

Prekrivanje kot možna oblika varovanja arheoloških najdišč *in situ*

Burial-in-Place as a Method of Archaeological Site Protection

© Tamara Leskovar
tamaraleskovar@gmail.com

Izvleček: Prispevek obravnava tehniko prekrivanja kot možno obliko varovanja arheoloških najdišč *in situ*. Nudi osnovni vpogled v problem vplivov okolja ob varovanju arheoloških najdišč *in situ* s prekritjem, v samo tehniko prekrivanja ter v nabor možnih posledic v primeru njene uporabe. Podatki temeljijo na že opravljenih domačih in tujih raziskavah, ki so na kratko tudi opisane. Tako v sklopu mehanskih obremenitev prispevek predstavi raziskave o deformacijah tal in arheoloških najdb ob obremenitvah, brez ali z zaščitnim prekritjem ter empirično primerjavo različnih mehanskih obremenitev istih arheoloških komponent arheološkega najdišča Njegoševa cesta v Ljubljani. V sklopu fizičnih, kemičnih in bioloških procesov predstavi pomen določenih pogojev okolja in njihovih vplivov na različne dele arheološkega najdišča. Na podlagi omenjenih raziskav in zbranih informacij prispevek poda tudi osnovne zahteve pri razmisleku o načrtovanju zaščitnega prekritja.

Ključne besede: arheološka najdišča, varovanje, *in situ*, tehnika prekrivanja, pogoji okolja

Abstract: The article discusses in-place site burial as a means of *in situ* protection of archaeological sites. It offers a general insight into the problem of environmental conditions and their influence on buried archaeological sites. It also presents the technique itself and the wide range of possible consequences in case of its application. The data are based on the already conducted research in Slovenia and abroad, which is also shortly described. Research of ground and archaeological finds' deformations caused by different loads with or without protective embankment is presented, as well as empirical comparison of different amounts of stress applied to the same archaeological components of the archaeological site at Njegoševa cesta, Ljubljana. Dealing with physical, chemical and biological processes, the importance of environmental conditions and their influence on different components of an archaeological site is shown. On the basis of the research conducted and the data collected, the article also outlines the basic requirements for protective embankment planning.

Keywords: archaeological site, *in situ* protection, in-place site burial, environmental conditions

Uvod

V veljavnem Zakonu o varstvu kulturne dediščine (ZVKD-1 2008, 2. člen)¹ so arheološke ostaline (na površju, v zemlji ali v vodi) pomemben del kulturne dediščine in imajo vzgojni, razvojni, simbolni, kulturni in identifikacijski pomen za državo, pokrajine in občine. Ker predstavljajo končne in neobnovljive vire, katerih avtentičnost je zaradi znanstvenega in informacijskega potenciala potrebno zaščititi, se konservatorji pogosto srečujejo z vprašanjem najprimernejših oblik ohranjanja arheoloških ostalin.

V izogib arheološkim izkopavanjem ob prostorskem razvoju in intenzivnih gradbenih aktivnostih, je na področju ohranjanja arheološke dediščine vse večji pritisk v smeri uporabe umetno načrtovanih prekritij kot sredstev zaščite arheoloških najdišč. Zaradi pomanjkanja oprijemljivih argumentov za ali proti taki zaščiti je bila s strani konservatorske stroke posredovana pobuda za raziskavo vplivov tehnike prekritja na arheološke ostaline.

Kot uvod v raziskavo je bil z namenom vpogleda v poznavanje in uporabo prekrivanja kot možne oblike varovanja arheoloških najdišč *in situ* med slovensko arheološko stroko izveden vprašalnik na obravnavano temo. Rezultati vprašalnika so pokazali, da se je večina

vprašanih že srečala s prekritjem kot sredstvom zaščite arheološkega najdišča. Odločitev o uporabi prekritja so sprejeli na podlagi lastnega znanja in izkušenj ter posrednega sklepanja o posledicah, ki jih bodo dodatne obremenitve pustile na arheoloških ostalinah. Poleg tega so vsi vprašani že prisostvovali izkopavanjem arheoloških najdišč, izpostavljenih statičnim in dinamičnim obremenitvam. Na teh najdiščih so kot negativne vplive obremenitev opazili predvsem večjo zbitost plasti in bolj poškodovane najdbe. Sistematično beleženje posledic prekritja na arheološke ostaline ali raziskave o vplivih uporabe tehnike kot oblike varovanja arheoloških najdišč v Sloveniji, do sedaj niso bili izvedeni. Glede na izveden vprašalnik je skladno mnenje, da pomanjkanje podatkov in nepoznavanja natančnih vplivov zaščitnega prekritja na arheološke ostaline *in situ* onemogoča utemeljene odločitve o uporabi tehnike (Leskovar 2012, 31–32).

S strani Fakultete za gradbeništvo in geodezijo so bile v sklopu raziskave opravljene računalniške simulacije deformacij tal v primeru njihove dodatne obtežitve in posledičnem vplivu na v tleh ležeče arheološke ostaline. Na primeru najdišča, ki je več let ležalo delno pod pločnikom in delno pod cesto, je bila izdelana empirična primerjava posledic različnih obremenitev na iste vrste arheoloških ostalin. Poleg tega so bili zbrani v tujini izvedeni preizkusi tehnike prekrivanja arheoloških najdišč in njihovi izsledki.

¹ Zakon o varstvu kulturne dediščine, Uradni list RS, št. 16/2008 in kasnejše spremembe.

Rezultati raziskave so izpostavili problem slabega poznavanja vplivov mehanskih obremenitev, fizičnih, kemičnih in bioloških procesov ter njihovih sprememb na arheološko najdišče pod prekritjem. Za sprejetje, s trdnimi argumenti podprtih odločitev o uporabi tehnike ter za sestavo trajnostnemu ohranjanju arheoloških najdišč primernih postopkov, bi bile tako potrebne dodatne namenske raziskave.

Ohranjanje arheoloških ostalin in situ

Za dolgoročno ohranjanje arheološke dediščine sta izjemno pomembna primerno varovanje in zaščita. V primerih neizogibnih posegov v prostor so bila v preteklosti najpogosteje izvedena zaščitna arheološka izkopavanja. V zadnjih 60-ih letih pa v evropskem okviru opazimo uveljavljanje spoznanja, da je bolj kot zagotovitev izvedbe arheoloških raziskav pomembno storiti vse, da se posegom v arheološka najdišča izognemo (Pirkovič 2012, 5). V Sloveniji je iz usmeritev MEKVAD² (1999) in ZVKD-1 (2008) razvidno, da je ohranjanje dediščine *in situ*, kadar je le-to mogoče, zaželeno, vendar glede na metodo ni natančneje definirano.

Odločitev za ohranjanje arheološkega najdišča *in situ* je odvisna od načrtovanih posegov v prostor in načina njihove izvedbe, od vrste arheoloških ostalin, njihove ohranjenosti in okolja, v katerem se nahajajo (Davis et al. 2004, 3). Glavni problem pri sprejemanju te odločitve je zelo pomanjkljivo poznavanje in razumevanje posledic, ki jih ohranjanje *in situ* lahko pusti na arheološkem najdišču. Zlasti premalo vemo o vplivu mehanskih obremenitev, o fizičnih, kemičnih in bioloških procesih, prisotnih v okolju, o njihovem odzivu na različne okoljske spremembe ter o vplivu teh procesov in njihovih sprememb na arheološke ostaline. Potrebno se je namreč zavedati, da ob ohranjanju arheološke dediščine *in situ*, mehanske obremenitve ter fizični, kemični in biološki procesi lahko povzročijo nepopravljive poškodbe vsebine arheološkega najdišča.

Prekrivanje arheoloških ostalin in situ

Ena od oblik ohranjanja arheološke dediščine *in situ* je njeno prekrivanje. Tehnika temelji na načrtovanem, umetno ustvarjenem nasutju, ki brez predhodne odstranitve katerekoli plasti prekrije tla in arheološko najdišče. S tem

² Zakon o ratifikaciji Evropske konvencije o varstvu arheološke dediščine (spremenjene), Uradni list RS št. 24/1999.

tehnika prekrivanja omogoča celostno ohranjanje arheoloških ostalin tam, kjer so (*in situ*).

Po Bilsbarrowu (2004, 8–9) so glavne smernice za te vrste ohranjanja najdišč:

- vzpostavitev ciljev varovanja glede na pogoje okolja in vrste arheoloških ostalin (na primer preprečevanje erozije, vzdrževanje ali izboljšanje bioloških in kemičnih karakteristik tal, zmanjševanje cikličnih procesov v tleh, kot sta zmrzovanje/taljenje in vlaženje/izsuševanje, zmanjševanje pritiskov na najdišče ...);
- izdelava primerne zaščitne prekritja;
- spremljanje in vzdrževanje pogojev okolja ter stanja ostalin;
- odstranitev prekritja v primeru negativnega vpliva na arheološke ostaline.

Posledice uporabe

Raziskave prekrivanja kot oblike varovanja arheoloških najdišč *in situ* so redke, posledice uporabe tehnike pa slabo poznane. Problematične so predvsem zaradi prekritja spremenjene lastnosti fizičnega okolja, v katerem se najdišče nahaja, ter vpliva teh sprememb na različne vrste arheoloških ostalin in njihovo nadaljnje ohranjanje.

