

Prednosti i nedostaci tradicionalne i digitalne dokumentacije

Grabar, Edi

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:131:865186>

Rights / Prava: [In copyright](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2021-01-17**



Repository / Repozitorij:

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



Sveučilište u Zagrebu

Filozofski fakultet

Odsjek za arheologiju

Diplomski rad

Prednosti i nedostaci tradicionalne i digitalne dokumentacije

EDI GRABAR

Mentorica: dr. sc. Ina Miloglav

Zagreb, prosinac 2019.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Pojam arheološke dokumentacije	4
3. Važnost arheološke dokumentacije.....	6
3.1. Definiranje lokacije određenoga nalazišta	9
3.2. Dokumentirani elementi koji ne mogu biti prikupljeni	10
3.3. Dokumentirani elementi koji se prikupljaju.....	11
3.4. Analiza izvršene dokumentacije.....	11
4. Prednosti i nedostaci tradicionalne dokumentacije.....	12
4.1. Pisane bilješke kao tradicionalna metoda dokumentacije	13
4.2. Ručno crtanje kao tradicionalna metoda dokumentacije.....	14
4.3. Korištenje fotoaparata i pripadajuće fotografske opreme u arheologiji	16
5. Prednosti i nedostaci digitalne dokumentacije.....	18
5.1. Korištenje računala i tableta kao digitalna metoda dokumentacije.....	21
5.2. Korištenje zračne fotografije u arheologiji.....	23
5.3. Izrada fotogrametrijskih modela kao digitalna metoda dokumentacije	24
5.4. Tehnologija geografskog informacijskog sustava (GIS) kao digitalna metoda dokumentacije	28
6. Zaključak.....	33
7. Popis priloga	35
8. Literatura.....	36

1. Uvod

Dokumentacija arheološkog nalazišta predstavlja ključan element svakog terenskog istraživanja u okviru arheološke znanosti. Iskopavanje određenog arheološkog nalazišta zapravo predstavlja destruktivan, odnosno invazivan način znanstvenog istraživanja, a metodološki pristup terenskom istraživanju temeljito je opisao 1977. godine britanski arheolog Philip Arthur Barker u svojoj knjizi *Techniques of Archaeological Excavation* (Barker 1977). Svako terensko istraživanje, kao temeljan znanstveni proces unutar arheološke znanosti, sačinjeno je od nekoliko međuovisnih faza, a to su potrebna priprema za početak arheološkog istraživanja, proces iskopavanja, precizno vođenje dokumentacije kroz cjelokupno trajanje istraživanja te krajnja obrada svih otkrivenih arheoloških nalaza (Bugar, Mašić 2013: 11; Hummler 2015: 63; Roskams 2001: 40). Obavljeno arheološko istraživanje oslanja se na pravilno provedenu dokumentaciju i potrebna mjerenja izvršena na terenu, koja kasnije omogućuju ponovan pregled tijekom cjelokupnog istraživanja (Hummler 2015: 63).

Detaljno i precizno zabilježene stavke, koje sveukupno predstavljaju arheološku dokumentaciju, omogućuju ponovni uvid unutar toka odvijanja neponovljivog eksperimenta te razumijevanje, rekonstrukciju i interpretaciju istraženoga položaja zasnovanu na temelju otkrivenih pokretnih i nepokretnih artefakata. O metodološki ispravnom načinu prikupljanja i dokumentiranja arheoloških nalaza još je 1904. godine naznačio britanski egiptolog i arheolog William Matthew Flinders Petrie u svojoj knjizi *Methods and Aims in Archaeology* (Bugar, Mašić 2013: 9; Petrie 1904: 49-50). Arheolozi određuju relativnu i apsolutnu prostornu dispoziciju svakog arheološkog nalaza i njihovu međuovisnost, a nakon pravilno provedene dokumentacije zatečenoga stanja poduzimaju proces pohrane otkrivenih pokretnih artefakata unutar adekvatno pripremljenih plastičnih vrećica, koje će sadržavati osnovne podatke o nalazištu i pohranjenom artefaktu. U tradicionalnom pogledu, zatečeno stanje artefakta se skicira u određenom mjerilu i na za to potrebnom milimetarskom papiru te dodatno dokumentira putem fotografije, kako bi se stvarno stanje nalaza što bolje sačuvalo u svrhu kasnijih analiza i interpretacija. Razvojem i inkorporacijom digitalne tehnologije u arheologiji pojavile su se nešto drugačije i efikasnije metode provođenja dokumentacije, kao što je to primjerice fotogrametrija, koja predstavlja jedan od načina prenošenja stvarnog zatečenog stanja na nalazištu u digitalni oblik (Drewett 1999: 121).

Tehnološkim napretkom u fotografiji, inkorporacijom geodetskih metoda u arheološka istraživanja te korištenjem brojnih novih računalnih programa i drugih digitalnih uređaja prati se znatan napredak u temeljitosti i preciznosti arheološke dokumentacije. Arheologija kao humanistička znanost u svom korijenu pokazala je još od šezdesetih godina prošloga stoljeća potrebu za interdisciplinarnošću, odnosno za suradnjom s drugim egzaktnim znanostima, kao što su geologija, geofizika, biologija i kemija, što ju u novije vrijeme više pomiče ka prirodnim znanostima (Bugar, Mašić 2013: 9; Locke 2003: 1; Roskams 2001: 36-39). Uz destruktivne metode arheološkog istraživanja sve se više primjenjuju nedestruktivne, odnosno neinvazivne metode istraživanja arheološkog nalazišta. Takav način istraživanja teži očuvanju stvarnoga stanja određenog lokaliteta, a to omogućuje stvaranje mjerljivog i georeferenciranog trodimenzionalnog modela arheološkog nalazišta procesom skeniranja uz pomoć sofisticiranih geodetskih instrumenata (Bradley 2006: 29). Republika Hrvatska od 1992. godine predstavlja jednu od država potpisnica Europske konvencije o zaštiti arheološke baštine, što stavlja naglasak na važnost provođenja neinvazivnih metoda u procesu arheološkoga istraživanja (Bugar, Mašić 2013: 9; https://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2004_05_4_35.html).

Proces digitalizacije unutar arheološke znanosti potpomogao je tradicionalnosti u očuvanju onoga što će se trajno uništiti i kojemu prijete skora mogućnost uništenja, ili je pak potpomogao sprječavanju poduzimanja destruktivnih metoda istraživanja u cijelosti. Takav proces podrazumijeva znatan napredak u brzini, kvantiteti i kvaliteti obavljenoga posla vezanog uz arheološku dokumentaciju na terenskom istraživanju, zatim podrazumijeva mogućnost prenošenja otkrivenih struktura i predmeta izrađenih ljudskom rukom u trodimenzionalni oblik, koji omogućuje detaljan pregled i dobivanje potrebnih informacija u samo par jednostavnih poteza korištenjem miša ili dodirne pločice prijenosnoga računala. Nadalje, korištenje digitalne tehnologije i stvaranje novog virtualnog oblika podataka uzrokovalo je nastajanje i nagli rast potrebne baze podataka te otvaranje mogućnosti za brzim pristupom, korištenjem i dijeljenjem potrebnih dokumenata (Roosevelt et al. 2015: 325).

Činjenice o prednostima i nedostacima tradicionalne i digitalne dokumentacije iznesene u daljnjem tekstu sveukupno predstavljaju teorijsku diplomsku radnju u kojoj su prvotno sažete općenite stavke o pojmu i važnosti arheološke dokumentacije kao iznimno značajnog dijela cjelokupnog procesa arheološkog istraživanja. Nadalje, nakon razjašnjenja što točno predstavlja arheološka dokumentacija, iznesene su značajke tradicionalne dokumentacije, odnosno informacije o tome što točno predstavlja naglašeni pojam „tradicionalno“ i što takva vrsta

arheološkoga zapisa uistinu označava te na koji način pozitivno doprinosi arheološkom istraživanju. Zatim, na isti način su predstavljene i značajke suvremene digitalne dokumentacije, koja predstavlja veliki skok u napretku provođenja tog iznimno važnog procesa znanstvenog istraživanja, koji s razlogom nosi oznaku neponovljivoga eksperimenta. Tradicionalna vrsta dokumentacije, a na isti način i digitalna vrsta dokumentacije, koje uz svoje pozitivne stavke koje doprinose razvoju metodologije arheološkog istraživanja i arheološke teorije te boljem razumijevanju načina života ljudi u prošlosti, za sobom povlače i određene negativne komponente. Svakim novim istraživačkim pothvatom i daljnjim razvojem načina dokumentiranja arheološkog zapisa nastoji se riješiti svaki zatečeni problem, ali isto tako treba biti svjestan i činjenice kako se ponekad rješavanjem jednoga problema može naići na novu zapreku koju zatim nikako ne treba zaobilaziti, već ju je uložnim trudom potrebno na najbolji mogući način trajno ukloniti.

2. Pojam arheološke dokumentacije

U teoriji arheološka dokumentacija, odnosno arheološki zapis, zapravo predstavlja zabilješke voditelja istraživanja o provedenom arheološkom iskopavanju i zatečenim promjenama tijekom iskopavanja na terenu. Sastoji se od posebno pripremljenih formulara, pisanih bilješki u dnevnicima i/ili digitalno unesenih stavki stvorenih na osnovi interpretacije zatečenoga stanja i osobnih zaključaka tijekom terenskog istraživanja, zatim od ručno nacrtane horizontalne i vertikalne stratigrafije te ručno nacrtanih i sa stratigrafijom povezanih pokretnih i nepokretnih artefakata. Ministarstvo kulture Republike Hrvatske pripisalo je točno određene i pripremljene formulare koji se koriste u dokumentaciji prilikom terenskog istraživanja, a to su, primjerice, formulari za stratigrafske jedinice i njihov popis, zatim formulari za otkrivene artefakte i njihov popis, formulari za prikupljene uzorke, formulari vezani uz grobne cjeline i slično. Ručno nacrtani elementi koji pripadaju arheološkoj dokumentaciji u pravilu mogu, ali i ne moraju biti popraćeni fotografskim priložima stvorenim korištenjem digitalne fotografske opreme (Drewett 1999: 126; <https://www.min-kulture.hr/default.aspx?id=1726>). Dakle, arheološki zapis stvoren znanstvenim djelovanjem stručnjaka zaduženog za dokumentiranje tijeka arheološkog istraživanja poprima pisani, crtani i fotografirani oblik (Hummler 2015: 65).

Prisutni su brojni faktori koji utječu na krajnji rezultat obavljene arheološke dokumentacije. Ponekad je voditeljima istraživanja teško razlučiti što točno zabilježiti, a što s druge strane ne predstavlja nekakvu osobitu važnost u dokumentaciji. Unutar arheološke znanosti poznati su brojni primjeri gdje dokumentacija nije iznosila dostatne informacije uz pomoć kojih bi se u najboljem slučaju omogućilo iznošenje konačne interpretacije. Ponekad sam ljudski faktor ne predstavlja ključni problem u cjelokupnoj interpretaciji, već je tu prisutna i problematika pojedinoga tipa nalazišta i njegovog geografskog položaja, odnosno problematika kompleksnosti geološke formacije, uslojenosti i odnosa otkrivenih određenih vrsta pokretnih i nepokretnih artefakata (Hummler 2015: 63).

Vrijeme u kojem se obavljala dokumentacija arheološkog nalazišta također je predstavljalo bitnu odrednicu u odlučivanju što se treba zabilježiti, a što ipak nije od osobite važnosti. Tako je, na primjer, Petrie smatrao kako samo određene elemente treba uzimati u obzir kada je riječ o arheološkome zapisu te ih treba objektivno interpretirati. U to vrijeme su arheolozi ipak bili suočeni s vremenskim ograničenjem cjelokupnog trajanja arheološkog istraživanja i s nedostatkom novčanih sredstava. Iz tog razloga Petrie nije uzimao sve elemente

bitnima, kao na primjer važnost uslojenosti, pa se njegova dokumentacija ne može uzeti kao potpuno pravilan i točan primjer, no treba naglasiti kako je odluka o objektivnosti predstavljala dobar korak u napretku arheološke dokumentacije (Petrie 1905: 48-50). S vremenom se pojavila sve veća potreba za sve detaljnijim dokumentiranjem, pa se na taj način u današnje vrijeme uglavnom svi aspekti uzimaju u obzir kao jednako važnima, dok se u prijašnjoj praksi dokumentiranja više gledalo na to o kojem točno otkrivenom materijalu treba napraviti arheološki zapis, a koji se s druge strane smatra manje važnim i iz tog razloga se odbacuje (Hummler 2015: 67).

