

# *Uporaba virtualnih in 3D okolij kot interpretativnega orodja: primer t. i. Herkulovega svetišča na Miklavškem hribu v Celju*

## *The Use of Virtual Environments as an Interpretative Tool: the Example of the Temple of Hercules at Celje, Slovenia*

© Maja Jerala

Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Center za preventivno arheologijo, maja.jerala@cpa-rs.si

**Izvleček:** Tekom zadnjih desetletij se digitalna orodja vse bolj pogosto uporabljajo tudi za potrebe predstavljanja kulturne dediščine, še posebej za 3D rekonstrukcije in prezentacije spomenikov. Da bi ruševine t. i. Herkulovega svetišča na Miklavškem hribu v Celju lahko na podlagi ohranjenih ostalin in sledov na njih ustrezno interpretirali, je potreben pregled ustreznosti uporabe 3D okolij.

**Ključne besede:** 3D, virtualna okolja, digitalna arheologija, virtualna dediščina, skeniranje, modeliranje, rekonstrukcija, vizualizacije, digitalna orodja, Herkulovo svetišče, Celje / *Celeia*, Miklavški hrib, arhitektura, arhitektonski členi

**Abstract:** In recent decades, digital tools have become more and more frequently used in the presentations of cultural heritage, especially for 3D reconstructions and presentations of architecture. A review of the 3D environments is presented here with a particular aim of being used on the so-called Temple of Hercules at Celje, the reconstruction of which is based on the preserved architectural remains and their constructive elements.

**Keywords:** 3D, virtual environments, digital archaeology, virtual heritage, scanning, modelling, reconstruction, visualisation, digital tools, Temple of Hercules, Celje / *Celeia*, Miklavški hrib, architecture, architectural elements

### *Uvod*

Kljub temu da se tekom zadnjih desetletij digitalna orodja vse bolj pogosto uporabljajo za potrebe predstavljanja kulturne dediščine, je njihova raba še vedno osredotočena na 3D rekonstrukcije in prezentacije spomenikov. V zadnjem času pa se projekti virtualizacije dediščine že osredotočajo na nek proces oziroma produkt, kjer pa arheologija ponuja najboljše metode in principe za interpretiranje dediščine. Na primeru t. i. Herkulovega svetišča na Miklavškem hribu v Celju predstavljam rabo tridimenzionalnih modelov kot interpretativnega orodja. Ko interaktivno računalniško simulacijo uporabimo kot metodološko orodje, naj bi digitalne rekonstrukcije predstavljale primarno raziskovalno orodje. Virtualno okolje namreč omogoča razčlenitev nekega elementa, dogodka ali dejanja v preteklosti na primarne elemente, iz katerih potem zgradimo rekonstrukcijo. Hkrati pa nam omogoča postopno vizualizacijo posameznih faz. Uporaba tehnik virtualne resničnosti tako ni uporabna samo za prezentacije, ampak predstavlja predvsem razlagalno orodje, ki služi za predstavitev vizualnega modela, hkrati pa na njem lahko preizkušamo različne teorije in možnosti interpretacij. Svetišče v Celju predstavlja primer specifične arhitekturne oblike, ki je doslej edina znana na območju Slovenije, in hkrati predstavlja eno od redkih rimskih svetišč, ohranjenih *in situ*. Svetišče je bilo izkopavano ter delno konservirano in prezentirano v 50-ih letih prejšnjega stoletja. Ker prezentacija svetišča z današnjega poznavanja problematike ni bila opravljena korektno, je preučitev lokacije pomembna tudi z vidika kritične ocene prvotne rekonstrukcije in izdelave predloga nove.

### *Virtualna dediščina*

Sprva so bili tridimenzionalni modeli spomenikov kulturne dediščine namenjeni le predstavitvi dediščine, zato so bili ti modeli statični in neprimerni za nadaljnje interpretacije. Z izpopolnjevanjem računalniške strojne opreme in širjenjem svetovnega medmrežja pa se izboljšuje tudi kvaliteta 3D modelov spomenikov kulturne dediščine. Kljub temu, da so problem obsežnih datotek in prenašanja velike količine podatkov rešili z VRML (jezik za modeliranje navidezne resničnosti / *Virtual Reality Modelling Language*) in programsko opremo za računalniške igrice, je večina modelov še vedno bolj ali manj statična. Modeli tako večinoma orisujejo neko stanje, pri nekaterih pa se celo ponuja možnost interpretacije dediščine, npr. *Memory Capsule* (Affleck 2007, 21). Glede na J. M. Fitcha obstajata strokovna in javna interpretacija. Strokovna interpretacija temelji na dokazih, ki jih pridobimo z izkopavanji, analizo ruševin in artefaktov ter z dokumentiranjem. Te dokaze strokovnjaki preučijo z namenom, da bi interpretacijo predstavili javnosti, ki ji je posledično predstavljen le delni podatek (Fitch 1982, 335). Pomen razvoja znanstvenih, tehničnih in umetniških študij ter raziskovalnih metodologij z namenom učinkovitega varovanja ogrožene dediščine je bil izpostavljen že na 32. zasedanju Generalne konference UNESCO v Parizu 2003 (UNESCO 2003, 13. člen). Okvirna konvencija Sveta Evrope o vrednosti kulturne dediščine za družbo (Okvirna konvencija Sveta Evrope 2005) pa v 14. členu poudarja pomen digitalne tehnologije zaradi boljšega dostopa do podatkov ter uvaža pogoj, da ustvarjanje digitalnih vsebin ne sme ogroziti

ohranjanja obstoječe dediščine. Vizualne rekonstrukcije morajo biti osnovane na podlagi natančne in sistematične analize okoljskih, arheoloških, arhitekturnih in zgodovinskih podatkov, vključno s pisnimi viri in fotografijo. Viri za vizualne uprizoritve morajo biti jasno dokumentirani, priskrbeti pa moramo tudi alternativne rekonstrukcije na podlagi istih virov (4. odstavek 2. člena ICOMOS Konvencije za interpretacijo in prezentacijo kulturnih zgodovinskih najdišč) (ICOMOS 2008).

V zadnjem času se projekti virtualizacije dediščine osredotočajo na nek proces oziroma produkt, kjer pa arheologija ponuja najboljše metode in principe za interpretiranje dediščine. Termin dediščina je širok izraz, ki se ne nanaša samo na sledove človekovih dejavnosti, ampak tudi na tradicijo, umetnost in kulturne dokaze ter pripovedi, »je medij komunikacije, sredstvo prehoda idej in vrednot ter znanje, ki vključuje materialno (Smith 2006, 3), nematerialno in virtualno« (Graham 2002, 1004). UNESCO konvencija (2003) digitalno dediščino opredeljuje kot »enkratni vir človeškega znanja in izražanja, ustvarjenega digitalno ali pa digitaliziranega iz obstoječih analognih virov«. Virtualna dediščina pa je splošno rabljen izraz in opisuje področje, ki se ukvarja z virtualno resničnostjo in kulturno dediščino (Roussou 2008, 268). Sestavljajo jo tri glavna področja: dokumentacija, reprezentacija in diseminacija<sup>1</sup> (Addison 2000, 22), eden od glavnih ciljev pa je širiti védenje o zgodovini in kulturi (Tost, Champion 2007, 2). Kljub temu pa je digitalna kulturna dediščina v večini primerov uporabljena kot dodatek k raziskavi ali kot prikaz novih tehnologij (Gillings 2000, 61), vsebine so večkrat opredeljene opisno in ne interpretativno (Affleck 2007, 39). Trenutno je tako na voljo veliko projektov digitalne kulturne dediščine, virtualnih vizualizacij in digitalnih rekonstrukcij, pri katerih so virtualna orodja in 3D okolja uporabljena večinoma v reprezentativnem namenu. Eden največjih in najobširnejših 3D digitalnih modelov kulturne dediščine je mednarodni projekt *Rome Reborn*, čigar primarni namen je predstavitev prostorske informacije ter teorije o tem, kako je mesto izgledalo leta 320 n. št. Sekundarni namen pa je bil ustvariti virtualno infrastrukturo, kjer bi model lahko obnavljali, popravljali in dopolnjevali (Virtual World Heritage Laboratory 2010a). Projekt rekonstrukcije Hadrijanove vile predstavlja vzpostavitev 3D digitalnega modela celotne vile, vključno z digitalnim modelom terena, cest, tunelov, stavb in vrtov (Virtual World Heritage Laboratory 2010b). Pri projektu Digitalni Forum Roma-

num so vzpostavili digitalni model rimskega foruma iz časa pozne antike (UCLA Cultural Virtual Reality Laboratory 2005). Posamične rekonstrukcije izbranih stavb najdemo v projektu *Ancient Rome in 3D* (The Wonders Of Virtual Archaeology 2009). Ostali večji projekti so še na primer: Digitalna skulptura (Virtual World Heritage Laboratory 2010c), *Cerveteri Reborn* (Bordoni, Rubino 2007), Pompeji – *Domus del Centenari* (Scagliarini Corlàita et al. 2003), rekonstrukcije Olimpije iz leta 200 pr. n. št. (Kenderline 2001) idr. Ko interaktivno računalniško simulacijo uporabimo kot metodološko orodje, naj bi digitalne rekonstrukcije predstavljale primarno raziskovalno orodje. Virtualno okolje namreč omogoča razčlenitev nekega elementa, dogodka ali dejanja v preteklosti na primarne elemente, iz katerih potem zgradimo rekonstrukcijo. Hkrati pa nam omogoča postopno vizualizacijo posameznih faz. Uporaba tehnik virtualne resničnosti tako ni uporabna samo za prezentacije, ampak predstavlja predvsem razlagalno orodje, ki služi za predstavitev vizualnega modela, hkrati pa na njem lahko preizkušamo različne teorije in možnosti interpretacij (Kenderline 2001).

Najnovejše smernice glede vizualizacij kulturne dediščine predstavlja t. i. Londonska listina, zato jo obravnavam podrobneje.

### *Londonska listina za računalniške vizualizacije kulturne dediščine*

Iz vrst Kraljevega vizualizacijskega laboratorija (*King's Visualisation Lab*) z Oddelka za digitalno humanistiko s Kraljeve akademije v Londonu prihajajo najnovejše smernice za vzpostavitev digitalnih vizualizacij za zgodovinsko raziskovanje, arheologijo in kulturno dediščino, Londonska listina za računalniške vizualizacije kulturne dediščine (februar 2009). Ta listina poudarja pomen preglednosti 3D vizualizacij, ki je kritičnega pomena v primeru, da jih uporabljamo kot raziskovalno metodo. To ne velja samo za kulturno dediščino, ampak za vse discipline, kjer se 3D vizualizacije uporabljajo kot metodologija.

Če povzamem pretekle dileme glede 3D vizualizacij: aplikacije virtualne resničnosti (VR) za potrebe arheološkega raziskovanja bi morale biti podrejene kredibilnosti in zanesljivosti rekonstruiranih modelov objektov, spomenikov, najdišč ali pokrajin, še posebej tistih, ki so bile delno ali v celoti spremenjene ali uničene in so dejansko

<sup>1</sup> Posredovanje informacij.

rekonstruirane na arheološki interpretaciji. Pomembno je, da pri računalniških rekonstrukcijah upoštevamo tudi alternativne možnosti in spremenljivo zanesljivost komponent 3D modela. Interpretativno/rekonstrukcijski proces ustvarjenega modela bi moral biti sestavljen iz treh korakov: i) preverbe virov, ii) analize njihove zanesljivosti, iii) interpretacije / integracije manjkajočih delov. Končni rezultat bi moral kazati sledove interpolacij, dodajanj in spojev.

V sedanjem času je postalo določanje kredibilnosti 3D rekonstrukcij in njihov prenos uporabniku znanstveno vprašanje in vse več raziskovalcev se zaveda njenega pomena. Postavlja se vprašanje veljavnosti in zanesljivosti računalniških rekonstrukcij. Kako lahko razlikujemo med znanstvenim in domišljijским prikazom? Metodologija virtualnih rekonstrukcij bi morala biti osnovana na enakih teoretičnih in metodoloških principih kot interpretacija arheoloških tekstov, saj se v vizualizacijah postavljajo veliko bolj neločljive meje kot pri analiziranju tekstov. Zato moramo poudariti razliko med dejansko izkopanimi in prostimi rekonstrukcijami, vse rekonstrukcije, ki niso osnovane na popolnem načrtu, morajo biti nedvoumno označene, hkrati pa moramo omogočiti primerjavo med izkopanimi ostanki in rekonstrukcijami.