Rezultati raziskav diageneze³ umetno prekritih plasti so pokazali (Gubin 1984, navedeno v Mathewson et al. 1992, 23–25), da prekritje povzroča spremembe v tleh, ki jih prekriva. Spremembe variirajo glede na lastnosti prekritih tal in lastnosti ter dolgotrajnost prekritja, zanje pa je odgovorna vrsta procesov, kot so:

- diagenetski procesi, ki jih povzroča pritisk zgoraj ležečega materiala;
- infiltracija vode in v njej raztopljenih snovi;
- delovanje podzemnih voda;
- premiki v tleh;
- biološka aktivnost v tleh (delovanje organizmov).

Mehanske obremenitve

Na področju prekritja kot oblike varovanja arheoloških ostalin *in situ* so najbolj poznani vplivi mehanskih obremenitev na lastnosti prekritih tal ter na same arheološke ostaline. Mehanske obremenitve namreč povzročajo

³ Fizične, kemične in biološke spremembe sedimenta v času njegove pretvorbe v kamnino (zgoščevanje, obarjanje, cementiranje, rekristalizacija ...).

stiskanja in zgoščevanja plasti, ki direktno poškodujejo arheološke ostaline, posredno pa vplivajo na fizične, kemične in biološke procese v tleh.

Primer: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: Varovanje arheoloških najdišč in situ s prekrivanjem (Avsenik 2012).

V letu 2012 je bila na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo izdelana raziskava »Varovanje arheoloških najdišč *in situ* s prekrivanjem« (Avsenik 2012), namen katere je bil pridobiti osnovne podatke o deformacijah v tleh in posledičnih poškodbah različnih arheoloških ostalin v primeru dodatne obtežitve tal med in po izgradnji prekritja. Z numeričnimi simulacijami so v računalniškem programu *Plaxis* preverjali volumske, vertikalne, horizontalne in strižne deformacije v različnih vrstah temeljnih tal pod različno visokimi zaščitnimi sloji. Kot dve vrsti temeljnih tal so predpostavili glinena in peščena tla. Za obtežitev so upoštevali lastno težo prekritja, obtežbo mini hidravličnega bagra med gradnjo prekritja in obtežbo tovornjaka na že zgrajenem prekritju. Na podlagi predpostavke, da je večina arheoloških najdb v vrhnjih slojih tal, so opazovali deformacije do globine enega metra. Da bi dosegli čim manjše deformacije in posledično čim manjše poškodbe prekritih arheoloških ostalin, so preizkušali različne nasipne materiale ter uporabo geosintetikov.⁴ V raziskavo so vključili tudi materiale, ki običajno sestavljajo arheološke ostaline, in obremenitve, ki jih ti še lahko prenesejo, ne da bi se poškodovali. Kot mejne vrednosti deformacij materialov so upoštevali elastične deformacije, saj so plastične že nepovratne. Predpostavili so, da bodo deformacije arheoloških najdb enake deformacijam temeljnih tal. S primerjavo dobljenih rezultatov so lahko presodili o najprimernejši višini in tipu zaščitnega prekritja, ki bi kar najboljše zaščitilo arheološke ostaline v plasteh pod njimi.

- Rezultati so pokazali, da bodo brez zaščitnega prekritja deformacije v tleh tako velike, da bodo arheološke ostaline poškodovane (Avsenik 2012, 103) v glinenih tleh do 0,5 m globoko;
- v peščenih tleh preko globine 1 m.

Z zaščitnim prekritjem se deformacije in s tem poškodbe arheoloških ostalin v obeh vrstah tal in po celotnem opa-

zovanem metru zmanjšajo.

Na podlagi raziskav lahko povzamemo, da sta uporaba materiala z manjšo prostorninsko težo in uporaba geosintetika najučinkovitejši za varovanje arheoloških najdišč pod prekritjem. Dodatno, glede na temeljna tla, niha višina optimalnega prekritja, in sicer za glinena tla 0,4 m ob uporabi običajnega materiala in 0,8 m ob uporabi materiala z manjšo prostorninsko težo, za peščena pa 0,6 m ob uporabi običajnega materiala in 0,4 m ob uporabi materiala z manjšo prostorninsko težo (Avsenik 2012, 103).

Izračuni deformacij v tleh in poznavanje mejnih deformacij materialov (glej Avsenik 2012, 74, preglednica 33) so omogočili tudi oceno poškodb arheoloških ostalin pod prekritjem. Ob večjih od mejnih vrednosti deformacij bodo (Avsenik 2012, 75):

- v primeru nateznih deformacij najprej poškodovane keramične najdbe;
- v primeru tlačnih deformacij najprej poškodovane kamnite najdbe;
- v primeru strižnih deformacij najprej poškodovane betonske najdbe.

Za *in situ* varovanje pod prekritjem so najbolj problematične najdbe z majhno nosilnostjo v nategu (Avsenik 2012, 124):

- beton;
- kamen;
- keramika;
- porcelan.

V primeru večjih in bolj togih arheoloških ostalin, kot so na primer zidovi in nagrobniki, bo njihova večja togost nasproti okoliškimi tlemi celo zmanjšala deformacije v slednjih, same ostaline pa bodo utpele minimalne in zanemarljive deformacije (Avsenik 2012, 134–146).

V Sloveniji je ohranjanje arheoloških ostalin *in situ* s tehniko prekritja slabo raziskano, zato so pridobljeni podatki zelo pomembni. Kljub temu pa je treba opozoriti na dejstva o omejitvah teh podatkov. Raziskava je obravnavala deformacije tal v primeru le treh različnih obtežitev (teže prekritja, mirujočega mini hidravličnega bagra in mirujočega tovornjaka). Z izjemo enega primera večje toge najdbe (nagrobnik) so bile poškodbe arheoloških najdb obravnave posredno, preko deformacij tal. Poleg tega so bili zanemarjeni drugi vzroki za nastanek

⁴ Geosintetiki so planarni, polimerni (sintetični ali naravni) materiali, ki se uporabljajo v stiku z zemljinami, kamninami ali drugimi geotehničnimi materiali (Splet 1).

mehanskih poškodb kot na primer vibracije med gradnjo prekritja, dinamične obremenitve in prisotnost podtalnice. Prav tako v raziskavo niso vključene kemične in biološke spremembe, vpliv dodatnih obremenitev na najdišče kot celoto ali posledice kasnejše rabe prostora na arheološke ostaline pod zaščitnim prekritjem.

Primer: Iroquis: »Zmanjševanje vplivov težke mehanizacije na zgoščevanje tal pri ohranjanju arheoloških najdišč in situ« (Ardito 1994, 816–820).

Ardito (1994, 816–820) v svojem delu o zmanjševanju posledic obremenitev težke mehanizacije na *in situ* ohranjena arheološka najdišča predstavi projekt izgradnje plinovoda Ontario (Kanada)–Long Island (New York), ki vključuje preizkus tehnike prekritja arheološkega najdišča *in situ*.

Za preizkus sta bili izbrani dve najdišči (199-6-1 in 211-1-1), ki sta bili v tri do štiri mesece trajajoči izgradnji plinovoda zaščiteni s prekritjem. Pred izvedbo preizkusnega prekritja obeh najdišč so bili vzeti vzorci tal, opravljene so bile izmere tlaka, del kulturnih ostalin pa je bil izkopen.

Za prvo in osnovno prekritje najdišč je bil uporabljen geosintetični filter, ki je bil prekrit z 0,6 m debelim prekritjem iz nestisnjene peska, prsti in drobljenega kamena. Po nanosu prekritja so bila izvedena načrtovana gradbena dela, ki so vključevala premike težke mehanizacije po zaščitnem prekritju. V času gradnje je bilo prekrito najdišče nadzorovano, zabeležene so bile spremembe poteka erozije, posledice uporabe težke mehanizacije in posledice vremenskih vplivov. Po zaključenih gradbenih delih je bilo zaščitno prekritje za potrebe raziskave odstranjeno. Ponovno so bili vzeti vzorci tal in opravljene meritve tlaka, izkopen pa je bil tudi preostali del kulturnih ostalin. Izvedene so bile primerjave med meritvami in ostalinami, odvzetimi iz kulturnih plasti pred prekritjem, ter meritvami in ostalinami, izpostavljenimi prekritju ter pritiskom težke mehanizacije (Ardito 1994, 816–818).

Približno 5 % prekritju izpostavljenih kamnitih artefaktov je bilo makro- in mikroskopsko analiziranih, rezultati pa so pokazali minimalne poškodbe njihovih robov. Analize v vzorcih tal pred in po prekritju niso pokazale sprememb v pH vrednostih, vlažnosti ali številu delcev. Primerjava meritve tlaka je pokazala, da so bile generalno gledano plasti enako zgoščene, v določenih primerih celo manj. Do zmanjšanja zgoščenosti je verjetno prišlo zaradi od-

stranitve pritiskov prekritja (Ardito 1994, 819–820).