S čežnjom prema najboljem krajnjem ishodu cjelokupne dokumentacije, bez obzira koliko se neke promjene činile minimalnima ili pak beznačajnima, potrebno je zabilježiti svaku promjenu i stavku tijekom neponovljivoga procesa, kako je i sam to među prvima iznio General Pitt Rivers krajem devetnaestoga stoljeća u raspravi o sukobu stavova među arheolozima treba li se oslanjati na cjelokupnu ili pak selektivnu metodu bilježenja tijekom arheološkoga istraživanja. No, većina arheologa njegovog vremena su zapravo bili takozvani lovci na blago ili kolekcionari kojima nije bilo u planu ostavljanje ključnih podataka za druge, buduće istraživače, kako bi ostvarili mogućnost ponovnog pregleda otkrivenih nalaza. Pitt Rivers je bio među prvim arheolozima koji je uočio stvarnu važnost arheološkoga zapisa te kako on može biti značajan za buduće generacije istraživača (Hummler 2015: 64; Lucas 2001: 22; Lucas 2012: 45).

U današnjem znanstvenom krugu se sve više među arheolozima stvaraju polemike i drugačiji stavovi o tome što točno treba predstavljati arheološki zapis te kako bi se pravilno trebalo odnositi i postupati po tom pitanju. Još su 1984. godine Nicholas Reynolds i John Barber istaknuli kako je vođenje arheološke dokumentacije zapravo zahtjevan pokušaj prenošenja cjelokupnog stanja na određenom nalazištu u fizički zapis. Prema tom navodu, pomno promatranje tijekom arheološkoga istraživanja kao aktivnog procesa ustupa mjesto takozvanom mehaničkom bilježenju kao pasivnom procesu (prema Reynolds, Barber 1984). S druge strane, Ian Hodder tumači kako arheološka dokumentacija, zajedno s metodologijom istraživanja, zapravo ovisi o interpretaciji arheologa koji poduzima cjelokupni proces istraživanja, a sama interpretacija dolazi na krajnjem rubu arheološkoga alata (Hodder 1997: 692; Hummler 2015: 64).

Među brojnim interpretacijama arheološke dokumentacije ističe se navod Gavina Lucasa kako je to zapravo poseban čin prevođenja svakog dijela tijekom neponovljivog

eksperimenta. To opisuje kao prevođenje zatečenoga stanja kao fizičke stvarnosti tijekom arheološkoga istraživanja te prenošenje stvorenih činjenica u takozvani drugačiji medij, gdje one dobivaju određeno značenje (Hummler 2015: 64-65; Lucas 2012: 237-238).

3. Važnost arheološke dokumentacije

Destruktivnim pristupom istraživanju arheološkog nalazišta uklanja se svaka mogućnost ponovnog prolaženja kroz cjelokupan proces istraživanja superpozicije te povezanih pokretnih i nepokretnih arheoloških nalaza. Stoga je izuzetno bitna dobro vođena dokumentacija cijeloga tijeka arheološkog istraživanja, koja omogućava ponovno prolaženje kroz sami tijek iskopavanja i utvrđivanje određenih činjenica na osnovi zatečenoga stanja. Dokumentacija arheološkog nalazišta obavezno treba sadržavati odgovarajuće dokumente, kao što su to razni popisi i propisani formulari, unutar kojih će biti zabilježeni i detaljno opisani otkriveni nalazi, zatim priloženi crteži i fotografije pokretnih i nepokretnih artefakata, profila i tlocrta, te zapisane odgovarajuće geodetske mjere (Bugar, Mašić 2013: 11-12).

Kako bi se bolje istaknula važnost arheološke dokumentacije i ujedno opreznost i potreba za što efikasnijim i kvalitetnijim vođenjem iste, treba naglasiti važnost bilježenja svake vidljive promjene unutar iskopavane jedinice određenoga nalazišta. Svaka promjena treba biti precizno smještena u prostoru te treba sadržavati detaljan opis ključan za razumijevanje odnosa s drugim stratigrafskim jedinicama i za daljnju interpretaciju. Izostavljanjem ključnih činjenica zbog nestručnosti, brzopletosti ili pak nemarnosti, i nedostatkom potrebnih zaključaka tijekom arheološkoga istraživanja, teško se analizira te ujedno znanstvenoj zajednici iznosi interpretacija onoga što na kraju treba stvoriti još jedan korak u boljem razumijevanju tijeka i razvoja ljudske prošlosti (Hummler 2015: 63).

Subjektivni način provođenja i zapitanost o kvaliteti arheološke dokumentacije, koja kasnije tijekom obrade zabilježenog stanja određenog lokaliteta može stvoriti izuzetne nedoumice i probleme u interpretaciji načina života ljudi u prošlosti, u današnjici polako prestaju biti jednim od poteškoća unutar arheološke znanosti. Subjektivnost predstavlja obilježje post-procesualne arheologije i označava subjektivni pristup i poseban odnos arheologa kao subjekta u interpretaciji nalaza kao objekta. Nedostatak ovakvog pristupa u istraživanju jest iznošenje raznih teorija i pretpostavki na osnovi subjektivnog promatranja od strane istraživača umjesto analiziranja i tumačenja stvarnoga značenja otkrivenog nalaza i/ili promjene stanja (Lock 2003: 2). Pozitivnim napretkom u načinu i kvaliteti provođenja arheološke dokumentacije i inkorporacijom digitalnih metoda dokumentiranja arheološkog nalazišta uklanjaju se problemi subjektivnosti od strane istraživača, zatim problemi oskudice informacija i nemogućnosti cjelokupne interpretacije koji su često okruživali poduzeta arheološka istraživanja prije osvita novoga tisućljeća (Chadwick 2003: 99; Miloglav 2017: 59-60). Prijelaz sa subjektivnosti na objektivnu opservaciju istražitelja ostvario se odvajanjem naučene arheološke teorije od same prakse i onoga što se zapravo zatiče na terenskom

istraživanju, a opće je poznato, i to ne samo u arheološkoj znanosti, kako se sa svakim novim poduhvatom ili činom nailazi na nove izazove koje teorija jednostavno ne može obuhvatiti (Lock 2003: 2). Ipak, ponekad je teško potpuno objektivno pristupiti istraživanju određenoga nalazišta, što opet donosi i mali udio subjektivnog zaključivanja tijekom dokumentiranja, no tu je opet pitanje koliko je truda uloženo od strane istraživača prilikom iskopavanja i koliko je zapravo ta osoba stručno i znanstveno orijentirana (Barker 2000: 159). Brojni arheolozi u istraživanju i razvijanju arheološke teorije zauzimaju relativnu sredinu u oslanjanju na procesualni pristup, odnosno pristup objektivnim razmišljanjem, i subjektivni post-procesualni pristup (Lock 2003: 4). Osoba koja je odgovorna za procese opažanja i stvaranja arheološkoga zapisa trebala bi imati potrebno znanje o promjenama koje se mogu pojaviti tijekom istraživanja, te na kraju biti sposobna te promjene uočiti i prepoznati te kvalitetno i točno interpretirati. Takvu napomenu o važnosti uočavanja detalja i razini stručnosti osobe koja vodi dokumentaciju iznio je 1967. godine Norwood Russell Hanson u svojoj knjizi *Observation and Interpretation* (Barker 2000: 159-161; prema Hanson 1967).

Tradicionalna analogna dokumentacija je u velikom skoku, odnosno u relativno kratkom periodu prešla u upotrebu suvremene digitalne dokumentacije, koja se očituje u većoj brzini provođenja, što ujedno pospješuje kvantiteti provedenoga istraživanja, objektivnosti i točnosti. Upotreba digitalnih metoda ipak treba predstavljati jednu od brojnih komponenti u provođenju cjelokupne arheološke dokumentacije koja i dalje ima svoje standardne metodološke postupke (Miloglav 2017: 60).

Uobičajeni način predstavljanja i opisivanja važnosti arheološkoga zapisa u znanstvenoj literaturi podrazumijeva klasičnu podjelu na pisani, crtani i fotografirani oblik dokumentacije (Drewett 1999: 58; Hummler 2015: 65). U posljednje vrijeme se sve više navode takozvana četiri razloga dokumentiranja, kao na primjer geografski smještaj određenoga nalazišta, čije definiranje ne predstavlja novinu u dokumentiranju, ali se ipak i dalje naglašava kao važan čimbenik, zatim i definirana površina rasprostiranja tragova ljudskoga djelovanja na određenom području. Kada je riječ o vođenju evidencije o uslojenosti i vidljivim promjenama tijekom iskopavanja te o otkrivenim pokretnim i nepokretnim artefaktima, potrebno je raspoznavati i definirati one elemente koji se obavezno trebaju dokumentirati, ali ih karakterizira nemogućnost prikupljanja, i zatim one elemente koji se zasigurno prikupljaju kao arheološki materijal i uzorak. Kao posljednji korak uzima se dodatni pregled zabilježenih stavki, odnosno provjera dokumentiranoga stanja na nalazištu, posebice preispitujući zašto i na koji način se određena promjena dokumentirala (Hummler 2015: 65).

3.1. Definiranje lokacije određenoga nalazišta

Definiranje lokacije određenoga nalazišta predstavlja prvi važan korak u arheološkoj dokumentaciji, zbog toga što se prije procesa arheološkog istraživanja treba odrediti točan geografski smještaj. To znači da se na geografskoj koordinatnoj mreži moraju odrediti geografska širina, odnosno „x“ koordinata (eng. *easting*), i geografska dužina, odnosno „y“ koordinata (eng. *northing*), te „z“ koordinata, koja označava ukupan iznos nadmorske visine, što sveukupno označava Kartezijev trodimenzionalni koordinatni sustav (Hummler 2015: 65; Kimball 2016: 12). Svijest o važnosti definiranja i dokumentiranja lokacije nalazišta prvi je naveo William Matthew Flinders Petrie u svojim terenskim bilješkama (Petrie 1905: 33). Konačnim definiranjem lokacije lako se mogu bilježiti promjene u slojevima koje su nastupile na određenoj dubini, te ih se lako može ujedno i krajnje smjestiti u dvodimenzionalni prostor prilikom izrade crteža profila, isto kao i u trodimenzionalni prostor kod izrade fotogrametrijskih modela. Ovakva mjerenja poduzimaju se pomoću nekoliko metoda, kao na primjer korištenjem mjernih vrpce i kompasa, što bi predstavljalo jedan od tradicionalnih načina mjerenja, a suvremenija mjerenja izvode se korištenjem teodolita (eng. *Theodolite*), zatim korištenjem totalne stanice (eng. *Total Station*) ili pak globalnog pozicijskog sustava (eng. *Global Positioning System*, GPS). Nadalje, korištenjem naprednih računalnih programa, kao što je to primjerice geografski informacijski sustav (eng. *Geographic Information System*, GIS), nastoje se takvi mjerni podaci iskoristiti u izradi virtualnih trodimenzionalnih modela stvarnog zatečenog stanja. Prije poduzimanja suvremenih arheoloških istraživanja uglavnom se koristi nova tehnologija u definiranju lokacije istraživanoga područja. Korištenje totalne stanice uvelike ubrzava mjerni proces, što predstavlja veliku vremensku razliku naspram korištenja mjernih vrpce i kompasa, a također daje i preciznije rezultate mjerenja (Hummler 2015: 65).

Konačno definirane pozicije istraživanoga položaja stvaraju nove i/ili upotpunjuju postojeće karte nalazišta s ključnim informacijama za arheologe i njihova buduća istraživanja. Nadalje, nakon definiranog geografskog smještaja, bitno je i dokumentiranje na kojem se segmentu istraživanog položaja zatekla određena uslojenost te sami kontekst i točan položaj svih otkrivenih nalaza i struktura kako bi se sve te informacije mogle postaviti unutar jednoga plana, što je izuzetno bitno za kasniju analizu i interpretaciju provedenog istraživanja. Konstantnim razvojem kompjuterske tehnologije izrada karti i planova u posebno pripremljenim i dizajniranim kompjuterskim programima daleko je jednostavnija i brža u

kontrastu na prijašnji tradicionalni način stvaranja dokumentacije crtanjem, što je uzimalo veći vremenski udio prilikom izrade i pripreme (Hummler 2015: 65; Roskams 2001: 114).

