

izdelava replike rimske sončne ure

Digitalne tridimenzionalne tehnologije kot podpora pri ohranjanju kulturne dediščine

Ohranjanje kulturne dediščine že dolgo časa ni več omejeno le na tradicionalne, torej ročne restavratorske tehnike, saj se v zadnjem času pojavlja vedno več digitalno podprtih sistemov, ki so uporabni tudi na področju restavriranja umetnin in arheoloških najdb. Tako imenovane tridimenzionalne tehnologije: 3D-tiskanje, 3D-skeniranje in 3D-modeliranje, ki so bile dolgo časa domena strojniških, oblikovalskih in arhitekturnih praks, se nezadržno širijo tudi na druga področja. Izdelava prostorsko (3D) natisnjene replike rimske sončne ure iz Mošenj, izdelane s pomočjo 3D-datoteke zajete površine ure, je dober primer integracije visoke tehnologije v polje ohranjanja kulturne dediščine.



Na trasi bodoče avtoceste Vrba–Peračica pri naselju Mošnjje so ob gradbenih delih odkrili ostanke zidane rimske podeželske vile (villa rustica). Zaščitne arheološke raziskave so potekale v letih 2006 in 2007, izvedbo je prevzel Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, območna enota Kranj, pod vodstvom arheologa Milana Sagadina in Judite Lux. Na obzidanem arealu je bilo razporejenih več objektov s skrbno izdelanimi ognjišči, arhitekturnimi detajli in ohranjenimi tlaki. Izjemno bogate drobne najdbe (novci, nakit, orodje, deli stavbne opreme, lončenina) datirajo naselje v obdobje od 1. do 4. stoletja, posamezne najdbe pa sežejo še do 6. stoletja n. št. Nedvomno je najdišče v Mošnjah med do sedaj raziskanimi v tem delu Slovenije največje in najbolj ohranjeno in kaže na pre-

cejšnje bogastvo ter visok bivalni standard prebivalcev. Ob največjem objektu je bila najdena – kot druga na območju Slovenije – rimska sončna ura, ki je bila izdelana iz lokalnega kamna zelenkaste barve, tufa. Ura, ki je bila že ob odkritju precej poškodovana, je bila prepeljana na Restavratorski center Zavoda za varstvo kulturne dediščine, kjer so jo konservirali. Zaradi njenega pomena je bilo potrebno uro v največji možni meri dokumentirati in s tem tudi nadzorovati morebitne spremembe na materialu. Med najkakovostnejšimi načini dokumentiranja v tem trenutku je 3D-skeniranje. Tehnologija te vrste ponuja nove, doslej nepoznane možnosti, kot je na primer ta, da je mogoče digitalno izdelati model nekdanjega izgleda ure ter tega istočasno s pomočjo 3D-tiskalnika tudi popolnoma identično originalu natisniti.

Ob rekonstrukciji se je pokazala težava, da prav sprednji del ure ni bil ohranjen. Na podlagi primerjav s številnimi znanimi rimskimi sončnimi urami je bila sprejeta odločitev, da se prikaže ena preprostejših oblik, ki bi najbolj ustrezala tako ohranjenemu delu ure kot tudi tipu naše podeželske vile. Pri 3D-tisku je bilo odločilno predvsem dejstvo, da moramo ločevati med izvornikom in računalniško dodanim delom. Ura je bila tako izdelana v dveh delih, ki ju lahko sestavimo. Dodatno razlikovanje med obema deloma je bilo doseženo še s teksturo dodanega dela, ki je bolj gladka kot pri originalu. Oba skupaj pa predstavljata idealno rekonstrukcijo rimske sončne ure, najdene v podeželski vili pri Mošnjah. S pomočjo barvnega 3D-tiskalnika so bile izdelane tri replike rimske sončne ure. Naj-

večja, izdelana v naravni velikosti, in nekoliko manjša služita kot predstavitevna modela objekta na gostujočih razstavah in predavanjih. Najmanjša replika v velikosti približno 6 cm je bila natisnjena kot model za izdelavo gumijastega kalupa, v katerega se vliva keramični material za izdelovanje miniaturnih modelov ure, uporabnih kot poslovna ali promocijska darila oziroma kot spominki iz muzejske ponudbe.

