšnjem poglavju. V študiji izvedljivosti bo treba ugotoviti, katere dele tega arheološkega najdišča bi bilo smiselno razviti v arheološki park in zakaj. Prav tako bo treba upoštevati kriterije, kot so stanje ohranjenosti arheoloških ostalin, posledice vzpostavitve oziroma razvoja, lokalne družbene in ekonomske razmere, obstoječa turistična infrastruktura, stopnja lokalne podpore in dostopnost vseh potrebnih znanj. Pomemben del študije je tudi ocena potrebnih finančnih sredstev in stroškov razvoja arheološkega parka. Ocena bo seveda približna, vendar naj bo hkrati realistična. Če bodo stroški previsoki, bo treba ponovno prevetriti izbor aktivnosti, ki jih želimo izvesti. Priročnik predlaga tudi možnosti zmanjšanja potencialnih stroškov in pridobivanja dodatnih sredstev (pridobivanje sponzorjev, oglaševanje, prostovoljstvo …).

V študiji izvedljivosti je prvič poudarjen pomemben korak pri načrtovanju vseh aktivnosti v okviru Načrta – identifikacija ciljne publike. Vse aktivnosti v povezavi z vzpostavitvijo oziroma razvojem arheološkega parka bodo na koncu služile obiskovalcem. Zato je ključnega pomena, da že zgodaj v načrtovanju prepoznamo ciljne skupine in kategorije obiskovalcev.

Študija izvedljivosti bo postavila temelje in okvire načrtovanja vzpostavitve oziroma razvoja arheološkega parka. Uporabnika bo postavila na realna tla in mu omogočila bolj sorazmerno načrtovanje.

Prezentacija in infrastrukturna ureditev

Osrednji del Načrta obravnava prezentacijo in interpretacijo arheoloških ostalin, infrastrukturno ureditev arheološkega parka, njegovo promocijo in razvoj turizma. Vključuje torej vsa pomembna področja, ki jih je treba upoštevati pri načrtovanju in razvoju arheološkega parka. Uporabnik se lahko sam odloči, katera področja so relevantna za njegov primer.

Preliminarni, a temeljni korak pri načrtovanju vseh omenjenih aktivnosti in vlaganj v arheološki park je preverba podatkov obstoječih prostorskih aktov in planiranje vseh elementov, ki so v domeni prostorskega načrtovanja (Egri 2021, 27–29). Ker gre v tem primeru za kompleksen proces, mora dejavnost izvesti strokovnjak s tega področja. V prostorskih aktih mora biti predvidena ustrezna zaščita arheoloških ostalin, ki mora prednjačiti pred vsemi drugimi ureditvami. A arheološki park je tudi javni prostor,

Slika 2. Primer prezentacije arheoloških ostalin v mestu Trier, Nemčija. Medtem ko so arheološke ostaline zaščitene z minimalnimi posegi konsolidacije, je za obiskovalca pripravljena inovativna polprozorna tabla s prikazom 3D rekonstrukcije prostora, kot je bil videti v času uporabe (foto: R. Ratej, 2022, avtorja prezentacije: GDKE Trier in Dießenbacher Informationsmedien).

Figure 2. Example of an innovative archaeological presentation in the city of Trier, Germany. While the original remains are protected and consolidated, the visitor can still experience the archaeological heritage with the help of a see-through panel with a depiction of the area as it looked in the Roman era (photo: R. Ratej, 2022, authors of the presentation: GDKE Trier and Dießenbacher Informationsmedien).

ki mu je treba določiti namensko rabo. V primeru arheološkega parka je najboljša možnost ločene zaključene celote s svojim vplivnim območjem. Če to ni izvedljivo, je druga najboljša možnost povezovanje z odprtimi zelenimi površinami in parki, namenjenimi rekreaciji. Na splošno je mogoče prezentacijo arheoloških ostalin povezati z objekti različne namembnosti, kot so javni trgi, prizorišča za dogodke in komercialni prostori, seveda če je mogoče zagotoviti varstvo in javno korist dediščine ter spoštovati kulturne vrednote območja. Upoštevati je treba tudi dostop do prometnih povezav, javnega prevoza, druge javne infrastrukture ter inštalacij. Kvalitetna vključitev arheološkega parka v prostorsko načrtovanje bo zagotovila njegovo dolgoročno zaščito in možnosti nadaljnjega razvoja.

Ključen del vsakega arheološkega parka so njegove arheološke ostaline in načini njihove prezentacije. V Priročniku (Egri 2021, 29–39) so zato predstavljeni različni načini *in situ* prezentacij arheoloških ostalin, njihove prednosti ter slabosti (konservacija, minimalno dopolnjevanje originalne substance za potrebe utrjevanja, zaščite in odvodnjavanja, rekonstrukcija, anastiloza, translokacija, dopolnjevanje prikaza odkritih arheoloških ostalin z alternativnimi elementi, prikaz podpovršinskih arheoloških ostalin z alternativnimi elementi in svetlobnimi projekcijami). Arheološke ostaline je praviloma zahtevno prezentirati *in situ*, sploh če so na prostem. Za njihovo zaščito so pogosto potrebne dodatne strukture, katerih postavitev in vzdrževanje sta draga. Najboljša zaščita arheoloških ostalin je njihova ohranitev pod zemljo, ki pa omejuje razvoj arheološkega parka kot edinstvenega prostora za neposredno doživljanje arheološke dediščine. Po drugi strani imamo dandanes na razpolago številne druge oblike prezentacije in interpretacije (gl. spodaj: *Interpretacija in promocija*), ki so lahko z vidika vzdrževanja manj zahtevne in jih je dobro vključiti kot podporne elemente, tudi kadar je *in situ* prezentacija možna (slika 2). Odločitev arheološke ostaline prezentirati *in situ* predhodno sprejme odgovorna služba za varstvo kulturne dediščine (v Sloveniji Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije). V okviru Načrta uporabnik torej

Slika 3. Primer uspešne krajinske ureditve v Arheološkem parku Xanten, Nemčija. Poti potekajo na mestu nekdanjih cest skozi rimsko mesto. Drevesa označujejo mejo s pozidanim prostorom (foto: M. Manske, 2005, vir: Splet 2).

Figure 3. Example of successful landscaping in the Xanten Archaeological Park, Germany. The paths follow the grid of the Roman roads. Trees delimitate the border between the former roads and the buildings (photo: M. Manske, 2005, source: Web 2).

definira način prezentacije arheoloških ostalin v skladu s smernicami odgovorne službe, medtem ko bo za izvedbo konservatorsko-restavratorskih del potrebna dodatna dokumentacija.

Da bo lahko arheološki park deloval kot zaključena celota, je poleg prezentacije arheoloških ostalin potrebna ustrezna infrastruktura. Načrt torej obravnava tudi sisteme nadzora, krajinsko ureditev in infrastrukturo za obiskovalce (Egri 2021, 40–44). Prezentirane arheološke ostaline je treba pogosto zaščititi s posebnimi sistemi nadzora, ki bodo preprečili vandalizem, ropanje in druge neprimerne dejavnosti obiskovalcev. Hkrati pa lahko omogočijo pridobivanje koristnih podatkov, kot je število obiskovalcev. Priporočeni so različni sistemi, od ograj do videokamer. Ker je arheološki park pogosto tudi park in se uporablja kot parkovna površina, je krajinska ureditev nujen del oblikovanja arheološkega parka. Ta lahko obravnava notranjo razporeditev posameznih elementov ter način, kako so obiskovalci vodeni skozi park. Njena glavna vloga je območje arheološkega parka oblikovati tako, da je arheološka dediščina jasno označena in prepoznavna ter da je zagotovljeno udobje obiskovalca. Temu mora biti namenjena tudi infrastruktura v parku. Dostop do parka mora biti zagotovljen z javnim prometom oziroma ob parku mora biti zadovoljivo število

parkirnih mest. Vhod v park mora biti jasno označen in viden. Poleg vhoda ali ob vstopu morajo biti na voljo sanitarije. Zelo pomembna je smiselna zasnova poti (slika 3). V parku ne smejo manjkati koši za smeti, priporočeni pa so tudi pitniki. Vso ureditev, tako krajinsko kot infrastrukturno, je treba redno vzdrževati in posodabljati. Zadovoljstvo obiskovalcev se namreč zrcali skozi njihov občutek udobja. Vse ureditve morajo biti tako naravnane k zagotavljanju dostopnosti ter povečanju zadovoljstva in sproščenosti obiskovalca, seveda ob upoštevanju varstva arheoloških ostalin.

Interpretacija in promocija

Načrtovanje interpretacije, ki je najpogosteje razumljeno kot proces prevajanja strokovnih informacij v vsakdanji jezik (Veverka 2011), je obravnavano kot eden ključnih elementov vsake ureditve arheološkega parka. Arheološke ostaline so le manjši del nekdanje preteklosti. Arheološke raziskave razkrivajo preteklost, nekdanje skupnosti in posameznike ter njihove zgodbe. Interpretacija arheološke dediščine »prevede« ugotovitve iz strokovnih publikacij v sporočila, zgodbe in rekonstrukcije preteklosti, ki so razumljive za najširšo javnost. Obiskovalcem prikaže tisto, česar ne morejo videti, ampak si morajo predstavljati (slika 4 in 5). Če poenostavimo, arheološke ostaline so brez interpretacije le »kupi kamenja«, ki v povprečnem obiskovalcu ne vzbudijo čustvenega odziva.

V Priročniku (Egri 2021, 45–68) je interpretacija dediščine utemeljena v posebnem načrtu interpretacije, ki je lahko del Lokalnega Arheološkega Načrta. Za načrtovanje interpretacije so predlagani naslednji koraki, ki so prilagojeni po nasvetih iz raznih priročnikov in publikacij (Carter 2001; Chesapeake Bay Office 2010; Veverka 2011; Failte Ireland 2011; Canal & River Trust 2014):

- Kdo bo načrtoval interpretacijo?
- Katero najdišče bo del interpretacije?
- Kateri so cilji? Kaj bo glavna tema? Kdo je tarča interpretacije?
- Katere interpretativne medije boste uporabili?
- Kako boste izvedli interpretacijo?
- Kako boste ocenili in spremenili interpretacijo?

Glavni namen načrtovanja interpretacije je izbira ustreznih interpretativnih medijev (osebnih in neosebnih). Ti so v Priročniku podrobno predstavljeni, navedene so njihove prednosti in slabosti ter predlagane smernice za izvedbo. Velik poudarek je na analizi obiskovalcev in izbiri interpretativnega medija glede na njihove značilnosti. Vsa načrtovanja in ureditve so namreč namenjene obiskovalcem, zato je treba pred izvedbo razumeti njihove značilnosti.

Podobno velja za načrtovanje komunikacije in promocije (Egri 2021, 75–86). To namreč sledi istim načelom, ki veljajo tudi za interpretacijo. Namen komunikacije in promocije arheološke dediščine je v privabljanju in ozaveščanju potencialnih obiskovalcev. Koraki načrtovanja komunikacije in promocije sledijo istim načelom kot koraki v načrtovanju interpretacije. Uporabnik Priročnika lahko tako izvede iste korake za oblikovanje različnih segmentov Načrta in si s tem olajša proces načrtovanja.

Komercialne storitve

Obiskovalci bodo v arheološki park prišli v prostem času in bodo verjetno pripravljeni zapravljati za določene storitve. Zato smo se v posebnem poglavju (Egri 2021, 69–74) posvetili raznim komercialnim storitvam, ki jih lahko upravljavci vključijo v svoj arheološki park. Za nekatere so potrebne dodatne investicije (trgovina s spominki, gostilniška ponudba …), medtem ko je treba pri drugih nuditi le ustrezen prostor za dejavnosti (festivali, igre, uprizoritve in razstave). Vse te storitve so namenjene pridobivanju dodatnih sredstev, ki jih lahko park nato porabi za npr. konservatorske in restavratorske posege.

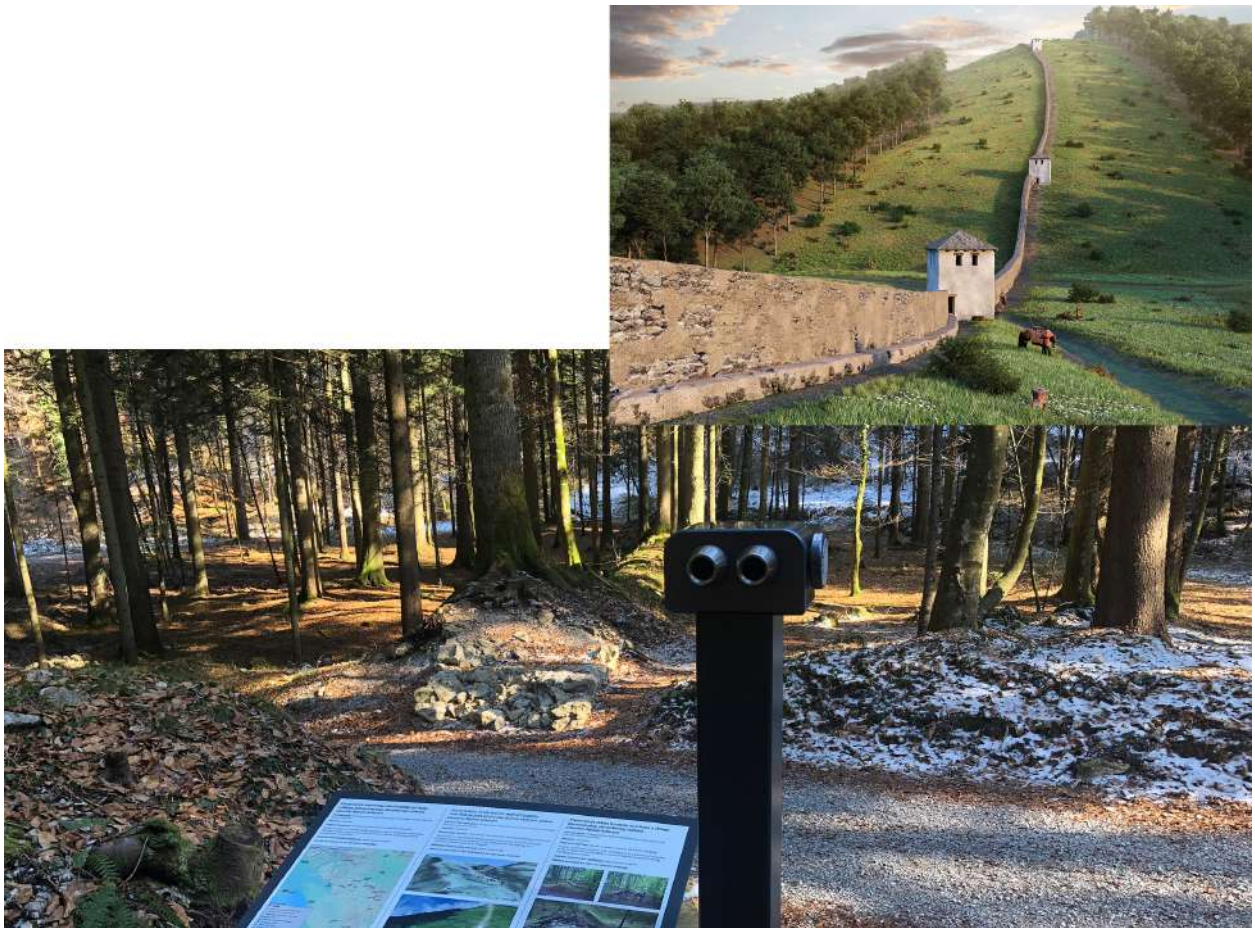
Opozorili smo tudi na alternativne možnosti financiranja, ki so po navadi povezane z neko vrsto storitve reklame, kot so donacije za posebne projekte, »posvojitve« posameznih arheoloških ostalin za potrebe konservatorsko-restavratorskih posegov, sponzorstva in oglaševanje. Če so te storitve izvedene z okusom in ne motijo ambienta arheološkega najdišča, so lahko odličen vir dodatnih sredstev.

Mreženje in sodelovanje s turistično industrijo

Mreženje in povezovanje z deležniki je prav tako pomemben del razvoja arheološkega parka (Egri 2021, 87–92). Mreže oziroma *networks* so mehka oblika sodelovanja med različnimi partnerji, ki lahko v primeru arheološkega parka vključujejo njegove upravljavce, turistične organizacije, muzeje in druge kulturne institucije, podjetja in zainteresirane posameznike. Takšna oblika

sodelovanja se razvije zaradi skupne podpore in koristi ter je lahko predvidena tudi v okviru Načrta. Posamezna arheološka najdišča lahko že sama po sebi privabijo obiskovalce in so ključna za razvoj turizma. Pogosto pa je vsota več znamenitosti veliko bolj atraktivna, sploh če jih je mogoče povezati s skupno temo. V tem primeru predlagamo oblikovanje kulturnih poti. Načrtovanje je lahko prilagojeno poti na manjšem območju, najbolje v historičnem mestnem jedru, kjer so znamenitosti razmeroma blizu in jih je mogoče obiskati peš.

Posebno podpoglavje (Egri 2021, 93–98) je namenjeno sodelovanju s turistično industrijo. V njem so na kratko predstavljeni koncept arheološkega turizma, katerega specifike smo že predstavili, iskanje ravnovesja med varovanjem in prezentacijo, dejavniki za trajnostni in uspešen arheološki turizem, nasveti za implementacijo in načrtovanje, ekonomske prednosti arheološkega turizma ter vključevanje v lokalni razvoj. Vključevanje v arheološki turizem je podrobneje obravnavano v posebnem priročniku (*E-Handbook for the management of enhancement projects on urban archaeological sites. Integration with a sustainable tourism*), ki je izšel leta 2022 (Egri 2022).



Slika 4. Dober interpretativni medij pomaga razumeti arheološke ostaline. Interpretativna tabla in arheostereoskop pred ostanki zapornega zidu obrambnegasistema Claustra Alpium Iuliarum na lokaciji Gradišče pri Robu (foto: T. Senica, 2019) ter 3D rekonstrukcija, vidna iz arheostereoskopa (izdelava: Link3D, 2019).

Figure 4. Good interpretive media improve the understanding of archaeological remains. One such example is an interpretive panel and a stereoscope in front of the remains of the Claustra Alpium Iuliarum barrier wall at Gradišče near Rob (photo: T. Senica, 2019) with its 3D reconstruction (made by: Link3D, 2019).

Raziskave

Še posebej pomembno je področje znanstvenih raziskav, ki jih je treba prav tako predvideti v okviru Načrta (Egri 2021, 99). Tu ne mislimo samo na arheološke raziskave. Te bodo seveda ključne za pridobivanje novih podatkov o arheološki dediščini, torej za njeno interpretacijo in za vse povezane produkte. Pomembno je dodati, da tudi druga področja delovanja arheoloških parkov zahtevajo znanstveni, raziskovalni pristop, npr. pri konservatorskih vprašanjih, pri kvantitativni in kvalitativni analizi obiska, pri gospodarskih projekcijah itd. Cilj raziskav je zapolniti vse vrzeli, ki ovirajo ustrezno načrtovanje, izvedbo in ocenjevanje željenih dejavnosti v arheološkem parku. Zato jih je nujno potrebno uskladiti z drugimi načrtovanimi aktivnostmi.

Implementacija

Na podlagi vsebin, ki si jih je uporabnik izbral kot del svojega Načrta, nato načrtuje izvedbo vseh posameznih aktivnosti, ki so potrebne za doseganje ciljev, ter določi potrebe vzdrževanja arheološkega parka, monitoring in proces evalvacije opravljenih aktivnosti (gl. prilogo 1). Implementacijo načrtujemo in spremljamo v posebni tabeli. Tabelo aktivnosti lahko pripravimo v Excelu in dopolnimo s finančnimi ocenami; tako jo lahko hkrati uporabljamo kot finančni načrt. Za lažje načrtovanje aktivnosti lahko najprej določimo šestmesečna ali enoletna izvedbena obdobja in aktivnosti ustrezno sortiramo po obdobjih. Za vsako aktivnost je treba določiti oznako, kratek opis, nosilca aktivnosti (oziroma osebo ali ustanovo, odgovorno za izvedbo aktivnosti, ter morebitne sodelujoče izvajalce ali partnerje), predviden strošek izvedbe, vire financiranja in načrtovan čas izvedbe. Ob vsaki aktivnosti naknadno (po predvidenem času izvedbe) beležimo, ali je bila dejansko izvedena ali ne (in zakaj ne). Aktivnosti, povezane z vzdrževanjem arheološkega parka, so lahko del ločene tabele ter se nanašajo na vsakodnevna opravila in izboljšave.

V Priročniku (Egri 2021, 103–105) so navedeni nasveti glede vzpostavitve organizacijske strukture arheološkega parka. Ta bi se lahko okvirno delila na administrativni del (vodstvo, finance, komunikacije, vzdrževanje parkovne opreme in čistoče …), konservatorsko dejavnost in prezentacijo (konservacija, konservatorsko vzdrževanje, konservatorski monitoring, prezentacija, interpretacija, raziskave) ter dodatne storitve (parkirišče, trgovina, gostinska ponudba …).

Da pa bi arheološki park deloval uspešno in dosegal cilje, zastavljene v Načrtu, je potrebno izvajanje monitoringa. Ta naj bi služil spremljanju in analizi podatkov o stanju arheološkega parka in njegovem upravljanju. Predloga za monitoring v Načrtu je bila prilagojena smernicam, ki se uporabljajo za UNESCO-vo svetovno dediščino. V predlogi je treba definirati področje, ki je predmet monitoringa, merljive kazalnike, metode, odgovorne osebe za spremljanje in analizo podatkov ter čas izvedbe. Poleg monitoringa Načrt svetuje občasno evalvacijo doseženih ciljev ali izvedenih aktivnosti, torej ali so bile načrtovane aktivnosti uspešno izvedene ali potrebujejo izboljšave. Sprotna evalvacija aktivnosti, sploh tistih, povezanih z interpretacijo, bo omogočala uvedbo izboljšav in sprememb, ki bodo koristile predvsem obiskovalcu arheološkega parka.

Primerjava z obstoječimi vzorci za pripravo podobnih načrtov v Sloveniji in drugje

Lokalni Arheološki Načrt torej ponuja veliko možnosti izbire ter vsebuje priporočila, ki jih najdemo tudi v drugih podobnih načrtih. Načrt pokriva različne vsebine, ki so pogosto del upravljavskih načrtov ali samostojnih načrtov (npr. načrt interpretacije). Uporabnik lahko tako Lokalni Arheološki Načrt dopolni s pomočjo obstoječih načrtov, najprej pripravi Lokalni Arheološki Načrt ali več komplementarnih načrtov. Kot bomo videli, se vsebine Lokalnega Arheološkega Načrta pogosto prekrivajo z vsebinami upravljavskih načrtov, posebej tistih, ki se osredotočajo na kulturno dediščino. Kljub temu, da je bila izdelava načrta sprva mišljena zgolj za partnerje projekta ArcheoDanube, ni razloga, da se ne bi načrt uporabljal za razvoj arheoloških parkov zunaj partnerstva.

Podobni načrti v Sloveniji

V Sloveniji še ni bil izdelan predlog načrta, ki bi ga uporabili samo za upravljanje z arheološko dediščino. To je deloma povezano z majhnim številom investicij v razvoj arheoloških destinacij ter deloma s sistemom varovanja kulturne dediščine, ki daje prednost financiranju in upravljanju posameznih spomenikov. Arheološka dediščina nekega mesta je redko zavarovana zgolj v okviru enega spomenika, temveč je pogosteje razdrobljena

na več spomenikov in registriranih arheoloških najdišč. Lokalni Arheološki Načrt lahko obsega več kot eno zavarovano enoto, ne glede na to ali je spomenik ali zgolj registrirana dediščina.

V zadnjem desetletju se je, predvsem zahvaljujoč evropskim projektom, število investicij v arheološke destinacije nekoliko povečalo, vendar arheološki parki in najdišča v turistični ponudbi pogosto še vedno igrajo sekundarno vlogo. Prav tako so bili v preteklosti projekti prezentacije arheološke dediščine sicer izpeljani do konca, le redko pa je bilo poskrbljeno za njihovo dolgoročno upravljanje (Pirkovič 2018, 73).

Pomembna arheološka najdišča so v Sloveniji v skladu z Zakonom o varstvu kulturne dediščine (ZVKD 2008; v nadaljevanju: ZVKD-1) pogosto zavarovana kot kulturni spomenik. V 59. členu ZVKD-1 je določeno, da se upravljanje spomenika ali spomeniškega območja izvaja na podlagi načrta upravljanja. Arheološki spomeniki so v tem primeru obravnavani enako kot spomeniki drugih zvrsti kulturne dediščine. V 60. členu je načrt upravljanja podrobneje opredeljen, tudi z zahtevami o njegovi vsebini:

- pregled kulturnih vrednot, ki jih je treba posebej ohranjati in razvijati,
- vizija varstva in razvoja,
- strateški in izvedbeni cilji upravljanja,
- določbe, ki se nanašajo na upravljavsko strukturo in ukrepe za varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami,
- načrt dejavnosti s finančnim okvirom, še posebej za zagotavljanje dostopnosti in upravljanje obiska,
- kazalniki in način spremljanja izvajanja ter
- rok veljavnosti načrta, način dopolnjevanja in spreminjanja načrta.

Načrt upravljanja pripravi upravljavec ob strokovni pomoči ZVKDS in sprejme organ, ki je sprejel akt o razglasitvi spomenika (občina ali država). Ker vsebina takšnega načrta upravljanja ni podrobneje določena s podzakonskimi ali drugimi akti, so bila v sklopu projekta PArSJAD oblikovana teoretska izhodišča za načrt upravljanja spomenikov (Plestenjak, Stokin, Zanier 2014). Ta izhodišča so bila uporabljena za pripravo načrtov upravljanja za arheološka najdišča Divje babe (Jerončič 2022), Kaštelir (Koprivec 2019), Simonov zaliv (že v dveh različicah: Lazar, Zanier 2012, 2014), Emona (MGML 2013), Mošnje (Lux 2013) in Hrušica (Breznik, Kusetič 2013) ter, v čezmejni zasnovi, za slovenske in hrvaške lokacije obrambnega sistema *Claustra Alpium Iuliarum* (Zanier, Višnjić, Pirkovič 2015).

V teoretskih izhodiščih (Plestenjak, Stokin, Zanier 2014) so definirani naslednji osnovni pojmi:

- *Kaj je načrt upravljanja?* Načrt upravljanja spomenika ali dediščine je dokument, ki sistematično obravnava in opredeljuje elemente upravljanja: opisuje bistvene lastnosti dediščine, ki je predmet načrta upravljanja, jasno definira cilje upravljanja ter opredeljuje naloge in postopke, povezane z ohranjanjem dediščine.
- *Komu je namenjen?* Primarno je namenjen lastniku oziroma upravljavcu spomenika kot orodje planiranja, ki omogoča učinkovito sprejemanje odločitev o upravljanju spomenika.
- *Kdaj ga je treba izdelati?* Predvsem kadar so na območju spomenika predvidene spremembe, ki lahko vplivajo na vrednote spomenika. Lahko je pogoj za pridobivanje soglasja za posege v spomenik ali temeljni dokument pri prijavah za različna sofinanciranja ter za uvrstitev na UNESCO seznam svetovne dediščine.
- *Kako poteka izdelava načrta?* Priporočamo pripravo načrta v petih korakih: 1. Razumevanje spomenika, 2. Razumevanje pomena, 3. Identifikacija ranljivosti in ogroženosti, 4. Razvoj konservatorskih smernic in 5. Priprava in izvajanje izvedbenega načrta.
- *Kakšna je struktura načrta?* Pripravljena je bila osnovna shema načrta z vprašanji, ki upravljavca vodijo skozi pripravo načrta.

Načrt upravljanja ni edini načrt, ki je predviden v ZVKD-1. Konservatorski načrt je elaborat, ki je del projektne dokumentacije, s katerim določimo sestavine spomenika, ki jih je treba ohraniti, ter usmeritve za ohranitev in varovanje spomenika (ZVKD-1, 15. točka 3. člena). Za namen njegove priprave je bil sprejet *Pravilnik o konservatorskem načrtu* (Pravilnik 2009). V njem so določeni vsebina in obseg konservatorskega načrta, priloge,

izdelovalci načrta, revizija in potrditev načrta. Prav tako sta bila pripravljena *Enotna metodologija za izdelavo konservatorskega načrta* (Zupančič, Kavčič, Deanovič 2007) in obsežen obrazec, v sklopu katerega pripravimo načrt. Konservatorski načrt je po obliki in vsebini primernejši bolj za obravnavo stavbne kot arheološke dediščine. ZVKD-1 tako predvideva dva dokumenta, konservatorski načrt in načrt upravljanja, ki sta zakonsko določena pri načrtovanju posegov na spomeniku, oziroma v našem primeru pri razvoju arheološkega najdišča v arheološki park. Vsebinsko se načrta v določeni meri prekrivata (Plestenjak, Stokin, Zanier 2014, 166), zato lahko pri njuni izdelavi določene analize (npr. razumevanje spomenika in njegovih vrednot) opravimo za oba dokumenta. Manjši poudarek je na interpretaciji dediščine, promociji ter vključevanju v turizem. To so področja, za katera pogosto pripravimo ločene načrte. Večina vsebin obeh načrtov iz ZVKD-1 je vključena tudi v Lokalni Arheološki Načrt (preglednica 1). Ta pa vsebuje tudi velik delež priporočil in predlogov za vsebine, ki so v omenjenih načrtih pomanjkljivo obravnavane (npr. interpretacija in komunikacija arheološke dediščine, turistični razvoj in vključevanje deležnikov).

Podobni načrti iz tujine

Upravljanje kulturne dediščine je prišlo v veljavo predvsem zaradi pogojev za vpis spomenikov ali spomeniških območij na UNESCO seznam svetovne dediščine. Prvič je bila ta zahteva postavljena leta 1978, torej približno 6 let po sprejetju *Konvencije o varstvu svetovne kulturne in naravne dediščine* (UNESCO 1972). Takrat vsebina načrta upravljanja še ni bila definirana in šele leta 1993 je UNESCO, s pomočjo ICOMOS-a in ICCROM-a, pripravil posebne usmeritve glede upravljanja s svetovno dediščino (Feilden, Jokiletho 1998). To je bila prva publikacija v seriji, ki se ukvarja s specifičnimi vidiki upravljanja s kulturno dediščino na seznamu svetovne dediščine. V nadaljevanju je bilo izdanih več publikacij, ki so obravnavale različne aspekte upravljanja s svetovno kulturno dediščino. Posebno publikacijo (*Management Manual for World Heritage Archaeological Sites and Monuments*), ki naj bi jo pripravil ICOMOS, naj bi dobila tudi arheološka dediščina. Delo na publikaciji se je začelo leta 2002 s srečanjem strokovnjakov na tridnevni delavnici v Kibbutz Ma'agan, Izrael. Na tem sestanku je bila določena struktura publikacije, v nadaljevanju pa se je delo ustavilo zaradi finančnih razlogov (Cleere 2010, 6). Publikacija do danes (2022) še ni izšla. V njenem duhu pa so nastale že prej omenjene smernice *Salalah guidelines for the management of public archaeological sites* (ICOMOS 2017, 3).

Cleere (2010) v svojem članku predstavi glavne ugotovitve s sestanka leta 2002 v Ma'aganu ter predlaga strukturo načrta upravljanja arheološke dediščine. Priporočila so splošne narave, vendar prilagojena specifikam arheološke dediščine. Za načrtovanje upravljanja definira naslednje točke, ki jih je treba upoštevati na začetku procesa:

- Identifikacija ključnih odločevalcev
- Definicija ciljev
- Določitev časovnice izvedbe, vključno s potencialnimi ovirami in omejitvami
- Dogovor o postopkih konzultacij, evalvacij …
- Definicija časovnih omejitev (na kratki rok, na dolgi rok, revizija)
- Določitev finančnih zmožnosti.

Na podlagi določitve teh točk naj bi nastal oris načrta za bodoče aktivnosti. Pri tem so po navadi največje omejitve razpoložljiva finančna sredstva, zato priporoča pripravo več alternativnih načrtov. V nadaljevanju poda podrobna priporočila o vsebini dokumenta, ki jih tu povzemamo le na kratko:

- Določitev delovne skupine in participacija javnosti (delovno skupino naj podpre skupina deležnikov z različnimi interesi)
- Vrednotenje najdišča
- Stanje konservacije in restavracije, rekonstrukcije
- Monitoring in vzdrževanje
- Prezentacija in interpretacija
- Turizem in infrastruktura za obiskovalce
- Proces evalvacije
- Načrt aktivnosti (časovnica izvedbe).

Vsebina in predlogi njegovega načrta upravljanja, ki je sicer namenjen arheološkim najdiščem na UNESCO-vem seznamu svetovne dediščine, se v veliki meri ujemajo z vsebino Lokalnega Arheološkega Načrta.

Salalah guidelines for the management of public archaeological sites (ICOMOS 2017) je najnovejši dokument

ICOMOS-a na temo upravljanja arheološke dediščine. Kot smo že omenili, gre za nadaljevanje usmeritev, ki so bile leta 2002 sprejete v Ma'aganu, ter priporočil oziroma *Draft Recommendations of the First International Conference of ICOMOS on Archaeological Parks and Sites* (ICOMOS 2015), pripravljenih na konferenci ICOMOS v Salalah leta 2015.

Končni dokument smernic (ICOMOS 2017) je kratek, obsega zgolj 7 strani, in ni primerljiv z drugimi priročniki na temo upravljanja kulturne dediščine. To tudi ni njegov namen, saj se osredotoča na podajanje usmeritev izključno za arheološka najdišča, odprta za javnost, s poudarkom na tistih, ki so na seznamu svetovne dediščine ali želijo biti nanj vpisana. V nadaljevanju bomo na kratko predstavili usmeritve in predloge, ki so zajeti v dokumentu:

1. Načrtovanje upravljanja vključuje:

- Popis in evalvacijo obstoječih virov: kulturni in naravni viri, infrastruktura, tradicionalna raba prostora
- Vzpostavitev mej najdišča in con upravljanja
- Oceno in študijo vplivov na okolje
- Načrt monitoringa
- Načrt arheoloških raziskav
- Načrt interpretacije
- Upravljavske objekte
- Načrt osebja
- Načrt vključevanja skupnosti
- Generalni načrt upravljanja.