3.2. Dokumentirani elementi koji ne mogu biti prikupljeni

Istraživanjem određenoga segmenta jednog arheološkog nalazišta nailazi se na razne promjene u slojevima i na njima pripadajuće otkrivene pokretne i nepokretne artefakte. Svaka promjena u iskopavanom tlu predstavlja novi arheološki zapis s određenim karakteristikama, a to se ujedno naziva i arheološkim kontekstom. Na važnost precizne i detaljne dokumentacije stratuma i arheološkog konteksta ukazao je Mortimer Wheeler još u pedesetim godinama prošloga stoljeća (prema Wheeler 1954). Kontekstom se mogu nazivati i drugačije promjene u zemlji koje nisu uzrokovane prirodnim djelovanjem, već djelovanjem ljudske ruke, kao na primjer tragovi iskopane jame u davnoj prošlosti koju karakterizira drugačija struktura, tekstura i boja tla, koja se može odrediti korištenjem Munsellove tablice boja tla (Hummler 2015: 66).

Važnost arheološkog konteksta kao elementa kojeg se treba efikasno i precizno dokumentirati u pisanom, crtanom i fotografiranom obliku leži u tome što njega karakterizira nemogućnost ponovnog uvida. Zato je bitna kvalitetno obavljena dokumentacija prije daljnjeg izvođenja procesa devastacije u vidu nastavka iskopavanja i detaljnijeg istraživanja određenog nalazišta. Najbolji način dokumentiranja stratigrafije, odnosno uslojenosti određenog lokaliteta izvodi se postupnom izradom Harrisove matrice tijekom cjelokupnoga tijeka istraživanja slojeva. Složeni sustav dokumentacije slojeva i njihovih odnosa izradio je arheolog Edward Harris po kojemu je i sama matrica dobila naziv, a sam sustav temelji se na pružanju mogućnosti očitavanja međuodnosa konteksta svih iskopanih jedinica određenoga nalazišta, po čemu se može ustvrditi superpozicija, ili pak moguća nepovezanost slojeva ili tragovi bioturbacije (Harris 1989: 34; Hummler 2015: 66; Kjellman 2012: 6).

Unutar skupine dokumentiranih elemenata koji se ne prikupljaju pripadaju i određeni nalazi otkriveni na terenskom istraživanju, koje uglavnom karakterizira velika zastupljenost na nalazištu, što predstavlja problem kod sakupljanja i skladištenja otkrivenog materijala. Toj grupi pripadaju, na primjer, ulomci otkrivenog kućnog lijepa ili pak fragmentirani nalazi arhitektonskog materijala, kao što su to fragmenti rimskih tegula (Hummler 2015: 67).

3.3. Dokumentirani elementi koji se prikupljaju

S konstantnim napretkom dokumentacije, metodologije i tehnika arheološkog istraživanja, sve više se obraća pozornost na svaki aspekt istraživanoga nalazišta. Od dvadesetoga stoljeća arheološka dokumentacija je u neprestanom napretku i u obzir se uzimaju svi tipovi nalaza te se time uklonilo neadekvatno i nepotpuno provođenje istraživanja u kojima su se prikupljali samo reprezentativni nalazi. Sve više se pridodaje posebna pažnja na prikupljanje potrebnih uzoraka tla za daljnje procese istraživanja i analize. Pomoću prikupljenih uzoraka tla otkrivaju se oni elementi koji prostim okom jednostavno nisu vidljivi, kao što su to na primjer omanji fragmenti artefakata oštećenih zbog određenog razloga ili pak drugi cjeloviti nalazi relativno malih dimenzija. Radi boljeg razumijevanja gospodarstva ljudi iz prošlosti stavlja se naglasak na arheobotanička istraživanja, koja upravo uključuju prikupljanje uzoraka tla namijenjenih za kasniji proces flotacije (eng. *flotation*). Probudila su se potpuno nova saznanja o kojima se prije nije moglo niti razmišljati, razvila se svjesnost o gospodarstvu i ekonomiji prošloga života, te su nastala nova saznanja o društvenoj strukturi određenih populacija (Hummler 2015: 67).

3.4. Analiza izvršene dokumentacije

Nakon svakog terenskog istraživanja potrebno je izvršiti dodatnu analizu već provedene arheološke dokumentacije u svrhu detaljnije provjere iznesenih i zapisanih činjenica tijekom iskopavanja. Važno je provjeriti što se sve točno dokumentiralo, a za što je odlučeno kako se ipak ne treba dokumentirati. Nadalje, jesu li se neki aspekti tijekom istraživanja previše uzimali u obzir i uglavnom stvarali nepotreban višak u dokumentaciji, dok su se drugi elementi više zanemarivali. Efikasno i kvalitetno provedena dokumentacija nakon dodatne detaljne provjere pohranjuje se na za to predviđeno mjesto, odnosno u arhiv, koji omogućuje brz i jednostavan pregled provedenih arheoloških istraživanja u svrhu daljnje znanstvene publikacije (Hummler 2015: 68).

4. Prednosti i nedostaci tradicionalne dokumentacije

Prva terenska arheološka istraživanja za glavni cilj su imala otkrivanje i prikupljanje pokretnih artefakata kako bi se razumjela prošlost ljudskoga roda. Tek od devetnaestoga stoljeća sve više se stvarala svijest o važnosti praćenja cjelokupnog procesa iskopavanja i općenito stanja istraživanog arheološkog nalazišta, što je rezultiralo nastankom pisane i crtane arheološke dokumentacije koje danas ubrajamo među tradicionalne metode dokumentiranja arheološkog zapisa (Roskams 2001: 7-9). Način provođenja arheoloških istraživanja od strane

različitih stručnjaka arheologije vidno se u prošlosti razlikovao od terena do terena. Svaki arheolog, odnosno voditelj terenskog istraživanja, imao je svoj određeni način rada koji je njemu najbolje odgovarao tijekom provođenja cjelokupnog tijeka istraživanja i tijekom dokumentiranja arheološkoga zapisa, tako da se o nekakvom standardiziranom provođenju terenskoga istraživanja tijekom devetnaestoga stoljeća ne može govoriti. S obzirom na ondašnju nedovoljno razvijenu metodologiju, a općenito i tehnologiju, nije se u potpunosti mogla precizno odrediti točna mikro lokacija pojedinih slučajnih nalaza, pa čak i lokacija određenih teško pristupačnih cjelovitih nalazišta. Uglavnom su se kao orijentiri često koristile prirodne formacije određenoga krajolika, što je još i dobra opcija kod bilježenja lokacije. Isto se tako često koristilo i ne tako trajnim orijentirima, kao što su dominantna stabla određenoga položaja ili pak od drveta izrađene strukture (ograda, đeram, štala i slično) koje teže bržem propadanju i teško se kasnije pronalaze i uočavaju (Kjellman 2012: 5-6).

Prisutan je problem očuvanosti arheološke dokumentacije nastale u vrijeme kada digitalna tehnologija još uvijek nije bila dovoljno razvijena i kada se još nije počela koristiti tijekom arheološkoga istraživanja i vođenja dokumentacije. Brojne ispisane stranice arheološkoga dnevnika, razni dokumenti, formulari te karte s točnom lokacijom nalazišta nepovratno su vremenom uništeni ili pak izgubljeni. Na jednoj strani tu je uvijek ljudski faktor nemarnosti koji utječe na stanje očuvanosti tradicionalno ispisane dokumentacije i njene pohrane, a s druge strane se sreće i problem vremena i propadanja materijala korištenog prilikom dokumentiranja arheološkoga zapisa. Zbog toga je uvijek bitna izuzetno pažljiva pohrana tradicionalno izrađene dokumentacije, a uz to i odabir kvalitetnijega materijala za uporabu (Kjellman 2012: 72).

4.1. Pisane bilješke kao tradicionalna metoda dokumentacije

Vođenje pisanih bilješki o tijeku, promjenama i određenim zaključcima tijekom terenskoga istraživanja pripisuje se tradicionalnim metodama vođenja arheološke dokumentacije, koje se prakticira još od prvih arheoloških pothvata u ne tako davnoj prošlosti (Drewett 1999: 58-59). Uobičajeno je korištenje arheoloških dnevnika od strane voditelja istraživanja, odnosno korištenje bilježnice u koju se zapisuju podaci o lokaciji nalazišta, sami tijekom istraživanja, metode provođenja iskopavanja, značajne promjene u slojevima, otkriveni pokretni i nepokretni artefakti, stratigrafski odnos istih te osobni zaključci i brojne druge

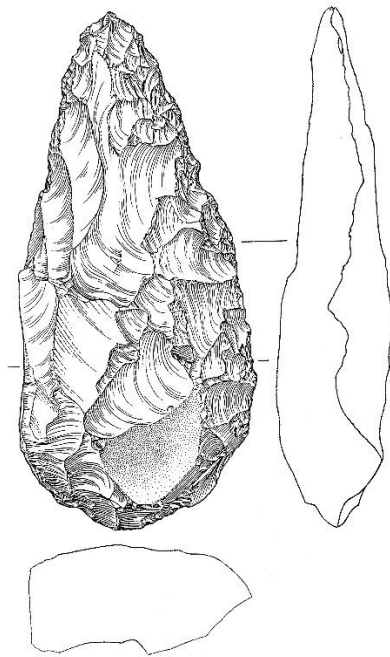
činjenice (Harris 1989: 25; Roskams 2001: 117). Evidenciju o tijeku istraživanja provode voditelji terenskoga istraživanja odgovorni za određene sektore, odnosno područja koja sveukupno čine istraživano područje jednog arheološkog nalazišta. Uz dnevničke određene za bilježenje tijeka terenskog istraživanja u današnje vrijeme se koriste i posebno pripremljeni formulari za evidenciju otkrivenih pokretnih i nepokretnih artefakata te evidenciju stratigrafskih jedinica, kao što je to određeno od strane Ministarstva kulture Republike Hrvatske (<https://www.min-kulture.hr/default.aspx?id=1726>). Korištenje unaprijed pripremljenih formulara uvelike pomaže u brzini dokumentacije i konzistentnosti. Pomoću njih uklanja se problem izostavljanja ključnih podataka o cjelokupnom tijeku arheološkog istraživanja i kontekstu nalaza, a prvotno sadržavaju opće informacije o arheološkom nalazištu, zatim opis provedene metodologije iskopavanja, podatke o teksturi iskopavanog tla, podatke o stratigrafskim odnosima i u slojevima otkrivenim pokretnim i nepokretnim nalazima i uzorcima te osobne zaključke popraćene nacrtanim i fotografskim priložima (Drewett 1999: 126). Unaprijed pripremljeni formulari, koji čine unificirani oblik dokumentacije za određeni teritorij na kojem se otkrivaju potencijalni lokaliteti i provode arheološka istraživanja, olakšavaju vođenje dokumentacije od strane više arheologa. Također, olakšava se ponovni uvid u cjelokupni tijek istraživanja na taj način što će svaki formular sadržavati jednake tipove informacija o svakome nalazištu određenog istraživanog teritorija (Drewett 1999: 58).

Inkorporacijom digitalne tehnologije u bilježenju tijeka arheološkog istraživanja rješava se problem pohrane i očuvanosti zapisa. Također, budući arheolozi se neće morati suočiti s problemom iščitavanja raznih rukopisa, što bi oduzimalo dosta vremena prilikom preuzimanja podataka potrebnih za daljnju obradu, interpretaciju i objavu (Kjellman 2012: 72).

4.2. Ručno crtanje kao tradicionalna metoda dokumentacije

Ručno crtanje pokretnih i nepokretnih nalaza zatečenih prilikom istraživanja arheološkoga nalazišta te bilježenje horizontalne i vertikalne stratigrafije, odnosno povezanosti slojeva i artefakata i/ili struktura, predstavlja jedno od ključnih načina vođenja tradicionalne arheološke dokumentacije (slika 1). Prilikom dokumentiranja nepokretnih i pokretnih nalaza ručnim crtanjem izrađuje se dvodimenzionalni crtež stvarnoga stanja zatečenog na terenskom istraživanju. Preciznije rečeno, izrađuje se potreban tlocrt, presjek i profil istraženog segmenta na arheološkom nalazištu. Najveću prijetnju u točnosti prilikom ručnoga crtanja predstavlja subjektivno zaključivanje i potom krajnje izvođenje donesenih odluka od strane

dokumentarista, što ponekad dovodi do neuviđanja određenih detalja vezanih uz odnos stratigrafije i pokretnih i/ili nepokretnih artefakata te neželjenih mjernih odstupanja od stvarnoga stanja, a to kasnije predstavlja ozbiljan problem prilikom interpretacije. Zbog toga je važna upućenost u cjelokupnu sliku stvarnoga stanja zatečenog na arheološkom nalazištu, iskustvo u dokumentaciji na terenskom istraživanju, izrazita koncentracija, preciznost i relativna brzina prilikom izvođenja ručnoga crtanja (Miloglav 2017: 61).