Od digitalizacije najdbe do izdelave realne replike

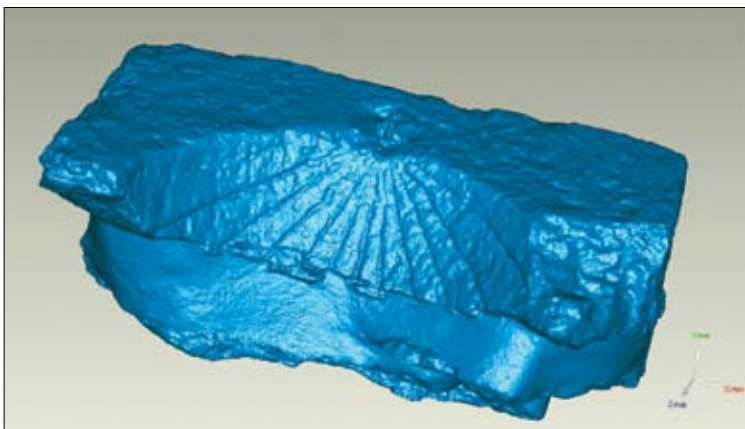
Preden lahko 3D-tiskalnik izdela repliko nekoga objekta, je potrebno pridobiti 3D-datoteko le-tega oziroma njegove površine. Omenjena sončna ura (velikosti 38 x 20 x 21 cm) je bila zajeta z ročnim laserskim skenerjem Z Corporation ZScanner 700. Ročni



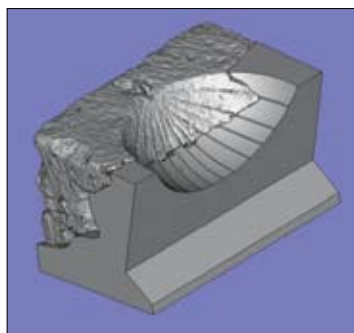
Arheološko najdišče pri Mošnjah na Gorenjskem, kjer je bila najdena rimska sončna ura.



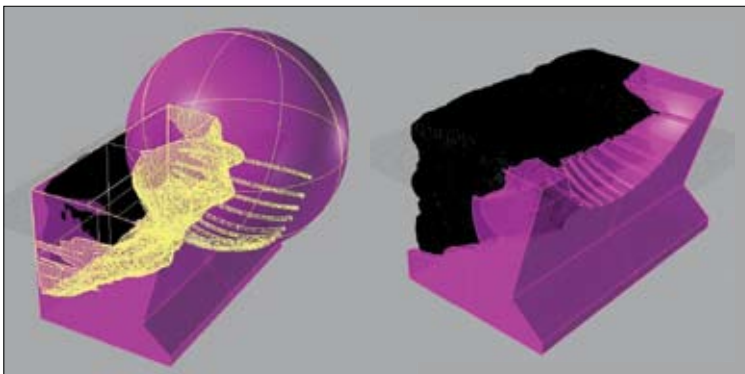
Rimska sončna ura iz tufa, 3. stol. n. št.



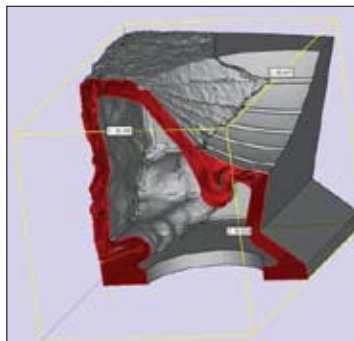
Pogled 3D-skenirane ure v GeoMagicu.



Sončna ura v Magicsu.



Računalniška rekonstrukcija neohranjenega dela ure v modelirniku Rhino.



Preverjanje prereza ure v programski opremi Magics.

skener omogoča zajemanje površin objekta na terenu, kar omogoča kar najustreznejše ravnanje z najdbami. Laser naprave se pozicionira na referenčne točke, ki jih ni potrebno lepiti na objekt, ampak so že pripravljene na nekakšni mreži, postavljeni nad objekt. Tako zagotovimo kar najmanj rokovanja z dragoceno umetnino ali arheološko najdbo. Na prenosnem računalniku, na katerega je 3D-skener priklopljen, se v realnem času preverja zapis površine objekta. Digitalizirana površina se izrisuje v datotečnem formatu STL oziroma kot poligonska površina.