Izdelane so bile tudi primerjave med ocenjenimi stroški v primeru izkopavanja celotnega najdišča in med stroški tri do štirimesečne zaščite najdišča *in situ* s prekritjem ob gradnji plinovoda (slika 1). V stroških *in situ* zaščite s prekritjem sta zajeti prva in druga faza arheoloških raziskav, celoten postopek izgradnje prekritja, nadzor sprememb v času gradnje ter analize pridobljenih podatkov. V stroških izkopavanja so zajete vse tri faze arheoloških raziskav⁵ (Ardito 1994, 820).

STROŠKI (V TISOČIH \$) ⁶		
NAJDIŠČE	IN SITU ZAŠČITA S PREKRITJEM	IZKOPAVANJE
199-6-1	74	82
211-1-1	104	136

Slika 1. Stroški v primeru izkopavanja oziroma *in situ* zaščite. (po Ardito 1994, 820, preglednica 2).

Figure 1. *In situ* protection or data recovery: cost comparison. (after Ardito 1994, 820, Figure 2).

V dotičnem primeru sta bili obe najdišči ohranjeni in v času gradbenih del relativno nepoškodovani. Z vidika stroškov je bila odločitev za začasno *in situ* varovanje v prvem primeru 9,75 % in v drugem primeru 23,5 % cenejša, kot bi bilo izkopavanje. Relativno majhna razlika v ceni je posledica dejstva, da stroški *in situ* zaščite s prekritjem ne vključujejo le izgradnje prekritja in nadzora v času gradbenih del, temveč so vštet tudi stroški prve in druge faze arheoloških raziskav ter kasnejše analize za potrebe raziskave.

Predstavljena raziskava sicer poda številne nove informacije, vendar je zaradi njene omejenosti potrebno navesti nekaj pripomb. Najprej naj poudarim, da je bil časovni okvir *in situ* zaščite zelo kratek (3–4 meseci), kar

⁵ Faza I: pregled literature in dokumentacije ter terenski pregled; faza II: sondiranje in ocena arheološkega najdišča; faza III: odstranitev izvornih materialnih ostankov in kontekstov ter njihova nadomestitev z dokumentarnim zapisom in interpretacijo v poročilu (Linder, Versaggi 2000, 8–13).

⁶ 1 EUR ≈ 1,3 USD (1. 10. 2012)

pomeni, da rezultati ne dopuščajo predvidevanj stanja ob dolgotrajnem prekritju. S časom bi namreč lahko prišlo do izrazitejših oziroma novih fizičnih, kemičnih in bioloških sprememb, kot na primer do nihanja vlažnosti, pH vrednosti ali do večjega zgoščevanja plasti. Hkrati prikazani stroški zaščite *in situ* veljajo le za omenjeni časovni okvir, ob dolgotrajnejšem ohranjanju pa bi zaradi potrebne nadzora in vzdrževalnih del naraščali.

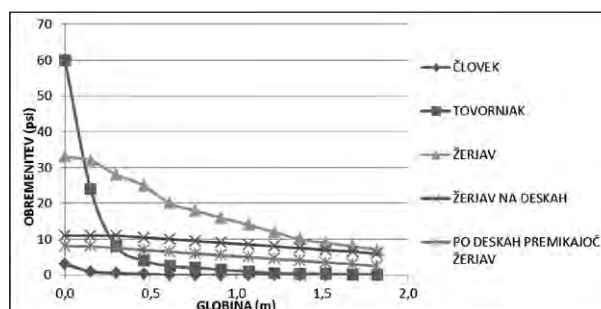
Tudi analize predmetov ne prikazujejo realne slike za vse vrste artefaktov, saj so bili v raziskavo zajeti le manjši kamniti artefakti, ki so bolj odporni kot drugi, krhkejši predmeti. Potrebno je izpostaviti tudi dejstvo, da manjša zgoščenost tal po odstranitvi prekritja ni nujno pozitivna sprememba. Resda so tla po odstranitvi prekritja manj zgoščena in je pritisk na arheološke ostaline zato manjši, a manjša zgoščenost hkrati pomeni dodatna nihanja v pogojih okolja, ki lahko negativno vplivajo na ostaline. Poleg tega nikjer ni zabeležen podatek o zgoščenosti v času obstoja in uporabe prekritja.

Primer: Batelle: »Vpliv polaganja plinovoda na arheološko najdišče Kauffman II« (Olson, Guerrieri, Jones 1988; navedeno v Mathewson et al. 1992, 79–96).

Mathewson, Gonzalez in Eblen (1992, 79–96) v poročilu raziskave »Prekritje kot metoda zaščite arheološkega najdišča«, so predstavili preizkus posledic obremenitve tal na arheološko najdišče Kauffman II v Pensilvaniji. Projekt je ob koncu 80-ih let prejšnjega stoletja izvedla neodvisna raziskovalno razvojna organizacija Battelle iz Ohia, temeljil pa je na računalniški simulaciji, laboratorijskih testih in terenskih preizkusih (Mathewson et al. 1992, 79).

S pomočjo računalniškega programa, ki računa vertikalni pritisk na tla, so ustvarili pet različnih scenarijev obtežitve tal (slika 2), in sicer s težo (Mathewson et al. 1992, 79–81):

- človeka;
- parkiranega tovornjaka;
- žerjava brez dodatnega podstavka;
- žerjava na podstavljenih lesenih ploščah;
- žerjava, premikajočega se po podstavljenih lesenih ploščah.



Slika 2. Obremenitev tal pod različnimi površinskimi obtežitvami⁷. (Vir: Mathewson et al. 1992, 80, sl. 28).

Figure 2. Calculated soil stresses for various surface loading conditions. (Source: Mathewson et al. 1992, 80, fig. 28).

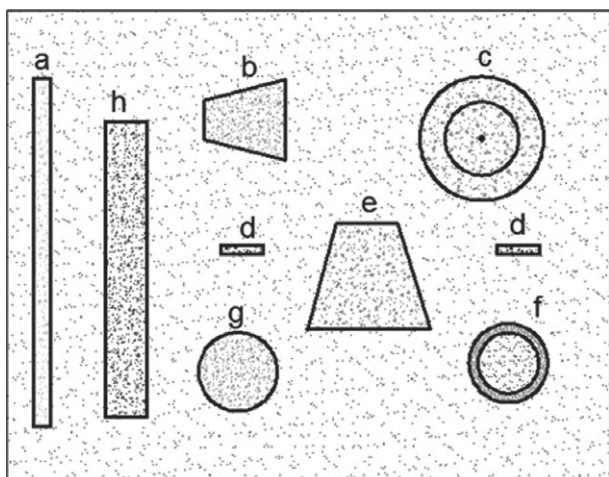
V laboratoriju so keramične predmete in kose oglja postavili v zaboje s peskom in jih obremenili z od 7 psi (48,3 kN/m²) do 30 psi (207 kN/m²). Izkazalo se je, da se fragmenti keramike, debeli približno 5,8 mm, zakopani na globini 0,25 m razlomijo pod obremenitvijo približno 30 psi (207 kN/m²) (Mathewson et al. 1992, 81).

Generalni zaključki (Mathewson et al. 1992, 87):

- keramika tankih sten se razlomi hitreje kot keramika debelih sten (približno 80 % variacij v pritiskih, ki jih prenese keramika, preden se razlomi, je pri izdelavi iz podobnih materialov in z isto tehniko odvisnih od debeline fragmenta);
- keramika, orientirana horizontalno, se pogosteje razlomi kot keramika, orientirana vertikalno;
- nagle obremenitve povzročijo več škode kot postopne;
- keramika v stiku s trdnimi materiali ali drugo keramiko je bolj podvržena poškodbam;
- šibkejši in bolj krhki odlomki oglja se hitreje razlomijo kot močnejši, vendar so bolj upogljivi kot fragmenti keramike.

Na terenu je bilo izkopanih dvanajst jam (1 × 3,6 × 1 m), v katerih so bila z različnimi predmeti v različnih pozicijah ustvarjena umetna arheološka najdišča (slika 3). Predmeti so bili odloženi na globinah 0,3, 0,6 in 0,9 m. V posamezni jami so bili razdeljeni v štiri celice (A, B, C in D), vedno z enako sestavo, le da je bila celotna razporeditev vsakič (štirikrat) obrnjena za 90° (slika 4), (Mathewson et al. 1992, 81–83).

⁷ 1 psi (pounds per square inch) = 6,894 kN/m².



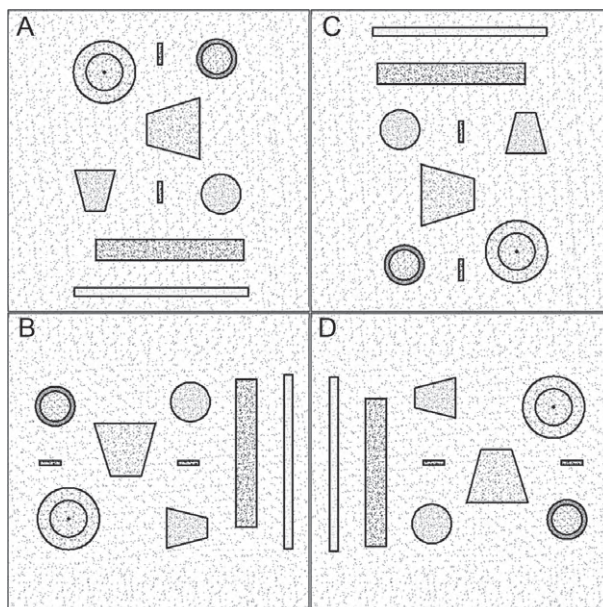
Slika 3. Organizacija testne celice: a - steklena palica; b - na strani ležeč lonček s premerom 10 cm; c - narobe obrnjen lonček s premerom 15 cm; d - kos oglja; e - na strani ležeč lonček s premerom 15 cm; f - lonček s premerom 10 cm, zapolnjen; g - lonček s premerom 10 cm, pokrit s pokrovom; h - kovinski trak (Vir: Mathewson et al. 1992, 85, sl. 31).