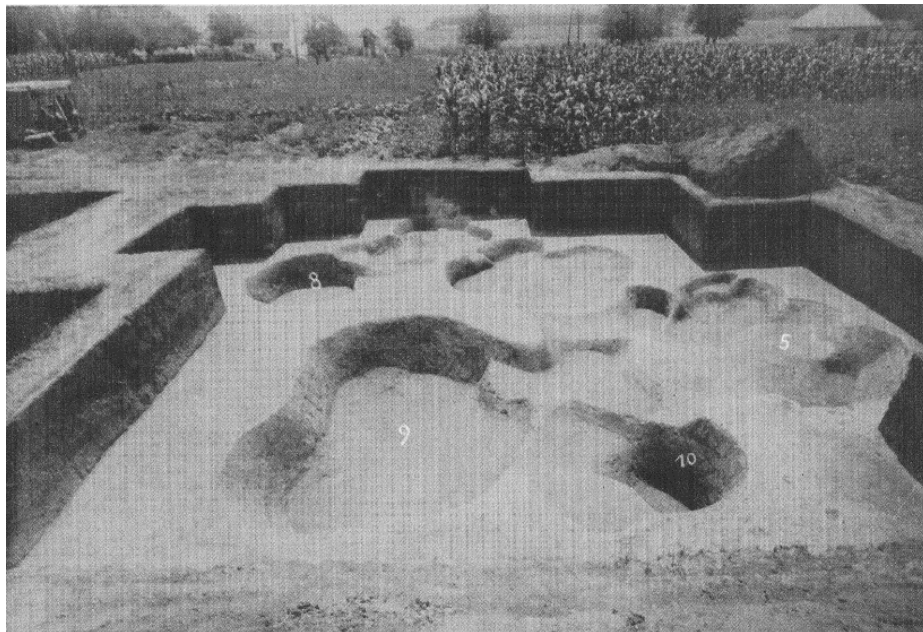
Slika 1. Primjer ručno nacrtane kamene alatke iz paleolitičkog razdoblja (prema Steiner 2005: 90).

Prilikom ručnoga crtanja uobičajeno se pri dokumentiranju koristi milimetarski papir u standardiziranom mjerilu 1:10, 1:20 i 1:50. Nakon provođenja ručnoga crtanja potrebno je dodatno tuširati izrađene crteže u svrhu kasnijeg publiciranja u obliku privremenih izvještaja ili krajnjih publikacija arheološkoga nalazišta i provedenih arheoloških istraživanja. U tom slučaju koristi se takozvani paus papir kojeg karakterizira relativno mala debljina i prozirnost (Miloglav 2017: 61). Ručnim crtanjem omogućava se prijenos trodimenzionalnog stvarnog stanja u dvodimenzionalni ljudskom rukom stvoreni oblik. S obzirom kako se ručnim crtanjem na papiru nikako ne može postići trodimenzionalnost, koja bi pružala mogućnost cjelokupnog pregleda artefakta, ponekad se prividna trodimenzionalnost pokušava dobiti sjenčanjem ili pak rjeđe ili gušće nacrtanim točkicama (Roosevelt et al. 2015: 327).

Kako bi se spriječile sve neželjene pogreške prilikom dokumentacije povezanosti slojeva i artefakata i/ili struktura, u novije se vrijeme učestalo koristi kombinacija tradicionalnih metoda i drugih digitalnih metoda dokumentiranja, te se na taj način stvara veći stupanj sigurnosti i očuvanosti zabilježenih stavki. Uklanja se strah od nemogućnosti interpretacije starih crteža zbog neočuvanosti ili pak ljudske nepažnje za detaljnošću (Kjellman 2012: 72).

4.3. Korištenje fotoaparata i pripadajuće fotografske opreme u arheologiji

Fotografiranje kao jedan od načina arheološke dokumentacije predstavljeno je unutar arheološke znanosti u prošlom stoljeću, kada je fotografija ipak dosegla određeni stupanj kvalitete i jasnoće fotografiranoga (slika 2). Fotografija predstavlja takozvani treći oblik dokumentiranja arheološkoga zapisa, uz pisani i/ili digitalni zapis te crtanu dokumentaciju. Još je početkom devetnaestoga stoljeća francuz Joseph Nicéphore Niépce naveo kako je njegova prva fotografija, koja i ujedno predstavlja prvu uzetu fotografiju na svijetu, u tolikom nejasnom i „fragmentiranom“ stanju da zapravo više sličí arheološkome fragmentu nego stvarnoj fotografiji. Tijekom provođenja arheološke dokumentacije dolazi do trenutaka kada se odlučuje o uzimanju i stvaranju dokaza o zatečenoj promjeni, kada se stvarnost zamrzava i na taj način čuva od daljnjeg devastiranja, a u svrhu kasnijih analiza i interpretacija (Clarke 1997: 12).



Slika 2. Primjer tradicionalnog načina fotografiranja istraženog prapovijesnog nalazišta u Belom Manastiru iz 1954. godine (prema Vinski – Gasparini 1954: Tabla V).

Kao i kod prvih arheoloških pothvata, uvođenjem prvih primjeraka fotoaparata i pripadajuće fotografske opreme stvorio se problem subjektivnog razmišljanja prenesenoga od strane istraživača na fotoaparatom uhvaćeni trenutak istraživanja, koji se smatra važnim prilogom arheološkoj dokumentaciji. Daljnjim napretkom arheološke znanosti, napretkom provođenja cjelokupnoga procesa istraživanja i objektivnim pristupom otklonio se neželjeni subjektivni pristup samom istraživanju (Earl 2006: 176). Općenito se kod fotografske dokumentacije upućivalo na korištenje fotoaparata s objektivima od 35 mm, te s lećama koje imaju dobru mogućnost zumiranja. Takvi modeli fotoaparata zadovoljavaju potrebe dokumentacije kako bi se kasnije izvršila interpretacija i objava rezultata (Barker 2000: 181). Naravno, ako uopće postoji mogućnost za korištenjem kvalitetnije i sofisticiranije opreme, zasigurno je bolje uvijek nastojati upotrijebiti što naprednija digitalna pomagala čije će korištenje rezultirati što boljom provedenom arheološkom dokumentacijom (Earl 2006: 176).

Kod tradicionalnog korištenja fotografije potrebno je razlikovati ukupno tri vrste fotografiranja, a to su fotografije korištene u dokumentacijske svrhe, zatim fotografije koje se koriste u prezentiranju istraženoga nalazišta, te fotografije otkrivenih nalaza i samoga nalazišta. Dokumentacijske fotografije mogu biti vertikalnog ili kosog karaktera, odnosno mogu se uzeti s povišenoga stajališta ili pak iz perspektive ljudskoga stajališta. Kod ostvarivanja vertikalnih fotografija nužno je korištenje ljestava, a vertikalnost se može također postići korištenjem nešto starije metode uz pomoć meteoroloških balona ili pak korištenjem dronova, što predstavlja novi i sve češći način u upotrebi tijekom terenskih istraživanja. Uzimanje vertikalnih fotografija otkrivenih nalaza *in situ* ili grobnih cjelina moglo se kvalitetno postići korištenjem tronoša, kako bi se izbjeglo naprezanje i drhtanje osobe koja je pokušavala izvesti vertikalni položaj prilikom fotografiranja. S obzirom na pričvršćenost fotoaparata za sve navedene naprave, tu je dolazilo do problema stvaranja sjene i strujanja zraka koji je lagano mogao utjecati na oštrinu uzetih fotografija, pa se posao zapravo oslanjao na dobre vremenske uvjete. Problematika nepoželjnih sjena rješavala se upotrebom specijalizirane rasvjete. Kada je riječ o fotografijama koje su se uzimale za potrebe prvotnih fotogrametrijskih modela, kamera je uvijek trebala biti namještena na jednakoj visini kada su se uzimale fotografije s gornje strane nalaza (Barker 2000: 181). Uz nalaze manjih dimenzija otkrivenih *in situ* treba spomenuti i fotografsko dokumentiranje arhitektonskih ostataka, kao što su to na primjer ostaci zidova ili većih površina koje ukazuju na nekadašnju prisutnost nastambe od drveta ili jame. U takvom slučaju se koristio takozvani dvonožac od drvenog ili pak metalnog materijala, dodatno osiguranog s konopcem

sa svake strane. Drugi tip dokumentacijske fotografije predstavlja uzimanje takozvanih kosih fotografija, koje se uglavnom koriste prilikom fotografiranja nalazišta ili pak samo određenih dijelova istraživanog položaja (Barker 2000: 182).

Važan element koji se pridodaje fotografiji su takozvane trasirke, odnosno mjerne letvice, zatim strelica koja pokazuje gdje se točno nalazi sjever i tabla s ključnim informacijama o nalazištu, stratigrafskom kontekstu ili nalazu. Bez tih elemenata fotografija sama po sebi ne daje ključne informacije koje su potrebne za kasniju interpretaciju i objavu istraženoga (Barker 2000: 182-183). Većina znanstvenika se danas slaže kako fotografija više prikazuje objektivnost zatečenoga stanja, dok ručno nacrtana dokumentacija predstavlja rezultat subjektivnog zaključivanja voditelja dokumentacije. Važno je istaknuti i kako fotografija ipak ne može jasno ukazati na stratigrafske odnose, kako se to s druge strane može jasno uočiti na crtežu (Miloglav 2017: 62).

5. Prednosti i nedostaci digitalne dokumentacije

S obzirom na činjenicu kako živimo u digitalnom dobu, gdje vlada opća prisutnost raznih uređaja, nije iznenađujuća sve češća inkorporacija digitalne tehnologije unutar arheološke znanosti, koja sve više pomaže u ostvarivanju efikasnijeg provođenja i dokumentiranja arheološke dokumentacije (Daly, Evans 2006: 2). Proces uvođenja digitalne tehnologije u upotrebu unutar arheologije kao znanstvene discipline započeo je osamdesetih godina prošloga stoljeća, a posebice je u to vrijeme bio značajan početak upotrebe računala u dokumentaciji i vizualizaciji. U relativno kratkom vremenu učinjen je veliki skok od korištenja obične ili kemijske olovke u pisanom i crtanom obliku dokumentacije do upotrebe sofisticirane tehnologije u dokumentiranju arheološkoga nalazišta i nalaza, kao na primjer upotreba dronova u fotografiji i lasersko skeniranje. Omogućeno je korištenje digitalnih metoda unutar svakoga stupnja arheološke dokumentacije (Kjellman 2012: 6; Zubrow 2006: 12-13). Nadalje, inkorporacijom digitalne tehnologije unutar arheološke znanosti nastala su dva pogleda na uzročno-posljedično djelovanje digitalnih metoda korištenih unutar arheološke dokumentacije. Prema jednom pogledu napredak digitalne tehnologije korištene u arheologiji odraz je metodoloških potreba, jer digitalna tehnologija zapravo predstavlja jednu vrstu arheološke opreme potrebne u provođenju terenskoga istraživanja, kao što to predstavlja i potreban arheološki alat, a same potrebe se mijenjaju s vremenom i napretkom. Prema drugom pogledu

smatra se kako digitalna tehnologija i sam njen napredak zapravo utječe na nastanak i razvoj određenih teorijskih činjenica (Zubrow 2006: 9).

