

OTVORENI ISTRAŽIVAČKI PODACI U PODRUČJU ARHEOLOGIJE

OPEN RESEARCH DATA IN THE FIELD OF ARCHAEOLOGY

Neven Pintarić

Odjel za informacijske znanosti, Sveučilište u Zadru
neven@unizd.hr

Dario Vujević

Odjel za arheologiju, Sveučilište u Zadru
dario.vujevic@gmail.com

UDK / UDC: [001.103:004]:902

Pregledni rad / Review paper

<https://doi.org/10.30754/vbh.66.3.1085>

Primljeno / Received: 20. 7. 2023.

Prihvaćeno / Accepted: 21. 10. 2023.

Sažetak

Cilj. Otvoreni istraživački podaci postaju bitan čimbenik istraživačkog procesa u svim znanstvenim disciplinama, pa tako i u arheologiji koja je predmet ovoga rada. Samim tim dio su i procesa oblikovanja novoga znanja. Cilj je ovog istraživanja utvrđivanje i opis čimbenika oblikovanja istraživačkih podataka povezanih s arheologijom i otvorenom znanosti kojima se može utjecati na unaprjeđenje kvalitete otvorenih istraživačkih podataka u svrhu njihove ponovne uporabe u novim istraživanjima i arheološkoj zajednici.

Pristup/metodologija/dizajn. Istraživanje je provedeno metodom sadržajne analize dostupnih članaka i publikacija koji su proizašli iz znanstvenih istraživanja te projekata u području arheologije i otvorene znanosti.

Rezultati. Pregledom i sadržajnom obradom relevantnih članaka ukazuje se na najznačajnije odrednice istraživačkih podataka te na tradiciju primjene digitalne tehnologije u arheologiji. Kroz istraživanje je definirano sedam faza primjene digitalne

tehnologije koje je moguće percipirati kao razine zrelosti primjene digitalne tehnologije. Otvoreni istraživački podaci i njihova ponovna uporaba od interesa su za istraživačku, ali i širu zajednicu. Kao čimbenici istraživačkih podataka u arheologiji utvrđeni su arheološki podaci, arheološki zapis, životni ciklus istraživačkih podataka, digitalni objekt, strukturirani i povezani otvoreni podaci, citiranje otvorenih istraživačkih podataka, digitalni repozitorij i kvaliteta otvorenih istraživačkih podataka. Kod svakog od navedenih čimbenika istraženi su, opisani i povezani pojedini fenomeni. Proces je bitan jer se samo tako može osigurati povjerenje korisnika u istraživačke podatke za ponovnu uporabu, odnosno osigurati potrebna razina kvalitete otvorenih istraživačkih podataka. Utvrđena su daljnja područja istraživanja s obzirom na granularnost trajnog identifikatora u području arheologije i dimenzije kvalitete istraživačkih podataka za ponovnu uporabu.

Ograničenja. U okviru ovog istraživanja u obzir su uzeti samo radovi koji su objavljeni na hrvatskome ili engleskom jeziku, pa nisu uključeni rezultati relevantnih istraživanja predstavljenih na drugim jezicima. Istraživanja o otvorenim istraživačkim podacima u mnogim su sredinama u začetku. Veći broj istraživanja koji je proveden i objavljen u publikacijama za područje arheologije temelji se na studijima slučaja ili na prigodnim uzorcima. Ovim istraživanjem nisu detaljnije istraženi metapodaci.

Praktična primjena. Kreiranje otvorenih istraživačkih podataka zahtijeva sudjelovanje istraživača ili stručnjaka iz područja arheologije, ali i informacijskih znanosti. Rezultati ovog istraživanja mogu im pomoći u razumijevanju primjene digitalne tehnologije te unaprijeđenju procesa nastajanja, pohrane, dugotrajnog očuvanja, kao i ponovne uporabe otvorenih istraživačkih podataka.

Originalnost/vrijednost. Istraživanja o otvorenim istraživačkim podacima na području Hrvatske u početnoj su fazi. Nedostaju istraživanja o tome kako je moguće kreirati otvorene istraživačke podatke i kako ih ponovno upotrijebiti. Ovaj rad daje doprinos u proširenju spoznaja o digitalnom tijeku pohranjivanja istraživačkih podataka u arheologiji, čimbenicima oblikovanja otvorenih istraživačkih podataka te dimenzijama kvalitete za njihovu ponovnu uporabu.

Ključne riječi: arheologija; čimbenici oblikovanja otvorenih istraživačkih podataka; kvaliteta istraživačkih podataka; otvoreni istraživački podaci; ponovna uporaba istraživačkih podataka.

Abstract

Aim. Open research data is becoming an important factor in the research process in all scientific disciplines, including archaeology, which is the subject of this paper. Thereby, they are also part of the process of forming new knowledge. The aim of this research is to identify and describe the factors shaping research data related to archaeology and Open science that can influence the improvement of the quality of open

research data for the purpose of their reuse in new research and within the archaeological community.

Approach/methodology/design. The research was conducted using the method of content analysis of the available articles and publications resulting from the scientific research and projects in the field of archeology and Open science.

Findings. The research and content analysis of relevant articles indicated the most significant determinants of research data and the tradition of applying digital technology in archaeology. Through the research, seven stages of the application of digital technology were defined, which can be perceived as degrees of maturity of the application of digital technology. Open research data and their reuse are of interest to the research community as well as to the wider community. The research data factors in archeology were identified as follows: archaeological data, archaeological record, life cycle of research data, digital object, structured and linked open data, citation of open research data, digital repository and quality of open research data. For each of the mentioned factors, individual phenomena were investigated, described and connected. The process is important because it is the only way to ensure users' trust in research data for reuse, that is, to ensure the necessary level of quality of open research data. Further areas of research were identified with regard to the granularity of the permanent identifier in the field of archeology and dimensions of the quality of research data for reuse.

Research limitations. Within this research, only the works published in Croatian or English were considered, so the results of relevant research presented in other languages were not included. The research on open research data is in its early stage in many countries. Most of the research that has been carried out and published in publications in the field of archeology is based on case studies or on convenient samples. This research did not explore metadata in more detail.

Practical implications. The creation of open research data requires the involvement of researchers or experts from the field of archaeology as well as from information sciences. The results of this research can help them understand the application of digital technology and improve the process of creating, storing, long-term preservation, sharing, and reusing open research data.

Originality/value. The research on open research data in Croatia is in its initial stage. There is a lack of studies on how to create open research data and how to reuse them. This paper contributes to expanding knowledge about the digital workflow of storing research data in archaeology, the factors that shape open research data, and the dimensions of quality for their reuse.

Keywords: archaeology; factors shaping open research data; open research data; quality of research data; research data reuse

1. Uvod

Arheologija je područje znanosti u kojem se razumijevanje čovjekova načina života u prošlosti, njegovih zajednica i događaja provodi istraživanjem, analizom i interpretacijom pronađenih ili spoznatih arheoloških entiteta.¹

Tradicionalan pogled na arheološko istraživanje povezan je s terenskim istraživanjima i materijalnim dokazima, dokumentiranosti procesa rada i istraživanja, uporabom različitih tehnika i alata u opažanjima i dokumentiranju te tumačenjem otkrića (Huvilla and Sköld, 2021). Arheološko terensko istraživanje složena je i jedinstvena jednokratna aktivnost koju nije moguće ponoviti. Cilj arheoloških istraživanja jest osiguravanje što veće količine primarnih, kao i sekundarnih istraživačkih podataka o arheološkom entitetu i njegovom kontekstu. Tijekom procesa istraživanja može doći i do gubitka pojedinih podataka, primjerice, zbog same prirode procesa istraživanja i terenskog rada, različitih metoda istraživanja, različitih depozicijskih i postdepozicijskih čimbenika, vandalizma i uništavanja arheoloških nalazišta (Kansa, Kansa and Schultz, 2007). Budući da se u današnje vrijeme kreira sve više digitalnih podataka o arheološkim entitetima, imperativ je dugotrajna pohrana i očuvanje tih podataka te dokumentacije povezane s njima s ciljem razvoja znanstvene infrastrukture za buduća istraživanja, obrazovanje ili promicanje kulturne baštine u široj javnosti. Realizacija i primjena znanstvene infrastrukture te usklađivanje nacionalnih politika s općim politikama Europske unije o otvorenoj znanosti stvaraju potencijal za unaprjeđenje istraživačkog procesa i kreiranje novog znanja općenito, pa i u području arheologije.

Otvorena znanost inicijativa je koja donosi nov pristup istraživačkom procesu, kreiranju i razmjeni znanja. Usmjerena je na javnu dostupnost i transparentnost znanstvene komunikacije, javnu dostupnost i ponovnu uporabu istraživačkih podataka, transparentnost u primjeni metodologije i potiče suradnički rad (European Commission, 2017). Ona daje poticaj za kreiranje otvorenih istraživačkih podataka, njihovo dijeljenje, kao i ponovnu uporabu.

Otvorene istraživačke podatke u području arheologije možemo opisati kao strukturirane podatke koji su rezultat istraživačkih i stručnih aktivnosti, slobodno im se može pristupiti u digitalnom okruženju, može se utvrditi njihova svrsishodnost, objavljeni su u formatu koji omogućava njihovo čitanje i preuzimanje od strane ljudi ili strojeva te je dopuštena njihova ponovna uporaba.