Figure 3. Organization of each test cell: a - glass rod; b - 10 cm pot on its side; c - 15 cm pot inverted; d - charcoal stick; e - 15 cm pot on its side; f - 10 cm upright pot filled; g - 10 cm empty upright pot with lid; h - metal strand (Source: Mathewson et al. 1992, 85, Fig. 31).

- Jame so bile ročno zapolnjene s finim peskom oziroma z muljasto glino ter (slika 5) (Mathewson et al. 1992, 83–86): prekrte z 0,9 m nasutja iz peska in kamenja;
- prekrte z 0,45 m nasutja iz peska in kamenja;
- prekrte z 0,15 m debelimi lesenimi deskami;
- puščene brez prekritja.

Čez prve štiri pare jam (jama 1–4) so peljali različno težki stroji (buldožer, tovornjak, avtobus, nakladač, traktor in bager), dvema paroma jam (kontrolna jama) pa so se stroji namerno izognili. Sledila je odstranitev prekritij in ročno izkopavanje vsake testne jame. V laboratoriju so bile izvedene analize, na podlagi katerih so bile podane ocene poškodb predmetov glede na njihovo globino pokopa in orientacijo ter glede na tip in višino prekritja (Mathewson et al. 1992, 86).

Terenski preizkusi so v prvi vrsti pokazali vpliv zaščitnega prekritja na poškodbe artefaktov (slika 6–13), (Mathewson et al. 1992, 87–88):

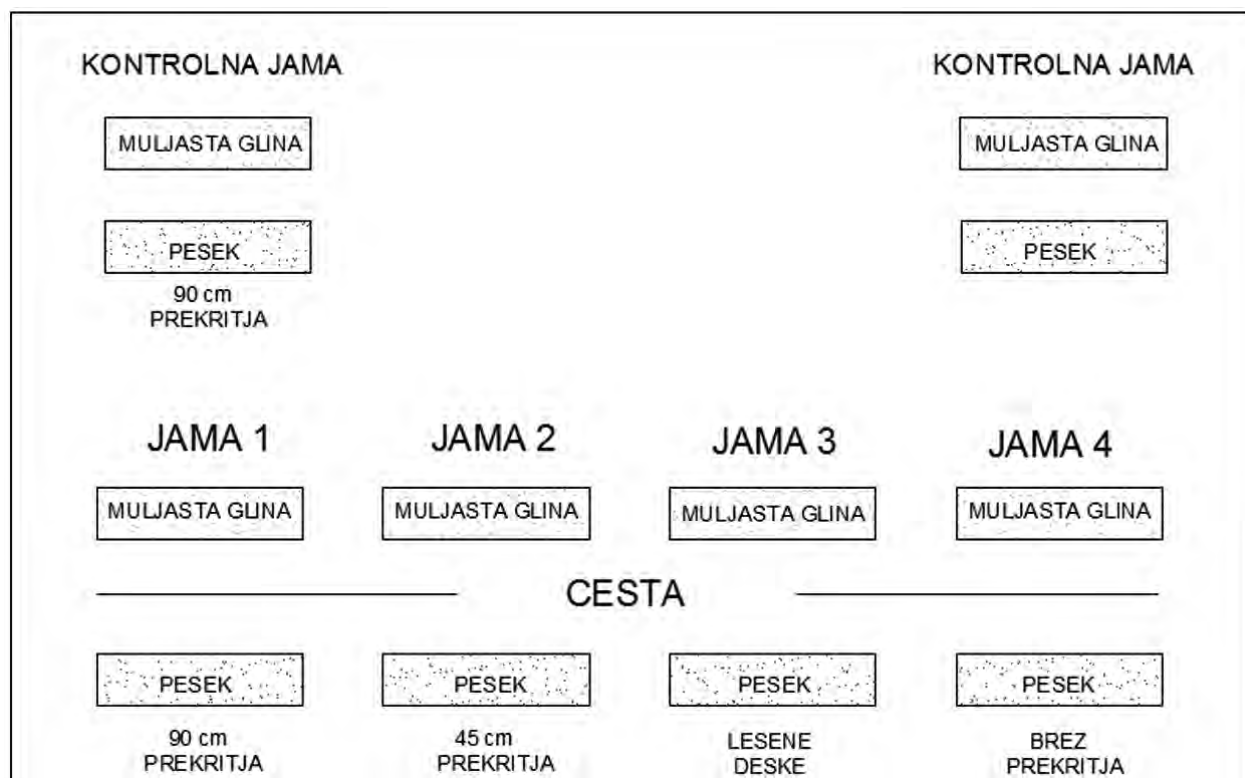


Slika 4. Štiri celice (A, B, C, D) znotraj ene jame. A - 0°; B - 90°; C - 180°; D - 270°. (Vir: Mathewson et al. 1992, 84, sl. 30).

Figure 4. Arrangement of the test artifacts in each trench (A, B, C, D). A - 0°; B - 90°; C - 180°; D - 270°. (Source: Mathewson et al. 1992, 84, Fig. 30).

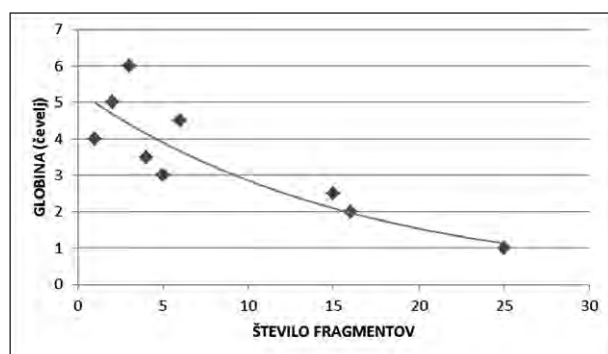
- najbolj poškodovani so bili artefakti v jamah brez zaščitnega prekritja;
- povprečna škoda na artefaktih je bila večja v jamah z 0,45 m visokim zaščitnim prekritjem kot škoda v jamah z 0,9 m visokim zaščitnim prekritjem;
- več poškodb na artefaktih je bilo zaradi izgradnje 0,9 m visokega prekritja, kot zaradi obremenitev z njegovo lastno težo ali zaradi uporabe težke mehanizacije na že zgrajenem prekritju;
- najboljše zaščito artefaktom je nudilo prekritje iz desk, saj je razporedilo obremenitve čez večje območje (predmeti pod polnilom peska, zaščiteni z leseno desko, že na globini 0,6 m niso kazali poškodb).

Izkazalo se je tudi, da so poškodbe testnih artefaktov odvisne od njihove velikosti in orientacije. Na strani ležeč lonček s premerom 15 cm je utrpel več škode kot v isti legi ležeč lonček s premerom 10 cm. Hkrati so bili na stran obrnjeni lončki bolj dovzetni za poškodbe, ker so nosili vso navpično obremenitev.



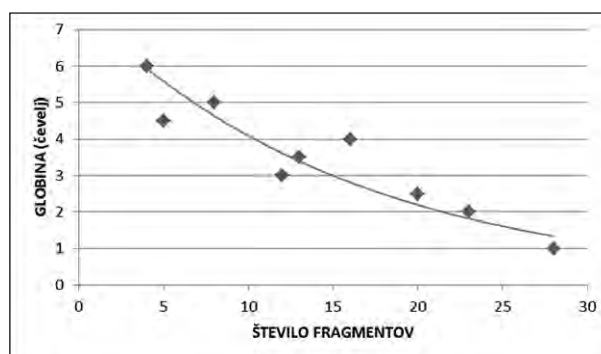
Slika 5. Shematični načrt terenskega preizkusa. (Vir: Mathewson et al. 1992, 82, sl. 29; prevod T. L.).

Figure 5. Schematic map of the field test site. (Source: Mathewson et al. 1992, 82, Fig. 29).



Slika 6. Razmerje med fragmenti artefaktov in globino¹ pokopa v finem pesku. Grafikon prikazuje razlom artefaktov zaradi obremenitev. (Vir: Mathewson et al., 1992, 91, sl. 34).