Korištenje digitalne tehnologije pružilo je brojne pogodnosti prilikom dokumentiranja arheološkoga zapisa i kasnije interpretacije. Ostvarena je mogućnost prenošenja stvarnoga stanja u potpuno drugačiji, virtualni oblik, koji omogućuje ponovan pregled i analizu provedenog istraživanja, što je u prijašnjem prakticiranju terenskih istraživanja bilo potpuno nezamislivo. Takav prijenos ključnih podataka određenoga nalazišta u drugačiji oblik omogućen je korištenjem digitalnih fotoaparata, fotogrametrije, totalne stanice, laserskoga skenera te drugih digitalnih metoda. Temeljni načini pristupanja u dokumentiranju arheološkog zapisa od strane voditelja istraživanja nisu se u svom korijenu promijenili, ali su se promijenile metode kojima se takvo dokumentiranje provodi, a tu promjenu upravo predstavlja uvođenje digitalne tehnologije u arheološkoj znanosti. Destrukciju, koju predstavlja rezultat provođenja terenskih istraživanja, zamjenjuje digitalizacija te je na taj način ostvaren oblik trajnoga očuvanja cjelokupnog tijeka arheološkog istraživanja, koji će lako biti dostupan svima onima koji iz određenog razloga imaju namjeru analizirati dobivene informacije u svrhu publikacije novonastalih saznanja i teorija (Roosevelt et al. 2015: 325). Digitalna tehnologija je omogućila laku manipulaciju dobivenih podataka, koja se ogleda u ponovnom pregledu i mjerenju svih dokumentiranih pokretnih i nepokretnih artefakata potrebnom radi izrade statističkih i analitičkih podataka. Detaljnijim provođenjem arheološke dokumentacije uz pomoć digitalne tehnologije konačno su se postigli bolji i jasniji rezultati o složenim procesima čovjekova djelovanja i utjecaja na okoliš u kojem je živio u prošlosti. Putem digitalne tehnologije, odnosno korištenjem računala, omogućava se brz pristup i prijenos svih podataka stvorenih na temelju provedenih istraživanja i u svrhu daljnje publikacije i proširivanja dosadašnjih saznanja ne samo užoj znanstvenoj zajednici, već i široj javnosti (Zubrow 2006: 9-10).

Bitno je naglasiti kako se ipak ne može govoriti o nagloj promjeni unutar arheološke dokumentacije i općenito metodologije arheoloških istraživanja, bez obzira što je napredak ostvaren u relativno kratkom vremenu, uspoređujući to s tehnološkim razvojem kroz povijest. Razvoj metodologije i arheološke teorije u bliskoj prošlosti pratio je konstantni pozitivni razvoj tehnologije, posebice kada je riječ o računalnoj opremi i informatičkoj tehnologiji, koje u suvremenom dobu predstavljaju glavni element korišten prilikom unošenja, ponovnog pregleda, obrade i objave stvorenih podataka (slika 3). Jasno je vidljiv pozitivan napredak koji će s vremenom rezultirati kraćem potrebnom vremenu obrade dobivenih podataka i sukladno tome razvojem arheološke teorije i prakse. Također, razvoj arheološke teorije i prakse ima

pozitivni rezultat na sve veći napredak i znatniju kvalitetu arheološke interpretacije kao ključnoga elementa u stjecanju i širenju novih saznanja unutar arheološke znanosti (Zubrow 2006: 12-15).

Table 1.1 History of computing and archaeological theory

<i>Date</i>	<i>Archaeological school</i>	<i>Types of theories and problems</i>	<i>Computing machines— hardware and software</i>	<i>Subjects of use</i>
Pre-1930	Natural observation	Descriptive	Calculating machines	Statistical analysis
1930–65	Cultural history	Temporal and geographic gapsmanship as well as reconstructive	Mainframes, Fortran, Cobol	Statistical analysis, data storage and manipulation
1965–80	Processual	Systemic, hypothetical, nomethetic, behavioural, group oriented	Mini's Vaxs, PC, Pascal, C, Basic	Causation, modelling, simulation, GIS
1980–95	Post-processual	Individual, interpretative	PCs, C++, Prolog	Expert systems, non-causative, AI, field use, GIS
1990–	Cognitive	Individual, experimental and hypothetical, reconstructive	Work stations, PCs, parallel processing, super computing, visual basic, numerous specialized languages	AI, GIS, individual modelling, visualization, webography

Slika 3. Korelacija razvoja računala i pripadajućih računalnih programa s razvojem arheološke znanosti i dokumentacije (prema Zubrow 2006: 14).

Uz poznate pozitivne stavke suvremene digitalne dokumentacije, kao što su preciznost i izuzetna brzina prikupljanja potrebnih podataka te samim time i kvantiteta obavljenoga posla u određenom vremenskom rasponu, ona ipak sadrži i određene negativne komponente. Uvođenjem digitalne dokumentacije rezultiralo je rastom baze podataka koja sadrži sve informacije o provedenim terenskim istraživanjima koje se mogu s lakoćom naknadno pregledati, proučavati i daljnje obrađivati u razne svrhe. Zbog mogućnosti brzoga prikupljanja određenih podataka tijekom dokumentiranja arheološkoga nalazišta dolazi do problema prekomjernog prikupljanja podataka koji se u većini slučajeva neće daljnje proučavati, odnosno nisu krajnje potrebni unutar zaključne interpretacije zatečenoga stanja na nalazištu, te kao takvi stvaraju nepotreban višak. Također, ponekad dolazi do okolnosti kada se na terenskom istraživanju počnu zapravo više prikupljati podaci koji ne predstavljaju veliku važnost zbog

nedovoljne stručnosti tima, a počinju se zanemarivati one stavke koje zapravo predstavljaju izuzetnu važnost pri interpretaciji. Svakako, u obzir bi trebalo uzeti sve stavke tijekom arheološke dokumentacije i pri tome dobro paziti na kvantitetu određenih prikupljenih podataka, odnosno na krajnju količinsku granicu prilikom uzimanja podataka na nalazištu (Backhouse 2006: 47; Miloglav 2017: 59-60; Zubrow 2006: 16, 21-22). Ipak, koliko god se određene promjene i stavke u trenutku istraživanja činile nepotrebnima, neki će se dokumentirani elementi tek kasnije uzimati u obzir prilikom provođenja analiza i istraživanja u svrhu izrade budućih projekata i znanstvenih radova, prateći sam napredak digitalne tehnologije (Daly, Evans 2006: 4).

Bez obzira na znatnu pomoć koju je omogućila digitalna tehnologija, prisutan je još jedan veliki nedostatak njene upotrebe. Postoji veliki broj modernih naprava koje arheolozima služe u razne svrhe, no nemaju sve ustanove mogućnost nabavka takve sofisticirane opreme zbog visoke vrijednosti, posebice kada je riječ o totalnoj stanici ili pak laserskom skeneru (Warden 2009: 6-7; Zubrow 2006: 22). Također, tu se stvorio i problem nedovoljnog znanja oko rukovanja digitalnom opremom, koja se sve brže razvija te time postaje kompleksnija i zahtjevnija za upotrebu. Arheolozi su se počeli suočavati s velikim brojem dodatne literature, dodatnih priručnika i uputa, što izlazi iz okvira literature unutar arheološke znanosti i približava arheologiju zajedno s arheolozima više ka prirodnim znanostima (Zubrow 2006: 16). Sve veća želja za usvajanjem novih saznanja o digitalnoj tehnologiji i o pripadajućim „digitalnim igračkama“, koja će uistinu na kraju omogućiti detaljnije analize i konkretnije odgovore o proučavanom arheološkom materijalu, ipak s druge strane odvlači fokusiranost i smjer razmišljanja arheologa od njihovog iskonskog cilja. Taj cilj se ogleda u organiziranju i adekvatnom provođenju arheološkog terenskog istraživanja, u analizi i interpretaciji otkrivenog materijala te konačnom proširenju horizonata o društvenom životu ljudi iz prošlosti. Najveću važnost tu predstavlja ljudska organizacija i znanstveno međudjelovanje, koje ponekad može izgubiti na ključnoj važnosti zbog želje za što boljim razumijevanjem i napretkom u svijetu nove digitalne tehnologije (Zubrow 2006: 22).

5.1. Korištenje računala i tableta kao digitalna metoda dokumentacije

Prva inkorporacija digitalne tehnologije unutar arheološke znanosti može se pratiti od sedamdesetih godina prošloga stoljeća kada je poduzet prvi pothvat pribavljanja nove sofisticirane opreme u svrhu poboljšanja brzine djelovanja zaposlenika i općenito poboljšanja

cjelokupnoga rada u arheologiji. Prvu takvu opremu posjedovala su prvotno ona sveučilišta i institucije koje su imale financijsku mogućnost samog pribavljanja skupocjene inovacije, koja je podrazumijevala i posebno pripremljene prostorije prilagođene za kvalitetno funkcioniranje (Lock 2003: 9-10). S napretkom digitalne tehnologije i proizvodnjom pristupačnije opreme, dostupne čak i široj javnosti, omogućeno je širenje digitalnog utjecaja iz uredskih prostorija na vanjske terenske aktivnosti. Pisane bilješke, koje predstavljaju arheološki zapis u tradicionalnom pogledu, postupno i dalje zamjenjuju suvremenije metode dokumentiranja cjelokupnog procesa arheološkog istraživanja. Korištenjem digitalnih uređaja, kao što su to, na primjer, stolna računala, prijenosna računala, tableti i pametni mobiteli, uklanja se potreba za vođenjem bilješki u tradicionalnom, odnosno pisanom obliku uz korištenje arheoloških dnevnika. Uz korištenje prijenosnih računala i tableta treba spomenuti i korištenje takozvane digitalne mreže. Digitalna mreža omogućuje sudionicima određenoga istraživanja ili projekta lak i brz pristup svom stvorenom dokumentacijom ili potrebnom literaturom u digitalnom formatu, bez potrebe za gomilanjem tiskanih dokumenata i jedinica (Roosevelt et al. 2015: 326). Ovakav pristup vođenju dokumentacije, uz korištenje digitalne tehnologije, predstavlja brži i efikasniji način provođenja cjelokupnog posla, koji se lako može prenijeti ostalim sudionicima istraživanja na druge posjedovane digitalne uređaje i koji se lako može u bilo kojem trenutku pohraniti unutar stvorene baze podataka. Također, korištenjem tableta na lak se način provodi dokumentacija svih zatečenih promjena, koja uz unesene bilješke o tijeku istraživanja i promjenama nudi mogućnost dodavanja slikovnih priloga i videozapisa. Upotrebom specijaliziranih digitalnih olovaka za crtanje može se pomoću uzete fotografije napraviti skica dokumentiranoga artefakta u relativno kratkom vremenu, bilo da je riječ o pokretnom ili nepokretnom artefaktu (Roosevelt et al. 2015: 335). Ostvaren je uspjeh u trenutnom rješavanju onoga dijela dokumentacije na terenskom istraživanju koji je inače bio namijenjen aktivnostima nakon radnoga dana ili pak nakon cjelokupnog terenskog istraživanja. Upotrebom prijenosnih računala i tableta napokon se ostvaruje kontinuirano obavljanje posla vezanog uz, na primjer, katalogiziranje uzetih fotografija zatečenoga stanja na nalazištu, zatim trenutačno prenošenje detaljnog opisa otkrivenih pokretnih artefakata i slični poslovi vezani uz dokumentaciju (Conolly, Lake 2006: 36-37).

Iako se uklonio nedostatak oko istrošenosti obične olovke, tehničke ili pak kemijske olovke i markera, korištenjem digitalne tehnologije u vođenju arheološke dokumentacije pojavio se drugi niz nedostataka takve metode koji zahtijevaju rješenje. Prijenosna računala i tableti zahtijevaju adekvatnu upotrebu i redovito punjenje pripadajućih baterija kako bi se

ostvarilo korištenje bez neželjenih problema, kao na primjer gašenje sustava i gubljenje podataka zbog kratkoga vijeka trajanja baterije. Općenito stanje na terenskom istraživanju ne pogoduje normalnom radu i očuvanju digitalne opreme zbog konstantne zastupljenosti čestica prašine i vrlo niske ili pak vrlo visoke temperature zraka, ovisno o godišnjem dobu tijekom kojeg se provode arheološka istraživanja. Također, nemaju sva istraživanja ili projekti mogućnost nabavljanja takve sofisticiranije opreme zbog visoke tržišne cijene (Roosevelt et al. 2015: 326; Roskams 2001: 171-172).