2. Implementaciji upravljanja sledijo:

- Monitoring
- Transparentno vodenje
- Mreženje (*networking*).

Zanimivo je, da smernice izpustijo nekaj ključnih točk, ki jih vsebujejo drugi podobni načrti. V *Salalah Guidelines* (ICOMOS 2017) tako nista problematizirani ustanovitev delovne skupine in definicija ciljev ter vizije. Vključen pa je predlog za izvedbo ocene in študije vplivov na okolje, ki ga ni v nobenem drugem priporočilu. Velik poudarek je na vzpostavitvi mej najdišča in con upravljanja, torej na prostorskem načrtovanju, kar je v drugih načrtih prav tako redko izpostavljeno. Usmeritve torej zajamejo nekaj ključnih točk, medtem ko so izpuščeni predlogi, ki

Določila v 60. členu ZVKD-1 glede vsebine načrta upravljanja / ***Requirements mentioned in article 60 of the ZVKD-1 act concerning the content of a management plan***	**Lokalni Arheološki Načrt /** ***Local Archaeological Plan***
pregled kulturnih vrednot, ki jih je posebej treba ohranjati in razvijati / *overview of the cultural values that must be preserved and developed*	2. Poglavje / *Chapter*
vizijo varstva in razvoja / *vision of protection and development*	1. Poglavje / *Chapter*
strateške in izvedbene cilje upravljanja / *strategic and operational management goals*	1. Poglavje / *Chapter*
določbe, ki se nanašajo na upravljavsko strukturo in ukrepe za varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami / *provisions concerning the management structure and measures for protection against natural and other disasters*	5. Poglavje / *Chapter*
načrt dejavnosti s finančnim okvirom, še posebej za zagotavljanje dostopnosti in upravljanje obiska / *activity plan with financial assessment, especially for ensuring accessibility and visit management*	5. Poglavje / *Chapter*
kazalnike in način spremljanja izvajanja / *indicators and method of monitoring implementation*	5. Poglavje / *Chapter*
rok veljavnosti načrta, način dopolnjevanja in spreminjanja načrta / *validity period of the plan, method of supplementing and changing the plan*	1. in 5. Poglavje / *1. and 5. Chapter*

Preglednica 1. Ujemanje vsebine Lokalnega Arheološkega Načrta z določili iz ZVKD-1 glede načrta upravljanja.

Table 1. Matching contents of the Local Archaeological Plan with the requirements concerning management plans in the Slovenian *Cultural Heritage Protection Act* (ZVKD-1).

so osnova za druge načrte. Njihov namen je tako veliko bolj v predlaganju usmeritev za razvoj in identifikacijo uspešnih sistemov upravljanja (ICOMOS 2017, 3) kot v podajanju predlogov za strukturo in vsebino enotnega načrta upravljanja.

Na temo upravljanja vseh zvrsti kulturne dediščine obstaja še veliko drugih priročnikov in publikacij (Feilden, Jokilehto 1998; Pedersen 2002; Leask, Fyall 2006; Ringbeck 2008; UNESCO 2013; Egloff 2019). Večinoma se osredotočajo na kulturno dediščino, ki je že vpisana na seznam svetovne dediščine ali si vpis želi doseči. To je pogojeno z dejstvom, da je treba za vso svetovno dediščino pripraviti načrt upravljanja (*The Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention*: UNESCO 2021, 34). Naj omenimo zgolj priročnik *Managing Cultural World Heritage* (UNESCO 2013), zadnjo publikacijo, ki jo je UNESCO pripravil na temo upravljanja kulturne dediščine. Priročnik je napisan za kulturno dediščino na seznamu svetovne dediščine ter se zato osredotoča na dolžnosti, ki jih tak vpis zahteva (npr. ohranjanje izjemne univerzalne vrednosti / *Outstanding Universal Value*). S tega vidika je priročnik manj uporaben za »običajno« kulturno dediščino in še posebej arheološka najdišča, ki ne stremijo k vpisu na seznam svetovne dediščine.

Zaključek

Lokalni Arheološki Načrt je izvirni produkt projekta ArcheoDanube, namenjen razvoju arheoloških parkov in drugih oblik prezentacij arheoloških najdišč. Priročnik za pripravo Lokalnih Arheoloških Načrtov vsebinsko pokriva vse vidike razvoja arheološkega parka ali drugih arheološko relevantnih območij. V primerjavi s podobnimi načrti iz Slovenije in tujine (preglednica 2) je Lokalni Arheološki Načrt namenjen zgolj arheološki dediščini, precej manj uporaben pa je za druge zvrsti kulturne dediščine. Lokalni Arheološki Načrt je tako v svojih določilih in usmeritvah veliko bolj specifičen. Menimo, da je zato veliko bolj uporaben za razvoj arheoloških parkov in drugih oblik prezentacij arheoloških najdišč kot primerljivi načrti. Po vsebini se najbolj ujema z načrtom, ki ga je predlagal Cleere (2010). Ta je namreč sledil usmeritvam za publikacijo *Management Manual for World Heritage Archaeological Sites and Monuments*, ki ni bila nikoli izdana. Vendar Lokalni Arheološki Načrt in njegov Priročnik nista nadomestilo za takšno publikacijo, saj ne upoštevata zahtev upravljanja s svetovno dediščino. Lokalni Arheološki Načrt lahko uporabimo za katera koli arheološka najdišča, ki nimajo nujno velikega pomena v univerzalnem smislu, a so lahko zelo pomembna za lokalno okolje. Priročnik je napisan dovolj splošno in tako, da je lahko uporaben za širok spekter arheoloških najdišč iz različnih obdobij in območij. Prav tako ni nujno, da so arheološke ostaline omenjenih najdišč vidne oziroma izkopane; Načrt lahko uporabimo za planiranje posegov prezentacije in interpretacije z alternativnimi mediji. Dodano vrednost mu daje možnost uporabe samo določenih delov Načrta, ki jih uporabnik potrebuje za razvoj arheološkega najdišča v arheološki park ali za prezentacijo in interpretacijo podpovršinskih arheoloških ostalin, ki je lahko le dodatek v prostoru z drugačno namembnostjo. Temu lahko tudi prilagodi priloženo predlogo, ki je osnova za vsak Lokalni Arheološki Načrt. Takšna predloga uporabniku omogoča enostavno uporabo pri snovanju načrta ter mu že predlaga osnovno strukturo, ki jo lahko skrajša in dopolnjuje po želji. Prilagodljivost Lokalnega Arheološkega Načrta je po našem mnenju njegova največja prednost pred podobnimi načrti. Fleksibilna struktura se nam zdi še posebej primerna za skupno valorizacijo velikega števila arheoloških ostalin, odkritih v posegih urbane arheologije, ki imajo na različnih mestih različen potencial in možnosti razvoja, enkrat kot arheološki park, drugič le kot virtualna arheološka točka v prostoru.

V okviru projekta ArcheoDanube bo leta 2022 pripravljenih 10 Lokalnih Arheoloških Načrtov. Iz prve roke bomo izvedeli, kako načrt deluje, kaj bi bilo treba spremeniti in kateri deli so odveč. Načrte bodo pripravili partnerji projekta in jih uporabili za izpeljavo svojih pilotnih aktivnosti. Verjamemo, da se bo Lokalni Arheološki Načrt do konca projekta izkazal kot uporabno orodje za razvoj arheoloških parkov in drugih arheoloških najdišč zlasti v urbanem okolju.

Vsebina / *Contents*	**Načrti / *Plans***					
	Priročnik Archeo Danube / *Archeo Danube Guidebook*	**Priročniki in predloge iz Slovenije / *Guidebooks and templates from Slovenia***		**Priročniki in predloge iz tujine / *International guidebooks and templates***		
	Lokalni Arheološki Načrt / *Local Archaeological Plan* (Egri 2021)	Konservatorski načrt / *Conservation plan* (Zupančič, Kavčič, Deanović 2007)	Načrt upravljanja / *Management plan* (Plestenjak, Stokin, Zanier 2014)	Načrt upravljanja za arheološka najdišča / *Management plan for archaeological sites (Cleere 2010)*	Smernice za upravljanje javnih arheoloških najdišč / *Guidelines for the Management of Public Archaeological Sites (ICOMOS 2017)*	Priročnik za upravljanje Svetovne kulturne dediščine / *Managing Cultural World Heritage: Resource manual (UNESCO 2013)*
Avtorstvo in potrebna znanja (delovna skupina) / *Authorship and competences (work team)*	×	×	×	×		×
Cilji in vizija / *Objectives and vision*	×	×	×	×		×
Identifikacija in vključevanje deležnikov / *Identification and inclusion of stakeholders*	×			×	×	×
Razumevanje arh. najdišča in njegovih vrednot / *Assessment of the arch. site and its values*	×	×	×	×	×	×
Določitev območja v prostorskem načrtovanju / *Inclusion of the site into spatial planning*	×				×	
Zgodovinski pregled dosedanjih del / *Historical review of previous work*	×	×	×	×		×
Ocena ogroženosti in ranljivosti / *Threat and vulnerability assessment*		×	×	×		×
Ocena vpliva na okolje / *Environmental impact assessment*			×		×	
Študija izvedljivosti / *Feasibility study*	×					
Strategija konserviranja in restavriranja / *Conservation and restoration strategy*		×	×	×		×
Načrtovanje storitev in infrastrukture za obiskovalce / *Planning of visitor services and infrastructure*	×		×	×		
Načrtovanje prezentacije in interpretacije / *Presentation and interpretation planning*	×		×	×	×	
Načrtovanje upravljanja / *Management planning*	×		×	×	×	×
Načrtovanje raziskav / *Research planning*	×		×	×	×	
Vključevanje v turizem / *Inclusion into tourism*	×			×		
Monitoring in evalvacija / *Monitoring and evaluation*	×		×	×	×	×
Načrt aktivnosti oz. implementacije / *Action i.e. implementation plan*	×		×	×		×
Finančni načrt / *Financial plan*	×		×	×	×	

Preglednica 2. Primerjava vsebine Lokalnega Arheološkega Načrta in zgoraj omenjenih priročnikov.

Table 2. Comparison between the contents of the Local Archaeological Plan and of different plans mentioned in the text.

Literatura / References

BAUGHER, S., D. R. APPLER, W. MOSS (ur. / ed.) 2017, *Urban Archaeology, Municipal Government and Local Planning: Preserving Heritage Within the Commonwealth of Nations and the United States*. – Cham, Springer.

BIDDLE, M. 1988, *Approaches to Urban Archaeology*. – Edinburgh, Edinburgh University Press.

BIDDLE, M., D. HUDSON 1973, *The future of London's past: a survey of the archaeological implications of planning and development in the nation's capital*. – Worcester, Rescue.

BREZNIK, A. 2012, *Upravljanje arheološkega parka v RS* (Neobjavljena doktorska disertacija / Unpublished doctoral dissertation, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede). – Ljubljana.

BREZNIK, A. 2014, *Management of an archaeological park*. – Ljubljana, Narodni muzej Slovenije.

BREZNIK, A., J. KUSETIČ 2013, *Načrt upravljanja za arheološki park Hrušica* (Podkraj – Arheološko najdišče Hrušica-Ad Pirum, EŠD 535) (Neobjavljen elaborat / Unpublished report,, Narodni muzej Slovenije). – Ljubljana.

CANAL & RIVER TRUST 2014, *Delivering interpretation: Waterway projects*. – Milton Keynes, Canal & River Trust.

CARTER, J. (ur. / ed.) 2001 (2. izd. / ed.), *A Sense of Place: An Interpretive Planning Handbook*. – Scottish Interpretation Network. http://portal.uni-freiburg.de/interpreteurope/service/publications/recommended-publications/carter_sense-of-place.pdf.

CHESAPEAKE BAY OFFICE 2010: *Interpretative planning tools for Heritage Areas, Historic Trails and Gateways*. National Park Service. https://www.nps.gov/subjects/heritageareas/upload/Interp-Planning-Toolkit-for-Heritage-Areas-Historic-Trails-and-Gateways-2.pdf.

CLEERE, H. 2010, Management Plans for Archaeological Sites: A World Heritage Template. – *Conservation and Management of Archaeological sites* 12 (1), 4–12.

CODICE 2004: *Codice dei beni culturali e del paesaggio*, Gazzetta Ufficiale 45 del 24 febbraio 2004, s.o. n. 28.

COUNCIL OF EUROPE 1999, *Report on the situation of urban archaeology in Europe*. – Strasbourg, Council of Europe Publications.

DRDA-KÜHN, K. (ur. / ed.) 2021, *The ArcheoDanube strategy for successful archaeological tourism – lessons learned from European good practices*. https://www.zvkds.si/sites/www.zvkds.si/files/u5/archeodanube_wpt2.1_good_practices_report_final.pdf.

du CROS, H., B. McKERCHER 2015, *Cultural Tourism*. – Abingdon, Oxon, Routledge.

EGLOFF, J. B. 2019, *Archaeological Heritage Conservation and Management*. – Oxford, Archaeopress Publishing.

EGRI, M. (ur. / ed.) 2021, *Guidebook for designing Local Archeo Plans*. – Cluj-Napoca, Mega Publishing House. https://www.zvkds.si/sites/www.zvkds.si/files/u5/guidebook_for_designing_laps.pdf.

EGRI, M. (ur. / ed.) 2022, *E-Handbook for the management of enhancement projects on urban archaeological sites. Integration with a sustainable tourism*. – Cluj-Napoca, Mega Publishing House.

FAILTE IRELAND 2011, *Sharing our Stories: Using interpretation to improve visitor experience at heritage sites*. https://www.failteireland.ie/FailteIreland/media/WebsiteStructure/Documents/2_Develop_Your_Business/3_Marketing_Toolkit/5_Cultural_Tourism/Heritage_Interpretation_Manual.pdf.

FEILDEN, M. B., J. JOKILEHTO 1998, *Management Guidelines for World Heritage Sites*. – Roma, ICCROM.

GELICHI, S. 1999, Archeologia urbana: programmazione della ricerca e della tutela. – V / In: Alberti, A., Gelichi, S., Librenti, M. (ur. / eds.), *Cesena: la memoria del passato. Archeologia urbana e valutazione dei depositi*. – Firenze, All'Insegna del Giglio, 9–20.

ICOMOS 2015, *Draft Recommendations of the First International Conference of ICOMOS on Archaeological Parks and Sites*. https://whc.unesco.org/en/news/1256.

ICOMOS 2017, *Salalah Guidelines for the Management of Public Archaeological Sites*. http://icahm.icomos.org/wp-content/uploads/2018/07/GA2017_6-3-3_Salalah-Guidelines_EN_adopted-15122017.pdf.

JERONČIČ, J. 2022, *Načrt upravljanja arheološkega parka Divje babe*. – Cerkno, LTO Laufar Cerkno. https://www.visitcerkno.si/wp-content/uploads/2022/02/nacrt-upravljanja-arheoloskega-parka-divje-babe-23-2.pdf.

JURAK, A. 2020, *Interpretacija arheološke dediščine in situ na primeru arheoloških območij Poštela pri Mariboru in Cvinger pri Dolenjskih Toplicah* (Neobjavljeno magistrsko delo / Unpublished dissertation, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta). – Ljubljana.

KOPRIVEC, L. 2019, *Upravljavski načrt za naselbino Kaštelir pri Kortah. Spomenik Korte – Arheološko najdišče Kaštelir pri* Čedljah *(EŠD: 7238)*. – Izola, Občina Izola. http://46.101.236.219/izola/priponke/OS8-10R-320705-2.pdf.

LABRUNA, M. C. 2013, Didattica e fruizione. – V / In: Branciforti, M. G. (ur. / ed.), *Il teatro greco romano di Catania e gli spettacoli nell'antichità*. – Palermo, Assessorato dei Beni Culturali e dell'Identità Siciliana, Dipartimento dei Beni Culturali e dell'Identità Siciliana, 89–93.

LAZAR, I., K. ZANIER 2012, *Načrt upravljanja za arheološki park Simonov zaliv (2012–2016) EŠD 195. 1* (Neobjavljen elaborat / Unpublished report, Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Inštitut za dediščino Sredozemlja). – Piran.

LAZAR, I., K. ZANIER 2014, *Načrt upravljanja za arheološki park Simonov zaliv (2012–2016 ter usmeritve 2016–2021) EŠD 195. 1/2* (Neobjavljen elaborat / Unpublished report, Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Inštitut za dediščino Sredozemlja). – Piran.

LEASK, A., A. FYALL 2006, *Managing World Heritage Sites*. – London, Routledge.

LUX, J. 2013, *Načrt upravljanja arheološkega parka Mošnje (Mošnje – Arheološko najdišče Pod cesto, EŠD 10036)* (Neobjavljen elaborat / Unpublished report, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Območna enota Kranj). – Kranj.

MGML 2013, *Načrt upravljanja arheološkega parka Emona.* – Ljubljana, Mestna občina Ljubljana. https://www.ljubljana.si/assets/Seje/15463/17.-toka---nart-upravljanja-arheoloki-park.pdf.

O'KEEFFE, T. 2014, Urban Archaeology. – V / In: Smith, C. (ur. / ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology*. – New York, Springer, 10898–10900.

PEDERSEN, A. 2002, *Managing Tourism at World Heritage Sites: a Practical Manual for World Heritage Managers*. – UNESCO. https://whc.unesco.org/uploads/activities/documents/activity-113-2.pdf.

PIRKOVIČ, J. 2018, Uvod v sistematiko upravljanja arheološke dediščine. – *Varstvo spomenikov* 50, 69–97.

PLESTENJAK, A., M. STOKIN, K. ZANIER 2014, Teoretska izhodišča za izdelavo načrta upravljanja kulturnih spomenikov. – *Varstvo spomenikov* 47–48, 162–185.

PRAVILNIK 2009: *Pravilnik o konservatorskem načrtu*, Uradni list RS, št. 66/09.

RINGBECK, B. 2008, *Management Plans for World Heritage Sites: a practical guide*. – Bonn, German Commission for UNESCO.

UNESCO 1972, *Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*. http://whc.unesco.org/archive/convention-en.pdf.

UNESCO 2013, *Managing Cultural World Heritage: Resource manual*. https://whc.unesco.org/en/managing-cultural-world-heritage/.

UNESCO 2021, *Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention*. https://whc.unesco.org/en/guidelines/.

VEVERKA, J. 2011, *Interpretative Master Planning: Philosophy, Theory and Practice*. – Edinburgh, MuseumEtc.

ZAKON 2020: *Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara*, Narodne novine Republike Hrvatske, broj 69/99, 151/03, 157/03, 100/04, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 98/15, 44/17, 90/18, 32/20, 62/20, 117/21. https://www.zakon.hr/z/340/Zakon-o-za%C5%A1titi-i-o%C4%8Duvanju-kulturnih-dobara.

ZAKON O IZMJENAMA I DOPUNAMA 2020: *Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara*, Narodne novine Republike Hrvatske, broj 62/2020. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_05_62_1236.html.

ZANIER, K. 2016, The Accessibility, Use, Fruition and Enrichment of Immobile Cultural Heritage: A Review of Legislation in Slovenia, Croatia and Italy = Dostopnost, Uporaba, Uživanje in Obogatitev Nepremične Kulturne Dediščine. – V / In: Lazar, I. (ur. / ed.), *AS – Arheologija Za vse: Oživljanje Arheološkega Parka Simonov Zaliv*. – Koper, Založba Univerze na Primorskem, 78–102.

ZANIER, K. 2017, The Accessibility, Use, Fruition and Enrichment of Immobile Cultural Heritage: A Review of Legislation in Slovenia, Croatia and Italy. – *Studia Universitatis Hereditati* 5 (1), 29–47. https://dx.doi.org/10.26493/2350-5443.5(1)29-47.

ZANIER, K., R. RATEJ (ur. / eds.) 2021, *Baseline study of the ArcheoDanube project*. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije. https://www.zvkds.si/sites/www.zvkds.si/files/u5/archeodanube_baseline_study.pdf.

ZANIER, K., J. VIŠNJIĆ, J. PIRKOVIČ 2015, *Claustra Alpium Iuliarum: Načrt upravljanja (2015–2020)* (Neobjavljen elaborat / Unpublished report, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Hrvatski restauratorski zavod). – Ljubljana, Zagreb.

ZUPANČIČ, M., M. KAVČIČ, D. DEANOVIČ 2007, *Enotna metodologija za izdelavo konservatorskega načrta*. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

ZVKD 2008: *Zakon o varstvu kulturne dediščine* (ZVKD-1), Uradni list RS, št. 16/08, 123/08, 8/11 – ORZVKD39, 90/12, 111/13, 32/16 in 21/18 – ZNOrg.

Spletna vira / Web sources

SPLET 1 / WEB 1: https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/archeodanube (22. 7. 2022).

SPLET 2 / WEB 2: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Path_(1)_(archaeological_park_Xanten,_Germany,_2005-04-23).jpg.

Public Urban Archaeology: Archaeological Parks and Local Archaeological Plans

(Summary)

The paper presents some definitions and tools developed as part of the ArcheoDanube project (DTB413). The project is financed by the European Union (ERDF, ENI, and IPA funds) in the frame of the Interreg Danube Transnational Programme. The contribution, as well as the project, connects the fields of urban archaeology, public archaeology, management of archaeological sites, and archaeological tourism. In doing so, of course, we come across basic concepts, some of which are still lacking clear definitions. This applies especially to the term "archaeological park", which has several uses. After reviewing various definitions in recent international doctrinal documents, based on the definition in the Croatian legislation, we propose to define archaeological park as follows: "An archaeological park is a researched, protected, and presented archaeological site or its part, that includes informative and didactic components of presentation and interpretation in order to raise awareness of the importance of archaeological heritage."

In the following we discuss the specifics of archaeological tourism. Archaeological parks represent an important component in its development. Archaeological sites have attracted visitors since the early days of archaeology. Over time, some became major tourism attractions (Figure 1). Archaeological tourism is part of the broader concept of cultural tourism and focuses specifically on archaeological heritage. It also has certain peculiarities that distinguish it from other cultural destinations. In order to be comprehensible to the average visitor, archaeological attractions need a more extensive and high-quality interpretation than other cultural destinations. Archaeological sites adhere to the concept of "ruins", and any reconstruction can be misleading or lead to confusion for the uninformed visitor. An increased number of visitors can seriously threaten the preservation of archaeological remains (however, any restriction of visits can lead to negative reactions from visitors). Looting and vandalism represent frequent threats for archaeological sites, so security systems are very much needed. Moreover, archaeological sites are sometimes misused for political purposes.

Afterwards, we discuss the main topic of the paper: the Local Archaeological Plan, which is one of the main products of the ArcheoDanube project. The Local Archaeological Plan represents a new, broader form of management plan (Table 1), specially designed for the specific situation of archaeological remains. Unlike conventional management plans for monuments or monumental areas, a Local Archaeological Plan can be prepared for wider areas, e.g. a city, and offers us the possibility of dealing with the archaeological remains of different areas, with various solutions for presentation and interpretation (Figures 2–4), in the frame of a common outline. Users are provided with a template (Appendix 1) and a guidebook explaining all possible contents of the plan. Users can freely adapt the template and adopt only those parts needed for their specific situation.

Unlike similar plans from Slovenia and abroad, the Local Archaeological Plan is intended only for archaeological heritage. We believe that it is therefore much more useful for the development of archaeological parks and other forms of presentation of archaeological sites than comparable plans. In terms of content (Table 2), it most closely matches the plan proposed by Cleere (2010), which is mainly aimed at World Heritage Archaeological Sites and Monuments. In contrast, the Local Archaeological Plan can be used for any archaeological sites that do not necessarily have outstanding universal value, but may be of great importance to the local community. The plan can be used for a wide range of archaeological sites from different periods and areas. It is also not necessary that the archaeological remains of the mentioned sites are visible or excavated; the plan can also be used to define presentation and interpretation interventions with alternative media for unexcavated remains. The flexibility of the Local Archaeological Plan is, in our opinion, its greatest advantage over other similar plans. The flexible structure seems to us to be particularly suitable for the common valorisation of a large number of archaeological remains discovered during urban archaeology interventions and which have different potential and development possibilities in different places, sometimes as an archaeological park, sometimes only as a virtual archaeological point in the contemporary urban space. We believe that the Local Archaeological Plan will prove to be a useful tool for the development of archaeological parks and other archaeological sites, especially in the urban environment.

Priloga 1 / Appendix 1

Interreg
Danube Transnational Programme
ARCHEODANUBE

LOKALNI ARHEOLOŠKI NAČRT

institucija, upravljavec, naročnik ali investitor:

.....
ime in naslov institucije, upravljavca, naročnika ali investitorja

arheološko najdišče, park ali skupina najdišč:

.....
ime arheološkega najdišča, parka ali skupine najdišč

EŠD arheološkega najdišča ali skupine najdišč:

.....

urednik:

.....
ime in priimek, naziv, podpis in žig

vodja projekta:

.....
ime in priimek, naziv, podpis in žig

številka Lokalnega Arheološkega Načrta, kraj in datum izdaje

.....
(številka 1/1 za prvo izdajo načrta, številka 1/2 za posodobljeno različico prve izdaje, številka 2/1 za drugo izdajo …)

Logotipi

NAVODILA:

V Lokalnem Arheološkem Načrtu (v nadaljevanju: Načrt) lahko načrtujemo aktivnosti, potrebne za vzpostavitev novega ali dodaten razvoj obstoječega arheološkega parka ali za približanje javnosti arheološkega najdišča ali skupine najdišč, ki niso arheološki parki.

Predloga (*template*) načrta je bila pripravljena skupaj s Priročnikom (*Guidebook for designing Local Arheo Plans*). Priročnik vsebuje obrazložitve in dodatne nasvete glede poglavij v tej predlogi.

Uporabniki lahko med predlaganimi poglavji izbirajo glede na lastno situacijo. Za pripravo načrta tako ni treba izpolniti vseh poglavij, ampak zgolj tista, ki so v skladu z vizijo razvoja.

Pri pripravi je mogoče prilagoditi nekatere definicije v načrtu (npr. če izbrana lokacija ni arheološki park, ampak nekaj drugega, lahko uporabnik prilagodi besedišče načrta. Pri tem mora biti pazljiv, da je v načrtu konsistenten).

V pomoč uporabnikom smo vključili namige in vprašanja, obarvana sivo, ki služijo kot dodatna navodila pri iskanju ustreznih rešitev. Vprašanja in namigi so mišljeni samo kot izhodišče ter ne pokrivajo vseh vidikov razvoja arheološkega parka. Potem ko boste definirali in obrazložili svoje rešitve, lahko izbrišete omenjene namige in vprašanja.

Če boste v načrtu uporabljali okrajšave, jih na koncu načrta obrazložite v obliki seznama. Če je potrebno, lahko vključite tudi geslovnik.

Interreg
Danube Transnational Programme
ARCHEODANUBE

VSEBINA *Prilagoditi glede na izbrana poglavja*		
Številka	*Naslov*	*Stran*
	Delovna ekipa	
	Osnovne informacije o najdišču	
1	Uvod: Razlogi za pripravo, vizija in cilji načrta	
2	Vrednotenje lokalne arheološke dediščine	
3	Študija izvedljivosti	
4	Lokalni Arheološki Načrt	
5	Implementacija in vzdrževanje	
6	Viri in literatura	
7	Priloge	

DELOVNA EKIPA		
Urednik dokumenta	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Jedrna delovna ekipa		
Vodja projekta	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Finančnik	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Vodja komunikacije	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Odgovorni arheolog	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Dodatni strokovnjaki in specialisti *Prilagoditi glede na izbrane vsebine in potrebne specialiste*		
Arheolog	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Konservator	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Konservator restavrator	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Arhitekt	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Krajinski arhitekt	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Urbanist	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Gradbenik	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Strokovnjak za interpretacijo dediščine	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*

Strokovnjak za turizem	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Strokovnjak za komunikacijo in marketing	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
…….. (drugi strokovnjaki in specialisti)	*ime in priimek, naziv, ustanova*	*podpis*
Številka Lokalnega Arheološkega Načrta:		
Kraj in datum izdaje:		

OSNOVNE INFORMACIJE O ARHEOLOŠKEM NAJDIŠČU *Če Načrt obravnava skupino najdišč, pripraviti tabelo za vsako enoto posebej.*	
Ime najdišč(a):	
EŠD:	
Kraj:	
Regija:	
Država:	
Zemljišče:	*katastrske številke, katastrska občina*
Lastnik(i) zemljišča:	
Upravljavec:	
Investitor(ji):	
Odgovorna območna enota ZVKDS:	
Odgovorni muzej:	

Interreg
Danube Transnational Programme
ARCHEODANUBE

1 UVOD: RAZLOGI ZA PRIPRAVO, VIZIJA IN CILJI NAČRTA

Obrazložite razloge za pripravo načrta in cilje, ki jih želite doseči.

RAZLOGI so lahko npr.:
- Dolgoročna strategija upravljanja
- Načrtovanje novih del/izboljšav
- Priprava projektne prijave
- Izboljšanje fizičnega dostopa
- Načrtovanje konserviranja in restavriranja
- Načrtovanje upravljanja in vzdrževanja
- Izobraževanje osebja
- Razvoj novih pristopov za vključevanje lokalne skupnosti
- Načrtovanje aktivnosti za izobraževanje skupnosti o pomenu arheološke dediščine
- Strategija za razvoj občinstva

Definirajte svojo VIZIJO za najdišče v eni ali več povedih.

CILJI za doseganje vaše vizije so lahko npr.:
- Povečati število obiskovalcev
- UNESCO kandidatura
- Sodelovanje z lokalno skupnostjo
- Povečati ozaveščenost o pomembnosti najdišča
- Povečati ozaveščenost o pomenu ohranjanja najdišča
- Povečati ugled dediščinskih institucij v lokalni skupnosti
- Povečati sodelovanje med lokalno skupnostjo in dediščinskimi institucijami
- Izboljšati znanje o dediščini v lokalni skupnosti
- Izboljšati privlačnost najdišča za potencialne investitorje
- Promocija najdišča za domače in mednarodne turiste

2 VREDNOTENJE LOKALNE ARHEOLOŠKE DEDIŠČINE

2.1 Identifikacija lokalne arheološke dediščine in njenega sistema varovanja

Vrsta obravnavanega arheološkega najdišča
Npr.: naselbina, grobišče, utrdba, gradbišče, *villa rustica* …; vključite kratek opis vrste najdišča.

Vrsta obravnavanih arheoloških ostalin
- Nepremične arheološke ostaline – strukture: npr. stavbe, delavnice, mostovi, ceste … (vključite kratek opis)
- Premične arheološke ostaline – artefakti: npr. kipi, orodja, keramične posode, orožje (vključite kratek opis)
- Druga najdišča: npr. rudniki, jame (vključite kratek opis)

Prostorski obseg arheološkega najdišča
- Ali so ostaline arheološkega najdišča na enem območju ali na več ločenih območjih in ali so znotraj ali zunaj mesta?
- Kakšna je skupna velikost območij, kjer so arheološke ostaline, vključujoč tako izkopane kot neizkopane predele?
- Ali so potrebne dodatne raziskave za določitev prostorskega obsega arheološkega najdišča?
- Kolikšen del skupne površine arheološkega najdišča bo vključen v obravnavani arheološki park?
- Ali že obstaja topografski ali ortofoto načrt najdišča?

Datacija arheološkega najdišča
Ali arheološke ostaline pripadajo zgolj enemu obdobju ali več obdobjem? Katerim? Je kronologija arheološkega najdišča jasna?

Status raziskanosti arheološkega najdišča
- Je najdišče raziskano v celoti ali zgolj delno?
- Je bila arheološka raziskava preventivne ali sistematične narave?
- So raziskave zaključene ali še potekajo?
- Ali bo treba območje bodočega arheološkega parka še dodatno raziskati?
- So raziskane ostaline še vidne ali že zakopane?
- Katera institucija je bila odgovorna za arheološke raziskave?
- Katera institucija hrani dokumentacijo o teh raziskavah?
- Ali so rezultati arheoloških raziskav objavljeni?
- Katera institucija hrani arheološke najdbe?

Ohranjenost arheoloških ostalin in njihova prezentacija

- Kakšen je status ohranjenosti arheoloških ostalin? Vključite kratek opis za vse vrste ostalin.
- Ali so arheološke ostaline že prezentirane za javnost? Če so, na kakšen način?
- Ali obstaja lokalni arheološki muzej ali druga vrsta javne zbirke?
- Kolikšen del arheološkega najdišča oziroma njegovih ostalin je konserviran in restavriran za namen javnega dostopa? Kolikšen del vključuje interpretacijo za javnost?
- Ali trenutno poteka projekt restavracije in/ali prezentacije arheoloških ostalin? Je takšen projekt načrtovan? Če je, kolikšen del najdišča bo restavriran oziroma prezentiran?

2.2 Kulturni in drugi pomen lokalne arheološke dediščine

Kulturni, arheološki, zgodovinski in umetniški pomen arheoloških ostalin

Vključite seznam argumentov/razlogov na podlagi naslednjih vrednostnih kriterijev:

- Stopnja znanstvene relevantnosti (lokalne, regionalne, mednarodne) in edinstvenosti;
- Celovitost ohranjenih arheoloških, zgodovinskih in umetnostnih informacij;
- Trenutna stopnja ohranjenosti in potencial za izboljšave;
- Sposobnost posredovanja koherentnega zgodovinskega, kulturnega ali umetniškega sporočila;
- Znanstveno-raziskovalni potencial.

Ekološki pomen arheološkega najdišča

Vključite seznam argumentov/razlogov na podlagi naslednjih vrednostnih kriterijev:

- Trenutna ekološka situacija in njen vpliv na arheološke ostaline;
- Stopnja vključitve v lokalna naravna okolja in odnos z naravnimi parki/rezervati (če obstaja);
- Obstoječa ali že načrtovana krajinska ureditev;
- Stopnja skladnosti z lokalnimi, regionalnimi ali državnimi zelenimi politikami (če obstajajo).