Ponovna uporaba otvorenih istraživačkih podataka relativno je nov fenomen u području arheologije. Moguće ju je povezati s ponavljanjem (reproduciranje) istraživanja, uporabom za podučavanje i profesionalni razvoj, kao i uporabom za

¹ U okviru rada pod arheološkim entitetom podrazumijevamo entitet koji samostalno postoji, nešto što možemo jednoznačno identificirati, odrediti i razlikovati, a proizlazi iz arheoloških istraživanja vezanih uz izrađevine, ekofakte, materijalnu kulturu, događaje i tragove koje je čovjek ostavio u svom okolišu.

različita nova znanstvena istraživanja npr. uzorkovanje, agregiranje, predviđanje (Kansa and Kansa, 2022). Istraživanje o ponovnoj uporabi arheoloških podataka Faniela i suradnika (2013) utvrdilo je širok skup čimbenika ponovne uporabe podataka, npr. smjernice, standarde, ontologije, kontekst, interoperabilnost, formaliziran i dokumentiran postupak prikupljanja podataka, raspoloživost sve dokumentacije (npr. zabilješke), reputaciju istraživača i digitalnog repozitorija koji utječu na primjenu. Novija istraživanja o ponovnoj uporabi arheoloških podataka čimbenike ponovne uporabe podataka utvrđuju u dosljednoj primjeni standarda, postupcima upravljanja, postojanju širih kontekstualnih podataka (Moody et al., 2021), kvaliteti podataka (Kansa and Kansa, 2022) te mjerama koliko entitet od interesa ispunjava potrebe korisnika (Seaton et. al., 2023). Jedan od većih izazova u uporabi otvorenih istraživačkih podataka jest nedovoljno razumijevanje kvalitete svojstvene podacima (Sadiq and Indulska, 2017).

Općenito kvalitetu možemo opisati kao mjere ili značajke koje odražavaju koliko dobro neki entitet od interesa ispunjava određene zahtjeve, potrebe ili standarde. U kontekstu istraživačkih podataka kvaliteta je povezana s istraživanjem značajki koje podatke čine prikladnima za uporabu (Kindling and Strecker, 2022). U arheologiji je kvaliteta označena kao bitan čimbenik za diseminaciju znanja prema zajednici (Willems and Dries, 2007). Dimenzija predstavlja relevantan kriterij ili konstrukt za ocjenu kvalitete. Ponovna uporaba otvorenih istraživačkih podataka uglavnom je nepoznata, raznolika i promjenjiva. U svrhu utvrđivanja kvalitete istraživačkih podataka za njihovu ponovnu uporabu potrebno je definirati dimenzije kvalitete podataka na generičkoj razini, a kod korisnika razviti sposobnosti koje omogućavaju istraživanje kvalitete podataka (Sadiq and Indulska, 2017).

S obzirom na mali broj istraživanja u području arheologije u Hrvatskoj o otvorenim istraživačkim podacima i njihovoj ponovnoj uporabi, kao i nedovoljno raširenu primjenu otvorenih istraživačkih podataka, cilj je ovog rada utvrđivanje i opis čimbenika povezanih s arheologijom i otvorenom znanosti kojima je moguće utjecati na unaprjeđenje kvalitete otvorenih istraživačkih podataka u svrhu njihove ponovne uporabe u novim arheološkim istraživanjima i zajednici.

Kako bi cilj ovog istraživanja bio realiziran, utvrđen je teorijsko-metodološki pristup koji je omogućio utvrđivanje procesa razvoja primjene digitalne tehnologije u području arheologije, kao i izazova i aktivnosti povezanih s tim procesom. Zatim se na temelju tumačenja poznatih teoretičara nastojalo utvrditi i opisati bitne čimbenike otvorenih istraživačkih podataka iz područja arheologije i otvorene znanosti, osobito s motrišta dimenzija kvalitete tih podataka.

2. Digitalni tijek u području arheologije

U ovom se poglavlju daje povijesni prikaz primjene digitalne tehnologije, kao i aktivnosti povezanih s problemima, unaprjeđenjem i izazovima koje je kroz po-

jedina razdoblja trebalo razriješiti kako bi se arheološki podaci uporabili u svrhu istraživanja ili očuvanja podataka za buduće generacije. Prikaz obuhvaća sedam razdoblja koja su podijeljena na podrazdoblja od deset godina.

Općenito se za početak primjene digitalne tehnologije u području arheologije uzima razdoblje 1950. do 1960. godine. Huggett (2018) navodi da potencijal uporabe mehaničkih i elektroničkih metoda u svrhu statističke analize podataka prepoznaje Albert Spaulding te da Jean-Claude Gardin i Peter Ihm prvi ostvaruju računalnu primjenu unutar arheologije. Daljnje aktivnosti tog razdoblja možemo odrediti u opisivanju i sortiranju arheoloških podataka te automatskoj klasifikaciji.

Početne faze primjene suočene su s nedostatkom tehničkih rješenja za pohranu i očuvanje podataka, kao i nepostojanjem konsenzusa kod arheologa koje podatke treba prikupiti i pohraniti. Aktivnosti drugog razdoblja (1960. – 1970.) usmjerene su na opisne attribute arheoloških entiteta (Smith, 2000), primjenu statističke kvantitativne analize (Gunnarsson, 2018) te tipološku, kronološku ili statističku analizu većih skupina podataka (Watrall, 2016).

Pohranjivanje arheoloških podataka u programskim paketima (npr. IRGMA/CDGS²), stvaranje kataloga te početak uporabe u pojedinim arheološkim istraživanjima intenzivira se u trećem razdoblju (1970. – 1980.). Prihvaćenost obrade podataka računalom i stvaranje kataloga iniciraju istraživanje koraka i struktura za pohranu podataka (Smith, 2000). Iako je to još uvijek rana faza primjene digitalnih tehnologija u području arheologije, pojedina istraživanja iz tog razdoblja prepoznaju kako objava arheoloških podataka samo u papirnatom obliku nije dovoljna i odgovarajuća (Moore and Richards, 2015).

U četvrtom razdoblju (1980. – 1990.) dolazi do razvoja i primjene različitih informacijskih sustava i baza (npr. geografski informacijski sustav) te značajnije uporabe digitalne tehnologije u upravljanju podacima s terenskih istraživanja i u sklopu pojedinih projekata (cf. Koster Project Information Retrieval Application³).

Šira primjena geografskih informacijskih sustava te početak primjene interneta i pripadajućih tehnologija obilježavaju peto razdoblje (1990. – 2000.). Primjena novih tehnologija donosi značajne promjene u načinu stvaranja, pohrani, objavi i dijeljenju podataka. To razdoblje donosi početke značajnije digitalizacije podataka. Digitalizaciju podataka u području arheologije moguće je povezati sa sustavom očuvanja, održavanja, upravljanja i kreiranja dodane vrijednosti digitalnih podataka, ona je preduvjet ostvarenja slobodnog dijeljenja podataka, a ovisi o svrsi digitalnih produkata, značajkama izvorne građe te tehnološkoj infrastrukturi (Sirovica, 2016). Značajna tehnološka infrastruktura tog razdoblja jesu arheološki digitalni repozitoriji Archaeology Data Services (ADS), repozitorij arheoloških

² Programski paketi koju su važni u tom razdoblju su: IRGMA/CGDS (engl. *Information Retrieval Group Association*) / *Cambridge Geological Data System*).

³ Detaljniji opis projekta dan je kroz rad dostupan na mrežnoj adresi koja se, kao i sve ostale iz teksta, nalazi u poglavlju Literatura, odjeljak Mrežni izvori.

istraživačkih podataka iz Velike Britanije koji omogućava dugotrajno očuvanje i javnu dostupnost podataka, Fasti Online⁴ i *online* časopis *Internet Archaeology*⁵ s otvorenim pristupom. Ograničavajući čimbenici tog razdoblja i značajnije primjene kod institucija utvrđeni su u nedostatnim kapacitetima izgradnje i održavanja digitalnih repozitorija (Richards, 2021).

Za šesto razdoblje (2000. – 2010.) značajna je uspostava tematskog repozitorija Open Context,⁶ kao i nacionalnog repozitorija Data Archiving and Networked Services (DANS).⁷ Njihova uspostava usmjerena je na dijeljenje arheoloških i povijesnih podataka u različitim oblicima (npr. različite analize arheoloških entiteta, terenskih izvještaja, crteži itd.) sa širokom svjetskom zajednicom (npr. istraživači, studenti itd.). Dijeljenje podataka u tom razdoblju podrazumijeva dijeljenje strukturiranih podataka u formatu koji se može preuzeti u druge programske alate i nad njima napraviti dodatne upite, vizualizaciju ili daljnje analize (Kansa, 2014). Dijeljenje podataka usmjereno je na publikacije koje su u otvorenom pristupu. Čimbenike otvorenosti tog razdoblja možemo povezati s ponovnom uporabom prethodno prikupljenih podataka, omogućavanjem nove svrhe prikupljenim podacima, uspostavom suradničkog istraživanja, podacima o entitetima koji su organizirani i označeni na način koji omogućava razumijevanje njihovog značenja i njihovih međusobnih veza te nužnosti uspostave institucijskih digitalnih repozitorija koji podržavaju otvorene formate (Mudge et al., 2008).

Sveprisutnost digitalnih tehnologija kako u istraživačkim aktivnostima tako i u svakodnevnom životnim situacijama obilježavaju sedmo razdoblje od 2010. do danas. Za realizaciju otvorenosti potrebno je uspostaviti istraživačku infrastrukturu i cijeli ekosustav. Bitni čimbenici tog razdoblja uočavaju se u opisivanju svake inačice digitalnog objekta metapodacima, pretraživanju i pristupu digitalnim objektima, citiranju digitalnih objekata, različitim računalnim analizama i istraživanju digitalnog objekta, ponovnoj uporabi digitalnih objekata te nacionalnim ili internacionalnim repozitorijima (Limp et al., 2011). Pokrenuti su različiti projekti u svrhu istraživanja stvaranja, upravljanja, dijeljenja kao i ponovne uporabe arheoloških podataka poput, naprimjer, projekta unaprjeđenja podataka prema konceptima otvorene znanosti (The Secret Life of Data), projekta o očuvanju arheoloških podataka u digitalnom okruženju i njihovoj ponovnoj uporabi (SEADDA), projekta *uključivanja vanjske zajednice* (projekt javnog sudjelovanja u arheologiji NE-ARCH) i projekta razvoja združene infrastrukture europske kulturne baštine (npr.

⁴ Repozitorij arheoloških istraživačkih i prostornih podataka napravila je Međunarodna udruga za klasičnu arheologiju (engl. *International Association for Classical Archaeology*).

⁵ Vodeći arheološki časopis otvorenog pristupa. Izdavač časopisa je Odjel za arheologiju, Sveučilište u Yorku, Velika Britanija.

⁶ Repozitorij otvorenih istraživačkih podataka iz Sjedinjenih Američkih Država.