5.2. Korištenje zračne fotografije u arheologiji

Služenje zračnom fotografijom vuče svoje korijene iz vojnih potreba tijekom Prvog svjetskog rata u svrhu ispitivanja proučavanog teritorija i daljnjeg planiranja ratnih strategija. U današnjem smislu zračnom fotografijom nazivamo one dobivene fotografije uzete iz ptičje perspektive korištenjem meteorološkog balona, rotorne bespilotne letjelice, zrakoplova ili pak korištenjem satelita. Potreba za izradom i dobivanjem zračne fotografije odlučit će o načinu izvođenja cjelokupnog procesa (Lock 2003: 17).

Velika prednost kod korištenja zračne fotografije jest mogućnost uočavanja određenih nepravilnosti i modifikacija u krajoliku te raznih ostataka struktura napravljenih ljudskom rukom, i to na području gdje se ostaci teško uočavaju pokušajem fotografiranja s tla, ili je pak prisutan problem zahtjevne konfiguracije terena ili neprohodne vegetacije. S druge strane, ostaci ljudskog djelovanja koji se nalaze isključivo ispod površine zemlje korištenjem zračne fotografije najbolje će se uočiti u vegetacijskim pokazateljima (tragovi u usjevima) i površinskim pokazateljima (promjene u boji tla). Također, ovakvim se postupkom olakšava izrada tlocrta istraživanoga položaja, koji predstavlja važan dio arheološke dokumentacije, bilo da je riječ o tradicionalnom ručnom crtanju ili pak digitalnoj verziji izrađenoj korištenjem računala i posebnog računalnog programa, kao što je to, na primjer, računalni program AutoCAD. Nadalje, zračna fotografija uvelike pomaže u dokumentiranju, snalaženju i orijentiranju prilikom izvođenja površinskog terenskog pregleda, naravno uz korištenje globalnog pozicijskog sustava, posebice kada je riječ o složenijoj parcelizaciji istraživanog područja (Lock 2003: 14).

Od samog početka korištenja zračne fotografije u arheologiji u prošleme stoljeću, uz sve prednosti koje pruža, pojavili su se i određeni nedostaci takvoga služenja. Prvotne fotografije karakterizirala je crno-bijela izrada i zamućenost te nejasnost fotografija. Razvojem digitalne

tehnologije i uznapredovanjem metoda izvođenja zračnoga fotografiranja uvelike se rješavaju takvi nedostaci, a prilikom analize starijih fotografija nejasnost fotografiranog stanja se rješava upravo digitalizacijom sadržaja i njegovom manipulacijom uz pomoć računala i računalnih programa (Lock 2003: 18).

5.3. Izrada fotogrametrijskih modela kao digitalna metoda dokumentacije

Arheologija se do nedavno oslanjala na izrađene dvodimenzionalne apstraktnosti koje su nastale na osnovi zatečene trodimenzionalne stvarnosti, a upravo uvođenjem digitalne tehnologije zadržava se trodimenzionalnost otkrivenoga elementa prenošenjem zatečene stvarnosti u virtualni oblik (Roosevelt et al. 2015: 326). Drugim riječima rečeno, trodimenzionalnost, odnosno stvarnost određenog artefakta, tradicionalno se ručnim crtanjem prenosila u dvodimenzionalni oblik koji predstavlja crtež tog otkrivenog predmeta izrađenog ljudskom rukom (Kimball 2016: 9). Primjenom fotogrametrije i izrađivanjem fotogrametrijskih trodimenzionalnih modela uvelike je potpomoglo u napredovanju arheološkog dokumentiranja nalazišta te pokretnih i nepokretnih artefakata. Postigla se veća sigurnost vezana uz očuvanje otkrivenoga, ali i efikasnost i brzina potrebna za obavljanje procesa arheološkog dokumentiranja, kada je riječ o nadopuni ili pak zamijeni s crtanom dokumentacijom, te veća preciznost obavljenog posla. Nadalje, omogućeno je prenošenje svakog koraka u iskopavanju putem digitalne tehnologije u virtualni oblik, te ponovna analiza cjelokupnog provedenog tijeka iskopavanja (Howland et al. 2014: 102).

Fotogrametrija predstavlja proces stvaranja takozvanog trodimenzionalnog modela pokretnih i nepokretnih artefakata, arheoloških tvorevina ili cijelih nalazišta, i to na principu obrade i usklađivanja digitalnim fotoaparatom uzetih fotografija. Korištenjem specijaliziranih računalnih programa i detaljnom obradom fotografija stvaraju se precizni mjerni i semantički podaci, što na kraju rezultira stvaranjem trodimenzionalnog modela (Kimball 2016: 8). Dakle, cjelokupni proces obuhvaćen pojmom fotogrametrije podrazumijeva korištenje profesionalne fotografske opreme, računala i potrebnog računalnog programa, kao na primjer što je to često korišteni Agisoft PhotoScan računalni program, te uzimanje dovoljnog broja fotografija pod pogodnim osvjetljenjem i u svakoj omogućenoj i pogodnoj poziciji. Stvoreni trodimenzionalni model predstavlja virtualni oblik pokretnih i nepokretnih artefakata i zatečenih stanja na terenskom istraživanju. Naglasak se stavlja na korištenje prijenosnog računala tijekom terenskog istraživanja kako bi se omogućila potrebna provjera uzetih fotografija u slučaju

nastanka određenih grešaka ili smetnji na fotografijama, i to prije samog nastavka destrukcije nalazišta. Računalni programi, kao što je to Agisoft PhotoScan, rade na principu učitavanja uzetih fotografija i stvaranja takozvanih „x“, „y“ i „z“ koordinata, odnosno točaka, koje na kraju softver pretvara u mrežnu strukturu iz koje će kasnije nastati trodimenzionalni model dokumentiranoga elementa (Howland et al. 2014: 102-103; Kjellman 2012: 19, 34). Uz efikasnost i jednostavnost korištenja računalnog programa Agisoft PhotoScan danas se sve češće izrađuju i visoko kvalitetni i složeniji trodimenzionalni modeli uz pomoć SfM algoritma (eng. *Structure from Motion*) (Vuković, Mađerić 2015: 19). Točno određeni model fotoaparata ili pak tip leće nisu strogo određeni kada je riječ o dokumentiranju elemenata u svrhu izrade fotogrametrijskoga modela. Ipak, s kvalitetnijom i specijaliziranom fotografskom opremom dolaze i fotografije veće rezolucije i kvalitete, što potpomaže nastanku kvalitetnoga trodimenzionalnog modela (Callieri et al. 2011: 4). Zanimljivo je kako su se još tijekom devedesetih godina prošloga stoljeća u izradi trodimenzionalnih modela koristili analogni fotoaparati, prije same pojave i raširenosti digitalne tehnologije kod fotoaparata (Kjellman 2012: 8-9).

Značajno je određivanje i postavljanje takozvanih fototočaka proučavanog elementa ili jedinice, koje se bilježe korištenjem totalne stanice kako bi se dobila georeferenca. Takav postupak uvelike je značajan za krajnje stvaranje fotoskice ili pak georeferenciranog trodimenzionalnog modela (slika 4). Naglasak se stavlja na opreznost prilikom izrade i pozicioniranja fototočki zbog mogućeg nastanka problema vezanog uz njihovu vidljivost pri kasnijoj obradi (Vuković, Mađerić 2015: 17).



Slika 4. Georeferencirani trodimenzionalni model s vidljivim pozicioniranim fototočkama
(prema Vuković, Mađerić 2015: 21)

U brojnim znanstvenim člancima izneseni su savjeti i primjeri kako točno uzimati fotografije za izradu trodimenzionalnog modela i koje doba dana je najpogodnije za provođenje toga postupka. Najvažnija stavka prilikom uzimanja fotografija jest da se sve fotografije moraju preklapati u određenom postotku kako se ne bi naišlo na problem nastajanja takozvanih praznih mjesta u izradi trodimenzionalnog modela (Callieri et al. 2011: 4). Savjetuje se izbjegavanje uzimanja fotografija uz pomoć blica i kada sunce zauzme nisku poziciju na horizontu, odnosno tijekom ranoga jutra i predvečerja, a posebice tijekom najsvjetlijeg doba dana kada je prisutan rizik stvaranja sjene. Osvjetljenje ne predstavlja veliki problem kod izrade trodimenzionalnog modela, ali se loša osvjetljenost lako uočava i stvara poteškoće kod teksture. Preferira se opcija ručnog podešavanja digitalnog fotoaparata prilikom uzimanja fotografija, što znači da je potrebno namjestiti opcije slikanja koje su prilagođene trenutnom vremenskom stanju, dok automatsku opciju karakterizira velika osjetljivost na vremenske uvjete i česta promjena svjetline i izoštravanja. Također, preporuča se korištenje digitalnih fotoaparata sa takozvanim stabilizatorom koji umanjuje utjecaj drhtanja ljudskih ruku kako bi slike bile što oštrije, ili pak korištenje tronošca (Kjellman 2012: 21, 23). Treba spomenuti i problem refleksije koji se ponekad javlja prilikom uzimanja fotografija, a samu refleksiju mogu izazvati manje vodene površine koje se nalaze u relativno maloj blizini dokumentiranoga elementa. Problem refleksije može izazvati i odsjaj vegetacije, bilo da je raslinje mokro od kiše ili rose, ili ako je pak suho, a također sama kretnja prouzročena snagom vjetra daje negativne rezultate kod uzetih

fotografija. Brojni su elementi koji mogu dati negativne rezultate te stoga treba biti vrlo oprezan prilikom fotografiranja (Kjellman 2012: 76).

Veliku prednost kod izrađenog trodimenzionalnog modela predstavlja mogućnost mjerenja određenih elemenata i dijelova unutar korištenoga softvera. Podešavanjem i omogućavanjem mjernoga sustava u računalnom programu i modelu moguće je dobiti mjerni iznos željenih dijelova na vrlo jednostavan i brz način, bez potrebe za pronalaženjem zabilježenih informacija unutar terenskoga dnevnika, što bi onome kome je to potrebno bespotrebno oduzelo vremena prilikom traženja informacija. Ipak, kod ove opcije prisutan je i nedostatak zbog toga što druge osobe koje su željne izvući određene podatke iz modela neće biti u mogućnosti izvršiti tu namjeru ako nemaju instalirani računalni program korišten u izradi trodimenzionalnog modela. No, ovakav problem može se riješiti pretvaranjem izrađenoga modela u PDF format, koji se zatim lagano može prebaciti u program Adobe Acrobat, gdje se mjerenje određenih dijelova modela može izvršiti (Appetecchia 2012: 22-29).

Uz metodu dobivanja fotogrametrijskih trodimenzionalnih modela korištenjem digitalnih fotoaparata ili sofisticiranih pametnih mobitela često se još upotrebljava proces laserskoga skeniranja, koji također rezultira trodimenzionalnim modelom. Dokumentacija ovoga tipa uvelike predstavlja skok u kvaliteti očuvanja i vjerodostojnosti arheološkoga zapisa, a najvažnija prednost je virtualno očuvanje konteksta i otkrivenih nalaza te stvaranje velike baze podataka, koja omogućava manipulaciju tim podacima u svrhu daljnjih proučavanja i stvaranja novih arheoloških interpretacija (Howland et al. 2014: 102-103, 106). Korištenjem laserske tehnologije i putem svjetlosti ili pak rendgenskih zraka ostvaruje se proces mjerenja proučavanog objekta, što rezultira stvaranjem virtualnog trodimenzionalnog modela sačinjenog od gusto raspoređenih točaka ili mreže poligona (Kimball 2016: 9). Fotogrametrija je ipak pokazala veliku prednost nad korištenjem laserskoga skenera, koja se ogleda u brzini obavljenoga posla, učinkovitosti i kvaliteti krajnjega produkta. Nadalje, pokazalo se kako se korištenjem fotogrametrije prouzrokuju manji troškovi, što je izuzetno bitno kod arheoloških istraživanja gdje manjak novčanih sredstava predstavlja prepreku u stvaranju i iznošenju potrebnih odgovora na postavljena znanstvena pitanja. Veliki nedostatak digitalne tehnologije općenito jest vrlo visoka tržišna cijena, koja sve više raste s daljnjim napretkom tehnologije, a problem nastaje njenim konstantnim pokušajem inkorporacije u svaki aspekt arheološkoga istraživanja i dokumentiranja. Još jedna prednost koja čini fotogrametriju pogodnijom opcijom u dokumentiranju jest lakoća obavljanja cjelokupnog procesa. Digitalna kamera predstavlja jedini element nužan za dobivanjem potrebnih fotografija, koje će kasnije biti upotrjebljene u

izradi trodimenzionalnog modela, dok s druge strane korištenje laserskog skenera predstavlja vrlo nezgrapan i zahtjevan proces, s obzirom kako njegovo korištenje zahtjeva i upotrebu teških tronožaca zbog ostvarivanja stabilnosti laserskog skenera kako bi se postiglo što bolje funkcioniranje u svrhu dobivanja kvalitetnih trodimenzionalnih modela (Kimball 2016: 10; Kjellman 2012: 74-75).