Londonska listina vzpostavlja principe za uporabo računalniško osnovanih metod vizualizacije ter rezultatov pri raziskavi kulturne dediščine z namenom vzpostaviti merila ter promovirati intelektualno in tehnično strogost v vizualizaciji kulturne dediščine. Dalje, zagotoviti pravilno razumevanje in oceno procesa in rezultatov računalniško osnovane vizualizacije; omogočiti, da računalniške vizualizacije avtoritativno prispevajo k študiji, interpretaciji in upravljanju s kulturno dediščino; zagotoviti dostopnost in trajnost strategije ter ponuditi močne temelje, na katerih lahko implementiramo smernice Londonske listine.

V načelih listina opredeljuje implementacijo, pri čemer mora vsaka skupnost, akademska, izobraževalna, kuratorska ali komercialna, razvijati smernice Londonske listine v skladu s njihovimi cilji in metodami. Pri ciljih in metodah listina opredeljuje, da jo uporabljamo samo takrat, ko gre za najbolj sprejemljivo metodo za ta namen. Glede raziskovalnih virov govori, da mora biti intelektualna integriteta vizualizacijskih metod in rezultatov identificirana in ocenjena na strukturiran in dokumentaren način. Kot viri raziskovanja so opredeljeni vsi

podatki, digitalni in nedigitalni, ki vplivajo na vzpostavitev vizualizacijskega rezultata. Viri morajo biti zbrani, analizirani in ocenjeni v skladu s trenutnim razumevanjem in najboljšimi praksami. Posebna pozornost mora biti namenjena vizualnim virom, na katere lahko vplivajo ideološki, historični, družbeni, religiozni, estetski in drugi elementi. Dokumentacija mora biti razumljena in ocenjena v odnosu do kontekstov in namenov, za katere je bila namenjena. Uporabniku mora biti jasno, da vizualizacija želi predstavljati na primer obstoječe stanje, restavriranje na podlagi dokazov ali hipotetično rekonstrukcijo objekta oziroma najdišča kulturne dediščine ter obseg in naravo vsake dejanske negotovosti. Vse analitične, deduktive, interpretativne in kreativne odločitve tekom računalniške vizualizacije morajo biti dokumentirane na tak način, da lahko razumemo odnos med raziskovalnimi viri, implicitnim znanjem, eksplicitnim razumevanjem in rezultati, osnovanimi na vizualizacijah.

Strategije morajo biti načrtovane in implementirane na način, da zagotavljajo trajnost dokumentiranja in rezultatov vizualizacije kulturne dediščine z namenom, da se izogone izgubi intelektualne, družbene, ekonomske in kulturne dediščine.

Oblikovanje in razširjanje računalniško osnovanih vizualizacij mora biti načrtovano na način, da zagotavlja največje možne prednosti za študij, razumevanje, interpretacijo, ohranjanje in upravljanje s kulturno dediščino. Cilji, metode in načrti za razširjanje morajo odražati zavedanje, kako lahko tako delo prispeva k dostopu do kulturne dediščine, ki sicer ni dostopna zaradi zdravstvenih, nezmožnostnih, ekonomskih, političnih ali okoljskih razlogov ali zaradi tega, ker je bil objekt vizualizacije izgubljen, ogrožen, razpršen ali uničen, restavriran ali rekonstruiran (London Charter 2009).

### *Raba virtualnih okolij na prostoru Slovenije*

Pomena virtualne dediščine se vse bolj zavedamo tudi v Sloveniji, kar je razvidno med drugim tudi iz t. i. Digitalne agende. Evropska komisija je namreč leta 2011 v Bruslju sprejela priporočilo, v katerem države članice EU poziva, da okrepijo prizadevanja in združijo vire pri digitalizaciji kulturne dediščine ter vanjo vključijo zasebni sektor. To je ključnega pomena, če želimo, da postane evropska kulturna dediščina širše dostopna in da se pospeši rast evropskih ustvarjalnih sektorjev. Digitalizirano

gradivo mora biti dostopno preko Europeane, evropske digitalne knjižnice, arhiva in muzeja (Splet 1). Digitalizacijo opredeljuje kot dragocen vir za izobraževanje, turistične igre, animacije in kreativni sektor kot celoto (Digitalna agenda). Vendar pa je zaenkrat raba virtualnih okolij v Sloveniji omejena večinoma na: dokumentiranje (i), prezentacijo (ii) in le v omejenem obsegu na interpretacijo (iii).

#### i) Dokumentiranje

Premično in nepremično kulturno dediščino lahko dokumentiramo v 3D okolju s fotogrametrijo ali z laserskim skeniranjem.

Na področju fotogrametrije naj omenim le eno zgodnejših projektov združevanja geometrije objekta s fotomozaikom fasad zidov Valmarin pri Spodnjih Škofijah (Pogljajen 2004, 180, sl. 86, 87) in 3D model dela termalnega kompleksa Školarice (Pogljajen 2004, 113, sl. 61). Od novejših projektov fotogrametrije pa naj omenim terensko dokumentiranje sonde srednjeveške ostaline v Predgradu (Predgrad 2012) in fotogrametrično dokumentiranje artefaktov z grobišča Župne cerkve v Kranju. Trenutni programi na trgu<sup>2</sup>, ki omogočajo fotogrametrično obdelavo zajetih fotografij in izdelavo 3D modela, omogočajo zelo natančno dokumentiranje, poleg tega pa je za razliko od skeniranja ta način 3D dokumentiranja cenejši in predvsem omogoča bolj realističen rezultat.

Sistem laserskega skeniranja v arheoloških kontekstih pa se je v svetu močno razvil in je postal eden najpomembnejših tehnologij za zbiranje geoprostorskih podatkov, saj omogoča zbiranje tridimenzionalnih podatkov v edinstveni resoluciji. Na področju arheoloških raziskav tridimenzionalno skeniranje omogoča številne možnosti, kvaliteta podatka pa je odvisna od strojne opreme ter od analitičnih programov postprocesnih metod. Danes obstajajo številni primeri dokumentacije in rekonstrukcije arheoloških objektov, ki so izdelani v različnih programih z različnimi tehnikami. Organizacija teh metod in kvaliteten nadzor nad virtualnimi modeli bosta v prihodnosti še posebej pomembna. Različne aplikacije laserskega skeniranja bi lahko pomenile rešitve za serijo vidikov na področju arheologije (Kovács et al. 2009).

<sup>2</sup> Brezplačni *123D Catch* proizvajalca Autodesk ter plačljiva *PhotoScan* proizvajalca Agisoft in *PhotoScan* proizvajalca Eos Systems Inc.

Poleg tega poznamo tudi lasersko skeniranje iz zraka, imenovano tudi lidar (*Light Detection and Ranging* oz. *Airborne laser scanning*), primerno za velika območja, ki hkrati omogoča preučevanje detajlov (glej npr. Mlekuž 2011). Zemeljsko lasersko skeniranje se po drugi strani uporablja pri dokumentiranju izkopavanj in predstavlja popoln zapis in nedestruktiven način za pridobivanje geometričnih podatkov. Lasersko skeniranje predmetov ali arhitekture pa prinaša očitne prednosti, saj lahko na ta način najbolj natančno dokumentiramo objekt z vsemi elementi, ki jih morda pri klasičnem dokumentiranju spregledamo ali pa določenih elementov (še) ne znamo pravilno interpretirati.

Do sedaj je bilo tekom arheoloških izkopavanj opravljenih več skeniranj kulturne dediščine, tako premične kot nepremične, vendar so objave ali vsaj zabeležja teh del zelo skromna. Kadar gre za skeniranje nepremične kulturne dediščine, je to zgolj v dokumentaren namen, pri skeniranju premične dediščine pa je skeniranje pogosto nadgrajeno tudi s 3D tiskom. Od projektov skeniranja arhitekturne dediščine naj omenim le nekatere: prvo skeniranje rimske arhitekture na najdišču Ribnica na Dolenjskem, nato skeniranje gradu Sevnica, I. mitreja na Ptuj, Robbovega vodnjaka, kip Emonca, kapitela v Narodnem muzeju Slovenije, prangerja – Orfejevega spomenika, najdišča Mošnje<sup>3</sup>, Mitreja nad Rožancem, najdišča NUK II, gradu Lož, gradu Socerb, vlečne poti Beli slap na Savi, skeniranje najdišča Školarice, Dominikanskega samostana na Ptuj, skeniranje sarkofaga na Ptuj, Plečnikovih arkad v Kranju, gradu Borl<sup>4</sup>, cerkve sv. Kancijana v Kranju (npr. Splet 4) in Fazine pri Portorožu. Od skeniranja premične kulturne dediščine pa naj izpostavim skeniranje sončne ure iz Mošenj (Splet 5), lobanje iz Ljubljane in lesene puščične konice (glej Gaspari, Erič, Odar 2011). Vsi omenjeni predmeti so bili tudi nadgrajeni s 3D tiskanjem, ki omogoča natančno preučevanje predmeta na repliki.

#### ii) Prezentacija

V arheologiji lahko opazujemo hiter porast tako digitalnih vizualizacij kot aplikacij t. i. virtualne arheologije. Za obdelavo visokega potenciala zbiranja digitalnih po-

<sup>3</sup> Za skeniranje najdišča Ribnica, gradu Sevnica, I. mitreja, Robbovega vodnjaka, Emonca, kapitela, prangerja in najdišča Mošnje glej Splet 2.

<sup>4</sup> Za arkade in grad Borl glej Splet 3.



datkov, ki jih pridobimo s 3D laserskimi skenerji, je potrebno tridimenzionalno digitalno okolje. Že sama narava dela arheologije je delo s fragmentiranimi dokazi in dekontekstualiziranimi artefakti, ki jih lahko vsaj virtualno rekonstruiramo in rekonstekstualiziramo. Virtualno okolje je še posebej primerno za to, da doseže širok krog različnih uporabnikov, med njimi tudi mlajše generacije. Digitalne vizualizacije so se še posebej v Evropi razširile na arheoloških najdiščih in v muzejih, kjer so postale standardni element v konceptu na novo ustanovljenih muzejev. Implementacija v tradicionalnih muzejih je počasna in njihov koncept je pogosto povezan s predstavitvijo artefaktov kot umetniških kosov (Teichmann 2009).

Na slovenskem prostoru naj omenim Mestni muzej Ljubljane, ki v okviru projekta Digitalna Emona na straneh Digitalne knjižnice Slovenije predstavlja skenirane predmete (Splet 6) ter tudi virtualno maketo rimske Ljubljane (Nemeček, Ogorelec 2001; Splet 7; glej tudi Splet 8). Poleg tega predstavljajo tudi virtualni muzej starokrščanskega centra Emone (Splet 9). Narodni muzej Slovenije predstavlja 3D skeniranja nekaterih predmetov iz razstavne zbirke (Splet 10), v okviru projekta Virtualni grad si lahko ogledamo predstaviteni film Virtualnega gradu in Virtualnega muzeja (Splet 11). Pomembnost virtualnih rekonstrukcij v okviru Arheologije za javnost poudarja tudi V. Perko (Perko 2012). Na spletnih straneh Dolenjskega muzeja v Novem mestu si lahko ogledamo prostorsko sliko stalne razstave (Splet 12). Omenim pa naj še 3D rekonstrukcijo rimske utrdbe Ad Pirum (Splet 13).

### iii) Interpretacija

Primeri pa, kjer bi se digitalna orodja uporabljala kot metodološko orodje oziroma v namen interpretacije, so na slovenskem prostoru redki. Izpostavim naj poskus rekonstrukcije pete grobnice s šempetrskega grobišča – arkadne grobnice (Maver 2004). Avtorica predstavi klasično rekonstrukcijo (v risbi) lokacije arhitektonskih elementov in načina gradnje (Maver 2004, 374–381, sl. 32–39), ki jo dopolni tudi s tridimenzionalnim modelom (Maver 2004, 382, sl. 40). Kljub temu da je virtualno okolje uporabljeno zgolj v prezentacijske namene, gre za odličen prikaz t. i. klasične rekonstrukcije. Digitalno rekonstrukcijo arhitekturnih elementov kopalnih prostorov, stenskih poslikav in talnega mozaika ter interpretacijo uporabe kopalnih prostorov podeželske vile v Mošnjah pri Radovljici pa lahko opazujemo v izvrstnem

diplomskem delu M. Lavrič (Lavrič 2010). Avtorica v tridimenzionalnem okolju predstavi idejno rekonstrukcijo in teksturo okrasa kopalnih prostorov, prerez zidov kaldarija, rekonstrukcijo stenskega ometa in talnega mozaika (Lavrič 2010, priloge 1–6).