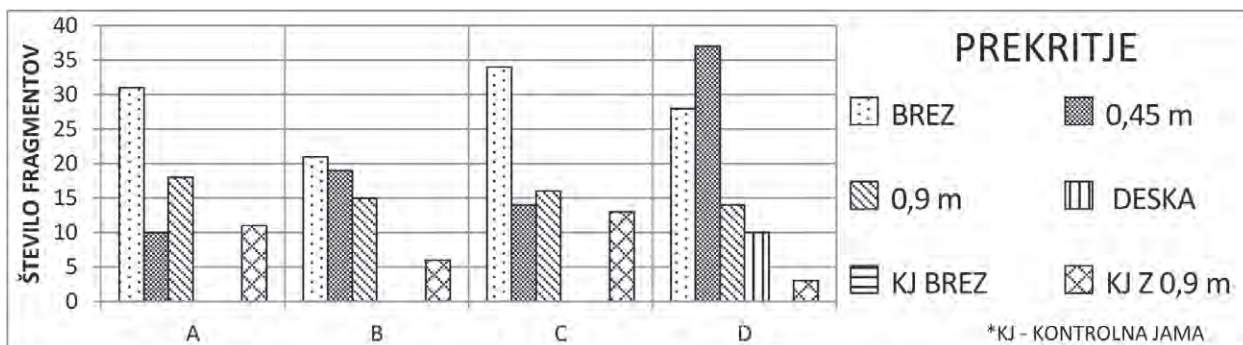
Figure 6. Relationship between artefact breakage and burial depth in a fine sand matrix. Figure shows artefact breakage as a consequence of additional load. (Source: Mathewson et al. 1992, 91, Fig. 34).



Slika 7. Razmerje med fragmenti artefaktov in globino pokopa v muljasti glini. Grafikon prikazuje razlom artefaktov zaradi obremenitev. (Vir: Mathewson et al. 1992, 91, sl. 34).

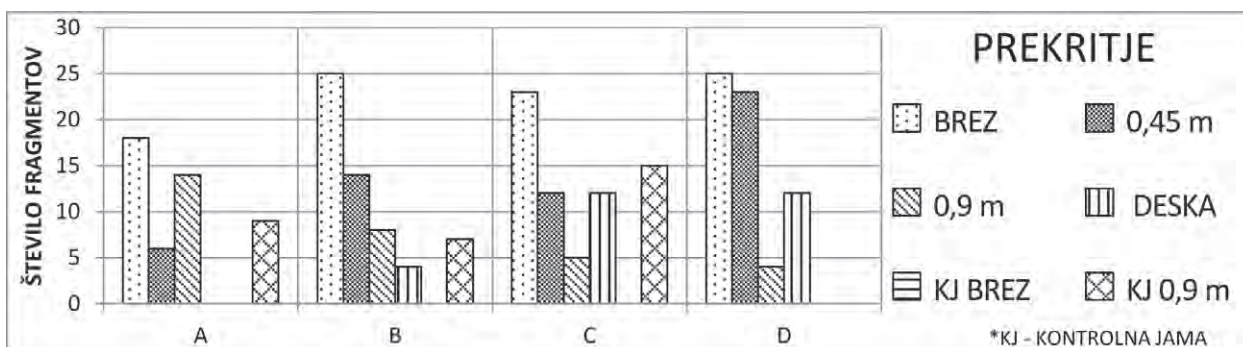
Figure 7. Relationship between artefact breakage and burial depth in a fine silty loam matrix. Figure shows artefact breakage as a consequence of additional load. (Source: Mathewson et al. 1992, 91, Fig. 34).

¹ 1 čevlj = 0,304 m



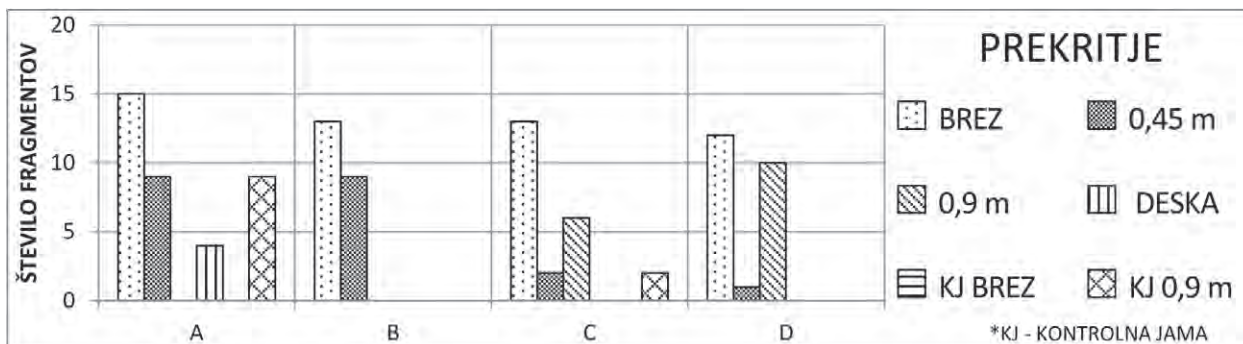
Slika 8. Fragmentiranost keramičnega lončka s premerom 15 cm, zakopanega 0,3 m globoko v muljasti glini.
(Vir: Mathewson et al.1992, 94, sl. 37).

Figure 8. Breakage of each 15 cm pot buried in a silty loam matrix in each test pit at depth of 0,3 m.
(Source: Mathewson et al.1992, 94, Fig. 37).



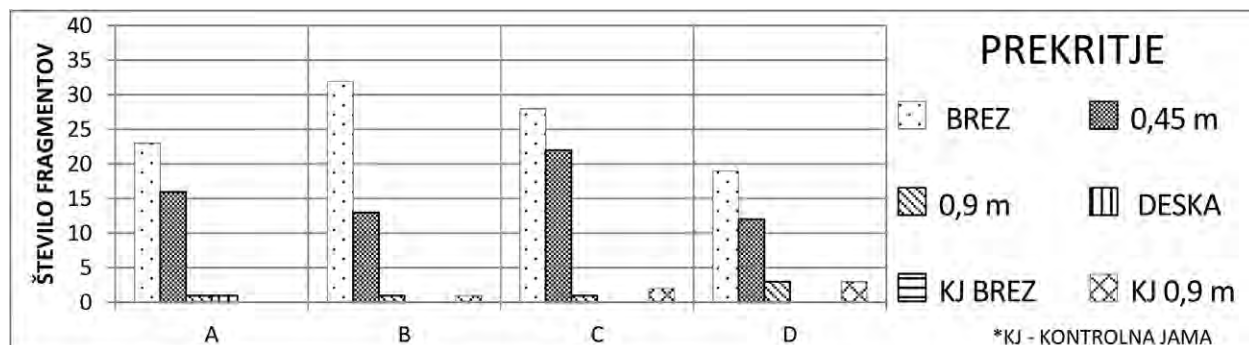
Slika 9. Fragmentiranost keramičnega lončka s premerom 15 cm, zakopanega 0,6 m globoko v muljasti glini.
(Vir: Mathewson et al.1992, 94, sl. 37).

Figure 9. Breakage of each 15 cm pot buried in a silty loam matrix in each test pit at a depth of 0.6m.
(Source: Mathewson et al.1992, 94, Fig. 37).



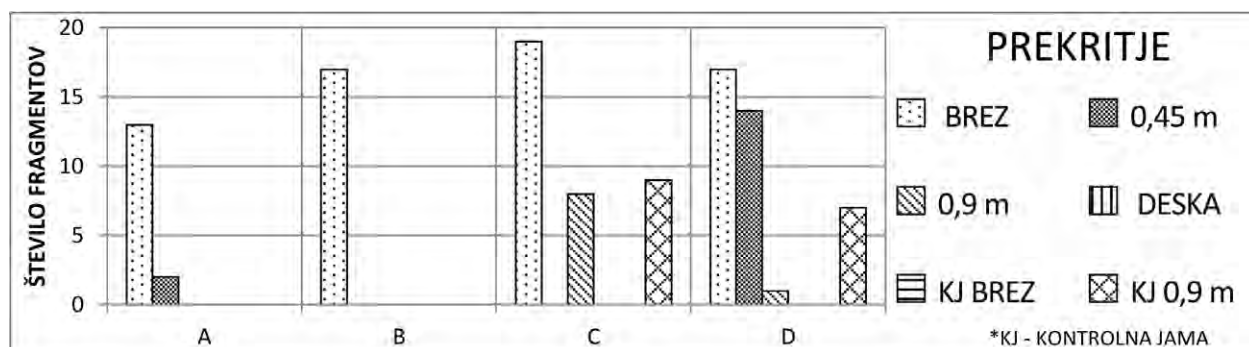
Slika 10. Fragmentiranost keramičnega lončka s premerom 15 cm, zakopanega 0,9 m globoko v muljasti glini.
(Vir: Mathewson et al.1992, 94, sl. 37).

Figure 10. Breakage of each 15 cm pot buried in a silty loam matrix in each test pit at a depth of 0.9 m.
(Source: Mathewson et al.1992, 94, Fig. 37).