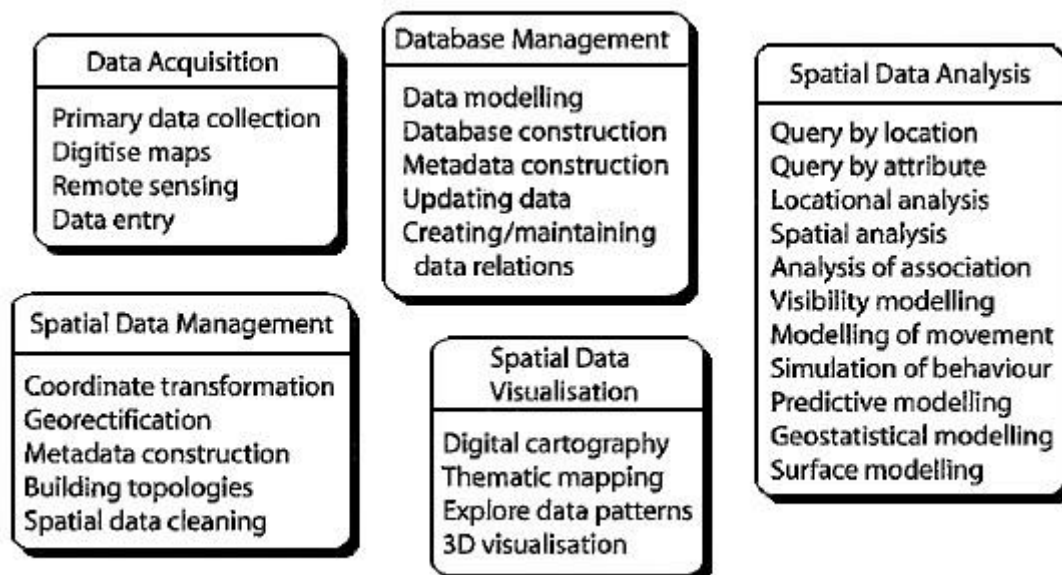
Izrađeni trodimenzionalni modeli redovito se koriste u prezentaciji zaključenih činjenica o obavljenom terenskom istraživanju ili o pojedinim vrstama nalaza znanstvenom krugu i široj javnosti, zatim u muzejskom stalnom postavu te u privremenim muzejskim izložbama, i to s glavnim ciljem pokazivanja točno onakvoga stanja koje su i sami arheolozi zatekli tijekom iskopavanja na određenom nalazištu (Howland et al. 2014: 102-103, 106). Ipak, uz brojne pogodnosti koje pruža korištenje fotogrametrije i izrada trodimenzionalnih modela, prisutni su i određeni nedostaci. Naime, kako bi se dobio kvalitetan trodimenzionalni model, fotogrametrija zahtjeva uzimanje fotografija visoke rezolucije, koje zahtijevaju određeni slobodni prostor koji se mora osigurati za njihovu sigurnu pohranu. Nadalje, treba obratiti veliku pozornost pri korištenju digitalne tehnologije i na pravljenje sigurnosnih kopija jer lako može doći do iznenadnoga gubljenja svih prikupljenih podataka zbog određenih neželjenih okolnosti i neopreznosti, kao što su to na primjer kvar ili pak ljudski faktor kod neadekvatnog korištenja računalne opreme. Vrlo je bitno paziti i na format svih podataka kako bi se osigurala mogućnost korištenja starije dokumentacije budućim istraživačima. Tehnologija napreduje izrazitom brzinom i treba biti oprezan oko svakoga koraka kod njenoga korištenja (Kjellman 2012: 76).

Potrebno je istaknuti kako digitalna metoda, koju predstavlja fotogrametrija, ne može u potpunosti zamijeniti tradicionalnu metodu dokumentiranja, kao što je to, na primjer, ručno crtanje. Trodimenzionalni modeli predstavljaju uistinu jedinstven način očuvanja potrebnih informacija i stvarnosti, ali u kombinaciji s drugim tradicionalnim i digitalnim metodama uvelike pomaže u proširivanju horizonata i saznanja o ljudskoj prošlosti koja sveukupno obuhvaća arheologija kao znanstvena disciplina (Kimball 2016: 10).

5.4. Tehnologija geografskog informacijskog sustava (GIS) kao digitalna metoda dokumentacije

Razvojem metodologije istraživanja i inkorporacijom digitalne tehnologije u arheologiji sve se više teži olakšavanju i povećanju brzine obrade podataka stvorenih na osnovi zaključaka

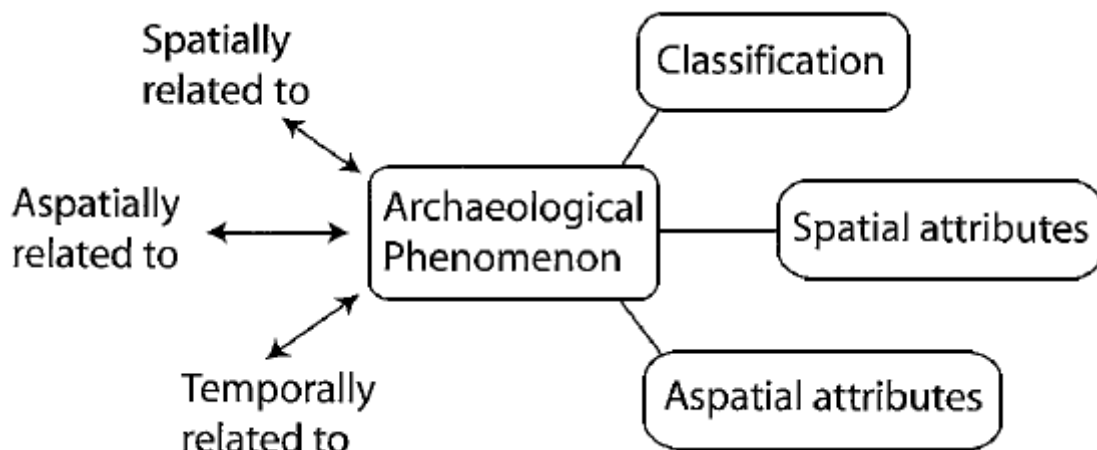
o zatečenom stanju na arheološkom nalazištu. Geografski informacijski sustav, često skraćenicom navedeno GIS, predstavlja sofisticiranu tehnologiju korištenu u svrhu prikupljanja potrebnih geografskih podataka istraživanog područja, njihove kasnije manipulacije i analize, s ciljem krajnje interpretacije i virtualne prezentacije novih saznanja o prostornoj stvarnosti (Wheatley, Gillings 2002: 8). Bez obzira na naglasak riječi „sustav“, koji je sadržan unutar samoga naziva, na geografski informacijski sustav se ipak više gleda kao na sofisticiranu tehnologiju utemeljenu i razvijenu napredovanjima u poljima kartografije, geodezije, računarstva, zatim fotogrametrije i drugih bliskih znanstvenih polja (Gaffney, Stančić 1991: 7). Geografski informacijski sustav uspješno se u arheološkoj znanosti koristi u svrhu dobivanja spacijalne, odnosno prostorne analize pokretnih i/ili nepokretnih artefakata i ekofakata određenog nalazišta ili pak šireg proučavanog područja (slika 5). Sredinom osamdesetih godina prošloga stoljeća geografski informacijski sustav slijedio je prvotno načela i pristup tradicionalne arheologije, a prvi uspjesi ostvareni korištenjem upravo ovog novog sustava u arheologiji odražavali su se u stvaranju takozvanih predvidivih modela izrađenih na osnovi otkrivenih arheoloških dokaza i daljnjih predviđanja stanja na određenom nalazištu ili pak širem području, i to bez potrebe za pokušajem objašnjenja na što točno ti nalazi upućuju (Conolly, Lake 2006: 6; Wheatley, Gillings 2002: 8, 16).



Slika 5. Shematski prikaz glavnih zadataka geografskog informacijskog sustava upotrebljavanog u arheologiji (prema Conolly, Lake 2006: 12).

Proučavani položaji i zabilježena pripadajuća svojstva predstavljaju dva ključna elementa koje geografski informacijski sustav upotrebljava u svrhu opisivanja stvarnoga svijeta te njegovog prenošenja u digitalni oblik. Tu se ističe pojam prostorne stvarnosti, koji označava cjelokupnu pojavu koegzistencije ljudskoga roda i drugih živih organizama u određenom prostoru. Omogućeno je stvaranje konkretnijih zaključaka o društvenoj strukturi određene populacije i ljudskom iskorištavanju i djelovanju na užu i širu okolicu u kojoj je čovjek obitavao u prošlosti (Conolly, Lake 2006: 3; Frachetti 2006: 113; Zubrow 2006: 17). Rekonstrukcija okoliša, posebice onoga iz prapovijesnih razdoblja, oduvijek je stvarala veliki izazov i prepreku prema točnom pogledu načina života ljudi u prošlosti. Takve poteškoće i prepreke se napokon postupno uklanjaju korištenjem sofisticiranog geografskog informacijskog sustava pomoću kojeg se olako mogu izraditi digitalne karte, koje će kasnije poslužiti iščitavanju i dodatnim analizama (Zubrow 2006: 18). Dakle, riječ je o pojednostavljivanju stvarnosti i njenom prenošenju u drugačiji, digitalni medij, gdje će se ostvariti mogućnost virtualnog prikaza modela u obliku karte koji će prezentirati prostornu stvarnost. Tradicionalne dvodimenzionalne karte, koje karakterizira njihova statičnost i nemogućnost izmjene podataka, zamijenile su višedimenzionalne digitalne karte s brojnim mogućnostima, a razlikuju se one topografskog karaktera te tematske karte. Topografske karte prikazuju fizičku površinu određenog proučavanog krajolika, bilo da ju karakterizira prirodni nastanak ili pak onaj uzrokovan djelovanjem čovjeka, dok tematske karte, kako i sam naziv govori, pruža podatke o jednom proučavanom svojstvu, a dodavanjem više svojstava unutar tematske karte nastaju takozvani slojevi koji predstavljaju način prikazivanja prostornih podataka unutar geografskog informacijskog sustava (Conolly, Lake 2006: 16-17; Gaffney, Stančić 1991: 7).

Svi arheološki podaci, odnosno istraživanjem otkriveni nalazi koji upućuju na ljudsko djelovanje u prošlosti, sadržavaju prostornu karakteristiku i prirodu tih otkrivenih objekata. Ovakav način istraživanja i provođenja analiza predstavlja glavnu i vrlo važnu funkciju geografskog informacijskog sustava (slika 6). Ostvaruje se mogućnost udruživanja karakteristika objekata s njihovom prostornom analizom, te se na taj način može detaljno interpretirati stvarna povezanost između karakteristika objekata i lokacija gdje su ti određeni objekti pronađeni (Conolly, Lake 2006: 14).



Slika 6. Shematski prikaz karakteristika i klasifikacije određene arheološke pojave, te prikaz njene moguće povezanosti s drugim arheološkim pojavama (prema Conolly, Lake 2006: 14).

Korištenje sofisticiranih uređaja i novih softvera uvijek pruža određene izazove istražitelju koji pokušava primijeniti u istraživanju mogućnosti koje pruža digitalna tehnologija. Dodatne poteškoće kod korištenja geografskog informacijskog sustava predstavlja činjenica kako se ne radi o samo jednom posebno pripremljenom softveru, već je riječ o kombinaciji i upotrebi nekoliko različitih softverskih tehnologija. No, potreba za proučavanjem brojne stručne literature i za savjetovanjem o adekvatnoj upotrebi geografskog informacijskog sustava u arheologiji se nastoji svesti na što manji stupanj opterećenosti i ovisnosti o drugim stručnjacima. Otvorena je mogućnost korištenja takvog posebno izrađenog sustava i od strane onih istražitelja koji u tom polju nisu specijalizirani te nemaju dostatnu količinu znanja, a to sve učinkovitije rješava prepreke koje priječe razvoju arheoloških istraživanja i teorije. Objavom posebno pripremljene arheološke literature o upotrebi geografskog informacijskog sustava u arheološkoj dokumentaciji smanjuje se stupanj nerazumijevanja koliko zapravo ovakva tehnologija pomaže arheolozima u interpretaciji istraživanoga, te se na taj način ujedno smanjuje učestalost poduzimanja loših odluka prilikom izvođenja neponovljivog eksperimenta (Conolly, Lake 2006: 1; Wheatley, Gillings 2002: 1).