Če zaključim; virtualna orodja in okolja so bila na slovenskem prostoru do sedaj uporabljena le kot način dokumentacije ali prezentacije. V namen interpretacije pa se virtualna okolja zaenkrat še niso uporabljala. Da pa bi lahko odgovorili na vprašanja, ki se zastavljajo pri rekonstrukciji Herkulovega svetišča, moramo rešitve iskati v širšem prostoru.

### *Primeri rabe virtualnih okolij v svetu, ki jih lahko implementiramo na primer rekonstrukcije herkulovega svetišča*

#### *Interpretacija posameznih arhitektonskih elementov z uporabo digitalnih orodij*

Prvi korak pri znanstveni interpretaciji kulturne dediščine s poudarkom na antični svetiščni arhitekturi je interpretacija posameznih arhitektonskih elementov z uporabo digitalnih orodij. Kot primer navajam virtualno rekonstrukcijo templja B v Selinuntu na Siciliji. Ta tempelj je najmanjši od vseh v Selinuntu, vendar je bil predvsem zaradi različnih hipotez glede videza fasade predmet obširnih raziskav vse od leta 1823 naprej. Cilj virtualne rekonstrukcije je bila virtualna anastilozna s pomočjo študija dostopnih virov, preučevanjem ohranjenih odlomkov<sup>5</sup> in analizo ostalin na najdišču. Analiza je bila osredotočena na tri glavne vidike:

- i) veliko natančnost pri pridobivanju podatkov,
- ii) nujno komunikacijo in izmenjavo informacij med strokovnjaki za različna področja,
- iii) izdelavo rekonstrukcije, ki bi omogočala preizkušanje različnih hipotez in preverjanje interpretacij.

Hkrati pa predstavlja vzorčno študijo za razumevanje problemov, povezanih s procesom rekonstrukcije deloma uničenega artefakta v skladu z glavnimi mednarodnimi smernicami glede visokoresolucijske virtualne rekonstrukcije kulturne dediščine.

<sup>5</sup> Hranjeni v muzeju A. Salinas, Regionalni muzej v Palermu, t. i. dvorana metop.

Glavni značilnosti templja B sta kompleksnost odlomkov in majhno število najdb<sup>6</sup>, s čimer predstavlja primer za preizkušanje omejitve modernih raziskovalnih tehnik in možnosti modeliranja. Na samem najdišču so ohranjeni le še temelji ter nekaj kamnitih blokov zidov *celle* (slika 1).



Slika 1. Ruševine templja B v Selinuntu  
(Carra et al. 2008, 391, sl. 1).

Figure 1. The ruins of Temple B in Selinunte  
(Carra et al. 2008, 391, fig. 1).

Najbolj zanimiv del za preučevanje arhitekture templja v helenističnem obdobju predstavljajo odlomki fasade templja (slika 2).



Slika 2. Nekaj odlomkov templja B  
(Carra et al. 2008, 391, sl. 2).

Figure 2. Some fragments of Temple B  
(Carra et al. 2008, 391, fig. 2).

Raziskava je bila sestavljena iz treh segmentov:

1. *analize modernih interpretacij in vzpostavitve baze za izdelavo 3D modela za preverjanje rekonstrukcijskih hipotez;*

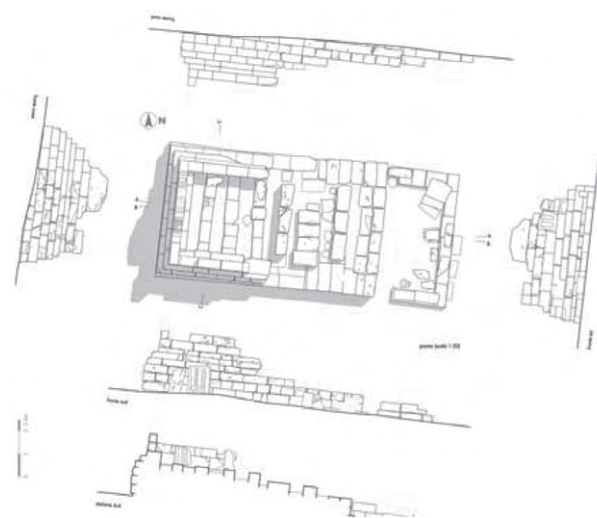
Ostanki na najdišču onemogočajo natančno določitev tipologije, arhitekturne zgradbe in višine stebrov. Prejšnji raziskovalci so tempelj poskušali interpretirati na podlagi analogij (tempelj *in antis* z dorskimi stebri; tetrastilno prostilni tempelj z jonskimi stebri; prostilno tetrastilni tempelj z jonskimi stebri). Glede na izsledke virtualne anastilozе gre zelo verjetno za distilen tempelj *in antis*.

2. *laserskega skeniranja, procesiranja in 3D analize arhitektonskih elementov* (slika 3);



Slika 3. Primer arhitrava  
(Carra et al. 2008, 391, sl. 8).

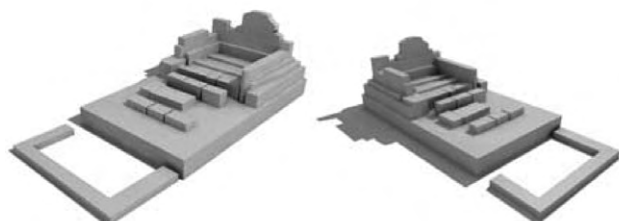
Figure 3. Fragment of an architrave  
(Carra et al. 2008, 391, fig. 8).



Slika 4. Risarska rekonstrukcija (Carra et al. 2008, 394, sl. 16).

Figure 4. Restitution drawing (Carra et al. 2008, 394, fig. 16).

<sup>6</sup> Podobno situacijo zasledimo tudi v primeru Herkulovega svetišča v Celju.



Slika 5. 3D pogled na ruševine templja B *in situ* (Carra et al. 2008, 394, sl. 17).

Figure 5. 3D views of the ruins of Temple B *in situ* (Carra et al. 2008, 394, fig. 17).

### 3. topografskega in fotogrametričnega dokumentiranja ruševin.

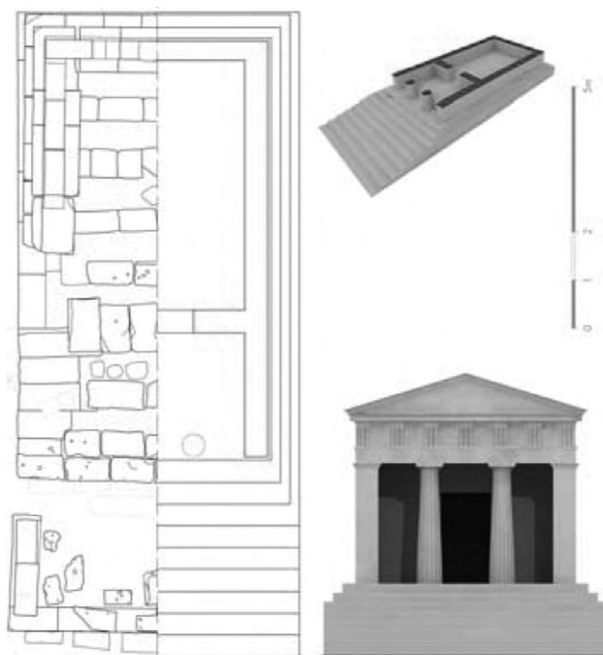
Na podlagi mreže je bila opravljena topografska in fotogrametrična raziskava ter analiza rezultatov (slika 4, 5).

Virtualna rekonstrukcija je bila opravljena v dveh fazah. Najprej so bili poskenirani odlomki, umeščeni v arhitekturni načrt, nato pa je bila določena geometrična oblika stavbe (slika 6, 7).



Slika 6. Rekonstrukcija elevacije templja B, glavna (levo) in stranska (desno) stranica (Carra et al. 2008, 395, sl. 18).

Figure 6. Reconstruction of the elevation of Temple B, main (left) and side (right) front (Carra et al. 2008, 395, fig. 18).



Slika 7. Virtualna rekonstrukcija templja B glede na tip distilnega tipa templja in antis v skladu z dorskim redom (Carra et al. 2008, 395, sl. 19).

Figure 7. Virtual reconstruction of Temple B, according to the distyle in antis typology of the Doric order (Carra et al. 2008, 395, fig. 19).

Modeliranje arhitekturnih elementov s pomočjo dostopnih 3D modelarskih programov<sup>7</sup> je bilo opravljeno na podlagi geometričnih modelov in numeričnih podatkov laserskega skeniranja odlomkov. Tekom dela sta se pokazala dva problema:

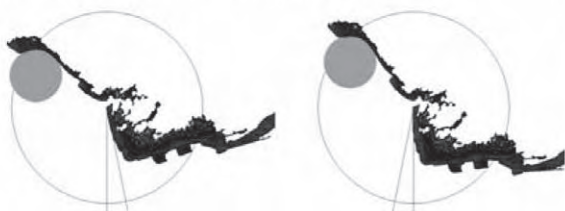
1. *pozicioniranje*: odlomki arhitektonskih členov so bili arbitrarno razporejeni, zato je bilo potrebno določiti horizontalne in vertikalne referenčne linije;
2. *prilagajanje*: da bi iz oblaka točk, pridobljenih pri skeniranju, vzpostavili geometrični model, je bil potreben izbor in oblikovanje informacij<sup>8</sup>.

S pomočjo interpolacije in rototranslacije so bili odlomki pozicionirani v enoten referenčen sistem (slika 8a). Nato so veliko količino informacij prečistili in iz numeričnega modela vzpostavili obris ter referenčne linije (slika

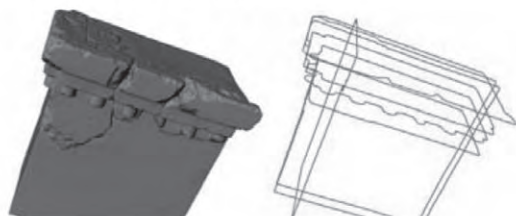
<sup>7</sup> *Rhinoceros*.

<sup>8</sup> *Rapidform 2006* in *Raindrop Geomagic Studio 8* programska oprema.

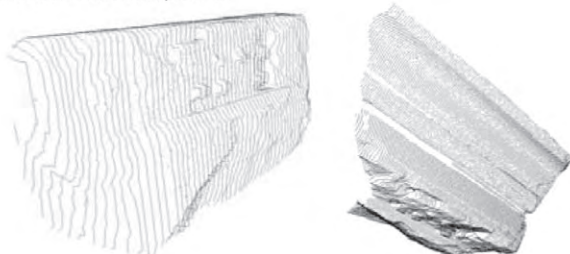
A: primer rototranslacije odlomkov z interpolacijo referenčnih osi



B: določitev obrisa in referenčnih linij



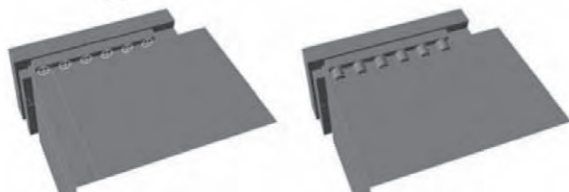
C: določitev referenčnih presekov



D: primer neposrednih meritev na digitalnem modelu odlomka



E: demodeliranje poškodb na odlomkih



Slika 8. Postopek analize 3D skena (Carra et al. 2008, 395–396, sl. 20–24).

Figure 8. Process of analysis of a 3D scan (Carra et al. 2008, 395–396, fig. 20–24).

8b). Naslednji korak je bila določitev referenčnih presekov, ki bi bili uporabni za izvedbo 3D analize in za opis geometrije odlomkov arhitekturnih elementov (slika 8c). Sledila je izmera elementov in določitev dimenzij neposredno na 3D modelih (slika 8d) ter virtualno demodeliranje poškodb na odlomkih (slika 8e).