2.3 Družbeni in ekonomski pomen lokalne arheološke dediščine

Sledeča vprašalnika vam bosta pomagala ugotoviti, kako različni deležniki uporabljajo ali dojemajo območja, kjer so arheološke ostaline. Lahko ju prilagodite, da se bosta ujemala z vašo lokalno situacijo. Podatke lahko pridobite iz obstoječih ekonomskih, turističnih, družbenih ali demografskih statistik, prostorskih načrtov in drugih poročil lokalnih institucij ter organizacij.

Vrsta aktivnosti, ki se odvijajo na območju arheoloških ostalin	Ja	Ne	Stalna	Občasna/Sezonska
Bivanje				
Promet				
Kmetijske dejavnosti				
Druge ekonomske aktivnosti				
Turistične aktivnosti				
Rekreacijske aktivnosti				
Kulturne aktivnosti				
Izobraževalne aktivnosti				
Verske aktivnosti				
Druge javne aktivnosti				
...				

Vrste ekonomskih aktivnosti	Stalne	Občasne / sezonske	Organizatorji
Razstave			
Trgovinice s spominki			

Vodeni ogledi			
Uprizoritveni festivali (reenactment)			
Festivali tradicionalnih obrti			
Koncerti			
...			

2.4 Dostopnost arheološkega najdišča

Fizična dostopnost
Vključite seznam argumentov/razlogov na podlagi naslednjih vrednostnih kriterijev:

- Prisotnost ograjenih/zagrajenih območij;
- Dostop za pešce, kolesarje in motorni promet;
- Dostop za ljudi s težavami z mobilnostjo, sluhom in vidom;
- Povezanost z javnim prometom;
- Prisotnost osvetljave in varnostnih sistemov;
- Prisotnost območij počitka, ki vključujejo smetnjake, toalete, klopi, vodnjake s pitno vodo itd.;
- Prisotnost polnilnih postaj za mobilne naprave in električne avtomobile;
- Sistem pobiranja vstopnic.

Informacijska dostopnost
Vključite seznam argumentov/razlogov na podlagi naslednjih vrednostnih kriterijev:

- Prisotnost natisnjenih interpretativnih medijev (posterjev, napisov, vodnikov, zemljevidov itd.) v različnih jezikih;
- Omrežni signal, dostop do brezplačnega Wi-fi omrežja;
- Razpoložljivost uradne spletne strani v različnih jezikih;
- Razpoložljivost drugih digitalnih virov informacij, kot so mobilne aplikacije, QR kode, avdiovodniki v različnih jezikih …;
- Razpoložljivost vodnikov in vodenih ogledov po najdišču;
- Prisotnost muzeja oziroma razstave na najdišču.

2.5 Obstoječa zakonska in administrativna podlaga za arheološki park

Cilj je identificirati naslednje:

- Obstoječe lastnike zemljišč;
- Institucijo, odgovorno za administracijo in upravljanje (če obstaja);
- Upravljavsko strukturo (če obstaja);
- Obstoječ proračun (če obstaja) in vire financiranja;
- Vključitev v lokalne, regijske ali državne načrte/strategije varovanja, promocije in valorizacije arheološke dediščine, tudi programe kulturnega turizma (če obstajajo);
- Stopnjo integracije v obstoječe turistične in kulturne povezave;
- Uporabo arheološkega najdišča ali katerega izmed njegovih delov/elementov za marketing/blagovno znamko s strani lokalne skupnosti ali podjetja.

3 ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI

3.1 Identifikacija zakonskih in administrativnih okvirov

Oblika organizacije (pravna oseba)
Možnosti:

- (Javni) zavod;
- Gospodarska družba;
- Del obstoječe kulturne institucije (npr. muzeja);
- Neprofitna organizacija.

Zakonska podlaga za organizacijo
Upoštevati je treba:
- Državno poslovno zakonodajo in regulacije (odvisno od oblike organizacije);
- Državno in evropsko zakonodajo ter listine o ohranjanju, varovanju in valorizaciji arheološke dediščine;
- Okoljsko zakonodajo in regulacije.

Zakonski in administrativni okviri
Upoštevati je treba:
- Lokalne prostorske načrte;
- Regulacije v zvezi z gradbeno zakonodajo;
- Lokalni, regijski ali državni načrt za razvoj kulturnega turizma (če obstaja);
- Lastništvo in druge pravice, povezane z arheološkim najdiščem.

3.2 Izvedljivost vzpostavitve, razvoja in upravljanja arheološkega parka

Značilnosti arheološkega najdišča ali njegovega dela, ki se bo razvilo v arheološki park
Ugotoviti je treba:
- Stanje ohranjenosti;
- Vpliv (pozitivni ali negativni) načrtovanih posegov in aktivnosti;
- Lokalne družbene in ekonomske razmere in potencial;
- Obstoječe turistične organizacije in infrastrukturo;
- Stopnjo lokalne podpore za vašo vizijo.

Obstoječa in potrebna znanja za načrtovanje in implementacijo Načrta
Glede na cilje Načrta je treba identificirati vsa specialistična znanja za njegovo oblikovanje in implementacijo.

Potrebne aktivnosti
Glede na cilje vašega Načrta je treba navesti vse aktivnosti, ki bodo potrebne za načrtovanje in implementacijo, vključujoč:
- Konservatorska in restavratorska dela;
- Aktivnosti, povezane s prezentacijo in interpretacijo arheološke dediščine;
- Dela, povezana z infrastrukturo arheološkega parka;
- Druge aktivnosti.

Časovnica
Zgoraj navedena dela je treba umestiti v podrobno časovnico. Upoštevati moramo obstoječe stanje, finančno podporo in potrebna znanja.

Ekonomski, družbeni in kulturni vpliv
Ugotoviti je treba:
- Stopnjo zanimanja in podpore za vizijo Načrta v okviru lokalne skupnosti, v poslovni sferi in pri turistični industriji;
- Obstoječe lokalne in regionalne kulturno-turistične destinacije ter možnosti povezovanja;
- Podporo lokalne oblasti za oblikovanje arheološkega parka, njegovo odprtje in vzdrževanje;
- Sposobnost trženja arheološkega parka v obstoječem ekonomskem in družbenem okolju; sposobnost arheološkega parka, da prispeva k ekonomski vrednosti organizacije in njenih partnerjev.

3.3 Ocenjeni stroški implementacije in vzdrževanja ter možnosti financiranja

Stroški načrtovanja in implementacije
S pomočjo seznama obveznih del ocenite stroške implementacije Načrta:
- Osebje;
- Oprema in potrošni material;
- Dela, povezana z infrastrukturo in krajinsko ureditvijo;
- Dovoljenja in licence;
- Zunanji izvajalci;
- Medijske kampanje in drugi javni dogodki.

Načini zmanjšanja stroškov:
- Davčne olajšave (glede na vrsto organizacije);
- Sponzorji (monetarni ali materialni);
- Vključevanje prostovoljnega dela.

Možnosti dodatnega financiranja
Glede na lokalne značilnosti in vrsto organizacije:
- Direktna sredstva s strani lokalne uprave v obliki letnega proračuna ali določenih subvencij;
- Sredstva oziroma subvencije iz državnega proračuna;

- Državna ali mednarodna donacija na podlagi zmage na odprtem tekmovanju;
- Sporazumi v sodelovanju z raziskovalnimi, izobraževalnimi ali razvojnimi institucijami;
- Sponzorstvo javne ali zasebne organizacije;
- Posebni dogodki za zbiranje sredstev (*fundraising*);
- Vstopnine in pristojbine za različne ponudbe v arheološkem parku (npr. vodeni ogledi); možno šele po vzpostavitvi arheološkega parka;
- Drugi dobički: plačane aktivnosti, prodaja knjig in spominkov, prodaja hrane in pijače, blagovna znamka, oglaševanje itd.

Sistem vstopnic
Oblikovanje sistema vstopnic se mora prilagoditi lokalnim značilnostim in ciljem Načrta.

- Osnovne vstopnice;
- Znižane vstopnice;
- Družinske in skupinske vstopnice;
- Vstopnice za posebne dogodke;
- Dnevne vstopnice (v sodelovanju s partnerji arheološkega parka);
- Letne vstopnice;
- Kulturne prepustnice (v sodelovanju s partnerji arheološkega parka).

Identifikacija ciljne publike in njenih pričakovanj

Za prepoznavanje ciljne publike lahko uporabite več različnih metod. Najpogostejše so:

- Vprašalniki;
- Javne delavnice in predavanja;
- Dogodki;
- Medijske kampanje.

4 LOKALNI ARHEOLOŠKI NAČRT

4.1 Integracija s prostorskim načrtovanjem

Situacija arheološkega najdišča v prostorskem načrtovanju

- Ali je arheološko najdišče, ki ga želite razviti v arheološki park, ustrezno definirano v prostorskih načrtih? Kako bi lahko bilo varovanje in ohranjanje arheološkega najdišča v prostorskih načrtih izboljšano?

Ali ima vaše arheološko najdišče vplivno območje oziroma *buffer* cono? Ali je vplivno območje ustrezno definirano v obstoječih prostorskih načrtih? Ali vaše arheološko najdišče trenutno nima vplivnega območja ali ga potrebuje? Kako bi ga prostorsko opredelili, da bi zagotovili vizualno in urbano celovitost ter izboljšali uporabo arheološkega najdišča?

- Kako je vaše arheološko najdišče povezano z drugimi predeli mesta? Ali je dostopnost do arheološkega najdišča v prostorskih načrtih ustrezno obravnavana? Kako bi lahko izboljšali fizično dostopnost do arheološkega najdišča v okviru prostorskega načrtovanja?
- Ali ima območje, kjer načrtujete arheološki park, vso potrebno javno infrastrukturo (vodovod, kanalizacija, električno omrežje …)? Ali je javna infrastruktura potrebna za vzpostavitev arheološkega parka ali je mogoče najti alternative (npr. sončne celice)?
- Kaj lahko postorite, da bodo potrebe za arheološki park upoštevane v prostorskih načrtih?

4.2 *In situ* prezentacija, konservacija in restavriranje arheoloških ostalin

Konserviranje in *in situ* prezentacija arheoloških ostalin

- Katere dele arheološkega najdišča je mogoče predstaviti javnosti?
- Kateri deli najdišča morajo ostati zakopani oziroma vanje ne smemo posegati?
- Kateri konservatorski pristopi so primerni oziroma dovoljeni za predstavitev vaših arheoloških ostalin na prostem?
- Kako lahko najbolje ohranite občutek avtentičnosti na najdišču?
- Katere materiale lahko uporabite pri konserviranju arheoloških ostalin, da zadovoljite načelom kompatibilnosti, reverzibilnosti in minimalnega poseganja?
- Kakšno obliko vzdrževanja arheoloških ostalin si lahko privoščite? Razmišljajte dolgoročno o vzdrževanju, ki je potrebno pri prezentaciji arheoloških ostalin na prostem. Če *in situ* prezentacija ni izvedljiva ali dolgoročno vzdržna, raje izberite druge oblike prezentacije in interpretacije (gl. poglavje 4.6).
- Ali bo fizična predstavitev arheoloških ostalin podprta z drugimi oblikami prezentacije in interpretacije (gl. poglavje 4.6)?
- Ali je arheološke ostaline mogoče le konservirati ali jih je treba dopolniti ali celo deloma rekonstruirati? Ali jih je mogoče ponovno sestaviti s pomočjo anastiloze?
- Ali je treba za prezentacijo arheološke ostaline premakniti na drugo lokacijo?
- Ali lahko prikaz odkritih arheoloških ostalin dopolnite z alternativnimi elementi (npr. stiliziran in neinvaziven prikaz stebrov, postavljenih na ohranjenih bazah)?

- Ali lahko vključite prikaz podpovršinskih arheoloških ostalin z alternativnimi elementi (npr. žive meje, drugačni materiali v tlakovanju)?
- Ali lahko prikaz arheoloških ostalin dopolnite ali nadomestite s svetlobnimi projekcijami ali hologrami?
- Ali so potrebne dodatne raziskave (arheološke, konservatorsko-restavratorske, statične, pedološke, geološke, hidrološke …) za ustrezno načrtovanje konservacije in predstavitve arheoloških ostalin?
- Katera dovoljenja so potrebna, da opravite predvidena dela?
- Kdo bo opravil predvidena dela, kdaj in kako?

Dodatne zaščitne strukture in drugi postopki varovanja arheoloških ostalin

- Ali so potrebne dodatne strukture za zaščito arheoloških ostalin?
- Ali je za zaščito arheoloških ostalin potreben sistem za odvodnjavanje odvečne vode, tudi podtalnice?
- Ali so na najdišču krhke arheološke ostaline, ki jih je treba zaščititi z zaprtimi stavbami, nadstreški, s steklenimi mostovži ali na drug način? Katera oblika zaščitne strukture bi najbolj ustrezala vašemu najdišču in njegovi okolici? Kateri sistem prezračevanja bo najprimernejši za to strukturo?
- Kakšni so vremenski pogoji skozi leto? So lahko začasne obloge ali sezonske zaščitne strukture, ki jih je mogoče sneti, v vašem primeru ustrezne?
- Katera dovoljenja so potrebna, da opravite predvidena dela?
- Kdo bo opravil predvidena dela, kdaj in kako?

4.3 Sistemi nadzora in spremljanja obiskovalcev

Nadzor in spremljanje obiskovalcev na arheološkem najdišču

- Ali bo dostop do arheološkega parka mogoč za vse obiskovalce ob katerem koli času ali bo za vstop potrebno plačilo vstopnine in bo park imel določen čas obratovanja? Ali je najdišče ograjeno? Ali je najdišče ponoči osvetljeno?
- Za katere namene bi potrebovali sistem nadzora in spremljanja obiskovalcev (zbiranje podatkov o obiskovalcih, štetje števila obiskovalcev, preprečevanje nezaželenih aktivnosti, kot sta vandalizem in ropanje, itd.)?
- Kakšno obnašanje pričakujete od obiskovalcev?
- Ali arheološki park potrebuje strožja merila nadzora, kot so ograje, kamere in stražarji, da bi preprečili poškodbe in vandalizem na arheološkem najdišču? Ali je najdišče zelo krhko (npr. zaradi specifičnih materialov, kot so freske in leseni elementi) in ali sta v vaši regiji vandalizem in ropanje pogosta problema?
- Ali je na najdišču mogoča povezava na električno omrežje za vzpostavitev kamer ali bo treba postaviti kamere na sončne celice? Bo kdo nenehno spremljal posnetke kamer ali jih boste samo preverili v primeru, da pride do vandalizma? So na najdišču že zaposleni, ki bi lahko poleg svoje redne dejavnosti opravljali aktivnosti občasnega varnostnega nadzora in osnovnega spremljanja obiskovalcev? Boste zaposlili novo osebje, ki bo nadziralo najdišče?
- Kdo bo zbiral, procesiral in interpretiral podatke o obiskovalcih (zaposleni ali zunanji strokovnjaki)?

4.4 Krajinska ureditev

Krajinska ureditev v arheološkem parku

- Katera značilnost/ostalina je v arheološkem parku najpomembnejša oziroma najbolj izstopa? Katera je najbolj zanimiva za povprečnega obiskovalca? Kateri vrstni red ogleda značilnosti/ostalin skozi arheološki park je najbolj optimalen? Kako je torej najbolje oblikovati poti skozi park? Ali so potrebni mostovži? Kateri materiali bi bili najprimernejši za poti in mostovže?
- Ali nameravate zgraditi sistem za odvodnjavanje poti in parkovnih površin?
- Ali je konfiguracija terena primerna za gibalno ovirane obiskovalce? Kaj lahko storite, da izboljšate fizično dostopnost vašega arheološkega parka?
- Katere lokacije arheološkega parka imajo najboljši razgled po najdišču oziroma katere lokacije je mogoče razviti v razgledno točko?
- Katere lokacije imajo dovolj prostora in so primerne za uporabo kot območja za počitek in piknik?
- Katere vrste okrasnih elementov (botaničnih, arhitekturnih, umetniških in drugih) lahko vključite v vaš arheološki park pri upoštevanju zgodovinskega konteksta in občutljivosti okolice (npr. vedute mesta)?
- Kateri deli arheološkega najdišča so lahko dodatno predstavljeni ali izpostavljeni z uporabo botaničnih in/ali arhitekturnih elementov?

4.5 Obvezna infrastruktura in storitve

Dostopnost do arheološkega parka

- Ali je mogoče uporabiti obstoječa parkirna mesta v bližini arheološkega parka ali je potrebno novo parkirišče?
- Ali je mogoče arheološki park vključiti v obstoječo mrežo javnega prometa?
- So v bližini arheološkega parka že obstoječe polnilne postaje za električne avtomobile in kolesa? Če ne, ali jih nameravate postaviti za arheološki park?
- Ali so v okolici arheološkega parka mesta za izposojo avtomobilov, koles ali drugih oblik transporta (npr. električni skiro)? Če ne, ali jih nameravate zgraditi za arheološki park?
- Ali nameravate zgraditi vhodni objekt oziroma recepcijo ter ograditi park?
- Kako bo urejen dostop (prost, plačljiv, urniki)?

Osnovna infrastruktura in storitve arheološkega parka

- Ali nameravate zgraditi sistem osvetljave poti v arheološkem parku? Kaj pa osvetlitev arheoloških ostalin in tabel?
- Ali nameravate postaviti klopi za počitek obiskovalcev? Ali bodo klopi imele nadstrešek oziroma bo zagotovljena senca? Ali bodo prisotni tudi pitniki?
- Ali bo vaš arheološki park imel določeno območje za piknik? Ali bo to območje zaščiteno pred elementi (sonce, dež, veter)?
- Ali obstajajo predeli arheološkega parka, kamor obiskovalci ne bodo smeli zahajati (zaradi krhkosti izpostavljenih arheoloških ostalin ali nevarnih lokacij)? Kako nameravate zaščititi ta območja?
- Kje nameravate postaviti koše za smeti? Če nameravate vaš arheološki park odpreti tudi za domače ljubljenčke, ali boste postavili tudi koše za pasje odpadke?
- Kje nameravate postaviti toalete? Ali bodo vključevale toalete za invalide in previjalne mize za dojenčke?
- Ali nameravate omogočiti prosti dostop do Wi-Fi omrežja v celotnem parku ali samo v določenih predelih parka? Ali nameravate v parku zgraditi postaje za polnjenje pametnih telefonov?

Vzdrževanje

- Kako nameravate rešiti problem rednega vzdrževanja opreme in infrastrukture (toalet, poti, ograj, smerokazov, tabel …), košnje trave in praznjenja smeti? Boste zaposlili vzdrževalca ali boste za to najeli zunanjega izvajalca?
- Gl. tudi poglavje 5.2.2.

4.6 Interpretacija in interpretativni mediji

Delovna skupina za interpretacijo in izbira značilnosti

- Katere koristi vam bo prineslo načrtovanje interpretacije arheološke dediščine?
- Ali bo delovna skupina Načrta izvedla tudi načrtovanje interpretacije ali boste za to najeli zunanjega izvajalca?
- Določite, katero arheološko najdišče in katere njegove značilnosti bodo del vašega načrtovanja interpretacije.

Načrtovanje interpretacije: cilji, teme in analiza obiskovalcev

- Kaj želite, da se bodo obiskovalci naučili iz vaše interpretacije? Kaj želite, da bodo čutili ob vaši interpretaciji? Kaj želite, da bi obiskovalci naredili po obisku vašega arheološkega parka? To bodo vaši cilji interpretacije. Boste načrtovali vaše cilje za celotno najdišče ali za vsako posamezno značilnost posebej?
- Kaj bo glavna tema (sporočilo) vaše interpretacije? Kako boste razvili svojo temo? Bo vaše arheološko najdišče imelo več tem (t. i. podteme), ki bodo med seboj povezane s pomočjo krovne teme? Katere vsebine boste vključili v interpretacijo?
- Za koga boste razvili svojo interpretacijo? Kdo so vaši obiskovalci? Zakaj pridejo v arheološki park? Kakšna je njihova motivacija? Kakšne so njihove značilnosti? Od kod prihajajo? V kako velikih skupinah prihajajo? Katere vrste obiskovalcev želite privabiti v vaš arheološki park?

Izbira interpretativnih medijev

- Ali boste interpretirali arheološko najdišče kot celoto, arheološko najdišče in vse njegove značilnosti ali zgolj nekatere značilnosti arheološkega najdišča? Katere značilnosti arheološkega najdišča boste interpretirali? Boste za to uporabili več kot en interpretativni medij?
- Ali boste na vašem arheološkem najdišču uporabili osebno interpretacijo (vodene oglede, prikaze …)? Kdo bo pripravil, napisal, izvedel, organiziral in izboljšal vašo osebno interpretacijo? Boste v ponudbo vključili participativne aktivnosti (npr. delavnice)? Kdo bo pripravil, izvedel, organiziral in izboljšal vaše participativne aktivnosti?
- Ali boste na vašem arheološkem najdišču uporabili neosebno interpretacijo in kateri medij oziroma katere medije boste izbrali? Če boste izbrali interpretativne publikacije (letake, vodnike …), razmislite o tem, kdo bo natisnil, izdal, razširil in hranil vaše publikacije. Če nameravate postaviti interpretativne table, razmislite o tem, kdo bo napisal interpretacijo, kdo bo oblikoval table in kdo jih bo postavil. Če nameravate ponuditi avdiovodnike, razmislite o tem, kdo bo napisal interpretacijo, kdo bo posnel vodnike in na kakšnih napravah bodo dostopni.
- Ali boste na vašem arheološkem najdišču uporabili avdio-vizualne, multimedijske ali druge digitalne medije? Kako boste napajali vaše električne naprave? Kdo bo pripravil vsebino za te naprave? Kdo bo potem razvil ustrezne tehnične vidike za te naprave? Kako boste vzdrževali te naprave?
- Ali boste v vašem arheološkem parku postavili interpretativni center za obiskovalce? Katere interpretativne medije boste vključili v ta center? Ali bo center vključeval tudi druge storitve za obiskovalce (toalete, gostinska ponudba …)? Ali bo center na arheološkem najdišču, v njegovi bližini ali na povsem drugi lokaciji? Kdo bo pripravil načrt za ta center?
- Ko izbirate interpretativni medij, razmislite o možnostih vandalizma na vašem arheološkem najdišču, pogostosti in številu obiskovalcev, okoljskih dejavnikih in številu potrebnih zaposlenih.

Implementacija in evalvacija

- Razmislite o stroških in sredstvih, ki jih boste potrebovali za implementacijo izbranih interpretativnih medijev.
- Ali boste najeli zunanjega strokovnjaka za interpretacijo, da vam napiše interpretativne vsebine?
- Ali boste v arheološkem parku potrebovali novo osebje? Ali bodo zaposleni potrebovali določena znanja, da bodo učinkoviti vodniki po arheološkem najdišču?
- Ali bodo vaši izbrani interpretativni mediji potrebovali redno vzdrževanje?
- Kako boste ocenili, ali vaša interpretacija deluje? Kako pogosto boste anketirali obiskovalce? Kako pogosto boste uvajali spremembe?
- Gl. tudi poglavje 5.

4.7 Komercialna infrastruktura in storitve

Komercialni objekti in storitve v arheološkem parku

- Ali boste v arheološki park vključili gastronomsko ponudbo? Kje bo stal gostinski objekt? Boste storitev ponujali sami ali boste najeli zunanjega izvajalca?
- Ali boste v vaš arheološki park vključili prodajalno s spominki? Kje bo trgovina? Kdo bo upravljal s trgovino? Kakšne artikle boste prodajali v trgovini? Ali se boste povezali z lokalnimi izdelovalci in v njej ponujali lokalne produkte?
- Ali se boste povezali z lokalnimi ponudniki nastanitev in jih vključili v produkt svojega arheološkega parka? Boste omogočili prostor za avtokamp v bližini arheološkega parka? Ali je možno v bližini vzpostaviti tematsko usklajeno obliko nastanitve?

Dodatne komercialne storitve in aktivnosti

- Ali boste v arheološkem parku organizirali plačljive festivale? Kakšne vrste festivalov? Kdo vam bo pomagal pri organizaciji oziroma s kom boste sodelovali? Bodo to tematski festivali (npr. srednjeveški)?
- Ali boste v arheološkem parku organizirali umetniške predstave? Kakšne vrste predstav? Kdo vam bo pomagal pri organizaciji oziroma s kom boste sodelovali? Kje bodo predstave potekale?
- Ali boste v arheološkem parku organizirali občasne razstave? Kje bodo postavljene? Kakšna bo vsebina razstav (nove raziskave, lokalna umetnost …)?
- Ali boste v arheološkem parku organizirali športne in druge igre? Kje bodo potekale? Bodo del festivala ali samostojen dogodek? Ali bodo igre imele temo (npr. rimske igre)?
- Ali boste v arheološkem parku omogočili organizacijo družinskih dogodkov, kot npr. rojstnodnevne zabave? Kje bodo potekale? Kdo jih bo organiziral, vaše osebje ali zunanji izvajalec?
- Ali boste omogočili donacije za določene konservatorske projekte? Kako boste zbirali donacije in kako boste donatorje obveščali o poteku projekta? Ali boste iskali sponzorje vašega parka?
- Ali boste v arheološkem parku dovolili oglaševanje?
- Ali predvidevate, da boste prihodke vlagali v aktivnosti konserviranja arheoloških ostalin in izboljšanja parka?

4.8 Komunikacija, promocija in blagovna znamka

Načrtovanje komunikacije: cilji, teme in analiza obiskovalcev

- Katere koristi bo prineslo načrtovanje komunikacije in promocije vašega arheološkega parka?
- Zakaj si želite komunikacije z lokalno skupnostjo? Kakšen je vaš cilj?
- S kom želite komunicirati? Kdo je vaša publika?
- Kaj želite komunicirati? Kaj je vaše sporočilo?
- Kako želite komunicirati? Katere komunikacijske kanale boste uporabili?
- Koga lahko kontaktirate in kaj morate storiti, da lahko uporabljate te komunikacijske kanale?
- Kako boste razširili svoje sporočilo?
- Kdo bo vodil načrtovanje komunikacije?

Namen vaše komunikacije

- Želite biti poznani oziroma bolje poznani v vaši lokalni skupnosti?
- Želite izobraziti javnost o kulturni dediščini?
- Želite razširiti svojo publiko?
- Želite pritegniti prostovoljce, ki vam bodo pomagali pri delu?
- Želite privabiti podpornike ali širšo javnost, da se zavzame za vašo stvar?
- Želite zbrati denar za vaše projekte?
- Kdo bo odgovoren za prepoznavanje smisla vaše komunikacijske strategije?

Publika

- Koga želite doseči?
- Od kod prihajajo vaši obiskovalci?
- Kakšna je njihova starostna razdelitev in iz kakšnih družbeno-ekonomskih okolij prihajajo?
- Kako dolgo traja povprečen obisk?
- Ali med obiskovalci prevladuje prepričanje, da je vstopnina primerna, ali menijo, da so glede na trenutno ponudbo plačali preveč?
- Kje so zapravili denar in koliko?
- Katere značilnosti vašega arheološkega parka kot destinacije so bile najpomembnejše za obiskovalce (interpretacija, druženje, rekreacija, hrana, nakupovanje …)?
- Zakaj so se odločili za obisk vašega arheološkega parka?
- Katera doživetja ali rekreacijske priložnosti so iskali?
- Ali je vaš arheološki park dosegel ali celo presegel njihova pričakovanja glede aktivnosti, ki so jih lahko doživeli?
- Kateri so njihovi najboljši ali najmočnejši spomini obiska v vašem arheološkem parku?
- Kdo vam bo pomagal analizirati publiko in obiskovalce?

Sporočilo

- Ali so cilji vašega sporočila jasni (za vas in za vašo publiko)?
- Katere informacije naj bi vaša publika dobila?
- Kaj želite, da bi obiskovalci občutili do vašega arheološkega parka?
- Kaj želite, da stori vaša publika na podlagi prejetega sporočila?
- Kako boste razširili vaše sporočilo? Katere medijske kanale boste uporabili?
- Katere kompetence in znanja potrebujete za doseganje vaših ciljev?
- Kdo bo odgovoren za načrtovanje in razvoj vsebin vaših sporočil?

Stroški
- Koliko finančnih sredstev boste potrebovali za implementacijo vaših komunikacijskih aktivnosti?
- Kakšni so stroški za vse vrste aktivnosti?
- Kdo vam bo pomagal pri zasnovi finančnega načrta (*budget*)?
- Gl. tudi poglavje 5.

Ovire in težave
- Kaj lahko gre narobe? Kaj lahko v tem primeru storite?
- Katere so potencialne ovire ali težave pri doseganju vaše publike?
- Kdo vam bo pomagal pri reševanju potencialnih tveganj?

Monitoring in evalvacija
- Ali je bila vaša ciljna publika izpostavljena sporočilu in drugim komunikacijskim aktivnostim, kot je bilo načrtovano?
- Kako je publika reagirala na vaše sporočilo?
- Ali je bil cilj sporočila dosežen?
- Ali obstajajo elementi vaše strategije komuniciranja, ki ne dosegajo vaše ciljne publike? Kako lahko izboljšate te elemente, da bodo bolje dosegli vašo ciljno publiko?
- Kdo vam bo pomagal pri evalvaciji vaše komunikacijske strategije?
- Gl. tudi poglavje 5.

4.9 Povezovanje in integracija z drugimi lokalnimi ali regijskimi arheološkimi/kulturnimi atrakcijami

Mreženje (*networking*)
- Ali boste pri pripravi vašega Načrta razmislili o mreženju? Kateri bodo vaši razlogi za mreženje? Kako boste našli partnerje?
- Boste pobudnik nove mreže ali boste poskušali najti obstoječe mreže in se jim pridružiti?
- Razmislite o prednostih mreženja za vas in za vaše partnerje.

Povezovanje kulturnih atrakcij v kulturno pot ali turo (voden ogled)
- Katere so lahko prednosti povezovanja vašega arheološkega parka s kulturnimi atrakcijami v okolici v pot ali turo?
- Katera arheološka najdišča in kulturne ali druge atrakcije bodo del vaše poti ali ture? Jih bo povezovala skupna tema? Ali bo imela vsaka lokacija svojo podtemo? Kje želite, da se vaša pot ali tura začne in kje konča?
- Kaj želite, da se obiskovalci naučijo, začutijo in naredijo (vaši cilji)? Ali boste načrtovali cilje za celotno pot ali za vsako posamezno lokacijo?
- Kakšno vrsto obiskovalcev želite privabiti na vašo pot ali turo? Kaj boste naredili, da bo vaša pot fizično čim bolje dostopna, posebej za gibalno ovirane?
- Katere interpretativne medije boste uporabili? Bodo ti na vsaki vključeni lokaciji (interpretativne table)? Boste zaposlili vodiče, natisnili publikacije ali ustvarili mobilno aplikacijo z avdiovodičem?

4.10 Sodelovanje s turizmom

Povezovanje arheološkega parka s turizmom
- Na kaj se osredotoča turistična strategija vašega mesta; na katere teme, vsebine, publike, občasne dogodke?
- Kako je arheološka dediščina vključena v turistično strategijo, kakšna je njena vloga kot atrakcija vašega mesta?
- Kako vaša ponudba prispeva k turistični strategiji vašega mesta?
- Kdo so glavni turistični akterji v vašem mestu (turistične agencije, organizatorji ogledov, ponudniki nastanitev, gastronomija, druge kulturne atrakcije)?
- Kako sodelujete s temi akterji v vašem lokalnem/regijskem turizmu? Kako oni vključujejo vašo ponudbo v sklopu svojih aktivnosti? Kaj bi lahko izboljšali v tem sodelovanju? Kako bi ga izboljšali?

Obiskovalci
- Kako bi opisali vaše obiskovalce: katerim starostnim skupinam pripadajo, v kakšnih skupinah prihajajo, se večinoma zanimajo za kulturo, od kod prihajajo …?
- Ali obstajajo določene skupine obiskovalcev, ki jih lokalne turistične organizacije želijo privabiti?
- Katere ponudbe bi lahko pripravili za te skupine obiskovalcev?
- Ali veste, kaj obiskovalci pričakujejo ob obisku vašega arheološkega parka, je bila na to temo že izvedena kakšna raziskava?

Ekonomske in družbene koristi ter izzivi turizma
- Kakšne so koristi povezovanja vašega arheološkega najdišča s turističnimi storitvami v mestu/okolici?
- Kakšni so izzivi turizma, še posebej če se število obiskovalcev povečuje?
- Kakšna tveganja vidite v vključitvi vašega arheološkega najdišča v širšo turistično ponudbo?
- Ali obstajajo dodatne možnosti izobraževanja v turizmu za osebje vašega arheološkega parka?
- Na kakšen način vključujete lokalno skupnost v vaše aktivnosti? Je to že ustaljena praksa?

4.11 Raziskave

Nujne dodatne raziskave

- Kateri podatki so trenutno pomanjkljivi, katere informacije so potrebne za uspešnejše načrtovanje ter izboljšanje aktivnosti na vašem arheološkem najdišču?
- Katere vrste raziskav boste morali izvesti, da pridobite te informacije? Kdaj in kdo bo izvedel te raziskave?
- Kako lahko deležnike in javnost vključite v raziskovalni proces ali vsaj v predstavitev rezultatov raziskav?