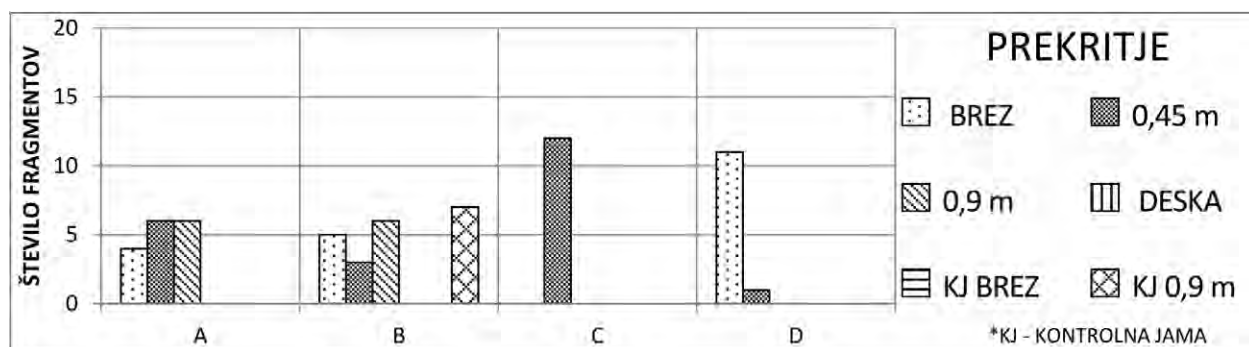
Slika 11. Fragmentiranost keramičnega lončka s premerom 15 cm, zakopanega 0,3 m globoko v finem pesku. (Vir: Mathewson et al.1992, 94, sl. 37).

Figure 11. Breakage of each 15 cm pot buried in a fine sand matrix in each test pit at a depth of 0.3m. (Source: Mathewson et al.1992, 94, Fig. 37).



Slika 12. Fragmentiranost keramičnega lončka s premerom 15 cm, zakopanega 0,6 m globoko v finem pesku. (Vir: Mathewson et al.1992, 94, sl. 37).

Figure 12. Breakage of each 15 cm pot buried in a fine sand matrix in each test pit at a depth of 0.6m. (Source: Mathewson et al.1992, 94, Fig. 37).



Slika 13. Fragmentiranost keramičnega lončka s premerom 15 cm, zakopanega 0,9 m globoko v finem pesku. (Vir: Mathewson et al.1992, 94, sl. 37).

Figure 13. Breakage of each 15 cm pot buried in a fine sand matrix in each test pit at a depth of 0.9m. (Source: Mathewson et al. 1992, 94, Fig. 37).

Slike 8–10 prikazujejo število fragmentov keramičnega lončka s premerom 15 cm, zakopanega v muljasti glini, na globini 0,3 m (slika 8), 0,6 m (slika 9) in 0,9 m (slika 10), v vseh štirih možnih orientacijah (celice A, B, C in D), v primeru brez zaščitnega prekritja, z 0,45 m in 0,9 m zaščitnega prekritja, z 0,15 m debelo zaščitno desko ter v primeru kontrolnih jam. (Vir: Mathewson et al. 1992, 94, sl. 37).

Figures 8–10 show breakage of each 15 cm pot buried in a silty loam matrix in each test pit at various depths. Type of protection is given with different colours, letters refer to test cells within each layer) (Source: Mathewson et al. 1992, 94, Fig. 37).

Slike 11–13 prikazujejo število fragmentov keramičnega lončka s premerom 15 cm, zakopanega v finem pesku, na globini 0,3 m (slika 11), 0,6 m (slika 12) in 0,9 m (slika 13), v vseh štirih možnih orientacijah (celice A, B, C in D), v primeru brez zaščitnega prekritja, z 0,45 m in 0,9 m zaščitnega prekritja, z 0,15 m debelo zaščitno desko ter v primeru kontrolnih jam. (Vir: Mathewson et al. 1992, 95, sl. 37).

Figures 11–13 show breakage of each 15 cm pot buried in a fine sand matrix in each test pit at various depths. Type of protection is given with different colours, letters refer to test cells within each layer. (Source: Mathewson et al. 1992, 95, Fig. 37).

Navpično obrnjeni lončki (pravilno ali nepravilno) pa so prenesli obremenitve na material pod njimi in so bili tako manj poškodovani. Najmanj poškodb so utrpeli navpično postavljeni lončki, zapolnjeni z materialom, ki jih je obdajal. Nasprotno so bili podstavki lončkov v večini primerov poškodovani, saj so zaradi prenosa obremenitev lončkov nad njimi nastale večje razpoke.

Pomembno vlogo pri poškodbah artefaktov ima tudi stisljivost strukture. V povprečju so bili v stisljivo zamuljeno glino zakopani lončki bolj poškodovani kot lončki pod finim peskom, v zamuljeno glino zakopano steklo pa je bilo vsakič bolj poškodovano kot steklo, zakopano v fin pesek.

Velik vpliv na poškodbe artefaktov je imela tudi globina – število poškodb je z večjo globino naglo upadalo (sliki 6, 7). Na primer; steklene palice na manjših globinah in v nezaščiteneh jamah so bile razlomljene tudi na pet kosov, palice zakopane na večjih globinah in pod zaščitnim prekritjem, so bile razlomljene največ na dva kosa ali so ostale nepoškodovane.

Najmanj poškodb so utrpeli vlažni koščki oglja, ki so bili zaradi svoje prožnosti le delno deformirani (Mathewson et al. 1992, 87–88).

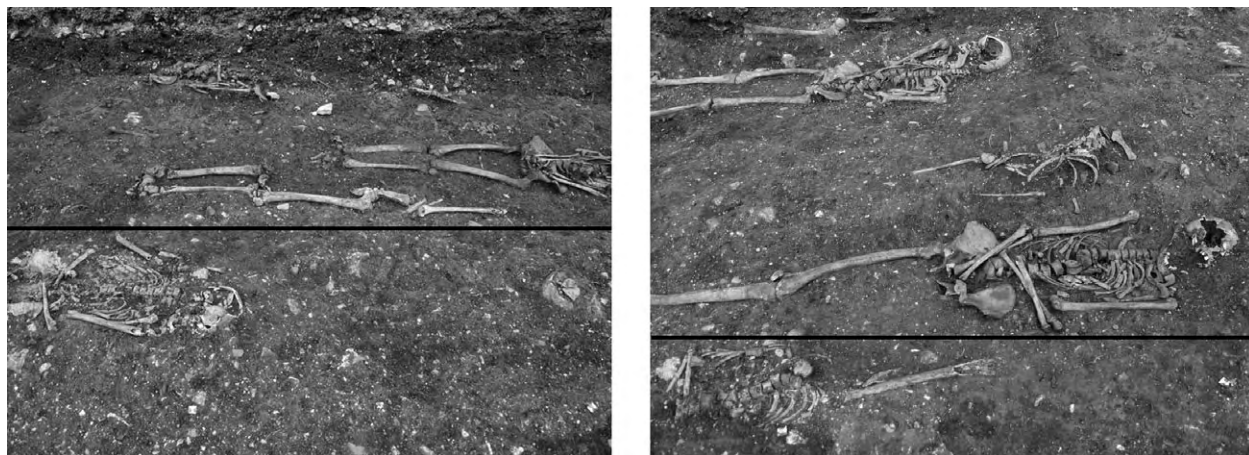
Primer: Muzej in galerije mesta Ljubljane: Izkopavanja Njogoševe ceste.

Od septembra do decembra 2011 so ob Šentpeterski cerkvi na Njogoševi cesti v Ljubljani pred izvedbo gradbenih del ob rekonstrukciji komunalnih vodov potekala zaščitna arheološka izkopavanja. Raziskan je bil del srednjeveškega grobišča iz časa od 9. do 15. stoletja ter del novoveškega grobišča iz časa od 16. do 18. stoletja (Draksler 2011).

Najdišče je ležalo delno pod cesto in delno pod pločnikom, kar omogoča primerjavo vplivov različnih obremenitev na enake arheološke ostaline. Razlike so bile najbolj izrazite v severozahodnem območju izkopnega polja, kjer je čez severni del arheoloških plasti potekalo 0,45–0,5 m debelo nasutje z asfaltno cesto, čez južni del pa 0,15–0,2 m debelo nasutje z asfaltnim pločnikom.

Razlika v ohranjenosti med arheološkimi ostalinami pod pločnikom in arheološkimi ostalinami pod cesto je bila najprej opazna v zbitosti sedimentnih plasti. Plasti pod pločnikom so bile sicer trdne in zgoščene, a odstranljive z uporabo malih strgulj. Plasti pod cesto so bile veliko bolj zbite ter težko odstranljive celo z rovnico ali krampom. V arheoloških plasteh pod pločnikom in cesto so ležali človeški skeletni ostanki in drobni artefakti (svetinjice, križi, rožni venci, jagode, obsenčni obročki ...). Najizrazitejše razlike v ohranjenosti med arheološkimi ostalinami pod pločnikom in arheološkimi ostalinami pod cesto so se kazale v poškodovanosti kosti. V plasteh pod pločnikom so bile kosti dobro ohranjene, določene lobanje so bile še vedno cele, čiščenje in odstranjevanje skeletov pa ni predstavljalo težav. V plasteh pod cesto je bila razlika očitna že na prvi pogled; kosti so bile močno poškodovane in vtisnjene v podlago (slika 14). Čiščenje in odstranjevanje teh skeletov je bilo oteženo, saj so bile kosti razlomljene ali celo zdrobljene ter zlepljene z zbito zemljo, v kateri so ležale.