Virtualna orodja predstavljajo idealno orodje za dokumentiranje arheoloških in arhitekturnih artefaktov, 3D analize odlomkov pa so se pokazale kot zelo primerne za detajlno morfološko in metrično analizo (Carra et al. 2008).



Slika 9. Izpostavljenost Davidove površine na prah in ostale onesnaževalce. Vizualizacija na podlagi simulacije glede na barvno skalo prikazuje različne razrede izpostavljenosti, pod kotom največ 5 stopinj (na levi) in 15 stopinj (na desni) (Callieri et al. 2004, 6, sl. 7).

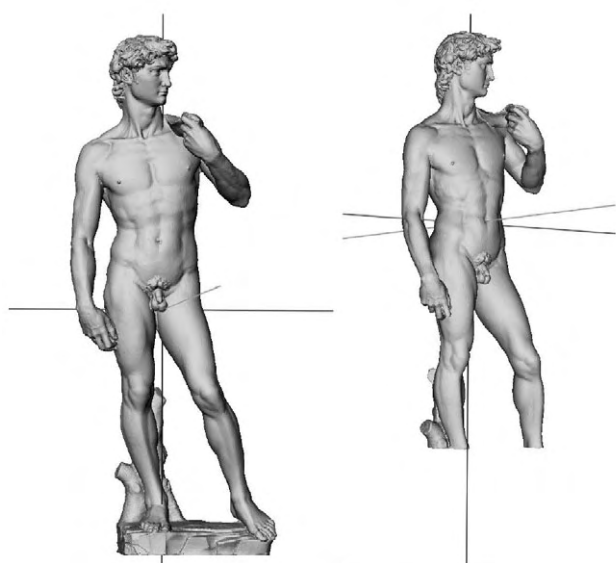
Figure 9. Exposure of David's surface to dust or other contaminants. This visualization shows, using a false-colour ramp, the different classes of exposition produced by the simulation, under a maximal angle of fall of 5 degrees (on the left) and 15 degrees (on the right) (Callieri et al. 2004, 3, fig. 1).



### Preučevanje poškodovanosti spomenika s pomočjo 3D orodij

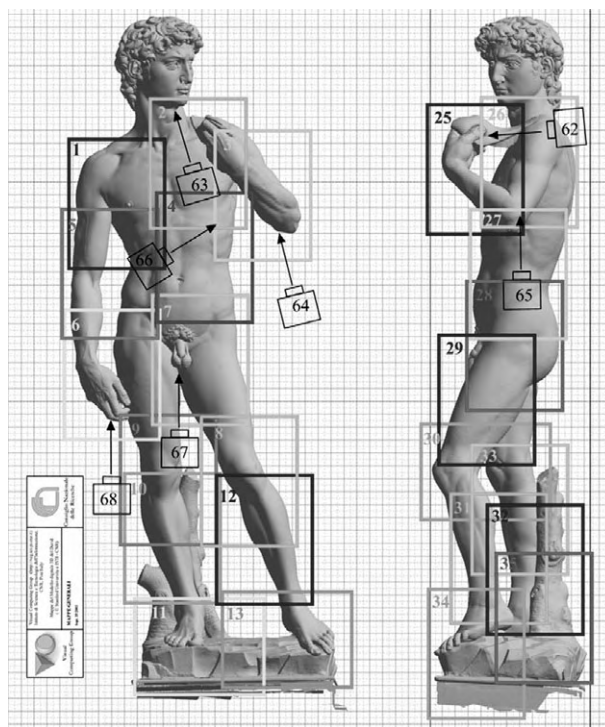
Kadar želimo izdelati rekonstrukcijo umetnostno-zgodovinskega ali arheološkega spomenika na prostem, se vedno srečamo z določeno mero poškodovanosti. Uporabnost digitalnih 3D modelov v okviru restavracijskih procesov predstavljam na primeru Michelangelovega Davida. Glavni raziskavi sta bili karakteriziranje izpostavljenosti površine in izračun fizične mere. Da bi ocenili izpostavljenost Davidove površine, so avtorji razvili in vpeljali orodje za ocenitev „padca onesnaževalcev“, ki je odvisen od smeri pada, naklona površine in dostopnosti. Smeri pada so bile določene s predvidevanjem naključne smeri pada, uniformno razporejena okoli vertikalne osi kipa znotraj kota  $\alpha$ , ki določa največji nagib pada (slika 9). Različne izpostavitve so prikazane z uporabo umetne barvne lestvice; digitalni 3D model je torej uporaben tako za izračun simulacije kot tudi za vizualno predstavitev rezultatov.

Poleg preučevanja onesnaževalcev lahko na 3D modelih preučujemo tudi fizične meritve (površina in prostornina). Linearne meritve so vključene v vizualizacijsko



Slika 10. Prostorska lokacija Davidovega središča z in brez baze ter nog (Callieri et al. 2004, 6, sl. 7).

Figure 10. Spatial location of David's barycentre, with and without basement and feet (Callieri et al. 2004, 3, fig. 2).



Slika 11. Shema fotogrametričnega dokumentiranja, ki je Davidovo površino razdelila na 68 fotografij (Callieri et al. 2004, 6, sl. 6).

Figure 11. Schema of the photographic campaign, which divides the David surface in 68 photos (Callieri et al. 2004, 6, fig. 6).

orodje.<sup>9</sup> Eno od vprašanj za potrebe restavriranja je bila tudi statika kipa, saj so se zaradi teže pojavile razpoke na določenih delih. Na podlagi osnovnih podatkov glede teže, ki so bili izračunani neposredno na modelu, so z uporabo algoritma, ki upošteva gostoto materiala, dobili središče teže (slika 10).

Še ena pomembna raziskava je bila natančno visokorezolucijsko fotografsko dokumentiranje (namen je bil dokumentirati stanje pred restavracijo)<sup>10</sup> (slika 11) in vpetje fotografij na digitalni model kipa (slika 12) (Callieri et al. 2004).

<sup>9</sup> *Easy3Dview*: uporabnik izbere dve točki na površini in orodje izračuna linearno razdaljo.

<sup>10</sup> RGB posnetki, mapirani na 3D mrežo: 2D posnetki iz različnih stojišč s pristopom, ki izračunava obratno projekcijo in pozicijo fotoaparata za vsako posamezno fotografijo in poenoti vse fotografije na enotno teksturo, ki je pripeta okoli 3D geometrije.



Slika 12. Mapiranje RGB posnetkov na delu digitalnega modela kipa (Callieri et al. 2004, 6, sl. 7).

Figure 12. Mapping of RGB images on a section of the statue's digital model (Callieri et al. 2004, 6, fig. 7).

### *Aplikacija vitruvijevih pravil za virtualne rekonstrukcije antične svetiščne arhitekture*

Vitruvijeva načela glede kanonov in proporcev<sup>11</sup> so bila pri gradnji Herkulovega svetišča v Celju glede na Klemenčeve načrte (Klemenc 1961) in nedavna ponovna merjenja (meritve v letu 2011, v delu) bolj ali manj dosledno upoštevana. Pri izdelavi arhitekturnega okvira in digitalnih rekonstrukcij se lahko naslonimo na ta pravila, saj predstavljajo standarden okvir, na katerega lahko apliciramo ostale pridobljene podatke. F. A. Cooper se sicer ukvarja z inventarjem in obnovo uničenih antičnih grških stavb, ki v nekaterih primerih predstavljajo rekonstrukcije na papirju ali celo dejanske rekonstrukcije oziroma anastilozne na terenu (1992–1996). V svojem prispevku

11 Priročnik *De architectura* rimskega arhitekta Vitruvija (pozno 1. stoletje n. št.) sicer citira zgodnejša dela, vendar je njegov osebni poudarek na arhitekturnem oblikovanju, še posebej na zgodovini kanonov, aplikaciji proporcev in modularnih dimenzij, oblik, ki jih je narekovala funkcija, arhitekturnih izboljšav in prednosti izpostavljanja stavb soncu, vetru in naravnim virom.

predstavlja program<sup>12</sup>, ki je sicer mišljen za analizo grških svetišč, vendar bi bil nedvomno lahko v pomoč tudi pri izdelavi digitalne rekonstrukcije rimskega svetišča. S pomočjo tega programa je mogoče na podlagi znanih pravil vzpostaviti širino in dolžino stilobatov, fasade in stranskih kril svetišča, spodnje premere stebrov, višino kolonade in entablature. Manjkajoče mere se lahko dopolnijo s sekundarnimi informacijami, ki jih lahko izpeljemo iz pororcev. Program tudi izračuna osnovno mero ter izriše tloris ter višino svetišča. Načrt *celle* in ostale detajle se lahko doda naknadno v AutoCAD risbi. Ta računalniški izdelek preprosto samo poustvarja to, kar so naredili tudi antični grški arhitekti: manipulira s proporcijami in moduli ter spreminja in izboljšuje detajle (Cooper 2008).

### *Apolonovo svetišče kot primer umeščanja arhitektonskih členov v arhitekturo s pomočjo virtualnih rekonstrukcij*

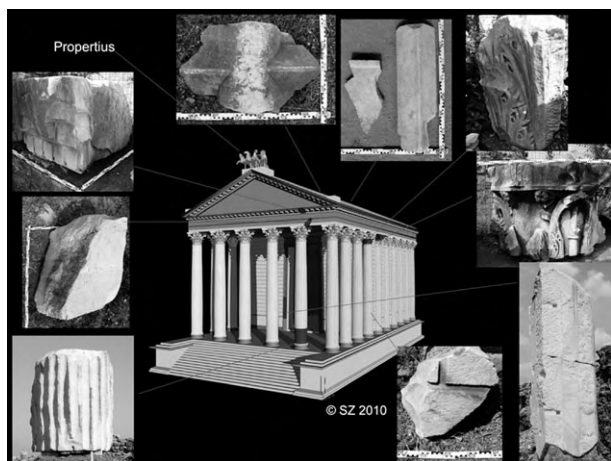
Za popolno rekonstrukcijo antične arhitekture je poleg digitalne rekonstrukcije posameznih arhitektonskih elementov, preučevanja njihove poškodovanosti ter po oblikovanju arhitekturnega okvira potrebna tudi umestitev arhitektonskih elementov. Način umeščanja členov s pomočjo virtualnih rekonstrukcij je prikazan na primeru enega najzgodnejših rimskih svetišč. O Apolonovem svetišču na Palatinu (28 pr. n. št.) v Rimu je bilo pred digitalno rekonstrukcijo le malo znanega. Poleg tega pa so bili vsi poskusi modeliranja osnovani na podlagi modernih interpretacij in ne dejanskih ruševin na terenu. S. Zink je z namenom, da bi pridobil nove meritve in ostale podatke za natančno rekonstrukcijo svetišča, preučil temelje svetišča in marmorne odlomke, ki so bili razpršeni po najdišču. Danes so ohranjeni le navidez brezoblični kosi rimskega betona, ki so nekdaj oblikovali *nucleus* podija templja – njegovo bazo ali platformo. Deli temeljev, ki so nekoč podpirali stebre in zidove, zgrajene iz blokov tufa, so v celoti izgubljeni. Ohranjenih pa je še nekaj arhitekturnih odlomkov, razpršenih po najdišču. Z združenjem podatkov iz raziskav med leti 1950 in 1960 je avtor lahko rekonstruiral večino glavnih svetiščnih mer ter z upoštevanjem Vitruvijevih pravil svetišče predstavil v digitalni rekonstrukciji. Virtualna analiza je omogočila vzpostaviti originalno lego vseh arhitektonskih elementov (Zink 2008) (slika 13, 14).

12 Programiranje skript v *AutoLISP* znotraj AutoCAD programske opreme.



Slika 13. Digitalni model Apolonovega svetišča na Palatinu (zgoraj) in njegove ruševine *in situ* (spodaj) (Zink 2008).

Figure 13. A digital model of the Temple of Apollo Palatinus (above) and its ruins *in situ* (Zink 2008).



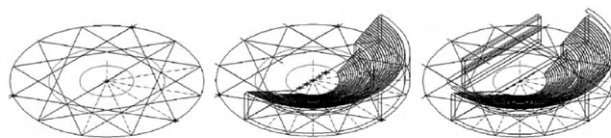
Slika 14. Umestitev ohranjenih arhitektonskih členov v virtualni model svetišča (Splet 14).