5 IMPLEMENTACIJA IN VZDRŽEVANJE

5.1 Načrtovanje aktivnosti in izvedba potrebnih del

Izvedbeno obdobje 1 (2022)						
ID	**Aktivnost**	**Nosilec aktivnosti**	**Strošek**	**Viri financiranja**	**Čas izvedbe**	**Izvedeno**
A.1.1	Postavitev 2 interpretativnih tabel v arheološkem parku	Upravljavec parka	1.000 €	Projekt ArcheoDanube	Marec 2022	DA
A.1.2	Izvedba prireditve žive zgodovine v arheološkem parku	Muzej in lokalne osnovne šole	3.000 €	Občinsko financiranje in donacija	2. 2. 2022	NE COVID-19!
A.1.3	Izvedba 12 kreativnih delavnic	Zunanji izvajalec	1.800 €	Kotizacija	Enkrat na mesec	DELOMA (6 delavnic)
A.1.4	**Dodati novo vrstico za vsako aktivnost posebej. Priporočamo pripravo tabele v Exel-u!**	…	…	…	..	(izpolni se naknadno, po izvedbi)
Izvedbeno obdobje 2 (2023)						
A.2.1	…	…	…	…	..	…

5.2 Organizacijska struktura in vzdrževanje

5.2.1 Organizacijska struktura arheološkega parka

1. Administracija					
ID	**Storitev**	**Naloge**	**Cilji**	**Odhodki**	**Prihodki**
B.1.1	Vodstvo				
B.1.2	Računovodstvo				
B.1.3	Kadrovska služba				
B.1.4	Čiščenje				
B.1.5	Vzdrževanje parkovne opreme in infrastrukture				
B.1.6	Nadzor in varovanje				
B.1.7	Recepcija				
B.1.8	Komunikacije				
2. Konservatorska dejavnost in prezentacija					
B.2.1	Konserviranje, vzdrževanje arheoloških ostalin in redni konservatorski *monitoring*				

B.2.2	Prezentacija				
B.2.3	Interpretacija (vodstva, pedagoški programi, …)				
B.2.4	Raziskave				
3. Dodatne storitve					
B.3.1	Parkiranje				
B.3.2	Trgovina				
B.3.3	Gostinske storitve				
B.3.4	Nastanitve				
B.3.5	Organizacija dogodkov				

5.2.2 Načrtovanje aktivnosti vzdrževanja arheološkega parka

Opcijsko ga pripravimo kot samostojno tabelo, lahko ga tudi združimo s tabelo 5.1.

1. Vzdrževanje opreme, inštalacij in pohištva				
ID	**Aktivnost**	**Nosilec aktivnosti**	**Čas izvedbe**	**Izvedeno**
C.1.1	…			
2. Vzdrževanje parkovne ureditve				
C.2.1	…			
3. Čiščenje				
C.3.1	…			
4. Vzdrževanje arheoloških ostalin				
C.4.1	Odstranjevanje rastlinja z arheoloških ostalin	Oddelek za konservatorsko dejavnost in prezentacijo	Vsako leto dvakrat: junij in oktober	DA
C.4.2	…			
5. Vzdrževanje digitalnih vsebin				
C.5.1	Redno vzdrževanje spletne strani			

5.3 Monitoring in občasna evalvacija

5.3.1 Monitoring

Predmet monitoringa	**Kazalniki**	**Metoda zbiranja podatkov**	**Nosilec aktivnosti**	**Čas izvedbe**	**Izvedeno**
D.1 Profili obiskovalcev po posameznih sezonah, glede na spol, narodnost, starost ter status (zaposlen, nezaposlen, študent …)	Število obiskovalcev v posamezni kategoriji po sezoni	Anketiranje obiskovalcev na vhodu v park in beleženje v Exel tabeli	Receptor	Stalno	

5.3.2 Evalvacija

Predmet evalvacije	**Viri podatkov za evalvacijo**	**Način evalvacije**	**Nosilec aktivnosti**	**Čas izvedbe**	**Izvedeno**

E.1 Zadovoljstvo obiskovalcev	Anketa na računalniku pri izhodu iz parka, spletna anketa, namenski intervjuji, statistika obiskovalcev	Kvantitativno in kvalitativno ovrednotenje podatkov v evalvacijskem poročilu	Zunanji izvajalec	Enkrat letno	

5.4 Zaposlovanje in usposabljanje osebja (in prostovoljcev)

Osebje, zunanji izvajalci in prostovoljci

- Ali imate kadrovski načrt? Uskladiti ga je treba s predvideno organizacijsko strukturo (poglavje 5.2.1) in z vsemi predvidenimi aktivnostmi.
- Katere profile potrebujete za izvedbo načrtovanih aktivnosti, vzdrževanje arheološkega parka in predvideno organizacijsko strukturo?
- Koliko ljudi boste zaposlili? Nameravate zaposliti osebje za polni delovni čas, polovični delovni čas ali najeti zunanje izvajalce za pogodbeno delo? Kako bo poskrbljeno za usposabljanje osebja?
- Ali nameravate v delo vključiti prostovoljce in študente? Kateri dokumenti so zato potrebni? Kako jih boste usposobili in vključili v delo? Kdo bo vodil program prostovoljcev? Kdo bo vodil delo študentov?

1.04 Strokovni članek

Izhodišča in zasnova nacionalnega modela ureditve ljubiteljskega iskanja arheoloških ostalin v luči kompleksnosti evropskih politik in prakse uporabe detektorjev kovin

Background Concepts and Design of National Regulation of Amateur Search for Archaeological Remains in the Light of the Complexity of European Policies and Practises on the Use of Metal Detectors

© Andrej Gaspari
Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologijo; andrej.gaspari@ff.uni-lj.si

Izvleček: Prispevek osvetljuje koncept normativne ureditve ljubiteljskega iskanja arheoloških ostalin v okviru nacionalne zakonodaje. Za nadgradnjo slovenskega sistema so koristne zlasti izkušnje vključevanja javnosti in pregona nelegalnega iskanja z detektorji kovin v državah s primerljivo pravno tradicijo in kulturnim ozadjem. Ena od avtentičnih rešitev, ki ni brez pravnih zadreg, je možnost prepovedi neavtorizirane posesti iskalnika kovin na območju registriranih arheoloških najdišč izven naselij.

Ključne besede: ljubiteljsko iskanje arheoloških ostalin, pravna ureditev in kriminaliteta na področju kulturne dediščine, varstvo arheoloških najdišč, ljubiteljska znanost

Abstract: The article presents the background concept of normative regulation of avocational search of archaeological remains in the framework of national legislation. The experience with public participation and prosecution of illegal metal detecting in countries with a similar legal tradition and cultural background is particularly useful for the improvement of the Slovenian system. One of the authentic and legally not unproblematic solutions that could complement the current measures is the possibility of prohibiting the unauthorised possession of a metal detector in the area of registered archaeological sites outside the settlements.

Keywords: avocational metal detecting, legal regulation and criminal offenses relating to cultural property, protection of archaeological resources, citizen science

Uvod

Intenziviranje uporabe detektorjev kovin od sredine 80. let in sočasen porast potapljanja v arheološko zanimivih celinskih vodah na ozemlju današnje Republike Slovenije sta privedla do izjemne količine premičnih najdb ter stroko in upravljavce kulturne dediščine soočila z nujnostjo sprejetja zakonskih in praktičnih ukrepov za varovanje in nadzorovano izkoriščanje arheoloških virov.[1] Naslanjajoč se na določila Malteške konvencije (ratificirane leta 1999) in nadgradnjo zadevnih določil prehodnih predpisov v Zakonu o varstvu kulturne dediščine (ZVKD 2008), so bili vpeljani enkratna možnost prijave nezakonito pridobljenih arheoloških najdb v zasebni posesti in njihova predaja javnim muzejskim zbirkam v zameno za finančno nadomestilo (t. i. abolicija) (Pirkovič 2010), nagrada za prijavo naključno odkrite najdbe posebnega pomena (zamišljena kot sredstvo za nadomestitev preživetega pranja najdb prek znanstvenih objav ali zelo kontroverzne prakse muzejskih pridobitev in odkupov, ki se je deloma naslanjala na določila ICOM-ovega etičnega kodeksa o hrambi v skrajni sili ali zbiranju nezakonito izkopanih primerkov z območja pristojnosti muzeja v izjemnih primerih; ICOM 2005, člena 2.11 in 3.4) ter končno shema licenciranja za ljubiteljsko iskanje arheoloških ostalin. Izvedbeni akt za podeljevanje dovoljenj, Pravilnik o iskanju arheoloških ostalin in uporabi tehničnih sredstev za te namene, je bil sprejet z določenim zamikom (Pravilnik 2014), kar je imelo skupaj z njegovo nepopolno uveljavitvijo določene posledice, zlasti glede recepcije resnosti namer pristojnih organov in službe v zainteresirani javnosti. Tega ni omilila niti promocija načel pravilnika v okviru pogovorov z zainteresirano javnostjo, ki jih je leta 2014 v Tolminu in Slovenj Gradcu organiziralo Ministrstvo za kulturo v sodelovanju z Upravno enoto Tolmin in Koroškim pokrajinskim muzejem.

Rešitve so pripravljavci zakona in podrejenega predpisa zasnovali na podlagi analize učinkovitosti takratne področne regulative evropskih držav, tako tistih s pravno tradicijo, podobno slovenski, kot tistih, v katerih politike varstva arheološke dediščine temeljijo na drugačnih zakonodajnih premisah. Kot je znano, se politike, povezane s to dejavnostjo, ki že dolgo ni omejena samo na Evropo in ZDA, po zakonskih ureditvah močno razlikujejo, segajoč od zelo restriktivnih do permisivnih ali

1 Prispevek je bil prvotno objavljen v skripti usposabljanja za uporabnike detektorjev kovin, ki ga je v letih 2019–2022 zasnoval Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije (Lux 2022). Za dovoljenje za poobjavo se zahvaljujem Juditi Lux, urednici skripte.

celo spodbujevalnih. Pričujoče besedilo prinaša nekatere poudarke iz zelo polarizirane razprave med zagovorniki različnih pristopov in glede učinkovitosti regulative v izbranih državah, ki bi lahko koristili usmerjanju oziroma prilagoditvi konkretnih praks in ukrepov nacionalnega modela ter s tem prispevali tako k izboljšanju varstva arheološke dediščine ter preprečevanju nelegalnega pridobivanja in trgovanja s premičnimi najdbami kot k večji demokratizaciji arheologije.

Splošno o odnosu stroke do ljubiteljskih iskalcev ter razpravah o učinkovitosti permisivne/liberalne vs. restriktivne regulative

V Evropi lahko odnos profesionalnih arheologov do iskalcev z detektorji kovin opišemo kot pogosto razdvojen na izrecno za in proti, a s pomembnim številom neopredeljenih ali ambivalentnih. Tudi v ZDA veliko arheologov obsoja delovanje plenilcev, vendar jih le malo aktivno deluje v smeri zmanjšanja škode na arheoloških najdiščih in oblikovanja konkretnih predlogov za rešitev problematike, kot so programi osveščanja in izobraževanja iskalcev in potencialnih iskalcev. V zanimivi študiji o mentaliteti zbiralcev in psiholoških ozadjih zbiranja ter odzivu ameriške arheologije je Tamie Sawaged (1999) izpostavila, da stroka ne uspeva docela razumeti, zakaj ljudje zbirajo, in posledično ustrezno nasloviti njihove motivacije; vse raje se pred problematiko umika z označevanjem vsakršnih poskusov preveritve teh praks kot jalovih. Neuspeh poglabljata stališče, ki situacijo ocenjuje kot brezupno, in cinizem mnogih arheologov, ki v vseh iskalcih vidijo homogeno skupino sovražnikov. Nekateri v stroki enako obsojajo arheologe, ki sodelujejo z iskalci, saj naj bi gradivo v stiku z akademiki pridobilo tržno ceno, kar pa lahko privede do sostorilstva v ilegalni trgovini. Ista skrb je nekatere ameriške revije navedla k prepovedi prve objave gradiva neznanega izvora (glej Thomas, Pitblado 2020).

Stereotipna kriminalizacija vseh skupin amaterskih iskalcev, domnevno nezmožnih sprememb v ravnanju, je za T. Sawaged (1999) nesmiselna in neproduktivna. Ocenjuje, da je energijo iskalcev povsem mogoče primerno preusmeriti v podporo interesom varstva, pričakovati podoben učinek pri vseh vrstah iskalcev pa je iluzorno. Kot kažejo izkušnje iz nekaterih evropskih držav z liberalnim režimom, se tudi registrirani uporabniki detektorjev kovin ne držijo vedno pravil in hitro prečkajo mejo legalnega, npr. z iskanjem na območjih, za katero nimajo dovoljenja. Ob tem izpostavljajo nujnost upoštevanja različnosti motivacij za iskanje in zbiranje artefaktov ter odnos iskalcev do dediščine, ki ga sociološke študije označujejo kot »kontinuum interesov«. K razkoraku prispevajo tudi deontološke omejitve, ki si jih pri rabi podatkov iskalcev postavlja profesionalni sektor. Odnos arheologov do iskalcev z detektorji kovin in ljubiteljskih arheologov naj bi tako povedal več o sami stroki (in v določenih okoljih razširjenem znanstvenem elitizmu in snobizmu) kot o neprofesionalnih dejavnostih.

T. Sawaged (1999) meni, da uradna stroka nikoli ne bo mogla popolnoma izničiti zbiranja, saj se zdi, da gre za temeljno in integralno (in zato nespremenljivo) sestavino človeškega vedenja, zato je nujna presoja, kako se s primernimi ukrepi odzvati na posamezne vrste iskalcev. Ključ za oblikovanje primernih strategij je razumeti, zakaj se ljudje počutijo primorani osebno fascinacijo s preteklostjo preoblikovati v potrebo po njeni prilastitvi. Arheologi naj bi pogosto pozabljali, da mnogi iskalci doživljajo enaka čustva in jih ženejo podobni motivi kot njih same. Najpogostejša motivacija iskalcev, ki so jo zaznale študije v evropskih državah in ZDA, je želja po neposredni povezavi s preteklostjo, ne pa izkušnja, ki jo posredujejo strokovnjaki in pasivni muzejski prikazi. Druge motivacije vključujejo dobro počutje zaradi dejavnosti na prostem oziroma v naravi, priložnost za druženje in zanimanje za tehnološke vidike iskalnih naprav (Thomas, Pitblado 2020).

V usmerjanje tega potenciala mora torej arheološka skupnost vložiti usklajen trud, ki bo na eni strani zbiralcem in iskalcem ponudil alternativen vir zadovoljstva in izpolnitve, na drugi pa nadomestil tisto, kar bo izgubljeno z opustitvijo zbiranja, z motivacijo enake vrednosti. Kot ključno T. Sawaged (1999) izpostavlja, da arheologi v javnosti iskalcev ne obsojajo vsevprek, temveč opozarjajo na najbolj škodljive dejavnosti, ter da muzeji še bolj poudarjajo pomen najdiščnega konteksta in z njim povezanih zgodb kot ključnega dejavnika v presoji vrednosti predmeta.

Rezultati študij Samuela Hardyja (npr. 2017), raziskovalnega sodelavca Inštituta za arheologijo University College London in enega vidnejših preučevalcev obravnavane tematike v Evropi, ki jih lahko strnemo v njegovi oceni, da so permisivne politike neučinkovite pri zmanjševanju škode, ki jo kulturni dediščini zadaja amatersko iskanje z

detektorji, so poleg odobravanja naleteli na resne kritike, ki poleg očitka o dovolj razdelani metodologiji njegovih analiz spletnih podatkov o obsegu in učinkih iskanja ter iz tega izhajajočih pomanjkljivosti interpretacij Hardyju oporekajo stališče, da je detektoriranje neprimerljivo bolj destruktivno kot arheološko izkopavanje. Skupina avtorjev iz držav severozahodne Evrope (Deckers *et al*. 2018), torej okolij s permisivnim pristopom in velikim deležem odprtih površin, na katerih so najdišča in najdbe izpostavljene poljedelski obdelavi in prostorskemu razvoju, soglaša, da to nedvomno drži v primeru, ko iskalci zakladov (bodisi z uporabo detektorja ali brez) odstranijo predmet iz arheološkega konteksta in tako nepovratno uničijo njegovo povezavo s strukturami, predmeti in drugimi značilnostmi arheološkega najdišča. Njihova kritika temelji na oceni, da večina najdb iz severozahodne Evrope izhaja iz ornice. V njej naj bi bil izvorni kontekst zabrisan, zato po mnenju avtorjev dvig predmetov iz zgornjih 30 cm (kolikor znaša zakonsko določena globina, do katere sme na Nizozemskem in v Flandriji posegati iskalec) ne naredi veliko škode.

Drug vidik, ki ga izpostavljajo Deckers in soavtorji, se nanaša na verjetnost, ali bi artefakt sploh prinašal arheološko relevantne podatke, če ga ne bi odkril iskalec, kar se nanaša zlasti na predmete iz ornice, ogrožene s poljedelsko dejavnostjo in uporabo kemično škodljivih gnojil. Vprašanja odpirajo tudi raziskovalni pristopi k zaščitnim izkopavanjem, v okviru katerih ornico pogosto odstranijo strojno, pri čemer je lahko pomemben delež najdb spregledan, ali celo izkopavalne strategije, ki predvidevajo samo vzorčenje s testnimi izkopi. V teh primerih obstaja velika verjetnost, da bodo ti predmeti med gradbenimi deli za vedno izgubljeni. Avtorji študije neprijavljenih najdb iz ornice in z ogroženih območij ne vidijo kot škodo, temveč kot »zero gain«, v najboljšem primeru pa kot podatek, ki bi bil lahko na voljo v prihodnosti (Deckers *et al*. 2018).

Še en vidik, ki ga izpostavljajo avtorji odgovora na Hardyjeve teze, je prenos podatkov o najdbah v javne registre. Priznavajo, da tudi v državah s permisivno zakonodajo in protokoli oziroma spletnimi portali za poročanje del najdb ostane neprijavljen. Vendar to ne pomeni nujno, da so ti podatki – kakršnakoli je že njihova natančnost in celovitost – izgubljeni. Številni iskalci so odprti za sodelovanje in prostovoljno omogočijo dostop do podatkov profesionalnim arheologom, tudi če najdb niso sporočili na lastno pobudo. Avtorji (Deckers *et al*. 2018) se retorično sprašujejo, ali bi tovrstni, t. i. odzivni iskalci potencialno raje delili podatke pod permisivnimi ali restriktivnimi pravnimi režimi.

Hardyjevi ugotovitvi, da so permisivne sheme neučinkovite pri preprečevanju uničevanja kulturne dediščine, avtorji odgovarjajo, da omejevanje ali preprečevanje neprofesionalnega iskanja z detektorji kovin zagotovo ni cilj liberalnih politik. Promotorji spletnih platform za sporočanje arheoloških najdb s strani nestrokovnjakov med koristmi navajajo stališče, da je bolje imeti poročila vsaj o deležu tovrstnih najdb kot ničesar, ter poudarjajo visok delež sporočenih najdb iz predhodno neevidentiranih najdišč, dokumentiranje prej neznanih tipov artefaktov in druge implikacije za znanstveno raziskovanje. Nasprotno naj bi v restriktivnih pristopih podatki o najdbah ostajali večinoma izven dosega raziskovalcev, nezaupanje, ki ga tovrstna zakonodajna ureditev ustvarja, pa še dodatno otežuje dostop do zanesljivih podatkov o najdbah (Deckers *et al*. 2018).

Drugi razlog, ki ga v podporo bolj permisivnemu odnosu do amaterskega iskanja izpostavljajo avtorji, potencialnim škodljivim učinkom navkljub, so neposredne koristi vključevanja neprofesionalcev za arheologijo. Opozarjajo, da je arheologija po sprejetju Malteške konvencije v marsikateri državi doživela izrazito profesionalizacijo, ki je poleg številnih pozitivnih učinkov prinesla napetosti in nezaupanje med amaterji in profesionalnimi arheologi. Po njihovi oceni sta komercializacija arheologije in prenos težišča na preventivno arheologijo, ki se je bolj osredotočala na postopkovne vidike izkopavanj, manj pa na analizo in javno predstavljanje rezultatov terenskega dela, povzročila odtujitev javnosti od discipline. Ponovna pridobitev zaupanja in vzpodbujanje sodelovanja z odgovornimi iskalci je torej legitimna izbira politike upravljanja s kulturno dediščino, še posebej v luči dejstva, da je precejšen del arheologije financiran iz davkov oziroma javnih sredstev. Taka politika stimulira medsebojno zaupanje ter tako prispeva k povečevanju števila poročil o najdbah in njihove zanesljivosti, na drugi strani pa iskalcem daje občutek vključenosti v raziskave in upravljanje z dediščino (»Citizen science« oziroma »Public archaeology«). Kot odgovor na argument zagovornikov restriktivnega pristopa, ki temelji na oceni o slabo delujoči civilni družbi in odsotnosti osnovnega razumevanja kulturne dediščine kot skupnega dobrega, avtorji v

sodelovanju z odgovornimi uporabniki detektorjev kovin prepoznavajo še neizkoriščen potencial v izgradnji inkluzivne in demokratične družbe (Deckers *et al*. 2018).

Paul Barford, britanski arheolog, zaskrbljen nad konceptom varstva premičnih ostalin v Združenem kraljestvu in mednarodno trgovino s starinami brez spraševanja o njihovem izvoru (»no-questions-asked antiquities trade«), je pred dobrim desetletjem v komentarju na v mednarodni javnosti pogosto promoviran program *Portable Antiquity Scheme* (PAS) opozoril, da zbiralci v zameno za »podporo« od programa pričakujejo obrambo lastnega hobija pred kritikami, ki naj bi zagotovila argumente za upravičenost in nadaljevanje dejavnosti ter jim dala videz odgovornosti in legitimnosti (Barford 2010). Program prikazujejo kot partnerja iskalcev in zbiralcev, kar je večkrat privedlo do njegove instrumentalizacije v razpravah o njegovih učinkih na (ne)zmanjšanje škode na arheoloških najdiščih. To po Barfordu vključuje tudi porajajoč vtis v širši javnosti, ki arheologijo posledično dojema le kot malenkost več od lova na zaklade in druge atraktivne najdbe »z zanimivimi« zgodbami ter si arheološko disciplino obenem predstavlja kot nekaj, kar lahko izvajamo z nakupom detektorja in priučitvijo njegove rabe, obenem pa vodi k preizpraševanju, zakaj sploh potrebujemo arheologe. To seveda popolnoma negira napore drugih arheologov, usmerjene v osveščanje javnosti o občutljivosti in neobnovljivosti arheološkega zapisa, ki ga je treba varovati in upravljati na trajnosten način z mislijo na interese prihodnjih generacij.

Izkušnje danskega in poljskega modela

Liberalni danski model sodelovanja je utemeljen na preseganju klasične delitve vlog v arheologiji in upravljanju z dediščino, v katerem so amaterski zbiralci samo bolj ali manj pasivni prejemniki ekspertnega znanja zaposlenih v pristojnih institucijah. A. S. Dobat in A. T. Jenssen (2016) v predstavitvi pravne ureditve in prakse iz leta 2016 ocenjujeta, da na Danskem velik delež iskalcev z detektorji svojo prostočasno dejavnost opravlja po »najvišjih profesionalnih standardih«. Bolj ali manj aktivnih naj bi bilo 1000 do 3000 iskalcev. V skladu z zakonom o muzejih (2006) je uporaba detektorja kovin prosta, razen na območju zavarovalnih spomenikov in najdišč ter 2-metrskega pasu ob njih. Iskalci, ki najdbe predajo osrednjemu nacionalnemu muzeju – *Nationalmuseet* (v praksi lokalnim muzejem) –, so upravičeni do izplačila nadomestila. Če najdba ustreza kriterijem »zaklada« (*Danefæ*), se nadomestilo določi na podlagi vrednosti kovine v najdbi, redkosti najdbe in skrbi, ki jo je dokumentiranju najdišča in ohranjanju predmetov namenil najditelj. Leta 2015 je Nacionalni muzej izvedel 197 izplačil posameznikom v skupni vrednosti okoli 500.000 EUR. V danski stroki je sodelovanje ocenjeno kot pozitivno (pri čemer ponovno velika večina najdb izvira iz ornega horizonta obdelovalne zemlje), uspeh pa pripisujejo kompleksni interakciji zakonskih, zgodovinskih, kulturnih, družbenih in psiholoških vidikov (Dansko na splošno označuje visoka stopnja zaupanja med družbo in uradnimi institucijami). Ključno vlogo pripisujejo določilom o najdbi zaklada, zaradi katerih večina od več tisoč najdb konča v muzejih, pospremljena z osnovnimi podatki o lokaciji in najdiščnih okoliščinah. Pomembno je tudi razmeroma veliko število lokalnih muzejev in osebja. Prostorska bližina in odzivnost muzejskega osebja sta temelja za tesno sodelovanje med stroko in iskalci, tako na ravni identifikacije in obdelave ter pošiljanja najdb Nacionalnemu muzeju v oceno višine nadomestila ter posredovanja podatkov o najdiščih in kartografskih podlag kot usposabljanja iskalcev v rokovanju z najdbami in dokumentiranju. Izplačana nadomestila posameznim iskalcem redko odtehtajo vložen čas (posebej ob upoštevanju povprečne plače ali najnižjih socialnovarstvenih prejemkov na Danskem), kar ni združljivo z iskanjem zakladov, ki bi ga motivirala denarna korist. Združenja iskalcev in spletne platforme nastopajo v pozitivno formativni vlogi ohranjanja dediščine ter promovirajo strokoven in kooperativen odnos s pristojnimi ustanovami. Objavljanje »trofejnih« najdb in izkušenj na spletnih omrežjih služi človeški potrebi po delitvi uspeha s člani lastnih skupnosti in širše javnosti. Visok etični standard danskih iskalcev in dojemanje te dejavnosti kot prispevka h kulturni zgodovini sta povezana s poglobljenim zavedanjem o pomenu ohranjanja kulturne dediščine kot dragocene skupne dobrine. Med slabostmi danskega modela avtorja navajata pomanjkljivo dokumentiranje najdiščnih okoliščin, ki pa zadeva le okoli 15-odstotni delež sporočenih najdb, uporabo vse zmogljivejših detektorjev, katere posledice je za najdiščne kontekste pod horizontom ornice težko oceniti, diskriminacijo manj kakovostnih najdb ter zlasti omejeno dostopnost gradiva za raziskave, kar naj bi bilo v času priprave članka prvenstveno posledica odsotnosti centralne sheme za registriranje najdb. Odsotnost spletne platforme za poročanje so v času pred vzpostavitvijo imeli za glavno grožnjo prihodnosti danskega liberalnega

modela, saj so v skupnostih iskalcev zaznali frustracije v zvezi z neizpolnjenimi pričakovanji glede uporabe njihovih najdb v raziskavah, ki bi lahko vodile v preizpraševanje o legitimiteti dediščinskega sektorja za uveljavljanje pristojnosti nad »njihovimi« najdbami. Kot izziv pri prenosu konceptov sodelovanja javnosti v znanstvenem raziskovanju (»Public Participation in Scientific Research«) na področje ljubiteljskega iskanja z detektorji kovin (ta predvideva vključevanje in opolnomočenje iskalcev ne samo kot kvalificiranih terenskih delavcev, temveč tudi kot dokumentalistov, analitikov in interpretov, ki razvijajo razlage in raziskovalna vprašanja) avtorja prepoznavata razlike v razumevanju arheoloških raziskav in upravljanja dediščine na strani iskalcev, ki odstopajo od namenov in ciljev akademske sfere in profesionalnega dediščinskega sektorja. Ena od takih točk razhajanja je koncept ohranjanja in situ, ki je v očitnem nasprotju z motivacijo iskalcev (Dobat, Jenssen 2016).

Izkušnje iz Poljske, kjer sta zakonodajni koncept varstva arheoloških najdišč in iskanje z detektorji urejena podobno kot pri nas, enako pa lahko z nekaj pridržka označimo tudi splošno družbeno razpoloženje, so po mnenju Agnieszke Makowske, Agineszke Oniszczuk in Marcina Sabacińskega precej travmatične za stroko (Makowska *et al*. 2016). Posedovanje in uporaba detektorja kovin sta zakonita, za iskanje arheoloških ostalin pa je potrebno dovoljenje službe za varstvo kulturne dediščine posameznega vojvodstva. Arheološke najdbe, ki imajo lastnosti spomenika, so po zakonu o varstvu spomenikov (2003) last države. Zakon predvideva možnost denarne nagrade za najditelja arheološkega spomenika, ki jo od leta 2015 podeljuje pristojno ministrstvo. Odkritje mora biti naključno, kar kot upravičence do nagrade samodejno izključuje iskalce z detektorji kovin, arheologe in druge zaposlene pri arheoloških izkopavanjih. Število izplačanih nagrad se povečuje, pri čemer avtorici in avtor pregleda problematike opozarjajo na dvomljive okoliščine posameznih odkritij, čemur se praktično ni mogoče ogniti.

Nelegalno iskanje premičnih spomenikov je na Poljskem opredeljeno kot prekršek, ki se lahko kaznuje z zaplembo najdb in vse opreme za iskanje, ne glede na to, kdo je njen lastnik. Obtoženi je lahko kaznovan z globo v višini do okoli 1.100 EUR. Če pri iskanju pride do poškodb kulturnih plasti arheološkega najdišča, je lahko storilec obtožen za povzročitev škode ali uničenja spomenika, kar je kaznivo dejanje, ki se kaznuje z do petimi leti zapora ali z do dvema letoma zapora, če je škoda povzročena nenamerno. Izkopavanje na tujem obdelovalnem zemljišču ali v gozdu je opredeljeno kot prekršek z zagroženimi globami do okoli 250 EUR. Prilastitev premičnih kulturnih spomenikov se kaznuje z do desetimi leti zapora, če gre za predmet posebnega pomena. Sodni pregoni in obsodbe kaznivih dejanj so razmeroma redki (Makowska *et al*. 2016).

Avtorji prispevka, zaposleni pri nacionalnem inštitutu za kulturno dediščino (*Narodowy Instytut Dziedzictwa*), navajajo, da je pri okoli 50.000 ocenjenih iskalcih v državi na leto izdanih le okoli 100 dovoljenj za iskanje »zapuščenih in izgubljenih« premičnih spomenikov kulturne dediščine, vključno z arheološkimi. Združenja iskalcev, ki skušajo delovati v skladu z zakonom, pogosto v sodelovanju z arheologi, običajno nastopajo kot prostovoljci pri arheoloških raziskavah bojišč konfliktov 19. in 20. stoletja, posamezniki pa pri običajnih arheoloških izkopavanjih. Kljub temu ostaja število uporabnikov detektorjev kovin, ki delujejo legalno, marginalno, pri čemer je del problema tudi na strani sistema, ki priložnosti za iskanje ne more zagotoviti vsem, ki si želijo sodelovati pri izkopavanjih. Sistem poleg tega predvideva usposabljanje ter preverjanje usposobljenosti za pridobitev licence, kar je dodaten razlog za nezmožnost kadrovsko podhranjenih institucij za izvedbo tečajev in svetovanje. Tudi če bi bilo to mogoče, se avtorji retorično sprašujejo, ali je bil sistem varstva dediščine vzpostavljen za zadovoljevanje ljubiteljskih iskalcev do mere, ki bi vsaj po številu izdanih dovoljenj znatno presegala strokovne arheološke raziskave, ali za ohranjanje dediščine za prihodnje generacije. Zaskrbljujoč je tudi trend odkritega rivalstva med »iskalci zakladov« in strokovno srenjo, ki je v skrajnih primerih preraslo v podcenjevanje arheološke skupnosti in dosežkov arheologije kot znanosti. Avtorji so prepričani, da morajo arheologi govoriti in delovati v prid arheologije in dediščine, namesto sprejemanja pogledov »detektorašev« oziroma »detektoristov«, ki z usmerjenostjo na predmete, iztrgane iz kontekstov, namene stroke dojemajo na ravni 19. stoletja. Na praktični ravni bi morali konfrontacijo in preprečevanje nelegalnega iskanja, plenjenja in trgovanja z nezakonito izkopanimi predmeti izvajati na več ravneh, prvenstveno pa z dviganjem družbene ozaveščenosti o pomenu kulturne dediščine kot osnove za preseganje indiferentnosti in pasivnosti širše javnosti, soočene z ilegalnimi izkopavanji ter lovom na arheološke in zgodovinske trofeje. Ključni so

jasno predstavljanje plenjenja ostalin in njihove preprodaje kot kriminalnega dejanja, njihovo sankcioniranje in objavljanje uspešnih zaključkov pregonov. Vzpostavljen sistem preprečevanja kaznivih dejanj v zvezi s kulturno dediščino, ki ga koordinira omenjena služba, vključuje usposabljanje policistov in podporo organom pregona, spremljanje spletnega trga in sodelovanje z upravljavci on-line avkcij (Makowska *et al*. 2016).

Sklep

Kljub začetnemu entuziazmu določenega dela zaposlenih v vpletenih institucijah in posameznikov na strani iskalcev se nelegalno odtujevanje predmetov z arheoloških najdišč pri nas nadaljuje z nezmanjšano in celo povečano intenzivnostjo, ki jo je v določeni meri okrepila tudi epidemija Covid-19 in z njo povezane omejitve javnega življenja. Veliko arheoloških najdb v nesporni lasti države je nezakonito prodanih na mednarodnem črnem trgu, v zadnjem času praviloma prek spletnih forumov in avkcijskih portalov, nekateri posebej kakovostni predmeti tudi prek vodilnih dražbenih hiš, kjer so praviloma opremljeni s ponarejeno provenienco.

Drugo pereče vprašanje zadeva zakonsko uvrstitev vojaških ostalin prve in druge svetovne vojne med arheološke vire. Razširitev definicije arheoloških ostalin in iz nje izhajajoči varstveni režimi so že tako po uveljavitvi ZVKD-1 naleteli na ogorčen, do določene mere razumljiv, a nereflektiran odpor skupnosti zbiralcev militarij, ki se radi predstavljajo kot varuhi vojaške dediščine. Dokazano pozitivni učinki ljubiteljskega iskanja in zbiranja ostalin vojn (mednje sodijo povečevanje prepoznavnosti regije, zbirke in zasebni muzeji kot obogatitev turistične ponudbe krajev, kjer je ta pičla, ohranjanje dediščine v bližini krajev, od koder izhaja, ter tradicija zbiranja kot kulturni fenomen) so v današnjem času povsem nezdružljivi z nereguliranim, neavtoriziranim in nenadzorovanim odnašanjem vojnih ostalin.