⁷ Nizozemski nacionalni repozitorij za pohranu i dostupnost istraživačkih podataka. Repozitorij pokriva i područje arheologije, engl. *Data Archiving and Networked Services* (DANS)

Europeana i projekt integracije europskih istraživačkih infrastruktura arheoloških podataka ARIADNE). Aktivnosti su u tom razdoblju usmjerene na interoperabilnost arheoloških podataka, vidljivost podataka te stvaranje znanja na temelju podataka. Istraživački izazovi današnjice povezani su s postupcima pouzdanog stvaranja arheoloških podataka, njihovog optimiziranja za ponovnu uporabu te definiranja dobre prakse vezane za ponovnu uporabu (Richardson et al., 2021), istraživanje dimenzije kvalitete podataka (Kansa and Kansa, 2022), kao i datifikaciju⁸ arheološke domene (Hugget, 2020).

3. Čimbenici oblikovanja istraživačkih podataka iz područja arheologije i otvorene znanosti

3.1. Arheološki podaci

U znanstvenim istraživanjima postoje različiti pristupi, opisi i terminološka određenja podataka. Na temelju istraživanja Svensson i Guillen (2020) za arheološke podatke moguće je utvrditi da su ljudska tvorba, oni su dani (engl. *given*) ili uhvaćeni (engl. *capture*), po prirodi su inter(subjektivni), prožeti kontekstom, sociokulturnim normama i vrijednošću, a za njih se želi postići određeni oblik i inherentnost.

Čimbenike nastanka arheoloških podataka možemo tražiti u mjerenjima i opažanjima arheološkog entiteta i njegovog konteksta (Banning, 2002; Richards and Ryan, 1985). Opširniji opis nastanka arheoloških podataka daje Huggett (2022) koji u istraživanju prirode i ekosustava arheoloških podataka utvrđuje dva različita pristupa. Prvi pristup nastanku arheoloških podataka često se temelji na empirijskim spoznajama i nema daljnje argumentacije podataka. Drugi je pristup interpretirajući te su arheološki podaci definirani ovisno o dionicima. U prvom se pristupu na arheološke podatke gleda kao na jednostavne izvorne dijelove informacija o svijetu, nastale mjerenjem izvedenih iz postojećih značajki arheoloških entiteta. Drugi pristup nastaje ovisno o arheolozima i to na temelju arheološke prakse, programa istraživanja, dostupne tehnike, tehnologije, fizičkih i vremenskih ograničenja, konvencija itd. Arheološki podaci u drugom pristupu⁹ interpretirani su odnosu na kontekst, kulturu, društvo, politiku, tehnologiju i prostor. Istraživanja (Chippindale, 2000; Banning, 2002) pokazuju da arheološki podaci nastaju kroz selektivni proces. Taj je proces vođen u odnosu na trenutne dosege metodologije arheoloških istraživanja i na interese pojedinog istraživača, često bez uvažavanja mogućih kasnijih potreba istraživača.

⁸ Datifikacija je pretvaranje objekata koji sadrže podatke ili informacije u kvantitativne oblike, strukturirane, kako bi se omogućile analize i predikcije.

⁹ Podaci su u drugom pristupu u arheološkim radovima opisani kroz engleski pojam *capta*, putem kojeg se želi točno definirati kako su ti podaci nastali.

Istraživanje Buccellatia (2017) detaljnije navodi izvore podataka u arheologiji, a utvrđuje ih u analizi i agregiranju amorfnih podataka koji su prostorno ovisni (stratigrafski podaci), analizi pojedinog arheološkog entiteta, kao i analizama višestrukih elemenata s ciljem stvaranja klastera.

Na razini samog arheološkog entiteta podaci nastaju utvrđivanjem svojstava tog entiteta. Uzimaju se u obzir svojstva arheoloških entiteta koja su uspostavljena na temelju plana istraživanja i ovise o istraživačkim ciljevima (Muckle, 2006). Svojstva pripadaju kontekstualnoj ili specifičnoj klasi (Richards and Ryan, 1985). Specifična klasa obuhvaća svojstva fizičkih ili kemijskih odrednica arheološkog entiteta (npr. boja, veličina, dekoracija), a kontekstualna je klasa stvorena iz konteksta arheološkog entiteta (npr. njegovo okruženje, stratigrafske jedinice i pridruženost). Istraživanja (Faniel et al., 2013; Huggett, 2020) daju veliku važnost kontekstualnim podacima u svrhu ponovne uporabe podataka.

3.2. Arheološki zapis

O arheološkom zapisu ovisi što se može saznati ili naučiti o ljudskoj prošlosti, ali taj zapis nudi i informaciju o vrsti i količini arheoloških podataka koji su prikupljeni ili bi trebali biti prikupljeni tijekom istraživačkog rada.

Sredinom 1980-ih Linda Patrik povezuje konceptualizaciju arheološkog zapisa uz arheološke nalaze i zapisivanje činjenica o arheološkom nalazu. U istraživanju o arheološkom zapisu određuje elemente koje sadrži arheološki zapis (prihvaćene teorije, lokacije aktivnosti, materijalne ostatke i arheološke uzorke), a uspostavu arheološkog zapisa razmatra kroz arheološki izvještaj. Za detaljnije argumentiranje arheološkog zapisa definira dva modela: fizički model i tekstualni model. Glavna razlika između tih modela jest u procesu formiranja, analize i ponovne uporabe činjenica. Fizički model nastaje na temelju terenskog rada s fizičkim dokazima, zakonitostima i tragovima, a tekstualni nastaje na temelju ideja i zaključivanja o ljudskih aktivnostima i događajima u prošlosti. Fizički model usmjerava na arheološko zaključivanje pomicanjem s materijalne komponente zapisa u materijalni fenomen iz prošlosti, a tekstualni model arheološkog zaključivanja pomiče materijalni fenomen u mentalne fenomene, s materijalnih simbola prema idejama i uvjerenjima koje kodiraju (Patrik, 1985).

Detaljnije određenje arheološkog zapisa možemo izdvojiti iz istraživanja Kuna i suradnika (2015). Oni arheološki zapis povezuju s bilježenjem arheoloških podataka o istraživačkom projektnom planu, projektnoj dokumentaciji, istraživanju i arheološkim entitetima, odnosno s bilježenjem podataka prije i tijekom istraživanja, kao i tijekom interpretativnog procesa. Sličan pristup u konceptualizaciji arheološkog zapisa ima i Lucas (2012). Usporedbom konceptualizacije arheološkog zapisa kroz proteklo vrijeme on povezuje koncept i njegovo razumijevanje s arheološkim entitetima i depozitnim objektima rada (planovima, sekcijama, tablicama

sadržaja, bilješkama, crtežima, slikama). Označava arheološki zapis u svojstvu fragmentiranog, selektivnog i nekompletnog zapisa. Izvor nekompletnosti zapisa ne utvrđuje se u arheološkoj praksi i kreiranju zbirke, nego ga povezuje s nemogućnosti istraživača za prepoznavanjem i zapisivanjem svih mogućih skupova arheoloških podataka.

Arheološki zapis osim opisa samih arheoloških entiteta uključuje i širok raspon pisane i vizualne dokumentacije. Prema vrsti razlikujemo dokumentaciju o mjestu istraživanja, podrijetlu i kontekstu, analitičku dokumentaciju, administrativnu dokumentaciju te projektne izvještaje (Fowler and Givens, 1995). U dokumentaciju, prema Barkeru (2000), moguće je uključiti npr. crteže, pisane bilješke, fotografije (kose i vertikalne), terenske dnevnike, tlocrte nalazišta, mreže nalazišta. Istraživanje Greena i Moora (2010) uključuje zračne i prostorne fotografije, evidenciju prostornog pozicioniranja, modele prostora, geofizičke izvještaje i prikaze.

Strategije dokumentiranja i stvaranja zapisa prate zakonsku regulativu, što je u Hrvatskoj definirano *Pravilnikom o arheološkim istraživanjima* (1999), premda se one mogu prilagođavati individualnim istraživanjima. Provodi se individualno promatranje i evidentiranje arheoloških podataka kroz opise, tako da se u odnosu na volumen arheološki podaci smještaju u skupinu „malih podataka“.¹⁰

3.3. *Životni ciklus istraživačkih podataka*

Životni ciklus istraživačkih podataka općenito se sastoji od sljedećih faza: planiranje istraživanja, pokretanje istraživanja i izrada plana upravljanja podacima, prikupljanje podataka, obrada i analiza podataka, objava podataka, pohrana podataka, dijeljenje podataka, očuvanje podataka i ponovna uporaba podataka. U analiziranju okruženja otvorene znanosti i istraživanja u takvom okruženju, Rüegg i suradnici prepoznaju važnost životnog ciklusa istraživačkih podataka i dijele ga na dva dijela (Rüegg et al., 2014). Prvi se dio odnosi na tradicionalne postupke kao što su planiranje, prikupljanje, osiguranje kvalitete i kontrole te analiza podataka. Upozoravaju da tradicionalni dio samo vodi do lokalnog pohranjivanja podataka na računalo, pri čemu su podaci nedovoljno opisani i dokumentirani. Prijelazna faza između prvog i drugog dijela obuhvaća opis i objavu podataka. Drugi se dio odnosi na osiguravanje dugotrajne dostupnosti podataka, kao i na mogućnost njihove ponovne uporabe. Za ponovnu uporabu podataka od strane istraživača ili drugih korisnika potrebno je provesti aktivnosti istraživanja, analize i integracije

¹⁰ Skupine podataka koje postoje jesu: veliki podaci (engl. *Big Data*), mali podaci (engl. *Small Data*) i tamni podaci (engl. *Dark Data*). Veliki podaci jesu podaci koji nastaju na temelju automatiziranog prikupljanja putem različitih senzora, instrumenata. Njihove osnovne značajke su velik volumen, brzina kreiranja i raznolikost. Mali podaci tipični su za pojedinačna istraživanja. Pojmom *Dark Data* označavaju se istraživački podaci koje je teško locirati i nije im moguće pristupiti.

podataka. Zaključuju da životni ciklus istraživačkih podataka postaje potpun tek opisom podataka metapodacima, arhiviranjem i omogućavanjem javne dostupnosti repozitorija s istraživačkim podacima.