Figure 14. Location of the preserved architectural elements within the virtual model of the Temple (Web 14).

### Uporaba 3D okolij za interpretacijo antične arhitekture in okolja

Virtualno okolje pa ne omogoča le dokumentiranja, analiziranja ter umeščanja arhitektonskih ostalin v arhitekturo, ampak tudi umestitev celotne rekonstruirane arhitekture v primarno okolje. S to tehniko si lahko pomagamo, kadar enota kulturne dediščine ne leži *in situ* ali pa kadar želimo v tridimenzionalnem svetu poleg rekonstrukcije predstaviti tudi podobo okolice, kar je pomembno na primer pri preučevanju astroloških principov. Primer postavitve rekonstruirane antične arhitekture lahko opazujemo na primeru Byblosa, kjer avtorji predstavljajo rimskodobno gledališče, ki so ga 1930 premaknili in ponovno zgradili bližje morju. V tem primeru avtorji v tridimenzionalnem okolju predstavijo rekonstrukcijo gledališča v dejanskem okolju na njegovi originalni legi. Umestitev spomenika v prostor je pomembna, saj so kompleksi dediščine prenosniki kulturnih vrednot, torej njihova postavitve v prostoru in dekorativni elementi spomenikov določajo njihovo uporabo ter omogočajo boljše razumevanje preteklih konstrukcijskih tehnik in znanj.

Najdišče Byblos v Libanonu (na UNESCO Seznamu svetovne dediščine od leta 1984) vsebuje veliko prekrivajočih plasti ruševin, ki pričajo o poselitvi tega prostora. Ohranjen je bil le del, saj je bil gradbeni material iz gledališča v različnih obdobjih uporabljen za temelje številnih spomenikov. 3D interaktivni model je pokazal različne faze konstrukcije ter razkriva rimsko znanje in gradbene tehnike (slika 15).

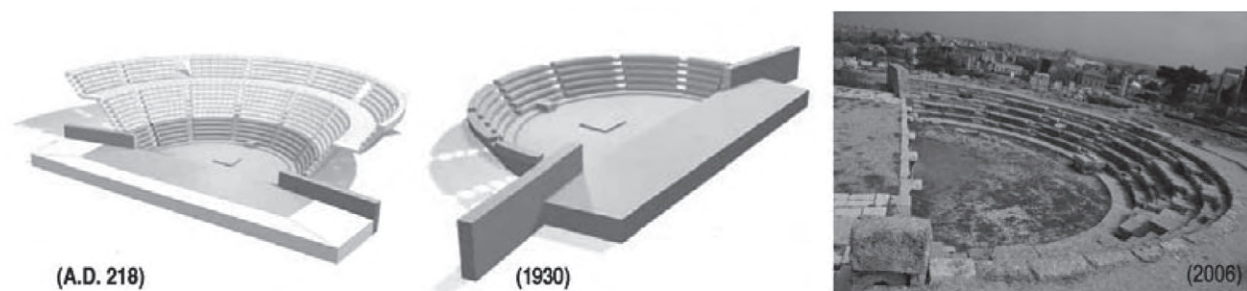


Slika 15. Procesni model rimskega gledališča (El-Khoury et al. 2006, 835, sl. 2).

Figure 15. Procedural model of the Roman theatre (El-Khoury et al. 2006, 835, fig. 2).

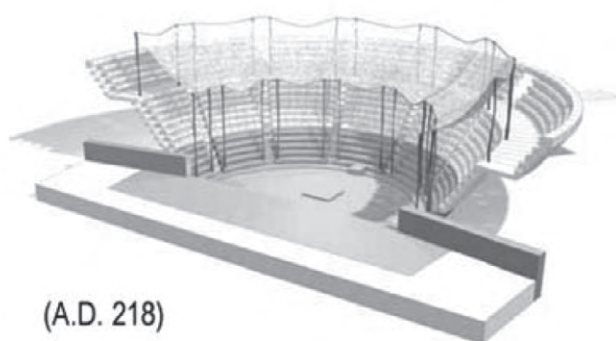
Da bi razumeli gradbene tehnike in astrološke principe, ki so presegali objekt rimskega gledališča, je bil vzpostavljen model, na katerega so bile aplicirane Vitruvijeve zakonitosti gradnje teatra. Naslednji korak je predstavljal vključevanje podatkov, ki so na voljo o najdišču in fotografiranje obravnavane enote. Nato je bilo na vrsti





Slika 16. Različne faze gledališča skozi čas (El-Khoury et al. 2006, 835, sl. 3).

Figure 16. Different stages of the theatre through the ages (El-Khoury et al. 2006, 835, fig. 3).



Slika 17. Morebiten izgled gledališča, ko so bile čezenj razpete natezne strukture (El-Khoury et al. 2006, 835, sl. 4).

Figure 17. The theatre as it could have looked like when tensile structures were dressed over it (El-Khoury et al. 2006, 835, fig. 4).

modeliranje 3D okolja na podlagi zgodovinskih podatkov (pred predstavitvijo) in vzpostavitev večplastovitega prototipa, ki ponazarja različne faze teatra tekom določenega obdobja (slika 16).

Slika 17 prikazuje dodatek nove informacije o gledališču, ki je bila pridobljena z analizo ostankov. Kot dokaz zaščitnih struktur so bile namreč v kamnih prve stopnice najdene odprtine, ki so jih podpirale. Natezne strukture so bile izvorno postavljene nad javnimi prostori, še posebej med predstavami v teatru z namenom zaščititi občinstvo pred vročino ali nalivi.

Predlagan prototip prikazuje zgodovinski razvoj z različnimi plastmi, ki ponazarjajo določeno obdobje (slika 18).

S fotografijami najdišča in 3D modeli so avtorji vzpostavili virtualno podobo<sup>13</sup> okolja, znotraj katerega bi stalo

13 Z uporabo *QuickTime VR* (QTVR) tehnike (Chen 1995).

gledališče, če bi bilo postavljeno na originalni lokaciji. Na osnovi 3D modelov in fotografij, ki so jih posneli na točno določenih lokacijah, so glede na specifične koordinate sestavili 360° cilindrične panoramske fotografije. Nato so preko konfiguracij stavbe na današnji izgled položili različne plasti teatra<sup>14</sup> (slika 19) (El-Khoury et al. 2006).

#### *Herkulovo svetišče*

Na Miklavškem hribu v Celju (slika 20) so v 50-ih letih prejšnjega stoletja izkopavali na lokaciji Sindikalnega doma, kjer so naleteli na zidove. Poleg tega je v neposredni bližini na vhodu na Sadnikov vrt ležal del rimskega kapitela, poleg tega pa je bil ta vrt na severni strani omejen z navpičnim zidom, ki se je izkopavalcu zdel antičen. Zato se je ravnateljstvo Celjskega mestnega muzeja odločilo za več sond in jarkov (slika 21).

Med izkopavanji, ki so trajala od leta 1947–1951, so izkopali večje svetišče s portikom, ki ima na južni strani tri niše, dve polkrožni in eno četverokotno, na severni in zahodni strani pa naj bi portik podpirala dva podporna zidova in hkrati preprečevala zdrsa zidov in poveča površino (slika 22).

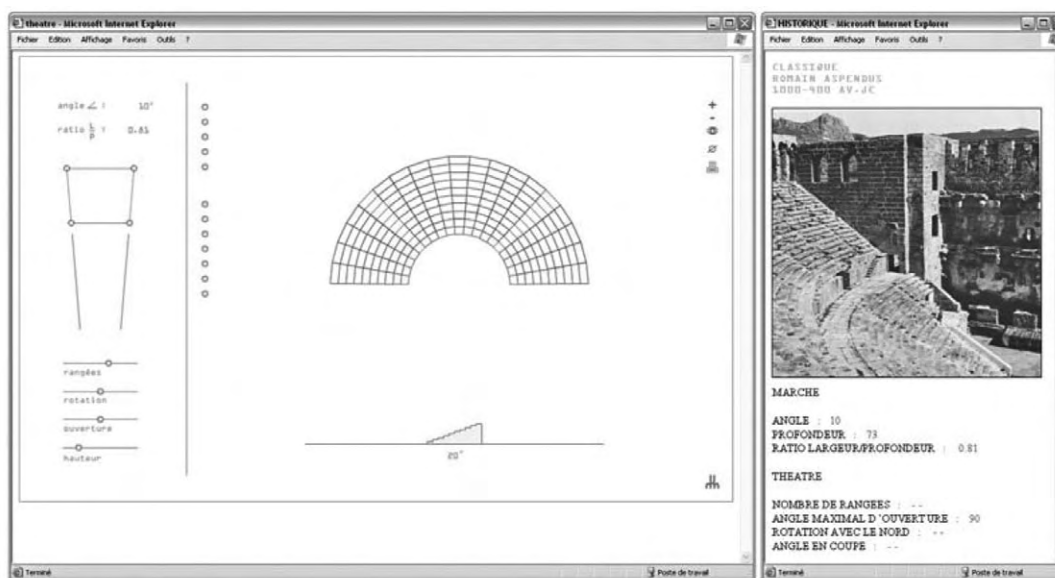
Na predelu templja so našli več arhitektonskih elementov,<sup>15</sup> in sicer del podstavka stene (toichobati<sup>16</sup>), korintski kapi-

14 Programska oprema za urejanje fotografij za vzpostavitev resničnega pogleda z alfa kanali panoramskimi renderiranimi slikami, obdelanimi s programsko opremo za 3D modeliranje.

15 Natančneje: 8 toichobatov, 14 baz za stebre, 3 deli kapitelov oziroma baz za stebre, 1 del oltarja/stopnice (?), 1 del marmorne ograje, deli preklad iz tufa ter 2 dela arhitrava, vzdana v bližnjo cerkev.

16 Sprva opredeljeni kot arhitravi.





Slika 18. Večplastoviti prototip, ki ponazarja različne grafike in primere gledališča, odvisno od izbranega obdobja (El-Khoury et al. 2006, 835, sl. 5)

Figure 18. The multilayer prototype illustrating different graphics and examples of the theatre depending on the period selected (El-Khoury et al. 2006, 835, fig. 5).



Slika 19. Razširjen pogled predstavljajo cilindričen panoramski pogled realnega stanja najdišča in 3D modela; perspektiva je popravljena z uporabo QTVR (El-Khoury et al. 2006, 835, sl. 6).

Figure 19. Augmented realities composed with cylindrical panoramic views of the real site and the 3D models; corrected perspectives using QTVR (El-Khoury et al. 2006, 835, fig. 6).



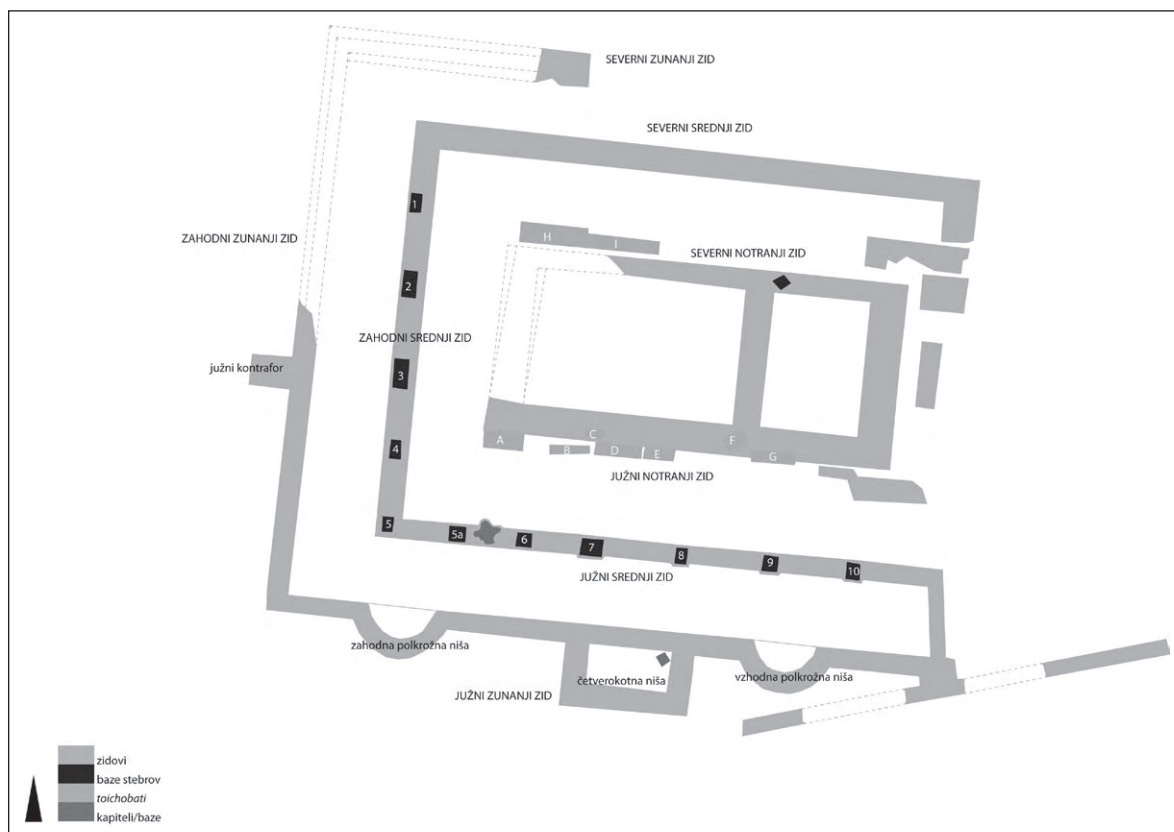
Slika 20. Pogled na današnje stanje svetišča proti severu (foto: M. Jerala).