Rezultati leta 2017 izvedene anonimne ankete med ljubiteljskimi iskalci in interpolacija kvantitativnih podatkov glede na – čeravno konceptno sporne – neetnografske analize te dejavnosti v drugih evropskih državah so dali precej razlogov za zaskrbljenost in vzpodbujajo k primernemu odzivu, tako na ravni izboljšanja posredovanja informacij o pozitivnih učinkih sodelovanja med iskalci in stroko ter njihovega vključevanja v raziskovalne projekte in programe varstva in promocije kulturne dediščine kot na ravni osveščanja javnosti o škodi, ki jo povzroča nezakonito plenjenje arheoloških najdišč (Gaspari 2018).

Na drugi strani že dlje trajajoča, pa zato nič manj nevzdržna situacija zahteva izboljšanje in nadgradnjo varstvenih režimov in ukrepov v sektorski regulativi (tudi v smislu prepovedi neavtorizirane posesti detektorja kovin na območju registriranih arheoloških najdišč izven naselij), pripravljenost na iz prakse izhajajoče prilagoditve izvedbenega akta za iskanje ostalin ter okrepitev mehanizmov pregona nelegalnih dejanj z ustreznimi dopolnitvami Kazenskega zakonika. Ponesrečeni zahtevki za repatriacijo nezakonito izkopanih arheoloških najdb opozarjajo na nujnost intenziviranja zakonitih ukrepov za preprečevanje plenjenja najdišč in preprodaje nelegalno izkopanih najdb, preden zapustijo nacionalno ozemlje.

Viri in literatura / Sources and references

BARFORD, P. 2010, Archaeology, Collectors and Preservation: a Reply to David Gill. – *Papers from the Institute of Archaeology* 20, 16–23. https://doi.org/10.5334/pia.335.

GASPARI, A. 2018, Ljubiteljska uporaba detektorjev kovin in njeno mesto v okviru varstva arheološke in zgodovinske dediščine. Poročilo z okrogle mize Slovenskega arheološkega društva. – *Arheo* 35, 83–88. http://arheologija.splet.arnes.si/files/2018/01/Arheo-35-za-web.pdf.

DECKERS, P., A. DOBAT, N. FERGUSON, S. HEEREN, M. LEWIS, S. THOMAS 2018, The Complexities of Metal Detecting Policy and Practice: A Response to Samuel Hardy, 'Quantitative Analysis of Open-Source Data on Metal Detecting for Cultural Property' (Cogent Social Sciences 3, 2017). – *Open Archaeology* 2018/4, 322–333. https://doi.org/10.1515/opar-2018-0019.

DOBAT, A. S., A. T. JENSEN, 2016, "Professional Amateurs". Metal Detecting and Metal Detectorists in Denmark. – *Open Archaeology* 2016; 2, 70–84. https://doi.org/10.1515/opar-2016-0005.

HARDY, S. A. 2017, Quantitative Analysis of Open-Source Data on Metal Detecting for Cultural Property: Estimation of the Scale and Intensity of Metal Detecting and the Quantity of Metal-Detected Cultural Goods. – *Cogent Social Sciences* 3, 1298397. https://doi.org/10.1080/23311886.2017.1298397.

ICOM 2005: *Icomov kodeks muzejske etike*. – Ljubljana, Društvo ICOM, Mednarodni muzejski svet, Slovenski odbor. http://www.icom-slovenia.si/fileadmin/user_upload/dokumenti/eticni_kodeks/eticni_kodeks.pdf.

LUX, J. (ur.) 2022, *Uporaba iskalnikov kovin in arheologija. Praksa, etika in pravni vidik* (interni dokument). – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

MAKOWSKA, A., A. ONISZCZUK, M. SABACIŃSKI 2016, Some Remarks on the Stormy Relationship Between the Detectorists and Archaeological Heritage in Poland. – *Open Archaeology* 2016/2, 171–181. https://doi.org/10.1515/opar-2016-0013.

MEKVAD 1999, *Zakon o ratifikaciji Evropske konvencije o varstvu arheološke dediščine (spremenjene)*, Uradni list RS, Mednarodne pogodbe, št. 7/99. http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1957.

PIRKOVIČ, J. 2010, Zbirateljstvo arheoloških najdb in tako imenovana abolicija v novem Zakonu o varstvu kulturne dediščine. – *Varstvo spomenikov* 45, 255–266. http://www.eheritage.si/vs/VSC_045C_017_DNLWWWBGIGIUQJXJDSMWJYIDRHQHWR.pdf.

Pravilnik 2014: *Pravilnik o iskanju arheoloških ostalin in uporabi tehničnih sredstev za te namene*, Uradni list RS, št. 49/14. http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV12070.

SAWAGED, T. 1999, The Collecting Culture: An Exploration of the Collector Mentality and Archaeology's Response. – *Nebraska Anthropologist* 121, 80–88. http://digitalcommons.unl.edu/nebanthro/121.

THOMAS, S., B. L. PITBLADO, 2020, The dangers of conflating responsible and responsive artefact stewardship with illicit and illegal collecting. – *Antiquity* 94/376, 1060–1067. https://doi.org/10.15184/aqy.2019.201.

ZVKD 2008: *Zakon o varstvu kulturne dediščine (ZVKD-1)*, Uradni list RS, št. 16/08, 123/08, 8/11 – ORZVKD39, 90/12, 111/13, 32/16 in 21/18 – ZNOrg. http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO4144.

Background Concepts and Design of National Regulation of Amateur Search for Archaeological Remains in the Light of the Complexity of European Policies and Practises on the Use of Metal Detectors (Summary)

Despite the initial enthusiasm of some employees of the institutions involved and individuals on the part of metal detector users, the illegal removal of objects from archaeological sites in our country continues with undiminished and even increased intensity, which also received some impetus from the Covid 19 epidemic and the associated restrictions on public life. Many archaeological finds that are indisputably the property of the state are sold illegally on the international black market, recently mainly through online forums and auction portals, some particularly high-value pieces also through leading auction houses, where they are usually marked with a fake provenance.

Another pressing issue concerns the legal classification of military remains from World War I and World War II as archaeological resources. The expansion of the definition of archaeological remains and the resulting protective regulations met with fierce, in part understandable, but unreflective opposition from the community of militaria collectors who like to portray themselves as guardians of military heritage. The positive effects of amateur searching and collecting of war remains (including enhancement of the region, collections and private museums as enrichment of the tourist offer in places where there are hardly any, further preservation of the heritage near the places where it originated, and the tradition of collecting as a cultural phenomenon) are today completely incompatible with the unregulated, unauthorised and uncontrolled alienation of war remains.

The results of an anonymous survey conducted in 2017 among amateur searchers and the interpolation of quantitative data related to, albeit conceptually contested - netnographic analyzes of this activity in other European countries raised significant concerns and encourage an appropriate response, both at the level of improving the transmission of information on the positive effects of cooperation between metal detector users and professionals and their participation in research projects and programs for the protection and promotion of cultural heritage, and in raising public awareness of the damage caused by the illegal looting of archaeological sites.

On the other hand, the persistent and therefore no less untenable situation requires the improvement and upgrading of protective provisions and measures in sectoral regulation (including in the sense of prohibiting the unauthorised possession of metal detectors in the area of registered archaeological sites outside settlements), the willingness to make practical adjustments to the implementing documents for the avocational search for remains, and the strengthening of mechanisms for prosecuting illegal acts through appropriate amendments to the Criminal Code. Rejected requests for repatriation of illegally excavated archaeological objects point to the need to strengthen legal measures to prevent looting of sites and trafficking of illegally excavated finds before they leave state territory.

1.04 Strokovni članek

Dokumentacija arheološke dediščine v okviru muzealizacije

© Jana Puhar
Posavski muzej Brežice; janapuhar@gmail.com

© Miha Mlinar
Tolminski muzej, Tolmin; miha.mlinar@tol-muzej.si

© Maša Saccara
Pokrajinski muzej Koper; masa.saccara@pokrajinskimuzejkoper.si

© Aleksandra Nestorović
Pokrajinski muzej Ptuj-Ormož; aleksandra.nestorovic@gmail.com

© Verena Perko
Gorenjski muzej Kranj, Univerza v Ljubljani; verena.perko@siol.net

Če ne veš, kam ploveš, ti noben veter ne pomaga (Seneka)

Leta 1997 smo arheologi na letnem zborovanju v Murski Soboti predstavili specifične zahteve, ki jih izkazuje arheološka dediščina v muzejih. To je bil že čas snovanja novega muzejskega zakona, predvsem pa so v muzeje že prispeli prvi kontingenti enormnega korpusa arheološkega gradiva avtocestnih izkopavanj. Takrat je bilo eksplicitno izpostavljeno, da ima arheološko gradivo, pridobljeno s sodobno metodo, specifične zahteve tako glede dokumentacije kot tudi konservatorskih posegov in načina shranjevanja v specialnih depojih. Predlog, da se te specifičnosti upoštevajo v novem zakonu in vnesejo v podzakonske akte ter postanejo del normativov in regulativ, je bil s strani Skupnosti muzejev Slovenije preslišan. Posledično, četudi ne samo zaradi arheoloških smernic, je leta kasneje nastal predlog zakona, ki ni izpolnil pričakovanj in ni ugledal luči sveta. Arheologi pa so se v muzejih čedalje bolj zavedali svoje strokovne nemoči, ne nazadnje se je bilo treba dotakniti etičnega kodeksa muzejskega profesionalnega dela: v kolikšni meri lahko spričo tehnološke, kadrovske in prostorske stiske v naših muzejih sploh še zagotavljamo varovanje in ohranjanje arheološkega gradiva, da komunikacije in interpretacije kot nadgradnje niti ne omenjamo.

Skupina arheologov muzealcev se je ponovno odzvala na pereče stanje, se neformalno povezala ter v zadnjih nekaj letih izoblikovala temeljna stališča o odprtih vprašanjih muzejske dokumentacije ter varovanja in hrambe arheološkega gradiva. Skupina je upoštevala specifičnost arheološke izkopavalne metode in značaj arheološkega arhiva (Barker 1998; Grosman 1991; Harris 1989). Izhajala je iz temeljnih zahtev sodobne muzejske dokumentacije, ki je osnovana na izvornem dokumentu; v primeru arheologije na celoti izkopavalne dokumentacije arhiva in konservatorski dokumentaciji, ki se nenehno dopolnjuje z novimi raziskovalnimi spoznanji, podatki in znanjem, ki nastajajo ob razstavah in v stiku z drugim muzejskim gradivom v dediščinski interpretaciji (Van Mensch 1988; Maroević 1984; Maroević 2020; Zlodi 2003). Muzealizacija in s tem dokumentacija kot najbolj presoden element katerega koli gradiva stremi h komunikaciji z javnostjo, kar pomeni, da mora slediti zahtevam po poenotenem dokumentacijskem sistemu, odprtem za uporabnike. Tega pa ni mogoče zagotavljati brez enotnega dokumentacijskega muzejskega sistema, katerega predpogoj je skupni tezaver, ki stvarem in pojmom določa minimum skupnega pomena, kar omogoča dostopnost do podatkov in vsebin. Trenutno stanje v muzejih je stihijsko. V uporabi je okoli osem različnih, med seboj neusklajenih dokumentacijskih sistemov, ki so poleg vsega v lasti različnih ustanov. Sistemi praviloma ne omogočajo muzealizacije arheološke terenske dokumentacije, krona vsega pa je, da je najštevilčneje zastopan med njimi, Galis, v lasti zasebnega podjetja in ne države, muzeji pa lastniku plačujejo visoke licenčne zneske za uporabo.

Ob vsem navedenem velja posebej poudariti naslednje: če prenos in rokovanje z vsemi izvornimi, tj. izkopavalnimi podatki nista omogočena, je ogrožen ne le arheološki arhiv, temveč je bistveno oškodovana tudi muzealizacija ter s tem komunikacija in interpretacija arheološke dediščine (Maroević 2020). Posledično ni več mogoče govoriti o zagotavljanju dostopnosti, ki je zahteva tako Ustave RS kot zakonodaje.[1] Zagotavljanje

1 ZVKDS-1, 2. člen (javna korist varstva dediščine), 2008 (Splet 1).

Slika 1. Čakajoč na pristojni muzej. Arheološko gradivo, izkopano v Kranju. Delovni depoji PJP d. o. o. (foto: R. Urankar, 2022).

dostopnosti je nadalje priporočilo številnih mednarodnih listin[2] in jo ne nazadnje ICOM predpostavlja kot ključno izhodišče muzejske profesionalne etike.[3] Če k temu dodamo še fizično ogroženost arheološkega gradiva zaradi pogosto neustreznih depojskih prostorov, lahko zgroženi sklenemo, da slovenski muzeji s tovrstno hrambo arheološko dediščino na pasiven način ogrožajo, k čemur veliko prispeva tudi država, ki ne išče skupne, krovne rešitve. Zato skupina predlaga takojšnje izoblikovanje izhodišč komplementarne terenske in muzejske dokumentacije, ki bo ustrezala zahtevam obeh vključenih strani in sledila potrebam sodobne družbe. Leta 2008 sprejeti Zakon o kulturni dediščini, ZVKD-1, v 66. členu predvideva ustanovitev registra skupnih podatkov za premično in nepremično ter nesnovno dediščino in zagotavljanje njihove rangirane dostopnosti, za arheološko gradivo pa ustrezno preskrbljenost depojev na pokrajinski ter državni ravni, saj je arheološka dediščina navsezadnje v domeni države. Naštetega pa ni mogoče doseči brez skupnega, trajnega in vsaj delno obvezujočega izobraževanja v okviru zavodov in muzejev, ki bo omogočilo širše razumevanje družbene vloge arheološke dediščine in širšo, skupno zavest o pomenu njenega ohranjanja z omogočanjem dostopnosti širši javnosti. Ali, kot pravi Seneka, noben veter, tj. sofisticirano orodje in sistemi, ne pomaga, če ne vemo, h kateremu skupnemu cilju plovemo.

Izoblikovana izhodišča po eni strani temeljijo na pristojnosti in obvezanosti muzejev prevzeti in hraniti arhiv arheološkega najdišča po vseh zavezujočih muzejskih standardih ter na drugi strani na dolžnosti ustanovitelja muzeja, da poskrbi za osnovne pogoje dela z zbirko ter za njeno varno rokovanje, hrambo in dostopnost. Arhiv

2 Okvirna konvencija Sveta Evrope o vrednosti kulturne dediščine za družbo, Faro, 2005; Resolucija Evropskega parlamenta na poti k celostnemu pristopu do kulturne dediščine za Evropo, 2015 (Splet 2); UNESCO Priporočilo o varstvu in promociji muzejev in zbirk, njihove raznolikosti in vloge v družbi, 2015 (Splet 3); Evropska strategija kulturne dediščine za 21. stoletje, 2017 (Splet 4) in druge.

3 ICOM-ov kodeks muzejske etike, Ljubljana, 2005 (Splet 5).

arheološkega najdišča je rezultat raziskave posameznega arheološkega najdišča skupaj z vsemi arheološkimi najdbami, vzorci in celotno dokumentacijo, ki spremlja arheološko raziskavo in poizkopavalno oziroma poterensko obdelavo. Biti mora trajno hranjen kot zbirka, dostopna strokovni in širši javnosti.[4] Dokumentacija arheoloških raziskav je izjemno razvita, podprta s sodobno tehnologijo in znanjem, pri čemer sledi zahtevam arheološke znanosti in znanstvenoraziskovalnim ciljem. Med terenskimi raziskovalnimi skupinami nastajajo novi sistemi dokumentiranja,[5] ki omogočajo neposreden prenos podatkov s terena v podatkovno bazo, kjer jim je zagotovljena dolgoročna hramba.

Muzeji so se na drugi strani znašli v brezizhodni zagati zaradi slabe tehnološke opremljenosti, nezadostnega vlaganja v strokovna muzeološka znanja in znanja na področju sodobnih digitalnih tehnologij ter zaradi nerešenega vprašanja depojskih prostorov. Zlasti slednje je razlog, da muzeji ne morejo sprejeti tolikšne količine gradiva in hkrati omogočati dostopnosti.[6] Težave tako nastajajo pri muzeološki obdelavi gradiva (akcesija, inventarizacija, interpretacija v smislu omogočanja dostopnosti javnosti) ter zagotavljanju trajne hrambe podatkov in gradiva. Posledično je ogrožen obstoj terenske dokumentacije, ki je v večini primerov nastala ob invazivni metodi izkopavanj ter je naš edini vir za vse nadaljnje interpretacije in rekonstrukcije arheološkega najdišča. Slovenski muzeji so tako kljub sodelovanju z odborom CIDOC, večkratnim poskusom urejanja standardov muzejske dokumentacije in že začetim delom na tezavru obtičali pri stihijskih rešitvah. Muzejsko gradivo je posledično inventarizirano v prenizkem deležu, le deloma digitalizirano in še to v več nekompatibilnih sistemih, pri čemer je občutno premalo dostopno za širšo javnost (Merriman 2004).

Register nepremične dediščine in muzejska dokumentacija premične ter nesnovne dediščine sta med seboj nepovezana, kar onemogoča celostni pogled na dediščino prostora in soudeleženskо upravljanje, ki ga priporočajo tudi mednarodne listine, Evropska komisija, Ustava RS in Zakon o varovanju kulturne dediščine (Merriman 2004; Pirkovič 2022). Lahko se upravičeno vprašamo, ali je javnosti v resnici omogočena pravica do uživanja dediščine, ki je zagotovljena z Ustavo RS in velja za enega temeljev demokratične družbe, ali pa so to le pravice na deklarativni ravni. Potrebe in želje sodobne družbe ter način dela na področju dediščine terjajo poenotenje muzejske dokumentacije, kar zahteva sistematičen pristop k problemu: oblikovanje pravilnikov in tezavra na državni ravni s hkratnim standardiziranjem dokumentacijskega sistema za skupno hrambo terenske, izkopavalne, muzejske, spomeniške in prostorske dediščinske dokumentacije, ki bi omogočala trajne, komplementarne in javnosti dostopne (interpretirane) arhive premične, nepremične in nesnovne dediščine.

Ob vsem tem velja omeniti, da niti ZVKD-1 (5. točka 52. člena; 5. točka 87. člena) niti *Pravilnik o varovanju in hranjenju nacionalnega bogastva in muzejskega gradiva, o vpisu v razvid muzejev in o podelitvi pooblastila za opravljanje državne javne službe muzejev* (7.–11. člen: Splet 7) ne vsebujeta natančno opredeljenih pogojev, ki jih mora izpolnjevati muzej za trajno in varno hrambo gradiva. V 4. točki 10. člena *Pravilnika o varovanju in hranjenju nacionalnega bogastva in muzejskega gradiva, o vpisu v razvid muzejev in o podelitvi pooblastila za opravljanje državne javne službe muzejev* je navedeno le, da naj ima muzej »osnovno tehnično in programsko opremo za dokumentiranje in varno hranjenje muzejskega gradiva in dokumentacije«, kot navaja 5. točka istega člena »redno vzdrževanje prostorov, tehnične in programske opreme«.[7]

Zato avtorska skupina poziva, da se na ravni muzejskih služb nemudoma oblikujejo standardi in pravilniki o muzejski dokumentaciji arheološkega gradiva ter začne graditi tezaver, izhajajoč iz zahtev arheološkega gradiva in doktrine, veljavne na področju muzejske dokumentacije. Skupina predlaga tudi preverbo možnosti za nadgradnjo sistema terenske dokumentacije Zoot za muzejske namene in v skladu s sodobnimi načeli muzejske dokumentacije zagotavljanje ustrezne dolgoročne hrambe dokumentacije arheološkega gradiva.

4 ZVKDS-1, 2008, 3. člen, podaja definicijo: »Arhiv arheološkega najdišča« je rezultat raziskave posameznega arheološkega najdišča skupaj z vsemi arheološkimi najdbami, vzorci in celotno dokumentacijo, ki spremlja arheološko raziskavo in poizkopavalno oziroma poterensko obdelavo, in mora biti trajno hranjen kot zbirka tako, da se omogoča dostop strokovni in širši javnosti. (Enako definicijo povzema Pravilnik o arheoloških raziskavah, 2. člen (Splet 6).)

5 Tak sistem je tudi Zoot, ki ga je razvil dr. Rafko Urankar iz podjetja PJP, d. o. o., in je predstavljen v tej številki revije.

6 Pri tem so izvzeti muzeji, ki na svojem območju nimajo avtocest in s tem obsežnih arhivov arheoloških najdišč.

7 V arhivih digitalno hrambo urejata *Pravilnik o enotnih tehnoloških zahtevah za zajem in hrambo gradiva v digitalni obliki* (2020) ter njemu nadrejeni *Zakon o varstvu dokumentarnega in arhivskega gradiva ter arhivih* (ZVDAGA) (Splet 8).

Predlog standardov

1. Arhiv arheološkega najdišča je celota najdiščne, topografske in konservatorske dokumentacije ter gradiva z izkopavalno dokumentacijo (risbe in fotografije gradiva v fazah izkopavanja) in dokumentacijo o konservatorskih posegih na gradivu.[8]
2. 2. Pristojni muzejski kustos mora biti vnaprej obveščen o izvedbi arheoloških raziskav na najdišču in o času njihove izvedbe; dolžan je spremljati stanje gradiva in mora biti obveščen o načinu hranjenja ter rokovanja s predmeti.[9]
3. 3. Konservatorski posegi, ki se skladno s 25. členom Pravilnika o arheoloških raziskavah izvajajo na občutljivem in ogroženem gradivu, morajo biti opravljeni skladno z dogovorom z odgovornim kustosom arheologom. Posegi sledijo potrebam razstav ter upoštevajo raziskovalne potrebe in potrebe dolgotrajnega ohranjanja gradiva. Prioriteto za konservatorske posege imata občutljivo gradivo (železo, les …) ter gradivo, namenjeno razstavnim predstavitvam.
4. Arhiv arheološkega najdišča naj preide v trajno hrambo muzeja v rokih, določenih s 33. členom ZVKD-1 in 21. členom Pravilnika o arheoloških raziskavah. Država z zagotovitvijo prostorskih kapacitet za hrambo arhiva omogoči izvedbo primopredaje.
5. Akcesija se skladno s 33. členom ZVKD-1 nanaša na celoten arhiv, pri čemer je ključno zagotoviti trajno, dostopno in skupno podatkovno bazo za premično in nepremično dediščino.
6. Kustos skladno s 4. točko 33. člena ZVKD-1 in 3. točko 21. člena Pravilnika o arheoloških raziskavah ni dolžan sprejemati nepopolnih arhivov arheoloških najdišč, še posebej ne gradiva brez pripadajoče dokumentacije ali s slabo ohranjeno dokumentacijo.
7. Priporočeno je, da se terenska dokumentacija hrani na enem mestu (podatkovna baza/državni arhiv). Dolgotrajno hranjenje digitalnih arhivov predvideva hranjenje na dveh strežnikih, ki sta vsaj 100 km narazen (kot zaščita pred uničenjem v potresu).
8. Predlagamo skupen repozitorij za hrambo celotne slovenske arheološke dokumentacije v digitalni obliki, primerljiv z Registrom nepremične kulturne dediščine.
9. Inventarizacija se nanaša na izkopavalne enote (SE), koordinate najdišča/najdbe in podatke o posebnih najdbah (PN), če se izkopavalec in kustos ne dogovorita drugače (npr. v primerih, da je izkopano gradivo nepomembno in predstavlja velik strošek vzdrževanja, česar pa njegova dokumentarna, kulturna in materialna narava ne podpirajo). V primerih industrijskih ali drugih serijskih izdelkov, odkritih v premešanih plasteh, npr. žebljev, zadostuje hramba eksemplaričnega gradiva. Ostalo gradivo se dokumentirano izloči.
10. Pri inventarizaciji velikih količin keramike, razen ko gre za od izkopavalca prepoznano arheološko, datacijsko ali kulturno vrednost predmeta, se odlomke (iz iste izkopavalne enote) stehta, prešteje, poda kratek opis skupka in datacijo, fotografira in vpiše v (elektronsko) inventarno knjigo. Skupek se dokumentira kot eno inventarno enoto.
11. Inventarizacija posebnih najdb, PN, se izvede z navedbo sumarnega opisa ter določitve predmeta (klasifikacija, datacija), velikosti in teže.
12. Kostnih ostankov ne inventariziramo, lahko pa jih shranjujemo pod inventarno številko SE (npr. inv. št. KFc 2009/a) ali jih kako drugače označimo ter hranimo v za to označenem in posebej namenjenem delu depojskih prostorov.
13. Človeški ostanki zahtevajo posebno, profesionalno etično obravnavo; ne inventariziramo jih, shranjujemo jih pod številko npr. groba ali kako drugače in jasno označene shranjujemo v posebej določenem delu skladišča v posebej za to

8 Skladno z ZVKD-1 je arhiv rezultat raziskave posameznega arheološkega najdišča skupaj z vsemi arheološkimi najdbami, vzorci in celotno dokumentacijo, ki spremlja arheološko raziskavo in poizkopavalno oziroma poterensko obdelavo, in mora biti trajno hranjen kot celota tako, da se omogoča dostop strokovni in širši javnosti (Splet 1).

9 S 15. septembrom 2022 je pričela delovati spletna aplikacija ministrstva za kulturo eDediščina, znotraj katere je umeščena aplikacija eArheologija. Uporaba aplikacije je za vse arheološke izkopavalce in muzealce obvezna. V aplikaciji je obvezno obveščanje o pričetku arheoloških raziskav 3 dni pred pričetkom del. Aplikacijo moramo muzealci uporabljati na dnevni ravni in smo tako prek nje obveščeni.

določenih in označenih zabojnikih, dostopnih zgolj odgovornemu kustosu.

14. Pisanje inventarnih številk: zaradi izjemnih količin gradiva in pomanjkanja strokovnjakov priporočamo, razen v izjemnih primerih, pisanje številk na embalažo ter vodenje katalogov najdišč s fotografijami predmeta in inv. številkami; pri tem je kustosu v veliko pomoč izkopavalna dokumentacija gradiva (ohranjati je treba izkopavalne oznake, posebej PN). Nujno je zagotoviti dosledno sledljivost dokumentacije. Če je predmet na razstavi znotraj muzeja ali je izposojen v razstavni namen izven muzeja, mora biti na njem zapisana inventarna številka.
15. Kustos arheolog je o stanju arheološkega gradiva dolžan obveščati pristojne službe (vodstvo muzeja, ustanovitelja, ministrstvo za kulturo). V okviru Službe za nepremično dediščino in Službe za premično dediščino je treba določiti komisijo za urgentne zadeve.
16. Muzej je dolžan omogočati dostopnost do gradiva in dokumentacije strokovni javnosti, posebej izkopavalcem in raziskovalcem, pod posebnimi pogoji pa tudi laični javnosti.
17. Pri objavljanju gradiva kustosu arheologu pripada podobna avtorska pravica (npr. pisanje kataloga) kot izkopavalcu, priporočamo timsko delo.
18. Enako kot izkopavalec oziroma terenski raziskovalec je tudi kustos arheolog pristojen za interpretacijo, posebej za sekundarno kulturno umeščanje gradiva iz oddaljene, sodobni javnosti težko predstavljive preteklosti. Priporočena sta multiinterpretativnost in vključevanje javnosti.
19. Enako kot izkopavalec je tudi kustos arheolog pristojen za prezentacijo/muzealizacijo arheoloških najdišč, ki naj poteka v skladu z muzejskimi izhodišči in zahtevami sodobne interpretacije ter v tesni povezavi s pristojno enoto Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije, katerih gradivo hrani v muzeju. Kustos arheolog je posebej pristojen za upoštevanje potreb lokalne in drugih javnosti ter njihovo vključevanje. Pristojni kustos ima pravico in dolžnost prisostvovati arheološkim raziskavam na območju, ki ga strokovno pokriva določen muzej.
20. Kustos arheolog je posebej pozvan k povezovanju in komunikaciji znanj, pridobljenih s pomočjo izkopavanj in izkopanega gradiva. Pri tem upošteva prispevek vseh soudeleženih v procesih izkopavanj, raziskav in muzealizacije ter jih vključuje v dejavno komunikacijo in širjenje arheoloških znanj.
21. S ciljem omogočati dostopnost širši javnosti in povečevati kulturne kompetence okolja priporočamo izdelavo kakovostnih kopij najdb (muzejskih predmetov) za lokalno ali širšo skupnost pomembnega arheološkega gradiva in digitalnih vizualizacij/rekonstrukcij.
22. Kustos arheolog vodi dnevnik muzejskih opravil, vpisuje akcesije, opravlja inventarizacijo, vodi izposojo in evidenco razstav in izdelav kopij ter spremlja stanje gradiva in druge za zbirko in javnost pomembne posege na gradivu ali dokumentaciji.
23. Kustos skrbi za priročno hrambo podatkov in oblikovanje metapodatkov, vključno z interpretacijami gradiva, ki so na voljo javnosti.
24. Kustos arheolog se s pogodbo obveže, da bo od vseh, ki raziskovalno, študijsko ali ljubiteljsko objavljajo gradivo, pridobil kopijo izvoda ali elektronsko objavo, za dostopnost vseh objav pa je zadolžen knjižničar.
25. Izdelati je treba normative in standarde za muzejsko dokumentacijo.

Skupina se zaveda kritičnega stanja arheološke dediščine, izkopane v zadnjih treh desetletjih pospešenih avtocestnih raziskav. Opozarja na brezizhodnost trenutnega položaja v slovenskih muzejih in nujnost zagotovitve depojev na državni ravni v okviru posameznih pokrajinskih muzejev, kar bi omogočilo nemoteno znanstveno in strokovno muzeološko delo na gradivu. Muzeji ne morejo zagotavljati dostopnosti javnosti brez urejene, poenotene izkopavalne in muzejske dokumentacije, združene v okviru premične, nepremične in nesnovne dediščine, kar je navsezadnje ne le obveza izkopavalcev in dolžnost dediščinskih ustanov, temveč tudi temelj demokratizacije sodobne družbe (Harrison 2013).

Literatura / References

BARKER, P. 1998, *Tehnike arheološkega izkopavanja*. – Ljubljana, Slovensko arheološko društvo in Uprava RS za kulturno dediščino.

HARRIS, E. C. 1989, *Načela arheološke stratigrafije*. – Ljubljana, Slovensko arheološko društvo.

HARRISON, R. 2013, *Heritage: critical approaches*. – London, New York, Routledge.

GROSMAN, D., Z. STANČIČ 1991, Iz blata k zvezdam ali računalnik v arheološki sondi. – *Arheo* 12, 37–44.

MAROEVIĆ, I. 1984, *Predmet muzeologije u okviru teorijske jezgre informacijskih znanosti*. – Zagreb, Muzejski dokumentacijski centar, 3–6. https://core.ac.uk/download/pdf/33285433.pdf

MAROEVIĆ, I. 2020, *Uvod v muzeologijo*. – Ljubljana, Slovensko muzejsko društvo.

MERRIMAN, N. 2004, *Public Archaeology*. – London, New York, Routledge.

PERKO, V. 2014, *Muzeologija in arheologija za javnost: muzej Krasa*. – Ljubljana, Kinetik, zavod za razvijanje vizualne kulture.

PIRKOVIČ, J. 2022, *Upravljanje arheološke dediščine*. – Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani.

PIRKOVIČ, J., B. ŠANTEJ 2012*, Pravno varstvo nepremične kulturne dediščine v Sloveniji*. Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije.

VAN MENSCH, P. 1988, *S*trukturalni pristup muzeologiji, *Informatica museologica* 1–2. – Zagreb, Muzejski dokumentacijski centar, 99–103.

ZLODI, G. 2003, Muzejska vizualna dokumentacija u digitalnom obliku. – *Muzeologija* 40, 9–105.

Spletni viri / Web sources

SPLET 1 / WEB 1: Zakon o varstvu kulturne dediščine (Uradni list RS, št. 16/08, 123/08, 8/11 – ORZVKD39, 90/12, 111/13, 32/16 in 21/18 – ZNOrg). Http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO4144 (28. 6. 2022).

SPLET 2 / WEB 2: The ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites. Quebec, Canada, 4 October 2008: http://icip.icomos.org/downloads/ICOMOS_Interpretation_Charter_ENG_04_10_08.pdf.

SPLET 3 / WEB 3: http://www.icom-slovenia.si/baza-znanja/unesco-va-priporocila-o-varstvu-in-promociji-muzejev-in-zbirk/.

SPLET 4 / WEB 4: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MK/DEDISCINA/Strategija_21_SvetEvrope_2017-06-11.pdf.

SPLET 5 / WEB 5: http://www.icom-slovenia.si/fileadmin/user_upload/dokumenti/eticni_kodeks/eticni_kodeks.pdf (28. 6. 2022).

SPLET 6 / WEB 6: http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV11445 (28. 6. 2022).

SPLET 7 / WEB 7: http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV11332 (28. 6. 2022).

SPLET 8 / WEB 8: http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO4284) (28. 6. 2022).

1.25 Drugi sestavni deli

Informacijski sistem eArheologija – vzpostavitev aplikacije

© Brigita Petek
Ministrstvo za kulturo RS; brigita.petek@gov.si

Z namenom učinkovitega spremljanja izvajanja arheoloških raziskav na območju Republike Slovenije in nadzora nad njimi ministrstvo za kulturo (ministrstvo) od leta 2017 razvija računalniško aplikacijo eArheologija, in sicer v okviru investicijskega projekta Celovita informacijska podpora procesom varstva nepremične kulturne dediščine – eDediščina, ki se financira iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj (OP 2014–2020).