U kontekstu arheologije prepoznata je važnost metapodataka u svrhu prikaza prirode arheoloških podataka, njihovog pronalaženja te grupiranja prema određenim obilježjima (Wise and Miller, 1997). Smjernice Europskog arheološkog konzilija svrhu metapodataka povezuju s omogućavanjem podataka o arheološkom digitalnom sadržaju (objektu) za jednostavniji pristup u repozitorijima te njegovu procjenu u svrhu odlučivanja o ponovnoj uporabi u drugim istraživanjima (Perrin et al., 2014).

3.4. Digitalni objekt

S ciljem stvaranja digitalnog entiteta koji može biti predmet interesa, pohrane, dijeljenja, istraživanja, ponovne uporabe i citiranja polazimo od najmanje jedinice (skupa) podataka. Najmanja jedinica jest digitalni objekt. Koncept digitalnog objekta uveo je Robert Khan početkom 1990-ih, a s drugim istraživačima definirao je digitalni objekt kao osnovni entitet digitalnog sustava koji se pohranjuje, kojem se pristupa, koji je moguće distribuirati i nad kojim se provodi upravljanje. Generička svojstva digitalnog objekta jesu mogućnost uređivanja, interaktivnost, otvorenost i distribuiranost (Kallinikos, Aaltonen and Marton, 2010).

Opći opis digitalnog objekta, njegovu strukturu i bitne elemente istraživali su (Wittenburg, 2019; Schwardmann, 2020). Pritom je digitalni objekt definiran kao „smisleni entitet“¹¹ unutar određene domene primjene u digitalnom okruženju. Sadržaj digitalnog objekta može uključivati podatke, zbirke, metapodatke, programe, publikacije ili druge digitalne entitete, a sadržaj je kodiran nizom bitova i pohranjen u repozitoriju. Digitalni je objekt određen i označen trajnim identifikatorom te ima svojstva koja su opisana metapodacima (npr. deskriptivni, kontekstualni, prava pristupa itd.). Važno je obilježje digitalnog objekta da može biti jednostavan podatkovni entitet ili složeni skup digitalnih objekata i pridruženih metapodataka.

Na tom tragu važno je zabilježiti da su tijekom 2016. godine u području otvorene znanosti objavljena FAIR načela¹² povezana uz pronalazak, pristup, interoperabilnost i ponovnu uporabu istraživačkih podataka, algoritama, alata i radnih procesa koji vode do tih podataka, o čemu svakako trebaju voditi računa i istraživači u području arheologije. Nadalje, raspravljajući o digitalnim objektima koji proizlaze iz istraživanja, korisno je uputiti na potrebu njihova usklađivanja s FAIR načelima,

¹¹ „Smisleni entitet“ odnosi se na entitet na kojemu istraživači žele raditi, prikupljati podatke, provoditi analize, citirati, koji može biti predmet dijeljenja i procesiranja od strane istraživača i strojeva.

¹² FAIR načela – pronalazljivost (engl. *Findability*), dostupnost, (engl. *Accessibility*), interoperabilnost (engl. *Interoperability*) i ponovna uporaba (engl. *Reusable*).

kao i o tome da su strojno čitljivi (Wilkison et al., 2016). Istraživanje Nicholsona i suradnika (2023) pokazuje da je FAIR načela moguće primijeniti u arheologiji.

Stručna skupina Europske komisije za FAIR podatke u svrhu kreiranja Europskog oblaka otvorene znanosti (engl. *European Open Science Cloud – EOSC*) definirala je tijekom 2018. godine model FAIR digitalnog objekta (European Commission, 2018). Model FAIR digitalnog objekta na najnižoj razini predstavlja sam digitalni objekt (npr. istraživački podaci, programi, protokoli i itd.). Trajni identifikator pridružen je digitalnom objektu u svrhu stabilne poveznice prema objektu, održavanja citiranja i ponovne uporabe. Digitalni objekt mora biti prikazan zajedničkim i otvorenim formatima datoteka jer su oni temelj ponovne uporabe, kao i čitanja različitih programa. Kako bi se moglo pristupiti digitalnom objektu i ponovno ga uporabiti, on mora biti opisan skupom metapodataka.

Daljnji koraci koji se poduzimaju u tom području odnose se na kreiranje FAIR ekosustava te metodološkog okvira, npr. Metodološki okvir FAIR digitalnog objekta (engl. *FAIR Digital Object Framework*) koji će pomoći u upravljanju istraživačkim podacima u digitalnom okruženju, uključujući njihovo stvaranje, pohranu i dijeljenje.

3.5. Strukturirani i povezani otvoreni istraživački podaci

Usmjerenost na digitalizaciju ima za posljedicu stvaranje sve većeg broja strukturiranih, polu-strukturiranih i nestrukturiranih podataka u području arheologije. Uzroke povećanja strukturiranih arheoloških podataka istraživanje Hacıgüzellera, Taylora i Perrya (2023) povezuje s raspoloživosti digitalnih alata, posjedovanjem vještina strukturiranja podataka, analitičkom prirodom strukturnih arheoloških podataka, usmjerenosti na stvaranje većih skupova podataka i otvorenih istraživačkih podataka.

Definicija otvorenih istraživačkih podataka pokazuje da su strukturirani podaci iz pojedinog područja važni čimbenici njegove otvorenosti. Povezanost strukture i otvorenosti prikazana je putem sheme „5 zvjezdica otvorenih podataka“ Tima Berners-Leeja (2006), koja ujedno prikazuje i korake koje je potrebno provesti kako bi podaci postali otvoreniji. Polazišna razina jest objava podatka u bilo kojem formatu s otvorenom licencom, a završna su razina povezani otvoreni podaci.¹³ Svaka inkrementalna razina donosi višu razinu strukturiranosti i strojne čitljivosti, ali donosi i izazove u kreiranju podataka, njihovoj pohrani, objavi i dijeljenju kako bi se omogućila otvorenost istraživačkih podataka te njihova ponovna uporaba.

¹³ Povezani otvoreni podaci inicijativa je koja potiče otvoreni pristup istraživačkim podacima, njihovo povezivanje i dijeljenje u okviru semantičkog *weba* pomoću trajnih i jedinstvenih identifikatora te modela podataka za semantičko opisivanje mrežnih izvora (engl. *Linked Open Data – LOD*).

U području arheologije standardno zapisivanje podataka u okvirima proračunskih tablica ili baza podataka o arheološkom entitetu ili arheološkom zapisu provodi se atributima. Definiranje atributa proizlazi iz cilja istraživanja, ovisi o stečenom znanju i iskustvu, fazi projekta i kontekstu, te je prisutna velika varijabilnost (Holdaway et al., 2019). Vrijednosti atributa proizlaze iz točno određene domene, a atributi imaju dugoročni utjecaj na ponovnu uporabu istraživačkih podataka, znanstvenu analizu i zaštitu (Gattiglia, 2018). Arheološke baze podataka kao i ostali strukturirani podatkovni izvori sadrže zapise kao i „pročišćene činjenice / činjenice od interesa“ koji se često označavaju kao primarni podaci (Hacıgüzeller et al., 2023). Prikaz postojeće arheološke baze podataka, kao i realizacija otvorenih istraživačkih podataka, kao jedan od mogućih ishoda kreirane baze daju istraživanje Štulara (2019) i otvoreni skup istraživačkih podataka „Zbiva, Early Medieval Data Set for the Eastern Alps“ (Štular, Pleterski and Belak, 2021). Čimbenici tog skupa podataka kao otvorenih istraživačkih podataka sljedeći su: strukturirani i većim dijelom kvantificirani podaci, zapis podataka u otvorenom formatu (.csv¹⁴), postojanje opisa metapodacima te informacije o mogućem skupu vrijednosti, uporaba repozitorija koji omogućava dugotrajnu dostupnost podataka (Zenodo¹⁵) te pridruženost trajnog identifikatora. Uporaba tih otvorenih istraživačkih podataka svedena je na procjenu relevantnosti od strane istraživača, a pretraživanje ili povezivanje podatka nije moguće.

Nisu svi arheološki podaci sadržani u bazama podataka. Veći dio arheoloških podataka još uvijek je sadržan u različitim publikacijama i izvještajima. Istraživanje o transformaciji nestrukturiranih arheoloških podataka iz publikacija¹⁶ u strukturirane arheološke podatke (Hacıgüzeller, Taylor and Perry, 2023), utvrđuje sljedeće važne čimbenike: konceptualni referentni model (CIDOC CRM¹⁷) i njegova proširenja (CRMinf, CRMarchaeo, CRMsci)¹⁸ te aktivnosti označavanja arheoloških riječi i fraza na različitim razinama. Ograničenja koja su prisutna u transformaciji arheoloških podataka u strukturirane podatke povezana su s promjenjivim

¹⁴ Format za čuvanje i razmjenu strukturiranih podataka u tekstualnom obliku. Podaci su organizirani u tablicu, redovi su razdvojeni novim redom, a polja unutar redova graničnikom, najčešće zarezom (engl. *Comma Separated Values – CSV*).

¹⁵ Zenodo je repozitorij za objavu različitih digitalnih objekata u kontekstu Otvorene znanosti.

¹⁶ U kontekstu digitalnih ishoda moguće je razlikovati sljedeće načine publiciranja: primarne podatke (izvorni podaci, nastali promatranjem i mjerenjem), sekundarne podatke (podaci terenskog rada i interpretacija), sivu literaturu (izvještaji), formalne akademske publikacije (monografije, časopisi) i interpretativnu literaturu za širi krug korisnika (paneli, vodiči, interaktivni web sadržaj).