Drobni artefakti v arheoloških plasteh na prvi pogled niso kazali izrazitih razlik v poškodovanosti. Opozoriti je potrebno, da so bili predmeti premajhni, da bi lahko zgolj s prostim očesom opredelili razlike v njihovi ohranjenosti. Za primerno oceno vplivov različnih obremenitev na poškodbe drobnih artefaktov bi bile potrebne natančnejše (laboratorijske) analize.



Slika 14. Primerjava ohranjenosti skeletov pod cesto in pod pločnikom. Črta predstavlja mejo med pločnikom (nad črto) in cesto (pod črto) (Foto: M. Lukić, 2011).

Figure 14. Comparison between the state of preservation of skeletons under the road and under the pavement. The line represents the border between the pavement (above) and the road (below) (Photo: M. Lukić, 2011).

Razlike med ohranjenostjo arheoloških ostalin pod cesto in pločnikom so v prvi vrsti posledica priprav za izgradnjo ter same izgradnje ceste oziroma pločnika (tamponi, izravnave, utrjevanja, asfaltiranje, uporaba težke mehanizacije ipd.). Glede na vrsto kasnejše uporabe lahko sklepamo, da je bil že med pripravami in izgradnjo del tal, namenjen cesti, podvržen večjim obremenitvam kot del tal, namenjen pločniku. Pomemben dejavnik pri vzrokih za razlike v ohranjenosti arheoloških ostalin je tudi uporaba ceste oziroma pločnika. Cesta je bila zaradi vseh prevoznih sredstev veliko bolj obtežena kot pločnik, namenjen pešcem. Posledično so tla pod cesto bolj zgoščena in arheološke ostaline močnejše poškodovane kot enaka tla oziroma enake vrste arheoloških ostalin pod pločnikom.

Fizični, kemični in biološki procesi

Fizični, kemični in biološki procesi v tleh ter njihovi vplivi na s prekritjem zaščitena arheološka najdišča *in situ* so slabo raziskani in razumljeni. Znano je, da imajo največji vpliv na s prekritjem zaščitene arheološke ostaline fizični procesi. Le-ti so odgovorni za spremembe v ciklih zmrzovanja in taljenja, v količini vode ter v topografiji. Omenjene spremembe lahko vplivajo na primer na premikanje in lomljenje artefaktov, na njihov pospešen propad ter na vodno drenažo in erozijo. Z vidika

kemičnih procesov prekritje vpliva na vrsto sprememb v lastnostih tal, kot so pH vrednosti, količina prisotnega kisika ter koncentracije soli. Vse te spremembe lahko močno ogrozijo nadaljnje ohranjanje arheoloških ostalin. Če spremembe v lastnostih tal ugodno vplivajo na delovanje in število organizmov, je propad ostalin lahko še dodatno pospešen (Mathewson et al. 1992, 23–25).

Primer: Ameriška vojaško inženirska eksperimentalna postaja plovnih poti Vicksburg⁸: »Interdisciplinarna delavnica na temo fizičnih, kemičnih in bioloških procesov in njihovih vplivov na arheološka najdišča« (Mathewson 1989; navedeno v Mathewson et al. 1992, 79–96).

Na podlagi interdisciplinarne delavnice na temo fizičnih, kemičnih in bioloških procesov ter njihovih vplivov na arheološka najdišča (Mathewson 1989)⁹ je bila izbrana skupina okoljskih pogojev¹⁰, aktivnih na arheološkem najdišču (slika 15):

Pri varovanju arheološkega najdišča *in situ* s prekritjem

⁸ U.S. Army of Engineer Waterways Experiment Station Vicksburg, Mississippi.

⁹ Poročilo raziskave mi ni bilo direktno dostopno, se pa nanjo sklicujejo kasnejše raziskave prekrivanja arheoloških najdišč, na primer Mathewson, Gonzalez, Eblen (1992, 66–78, 97–101) ter Nickens (2001, 387–389).

¹⁰ Pogoji okolja so razvrščeni od za arheološke ostaline najmanj do najbolj pomembnega.

POGOJI	KOMPONENTE ARHEOLOŠKEGA NAJDIŠČA												
	KOSTI	ŠKOLJKE	RASTLINE	OGLEJE	FINOZRNATA KAMENA ORODJA	GROBOZRNATA KAMENA ORODJA	KERAMIKA	SEDIMENTNE PLASTI	LASTNOSTI TAL	KOVINE	KONTEKST	VSEBNOST IZOTOPOV	TOPOGRAFIJA
SUHI	E	E	E	E	N	E	N	N	N	E	N	E	N
TALJENJE	N	N	N	N	N	A	N	N	A	N	A	A	N
BAZIČNI	E	E	A	N	N	E	N	N	A	A	N	N	N
PREMIKI	N	N	N	A	N	N	N	A	A	N	A	N	A
MIKROORGANIZMI	A	N	A	A	N	N	N	N	N	A	A	A	N
KISLI	A	A	E	N	N	A	N	N	A	A	N	A	N
VLAŽNI ANAEROBNI	E	E	E	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A
ZMRZOVANJE	A	A	A	A	N	A	A	N	E	N	A	E	N
MAKROORGANIZMI	A	A	A	A	N	A	N	A	A	N	A	N	N
ZGOŠČEVANJE	A	A	A	A	N	N	A	A	A	N	A	N	A
VLAŽNI AEROBNI	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	N	A	N
VLAŽNI – SUHI	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A
ZMRZOVANJE – TALJENJE	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A

Slika 15. Fizične, kemične in biološke spremembe na arheoloških komponentah v primeru ohranjanja najdišča *in situ*. A – propad je pospešen; E – propad je upočasnen; N – ni spremembe. (Mathewson et al. 1992, 11, sl. 1; prevod T. L.)

Figure 15. Logic-based matrix showing the post-burial effect of physical, chemical, and biological processes on select archaeological components. A – accelerates decay; E – enhances preservation; N – neutral or no effect. (Mathewson et al. 1992, 11, Fig. 1).

se ne da izogniti poškodbam ali izgubi določenih ostalin, zato da bi lahko ohranili preostale. Lastnosti posameznih komponent najdišča se namreč med seboj preveč razlikujejo. Iz slike 15 je na primer razvidno, da poškodbe in izgube naraščajo z višanjem vlažnosti, da z vzpostavitvijo neprekinjeno vlažnega in aerobnega okolja najhitreje propadajo organski ostanki, da so ob umetno ustvarjenem bazičnem okolju bolje ohranjene kosti, školjke in grobozrnata kamena orodja, medtem ko so močno poškodovani ali izgubljeni rastlinski materiali in kovinski artefakti. Kaj bo poškodovano ali izgubljeno in kaj zaščiteno, je torej močno odvisno od okolja in vrste ostalin.

Načrtovanje zaščitnega prekritja

Mehanske obremenitve tal ter fizični, kemični in biološki procesi v tleh močno vplivajo na možnosti ohranjanja arheološkega najdišča *in situ*. Za oceno teh možnosti so v prvi fazi potrebne predhodne arheološke in pedološke raziskave določenega arheološkega najdišča in okolja, v katerem se le-to nahaja (časovni in kulturni okvir najdišča, tip prisotnih arheoloških ostalin in njihova stopnja ohranjenosti, analize fizičnih, kemičnih in bioloških lastnosti arheoloških ostalin ter okolja, v katerem se ostaline nahajajo). Pridobljeni rezultati omogočijo oceno ohranjanja arheoloških ostalin v danih pogojih skozi čas ter sklepanje, kako in koliko bodo te ostaline prizadete v

primeru umetnega prekritja. V oceno možnosti ohranjanja arheološkega najdišča *in situ* s prekritjem je, poleg trenutnih pogojev okolja in stanja arheoloških ostalin, potrebno vključiti tudi podatke o materialu, uporabljenem za prekritje in način izgradnje prekritja. Kemična in organska sestava, teža in debelina ter tehnologija izgradnje prekritja namreč dodatno vplivajo na spodaj ležeča tla (Mathewson et al. 1992, 100–101).

S poznavanjem optimalnih pogojev za ohranjanje določene vrste ostalin ter glede na lastnosti tal, v katerih se te ostaline nahajajo, je možno oblikovati zaščitno prekritje, primerno tako želenim posegom v prostor kot zahtevam za nemoteno ohranjanje arheološkega najdišča. Teoretično je s pomočjo optimalno zasnovanega prekritja možno pogoje ohranjanja celo izboljšati. Prekritje namreč lahko uravnesi pH vrednosti tal in delno omeji procese, kot so nihanje mokrih in suhih pogojev, zmrzovanje in taljenje, erozija in preperevanje. Če načrtovano varovanje zagotovi zelene pogoje za ohranjanje najdišča in je hkrati ekonomsko sprejemljivo, je vredno razmisliti o njegovi izvedbi (Mathewson et al. 1992, 100–101).

Zaključek

V današnjem času so intenzivne gradbene aktivnosti del našega vsakdana, spremembe, ki jih povzročajo, pa lahko močno ogrozijo arheološko dediščino. Ker tovrstnega razvoja ne moremo ustaviti, moramo izboljšati razumevanje njegovih vplivov na okolje in s tem povečati možnosti dolgoročnega ohranjanja arheoloških ostalin.