Aplikacija eArheologija vzpostavlja informacijsko okolje za:

- vodenje upravnih postopkov izdaje kulturnovarstvenih soglasij za raziskavo in odstranitev arheološke ostaline (tudi v okviru financiranj/naročil predhodnih arheoloških raziskav iz državnega proračuna),
- vodenje upravnega postopka izdaje kulturnovarstvenega soglasja za odstranitev arheološke ostaline z izvedbo izravnalnega ukrepa,
- spremljanje terenskega dela posamezne arheološke raziskave skladno z določili izdanega kulturnovarstvenega soglasja za raziskavo in odstranitev arheološke ostaline (začetek/prekinitev/konec dela na terenu, obvestila o izjemnem odkritju in postopek izdaje odločbe ministrstva o (ne)priznanju izjemnosti odkritja),
- poročanje o izsledkih opravljene raziskave, vključno s potrjevanjem poročil s strani nadzornikov raziskave,
- oddajo arhiva arheološke raziskave pristojnemu muzeju, s predhodno seznanitvijo s seznamom gradiva (dokumentacija, predmeti, vzorci), in zaključek arheološke raziskave,
- arhiviranje zadev in gradiv (dokumentacije) ter objavo rezultatov raziskav.

Slika 1. Logotip aplikacije eArheologija.

V aplikaciji so navedena dejanja, ki so organizirana oziroma se izvajajo po sklopih ODLOČBA, RAZISKAVA, POROČANJE (Prvo in Končno poročilo), ODDAJA ARHIVA. Vsi sklopi so podprti z avtomatskim prožen-jem in vodenjem vseh časovnih rokov skladno z določili Pravilnika o arheoloških raziskavah (Pravilnik 2013).[1] Aplikacija prav tako vzpostavlja informacijsko okolje za vnos in objavo rezultatov neinvazivnih arheoloških raziskav, za katere kulturnovarstveno soglasje za raziskavo in odstranitev arheološke ostaline ni potrebno (arheološko vrednotenje virov, daljinsko zaznavanje, topografija brez pobiranja vzorcev, geofizikalni pregled).

Uporabniki aplikacije eArheologija so razdeljeni v uporabniške skupine: administrativni uporabnik, notranji uporabnik in zunanji registrirani uporabnik. Uporabniška skupina določa pravice posameznega uporabnika, ki pa je lahko opredeljen v več uporabniških skupinah. Vsak zunanji registrirani uporabnik in notranji uporabnik ima ob vstopu v aplikacijo prikazano domačo ploščo z zadevami, v katerih je udeležen. Notranji uporabniki so *uporabnik MK* (uslužbenec ministrstva z dostopom in vpogledom do vseh postopkov in podatkov aplikacije), *uporabnik ZVKDS* (uslužbenec Zavoda za varstvo kulturne dediščine RS, ki je lahko nadzornik raziskave, odgovorni konservator ali poročevalec – CPA), *uporabnik SKAR* (član Komisije za arheološke raziskave) in *uporabnik kustos* (arheolog kustos pristojnega muzeja trajne hrambe arhiva arheološke raziskave). Zunanji registrirani uporabniki so *registrirani uporabniki,* ki se v aplikacijo prijavljajo s kvalificiranim digitalnim potrdilom (predvsem izvajalci raziskav, ki pripravljajo/oddajajo vloge za pridobitev soglasja za raziskavo, vnašajo datume začetka, prekinitve in zaključka

1 Z vzpostavitvijo informacijskega sistema eArheologija se je začel uporabljati nov pravilnik (Pravilnik 2022); arheološke raziskave, ki so se začele pred tem, se bodo dokončale po določbah prejšnjega.

terenskega dela arheološke raziskave, pripravljajo in oddajajo strokovna poročila z obveznimi prilogami, vnašajo in poročajo o raziskavah, za katere soglasje za raziskavo ni potrebno, izdelujejo sezname lastnih zadev …) in *uporabnik recenzent* (strokovnjak, ki recenzira končna poročila o arheološki raziskavi).

Rezultat celovitega pregleda nad zbranimi podatki je vzpostavitev:

- evidence kulturnovarstvenih soglasij za raziskavo in odstranitev arheološke ostaline (vsi upravni postopki),
- evidence arheoloških raziskav s prostorskim prikazom rezultatov (poligoni opravljenih raziskav z atributnimi podatki in s povezavami na poročila).

Z uvedbo aplikacije eArheologija se arheološka raziskava dejansko konča, ko je arhiv arheološke raziskave predan v trajno hrambo pristojnemu muzeju oziroma s potrditvijo zapisnika o prevzemu arhiva s strani pristojnega muzeja/kustosa v informacijskem sistemu. Nove funkcionalnosti aplikacije eArheologija, ki jih trenutna informacijska podpora ministrstva ne omogoča, so še trajna hramba poročil s prilogami v digitalni obliki, javni prostorski prikaz rezultatov raziskav ter predvsem uveljavitev določil pravnih in upravnih aktov, ki se nanašajo na odgovornosti izvajalcev raziskav, pogoje imenovanj vodij raziskav, nadzor nad izvajanjem raziskav in poročanje o izsledkih raziskav.

Produkcijska uvedba aplikacije eArheologija je bila glede na podaljšanje projekta eDediščina načrtovana v drugi polovici leta 2022.

Literatura / References

PRAVILNIK 2013: *Pravilnik o arheoloških raziskavah*, Uradni list RS, št. 3/13. http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV11445.

PRAVILNIK 2022: *Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o arheoloških raziskavah*, Uradni list RS, št. 56/22. https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2022-01-1203?sop=2022-01-1203.

1.25 Drugi sestavni deli

Obujena koliščarska dediščina na Ljubljanskem barju

© Elena Leghissa
ZRC SAZU, Inštitut za arheologijo; elena.leghissa@zrc-sazu.si

©Maja Andrič
ZRC SAZU, Inštitut za arheologijo; maja.andric@zrc-sazu.si

©Tjaša Tolar
ZRC SAZU, Inštitut za arheologijo; tjasa.tolar@zrc-sazu.si

©Borut Toškan
ZRC SAZU, Inštitut za arheologijo; borut.toskan@zrc-sazu.si

©Anton Velušček
ZRC SAZU, Inštitut za arheologijo; anton.veluscek@zrc-sazu.si

Leto 2022 je prineslo veliko pridobitev za arheološko in splošno javnost. V okviru projekta *Interpretacija biotske raznovrstnosti in dediščine kolišč na Ljubljanskem barju* (akronim Na-kolih) je bila na območju severovzhodno od Iga postavljena rekonstrukcija koliščarske vasi. Projekt je vodila Občina Ig v sodelovanju z Znanstvenoraziskovalnim centrom SAZU (Inštitutom za arheologijo in Geografskim inštitutom Antona Melika) ter javnim zavodom Krajinski park Ljubljansko barje. V okviru projekta je bil postavljen Morostig - Hiša narave in kolišč. Poleg rekonstrukcije koliščarske vasi predstavlja njegov sestavni del tudi nov interpretacijski center v središču Iga in tematska učna pot, ki se zaključi pri rekonstrukciji kolišča. V centru bodo med drugim predstavljeni zgodovina, načini raziskav naravne in koliščarske dediščine ter rezultati teh raziskav, na katerih temelji rekonstrukcija vasi. Tematska pot prikazuje biotsko raznovrstnost Ljubljanskega barja in severnoižanska kolišča.

Inštitut za arheologijo ZRC SAZU je bil zadolžen za vsebine, vezane na kulturno dediščino, in je aktivno sodeloval pri zasnovi, gradnji ter postavitvi opreme kolišča.

Idejno zasnovo načrta koliščarske vasi smo pripravili upoštevajoč rezultate raziskav kolišč Parte in Parte-Iščica iz tretjega tisočletja pr. Kr. (Harej 1978; 1981–1982; 1987; Velušček, Čufar, Levanič 2000). Na podlagi dendrokronoloških raziskav je bilo mogoče na zadnjem od obeh omenjenih kolišč rekonstruirati natančne tlorise pravokotnih kolib (Velušček, Čufar, Levanič 2000, 88ss). Arhitekturno zasnovo kolišča sta pripravila Aleksander Ostan in Nataša Pavlin s sodelavci iz Ateljeja Ostan Pavlin d. o. o.

Namen rekonstrukcije koliščarske vasi pri Igu je bil celostno predstaviti življenje in okolje na območju Ljubljanskega barja v tretjem tisočletju pr. Kr., natančneje, v času

Slika 1. Logotip Morostiga.

vučedolske kulture, bogato zastopane na t. i. Dežmanovih koliščih pri Igu. Ustvarjeno je bilo manjše jezero, na robu katerega je postavljenih pet kolib. Tri so rekonstruirane v celoti, preostali dve pa sta prezentirani le s skeletom objekta (ena tudi s streho) (slika 2). V treh kolibah, ki so namenjene ogledu, so s pomočjo številnih replik posod, žlic, vretenc, košar, tkanine, sekir, nožev, sulic in druge opreme, vključujoč naravne (divje) in gojene prehranske dobrine, poznane iz tega obdobja, prikazane raznovrstne aktivnosti koliščarjev.

V prvi kolibi, hiši lončarjev, sta predstavljena način in material, uporabljen za gradnjo koliščarskih kolib in izdelovanje keramičnih predmetov (slika 3). Tu igra poglavitno vlogo glina. Prikazan je celosten postopek izdelovanja in krašenja keramičnih posod ter drugih predmetov. Z repliko glinene peči je prikazan način žganja posod najrazličnejših zvrsti. Med njimi najdemo raznovrstne sklede na križnih nogah, vrče, lonce, visoke sklede in skodele, nekatere bogato okrašene z brazdastimi in navadnimi vrezi, zapolnjenimi z belo apnenčasto inkrustacijo.

Druga koliba, hiša tkalcev, je namenjena predstavitvi tkanja in prehrane koliščarjev (slika 4). Z raznovrstno posušeno hrano iz divjine in polj smo želeli predstaviti, kaj/koliko si je takrat človek že sam vzgojil, kaj pa je lahko nabiral in jedel iz narave. V posodah in košarah, na policah in stenah so med drugim razstavljeni ječmen, pšenica, lešniki, želodi, posušene drnulje, trnulje, volčje jabolko, robide, gozdne jagode in grozdje. Replike statev, uteži, keramičnih vretenc, šivank, šil in tekstilnih izdelkov služijo za prikaz načina tkanja v tedanjem času.

Slika 2. Pogled na rekonstrukcijo koliščarske vasi na Igu - Morostig.(foto: E. Leghissa, 2022).

Slika 3. Morostig. Pogled v prvo kolibo, hišo lončarjev, s predstavljenim postopkom izdelave in krašenja keramike ter z repliko lončarske peči in keramičnih posod (foto: E. Leghissa, 2022).

Tretja koliba je hiša metalurgov. V njej predstavljamo metalurgijo in dejavnosti lova, ribolova, izdelovanja predmetov iz kamna, kosti in rogovja ter živinorejo (slika 5). Bogato so zastopane živalske kože, ki ponujajo vpogled v koliščarsko živinorejo in »divji« lov, s čimer je prikazana tudi pestrost živalskega sveta v obdobju koliščarjev. Zastopane so kože goveda, koz, ovc, divjih prašičev, jelenov in medvedov. Replike kamnitih najdb posnamejo natančno izdelane sulice s kremenastimi ostmi, bodala, sekire in nože, žrmlje in raznovrstne tolkače ter bruse. Metalurgijo smo predstavili z repliko metalurške peči, pri kateri smo uporabili usnjene mehove z nastavki, šobe in talilne posode. Reproducirani so bili kalupi sekir tipa Kozarac in Altheim.

Izgradnja koliščarske vasi in postavitev opreme v posameznih kolibah sta bili za vse udeležence pravi izziv. Hkrati sta veliko pripomogli k preizkušnji in prenosu teoretskega arheološkega znanja v prakso. Že vrsto let je bil tovrsten muzej veliki deziderat ne le arheološke, temveč tudi splošne javnosti. Ižanska kolišča, vpisana na UNESCOv seznam Prazgodovinskih kolišč okoli Alp, so tako z rekonstrukcijo pridobila dodaten pomen v mednarodni mreži UNESCOve in koliščarske dediščine.

Ogled Morostiga bo možen od marca 2023 dalje. Več informacij je dostopnih na spletni strani https://morostig.si/.

Slika 4. Morostig. Pogled v notranjost druge kolibe, hiše tkalcev, s prehrambenimi rastlinami in statvami (foto: E. Leghissa, 2022).

Slika 5 Morostig. Pogled v notranjost tretje kolibe, hiše metalurgov, s predstavitvijo živalstva, s koščenim, roženim in kamnitim orodjem ter metalurškim kotom (foto: E. Leghissa, 2022).

Literatura / References

HAREJ, Z. 1978, Kolišče v Partih pri Igu na Ljubljanskem barju. – *Poročilo o raziskovanju neolita in eneolita v Sloveniji* 6, 61–94.

HAREJ, Z. 1981–1982, Kolišče v Partih pri Igu na Ljubljanskem barju – raziskovanja 1978. in 1979. leta. – *Poročilo o raziskovanju neolita in eneolita v Sloveniji* 9–10, 31–99.

HAREJ, Z. 1987, Kolišče v Partih pri Igu na Ljubljanskem barju – raziskovanja leta 1981. – *Poročilo o raziskovanju neolita in eneolita v Sloveniji* 15, 141–193.

VELUŠČEK, A., K. ČUFAR, T. LEVANIČ 2000, Parte-Iščica, arheološke in dendrokronološke raziskave (Parte-Iščica, archaeological and dendrochronological investigations). – *Arheološki vestnik* 51, 83–107.

1.22 Intervju

Intervju z Dragom Svoljšakom, dobitnikom nagrade Slovenskega arheološkega društva za leto 2020

© Predrag Novaković
Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologijo; predrag.novakovic@ff.uni-lj.si

© Peter Turk
Narodni muzej Slovenije; peter.turk@nms.si

Obrazložitev za nagrado se začenja z navedbo, da je tvoja kariera pravzaprav neke vrste lok slovenske povojne arheologije, lok, ki povezuje najstarejše slovenske arheologe, ki so slovensko arheologijo obnovili po drugi svetovni vojni, in sedanje generacije arheologov. Zato moramo začeti s tem vprašanjem. Drago, ti si eden redkih, ki nam lahko danes iz prve roke pove, kako je bilo študirati pri Korošču in Klemencu.

Najprej moram reči, da mi sojenice arheologije niso položile v zibelko, ampak sem vanjo prišel bolj po naključju. Na jeseniški občini sem dobil štipendijo za študij tehnične fizike. V gimnaziji sem bil slab fizik in matematik, ampak štipendijo so mi dali in sem jo vzel, po enem semestru pa sem spoznal, da nisem za ta študij. In tako sem iskal študij, ki bi ga zmogel. Privlačila me je veterina, a tudi tu sem spoznal, da ne bo šlo. Skratka, z gimnazije nisem prinesel nobene usmeritve, kateri poklic bi lahko opravljal. Tako sem imel nekaj mesecev časa in sem pregledoval seznam predavanj ljubljanske univerze, vleklo me je na geografijo, pa tudi arheologija se mi je zdela primerna. Ker sem kot študent bival pri stari teti, je njena hči, ki je bila moja krstna botra, zahtevala, da se vpišem še nekam, ker je na arheologiji premalo ur. Ona je hotela jezike, jaz pa sem si želel etnologijo, kajti poznal sem Alko Novak iz Gorenjskega muzeja, ki je sodelovala z mojim stricem v Mojstrani. Skratka, tako sem prišel na arheologijo, in ko sem vstopil v seminar, ta je bil še na podstrešju na realki na Vegovi, sta me sprejela dva profesorja, prvi je bil suh, drugi pa malo bolj obilen. Suhi profesor je rekel obilnemu: »*Poglej, poglej, Josip, še eden, ki ga je Bog z mokro cunjo po glavi udaril*.« Sprejem je bil sicer obupen, a študirati pri Korošču in Klemencu je bilo lepo.

Korošec nam je predaval neolitik in zgodnji srednji vek. Bil je zelo reden in natančen. Predaval pa je tako, da je bral iz svoje knjige, in če si kaj vprašal, ti je razložil. Klemenc pa je bil bolj staromoden profesor, držal se je svojega principa. Predaval je zgodovino Rima, pa tudi nekaj o rimski provincialni arheologiji smo slišali pri njem. Tretji profesor je bil Stare, in sicer za kovinska obdobja. Moram reči, da od njega nisem odnesel čisto nič, ker se ni pretirano držal urnika. Edino, česar sem si želel, je bilo, da bi šel z njim v Dobovo, kjer je izkopaval. Toda ker sem bil zaznamovan kot Koroščev človek, nisem prišel v poštev.

Ali je takrat predaval tudi Srečko Brodar?

Srečka Brodarja smo imeli dvakrat na teden. Začenjal je zjutraj natanko ob sedmih – akademskih četrt ni bilo. Ko si vstopil v njegovo sobico na Aškerčevi, je bilo že vse zakajeno kot v kaki paleolitski jami, kjer dima ni vleklo ven. Brodar je bil zelo dober predavatelj, pa tudi Korošca in Klemenca sem z užitkom poslušal, saj mi je bilo vse novo.

Kdo so bili tvoji sošolci?

V letniku nas je bilo pet in še pet starejših kolegov. Z menoj so bila tri dekleta in en fant: Janez Eržen iz Škofje Loke, Zorka Šubic, Majda Šumi, čedna Kranjčanka, ki se je potem kar izgubila, in Anja Uršič. Samo Oka [Zorka Šubic, op. P. N.] je šla v arheologijo. Ostali moji kolegi so bili Marko Urbanija, zelo načitan fant, Ljubo Marun, ki je bil že iz gimnazije usmerjen v arheologijo in je bil Staretov varovanec, Alka Bračič iz Maribora in Vera Poček, ki se je kasneje poročila z arheologom. Jaz sem edini ostal v arheologiji. Urbanija se je bolj zanimal za stari vek in je bil pri Viktorju Korošču kuhan in pečen, Vera Poček, Črnogorka, pa je šla za učiteljico, če se prav spomnim, v Litijo. Prav danes sem izračunal, da sem več kot 55 let član društva, kar ni malo. Zanimivo je, da nisem bil nikdar sprejet, takrat je šlo vse avtomatično. Leta 1965, ko sem šel s Petrujem izkopavat v Ajdovščino, sem prav zares stopil na arheološko pot.

To so bili časi, ko še ni bilo zgradbe, v kateri je danes Filozofska fakulteta. Takrat ste bili še v Realki.

Drugi semester prvega letnika smo se že preselili. Bil je velik spor med arheologi in zgodovinarji, ker smo izgubili precej prostora v tistem hodniku, kjer je zgodovina, nas pa so stlačili na vrh stopnic, v dva prostora in eno pisarnico. Tako je ostalo ves čas, dokler nismo prišli na Zavetiško.

Oba arheološka profesorja imam še vedno v lepem spominu. Klemenčeva predavanja so bila eksaktna, Korošec pa mi je nekoč, ko smo bili na Barju, rekel: »Zapomni si

za vse življenje, iščeš človeka in ne črepinj od človeka.« Njega je dostikrat zaneslo, tudi v politiko. Jezilo ga je, da je bil z Aškerčeve, po kateri je takrat potekal ves promet, velik hrup, tako da se je tresla vsa stavba. Vedno je govoril: »Kateri idiot je zgradil Filozofsko fakulteto na tem potresnem področju, to ne more biti res.« In potem je začel udrihati čez odgovorne. Ljubo Marun je to nosil na neprava mesta, kamor smo potem tudi mi morali včasih hoditi na zaslišanja o tem, kaj in kako se pogovarjamo na seminarju. Skratka, bilo je kar zanimivo. Poslušali smo še Škerlja, latinščino pa nas je imel Gnezda. Gnezda je bil trd kot granit. Zanimiv začetek.

Danes si težko predstavljamo tako majhno skupino.

Vseh skupaj nas je bilo deset. Potem sta v naš letnik prišla še dva »podbevca«, ki sta arheologijo študirala kot predmet B, Silvij Košak, kasneje mednarodno priznan primerjalni jezikoslovec, in Drago Braco Rotar, ki je študiral še sociologijo.

Omenil si delo s Koroščem na Barju. Ali je šlo za Resnikov prekop leta 1957? Vas je Korošec pogosto vabil na teren?

Ja, na Resniku smo bili, to je bila obvezna praksa. S Koroščem sem bil na Resniku, potem pa še s Tatjano Bregant na sondiranju na Partih. S sondiranjem Part smo segli do Dežmanovih kolišč na drugi strani ceste. Takrat smo izkopali, ne spomnim se več točno, kakih dvesto sond. Tatjana Bregant je bila asistentka, tako da je vodila samo vaje iz risanja in preparacije keramike. V glavnem smo lepili keramiko, ki jo je v Ljubljano pripeljal Korošec s svojih izkopavanj po južnih republikah.

Tudi potem ko je že bila profesorica, je Tatjana Bregant še vedno vodila vaje iz preparacije keramike. To je bila neke vrste njena ljubezen, bi lahko rekli.

Jaz sem se nanjo zelo navezal, bila mi je neke vrste arheološka mama. Takrat je bil na oddelku še asistent Šašel, ki je delal tudi v knjižnici. Knjižnica je bila v manjšem prostoru, tako da se študentje v njej nismo imeli kam usesti. Če si hotel pregledati knjigo, si moral iti v sosednjo predavalnico. Vse skupaj je bilo zelo družinsko, vsi smo bili prijatelji, s profesorji vred.

In potem si leta 1964 prišel v Goriški muzej. Takrat ni bilo toliko novih arheoloških služb.

To je kar zamotana zgodba. Naj jo povem na kratko. Jeseni 1963 je v Ljubljani potekal kongres Jugoslovanskega arheološkega društva, na katerem smo študentje pomagali pri sprejemu gostov, vozili smo jih v hotele, skratka, bili smo neke vrste stevardese. Pomagali smo trije, Vera, Marko Urbanija in jaz. Marun je bil precej nepriljubljen, Ančka pa je bila nekako izgubljena punca in se je kasneje poročila v Anglijo. Plačali nas niso, dali pa so nam možnost, da gremo na kongresno ekskurzijo. In ta ekskurzija, naključno ali pa tudi ne, je bila prav na Primorsko. Iz Ljubljane smo šli na Lanišče, Hrušico, v Ajdovščino, v Kromberk v Goriški muzej, nato pa na kosilo na Sv. Katarino, ki se ji zdaj pravi Kekec. Še sedaj se spomnim, kaj sem jedel, ker je bilo kosilo bogato. Julko je bil obilen gostilničar, bil je tudi na gradu v Kromberku, res je dobro kuhal ali pa sem imel le tak občutek. Kakor koli že, takrat sem bil prvič na Goriškem. Dobro se spominjam, ko so se moj kasnejši ravnatelj Rudi Hönn, Petru, Ljudmila Plesničar in Tatjana Bregant pri kosilu usedli skupaj in nekaj pletli. Novembra 1963 me je poklical Korošec, ki je rad delegiral arheologe (Kneza je poslal v Bihać, Puš je šel v Tuzlo), in mi rekel: »Šel boš *v Goriški muzej v Novo Gorico.«* Jaz seveda nisem imel pripomb. Bil sem pripravljen iti kamor koli. »*Dol te pošiljam, ampak glej, da boš končal študij, če ne, te bom tudi odpoklical.«* Takrat sem bil namreč v tretjem letniku. In tako sem bil delegiran v Novo Gorico.

Kot arheolog ali tudi kot etnolog?

Vic je bil v tem, da so oni takrat iskali etnologa in arheologa v eni osebi, v Sloveniji pa sem oboje študiral samo jaz. In oba študija sem imel pod A. 3. decembra sem se prišel predstavit, 16. decembra so me sprejeli in s 1. januarjem 1964 sem bil že zaposlen, pri čemer sem dobil 14 dni za preselitev.

Kam pa si se lahko preselil v Novi Gorici, ki je takrat še nastajala?

Jaz bi se lahko preselil še isti dan, ker tako ali tako nisem ničesar imel. Vse svoje stvari sem spravil v velik kovček, ki sem ga dobil od ženinega brata, hokejskega vratarja; ta ga je dobil za svojo opremo, ker je šel na nevemkatero olimpijado. Sobo sem dobil v Kromberku pri Poberaju, kjer je bila včasih gostilna, in tam ostal tri mesece. Spomnim se, da je bil hud mraz, peči pa ni bilo. Nato sem se preselil v grad Kromberk in v njem ostal dobrega pol leta. Potem sem se poročil in dobil stanovanje na Cankarjevi

ulici v Novi Gorici. To je šlo res ekspresno – še moji ženi, takrat še punci, so zrihtali službo v Meblu.

Goriški muzej takrat verjetno še ni imel arheološke zbirke.

Bilo je 156 predmetov in prgišče novcev. Predmeti so bili skoraj vsi s Kovačevš, novci pa so bili slučajni pobirki. Novce mi je določil Stipe Šteker, ki je bil zbiratelj, Kovačevše pa sem kasneje objavil v Goriškem letniku. Kasneje sem šel na Kovačevše, da bi še kaj našel, a v jami, iz katere so bile najdbe, ni bilo ničesar več.

Če se malo pošalimo, v Goriškem muzeju so potrebovali arheologa, zbirke pa še niso imeli. Očitno so mislili malo bolj dolgoročno – z arheologom bo prišla tudi arheologija.

Ne vem, kaj so mislili. Bil sem vesel, da sem dobil službo. Morate vedeti, da so bila takrat vsa arheološka mesta v Sloveniji zasedena, na fakulteti, akademiji, v muzejih in spomeniškem varstvu. Brežice niso imele poklicnega arheologa, tam je bil Kolšek, ki je deloval tudi kot arheolog. Bil je velik prijatelj s Petrom Petrujem, bil je član društva in je redno hodil na sestanke.

Slika 1. Vodje izkopavanj na Hrušici leta 1973: Drago Svoljšak, Peter Petru, Aci Leben in Thilo Ulbert (foto Srečo Habič, hrani AO NMS).

Ko sem prišel v Goriški muzej, ni bilo v njem niti ene arheološke knjige. Takratni ravnatelj je bil ljubitelj slikarstva in je zbiral tovrstno literaturo. Tako sem bil prvo leto bolj etnolog, ker so takrat postavljali stalno zbirko. Dobil sem nalogo, da postavim t. i. etnološko zbirko. Ob tem sem uredil tudi arheološko zbirko z gradivom, ki sem ga takrat imel. Morate vedeti, da nisem imel izkušenj. Do tedaj še nisem bil v nobenem muzeju. Ker sta bila Korošec in Gabrovec na nasprotnih bregovih, nismo šli niti v Narodni muzej. Pomagal sem postavljati stalno zbirko v Goriškem muzeju in se tako učil. Še najbolj me je navdušilo, ko sem bil dodeljen zunanjima sodelavcema Tonetu Ferencu, ki je postavljal zbirko NOB, in Milici Kacin Wohinz, ki je pripravljala medvojno obdobje. Bila je izredna oseba, dobra pedagoginja in izvrstna zgodovinarka. Takrat sem prvič slišal za TIGR, bil sem presenečen, ko sem videl fotografije fantov, ki so se pripravljali za italijansko vojsko in imeli maske čez usta. Takrat sem prvič slišal stvari, o katerih v gimnaziji ni bilo govora. Pri vseh zbirkah, ki smo jih takrat postavili, sem imel prste vmes, seveda bolj kot fizična pomoč. Takrat je bila v muzeju tudi velika razstava likovne umetnosti Primorske in tako sem lahko spoznal praktično vse živeče umetnike. Spoznal sem novejšo zgodovino, medvojno in povojno, arheologije pa se skoraj nisem dotaknil. Kot etnolog sem dobil dva zajetna vprašalnika, ki ju je pripravilo Slovensko etnološko društvo. Za Primorsko sem ju dobil za Grgar in Krajno vas. V Grgarju so me vrgli iz hiše. Ko so slišali moje narečje, so rekli: »*Vi pa niste Primorc, ampak Kranjc in Kranjc nima v moji hiši kaj početi.*« V Krajni vasi pa sem v vinogradu srečal starejšega možakarja, ki me je peljal domov na kosilo, nato pa sem še en teden hodil k njemu na pogovore. Kolo sem dal v Novi Gorici na vlak in iz Štanjela kolesaril do Krajne vasi. Kmalu zatem je sledila slavnostna otvoritev stalne zbirke v muzeju, na kateri je nastopil Slovenski oktet.

Leta 1965 je v muzej prišel Emil Smole, takratni direktor Zavoda za spomeniško varstvo, in me odpeljal v Ajdovščino pogledat gradnjo nove kinodvorane. Staro kinodvorano, ki je bila spomeniško zaščitena, saj je bila v njej ustanovljena prva povojna slovenska vlada, so podrli. Ko sva prišla v Ajdovščino, je bil tam že kup rimskih kamnov z napisi. Poklicala sva Petra Petruja, ki je takoj prišel iz Ljubljane. Takrat sem se pričel ukvarjati z arheologijo. S Petrujem sem ostal v Ajdovščini. Petru je raziskoval prostor kinodvorane in odnosi z gradbinci so bili napeti. Z njim sem delal tudi na t. i. atrijski hiši v letih 1968 in 1969. Ker Zavod za spomeniško varstvo ni imel arheologa, smo se dogovorili, da bom jaz opravljal naloge muzeja in zaščite. Praktično vse življenje sem bil »zaščitnik«. Razen Batuj, Hrušice in Sv. Pavla nad Vrtovinom so bile skoraj vse moje raziskave zaščitne narave.

Leto po izkopavanjih v Ajdovščini so prišli na dan železnodobni grobovi v Tolminu. Ker do tedaj še nisem videl žganega groba, po fibulah pa sem vedel, za kaj gre, sem za pomoč prosil Petruja. On je res skrbel zame. Skupaj sva že pred tem izdelala topografijo Krasa in Vipavske doline ter dela Posočja do Doblarja. Za Tolmin pa mi je rekel: »Veš kaj, to ti bo pa *Stanči najbolje pomagal.*« Do tedaj o Stanetu Gabrovcu še nisem imel mnenja, saj ga nisem poznal. Pravzaprav sem imel bolj slabo mnenje o njem, saj s Koroščem, priljubljenim profesorjem, nista bila prijatelja. Šel sem h Gabrovcu, ki je takoj organiziral ekipo, v kateri sta bili Nada Sedlar, vodja delavnice v Narodnem muzeju, in Darinka Virant, ki se je takrat ukvarjala s keramiko. Gabrovec je točno vedel, kaj lahko pričakujemo. V Tolminu so ostali en teden in izkopali prvih petnajst, mogoče dvajset grobov. Nada in Darinka sta me učili, kako izkopati in risati profile, preučevati in restavrirati keramiko, Gabrovec pa je skrbel za t. i. znanstveni del, kjer mi je za vsak predmet posebej razložil podrobnosti. Bil je to pravi mali seminar, arheološki in konservatorsko-restavratorski. To je bila res odlična šola, pravzaprav prva prava šola o železni dobi, ki sem jo do tedaj imel. Zveza z Gabrovcem se je ohranila. Sam sem potem delo nadaljeval. Lastnik parcele, ki je gradil hišo, je bil zelo prijazen človek. Mirno se je vdal v usodo, da ne bo gradil, dokler ne bodo arheološki ostanki izkopani. Ta čas je izrabil, da je izdeloval opeko, s katero je potem zgradil hišo. Vsako leto sva se dogovorila, kje bo kaj gradil, in tam sem potem izkopaval. Vse skupaj je trajalo pet let. Tako sem padel v čas železne in rimske dobe. Za rimsko dobo sta kasneje prišli Nada Osmuk in Betka [Beatriče Žbona Trkman, op. P. N.], jaz pa sem ostal neke vrste prazgodovinar.

V zvezi z mojo arheološko kariero se mi zdi vredno omeniti, da je Gabrovec pred kolokvijem o železni dobi v Novem mestu Dularja, Guština, Bibo in mene zbral v neke vrste seminar v njegovi pisarni, kjer smo se dobivali dvakrat tedensko in nam je razdelil naloge. Mitja je dobil Notranjsko, Dular Belo krajino, Biba Sveto Lucijo, jaz pa Tolmin. Nisem bil posebej navdušen, da bi delal kronologijo – ta fibula sodi v ta čas, tista v oni čas ipd., bolj

me je zanimal način pokopa, kar je Gabrovca sicer močno razočaralo, ni me pa izločil iz svojega seminarja, povabil me je celo v Stično. Ugotovil je, da v zemlji vidim to, kar je treba videti, da me ne begajo premešane plasti; razumel sem, da takrat človek ni živel za nas, temveč po svoje in so se mu stvari pač mešale. V Stični sem bil štiri sezone. Prvo leto sem bil pomočnik profesorju Foltinyju, ki je prišel iz Amerike in s seboj prinesel denar, t. i. »žitofond«, nato pa sem že imel svoje sonde.

Ali te je Goriški muzej kar tako pustil, da si dlje časa delal izven muzeja?

Tu pa moramo iti malo v preteklost. Moj prvi ravnatelj je imel končano srednjo ali poklicno šolo. Bil pa je partizanski kulturnik, ukvarjal se je z gledališčem in fotografijo, bil je ljubitelj lepih umetnosti, ni pa imel jasne predstave, kaj narediti z muzejem. Ko je leta 1966 za ravnatelja prišel Branko Marušič, so se stvari korenito spremenile. Marušiča sem spoznal že na Koroščevi ekskurziji v Slavonijo. Ker je bilo še nekaj prostih mest, je Korošec povabil tudi zgodovinarje in druge strokovnjake. Marušič je bil kot zgodovinar dobro seznanjen z arheologijo in je zahteval, da se mora arheologija zapolniti »od paleolita do Tita«, in enako vsa druga muzejska področja. Sčasoma je pripeljal Petra Krečiča kot umetnostnega zgodovinarja in Naška Križnarja kot etnologa, prišla sta tudi Marko Vuk in Slavica Plahuta. Vsako področje je zasedel izobražen strokovnjak. Ko sem prišel v muzej, sem kot študent 3. letnika imel najvišjo izobrazbo.

Danes si težko zamislimo, kako je ta obnova potekala.