Glavna značajka geografskog informacijskog sustava jest mogućnost prikupljanja velike količine podataka prilikom istraživanja, koji se kasnije digitalno obrađuju, dodatno analiziraju i zatim prezentiraju u svrhu napretka arheološke teorije i prakse (Gaffney, Stančić

1991: 19). Geografski informacijski sustav predstavlja iznimnu digitalnu pomoć u arheološkoj dokumentaciji i prostornoj analizi, no bez obzira na vizualna dostignuća koja ovakav sustav pruža, ponekad produkt njegovog djelovanja može prezentirati i beznačajne sadržaje. Potrebno je dobro poznavati prednosti korištenja ovakvog sustava i u koju svrhu je moguće takvu digitalnu tehnologiju primijeniti kako bi se dobili konkretni odgovori na postavljena pitanja vezana uz razumijevanje općeg djelovanja ljudi u prošlosti (Conolly, Lake 2006: 11).

6. Zaključak

Arheolozi su suočeni s brojnim problemima današnjice kada je riječ o načinu provođenja arheološke dokumentacije tijekom trajanja cjelokupnog procesa arheološkog istraživanja. Prisutne su razne metode dokumentiranja, bilo da su one više tradicionalnog karaktera ili pak digitalnog, a svaku pojedinu metodu karakteriziraju određene prednosti i određeni nedostaci, s kojima se stručnjaci suočavaju svakim novim terenskim istraživanjem. Tijekom suvremenih istraživanja se još uvijek uglavnom koristi kombinacija tradicionalnih i digitalnih metoda, kao reakcija na financijsku ograničenost prilikom poduzimanja istraživanja, koja je prisutna u brojnim zemljama. No, inkorporacijom tradicionalnih i digitalnih metoda dokumentacije pokazalo se kako takav način stvaranja arheološke dokumentacije zapravo predstavlja jedan od najboljih načina provođenja cjelokupne dokumentacije.

Tradicionalne metode dokumentiranja se uglavnom smatraju zastarjelim načinom kojega treba izbjegavati kako bi se ostvarili što bolji rezultati i interpretacija arheološkoga istraživanja. No, s druge strane gledišta, ne trebaju se sve tradicionalne metode zanemarivati jer ipak neke od njih pokazuju izuzetno dobre rezultate, koji se ne mogu postići korištenjem digitalnih metoda u dokumentaciji. Arheologija je postala znanstvenom disciplinom koja je počela dosta ovisiti o upotrebi digitalne tehnologije kako bi se postigli što kvalitetniji rezultati potrebni za razvoj arheološke prakse i teorije. Inkorporacijom i upotrebom digitalne arheologije u arheološkim istraživanjima i dokumentaciji omogućeno je stvaranje novih vrsta podataka prikupljenih i pripremljenih za kasniju analizu. Također, upotreba digitalne tehnologije olakšava cjelokupni proces istraživanja u svim aspektima, odnosno olakšava postupke prikupljanja, upravljanja i kasnije obrade, i to ne samo onih podataka dobivenih korištenjem sofisticirane tehnologije, već i onih podataka nastalih tradicionalnim pristupom dokumentiranja. Jednako tako digitalna tehnologija ostvaruje mogućnost naprednije i kvalitetnije arheološke interpretacije.

Korištenje digitalne tehnologije, posebice korištenje računala, treba sagledavati kao aktivne „agente“ u tijeku istraživanja i kasnije obrade i publikacije prikupljenih podataka i materijala, a ne kao pasivna pomagala, kako se na to gledalo tijekom prijašnje prakse. Naglasak se također stavlja na sjedinjenje digitalne tehnologije i arheološke teorije te njihov zajednički

napredak prema lakšem razjašnjenju nedefiniranih stavki i stvaranju novih još uvijek nepostavljenih pitanja. Također, upotrebom digitalne tehnologije, odnosno upotrebom raznih digitalnih uređaja, a posebice prijenosnih računala, omogućeno je trenutačno obavljanje onoga dijela arheološke dokumentacije na terenskom istraživanju koji je u tradicionalnom smislu bio namijenjen obavljanju tek nakon radnoga dana ili pak nakon cjelokupnog istraživanja.

Negativne komponente koje sveukupno predstavljaju nedostatke tradicionalne i digitalne dokumentacije ne treba zanemarivati i pretpostavljati kako se određeni problemi vjerojatno neće dogoditi. No, treba se uvijek prisjetiti dobro poznatog Murphyjevog zakona koji jasno ukazuje na to kako sve loše stvari koje se iz određenog razloga mogu dogoditi će se zapravo i dogoditi.

7. Popis priloga

Slika 1. Primjer ručno nacrtane kamene alatke iz paleolitičkog razdoblja (prema Steiner 2005: 90).....	15
Slika 2. Primjer tradicionalnog načina fotografiranja istraženog prapovijesnog nalazišta u Belom Manastiru iz 1954. godine (prema Vinski – Gasparini 1954: Tabla V).	16
Slika 3. Korelacija razvoja računala i pripadajućih računalnih programa s razvojem arheološke znanosti i dokumentacije (prema Zubrow 2006: 14).	20
Slika 4. Georeferencirani trodimenzionalni model s vidljivim pozicioniranim fototočkama (prema Vuković, Mađerić 2015: 21)	26
Slika 5. Shematski prikaz glavnih zadataka geografskog informacijskog sustava upotrebljavanog u arheologiji (prema Conolly, Lake 2006: 12).....	29
Slika 6. Shematski prikaz karakteristika i klasifikacije određene arheološke pojave, te prikaz njene moguće povezanosti s drugim arheološkim pojavama (prema Conolly, Lake 2006: 14).	31

8. Literatura

- Appetecchia, A., Brandt, O., Menander, H., Thorén, H., *New methods for documentation and analysis in building archaeology – prestudy*, Swedish National Heritage Board, Stockholm 2012.
- Backhouse, P., Drowning in data? Digital data in a British contracting unit, u: Evans, T. L., Daly, P., *Digital archaeology, Bridging method and theory*, Routledge, New York 2006, 43-49.
- Barker, P. A., *Tehnike arheološkog iskopavanja*, Muzej hrvatskih arheoloških spomenika, Split 2000.
- Bradley, M., Archaeological survey in a digital world, u: Evans, T. L., Daly, P., *Digital archaeology, Bridging method and theory*, Routledge, New York 2006, 29-42.
- Bugar, A., Mašić, B., *Muzej grada Zagreba u službi arheologije*, Muzej grada Zagreba, Zagreb 2013.
- Callieri, M., Dell'Unto, N., Dellepiane, M., Scopigno, R., Soderberg, B., Larsson, L., *Documentation and Interpretation of an Archaeological Excavation: an experience with Dense Stereo Reconstruction tools*, The 12th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST, Pisa 2011.
- Chadwick, A., *Post-Processualism, professionalization and archaeological methodologies, Towards reflective and radical practice*, Archaeological dialogues, Vol. 10, No. 1, Cambridge University Press, Cambridge 2003, 97-117.
- Clarke, G., *The Photograph*, Oxford University Press, New York 1997.
- Conolly, J., Lake, M., *Geographical Information Systems in Archaeology*, Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge University Press, Cambridge 2006.
- Daly, P., Evans, T. L., Introduction: archaeological theory and digital past, u: *Digital archaeology, Bridging method and theory*, Routledge, New York 2006, 2-7.
- Drewett, P. L., *Field Archaeology: An Introduction*, University College London, London 1999.

Earl, G. P., At the edges of the lense, Photography, graphical constructions and cinematography, u: Evans, T. L., Daly, P., *Digital archaeology, Bridging method and theory*, Routledge, New York 2006, 173-188.

Flinders Petrie, W. M., *Methods and Aims in Archaeology*, Macmillan and Co. Limited, London 1904.

Flinders Petrie, W. M., *Ehmasya, 1904*, The Offices of the Egypt Exploration Fund, London 1905.

Frachetti, M., Digital archaeology and the scalar structure of pastoral landscapes, Modeling mobile societies of prehistoric Central Asia, u: Evans, T. L., Daly, P., *Digital archaeology, Bridging method and theory*, Routledge, New York 2006, 113-131.

Gaffney, V., Stančić, Z., *GIS approaches to regional analysis: A case study of the island of Hvar*, Znanstveni institut Filozofske fakultete Ljubljana, Ljubljana 1991.

Harris, E. C., *Principles of archaeological stratigraphy*, Academic Press Limited, London 1989.

Hodder, I., „Always momentary, fluid and flexible“: Towards a reflexive excavation methodology, *Antiquity*, 71, 1997, 691-700.

Howland, M. D., Kuester, F., Levy, T. E., Photogrammetry in the Field: Documenting, Recording, and Presenting Archaeology, u: *Mediterranean Archaeology and Archaometry*, Vol. 14, No 4, Rhodes 2014, 101-108.

Hummler, M., Recording Fieldwork, u: Carver, M., Gaydarska, B., Montón-Subías, S., *Field Archaeology from Around the World, Ideas and Approaches*, Springer International Publishing, Basel 2015.

Kimball, J. J. L., *3D Delineation: A modernisation of drawing methodology for field archaeology*, Access Archaeology Archaeopress, Oxford 2016.

Kjellman, E., *From 2D to 3D: A Photogrammetric Revolution in Archaeology?*, Tromsø 2012.

Lock, G., *Using computers in archaeology, Towards virtual pasts*, Routledge, London 2003.

Lucas, G., *Critical Approaches to Fieldwork, Contemporary and historical archaeological practice*, Routledge, New York 2001.

Lucas, G., *Understanding the Archaeological Record*, Cambridge University Press, Cambridge 2012.

Miloglav, I., Metodologija istraživanja. Pregled dokumentacijskih tehnika na primjeru sonde Z, u: Sanader, M., Tončinić, D., Šimić Kanaet, Z., Ivčević, S., Buljević, Z., Šeparović, T., Miloglav, I., *Tilurium IV. Arheološka istraživanja 2007. – 2010. godine*, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za arheologiju, Zagreb 2017, 59-76.

Roosevelt, C. H., Cobb, P., Moss, E., Olson, B. R., Ünlüsoy, S., *Excavation is Destruction Digitization: Advances in Archaeological Practice*, Journal of Field Archaeology, vol. 40, no. 3, Boston 2015, 325-346.

Roskams, S., *Excavation*, Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge 2001.

Steiner, M., *Approaches to Archaeological Illustration: A Handbook*, Council for British Archaeology, York 2005.

Vinski – Gasparini, K., *Iskapanje prehistorijskog naselja u Belom Manastiru*, Osječki zbornik, Br. V, Osijek 1956, 5-36.

Vuković, M., Mađerić, M., *Dokumentiranje zaštitnih iskopavanja primjenom fotogrametrijskih 3D modela*, Obavijesti HAD-a, XLVII, Zagreb 2015, 15-22.

Warden, R. W., Towards a New Era of Cultural-Heritage Recording and Documentation, *APT Bulletin*, Vol. 40, No. ¾, Springfield 2009, 5-10.

Wheatley, D., Gillings, M., *Spatial Technology and Archaeology, The archaeological applications of GIS*, Taylor & Francis, London 2002.

Wheeler, M., *Archaeology from the Earth*, Clarendon Press, Oxford 1954.

Zubrow, E. B. W., Digital archaeology, A historical context, u: Evans, T. L., Daly, P., *Digital archaeology, Bridging method and theory*, Routledge, New York 2006, 8-26.

Internetske stranice

Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, Arheološka kulturna baština, <https://www.min-kulture.hr/default.aspx?id=1726>, posjet ostvaren 17.10.2019.

Narodne novine, Službeni list Republike Hrvatske, Zakon o potvrđivanju Europske konvencije o zaštiti arheološke baštine iz 1992. godine, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2004_05_4_35.html, posjet ostvaren 22.11.2019.