Figure 20. Present state of the Temple of Hercules, view to the north (photo: M. Jerala).



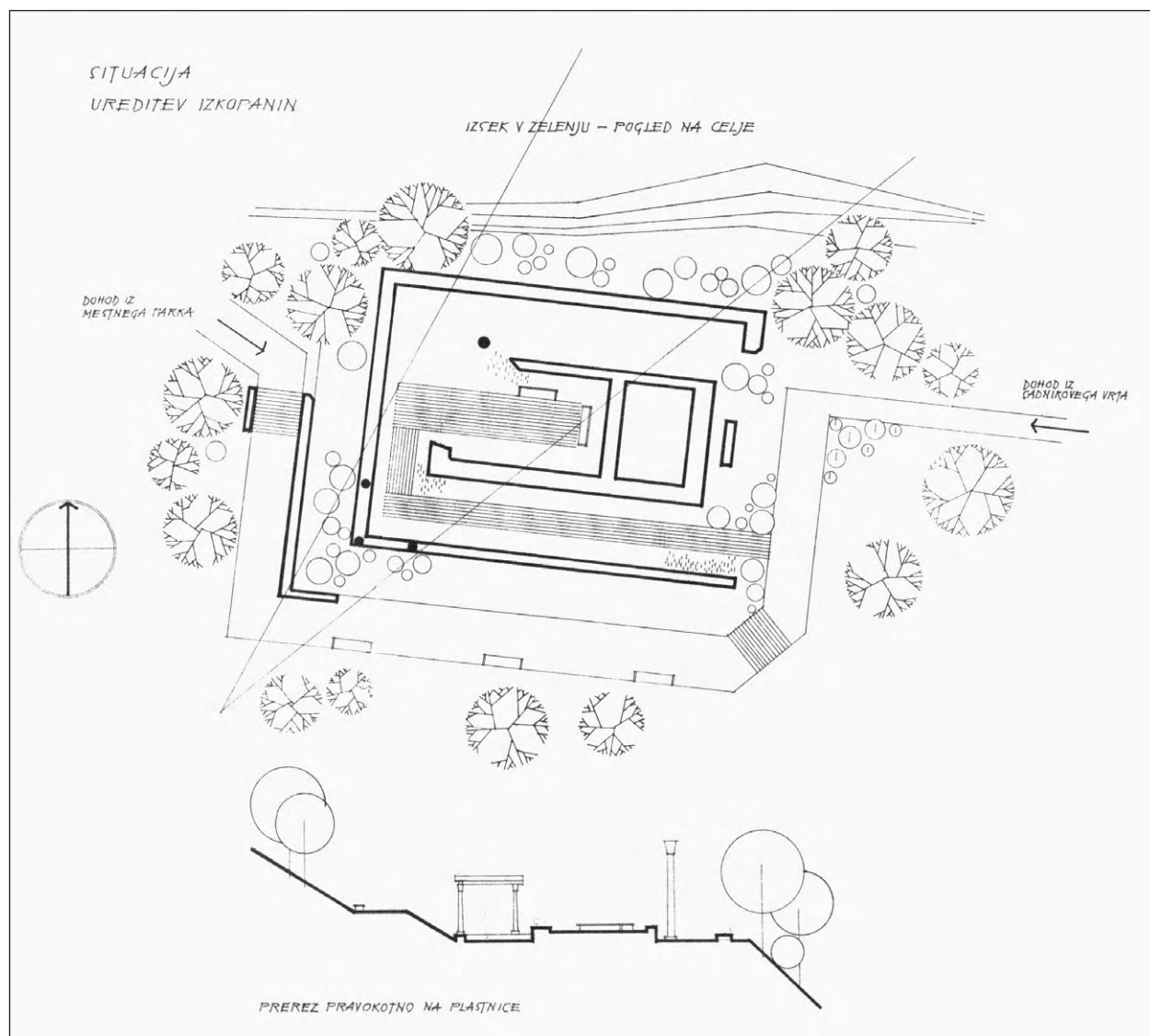
Slika 21. Izkopavanja svetišča leta 1950, pogled proti vzhodu.

Figure 21. The 1950 excavations at the temple site, view to the east.



Slika 22. Poimenovanje zidov in arhitekturnih elementov, Merilo 1:200.

Figure 22. Description of walls and architectural elements, Scale 1:200.



Slika 23. Situacija ureditve izkopanin, Merilo 1:400.

Figure 23. Arrangement plan for the reconstruction, Scale 1:400.

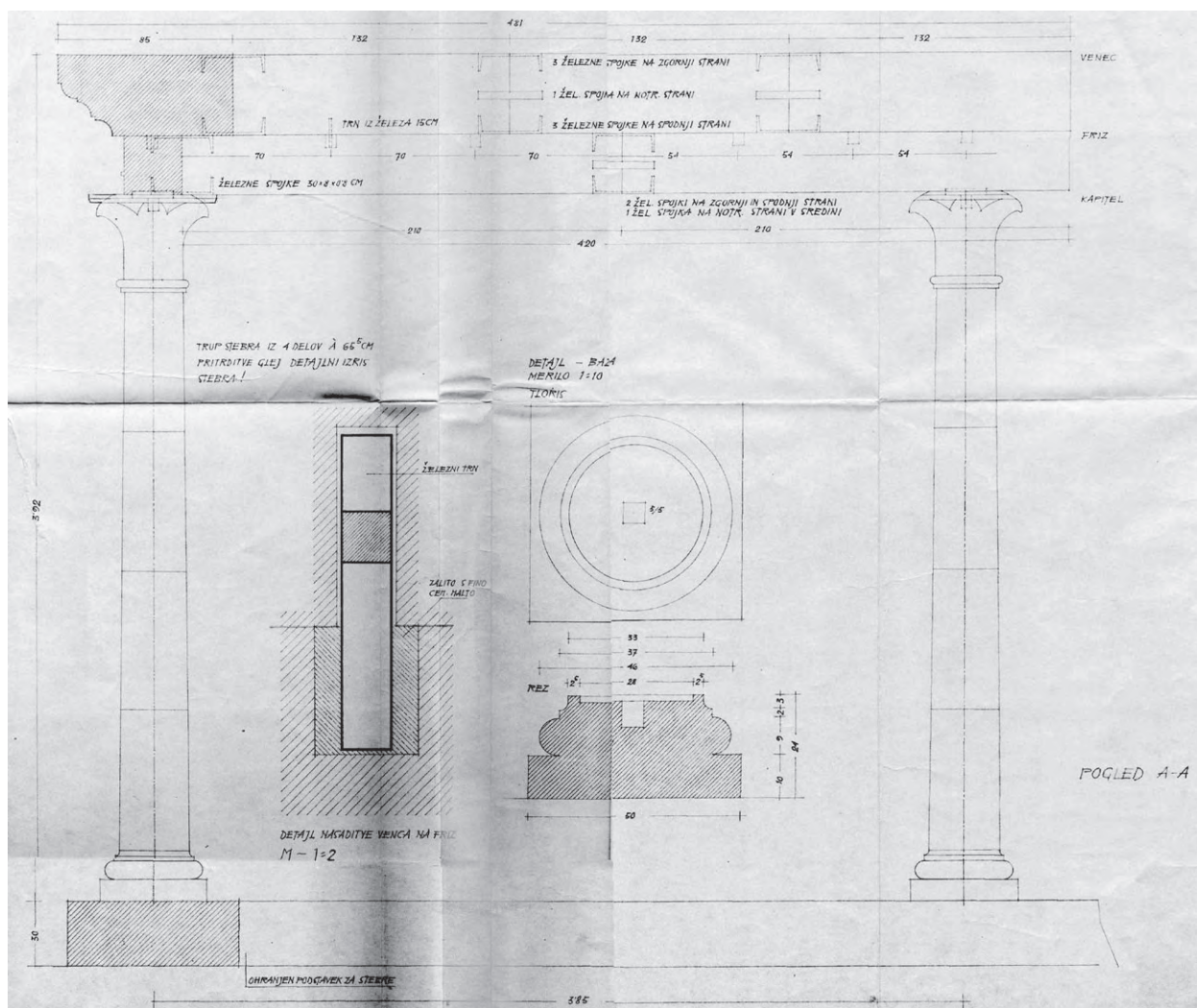
tel stebra, mnogo ruševine, v kateri je bilo veliko opeke ter rimskega tlaka, glinen antefiks, dele marmornih kipov,<sup>17</sup> okras stavbe ter več rimskih novcev, ki so bili vsi najdeni nad tlakom in postavljajo čas uničenja v čas Valentinjana I. 364–375 n. št. ali pa nekoliko kasneje.<sup>18</sup> Pri večjih gradbenih elementih so ohranjene vdolbine za železne spojke,

17 Na podlagi dvoje rok z batom in ogromnega palca J. Klemenc to svetišče opredeli kot Herkulovo.

18 Mlajši novец je datiran še v čas Valensa (364–378).

ki so jih zalili s svincem. Znotraj portika pa so odkrili več baz za stebre, podstavek za ograjo, del kapitela oz. baze s stebrom, peščenjakove podlage za ograjo, tlak (estrih), obdelane marmorne odlomke, stropni omet, odlomek štukature z jajčastim ornamentom, odlomek z rozetnim ornamentom, veliko neposlikanega ometa, zidne in strešne opeke (brez žigov) in odlomke keramike in stekla, nekaj kovinskih predmetov in živalskih kosti. V neposredni bližini je še sedaj vodnjak, na podlagi česar so sklepali, da





Slika 24. Predlog ponovne postavitve t. i. arhitravov – frontalni pogled, Merilo 1:20.

Figure 24. Draft for the repositioning of the so-called architraves – front view, Scale 1:20.

so ta vir vode uporabljali tudi v rimskem času, zato so izkopali sondo, da bi preverili to hipotezo. Na globini 1,75 m pod takratno površino so našli leseno korito, ki je ležalo pod plastjo z odlomki tere sigilate. Na podlagi stratigrafije J. Klemenc zaključuje, da se je na tem mestu večkrat gradilo, vendar ne istočasno. Po avtorjevem mnenju je tu še pred prihodom Rimljanov stalo manjše svetišče, posvečeno domačim bogovom, ki je stalo na vzhodni strani svetišča. To naj bi bilo požgano in potem naj bi verjetno za časa Antonina Pija zgradili novo svetišče. V njem naj bi stal ogromen kip, kateremu pripada palec. Kasneje naj bi

prizidali manjšo stavbo z apsidami, avtor pa zatrdi, da so bile vse stavbe požgane istočasno (glej Klemenc 1957, 96, 102; isti 1961, 447, 455<sup>19</sup>). Poleg tega pa najdemo vzdane dele strešnih vencev ter spomenik Tertijana<sup>20</sup> v cerkvi Sv. Miklavža na Miklavškem hribu.