¹⁷ Konceptualni referentni model međunarodnog odbora za dokumentaciju (engl. *International Committee for Documentation Conceptual Reference Model – CIDOC CRM*)

¹⁸ CRMinf je formalna ontologija namijenjena za integriranje metapodataka o argumentaciji i donošenju zaključaka u različitim područjima znanosti; CRMarchaeo je proširenje CIDOC CRM modela koje podržava proces arheološkog istraživanja i sve povezane entitete i aktivnosti; CRMsci je formalna ontologija namijenjena stvaranju globalne sheme integriranja metapodataka iz različitih znanstvenih područja.

značenjem pojedinih riječi i fraza te nemogućnošću označavanja pojedinih entiteta (problem konceptualizacije). Označavanje je vremenski vrlo dugotrajno i zahtjeva predmetne stručnjake. Daljnja ograničenja proizlaze iz prostorne i vremenske povezanosti koju nije uvijek moguće definirati. Nadalje postoje ograničenja koja proizlaze iz primjene konceptualnog referentnog modela, a očituju se u prikazu arheološke interpretacije empirijskim podacima (dokazima) i nemogućnosti izražavanja sličnosti. Daljnja realizacija strukturiranih arheoloških podataka i primjena konceptualnih modela ide u smjeru primjene povezanih otvorenih podataka.

Širu praksu primjene povezanih otvorenih podataka u području arheologije navodi istraživanje (Schmidt, Thiery and Trognitz, 2022). Razlozi primjene povezanih otvorenih podataka utvrđeni su u njihovoj standardiziranosti, omogućavanju pretraživanja na temelju semantičkih veza i skupa metapodataka te povezivanju javno dijeljene resurse. Čimbenici otvorenih istraživačkih podataka u tom kontekstu utvrđeni su u arheološkim podacima, u pohrani podataka u otvorenom repozitoriju strukturiranih podataka i znanja Wikidata, opisu podataka kroz standardni model za prezentaciju, dijeljenje i razmjenu RDF podataka,¹⁹ postavljanju upita i dohvat u podacima iz RDF grafova, u pravima i dozvolama korištenja podataka te primjeni standardizirane ontologije. Pozitivna strana primjene povezanih otvorenih podataka utvrđena je u decentraliziranoj i distribuiranoj pohrani podataka, mogućem ubrzanju istraživačkog procesa, uspostavi povezanosti teksta s pripadajućim otvorenim podacima, što omogućava povećanje praćenja interpretacije ili reinterpretacije u različitim fazama istraživanja, boljoj konceptualizaciji podataka korištenjem ontologije te vizualizaciji podataka na temelju grafa. Vizualizacija na temelju grafa²⁰ daje uvid u postojeći arheološki entitet te sve entitete s kojima je on povezan. Ograničenja primjene povezanih otvorenih podataka vezana su za slabu mogućnost pretraživanja i ponovnu uporabu te za slabu kvalitetu podataka. Arheološki podaci koji su objavljeni nemaju dugotrajnu dostupnost (uočene su česte promjene), a isti koncepti imaju različite trajne identifikatore resursa URI koji dolaze iz različitih repozitorija. Kreiranje povezanih otvorenih podataka zahtijeva tehničke vještine koje današnji istraživači u arheologiji nemaju.

Sveobuhvatni generički pristup u kreiranju otvorenih istraživačkih podataka s obzirom na digitalni objekt, usklađenosti s FAIR načelima²¹ i povezanim otvorenim podacima možemo vidjeti u istraživanju Hiebela i suradnika (2021). Dodatni je značaj tog istraživanja u definiranju procesa generiranja istraživačkih podataka te omogućavanju provjere podataka u svrhu stjecanja povjerenja za njihovu ponov-

¹⁹ Standardni i strukturirani model za predstavljanje, dijeljenje i razmjenu podataka jest *Resource Description Framework* (RDF). Koristi se za opisivanje resursa i njihovih odnosa. RDF ima strukturu usmjerenog grafa.

²⁰ Primjer takve vizualizacije jest platforma Arches za upravljanje podacima u istraživačkim i kulturnim ustanovama.

²¹ Kreiranje arheoloških skupova podataka u skladu s FAIR načelima, s obzirom na digitalni objekt istraženo je kroz nekoliko istraživanja (Pintarić, 2020; Nicholson et al., 2023).

nu uporabu. Prvi dio aktivnosti povezan je s ispunjenjem FAIR načela pronalazljivosti i dostupnosti digitalnih objekta. Podaci iz arheoloških istraživanja usklađeni su prema nacionalnim smjernicama. Za arheološke zapise (izvješća, popise, fotografije i planove) stvorene su datoteke u otvorenim i opće prihvaćenim formatima. Datoteke su organizirane u zbirke te pohranjene u repozitoriju Zenodo u svrhu dobivanja trajnog identifikatora DOI, dugotrajne pohrane i javne dostupnosti. Drugi dio aktivnosti povezan je s ispunjenjem FAIR načela interoperabilnosti i ponovne uporabe. Polazište su metapodatkovni entiteti u koje su uključeni arheološki entitet i kontekst, istraživačke aktivnosti, autori i pripadnost konceptima. Zapisi za njih proizlaze iz istraživanja, a pojedinom zapisu dodijeljen je identifikator resursa URI. Metapodaci su opisani konceptualnim referentnim modelom CIDOC CRM te njegovim proširenjima (npr. CRMInf, CRMarchaeo). Za kodiranje metapodataka i povezivanje podataka koristi se RDF. U svrhu osiguravanja standardiziranosti i jednoznačnosti termina kreiran je rječnik. Za strukturiranje rječnika i definiranje glavnih koncepata korišten je DARIAH Backbone Thesaurus.²² Ponovna uporaba istraživačkih podataka iz tog istraživanja omogućena je objavom RDF datoteke, pripadajućih datoteka i poveznica na repozitoriju Zenodo.

3.6. Citiranje otvorenih istraživačkih podataka

Svrhu citiranja otvorenih istraživačkih podataka moguće je tražiti u priznavanju ideje, autora i izvora podataka, omogućavanju drugim istraživačima pronalaska podataka u svrhu ponovne uporabe te povećanju vidljivosti i kredibiliteta istraživanja. Istraživanje o utjecaju otvorenih istraživačkih podataka priloženih uz znanstvene članke pokazuje da imaju pozitivan utjecaj na stopu citiranja i da mogu biti jedan od motivatora za dijeljenje podataka (Colavizza et al., 2020).

Tradicionalni pristup citiranju otvorenih istraživačkih podataka obuhvaća sljedeće metapodatkovne elemente: autor(i), godina, naziv skupa podataka, trajni identifikator, podatkovni repozitorij, verzija i podskup (Altman and Crosas, 2013). Sličan je pristup utvrđen i za područje arheologije, gdje Marwick i Birch (2018) metapodatke povezuju sa sljedećim elementima: autor, naziv, godina objave, izdavač, trajni identifikator i verzija. Autori uglavnom predviđaju da navedeni metapodatkovni elementi omogućavaju vjerodostojnost, procjenu relevantnosti i kvalitete skupova podataka kao i njihovu dostupnost.

Silvellovo istraživanje (2018) ukazuje na to da su istraživački podaci složeniji i raznolikiji u odnosu na dokumente. Mogu biti različitih struktura (npr. relacija, hijerarhija, graf) i do njih se može doći na temelju različitih upita. Jedinice koju mogu biti citirane kreću se od jednog zapisa do različitih skupova podataka, razli-

²² DARIAH Backbone Thesaurus – tezaus humanističkih znanosti koji utvrđuje opće prihvaćene najviše koncepte.

čitih agregacija i varijacija. Potvrđuju da su potrebni novi oblici i sustavi citiranja podataka te pripadajuća digitalna infrastruktura.

Polazeći od toga da su podaci važan dio znanstvenog ekosustava, *Zajednička deklaracija o načelima citiranja podataka* (engl. *Joint Declaration of Data Citation Principles*) ističe važnost citiranja podataka u kontekstu otvorenosti (Data Citation Synthesis Group, 2014). Iz deklaracije je moguće izdvojiti potrebu postojanja općeprihvaćenog, jedinstvenog, trajnog i strukturiranog identifikatora koji bi se dodjeljivao podacima za istraživanje. Citat treba biti oblikovan tako da ga mogu koristiti ljudi i strojevi. Nadalje citat mora omogućiti utvrđivanje, pristup i provjeru kvalitete specifičnih podataka te prilagodbu prema pojedinim istraživačkim zajednicama uz obavezno osiguranje interoperabilnosti.

Inicijativa za otvoreno citiranje (engl. *Initiative for Open Citations*, I4OC) usmjerena je na uspostavu otvorenog citiranja podataka na temelju postojanja trajnog identifikatora i metapodataka, strukturiranosti, odvojenosti podataka od publikacija i otvorenosti (Peroni, 2022). Tehnološki temelj otvorenog citiranja podataka usmjeren je na povezane otvorene podatke i s njima povezan sadržaj u digitalnom obliku.

Primjena povezanih otvorenih podataka i sadržaja povezanog s njima u području arheologije može dati značajan doprinos u označavanju podataka trajnim identifikatorima na različitim razinama granularnosti (Schmidt, Thiery and Trognitz, 2022). Istraživanje (Kansa and Kansa, 2022) se detaljnije bavi trajnim identifikatorom kao čimbenikom ponovne uporabe podataka. Pritom razinu granularnosti trajnog identifikatora spušta na niže razine, pa čak uzimajući u obzir i specifične arheološke podatke kao temelj za buduće analize i istraživanja. Istraživanje (Hiebel et al., 2021) trajni identifikator definira na razini pojedine istraživačke aktivnosti (npr. promatranje, interpretacija) iz koje proizlaze arheološki zapisi.

3.7. Digitalni repozitoriji otvorenih istraživačkih podataka

U području arheologije već se dulje radi na uspostavi digitalnih repozitorija u svrhu očuvanja istraživačkih podataka i podrške znanstvenim istraživanjima, uključujući aktivnosti koje omogućavaju dostupnost i ponovnu uporabu podataka iz arheoloških istraživanja.