Zame je bil Branko ključna oseba. On je vse dovolil, če je šlo za učenje, delo in sodelovanje. Za Stično ni bilo vprašanje, ali bom šel ali ne, kot tudi ne za sodelovanje v Gabrovčevem seminarju pred novomeškim kolokvijem. Za vsa izkopavanja, ki sem jih opravil za zavod, preden je prišla Nada Osmuk, prav tako ni bilo ovir, saj je s tem muzej pridobival gradivo. Marušičev načrt je bil postaviti pregled zgodovine Goriške, historične Goriške. Zelo me je podpiral in niti na misel mu ni prišlo, da bi me vrgel na cesto, ko še nisem diplomiral. Bil je take vrste človek, da se je lotil vsakega dela, tudi fizičnega.

Do prihoda Nade Osmuk in kasneje še Betke na tem koncu ni bilo arheologa.

Betko sem vzel na Most na Soči, kasneje pa smo jo zaposlili, tako kot Jano Šubic, v delavnici. Pri obeh smo imeli srečno roko.

Ko sem pregledoval zgodovino muzeja, sem ugotovil, da je prav Most na Soči končal to prvo fazo izgradnje muzeja oziroma arheologije v muzeju.

Bogate izkušnje sem imel že iz Tolmina, Most na Soči pa je posebna zgodba. Za nekropolo smo ves čas vedeli, pa tudi o naselbini je bilo že veliko znanega. Tam sta kopala dva župnika, Rutar in Carli, potem še Szombathy. Marchesetti je napisal obsežen prispevek o naselbini v svoji objavi Mosta na Soči, toda ves čas je obstajal dvom, pa ne vem, zakaj. Iz Stične smo prišli dvakrat na Most na Soči. Vedeti moramo, da je bila takrat v Stični zbrana evropska halštatska smetana, tam so bili nemški profesorji Dehn, Frey in Pingel, na oglede so hodili »halštatarji« iz Češkoslovaške in Romunije. Z njimi smo obiskali vsaj deset gradišč na Dolenjskem. Delo se je končalo ob dveh, sledilo je kosilo, potem pa so Nemci že sedeli v kombiju. Tako smo obiskali tudi Dobrnič in Šmarjeto, dvakrat smo šli tudi v Most na Soči. Tu je bil temeljni problem, zakaj ni obzidja oziroma ne gre za gradišče oziroma naselbino. Ko je bilo odločeno, da bodo ta del Mosta pozidali, smo leta 1971 imeli sestanek, na katerem so bili še Ljudmila Plesničar, Iva Curk in Mitja Rotovnik (ne vem, zakaj ravno on, verjetno ker je bil takrat kulturbondovec, kot smo včasih rekli), in se dogovorili, da po celotnem območju pozidave naredim nekaj sond. Imel sem srečno roko. Že v prvi sondi je bil rimski zid, potem sem naletel še na halštatsko hišo, kasneje je to bila hiša 8. Takrat je bilo odločeno, da je treba raziskati celotno območje. Ker je bilo v gradnji prvih osem hiš, smo pričeli na tem mestu. Naletel sem na hud odpor gradbincev, ki so mi dovolili kopati samo znotraj tlorisa posamezne hiše. Lahko sem naredil tri metrske sonde v hiši, dve na robovih in eno po sredi. Tako sem verjetno marsikaj zgrešil oziroma nisem odkril pomembnejših ostankov razen v eni hiši, kasneje imenovani hiša 1. Pri njej sem naletel na lastnika parcele, ki je bil prava zlata duša. Rekel mi je: »Ti bodi tu toliko časa, dokler ne boš rekel*: zdaj sem pa končal.«*

To hišo sem natančno izkopal in rezultati so bili zame, pa tudi za druge, za Gabrovca še posebej, veliko presenečenje. S seboj je pripeljal arhitekta Bitenca, ki se je spoznal na stare gradnje. Gabrovec je trdil, da hiša ni halštatska. Ker pa se je pred ostanki hiše razprostirala keramika, ga je Bitenc vprašal, kakšna je potemtakem

ta keramika. »Halštatska!« je rekel Gabrovec. »Potem je tudi hiša halštatska,« je odvrnil Bitenc. »Ne more biti,« je vztrajal Gabrovec. Hiša je bila prelepa. Bitenca sem vprašal, kakšni so njeni gradbeni elementi, na čem je hiša stala. Bitenc je pokazal na temelj, drenažo, predelno steno in vhod ter narisal prve rekonstrukcije, po katerih so bile hiše podobne senikom in brunaricam. Nato so prišli še Frey, Pingel, Dehn ter arheologi iz tržaškega in oglejskega muzeja; vsi so prišli gledat to hišo, ki je bila res nekaj posebnega. Na Mostu na Soči sem ostal vse do leta 1983, skupaj 13 let. Most na Soči je bil vrhunec, ki sem ga dosegel.

Je bil Most na Soči nekakšen sprožilec, da ste pričeli bolj sodelovati z italijanskimi kolegi?

Ne toliko naselbina, temveč nekropola. Z Italijani je bilo precej napeto, bili so zelo nenaklonjeni sodelovanju. Direktorica Loseri, ki je bila doma z Lozerjev, nam ni bila naklonjena. Imenovali so me za pridruženega člana Vzhodnoalpskega komiteja, ki je imel nalogo objaviti še neobjavljene dele Marchesettijevih izkopavanj nekropole. Večkrat smo se sestali in spomnim se, da so bili na sestankih prisotni profesorji Mansuelli, Fogolarijeva, Gabrovec, Kastelic in Kromer. Predstavljajte si ob teh imenih še mene, raje ne pomislim. Imel sem res možnost spoznati vse te ljudi. Ker so v komite pritegnili še direktorico tržaškega muzeja in mene iz Goriškega muzeja, sva se lahko osebno spoznala in počasi so se pričela ta vrata odpirati. Toda vedno je šlo za nekropolo, naselbina tu ni igrala nobene vloge. Peroni, ki je bil profesor v Rimu, je postavil pogoj za sodelovanje, da se vključijo njegovi študentje Fulvia Lo Schiavo, Angiola Boiardi, Serena Vitri in Giuliano Righi. Tako smo začeli graditi sodelovanje in tržaški depo se je vedno bolj odpiral, dostopen nam je bil tudi Marchesettijev arhiv. Sčasoma smo s Sereno in Righijem postali sodelavci in prijatelji. Razdelili smo si naloge po letih (»*annatah*«) Marchesettijevih izkopavanj, potem pa se je nenadoma vse skupaj zaustavilo.

In stoji še *danes.*

Ti bom povedal, zakaj se je ustavilo. Med temi dekleti je bila Fulvia Lo Schiavo neke vrste kapo, bila je najvišje. Ko je šlo za tipologijo oziroma kako bomo posamezne predmete poimenovali, je bil zunaj že Bibin in Nevin Most na Soči, zato sem rekel: »Stvar je zelo preprosta, tu je narisano, v treh jezikih napisano in tega se bomo držali.« »Ne,« je rekla Lo Schiavo, »Biba tukaj ne more voditi.« In tako se je ustavilo do danes, pa je bilo že vse dogovorjeno. Righi, ki je bil dober risar, bi to risal. Skratka, škoda.

Prve stike z Italijani sem vzpostavil v Stični, ko je dvakrat ali trikrat prišla Fogolarijeva s sodelavci na ogled izkopavanj. Takrat smo se spoznali in postalo je lažje. Največji problem je bil jezik, oni niso govorili nič drugega kot italijansko, jaz pa sem bil v italijanščini čisti novinec. Potem so me povabili na razstavo Caput Adriae, tako da sem lahko sodeloval pri razstavnem katalogu. Lahko pa rečem, da je imel Gabrovec odločilno vlogo, pa tudi avtoritete iz Vzhodnoalpskega komiteja, kjer ni bilo hujšega oporekanja ali nasprotovanja sodelovanju. Gabrovec je imel rezultate, lahko je pokazal, kako lahko v muzeju učinkovito opravlja delo s študenti.

Čas je, da preidemo na drugo temo – Narodni muzej. Stane Gabrovec gre v pokoj, za njim ostanejo velikanski čevlji, tu so novi izzivi, sprememba težišča dela, gre za nacionalni muzej, arheološki oddelek ima več arheologov, treba je prevzemati vodstvene naloge.

V Narodni muzej sem šel po eni strani nerad, ker sem se v Goriškem muzeju počutil zelo dobro. Toda eden od razlogov za odhod je bil slab občutek ob neke vrste medgeneracijski vojni v Goriškem muzeju. Prišli so mlajši ljudje, midva z Marušičem sva bila bolj ali manj v napoto in ponudba Narodnega muzeja je prišla kot naročena. V Narodnem muzeju sem bil od prvega srečanja z Gabrovcem kuhan in pečen, pogosto sem bil s Petrujem, s Šribarjem sem delal v Batujah. V prvih letih kariere sem moral na izkopavanjih imeti mentorja, niso mi pustili kopati samemu. V Ajdovščini je bil tako ali tako glavni Petru, v Batujah, kjer je šlo za izkopavanje Goriškega muzeja, pa sem za mentorja dobil Šribarja. V Batujah so bila izkopavanja res nekaj posebnega. Takrat se je govorilo o naselitvi Slovanov, o 1400-letnici po letu 568, ko nas je Grafenauer fino zmerjal in okregal, kaj se gremo, toda Batuje so bile del tega načrta in so bile republiško financirane. V Tolminu je bil moj mentor Gabrovec. Na nekem sestanku Vzhodnoalpskega komiteja na Mostu na Soči me je Kastelic vprašal: »Kako je sedaj s tvojo šolo? kaj ti piše na diplomi?« »Piše, da sem diplomirani etnolog in arheolog.« »V redu, od zdaj lahko delaš sam.«

Mislim, da je mojo namestitev v Narodnem muzeju zakuhal Janez Dular. Gombaču je predlagal, naj me povabijo

v muzej. Takrat je šlo vse brez razpisov, tudi v Goriški muzej sem prišel brez razpisa. Šel sem na pogovor in sem seveda pristal. Danes se mi zdi, da ta odločitev ni bila najbolj posrečena, čeprav sem se počutil kot v Goriškem muzeju. Muzeje sem imel rad in sem v njih delal vse, kar je bilo treba. Dobro sem se zavedal, da ne morem nadaljevati Gabrovčevega dela. Bil sem veliko svetlobnih let za njim. Ko pa sem prišel v muzej, sem videl nekaj stvari, ki jih je bilo treba postoriti, a tudi počasi pospremiti v pokoj nekatere starejše arheologe. Seveda nikogar nismo nagnali. Tako torej nisem stopil v prevelike čevlje, ker sploh nisem stopil v Gabrovčeve čevlje.

Prinesel si namreč svoje. Takrat ste na veliko gradili.

Ja, prvič je bila na vrsti gradnja. Gombač je bil operativec. Takrat smo gradili atrij in nenadoma se je ponudila priložnost, da prostor pod atrijem predelamo v arheološki depo. To se je nekoliko ponesrečilo, ker so arhitekti pozabili na prezračevanje atrija. Morali so napeljati nove cevi, tako da smo izgubili nekaj prostora, toda vendarle smo zgradili depo, ki je bil za tiste čase zelo moderen. Še zdaj se mi zdi, da je kar uporaben. Drugi projekt je bil podstrešje. Izselili smo tudi Gabrovčevo osebno knjižnico, ker se je iz meni neznanih razlogov odločil, da jo bo zapustil Oddelku za arheologijo. Potem pa je prišel Janez Dular s svojim projektom o gradiščih na Dolenjskem. Prišel sem v njegovo ekipo in se tako praktično vrnil na teren, kar je bilo vsa ta leta moje najljubše opravilo. Še po upokojitvi sem pogosto šaril po Gorenjskem.

To je bilo konec osemdesetih. To je bil čas kriz in inflacije. Ni bilo tako enostavno.

Ja, inflacija. Omare za depo smo kupili v Mariboru. Ne spomnim se več, pri kateri firmi. Prišel je njihov strokovnjak, da smo skupaj izmerili depo in se dogovorili za vrsto omar. Še isti večer nam je telefoniral in rekel, da če plačamo do jutri, bo cena 12.000 ali 120.000 ali 12 milijonov, ne spomnim se več, vem pa, da je bila številka 12, če pa ne plačamo do jutri, bo še dvakrat dražje. Seveda je bil v hiši cel alarm, a nam je nekako uspelo plačati omare. Je bilo kar zanimivo. To, kar me je pri depoju skrbelo, je bila voda. Skozi muzej je proti delavnicam zmeraj tekel studenček, preko katerega je bil postavljen lesen mostiček, pa še vodnjak je bil tam. To smo regulirali, da ni prišlo do poplav, tudi kasneje ne, ko je bila velika poplava v Ljubljani.

Slika 2. Otvoritev razstave Bronasta doba na Slovenskem v Arkadah maja 1987 (foto Srečo Habič, hrani AO NMS).

Naj preideva k društvu. Bil si prvi predsednik društva, ki ni bil iz Ljubljane.

Misliš kot papež Frančišek.

Pred tem so bili vsi predsedniki iz osrednjih ustanov. Tudi v vseh drugih republiških društvih v Jugoslaviji je bilo tako. To je do določene mere razumljivo, saj so to bile ustanove z veliko arheologi, imele so večja sredstva in podobno.

Skromno lahko rečem, da sem bil očitno primeren.

Določene tvoje kvalitete so vendarle že bile poznane. Očitno si si ustvaril dobro ime, da si bil leta 1980 izvoljen za predsednika društva.

Predsednik sem bil osem let, do leta 1988. Ko sem bil prvič izvoljen, sva bila dva kandidata, Marjan Slabe, ki je imel doktorat, in jaz, ki ga nisem imel. Bile so dvojne volitve, najprej na Izvršnem odboru, kjer so sedele same stare glave, ki so izbrale mene, nato pa sem bil izvoljen še na skupščini društva, kar je zdaj že pokojnega Marjana Slabeta zelo potrlo. Ravno pred kratkim sem v svojih dnevnikih prebiral o teh časih. Takrat se je lomila generacija. Prišli so Dular, Djurić in Slapšak in takrat se je začelo spreminjati. In prvi tak »udarec« je bil Arheo. Arheo je imel kar precej nasprotnikov, češ saj imamo Arheološki vestnik in lahko v njem uvedemo teoretični del. Toda mladi rod je vztrajal: izšla je prva številka in Arheo se je obdržal do danes.

Moje delo v društvu ni bilo težko, a zraven je bilo treba biti ves čas. Tisto, česar sem bil res najbolj vesel, je bil kolokvij o bronasti dobi v Lendavi.

Spomnim se tega kolokvija. Na njem sem bil kot študent. Tako kot si ti začel na kongresu Jugoslovanskega arheološkega društva v Ljubljani, tako smo tudi mi šli v Lendavo pomagat.

To je bil res prvovrsten kolokvij, je bil pa zadnji. Kolokviji društva so bili običajno po obdobjih. Na njih se je naša maloštevilna arheološka druščina redno srečevala, smo odpredavali svoje, družili smo se dva do tri dni in res, ti kolokviji so bili nekaj posebnega. Za tisti čas je bil to edini dober način, da smo izvedeli, kaj kdo dela, pa še objavljeni so bili.

Na teh kolokvijih smo določali oziroma poenotili raziskovalne smeri, da so se pokazale prioritete, in tako naredili korak naprej za vsa obdobja.

In Arheološki vestnik je bil tam in pripravljen objaviti prispevke. Seveda so to bili isti ljudje. Bolj stresna epizoda pa je bil zadnji kongres Zveze arheoloških društev Jugoslavije. V to, da sem postal predsednik zveze, sem padel po republiškem ključu, ko sem bil drugič izvoljen za predsednika Slovenskega arheološkega društva. Takrat je bila zveza aktivna v glavnem samo še na izdajateljskem področju. Izdajala je Arheološki pregled in Archaeologio Iugoslavico, ne spomnim se, ali je bila takrat Inventaria archaeologica še živa. To dejavnost sta prevzela Guštin in Djurić, iz Beograda smo pripeljali arhiv in veliko zalogo publikacij. Imeli smo problem, kje to skladiščiti. Občasno se je sestajal izvršilni odbor zveze, največkrat v Ljubljani, bili pa smo tudi v Skopju in pri Medoviču, tam, kjer je kdo izkopaval. Vsa stvar je bila bolj papirnata. Velike moči zveza ni imela, paziti je bilo treba predvsem na to, da se je obdržala, da je bilo vsaj nekaj denarja, da dejavnosti niso zamrle in da smo pripravili naslednji kongres zveze, ker se je to pač prenašalo iz republike na republiko.

Iz tvojega poročila na blejskem kongresu smo lahko izvedeli, da je imela zveza celo težave pri pravni registraciji. Preprosto ni bilo mogoče registrirati organizacije, ki se s svojim sedežem seli iz republike v republiko, ker republiški zakoni tega niso omogočali. Pa tudi finančno vzdrževati Arheološki pregled in Archaeologio Iugoslavico ni bilo enostavno. To so verjetno omogočala v glavnem slovenska sredstva.

Vsekakor. Poglejte, kakšen je v primerjavi s prejšnjim Arheološki pregled, ko sta ga postavila Mitja in Bojan. Zadnje številke so pravo razkošje, pa tudi mednarodno priznanje je revija dobila. Toda to je šlo vse iz slovenskega denarja, saj je bil zvezni fond minimalen. Zvezo so takrat obvladovali predvsem Srbi. Odkril sem, da so pri njih obstajale možnosti študijskih izmenjav, ki pa so zelo redko zaokrožile po drugih republiških društvih. V glavnem je delo v zvezi potekalo kar mirno vse do zadnjega kongresa, ko se je zapletlo. Takrat sem moral za skoraj ves teden iti v Črno goro, da sem tamkajšnje kolege prepričal, da bodo po blejskem kongresu prevzeli vodenje zveze. Za povrh je na kongresu Kmecl nastopil zelo osamosvojitveno, nakar so Srbi rekli, da bodo odšli, in potem smo se vso noč spravljali skupaj. Kongres je na koncu kar uspel, še posebej zadnja ekskurzija preko Vršiča in Posočja, ki smo jo zaključili v Gočah v kmečki kleti. To je bila neke vrste pogrebščina, čeprav je bilo vzdušje zelo veselo in prijateljsko.

Niste še vedeli, da je pogrebščina.

Ne, ne. Na to, da sem bil predsednik slovenskega društva, sem bil kar ponosen, v predsedovanje zvezi pa sem, kot sem že rekel, padel po ključu. Tam sem se seveda moral učiti, predvsem javno nastopati. Povsod in na vseh sestankih sem govoril slovensko, čeprav so me prosili, da govorim srbohrvaško. Zelo pozorni so bili predvsem Hrvati, da nisem šel po stranskih poteh. Čečuk in Zaninović sta bila nekakšna skrbnika, ki sta me nekoliko usmerjala, kaj naj rečem. Šli smo na ekskurzijo, kjer so nas sprejemali v vinskih kleteh, kmečkih zadrugah in

muzejih; povsod je moral predsednik izreči vsaj zahvalo. Tam sem res pazil, da sem govoril slovensko, kajti srbohrvaško smo mi slabo govorili. In nihče ni nikdar rekel žalbesede. Takrat sem dobil kar nekaj dobrih prijateljev po Jugoslaviji, potem pa je prišla ta nesrečna vojna in odnosi so se skrhali. Toda kljub temu je bilo to obdobje lepih izkušenj, zagotovo pa nisem pustil globokega pečata, da bi se ljudje spominjali časov, ko je bil »Svoljšak precednik Saveza«, smo pa v slovenskem društvu kar nekaj naredili.

V krizah osemdesetih res ni bilo lahko krmariti.

Naj spomnim, da sem prvi mandat predsednika slovenskega društva opravljal iz Goriškega muzeja. Takrat to ni bil problem, v muzeju so bili celo zadovoljni, da sem imel tako funkcijo. Sestajali smo se na akademiji, in to kar pogosto, skoraj vsak teden, in noben sestanek ni bil puhlica, vsak je imel rep in glavo.

Ves čas tvojega osnovnega dela v muzejih in društvu si deloval tudi na področju, ki sem ga pogojno poimenoval »goriško domoznanstvo«, ne samo arheološko, temveč tudi širše. Ves čas si promoviral te vsebine v širši javnosti in na tem področju ustvaril obsežen opus.

Branko Marušič je poleg tega, da je vedel, koga pripeljati v muzej (mene je sicer podedoval), da bodo stvari rasle, ustanovil revijo Goriški letnik. Zabičal nam je, da mora revija živeti od nas in ne zunanjih piscev, in nekaj časa je bilo res tako. Potem pa je vsakemu dodelil še tri ali štiri revije, o katerih smo morali pisati neke vrste poročila, ne recenzije. Jaz sem dobil italijanske revije, med njimi tudi Ce fastu. Marušič je to delo resno nadziral. S tem nas je silil v nenehno pisanje. V pisanje pa me je pravzaprav vpeljal Peter Petru. Ko smo delali skupaj v Ajdovščini in smo nekega dne zaradi slabega vremena sedeli v kavarni, mi je nenadoma rekel: »Kaj če bi ti *kaj napisal?«* In Stipe Šteker je kar rekel: »Gradišče pri Sv. Pavlu nad *Planino!«* Šli smo na gradišče in ga prehodili, nakar sva se s Petrujem usedla, spet v kavarni ob prvem slabem vremenu, in me je učil pisati članek (»po čem je ta kraj znan, kdo je že delal na najdišču, kaj si tam videl ...«). S to izkušnjo s Petrujem in z Marušičem za hrbtom sem se navadil pisati prispevke, največkrat za Primorske novice. Veliko sem pisal tudi v Oznanilih goriške župnije v kulturnem delu, nekaj o arheologiji, nekaj o etnologiji, pa še o marsičem drugem. Tega se je veliko nabralo in zdi se mi, da je bilo to koristno početje.

Slika 3. Izkopavanja Narodnega muzeja Slovenije na Mrzlem Polju pri Ivančni Gorici leta 1998 (foto Tomaž Lauko, hrani AO NMS).

Ko gledamo nazaj, lahko vidimo, kako so takšne notice oziroma informacije o knjigah in raziskavah imele izjemno pomembno vlogo.

Včasih, ko sem kam prišel in se predstavil, so rekli: »A ti si ta.« Samo enkrat sem zašel v resno polemiko v zvezi s hišo iz Mosta na Soči, ki je sedaj v muzeju, vendar ni bilo nič sovražnega ali kaj podobnega.

No, polemik si imel še kar nekaj, na primer z zagovorniki t. i. venetskih teorij. Z njimi je polemiziralo kar nekaj naših arheologov in zgodovinarjev.

V to polemiko sem se dokaj ostro vključil, ko je na srečanju o Janezu Svetokriškem na Vipavskem križu prišlo do debate o Venetih, kjer so vsi kar strmeli vame. Vstal sem in rekel: »*Tega ne smete početi iz čisto preprostega razloga, ker ste enemu, sicer odmrlemu narodu vzeli jezik, teritorij in še kulturo in ste to pripisali drugemu narodu, ki s tem nima nobene zveze*.« Pri tem sem uporabil besedo genocid, kar je povzročilo hudo ogorčenje. Potem sem se v zvezi z Veneti oglasil še dvakrat, enkrat v Kinu Vič, kjer je bila okrogla miza, na kateri je imel Ljubo zelo dober nastop, po katerem so ga polili z gnojnico. Ker se

nisem mogel vzdržati, sem rekel fiziku, ki je vodil okroglo mizo: »Kaj bi vi rekli, če bi jaz *v kaki reviji objavil, da je ena in ena enako tri?«* »Saj ste zmešani!« je bil njegov odgovor. Oglasil sem se še enkrat s krajšim člankom. Vsekakor pa sem bil pri tej druščini zelo slabo zapisan.

Za konec bi te prosil za kratek pogled v prihodnost. V 21. stoletju si upokojenec, vendar aktiven upokojenec, saj arheologije nisi zapustil. Kako lahko oceniš razvoj slovenske arheologije v zadnjih petih ali desetih letih? Pred kratkim sem pregledoval sezname in naštel približno 300 poklicno aktivnih strokovnjakov na tem področju.

Težko sodim.

Petdeset let kariere ti daje to pravico.

Ko sem šel v pokoj, sem bil na začetku malo razočaran, ker so se stvari v Sloveniji povsem spremenile, spremenili so se tudi ljudje in način obnašanja. Tako sem zgrabil prvo priložnost, da sem šel v pokoj. Potem sem pa ugotovil, da je arheologija edino, kar znam, in sem v njej ostal. Ker me na Goriškem niso več vabili, sem priložnost izkoristil na Gorenjskem. Tam sem pri Sagadinu delal še deset let. Rad sem delal, ker sem slutil, da mi ne bo treba objavljati. Jaz grozno težko objavljam in veliko objavljam s soavtorji. Zavedam se, da danes nisem zmožen velikih samostojnih objav v sodobni obliki, kar se je posebej pokazalo pri Mostu na Soči. Arheologijo pa seveda še spremljam. Zadnjič sem poskočil od navdušenja ob odkritju novega miljnika na Koroškem. Zdaj imamo tudi Roso in na njej izvemo veliko stvari. Zdi se mi, da so se stvari tudi umirile. Na primer izkopavanja v Emoni danes in v mojih časih se razlikujejo kot noč in dan. Takrat je prišel buldožer in enostavno odrinil zemljo.

Vmes se je spremenila zakonodaja in marsikaj je precej popravljeno.

Drugo gre z drugim. Spremljam tudi muzeje, vsi so zelo aktivni. Mislim, da gre za velik razcvet arheologije, ne samo zato, ker nas je 300. V 21. stoletju so pogoji seveda drugačni kot pred petdesetimi leti. Poglejmo samo avtocestni križ. Kako ogromno delo je bilo opravljeno, koliko izkušenj smo dobili. Tam smo se veliko naučili, ampak naučili so se tudi tisti, za katere smo delali. Jaz sem bil na štirih ali petih deloviščih in to je bila nepojmljiva izkušnja.

Najlepša hvala za pogovor.

1.25 Drugi sestavni deli

Nagrade in priznanja Slovenskega arheološkega društva za leto 2021

© Komisija za nagrado in priznanja SAD
(po predlogih predlagateljev je besedilo priredil Predrag Novaković)

V skladu s Pravilnikom o nagradah SAD je Komisija za nagrade in priznanja v sestavi dr. Janka Istenič, mag. Uroš Bavec in dr. Borut Križ na podlagi pisnih predlogov za leto 2021 podelila nagrado za življenjsko delo in eno priznanje za izjemen enkratni dosežek s področja arheologije. Svečana razglasitev nagrajencev je bila 14. 6. 2022 na letnem srečanju Slovenskega arheološkega društva.

Priznanje Slovenskega arheološkega društva za izjemen dosežek – za uvajanje novih metod v konservatorske, restavratorske, prezentacijske in razstavne projekte, vključevanje arheoloških spomenikov v turistično ponudbo, razvijanje čezmejnega sodelovanja ter povečevanje ugleda arheološke stroke – prejmeta dr. Matija Črešnar in dr. Marko Mele.

Matija Črešnar z Oddelka za arheologijo Univerze v Ljubljani in Marko Mele iz Deželnega muzeja Joanneum iz Gradca sta v različnih vlogah vodila izjemno odmevne mednarodne projekte: *InterArch-Steiermark* (Interaktivna arheološka dediščina avstrijske in slovenske Štajerske; 2010–2013), *BorderArch-Steiermark* (Register arheoloških najdišč ob avstrijsko-slovenski mejni črti; 2014–2015), *PalaeoDiversiStyria* (Paleokrajina Štajerske in njena biodiverziteta od prazgodovine do odkritja Novega sveta; 2016–2019), *Iron-Age-Danube* (Monumentalizirane krajine starejše železne dobe v porečju Donave; 2017–2019), *Iron Age Danube Route, Cultural route of the Council of Europe* (certifikacija poti kot ene od kulturnih poti Sveta Evrope; 2020–2021), *Danube's Archaeological eLandscapes* (Arheološke e-Krajine Podonavja) Interreg Danube; 2014–2020; *Virtualne arheološke krajine Podonavja* (2020–2022).

Omenjeni projekti so združevali različne partnerje iz vzhodnih Alp in srednjega Podonavja. Posamezni projekti so združevali tudi do dvajset partnerjev, kar jasno kaže na njihov pomen in kompleksnost. Skupno jim je predvsem uvajanje novih digitalnih tehnologij za promocijo skupne in regionalno specifične arheološke dediščine (digitalna večjezična orodja, virtualne prezentacije, digitalne baze podatkov, digitalizacija različnega gradiva ipd.) ter uvajanje naprednih raziskovalnih tehnik (LIDAR, geofizikalne raziskave, druge raziskave s tehnikami daljinskega zaznavanja). Omenjeni projekti so zaposlovali številne domače strokovnjake iz muzejev, ZVKDS in Univerze v Ljubljani ter tudi z drugih znanstvenih področij, s čimer se je jasno pokazal njihov integriran pristop v preučevanju in prezentaciji arheološke dediščine. Rezultati projektov so bili predstavljeni v različnih domačih in tujih medijih, muzejskih razstavah, publikacijah in spletnih platformah, nekateri projekti pa so vključevali še arheološke tabore, rekonstrukcije in eksperimentalne izvedbe arheoloških objektov. Bistvena zasluga omenjenih projektov je odlična promocija arheologije in arheološke dediščine v širšem regionalnem kontekstu, zaradi česar so vzoren primer regionalnega sodelovanja.

Nagrado SAD za življenjsko delo za vrhunske stvaritve s področja arheologije, ki so prispevale k razvoju slovenske arheologije ter njenemu ugledu doma in v tujini, je prejel dddr. Andrej Pleterski.

Andrej Pleterski se je rodil leta 1955 v Ljubljani. Na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani je leta 1978 diplomiral iz zgodovine in arheologije, znanstveni magisterij je pridobil leta 1980, doktorat iz zgodovine pa leta 1985. Kasneje, v letih 2003 in 2014, je na Univerzi v Ljubljani doktoriral še iz arheologije in etnologije. Vso svojo profesionalno kariero je bil zaposlen na Inštitutu za arheologijo ZRC SAZU, kjer se je leta 2022 upokojil z nazivom znanstvenega svetnika. Andrej Pleterski je bil zelo angažiran tudi kot univerzitetni učitelj. Leta 1995 je pridobil habilitacijo iz srednjeveške zgodovine na Univerzi v Mariboru, leta 2007 pa habilitacijo iz arheologije na Univerzi v Ljubljani, kjer je kot zunanji sodelavec predaval več kot deset let. Leta 1991 je bil Humboldtov štipendist na Univerzi v Münchnu, leta 2002 pa gostujoči profesor na Univerzi na Dunaju.

Andrej Pleterski je avtor 11 monografij in 93 znanstvenih člankov, v katerih raziskuje predvsem zgodnjesrednjeveško obdobje na širšem prostoru vzhodnih Alp, zahodnega Balkana in Caput Adriae. Njegovo delo je še posebej usmerjeno v preučevanje naseljevanja Slovanov, njihovih stikov in sobivanja s staroselci ter poselitvene dinamike. Njegov bistven prispevek so študije materialne kulture zgodnjega srednjega veka, ki so morda ostale nekoliko spregledane oziroma njihov domet še ni dokončno razumljen. Njegovi študiji o zgodnjesrednjeveški naselbini na Pristavi na Bledu iz let 2008 in 2010 sta med prvimi, ki dajeta z naravoslovnimi datacijami utemeljeno tipologijo in kronologijo zgodnjesrednjeveške lončenine ter predstavljata temeljno datacijsko orodje za zgodnji srednji vek na širšem območju jugovzhodnih Alp. V monografiji *Kuhinjska kultura v zgodnjem srednjem veku* (2008) je avtor posegel tudi

na področje eksperimentalne arheologije, s čimer je bistveno spremenil oziroma dopolnil vedenje o kuhinjski, s tem pa tudi naselbinski, materialni in bivanjski kulturi zgodnjega srednjega veka.

Njegova monografija *Nevidna srednjeveška Evropa* je ločeno izšla v slovenskem in angleškem jeziku, v letih 2011 in 2013. Gre za bistveno dopolnjeno monografijo Župa Bled (1986), v kateri je avtor naredil pomemben razvojni korak naprej v naši zgodnjesrednjeveški arheologiji, ko je prostor obravnaval kot svojevrsten artefakt. Razlog za objavo dopolnjene monografije je bil predvsem v tehnološkem in konceptnem razvoju arheologije, ko je bilo mogoče na nov način aktualizirati metode, ki jih je avtor prvič predstavil že dve desetletji poprej.

V opusu analiz materialne kulture pa kot največji dosežek Andreja Pleterskega ocenjujemo tridelno monografijo *Grobišče* Župna *cerkev v Kranju* (2016, 2017, 2019), ki jo je uredil in prispeval najpomembnejša besedila. Grobišče Župna cerkev v Kranju sodi med največja srednjeveška grobišča dolgega trajanja v Evropi z 2934 grobovi iz časa med 8. in koncem 18. stoletja; vsebuje več kot 2000 predmetov in 700 antropološko analiziranih okostij ter ponuja izjemno možnost za poglobljeno arheološko razumevanje srednjeevropskega zgodnjega srednjega veka in kasnejših stoletij. S pomočjo naravoslovnih metod je bilo mogoče postaviti reprezentativno absolutno kronologijo različnih vrst materialne kulture, ki bo uporabna tudi za sosednje dežele, kjer obstaja sorodno arheološko gradivo. Tridelna študija, ki jo je Andrej Pleterski s sodelavci pričel že leta 2011, je danes referenčno delo, iz katerega bodo raziskovalci zgodnjega srednjega veka informacije in navdih črpali še mnoga leta.

Andrej Pleterski je pomembno prispeval tudi k šolanju mlajših generacij strokovnjakov za zgodnji srednji vek. Bil je mentor petih doktorskih disertacij, enega znanstvenega magisterija in petindvajsetih diplomskih nalog. Svojim študentom, pa tudi drugim raziskovalcem je omogočal uporabo velikih podatkovnih baz, ki jih je več let ustvarjal. Njegove raziskave materialne kulture so temeljile na dolgoletnem sistematičnem urejanju in izpopolnjevanju digitalnih podatkovnih zbirk ZBIVA in LIBERA, ki sta pionirsko delo v slovenski in srednjeevropski zgodnjesrednjeveški arheologiji. S strastnim zavzemanjem za prosto dostopne objave in podatkovne zbirke je vsem ponujal možnost, da so svoje raziskave pripeljali do odmevnih zaključkov.