Za raziskave se je odločilo ravnateljstvo celjskega mestnega muzeja, ki je vodilo izkopavanja v letih 1947–1949,

<sup>19</sup> J. Klemenc glede na najmlajši novce postavlja čas požara v čas Valentinijana I. (364–375).

<sup>20</sup> CIL III 5184.



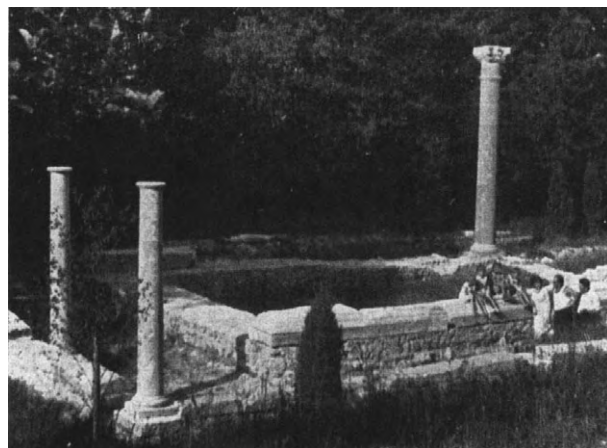
leta 1950 je pobudo prevzela Slovenska akademija znanosti in umetnosti (Klemenc 1961, 445). Ker so izkopavanja razkrila svetišče s portikom, ki se je v tem primeru prvič pojavil na slovenskem prostoru, in zaradi izredne lege, se je ob izdelavi izdelane rekonstrukcije za razstavo v Narodnem muzeju pojavila ideja o rekonstrukciji tega objekta. Za to so se zavzeli takratni Referat za arheologijo Zavoda za spomeniško varstvo, vodja izkopavanj (J. Klemenc) in Mestni muzej v Celju. Idejo pa sta podprla tudi takratni predsednik okraja Celje F. Gradišnik in predsednik turistične zveze Celje, g. Jenko. Predlog rekonstrukcije svetišča sta po posvetu z arheologi J. Klemencem, V. Kolšek in P. Petru pripravila študenta arhitekture S. Stegu in S. Peršin<sup>21</sup> (slika 23, 24). V tem načrtu opredelijo zahodno nišo za Nimfej, srednjo za stavbo Herkulove kapele, vzhodne niše pa ne opredelijo. V poročilu P. Petru navaja, da gre za nenavaden tip svetišča, saj so poleg templja s portikom tu prisotne tudi niše.

Poročilo o dejansko opravljenem delu ne obstaja, J. Klemenc le navaja, da je bilo temeljno zidovje zaščiten.

Če zaključim; že samo izkopavanje je bilo nesistematično, dokumentacija zaradi različnih izkopavalcev neenotna, rekonstrukcija neustrezna (predimenzionirani zidovi templja, višina in lokacija korintskega kapitela, interpretacija toichobatov kot arhitravov), poročila o opravljenem delu pa pomankljiva ali jih sploh ni. Prizadevnosti izkopavalcev in raziskovalcev gre zahvala, da je bilo svetišče ohranjeno *in situ* in je zato omogočeno raziskovanje ter ponovna interpretacija. Glede na trenutno stanje je pred rekonstrukcijo svetišča potrebno opraviti raziskavo po sledečih korakih:

- i) rekonstrukcija poteka izkopavanj,
- ii) rekonstrukcija in interpretacija sledov na arhitektonskih elementih,
- iii) rekonstrukcija lokacije elementov znotraj arhitekture,
- iv) na podlagi Vitruvijevih zakonitosti priprava arhitekturnega okvira,
- v) rekonstrukcija in interpretacija celotnega svetiščnega kompleksa ter okolice.

Nedestruktivna manipulacija z elementi in kredibilna rekonstrukcija z možnostjo preveritve in spreminjanja interpretacije tako sledov gradnje kot arhitekture pa je možna v t. i. klasičnem načinu risanja in v digitalnem okolju. Tridimenzionalni modeli v primerjavi s klasičnim načinom rekonstrukcij omogočajo dinamično manipula-



Slika 25. Herkulovo svetišče po konservaciji (Klemenc 1961, 454, sl. 10).

Figure 25. Temple of Hercules after conservation (Klemenc 1961, 454, fig. 10).

cijo in takojšnje preverjanje ustreznosti interpretacije, poleg tega pa ponujajo odskočno desko za vse nadaljnje distribucije po svetovnem medmrežju in za potrebe širše javnosti.

### Sklep

Kot lahko opazujemo na podanih primerih, virtualna okolja predstavljajo natančno dokumentiranje najdišča, igrajo pomembno vlogo pri predstavitvi predmetov, objektov in najdišč, ki jih lahko nato distribuiramo po svetovnem medmrežju tako v strokovne kot tudi v publicistične namene, omogočajo nedestruktivno eksperimentiranje s kulturno dediščino, preverjanje interpretacij, preučevanje poškodovanosti spomenikov, izdelavo načrtov za konservacijo, interdisciplinarno povezavo pri interpretaciji določenega objekta in še mnogo več. V primeru Herkulovega svetišča v Celju je prvi nivo rekonstrukcija izkopavanj. Kje in kako je stal določen arhitektonski element, kako visoki so bili zidovi oz. temelji tekom izkopavanj, kje točno so potekale sonde? Vse to so vprašanja, na katera si lahko odgovorimo z natančno analizo dokumentacije z izkopavanj. Da bi preverili določene hipoteze in dobili odgovore na nova vprašanja, smo pred kratkim na območju t. i. Sadniko-

21 Dostopno v knjižnici INDOK centra na MIZKŠ.

vega vrta opravili tudi georadarske raziskave,<sup>22</sup> ki lahko skupaj z analizo izkopavanj podajo podlago za rekonstrukcijo originalnega stanja. Vse te podatke je najbolj smiselno združiti v virtualnem okolju, kjer lahko potem z vključitvijo dokumentacije trenutnega stanja na terenu dobimo približno sliko in vpogled v najdišče. Dokumentiranje stanja predstavljajo geodetske meritve, v katere vključimo risbe in fotografije arhitektonskih elementov in skupaj z rekonstrukcijo originalnega stanja elementov predstavljajo drugi nivo. Na tretjem nivoju je potrebno vzpostaviti idealni model tega tipa svetišča po Vitruvijevih zakonitostih, ki ga nato lahko primerjamo z realnim stanjem. Naslednji nivo predstavljajo sledovi gradnje na arhitektonskih elementih, ki kažejo različne sledove poškodb. Kje in kako so te poškodbe nastale, so nastale načrtno zaradi uničevanja, so nastale pri rušitvi svetišča, so nastale zaradi erozije, ali katere od teh sledi kažejo na predelavo oziroma popravila elementov, zakaj določeni sledovi gradnje odstopajo od pravil, kako nam lahko pomagajo pri interpretaciji horizontalne in vertikalne vezave? Vse to so vprašanja, na katera si lahko odgovorimo delno z analizo in preučevanjem, delno pa z eksperimentiranjem v virtualnem okolju, kjer svoje predpostavke lahko potrdimo ali ovržemo. Tukaj lahko tudi sledove gradnje rekonstruiramo v njihovo prvotno stanje in le kot taki nam lahko pomagajo pri interpretaciji gradnje. Na naslednji stopnji moramo arhitektonske elemente postaviti na svoje originalno mesto znotraj arhitektonskega okvirja. Glede na to, da bloki tehtajo od 100–3100 kg, bi to le težka opravili kje drugje kot v virtualnem okolju, poleg tega pa gre za nedestruktivno metodo, ki omogoča manipulacijo in eksperimentiranje s kulturno dediščino. Videz svetišča, interpretacija gradnje in arhitekture, opredelitev sledov gradnje, rekonstrukcija okolja, funkcija znotraj mestnega rastra; pri odgovorih na vsa ta vprašanja si lahko pomagamo z vzpostavitvijo tridimenzionalnega modela, ki hkrati omogoča tudi pregled in možnost manipulacije z vso to količino podatkov. Izdelava klasične rekonstrukcije na drugi strani ponuja statičen model, ki ni fleksibilen in ne omogoča eksperimentiranja. Prav tako ne omogoča združitve podatkov vseh vrst; od georadarskih raziskav, geodetskih meritev, risarskega in fotografskega dokumentiranja, primerjave odstopanj dejanskega modela od idealnega Vitruvijevga modela in rekonstrukcijo končnega stanja. Herkulovo svetišče v Celju tako predstavlja idealen primer, kjer lahko preizkušamo ustreznosti virtualnih okolij za potrebe

interpretacije in rekonstrukcije tako arhitekture kot tudi načina in postopkov gradnje tega edinstvenega primera svetišča s portikom, ki je zaenkrat edino tovrstno na območju Slovenije.

<sup>22</sup> Raziskave opravljene v avgustu 2012, izvedba Rok Plesničar, poročilo je v delu.

---

## *The Use of Virtual Environments as an Interpretative Tool: the Example of the Temple of Hercules at Celje, Slovenia*

### *(Summary)*

The Temple of Hercules at Celje was excavated, partly conserved and put on public display in the 1950s. It shows a specific architectural form so far unique on the territory of Slovenia. At the same time, it is a rare example of architectural heritage preserved *in situ*. During the process of conservation, a conservation and presentation plan was prepared that involved a classic reconstruction in drawing. A recent review of the temple remains, however, revealed that the 1950s reconstruction was not entirely accurate. This led to a re-examination of the temple remains that includes a critical evaluation of the original reconstruction, a reconstruction of the course of the excavations, an analysis and interpretation of the constructive elements and surface finish, a determination of the place of the preserved blocks within the temple architecture, setting up of an architectural frame on the basis of Vitruvius' orders of architecture and, finally, a reconstruction and interpretation of the temple and its surroundings. The re-examination uses 3D environments as a methodological and interpretative tool that enables a uniform study of the remains, as well as old and new data management (geospatial and GPR<sup>23</sup> survey). The article introduces virtual tools and environments, but also presents important projects in Slovenia and abroad that have made use of virtual environments. The latter have become more and more frequently used as an analytical, methodological, documentational, interpretative and presentational tool. Their use requires guidelines, one of which is also briefly presented in the article, namely the London Charter. As examples of practice, several cases of the use of virtual environments are presented (Temple B at Selinunte, Michelangelo's David, analysis and reconstruction of Greek temples developed by F. A. Cooper, Temple of Apollo Palatinus, Roman theatre at Byblos). These examples, in combination with the study of the constructive elements and surface finish, will hopefully aid in determining the place of the preserved blocks within the architecture, enable a realistic appearance of the reconstruction of the temple and its surroundings, but also define its place within the urban grid of *Celeia*.