Vrste repozitorija u području arheologije na razini Europe možemo podijeliti u dvije grupe. Prva se grupa odnosi na repozitorije koji se uspostavljaju na razini pojedine ustanove (npr. muzej, sveučilište), regije ili na nacionalnoj razini i primarno služe u svrhu evidentiranja i trajnog očuvanja nacionalno značajnih arheoloških podataka, a sekundarno za oblikovanje istraživačke infrastrukture. Primjeri takvih

arheoloških repozitorija jesu npr. Zbiva²³, Croato-aegyptica²⁴. Druga grupa odnosi se na realizaciju skupnih repozitorija (infrastrukture) čija je namjena kreiranje centralnog repozitorija s općeprihvaćenim opisom podataka, dohvatom ili dijeljenjem podataka u svrhu omogućavanja pristupa širem krugu korisnika različitim arheološkim podacima. Kreiranje i uspostava skupnog repozitorija tematizirana je npr. kroz projekt Ariadne i Ariadne Plus, a primjeri takvih repozitorija su tDAR (engl. *The Digital Archaeological Record*)²⁵ i ARIADNE Portal.²⁶

U kontekstu otvorenih istraživačkih podataka i njihove ponovne uporabe digitalni repozitoriji trebali bi imati, npr., funkcionalnost koja omogućava organiziranje i dugotrajnu pohranu arheoloških podataka i pripadajućih arheoloških zapisa uvažavajući standarde i konceptualne modele, dodjelu ili preuzimanje trajnog identifikatora, opisivanje metapodacima, kreiranje povezanih otvorenih podataka, omogućavanje vizualizacije digitalnih objekata i prostornih podataka, dijeljenje i preuzimanje otvorenih istraživačkih podataka.

Izazovi za digitalne repozitorije prepoznati su u raznolikosti vrsta podataka i metoda koje koriste arheolozi te njihovom usklađivanju s FAIR načelima, optimizaciji podataka za ponovnu uporabu kao i harmonizaciji procesa kreiranja podataka (Richardson et al., 2021).

Novije istraživanje Gesera i suradnika (2022) o usklađenosti arheoloških repozitorija s FAIR načelima provedeno na uzorku od 60 repozitorija u području arheologije iz Europe i pojedinih država u drugim dijelovima svijeta pokazuje da 67 % repozitorija primjenjuje ili je u postupku primjene trajnog identifikatora, 78 % primjenjuje metapodatke, 60 % repozitorija ima ili je u postupku realizacije sustava pretraživanja, međutim izostaje prilagođenost repozitorija za dijeljenje podataka sa skupnim repozitorijima (58 % repozitorija ne dijeli podatke). Iz skupa istraživanja o digitalnom arhiviranju u arheologiji objavljenih u tematskom broju časopisu *Internet Archaeology* (2021), samo su repozitoriji Archaeoportal, DANS i ADS prema istraživanjima (Hacıgüzeller et al., 2021; Hollander, 2021; Tsang, 2021) prilagođeni kontekstu otvorene znanosti.

3.8. Kvaliteta otvorenih istraživačkih podataka

Primjenu kvalitete u području arheologije istraživanje Willemsa i Driesa (2007) povezuje s osiguravanjem istraživačke kvalitete komercijalnih istraživanja,

²³ Slovenski arheološki repozitorij koji pokriva područje Slovenije, Austrije, sjeverozapadni dio Hrvatske obale i sjeveroistočni dio talijanskih regija.

²⁴ Hrvatski repozitorij selekcionirane i relevantne građe egipatske civilizacije na hrvatskome području.

²⁵ Međunarodni digitalni repozitorij digitalnih zapisa arheoloških istraživanja.

²⁶ Portal istraživačke infrastrukture za arheologiju te pristupna točka za pristup arheološkim resursima partnerskih ustanova iz Europe.

općenitom primjenom koncepata upravljanja kvalitetom u različitim industrijskim područjima te upravljanjem znanjem. Kod komercijalnih arheoloških istraživanja uključivanje u strukovna udruženja i usklađenje sa standardima iz područja određeni su kao čimbenici postizanja više razine kvalitete podataka i istraživanja. Koncepti upravljanja kvalitetom usmjeravaju arheološko istraživanje prema procesu. Kvaliteta procesa može se poboljšati, npr., upravljanjem, kontroliranjem procesa rada, metodologijom, tehnikama te primjenom standarda i smjernica. Kvalitetu i upravljanje znanjem povezuju s prikupljanjem podataka i informacija, pažljivim odabirom istraživačkih ciljeva te prijenosom znanja unutar istraživačke zajednice, ali i prema široj zajednici.

Konceptualizacija kvalitete upravljanjem znanjem prepoznaje važnost podataka i u ovom je radu povezana s otvorenom znanošću (npr. prikupljanje pouzdanih i potpunih istraživačkih podataka, dijeljenje, itd.).

Kvaliteta arheoloških podataka ovisi o opsegu (vremena i prostora kojeg predstavljaju podaci), intervalu uzorkovanja (interval vremena ili prostora koji razdvaja analitičke jedinice), razlučivosti (količini prostora i vremena koji je predstavljen unutar svake pojedine točke u skupu podataka) i dimenzionalnosti (označava koliko informacija sadrže podaci) (Perreault, 2019).

U području istraživačkih podataka konceptualizacija kvalitete polazi od potreba korisnika, traži se usklađenost entiteta od interesa s korisničkim zahtjevima te upravljanje procesom za realizaciju zahtjeva (Zozus, 2017). U akademskom i poslovnom okruženju u primjeni su različite metode i standardi za unaprjeđenje kvalitete istraživačkih i poslovnih podataka. U svrhu istraživanja dimenzija kvalitete podataka koriste se intuitivni, teoretski i empirički pristupi (Wang et al., 2023). Istraživanja mogu biti usmjerena prema jednoj dimenziji ili višedimenzionalna (Šlibar, Oreški and Begičević Ređep, 2021). Općeprihvaćeni višedimenzionalni pristup za utvrđivanje kvalitete podataka jest okvir Wanga i Stronga (1996). Taj okvir sadrži četiri kategorije kvalitete podataka (intrinzičnu, pristupačnost, kontekst i reprezentaciju) te 15 dimenzija kvalitete podataka. Kategorije kvalitete podataka usmjerene su na prikupljanje, pohranu i uporabu podataka. Pristup je primarno usmjeren na poslovne podatke i za taj okvir nije utvrđena uporaba u kontekstu otvorenih istraživačkih podataka.

Istraživanje (Šlibar, Oreški and Begičević Ređep, 2021) analizira pojedine dimenzije kvalitete podataka te utvrđuje primjenu dimenzija cjelovitosti, točnosti, dosljednosti, pristupačnosti, pravovremenosti, iskoristivosti, dohvatljivosti, otvorenosti, transparentnosti i razumljivosti za područje otvorenih podataka.²⁷ U području arheologije istraživanje (Kansa and Kansa, 2022) primjenjuje trajni identifikator kao dimenziju kvalitete podataka.

²⁷ Otvoreni podaci generički su naziv za sve podatke kojima se može pristupiti, koje je moguće dijeliti te ponovno uporabiti. Oni pokrivaju otvorene podatke javnih tijela, otvorene istraživačke podatke i itd.

Za razliku od prethodnih pristupa koji kvaliteti podataka primarno pristupaju s motrišta kreatora podataka, istraživanje Cai i Zhu (2015) pristupa kvaliteti podataka iz perspektive korisnika. Definiraju okvir koji sadrži pet kategorija, devet dimenzija kvalitete podataka i opisne indikatore za svaku dimenziju. Osnovne su kategorije dostupnost, uporabljivost, pouzdanost, relevantnost i kvaliteta prezentacije. Kategorije su povezane s inherentnosti podataka (prve četiri kategorije) i unaprjeđenjem korisničkog zadovoljstva. Dostupnost je usmjerena na korisnika i stupanj praktičnosti dobivanja podataka, a dijeli se na tri dimenzije: dostupnost, ovlaštenje i vremensku pravodobnost. Uporabljivost određuje jesu li podaci korisni i ispunjavaju li potrebe korisnika te uključuje dimenziju vjerodostojnosti. Pouzdanost se odnosi na vjerodostojnost podataka, a dimenzije kvalitete jesu preciznost, dosljednost, potpunost, prikladnost i provjera. Relevantnost se koristi za iskazivanje povezanosti između sadržaja podataka i očekivanja ili zahtjeva korisnika, a dimenzija kvalitete podataka jest prilagodljivost. Kvaliteta prezentacije pokriva ispravan metodološki opis podataka koji omogućava korisnicima njihovo puno razumijevanje. Dimenzije kvalitete podataka unutar te kategorije jesu čitljivost i struktura.

4. Zaključna razmatranja

U ovom poglavlju donosi se rasprava temeljena na analizi i tumačenju predstavljenih koncepata. Ponajprije nas je zanimalo prepoznaju li se obilježja različitih razvojnih razdoblja primjene digitalne tehnologije u području arheologije. Izdvojeno je sedam razdoblja tijekom kojih su povezane ključne aktivnosti s opisanjem arheoloških entiteta, razvojem informacijskih sustava i baza podataka, digitalizacijom podataka, razvojem javno dostupnih digitalnih repozitorija te pouzdanim kreiranjem otvorenih istraživačkih podataka i njihovom ponovnom uporabom. Budući da svako razdoblje predstavlja korak naprijed u primjeni digitalne tehnologije, moguće ih je interpretirati kao pokazatelje zrelosti primjene digitalne tehnologije u okviru istraživačke zajednice.

Nadalje smo nastojali utvrditi i opisati bitne čimbenike otvorenih istraživačkih podataka iz područja arheologije i otvorene znanosti. Utvrđen je veći broj čimbenika otvorenih istraživačkih podataka za područje arheologije. Kao najvažniji izdvojeni su arheološki podaci, arheološki zapis, životni ciklus istraživačkih podataka, digitalni objekt, strukturirani arheološki podaci, citiranje otvorenih istraživačkih podataka, digitalni repozitoriji i kvaliteta otvorenih istraživačkih podataka. Arheološki su podaci složeni konstrukti istraživanja koji ovise o mjeranju, opažanju, razumijevanju, odabiru i kontekstu. Zaključeno je da oblikovanje arheoloških podataka treba biti usklađeno sa standardima, konceptima i smjernicama dobre prakse te usklađeno sa životnim ciklusom istraživačkih podataka. Podaci o arheološkim entitetima, kao i pripadajući arheološki zapisi u digitalnom okruženju

realizirani su kroz digitalni objekt i repozitorije. Utvrđeno je također da digitalni objekt treba sadržavati trajni identifikator, metapodatke te podržavati otvorene formate. U području arheologije postoje različiti načini objave i dostupnosti otvorenih istraživačkih podataka (od tablica do povezanih otvorenih podataka). Uporaba povezanih otvorenih podataka i konceptualnih referentnih modela može oblikovati okruženje koje omogućava provjeru i povjerenje u otvorene istraživačke podatke. Za digitalni objekt i njegovo citiranje istaknuta je važnost trajnog identifikatora. Ostaje otvoreno pitanje koja je razina granularnosti trajnog identifikatora potrebna u području arheologije. U ovom radu ona je utvrđena na razini pojedine istraživačke aktivnosti (npr. promatranje, interpretacija).