Ena od možnosti blaženja vplivov prostorskega razvoja na arheološko dediščino je njeno prekrivanje. Le-to omogoči ohranjanje arheoloških najdišč tam, kjer so (*in situ*), vzporedno s prostorskim razvojem. Tehnika je relativno redko uporabljena, saj so zaradi tipa ostalin, njihove lege, lastnosti okolja, nadaljnjih posegov v prostor ipd., številna najdišča neprimerna za to vrsto varovanja. Poleg tega so ob dolgotrajni uporabi tehnike tudi stroški vzdrževanja zaščitnega prekritja in pogojev v tleh lahko zelo visoki (Bilsbarrow 2004, 1). Dodaten problem predstavlja nezadostno poznavanje vplivov prekritja na pod njim ležeče arheološke ostaline in omejen ali nemogoč dostop do prekritega najdišča (Mathewson et al. 1992, 22).

Zaradi velikega števila spremenljivk ob prekrivanju kot obliki varovanja arheoloških najdišč in skromnega poznavanja vplivov teh spremenljivk na arheološke ostaline enoznačni odgovori o primernosti tehnike še niso možni.

Za morebitno vključitev tovrstnega varovanja med standardne rešitve v sklopu varstva arheološke dediščine bi bile potrebne nadaljnje raziskave dolgoročnih učinkov prekritja na spodaj ležeče arheološke ostaline. Le s tem bi zagotovili izbiro, trajnostnemu ohranjanju arheološke dediščine primernih postopkov.

Burial-in-Place as a Method of Archaeological Site Protection

(Summary)

The objective of archaeological site protection is to maintain balance between systematic data collection and, when possible, long-term *in situ* preservation. The latter reduces the need for archaeological excavation and maintains the integrity of archaeological deposits, which can therefore become objects of later research. Ageing and degradation of archaeological sites is inevitable and full, long-term *in situ* preservation of archaeological sites is impossible; what can be done, on the other hand, is to alleviate and slow down the processes of decay.

Burial as a method of archaeological site protection has been proposed as an alternative to archaeological excavations. Due to a shorter time frame of protective embankment establishment and presumably lower costs compared to excavations, it seems an advantageous solution at first glance. However, the consequences of mechanical stress and physical, chemical and biological processes in the ground that can be altered because of the newly installed protective embankment have to be taken into the consideration.

Most research of archaeological site burial focused on the effects of additional loads applied to the ground and archaeological deposits. This included the Slovenian research carried out at the Faculty of Civil and Geodetic Engineering (Aysenik 2012). Computer-based simulation illustrated how additional mechanical stress on the ground without protective embankment would damage archaeological deposits in silty and sandy ground. Further simulation showed that, with appropriate protective embankment, deformation could be reduced, rate of reduction depending on the height and material of protective embankment and on the position and depth of archaeological deposits.

Even though research offers useful new information, its limitation has to be pointed out. Simulations were limited to basic mechanical stress (static weight-load on the ground) and did not include additional stress such as vibrations during construction, later use of space (roads, buildings and so forth) or the presence of groundwater.

Some of the earliest research on mechanical stress and its consequences on *in situ* archaeological deposits were made in the United States (Olson et al. 1988; Ardito 1994). Results showed that ground compaction causes most damage to organic artefacts. The amount of damage to organic or any other archaeological deposit depends on its burial depth, orientation and position, stratigraphy,

ground compressibility and on the protective embankment characteristics (Figures 6–13).

Additional load effects on archaeological remains were observed on the archaeological site at Njogoševa cesta in Ljubljana (Leskovar 2012). Comparisons between the damage to archaeological remains caused by the weight-load under the road and the weight-load under the pavement were made. The difference in the characteristics of the archaeological deposits and bone damage was obvious. The earth under the road was more compressed and bones much more damaged as earth and bones under the pavement (Figures 14).

Far less is known about environmental factors and their influences on *in situ* protected archaeological sites. American research (Mathewson 1989; Mathewson et al. 1992, 79–96) enabled a formulation of the Mathewson matrix (Figure 15), which clearly points out that we cannot protect all the different components of one site altogether because they vary too much. The matrix also shows that, for *in situ* protected archaeological deposits, fluctuations of environmental conditions (wet – dry, freeze – thaw) are the most dangerous and that pH and moisture are very important factors.

Environmental processes and their changes can either positively affect archaeological remains or accelerate their decay. The main problems are the different characteristics of archaeological remains and their reactions to environmental changes. From that point of view, environmental processes and their changes can cause more damage to archaeological remains than archaeological excavations, because they do not allow a systematic collection of archaeological data and an appropriate removal of archaeological deposits.

Moreover, the spatial development of areas with buried archaeological deposits is limited because later development should not disturb the ground and because continuous monitoring of ground processes and their influence on buried archaeological site is required.

Above all stands the fact that this is a very complex form of *in situ* archaeological site protection and that the consequences of in-place burial of archaeological site depend on a large number of variables that have not been fully researched. Conclusive answers are thus not yet available and further research of burial as a long-term *in situ* archaeological site protection is required.

Literatura

- ARDITO, A. 1994, Reducing the Effects of Heavy Equipment Compaction Through In Situ Archaeological Site Preservation. – *Antiquity* 68, 816–820.
- AVSENIK, L. 2012, *Varovanja arheoloških najdišč in situ s prekrivanjem*. Diplomsko delo. Oddelek za gradbeništvo, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani (neobjavljeno).
- BILSBARROW, M. H. 2004, *SHPO Position on Burial-in-Place Treatment for Archaeological Sites*. State Historic Preservation Office Guidance Point 4. Arizona.
- DAVIS, M. J., K. L. A. GDANIEC., M. BRICE, L. WHITE 2004, *Mitigation of construction impact on archaeological remains: 1*. London.
- DRAKSLER, M. 2011, *Tisočletno grobišče ob cerkvi Sv. Petra v Ljubljani*: <http://www.arheologijaljubljane.si/2011/tisocletno-grobisce/> (dostop 5. 4. 2012).
- GARFINKEL, A. P., B. L. LISTER, A. BOOST 1983, *Effects of High Embankment Construction on Archaeological Materials*. State of California, Department of Transportation, Construction Division: <http://trid.trb.org/view.aspx?id=194105> (dostop 10. 6. 2012).
- GUBIN, S. V. 1984, Diagenesis of Dry Steppe Soils Buried Under Artificial Mounds. – *Soviet Soil Science* 16/3, 27–35.
- JONES, L. K. 2007, *Caring for archaeological sites. Practical guidelines for protecting and managing archaeological sites in New Zealand*. Wellington.
- LESKOVAR, T. 2012, *Prekrivanje kot možna oblika varovanja arheoloških najdišč in situ*. Diplomsko delo. Oddelek za arheologijo, Univerza v Ljubljani (neobjavljeno).
- LINDNER, C., N. VERSAGGI 2000, *Cultural Resource Standards. Guidance for understanding and applying the New York State standards for cultural resource investigations*. New York: <http://nyarchaeology.org/mainpages/about/documents/nyachandbook.pdf> (dostop 13. 6. 2012)
- MATTHEWS, W., C. A. I. FRENCH, T. LAWRENCE, D. F. CUTLER, M. K. JONES 1997, Microstratigraphic Traces of Site Formation Processes and Human Activities. – *World Archaeology* 29/2, 281–308.
- MATHEWSON, C. 1989, *Introduction to the Workshop and the Concept of a Site Decay Model. An Interdisciplinary Workshop on the Physical-Chemical-Biological Processes Affecting Archaeological Sites to Develop an Archaeological Site Decay Model*. Technical Report EL-89-1. Vicksburg, Mississippi.
- MATHEWSON, C., T. GONZALEZ, J. S. EBLEN 1992, *Burial as a method of Archaeological site protection*. Contract Report EL-92-1. Vicksburg, Mississippi.
- MEKVAD 1999, *Zakon o ratifikaciji Evropske konvencije o varstvu arheološke dediščine (spremenjene)*, Uradni list RS št. 24/1999, 184–190: <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlmpid=199921> (dostop 25. 3. 2012).
- NICKENS, P. R. 2001, Technologies for In-Place Protection and Long-Term Conservation of Archaeological Sites. – *Archives and Museum Informatics* 13, 383–405.
- OLSON, J. R., D. A. GUERRIERI, D. J. JONES 1988, *The Impact of Pipe-Laying Operations on the Kauffman II Archaeological Site* (neobjavljeno poročilo, hrani Texas Eastern Gas Pipeline Company, Battelle, Columbus DiVision).
- PIRKOVIČ, J. 2012, *Arheološko konservatorstvo in varstvo nepremične kulturne dediščine. Učbenik za predmet Arheologija za javnost*. Ljubljana.
- ZVKD-1 2008: *Zakon o varstvu kulturne dediščine*, Uradni list RS št. 16/2008, 1121– 1145: <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200816&stevilka=485> (dostop 25. 3. 2012).

Spletni vir

- Splet 1 / Web 1: http://www.ravago.si/docs/geosintetiki_ali_jih_znamo_pravilno_uporabljati.pdf (dostop 15. 10. 2012).