Po končanem skeniranju sledi urejanje datoteke v programski opremi GeoMagic. Ta omogoča zapiranje luknjic na površini in iz-

risovanje površin, katerih ne želimo dokumentirati (npr. podstavek objekta). Takemu 3D-objektu lahko dodamo teksturo ali barvo. V primeru ure je bila dodana ustrezna barva, ki imitira kamnino tuf. Ker zapis STL ne omogoča dodajanja barv in tekstur, je obarvani objekt ure potrebno pretvoriti v datotečni format VRML. Preden gre datoteka v programsko opremo 3D-tiskalnika, ki omogoča izdelavo realnega objekta po plasteh s pomočjo dodajanja prahu in veziva, jo je potrebno pregledati v programu Magics, ki zagotovi »vodotesen« oziroma poln (ang. *solid*) objekt. S tem se izognemo nepotrebnim težavam, ki so navadno posledica nepravilnega izvoza datoteke in

zapisovanja podatkov v različne datotečne formate.

Replika ure je sestavljena iz skeniranega ohranjenega objekta in po knjižni predlogi ter na podlagi podobnih najdb rekonstruiranega neohranjenega dela ure. Digitalno zajet ohranjeni del je bil uvožen v 3D-modelirnik Rhinoceros, ki deluje po principu krivulj in površin NURBS. Tam se je nadaljevala virtualna prostorska rekonstrukcija objekta, kakršen naj bi izgledal v času njegove uporabe, torej pred približno 1700 leti. Na modelirani objekt je bila na koncu dodana enaka barva kot na skenirani del.

Oba za 3D-tiskanje pripravljena dela ure sta bila izvozljena, s čimer se prihrani na mate-

rialu in sami teži izdelka. Za izdelavo treh replik v treh različnih velikostih so bile pripravljene tri različne datoteke. Ker je replika pripravljena za izdelavo v naravni velikosti (tako ohranjeni kot neohranjeni del), zaradi svoje obsežnosti prevelika za delovno območje 3D-tiskalnika, ki obsega volumen 254 x 356 x 203 mm, je bila v programu Magics najprej digitalno »razrezana« na dva dela in nato v fizični obliki zlepljena v en kos. Oba dela srednjega modela ure je bila možno natisniti hkrati.

Večji različici ure sta pripravljene tako, da ju je možno sestavljati oziroma razstavljati, pri čemer je jasno vidna razlika med ohranjenim in rekonstruiranim delom. Tak način pripomore k boljšemu razumevanju in predstavi velikokrat zelo slabo ali le delno ohranjenih arheoloških najdb ne le strokovni, pač pa tudi splošni laični javnosti. Najmanjši model, namenjen za izdelavo serijskih keramičnih izdelkov, pa je zaradi svoje majhnosti izdelan tako, da ohranjenega dela ure in domodeliranega dela ni možno razstaviti.

Zajem in izdelava replike rimske sončne ure iz Mošenj je še eden v nizu uspešnih projektov na področju ohranjanja kulturne dediščine v našem prostoru. Sama digitalizacija ne samo arheoloških artefaktov, pač pa tudi drugih umetnin, predvsem plastik, je pomemben člen v ohranjanju zgodovine, saj zagotavlja dostojno arhiviranje. S takim preventivnim ukrepanjem pripomoremo k boljšemu reševanju problemov v primeru nepredvidenega izginotja ali poškodb, ki so lahko posledica vandalizma, naravnih nesreč in delnih poškodb pri nestrokovnem ravnanju. Digitalno arhiviranje omogoča tudi analiziranje objektov pred in po obdelavi (npr. restavriranju), spremljanje stanja objekta v krajšem ali daljšem časovnem obdobju, omogoča obstoj virtualnih muzejev in pripomore k kakovostnejšemu približevanju zgodovine tudi nepoznavalcem.



Natisnjene 3D-replike rimske sončne ure iz Mošenj, izdelane v treh velikostih.



Najmanjši model, namenjen za izdelavo serijskih keramičnih izdelkov, pa je zaradi svoje majhnosti izdelan tako, da ohranjenega dela ure in domodeliranega dela ni možno razstaviti.