Usporede li se izdvojeni čimbenici sa životnim ciklusom otvorenih istraživačkih podataka, onda su oni gradivni elementi procesa oblikovanja otvorenih istraživačkih podataka kojim se omogućava uspostava upravljanja, kontrole i osiguranje kvalitete. Kvaliteta proizlazi iz značajki otvorenih istraživačkih podataka (npr. trajni identifikator, metapodaci, i slično), a prosudbu kvalitete daje korisnik.

Naposljetku smo smatrali važnim ukazati na kategorije i dimenzije kvalitete otvorenih istraživačkih podataka. Utvrđen je okvir kvalitete koji uzima u obzir perspektivu korisnika. Okvir je primarno namijenjen za utvrđivanje kvalitete velikih podataka (engl. *Big Data*). U okviru su važne kategorije dostupnost, uporabljivost, pouzdanost, relevantnost i kvaliteta prezentacije. Svaka od kategorija sadrži dimenzije kvalitete podataka. Sadržajni opis dimenzija kvaliteta pokazuje primjenjivost tih dimenzija za utvrđivanje kvalitete otvorenih istraživačkih podataka (npr. dimenziju pristupačnost, moguće je povezati uz otvorenost i postojanje otvorenih podataka; dimenziju metapodataka uz postojanje metapodataka otvorenih istraživačkih podataka). U području arheologije i otvorenih istraživačkih podataka utvrđen je trajni identifikator kao dimenzija kvalitete.

Pregled i sadržajna analiza literature temeljeni su na dostupnosti radova o provedenim istraživanjima, što nesumnjivo utječe na to da pojedini važan čimbenik nije mogao biti uključen. Istraživanja povezana s otvorenim istraživačkim podacima i njihovom uporabom te dimenzijama kvalitete u području arheologije primarno se temelje na teorijskim konceptima ili pojedinim studijima slučaja te nedostaju empirijski podaci. U ovome radu nisu detaljnije obuhvaćeni metapodaci, a u obzir nije uzet niti interdisciplinarni aspekt istraživačkih ili otvorenih istraživačkih podataka.

Za očekivati je da će ponuđeni pregled otvoriti nova područja istraživanja povezana s digitalnom zrelosti istraživačkih institucija s ciljem daljnjeg oblikovanja i uporabe otvorenih istraživačkih podataka, istraživanja granularnosti trajnog identifikatora u području arheologije i povezanih znanosti te istraživanja kategorija i dimenzija kvalitete za ponovnu uporabu istraživačkih podataka.

LITERATURA

- Altman, M.; M Crosas (2013). The Evolution of data citation: From principles to Implementation. *IASSIST Quarterly* 37: 62–70.
- Banning, E. B. (2002). *The Archaeologist's laboratory: The Analysis of archaeological data*. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Barker, P. (2000). *Tehnike arheološkog iskopavanja*. Split: Muzej hrvatskih arheoloških spomenik; Zadar: Filozofski fakultet u Zadru, Odsjek za arheologiju.
- Berners-Lee, T. (2006). *Linked Data – Design Issues*. [citirano: 2023–02–12]. Dostupno na: <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- Buccellati, G. (2017). *A Critique of archaeological reason structural, digital and philosophical aspects of the excavated record*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://dx.doi.org/10.1017/9781107110298>
- Cai, L.; Y. Zhu (2015) The Challenges of data quality and data quality assessment in the big data era. *Data Science Journal* 14, 2:1-10, <http://dx.doi.org/10.5334/dsj-2015-002>
- Chippindale, C. (2000). Capta and data: On the true nature of archaeological information, *American Antiquity* 65, 4: 605–612. <https://dx.doi.org/10.2307/2694418>
- Colavizza et. al. (2020). Colavizza, G.; I. Hrynaszkiewicz; I. Staden; K. Whitaker; B. McGillvray. The citation advantage of linking publications to research data. *Plos One* 15, 4. e0230416, <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0230416>
- Data Citation Synthesis Group (2014). *Joint Declaration of Data Citation Principles*. M. Martone (ed.). San Diego: Force 11. <https://dx.doi.org/10.25490/a97f-egyk>
- Digital archiving in archaeology: The State of the art* (2021). Ed. by Ulf Jakobsson, David Novák, Julian D. Richards, Benjamin Štular and Holly Wright. *Internet Archaeology* 58.
- Fowler, D. D.; D. R. Givens (1995). The Records of archaeology. In: S. Silverman, N. J. Parezo (eds.) *Preserving the anthropological record*. 2nd ed. (pp. 97–106). New York: Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research.
- Faniel et al. (2013). Faniel F.; E. Kansa; S. W. Kansa. The Challenges of digging data: A Study of context in archaeological data reuse. In *JCDL '13 Proceedings of the 13th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries*. (pp. 295–304). New Work: ACM. <https://dx.doi.org/10.1145/2467696.2467712>
- Gattiglia, G. (2018). Databases in archaeology. *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*. (pp.1–4). <https://dx.doi.org/10.1002/9781119188230.saseas0147>
- Geser et al. (2022). Geser, G.; J. D. Richards; F. Massara; H. Wright. Data management policies and practices of digital archaeological repositories. *Internet Archaeology* 59. <https://dx.doi.org/10.11141/ia.59.2>
- Green, K.; T. Moore (2010). *Archaeology: An Introduction*. 5th Edition, New York: Routledge.

- Gunnarsson, F. (2018). *Archaeological challenges digital possibilities: Digital knowledge development and communication in contract archaeology: Lnu Licentiate Thesis No. 21, Department of Cultural Sciences, Linnaeus University*. Växjö: Linnaeus University Press.
- Hacıgüzeller et al. (2021). Hacıgüzeller, P.; K. van Daele; F. Carpentier; R. Ribbens. Digital archiving of archaeological resources in Flanders (Belgium): A Brief review. *Internet Archaeology* 58. <https://dx.doi.org/10.11141/ia.58.7>
- Hacıgüzeller, P.; J. Taylor; S. Perry. (2023) Erratum to “On the emerging supremacy of structured digital data in archaeology: A Preliminary assessment of information, knowledge and wisdom left behind”. *Open Archaeology* 7, 1: 20230099. <https://dx.doi.org/10.1515/opar-2023-0099>
- Hiebel et al. (2021). Hiebel, G.; G. Goldenberg; C. Grutsch; K. Hanke; M. Staudt. FAIR data for prehistoric mining archaeology. *International Journal on Digital Libraries* 22: 267–277. <https://dx.doi.org/10.1007/s00799-020-00282-8>
- Huggett, J. (2018) Computer applications in archaeology. In: Lopez Varela, S. L. (ed.) *Encyclopedia of Archaeological Sciences*. Wiley. <https://dx.doi.org/10.1002/9781119188230.saseas0108>
- Huggett, J. (2020). Capturing the silences in digital archaeological knowledge. *Information* 11, 5:278. <https://dx.doi.org/10.3390/info11050278>
- Huggett, J. (2022). Data legacies, epistemic anxieties, and digital imaginaries in archaeology. *Digital 2*: 267–295. <https://dx.doi.org/10.3390/digital2020016>
- Huvilla, I.; O. Sköld (2021). Choreographies of making archaeological data. *Open Archaeology* 7, 1: 1602–1617. <https://dx.doi.org/10.1515/opar-2020-0212>
- Hollander, H. (2021). Digital Dutch archaeology: Future perspectives. *Internet Archaeology* 58. <https://dx.doi.org/10.11141/ia.58.28>
- Holdaway et al. (2019). Holdaway, S. J.; J. Emmitt; R. Phillipps; S. Masoud-Ansari. A Minimalist approach to archaeological data management design. *Journal of Archaeological Method and Theory* 26: 873–893. <https://dx.doi.org/10.1007/s10816-018-9399-6>
- Kansa, E. C. (2014) Open context and linked data, [citirano: 2022–12–01]. Dostupno na: <http://dlib.nyu.edu/awdl/isaw/isaw-papers/7/kansa>
- Kansa, E. C.; S. W. Kansa (2022). Promoting data quality and reuse in archaeology through collaborative identifier practices. In *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* 119, 43. <https://dx.doi.org/10.1073/pnas.2109313118>
- Kansa, S. W; E. C. Kansa; M. J. Schultz (2007). An Open context for Near Eastern archaeology. *Near Eastern Archaeology* 70, 4: 187–193.
- Kallinikos, J.; A. Aaltonen; A. Marton (2010). A theory of digital objects. *First Monday* 15. 6. <https://dx.doi.org/10.5210/fm.v15i6.3033>
- Kindling, M.; D. Strecker (2022). Data quality assurance at research data repositories. *Data Science Journal* 21, 18: 1–7. <https://dx.doi.org/10.5334/dsj-2022-018>