---

23 Ground-penetrating radar.

---

### Literatura

- ADDISON, A. C. 2000, Emerging trends in virtual heritage. – *Journal IEEE MultiMedia* 7/2, 22–25: [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=848421](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=848421) (dostop 6. 7. 2011).
- AFFLECK, J. 2007, Memory capsules: discursive interpretation for cultural heritage through new media. Hong Kong: <http://hub.hku.hk/bitstream/10722/50301/1/Full-Text.pdf?accept=1> (dostop 6. 7. 2011).
- ANTLEJ K., LUX, J., A. ŽUŽEK, Izdelava replike rimske sončne ure: [http://www.3dt.si/pdf/Mediji\\_in\\_mi/Klik96%2022\\_23\\_soncna\\_ura.pdf](http://www.3dt.si/pdf/Mediji_in_mi/Klik96%2022_23_soncna_ura.pdf) (dostop 4. 9. 2012).
- BORDONI, L., S. RUBINO 2007, Cerveteri Reborn. A 3D Experience of an Etruscan Necropolis. *3DVisA Bulletin* 2: [http://3dvisa.cch.kcl.ac.uk/paper\\_bordoni.html](http://3dvisa.cch.kcl.ac.uk/paper_bordoni.html) (dostop 6. 7. 2011).
- CORPUS INSCRIPTIONUM LATINARUM III (*CIL III*), pars I.
- CALLIERI, M., P. CIGNONI, F. GANOVELLI, G. IMPOCO, C. MONTANI, P. PINGI, F. PONCHIO, R. SCOPIGNO 2004, Visualization and 3D data processing in David's restoration. – *Journal IEEE Computer Graphics and Applications* 24/2, 1–7: [http://cnr-it.academia.edu/PaoloCignoni/Papers/841626/Visualization\\_and\\_3D\\_data\\_processing\\_in\\_the\\_David\\_restoration](http://cnr-it.academia.edu/PaoloCignoni/Papers/841626/Visualization_and_3D_data_processing_in_the_David_restoration) (dostop 18. 8. 2011).
- CARRA, G., S. D'AMELIO, B. VILLA 2008, The virtual reconstruction of temple B in Selinunte excavation site. – V: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 37/B5, 391–396: [http://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/5\\_pdf/69.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/5_pdf/69.pdf) (dostop 18. 8. 2011).
- COOPER, F. A. 2008, *Greek engineering and construction*. – V: J. P. Oleson (ur.), *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*, Oxford, 225–255.
- DIGITALNA AGENDA: spodbujanje digitalizacije evropske kulturne dediščine za pospešitev rasti: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/11/1292&format=HTML&aged=0&language=SL&guiLanguage=en> (dostop 3. 9. 2012).
- EL-KHOURY, N., G. DE PAOLI, D. TOMÁS 2006, Digital Reconstruction as a means of understanding a building's history. – V: *eCAADe 24/19: digital design education*, 832–839: <http://www.din.umontreal.ca/prof/tomas.dorta/documents/11-eCAADe2006.pdf> (dostop 18. 8. 2011).
- FITCH, J. M. 1982, *Historic preservation: curatorial management of the built world*. New York.
- GASPARI, A., M. ERIC, B. ODAR 2011, A paleolithic-Wooden point from Ljubljansko Barje. – V: J. Benjamin, C. Bonsall, C. Pickard, A. Fisher (ur./eds.), *Submerged Prehistory*, Oxford, 186–192.
- GILLINGS, M. 2000, Plans, elevations and virtual worlds: the development of techniques for the routine construction of hyperreal simulations. – V: Juan A. Barcelo, Maurizio Forte and Donald H. Sanders (ur.), *Virtual Reality in Archaeology*, 59–70.
- GRAHAM, B. 2002, Heritage as knowledge: capital or culture? – V: *Urban studies* 39/5–6, 1003–1017, dosegljivo na [ftp://ftparch.emu.edu.tr/Courses/arch/Arch556/arch556\\_material/heritageasknowledge.pdf](ftp://ftparch.emu.edu.tr/Courses/arch/Arch556/arch556_material/heritageasknowledge.pdf) (dostop 6. 7. 2011).
- ICOMOS 2008, Konvencija za interpretacijo in prezentacijo kulturnih zgodovinskih najdišč, Quebec, dosegljivo na [http://www.international.icomos.org/charters/interpretation\\_e.pdf](http://www.international.icomos.org/charters/interpretation_e.pdf) (dostop 6. 9. 2012).
- KENDERLINE, S. 2001, 1000 Years of the Olympic Games: Digital Reconstruction at the Home of the Gods, dosegljivo na <http://www.archimuse.com/mw2001/papers/kenderline/kenderline.html> (dostop 6. 7. 2011).
- KLEMENC, J. 1957, Izkopavanja na Sadnikovem vrtu v Celju. – *Celjski zbornik*, 92–102, Celje.
- KLEMENC, J. 1961, Celeia v antiki. – *Celjski zbornik*, 427–456, Celje.
- KOVÁCS, K., M. MOSER, K. HANKE 2009, *Application of laser scanning for archaeological prospection and 3D documentation*. – V: 14th International Congress „Cultural Heritage and New Technologies“ Vienna, 20–30.
- LAVRIČ, M. 2010, *Balneum v podeželskih vilah v Sloveniji. Primer Mošnje pri Radovljici – poizkus rekonstrukcije*. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologijo.
- MAVER, A. 2004, The Arcade Tomb in Šempeter, Slovenia – an attempt at a reconstruction. – *Arheološki vestnik* 55, 343–414.



- MLEKUŽ, D. 2011, Lidar and landscape archaeology: messy entanglements: [http://uni-lj.academia.edu/DimitrijMlekuz/Talks/40269/Lidar\\_and\\_landscape\\_archaeology\\_messy\\_entanglements](http://uni-lj.academia.edu/DimitrijMlekuz/Talks/40269/Lidar_and_landscape_archaeology_messy_entanglements) (dostop 4. 9. 2012).
- NEMEČEK, N., A. OGORELEC 2001, Emona – rimska Ljubljana maketa izkopanin. – V: Virtualna Emona: <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:IMG-TJBJPSB/?page=25&query=%27rele%253dVirtualna%2bEmona%27&page=1> (dostop 4. 9. 2012).
- OKVIRNA KONVENCIJA SVETA EVROPE O VREDNOSTI KULTURNE DEDIŠČINE ZA DRUŽBO, Faro 2005.
- PERKO, V. 2012, Arheologija za javnost: [http://arheologija.ff.uni-lj.si/studij/gradivo/konservatorstvo/vperko\\_arhzajavnost.pdf](http://arheologija.ff.uni-lj.si/studij/gradivo/konservatorstvo/vperko_arhzajavnost.pdf) (dostop 4. 9. 2012).
- POGLAJEN, S. 2004, *Sistemi dokumentiranja pri arheološkem izkopavanju*. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologijo, Ljubljana.
- ROUSSOU, M. 2008, The components of engagement in virtual heritage environments. – V: Y. E. Kalay, T. Kvan and J. Affleck (ur.), *Proceedings of New Heritage: Beyond Verisimilitude – Conference on Cultural Heritage and New Media*, 265-283: [http://www.makebelieve.gr/mr/research/papers/NHeritage06/Roussou\\_NHeritage06\\_final.pdf](http://www.makebelieve.gr/mr/research/papers/NHeritage06/Roussou_NHeritage06_final.pdf) (dostop 11. 8. 2011).
- SCAGLIARINI CORLÀITA D., A. GUIDAZZOLI, T. SALMON CINOTTI et al. 2003, Archeologia virtuale e supporti informatici nella ricostruzione di una *domus* di Pompei. – V: *Archeologia e Calcolatori* 14, 237–274: <http://eprints.bice.rm.cnr.it/854/> (dostop 6. 7. 2011).
- SMITH, L. 2006, *Uses of heritage*. London.
- STAROKRŠČANSKI CENTER EMONE, Virtualni muzej: [http://www.burger.si/MuzejiInGalerije/MestniMuzejLjubljana/Emona/Emona\\_Vrt06.html](http://www.burger.si/MuzejiInGalerije/MestniMuzejLjubljana/Emona/Emona_Vrt06.html) (dostop 4. 9. 2012).
- TEICHMANN, M. 2009, Virtual Archaeology: An Assessment of Gaming Software for the Modelling of Medieval Landscapes. – V: *14th International Congress „Cultural Heritage and New Technologies“*, Dunaj, 39–50.
- THE LONDON CHARTER FOR THE COMPUTER-BASED VISUALISATION OF CULTURAL HERITAGE 2009: [http://www.londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london\\_charter\\_2\\_1\\_en.pdf](http://www.londoncharter.org/fileadmin/templates/main/docs/london_charter_2_1_en.pdf) (dostop 5. 9. 2012).
- THE WONDERS OF VIRTUAL ARCHAEOLOGY 2009, *Ancient Rome in 3D* [DVD]. Rome.
- TOST, L. P., E. M. CHAMPION 2007, A critical examination of presence applied to cultural heritage. – V: *The 10th Annual International Workshop on Presence*, 1–12: [http://www.temple.edu/ispr/prev\\_conferences/proceedings/2007/Tost%20and%20Champion.pdf](http://www.temple.edu/ispr/prev_conferences/proceedings/2007/Tost%20and%20Champion.pdf) (dostop 11. 8. 2011).
- UCLA Cultural Virtual Reality Laboratory 2005, Digital Roman Forum: <http://dlib.etc.ucla.edu/projects/Forum> (dostop 5. 7. 2011).
- UNESCO 2003, *Convention for the safeguarding of the intangible cultural heritage, 32nd session: the general conference of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, UNESCO, Paris: <http://www.unesco.org/culture/ich/index.php?pg=00006> (dostop 6. 9. 2012).
- VIRTUAL WORLD HERITAGE LABORATORY 2010a, *Rome Reborn (A digital model of ancient Rome)*: <http://www.romereborn.virginia.edu/about.php> (dostop 4. 7. 2011).
- VIRTUAL WORLD HERITAGE LABORATORY 2010b, *Rome Reborn, The Hadrian's Villa Project*: <http://vwhl.clas.virginia.edu/villa.html> (dostop 4. 7. 2011).
- VIRTUAL WORLD HERITAGE LABORATORY 2010c, *Digital Sculpture Project*: <http://www.digital-sculpture.org> (dostop 4. 7. 2011).
- VIRTUALNA EMONA, Digitalna knjižnica Slovenije: <http://www.dlib.si/results/?page=25&query=%27rele%253dVirtualna%2bEmona%27&page=1> (dostop 4. 9. 2012).
- ZINK, S. 2008, *Ancient Roman Temple Reconstructed*: <http://news.nationalgeographic.com/news/2008/03/080314-rome-temple.html> (dostop 25. 8. 2011).
- ŽUPANEK, B., M. ŠAVNIK, K. ANTLEJ, Virtualna zbirka 3D predmetov iz rimske Emone na portalu Digitalne knjižnice Slovenije – dlib.si: [http://www.3dt.si/pdf/Strokovni\\_clanki/argo.pdf](http://www.3dt.si/pdf/Strokovni_clanki/argo.pdf) (dostop 4. 9. 2012).

*SPLETNI VIRI*

Splet 1 / Web 1: [www.europeana.eu](http://www.europeana.eu)

Splet 2 / Web 2: <http://www.geoservis.si/component/content/article/133>

Splet 3 / Web 3: [http://3d-biro.com/storitve/terestricno\\_3d\\_lasersko\\_skeniranje/](http://3d-biro.com/storitve/terestricno_3d_lasersko_skeniranje/)

Splet 4 / Web 4: [http://3d-biro.com/podrocja\\_uporabe/kulturna\\_dediscina/](http://3d-biro.com/podrocja_uporabe/kulturna_dediscina/)

Splet 5 / Web 5: [http://www.3dt.si/pdf/Mediji\\_in\\_mi/Klik96%2022\\_23\\_soncna\\_ura.pdf](http://www.3dt.si/pdf/Mediji_in_mi/Klik96%2022_23_soncna_ura.pdf)

Splet 6 / Web 6: <http://www.harphasea.com/index.php/sl/hidrografija/arheologija>

Splet 7 / Web 7: <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:IMG-TJBJSBB/?pageSize=25&query=%27rele%253dVirtualna%2bEmona%27&page=1>

Splet 8 / Web 8: <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:IMG-TJBJSBB/?pageSize=25&query=%27rele%253dVirtualna%2bEmona%27&page=1>

Splet 9 / Web 9: [http://www.burger.si/MuzejiInGalerije/MestniMuzejLjubljana/Emona/Emona\\_Vrt06.html](http://www.burger.si/MuzejiInGalerije/MestniMuzejLjubljana/Emona/Emona_Vrt06.html)

Splet 10 / Web 10: [http://www.kulturna-dediscina.si/projekt\\_](http://www.kulturna-dediscina.si/projekt_)

Splet 11 / Web 11: <http://www.ljubljanskigrad.si/spoznajmo-grad/virtualni-grad/>

Splet 12 / Web 12: <http://www.burger.si/MuzejiInGalerije/DolenjskiMuzej/ArheoloskaZbirka/01.html>

Splet 13 / Web 13: [http://www.nms.si/index.php?option=com\\_content&view=article&id=995%3Azakljuili-smo-digitalno-rekonstrukcijo-trdnjave&catid=63%3Aprojekt-parsjad&Itemid=310&lang=sl](http://www.nms.si/index.php?option=com_content&view=article&id=995%3Azakljuili-smo-digitalno-rekonstrukcijo-trdnjave&catid=63%3Aprojekt-parsjad&Itemid=310&lang=sl)

Splet 14 / Web 14: [http://www.ostina.org/images/stories/vol28\\_december10/news\\_from\\_the\\_network/introducing\\_stephan\\_zink/popups/tempel\\_pop\\_up.jpg?bw=undefined&bh=undefined](http://www.ostina.org/images/stories/vol28_december10/news_from_the_network/introducing_stephan_zink/popups/tempel_pop_up.jpg?bw=undefined&bh=undefined)

---