Andrej Pleterski je uspešno vodil tudi številne arheološke raziskovalne projekte. Kot najpomembnejše velja omeniti *Kulturna dediščina Krvavca* (2007–2009), *Mitska krajina kot vir znanj* o *urejanju prostora* (2009–2010), *Grobišče* Župn*a cerkev v Kranju* (2011–2015) in *Svetišča* (2014–2018).

V svoji dolgi karieri se je izkazal še kot dolgoletni urednik znanstvene revije *Studia mythologica Slavica,* serije *Opera Instituti Archaeologici Sloveniae* in številnih monografskih zbornikov.

Omeniti velja tudi dolgoletna prizadevanja Andreja Pleterskega za promocijo arheologije, zgodnjega srednjega veka in raziskovanja preteklosti na splošno. Poleg številnih javnih nastopov je pred kratkim objavil še poljudno strokovno monografijo oziroma »striporoman« *Kdo smo. Ilustrirana zgodovina slovenstva* (2020), ki je namenjena predvsem širši javnosti in je bila izjemno dobro sprejeta.

Andrej Pleterski je močno poglobil vedenje o preteklosti slovenskega prostora z novimi in inovativnimi pristopi na podlagi minucioznega zbiranja podatkov v digitalnih podatkovnih zbirkah. Njegove raziskave temeljijo na arheološkem gradivu posameznih najdišč predvsem iz Blejskega kota, Kranja in v zadnjem času Ptuja ter odpirajo pogled na nadregionalne povezave, predvsem pa je bil prvi, ki je vzpostavil orodje za nadregionalno tipokronološko primerjavo materialne kulture. S tem je na svojem raziskovalnem področju postavil temelje za vrsto novih raziskovalnih tem, s katerimi se bodo ukvarjale mlajše generacije doma in v tujini.

1.25 Drugi sestavni deli

Slavnostni govor Predraga Novakovića, predsednika Slovenskega arheološkega društva, ob 50. obletnici SAD

© Predrag Novaković
Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologijo; predrag.novakovic@ff.uni-lj.si

Naš jubilej je primerna priložnost, da se ozremo na prehojeno pot in jo skušamo premisliti. Samo tako se bomo zavedali doseženega in tudi nekaterih napak ter pomanjkljivosti, kar nam je lahko dober kažipot za naprej, predvsem pa bomo bolje razumeli pomen našega društva v razvoju slovenske arheologije.

Učene družbe in društva imajo na Slovenskem dolgo tradicijo. Ta sega od številnih akademij v primorskih mestih od 15. do 18. stoletja, prek Akademije operozov v Ljubljani do Zoisovega kroga in Zgodovinskega ter Muzejskega društva Kranjske, če naštejem samo najbolj znane. Ne smemo prezreti tudi manjših, lokalnih učenih društev, ki so se oblikovala ob pomembnejših ustanovah, najpogosteje ob muzejih, kjer so pričele nastajati prve arheološke zbirke.

Toda do prave strokovne organizacije je slovenska arheologija morala počakati vse do konca druge svetovne vojne, sprva v članstvu v Arheološkem društvu Jugoslavije (ADJ), ustanovljenem leta 1950, nato v slovenski podružnici tega društva in leta 1971 z ustanovitvijo Slovenskega arheološkega društva. Nekateri slovenski arheologi so bili v prvih povojnih letih tudi člani drugih slovenskih strokovnih društev, npr. Zgodovinskega društva za Slovenijo, ustanovljenega leta 1946, Društva muzealcev Slovenije, ustanovljenega leta 1952, prav mogoče pa tudi Umetnostnozgodovinskega društva, ki je leta 1951 obnovilo svojo dejavnost, toda v nobenem od njih niso bili organizirani kot posebna strokovna skupina.

Za odgovor na vprašanje, zakaj ni bilo Slovensko arheološko društvo ustanovljeno še pred nastankom Slovenske podružnice ADJ, moramo bolje poznati takratne društvene razmere na Slovenskem. Poleg že omenjenih društev, zgodovinskega, muzealskega in umetnostnozgodovinskega, je v petdesetih letih na področju arheologiji bližnjih ved delovalo še Geografsko društvo v Ljubljani, ki je bilo ustanovljeno leta 1922 in se je v poznih petdesetih letih preimenovalo *v* Geografsko društvo Slovenije v Ljubljani. Leta 1954 je bilo ustanovljeno še Arhivsko društvo Slovenije, ki je izšlo iz zgodovinskega društva. Gre torej za društva, ki so bodisi nastala še pred drugo svetovno vojno ali pa so za neposredne predhodnike imela eno od predvojnih društev; npr. zgodovinsko in muzealsko društvo sta za neposrednega predhodnika imeli Muzejsko društvo za Slovenijo.

Druga strokovna društva na humanističnem področju so bila ustanovljena šele v sedemdesetih letih: Slovensko arheološko društvo (1971), Slovensko konservatorsko društvo (1971), Slovensko etnološko društvo (1975) ter Društvo za antične in humanistične študije Slovenije (1976), kar jasno kaže na postopnost razvoja teh ved pri nas ter na rast števila njihovih strokovnjakov. V prvih povojnih letih so bili arheologi, etnologi, konservatorji in še marsikateri drugi strokovnjaki maloštevilni, zaradi česar so težko uresničevali pobude za ustanavljanje lastnih strokovnih društev. Šele z bolj razvito kadrovsko in institucionalno infrastrukturo je lahko nastala dovolj velika kritična masa, da so se ustanavljala nova strokovna društva. Pri tem pa ne smemo pozabiti, da strokovnjaki iz omenjenih ved niso bili brez strokovne društvene organiziranosti, številni slovenski strokovnjaki so bili v prvih povojnih desetletjih društveno organizirani v skupnih jugoslovanskih strokovnih društvih oziroma zvezah, kot npr. v že omenjenem Arheološkem društvu Jugoslavije, Muzejsko-konservatorskem društvu Jugoslavije, Zvezi muzejskih društev Jugoslavije, Zvezi društev za antične študije Jugoslavije ipd.

Sedemdeseta leta je označevala federalizacija številnih jugoslovanskih oziroma vsedržavnih organizacij, med drugim strokovnih društev, med katerimi je bilo tudi Arheološko društvo Jugoslavije. Do oblikovanja posebne, slovenske skupine arheologov v ADJ je prišlo postopoma. Leta 1959 je bila ustanovljena Slovenska podružnica ADJ, ki pa še ni bila povsem formalno del skupnega društva, saj statut ADJ takrat takšnih podružnic še ni predvideval. Nacionalne oziroma republiške podružnice so bile v statut vključene tri leta pozneje na kongresu ADJ v Ljubljani.

Kmalu zatem, leta 1966, se je pojavila pobuda za preoblikovanje podružnice v Arheološko društvo za Slovenijo, kot neke vrste predhodna etapa do pravega in samostojnega Slovenskega arheološkega društva. Do te pobude ni prišlo samo znotraj podružnice, nanjo so vplivala tudi gibanja v drugih republikah, predvsem na Hrvaškem, kjer je bilo leta 1967 obnovljeno Hrvaško arheološko društvo, ustanovljeno že v 19. stoletju, a je bilo prepovedano s šestojanuarsko diktaturo leta 1929. Leta 1971, ko je bil sprejet dogovor o preoblikovanju Arheološkega društva Jugoslavije v Zvezo arheoloških društev Jugoslavije, so bila najprej ustanovljena republiška društva, da bi nato stopila v novo zvezo.

V obdobju hitro spreminjajočega se jugoslovanskega socialističnega režima, ko petdeseta leta niso bila podobna sedemdesetim ali osemdesetim, so imela strokovna društva poseben status.

Upoštevati je treba, da je bilo vsedržavno arheološko strokovno društvo v povojnih letih zamišljeno kot pomemben del skupne institucionalne infrastrukture na področju arheologije. Njegova naloga je bila povezovati arheološke in sorodne strokovnjake iz različnih ustanov, usmeritev in specializacij ter predstavljati arheološko vedo v odnosu do različnih organov oblasti in javnosti. Vsa društva so pravno gledano civilna združenja, ki se morajo registrirati pri ustreznih organih, da bi lahko pridobila določene pogoje in pravice za delovanje. V socialistični Jugoslaviji (in tudi Sloveniji) je bila strokovnim društvom, kot je naše, podeljena še posebej pomembna vloga uradnih zastopnikov stroke. Da je arheologijo tedanja oblast dojemala kot pomemben družbeni servis, veliko bolj resno kot katera koli predhodna oblast, je očitno že iz dejstva, da so prav različni državni organi finančno in organizacijsko pomagali tudi pri zagonu strokovnega arheološkega društva.

Društva so bila, kot že rečeno, uradni predstavniki strok v razmerju do vladnih ustanov oziroma koordinatorji svojih strok navznoter; njihova naloga je bila zagotavljati izvajanje programov in drugih dogovorjenih dejavnosti pri izvajanju vladnih politik. Država je potrebovala kompetentne sogovornike in hkrati zagotovilo, da bodo naloge izpolnjene, zato je reprezentativnim društvom dala razmeroma široka pooblastila in velika finančna sredstva. Sodeč po rezultatih in dosežkih v prvih dveh desetletjih po drugi svetovni vojni, je arheologija imela precej močno skupno jugoslovansko društvo.

Kot že povedano, predhodnica Slovenskega arheološkega društva je bila Slovenska podružnica ADJ. Z delom je pričela napol formalno leta 1959, dokončno pa je bila formalizirana leta 1962. Takrat je veljalo, da imajo podružnice predvsem družabni in izobraževalni program, niso pa mogle samostojno delovati pri objavljanju in na mednarodnem področju.

Slovenska podružnica je bila zelo aktivna. V svojem dobro desetletje dolgem delovanju je organizirala več kot trideset plenarnih sestankov, osemnajst strokovnih ekskurzij, petinsedemdeset predavanj in vrsto pomembnih znanstvenih kolokvijev, kot so bili Zgodnja antika v Sloveniji, Zgodnji srednji vek, Kelti in njih dediščina na Slovenskem ter Paleolitik v Sloveniji. Ti kolokviji, ki so bili kmalu zatem objavljeni v Arheološkem vestniku, so se kmalu izkazali za ključne razvojne postaje, na katerih so reflektirali dotedanji razvoj arheologije in njena konceptna orodja ter določali razvojne smernice za prihodnost. Med najzahtevnejše naloge podružnice je sodila koordinacija jugoslovanske udeležbe na 1. kongresu slovanske arheologije leta 1965 v Varšavi, ki je za takratno jugoslovansko arheologijo pomenil prvi velik nastop na mednarodnem prizorišču, zaradi česar mu je bilo namenjenih veliko sredstev. Takrat je jugoslovanska razstava Materialna kultura Slovanov od 6. do 13. stoletja prejela posebno nagrado kongresa.

V šestdesetih letih je bila Slovenska podružnica ADJ aktivno udeležena v vseh najpomembnejših slovenskih projektih, mnoge med njimi je tudi sama predlagala, kot npr. projekt osrednjega kataloga arheoloških in zgodovinskih knjig in revij v slovenskem jeziku ter anketo o pomenu Numizmatičnega kabineta v Narodnem muzeju Slovenije; razpravljala je o načrtu poučevanja arheologije na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani ter sodelovala v pripravah projektov *Claustra Alpium Iuliarum*, Arheološka topografija Slovenije in Arheološka karta Slovenije. Predvidela je tudi t. i. referativni pregled arheoloških zbirk v slovenskih muzejih. S hrvaško in srbsko podružnico je oblikovala sistem medsebojne pomoči in sodelovala pri pripravi novega statuta Arheološkega društva Jugoslavije, skupaj z osrednjo jugoslovansko arheološko organizacijo pa je sodelovala tudi pri podeljevanju štipendij za študij v tujini. Na začetku sedemdesetih let je pričela izdajati bilten društva, iz katerega je desetletje kasneje nastala revija Arheo.

Iz naštetega postaja povsem očitno, kako pomembno koordinacijsko vlogo je imela podružnica oziroma kasneje društvo. Danes seveda kaj takega ni mogoče. Toda to so bili vendarle drugačni časi, ko so bile posamezne ustanove manj samostojne in so se pri pripravi programov pogosto usklajevale na republiški, včasih celo na državni ravni. Naloga usklajevanja pa je bila namenjena strokovnim društvom, v katerih so bili načeloma včlanjeni vsi profesionalni arheologi.

Takšno delo je bilo zahtevno, a nujno, saj je bilo treba presegati notranje institucionalne okvire takrat še vedno mlade arheološke organizacije. Glede na velikost projektov in njihovo odmevnost so imeli prednost projekti, ki

so imeli pomen na nacionalni ravni, in to praktično na vseh področjih, od selekcije ter podpore primarnim raziskavam in dejavnostim do objavljanja in predstavljanja rezultatov strokovni in širši javnosti.

Osemdeseta leta so dajala slutiti veliko družbeno krizo in številni projekti Slovenskega arheološkega društva so se izkazali za preveč ambiciozne, da bi jih lahko uresničila slaba stotnija takratnih arheologov v Sloveniji. Postopoma so tudi posamezne ustanove vse bolj neodvisno od društva izvajale svoje programe. Na mednarodnem področju je bilo v šestdesetih in deloma tudi v sedemdesetih letih prav društvo pogost posrednik med domačimi in tujimi partnerji, v osemdesetih letih pa te vloge ni imelo več. Zadnje veliko dejanje Slovenskega arheološkega društva je bila organizacija 13. kongresa arheologov Jugoslavije leta 1988 na Bledu, ki se je kasneje izkazal za zadnji kongres skupne jugoslovanske arheološke zveze. Nekaj let pred tem je slovensko društvo prevzelo založbo Zveze arheoloških društev Jugoslavije in celotno skupno, a takrat že močno skrčeno založniško dejavnost. Vsebinsko in grafično prenovljena revija Arheološki pregled je pod uredništvom Bojana Djurića pomenila vrh takratnega znanstvenega objavljanja, a je iz razumljivih razlogov po letu 1991 ugasnila.

Prvo desetletje po osamosvojitvi je bilo za Slovensko arheološko društvo krizno obdobje, saj je SAD izgubilo vrsto nalog, ki jih je do tedaj opravljalo več desetletij, predvsem pa je prenehalo biti skorajda obvezno koordinacijsko telo slovenske arheologije. S stališča društva se je slovenska arheologija pričela močno drobiti, saj so posamezne ustanove samostojno izvajale svoje raziskovalne, muzejske in publicistične projekte, brez poprejšnje koordinacije na društveni ravni. Društvo je tudi izgubilo pooblaščen status pri vladnih strukturah. Če je bilo poprej predstavnik celotne arheologije, je poslej postalo samo eno od prostovoljnih civilnih združenj. Sistemskih finančnih sredstev iz državnih virov ni bilo več in SAD se je moralo zanašati na lastne prihodke in morebitne razpise za posamezne projekte. Če je SAD v 70. letih pripravljalo Srednjeročni arheološki program, tega poslej ni več počelo. Močno skrčen delokrog SAD je izrazito načel njegovo identiteto in vlogo v strokovni skupnosti. Razmere so se delno izboljšale leta 2002, ko je SAD pri ministrstvu za kulturo dobilo status društva v javnem interesu na področju kulturne dediščine.

Kriza v devetdesetih letih je bila predvsem kriza za društvo, toda ne za slovensko arheologijo. Ta se je na tako velike izzive, kot je bil avtocestni projekt, izjemno učinkovito odzvala ter v zelo kratkem času reformirala vrsto praks in načinov dela. Kmalu je sledila prava eksplozija zaposlitev v arheologiji in obsega arheoloških raziskav, zlasti preventivnih; nastajati so pričela zasebna podjetja in, kar je še posebej pomembno, močno so se povečale aktivnosti na mednarodnem področju. Vstop Slovenije v Evropsko unijo je ustvaril odlične pogoje, v katerih se je lahko realiziral velik potencial domačih strokovnjakov in strokovnjakinj.

Slovenska arheologija danes potuje po več tirih, ki se križajo, tečejo vzporedno in tudi divergirajo. Ne potrebuje več enega koordinatorja, ki bi usmerjal vlake. Razvila se je v zelo robusten in hkrati vitalen sistem, ki je dokazano sposoben preživeti različne krize, kot sta bili finančna kriza pred slabimi desetimi leti in nedavna epidemija COVID-19. Naša arheologija ni več odvisna od velikih mojstrov, njihovih ambicij in načrtov ter ne nazadnje osebnih usod, kot je bilo še pred dobrimi petimi desetletji, ko je npr. smrt Josipa Korošca in Josipa Klemenca konec šestdesetih let močno spremenila razvoj arheologije na Univerzi v Ljubljani in v marsičem preusmerila razvoj slovenske arheologije.

Iz povedanega se zdi, kot da je društvo v družbi močnih samostojnih javnih in zasebnih arheoloških ustanov in raziskovalcev postalo nekako odveč, kot odmev starih časov. Jasno je, da se ti časi ne morejo ponoviti in da mora društvo najti nov način, kako delovati v sedanji strokovni skupnosti. Toda ne smemo pozabiti, da je v veliki meri prav društvo s svojo dejavnostjo močno prispevalo k stanju, kot ga imamo danes.

Društvo so ljudje in iste ljudi srečujemo na različnih mestih, vodilnih in nevodilnih, v sistemu arheologije in arheološke prakse. V tem smislu se SAD spreminja v forum komunikacije, katerega naloga je predvsem preseči aktualno razpršenost interesov in medinstitucionalno razdrobljenost. SAD je organizacija, ki združuje arheološke strokovnjake z vseh področij, delodajalce in delojemalce, različne generacije, od začetnikov na arheološki poklicni poti do upokojencev, tiste, ki predpisujejo, kaj se sme početi in kako, ter tiste, ki temu sledijo. In ne nazadnje, kar smo še posebej občutili v času COVID-19, ponudi lahko prijetno družabno okolje vsem, ki imajo podobne strokovne interese. Na slednje ne smemo pozabiti in

jih moramo še posebej negovati. Vsako vodstvo društva mora vedeti, kakšno dodano vrednost lahko društvo pomeni za člane in članice. Če tega ne bomo znali poiskati in ustvariti, so naši obeti skromni.

Svet arheologije se je nepovratno spremenil v skoraj vseh pogledih. Vse več komuniciramo po spletu in objavljamo v digitalnih formatih; arheologija je, kot nikoli poprej, prisotna v različnih medijih, ne nujno vedno v pravilni podobi. V zadnjih dveh desetletjih smo ravno z izjemno velikim številom terenskih raziskav, kar 2300 jih je bilo samo v zadnjih štirih letih, jasno pokazali svoj družbeni pomen in kompetence, a še vedno nismo gospodarji lastne podobe in tudi ne bomo mogli biti. Nikomur ne moremo zapovedati, kako naj razume pomen arheološkega znanja in dediščine, a lahko ga prepričamo – najboljši načini so predstavljanje naših dosežkov, odgovornost do stroke in osebna integriteta.

Obeta se nam svet tako imenovane postresničnosti, ki najbolje učinkuje ravno v fragmentirani družbi, kjer je težko uveljaviti skupne vrednote in referenčne točke v fluidni vsakdanjosti brez trdnih opor. Arheologija je ravno tako odprta oziroma podvržena tovrstnim učinkom, a zavedati se moramo pomembnega dejstva: arheologija je bila za vse ali vsaj večino nas karierna odločitev, ki močno zaznamuje naša življenja. Zavedamo se, da so različni interesi na področju arheologije povsem legitimni, in nimamo iluzij, da med našimi člani ni protislovnih oziroma nasprotujočih si mnenj o marsikateri temi. Tudi to sprejemamo in celo podpiramo, saj je v okoliščinah monopola ene misli razvoj zaustavljen.

Če je bilo nekoč samoumevno, da je vsak arheolog član društva, danes ni tako. In ravno tu vidim nove izzive za Slovensko arheološko društvo. Danes je v Sloveniji približno tristo aktivnih arheologov in drugih strokovnjakov na arheološkem področju. Mogoče ne zveni tako veliko, a za hollywoodsko prikazovanje preteklosti je to kar resna številka, če se nekoliko pošalim. Niso vsi arheologi aktivni člani društva, a zato jih ne izločamo iz komunikacije. Upamo pa, da jih bomo prepričali, da se nam pridružijo.

Moramo najti način, da vsakemu ponudimo nekaj, kar bi drugje težko dobil: izobraževanje za tiste, ki se zaradi različnih razlogov težje usposabljajo ob vsakdanjem delu, mednarodne povezave za tiste, ki nimajo izkušenj in mrež na tem področju, ker so zaradi dela pretežno priklenjeni na domače okolje, informacije o pomembnih arheoloških dosežkih doma in po svetu za tiste, ki težje pridejo do njih ali se zaradi preobilice informacij težje znajdejo med njimi, družabne dogodke za vse tiste, ki si jih želijo in jim manjkajo v vsakdanjem strokovnem življenju. In na koncu moramo dodati še našo odgovornost do širše javnosti. Čeprav si številne javne in zasebne ustanove v zadnjih dveh desetletjih močno prizadevajo širšo javnost seznaniti s svojimi dosežki, pa je ravno društvo tisto, ki lahko in pravzaprav mora predstavljati celovito podobo slovenske arheologije ter njenih strokovnjakov in strokovnjakinj. Upam, da sebi in bodočim vodstvom Slovenskega arheološkega društva nisem naložil prevelikega bremena.

1.25 Drugi sestavni deli

Poročilo o delu Slovenskega arheološkega društva v letih 2020 in 2021

© Predrag Novaković, Predsednik Slovenskega arheološkega društva
Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologijo; predrag.novakovic@ff.uni-lj.si

LETO 2020

Organi SAD in sklepi organov

Leto 2020 je bilo drugo leto delovanja organov in drugih delovnih teles SAD, ki so bili izvoljeni leto poprej. V sestavi organov ni bilo kadrovskih ali drugih sprememb.

Na redni skupščini društva sta bila sprejeta sklep o spremembi 7. člena Pravil SAD, po katerem članstvo v društvu potrjuje IO SAD in ne več skupščina SAD, ter sklep o spremembi 11. člena Pravil SAD, ki natančneje ureja prenehanje članstva.

IO SAD je na poziv Narodnega muzeja za članico Strokovnega sveta Narodnega muzeja imenoval dr. Jano Horvat.

Program SAD

Z letom 2020 se je zaključil dveletni program dela SAD, ki ga je potrdilo in sofinanciralo ministrstvo za kulturo. Zaradi epidemije je prišlo do določenih sprememb v izvajanju programa, predvsem do združitve redne skupščine društva, podelitve stanovskih nagrad in priznanj ter predstavitve raziskav iz leta 2019. Združeni dogodek smo poimenovali Arheološki dan in ga izvedli po spletu 11. 12. 2020.

Izobraževalna dejavnost

V okviru izobraževalne dejavnosti je bil v sodelovanju z Narodnim muzejem, Oddelkom za arheologijo FF UL in SAZU organiziran posvet Gabrovčev dan (16. 1. 2020). Na posvetu, ki je bil posvečen svetolucijski železnodobni kulturni skupini, je bilo predstavljenih deset prispevkov šestnajstih avtorjev. Poleg slovenskih prispevkov je bil predstavljen prispevek italijanskih avtoric. Gabrovčev dan je bil edini dogodek, ki smo ga lahko v tem letu izvedli v živo.

Predstavitev raziskav iz leta 2019 je bila izvedena po spletu (11. 12. 2020). Na prireditvi je bilo predstavljenih 24 prispevkov.

Program desetih javnih predavanj zaradi epidemije ni bil izveden. Iz istih razlogov nista bila izvedena tudi predviden posvet o Pravilniku o arheoloških raziskavah ter razstava *100 let študija arheologije na Slovenskem*.

Mednarodna dejavnost

SAD je bil soorganizator mednarodnega posveta o antičnem steklu v Kopru (6.–7. 3. 2020).

Promocijska dejavnost

Redno promocijsko dejavnost SAD izvaja prek svojih spletnih strani (www.arheologija.si in https://arheoportal.si/) ter družbenih omrežij (predvsem Facebook). Zlasti slednje so za naše razmere zelo obiskane. Prispevki na Arheoportalu so imeli 5.223 obiskov s 10.195 ogledi spletne strani iz 53 držav sveta. Facebook in Twitter stran Arheoportala sta imeli več kot 1.400 registriranih sledilcev. V okviru francoske pobude Evropski dnevi arheologije sta Arheoportal in SAD organizirala spletno prireditev. Prek različnih virov so prispevki na Arheoportalu imeli več kot 5.000 obiskov iz 52 držav sveta. Arheoportalove vsebine na družbenih omrežjih Facebook in Twitter dosegajo več kot 1500 registriranih sledilcev širom sveta. Objave na Facebookovem profilu Arheoportala so dnevno dosegle povprečno 250 posameznikov. SAD in Arheoportal sta bila organizatorja spletne prireditve Evropski dnevi arheologije v Sloveniji, na kateri je bilo med 19. in 21. junijem 2021 predstavljenih 22 različnih dogodkov.

Pomembna promocijska dejavnost društva v letu 2020 je bila podelitev stanovske nagrade in priznanj. Dogodek je bil izveden po spletu (11. 12. 2020). Dobitnik nagrade za življenjsko delo je bil dr. Borut Križ, priznanje za izjemen dosežek v letu 2019 je prejela dr. Janka Istenič, zahvalno listino je prejelo društvo Vespesjan, za častnega člana društva pa je bil imenovan dr. Marcus Egg.

Posebna priložnost za promocijo slovenske arheologije je bilo povabilo Arheološkega muzeja iz Zagreba, ki je v času predsedovanja Hrvaške Evropski uniji predvidel organizacijo Festivala arheologij EU spomladi 2020. SAD je bilo naprošeno, da pripravi enodnevno srečanje s predstavitvami dosežkov naše arheologije (manjša razstava, predavanja in družabni večer), a je bil dogodek zaradi izbruha epidemije in potresa v Zagrebu, v katerem je bil muzej močno poškodovan, odpovedan.

Izdajateljska dejavnost

SAD je v letu 2020 izdalo dve publikaciji: zbornik povzetkov Arheologija v letu 2019 in Arheo 37 (slednji je dejansko izšel na začetku leta 2021).

Povzetek finančnega poročila

Prihodki SAD	**13.989,67 €**
Sredstva MK (po pogodbi)	11.192,00 €
Lastna sredstva (članarina in donacije iz dohodnine)	2.797,67 €
Odhodki SAD	**14.657,22 €**
a) Izobraževalna in mednarodna dejavnost	
Potni stroški (Gabrovčev dan, predavatelji iz tujine)	81,88 €
b) Promocijska dejavnost	
Izplačilo stanovske nagrade	4.000,00 €
Izdelava kipca za stanovsko nagrad	2.116,70 €
Izdelava plaket za nagrajence	193,49 €
Objava razpisa za nagrado v Uradnem listu	69,10 €
Stroški urejanja spletnih strani SAD	1.250,00 €
c) Izdajateljska dejavnost	
Tisk (Arheo 37 in Arheologija v letu 2019	3.054,88 €
Oblikovanje (Arheo 37 in Arheologija v letu 2019)	1.330,00 €
Lektoriranje	730,00 €
d) Posredni stroški	
Poštnina	405,85 €
Računovodske storitve	244,00 €
Drugi stroški promocije (izkaznice SAD)	229,18 €
Drugo (pisarniški material)	284,64 €
e) Stroški SAD, ki jih MK ne sofinancira	
Kosilo za predavatelje (Gabrovčev dan)	197,20 €
Žalnica	8,81 €
Bančne storitve	161,54 €
Bilanca prihodkov in odhodkov:	**- 367,55 €**
(razlika pokrita iz lastnih sredstev iz leta 2019)	

LETO 2021

Organi SAD in sklepi organov

V sestavi organov ni bilo kadrovskih ali drugih sprememb. Na redni skupščini društva je bil sprejet sklep o včlanitvi SAD v European Association of Archaeologists (kolektivno članstvo).

Zaradi spremembe pravil sofinanciranja ministrstva za kulturo je IO SAD sprejel sklep o spremenjeni višini denarne nagrade za življenjsko delo (2.000 EUR).

IO je sprejel Pravilnik o sofinanciranju udeležbe članov SAD na mednarodnih strokovnih srečanjih.

IO SAD je potrdil nove člane Izdajateljskega sveta SAD (Tamara Leskovar, Brina Škvor Jernejčič, Phil mason). Za urednico revije Arheo je bila imenovana dr. Tamara Leskovar, za nove člane uredništva pa Kaja Pavletič, Črtomir Lorber in Matic Zupan.

Ker zaradi epidemijske situacije še vedno niso bila možna srečanja v živo, je bila izvedena spletna anketa med slovenskimi arheologi in arheologinjami o delovanju in perspektivah SAD. Rezultati ankete so objavljeni v Arheu 38.

Program SAD

Z letom 2021 je pričel nov dveletni cikel programskega sofinanciranja ministrstva za kulturo. S pogodbo 3340-21-11505 je ministrstvo za kulturo sofinanciralo SAD v višini 11.220 EUR (za leto 2021) in 12.016 EUR (za leto 2022).

Tudi v letu 2021 je zaradi epidemije prišlo do določenih sprememb v izvajanju programa, odpovedane so bile določene dejavnosti, nekatere dejavnosti so bile izvedene kasneje, večina srečanj je potekala po spletu. Enako kot v predhodnem letu smo tudi leta 2021 združili predstavitev raziskav iz leta 2020, podelitev stanovskih nagrad in priznanj, redno skupščino društva in prireditev, naslovljeno Arheološki dan, ter jih izvedli po spletu 10. 12. 2021.

Izobraževalna dejavnost

V okviru izobraževalne dejavnosti je bil v sodelovanju z Narodnim muzejem, Oddelkom za arheologijo FF UL in SAZU organiziran posvet Gabrovčev dan (16. 9. 2021). Na posvetu, ki je bil posvečen gorenjski železnodobni kulturni skupini, je bilo predstavljenih enajst prispevkov

sedemnajstih avtorjev in avtoric iz Slovenije. Gabrovčev dan je bil edini dogodek, ki smo ga v tem letu lahko izvedli v živo.

Predstavitev raziskav iz leta 2019 je bila izvedena po spletu (10. 12. 2020). Na prireditvi je bilo predstavljenih 26 prispevkov.

SAD je v sodelovanju z Oddelkom za arheologijo FF UL organiziral spletno predavanje Maria Falesa z Univerze v Vidmu (31. 3. 2021). Druga predvidena predavanja v ciklu 10 predavanj zaradi epidemije niso bila izvedena.

Ponovno je bil odložen posvet o arheološkem poklicu in namesto njega izvedena anketa. Rezultati ankete so objavljeni v Arheu 38. Odpovedan je bil tudi posvet ob 50. obletnici društva.

Mednarodna dejavnost

SAD je postalo kolektivni član European Association of Archaeologists. Financiralo je kotizacijo treh članov oziroma članic društva na virtualni konferenci EAA v Kielu.

Promocijska dejavnost

Redno promocijsko dejavnost SAD izvaja prek svojih spletnih strani (www.arheologija.si in https://arheoportal.si/) ter družbenih omrežij (predvsem Facebook). Prek različnih virov so prispevki na Arheoportalu dosegli več kot 6000 obiskov z več kot 10.500 ogledi iz 54 držav sveta. Največ obiskovalcev strani prihaja iz Slovenije, sledijo pa sosednje in druge evropske države. Na družbenih omrežjih Facebook in Twitter Arheoportalovim vsebinam sledi več kot 2000 registriranih sledilcev širom sveta. Objave samo na Facebook profilu Arheoportala so dnevno dosegle povprečno 270 posameznikov.

Glavna promocijska dejavnost društva v letu 2020 je bila podelitev stanovske nagrade in priznanj. Dogodek je bil izveden po spletu (10. 12. 2021). Dobitnik nagrade za življenjsko delo je bil Drago Svoljšak, priznanje za izjemen dosežek v letu 2020 pa sta prejeli Patricija Bratina in dr. Katharina Zanier.

Izdajateljska dejavnost

SAD je v letu 2020 izdalo dve publikaciji: zbornik povzetkov Arheologija v letu 2020 in Arheo 38 (slednji je dejansko izšel na začetku leta 2022).

Povzetek finančnega poročila

Prihodki SAD	**14.045,76 €**
Sredstva MK (po pogodbi)	11.220,00 €
Lastna sredstva (članarina in donacije iz dohodnine)	2.825,76 €
Odhodki SAD	**14.129,02 €**
a) Izobraževalna in mednarodna dejavnost	
Kotizacije udeležencev na kongresu EAA	170,00 €
b) Promocijska dejavnost	
Izplačilo stanovske nagrade	2.000,00 €
Izdelava kipca za stanovsko nagrad	2.742,56 €
Izdelava plaket za nagrajence	239,12 €
Objava razpisa za nagrado v Uradnem listu	69,10 €
Stroški urejanja spletnih strani SAD	1.200,00 €
c) Izdajateljska dejavnost	
Tisk (Arheo 38 in Arheologija v letu 2020)	3.469,78 €
Oblikovanje (Arheo 38 in Arheologija v letu 2020)	1.390,00 €
Lektoriranje	1.120,00 €
d) Posredni stroški in drugi stroški, ki jih ne sofinancira MK	
Poštnina	371,00 €
Računovodske storitve	244,00 €
Drugi stroški promocije (izkaznice SAD)	229,18 €
Kuverte, svečane mape, drugi potr. material	514,77 €
Kosilo za predavatelje (Gabrovčev dan)	143,00 €
Bančne storitve	226,31 €
Bilanca prihodkov in odhodkov:	**- 83,26 €**
(razlika pokrita iz lastnih sredstev iz leta 2020)	

ARHEO

ISSN 0351-5958
9 770351 595005