- Kuna et al. (2015) Kuna, M.; J. Hasil; D. Novák; I. Boháčová; L. Čulíková; P. Demján; D. Dreslerová et al. *Structuring archaeological evidence: The Archaeological map of the Czech Republic and related information systems*. Prague: Institute of Archaeology of the Czech Academy of Sciences.
- Limp et al. (2011). Limp, F.; A. Payne; K. Simon; S. Winters; J. Cothren. Developing a 3-D digital heritage ecosystem: From object to representation and the role of a virtual museum in the 21 st century. *Internet Archaeology* 30. <https://dx.doi.org/10.11141/ia.30.1>
- Lucas, G. (2012). *Understanding the archaeological record*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511845772>
- Marwick, B.; S. E. P. Birch (2018). A Standard for the scholarly citation of archaeological data as an incentive to data sharing. *Advances in Archaeological Practice* 6, 2: 125–143. <https://dx.doi.org/10.1017/aap.2018.3>
- Moody et al. (2021). Moody, B.; T. Dye; K. May; H. Wright; C. Buck. Digital chronological data reuse in archaeology: Three case studies with varying purposes and perspectives. *Journal of Archaeological Science: Reports* 40, A. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.103188>
- Moore, R.; J. Richards (2015). 3 Here today, gone tomorrow: Open access, Open data and digital preservation. In: Wilson A. T.; Edwards B. (eds.). *Open Source Archaeology*. (pp. 30–43). Warsaw: De Gruyter Open Poland. <https://dx.doi.org/10.1515/97831104440171-004>
- Mudge et al. (2008), Mudge, M.; T. Malzbender; A. Chalmers; R. Scopigno; D. James; O. Wang et al. Image-based empirical information acquisition, scientific reliability, and long-term digital preservation for the natural sciences and cultural heritage. *Eurographics* 2008, 2. <http://dx.doi.org/10.2312/egt.20081050>
- Muckle, R. J. (2006). *Introducing archaeology*. Ontario: Broadview Press.
- Nicholson et al. (2023), Nicholson, C.; S. W. Kansa; N. Gupta; R. Fernandez. Will it ever be FAIR?: Making archaeological data findable, accessible, interoperable, and reusable. *Advances in Archaeological Practice* 11, 1:63–75. <https://dx.doi.org/10.1017/aap.2022.40>
- Patrik, L. (1985). Is there an archaeological record?. *Advances in Archaeological Method and Theory* (Springer) 8: 27–62.
- Perreault, C. (2019). *The quality of the archaeological record*. Chicago; London: The University of Chicago Press.
- Perrin et al. (2014). Perrin, K.; D. Brown; G. Lange; D. Bibby; A. Carlsson; A. Degraeve; M. Kuna et al. *A Standard and guide to best practice for archaeological archiving in Europe – EAC Guidelienes I*. Namur, Belgium: Europae Archaeologia Consilium.
- Peroni, S. (2022). Open citations: A Short introduction. In T. Backes, A. Iurshina, and P. Mayr (eds.). *ULITE 2022: Understanding literature references in academic full text: Proceedings of the Workshop on Understanding literature references in academic full TExt co-located with ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries 2022 (Cologne, Germany and Online)*. (pp. 1–6). Aachen, Germany: CEUR-WS.org. <http://ceur-ws.org/Vol-3220/keynote.pdf>

- Pintarić, N. (2020). Razvoj i optimizacija metapodatkovne sheme za otvorene istraživačke podatke u području arheologije: Doktorski rad. Zadar: Sveučilište u Zadru. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:162:122471>
- Pravilnik o arheološkim istraživanjima (1999). *Narodne novine* 69/99, br. 151/03 i br. 157/30.
- Richards, J. D. (2021). Archiving archaeological data in the United Kingdom. *Internet Archaeology* 58. <https://dx.doi.org/10.11141/ia.58.21>
- Richards, J. D.; N. S. Ryan (1985). *Data processing in archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Richardson et al. (2021). Richardson, J. D.; U. Jakobsson; D. Novák; B. Štular; H. Wright. Digital archiving in archaeology: The State of art: Introduction. *Internet Archaeology* 58. <https://dx.doi.org/10.11141/ia.58.23>
- Rüegg et al. (2014) Rüegg, J.; C. Gries; B. Bond-Lamberty; G. J. Bowen; B. S. Felzer; N. E. McIntyre; P. A. Soranno et al. Completing the data life cycle: Using information management in macrosystems ecology research. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12, 1:24–30. <https://dx.doi.org/10.1890/120375>
- Sadiq, S.; M. Indulska (2017). Open data: Quality over quantity. *International Journal of Management* 37:150–154. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.01.003>
- Schwardmann, U. (2020). Digital objects – FAIR digital object: Which services are required?. *Data Science Journal* 19, 1:15. <http://dx.doi.org/10.5334/dsj-2020-015>
- Seaton et al. (2023) Seaton, K-L.; R. Laužikas; P. McKeague; V. Moitinho de Almeida; K. May. Understanding data reuse and barriers to reuse of archaeological data: A Quality-in use methodological approach. *Internet Archaeology* 63. <https://doi.org/10.11141/ia.63.8>
- Silvello, G. (2018). Theory and practice of data citation. *Journal of the Society for Information Science and Technology* 69, 1: 6–20. <https://dx.doi.org/10.1002/asi.23917>
- Sirovica, F. (2016). Digitalizacija arheološke terenske dokumentacije Arheološkog muzeja u Zagrebu. *Vjesnik Arheološkog muzeja u Zagrebu* 49: 281–301.
- Svensson, J.; P. O. Guillen (2020). What is data and what can it be use for? Key questions in the age of burgeoning data-essentialism. *Journal of Digital Social Research* 2, 3: 65–83.
- Schmidt, S. C.; F. Thiery; M. Trognitz. (2022). Practices of linked open data in archaeology and their realisation in Wikidata. *Digital* 2: 333–364. <https://dx.doi.org/10.3390/digital2030019>
- Smith, J. R. (2000). *Database design, archaeological classification and geographic information systems: A Case study from Southeast Queensland*. Brisbane, Australia: University of Queensland.
- Šlibar, B.; D. Oreški; N. Begičević Ređep (2021). Importance of the open data assessment: An Insight into the (Meta) data quality dimension. *SAGE Open* 11, 2: 1–18. <https://dx.doi.org/10.1177/21582440211023178>

- Štular, B. (2019). The Zbiva web application: A Tool for Early Medieval archaeology of the Eastern Alps. In J. D. Richards and F. Niccolucci (eds.). *The ARIADNE Impact*. (pp. 69–82). Budapest: Archaeolingua.
<https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3476712>
- Štular, B.; A. Pleterski; M. Belak (2021). *Zbiva: Early Medieval data set for the Eastern Alps: Data sub-set (1.0) [Data set]*. Zenodo. <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.5761811>
- Tsang, C. (2021). Red sky at night: Digital archiving in England 2020. *Internet Archaeology* 58. <https://dx.doi.org/10.11141/ia.58.6>
- Wang, Y. R.; M. D. Strong (1996). Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems* 12, 4:5–33.
- Wang et al. (2023). Wang, J.; Y. Liu; P. Li; Z. Lin; S. Sindakis; S. Aggarwal. Overview of data quality: Examining the dimensions, antecedents, and impacts of data quality. *Journal of the Knowledge Economy* <https://dx.doi.org/10.1007/s13132-022-01096-6>
- Watrall, E. (2016). Archaeology, the digital humanities, and the „big tent“, In M. K. Gold and L. F. Klein (eds.). *Debates in the Digital Humanities 2016*. (pp. 345–358). Minnesota: University of Minnesota Press, <https://dx.doi.org/10.5749/j.ctt1cn6thb.31>
- Willems, W.; M. Dries van dem (2007). Introduction: The Origins and development of quality assurance in archaeology. In W. J. H. Willems and M. H. van den Dries (eds.). *Quality Management in Archaeology* (pp. 1–2). Oxbow Books.
<http://www.jstor.org/stable/j.ctt1kw2b7t.4>
- Wilkison et al. (2016). Wilkison, M.; M. Dumontier; I. Aalbersberg; G. Appleton; M. Axton; A. Baak; N. Blomberg et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data* 3.
<https://dx.doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
- Wise, A.; P. Miller (1997). Why metadata matters in archaeology. *Internet Archaeology* [citirano: 2023–05–10]. Dostupno na: <http://intarch.ac.uk/journal/issue2/wise/>
- Wittenburg, P. (2019). From persistent identifiers to digital objects to make data science more efficient. *Data Intelligence* 1: 6–21. https://dx.doi.org/10.1162/dint_a_00004
- Zozus, M. (2017). *The data book: Collection and management of research data*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.

Mrežni izvori

- Archaeology Data Services (ADS) – <https://archaeologydataservice.ac.uk>
- Arches platform – <https://www.archesproject.org/graphs/>
- ARIADNE Portal - <https://portal.ariadne-infrastructure.eu/>
- ARIADNE (Advanced Research Infrastructure for Archaeological Dataset Networking in Europe) – <https://www.ict-ariadne.eu/>
- Croato-aegyptica - <http://croato-aegyptica.starapovijest.eu>

- Data Archiving and Networked Services (DANS) – <https://dans.knaw.nl/>
- The Digital Archaeological Record (tDAR) – <https://www.tdar.org/>
- Digital Object Identifier (DOI) – <https://www.doi.org/>
- European Commission (2017). European Commission. Directorate General for Research and Innovation. *Europe's future: Open innovation, open science, open to the world: Reflections of the Research and Science Policy Experts (RISE) High Level Group*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/348700>
- European Commission (2018). European Commission. Directorate General for Research, and Innovation. *Turning FAIR into reality: Final report and action plan from the European Commission expert group on FAIR data*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/1524>
- European Open Science Cloud (EOSC) – <https://eosc-portal.eu/>
- FAIR Digital Object Framework (FDOF) – <https://fairdigitalobjectframework.org/>
- FAIR Principles – <https://www.go-fair.org/fair-principles/>
- Fasti Online – <http://www.fastionline.org/>
- Initiative for Open Citations, I4OC, <https://i4oc.org>
- International Committee for Documentation Conceptual Reference Model (CIDOC CRM) – <https://www.cidoc-crm.org/>
- Internet Archeology – <https://intarch.ac.uk/>
- Koster Project Information Retrieval Application – <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/800269.810795>
- Linked Open Data (LOD) – https://www.w3.org/egov/wiki/Linked_Open_Data
- Open Context – <https://www.opencontext.org>
- Saving European Archaeology from the Digital Dark Age (SEADDA) – <https://www.seadda.eu/>
- The Secret Life of Data – <https://alexandriaarchive.org/secret-life-of-data/>
- Zbiva repozitorij – <http://zbiva.zrc-sazu.si/>
- Zenodo – <https://zenodo.org/>