ОРИГИНАЛАН НАУЧНИ РАД

УДК 904:726.825(497.11)
528.7:902
DOI https://doi.org/10.18485/znms_arh.2025.27.1.13
Примљено: 15. април 2025.
Прихваћено: 10. мај 2025.
e-mail: predrag.djerkovic@f.bg.ac.rs

Предраг Р. ЂЕРКОВИЋ
Универзитет у Београду, Филозофски факултет – Одељење за археологију

ПРИМЕНА 3D ФОТОГРАМЕТРИЈЕ У РЕГИСТРОВАЊУ НЕЧИТКИХ НАТПИСА НА ЕПИГРАФСКИМ СПОМЕНИЦИМА: ПРИМЕР РИМСКИХ СПОМЕНИКА ИЗ СЕЛА КРЕМАНА[1]

Апстракт: С убрзаним развојем дигиталне фотограметрије током последње деценије, израда 3D модела у археологији постаје све чешћа. Иако се у домаћој литератури углавном помиње као добар вид документације приликом теренског истраживања, фотограметрија у археологији има ширу примену. Недавна испитивања су показала да се софтверском обрадом 3D модела археолошких предмета могу опазити и најмање неравнине на њиховим површинама. Тако већ постоје поједини стручни радови који се базирају на коришћењу разних софтверских визуализација за потребе читања оштећених и нечитких натписа на епиграфским споменицима. Овај рад је настао с циљем да се установе могућности примене различитих, јавно доступних и бесплатних алата при анализи фотограметријских 3D модела римских епиграфских споменика. Истраживање је спроведено на четири споменика из данашњег села Кремана. Захваљујући употреби те методе, рељефне представе на свим споменицима су постале знатно уочљивије, чак и оне које се не могу опазити традиционалним епиграфским методама. На сваком од проучаваних споменика регистрован је део данас невидљивог или делимично читљивог натписа, а велику успешност методе осликава уочавање 27 раније нечитких слова на једном од њих. Квалитет резултата добијених коришћеном методологијом доводи до знатно боље археолошке интерпретације епиграфских споменика. Ако се узму у обзир веома лоше стање очуваности и незаштићеност великог броја споменика, израда 3D модела уједно може да омогући и њихово трајно бележење и заштиту у виртуелном простору.

Кључне речи: 3D модели, 3D епиграфика, римска епиграфика, Кремна

1 Народни музеј Србије је 2024. године наградио мастер рад истог наслова као најбољи из области археологије.

УВОД

Село Кремна се налази на северозападним огранцима Златиборске висоравни, приближно 20 km западно од Ужица, на надморској висини од око 800 m (Мандић 2015: 206). Кременска котлина представља заравњени предео између обронака Златибора и Таре, који је на западу затворен планином Шарган (Максимовић 1862: 94–95), а чијом дужином тече Братешина река или Братушница. У питању је предео богат археолошким наслеђем, у коме су до сада регистровани остаци из гвозденог доба, римског периода и средњег века (Зотовић 1972: 4).

У време римске доминације, кроз данашње село је пролазио пут који је повезивао Подриње и унутрашњост провинције Далмације. О насељености подручја Кремана у том периоду говори привремени војни логор[2] датован у I и II век, као и велики број античких споменика (Мандић 2015: 206). Још је Феликс Каниц 1861. године забележио да се у Кремнима налазе остаци неколико стотина надгробних споменика, а описао је и представу бога Атиса на једном од њих (Kanitz 1861: 7–8). Стојан Новаковић 1876. године пише да у Кремнима има римских остатака, а помиње и некрополу на Марковом пољу у Мокрој Гори (Новаковић 1876: 16). Прва ископавања на том подручју спроведена су на локалитету Ерића гробље 1968. године. Истраживања седамдесетих година прошлог века била су усмерена на некрополе из гвозденог доба на локалитету Црквине у засеоку Мисајловићи (Зотовић 1972), а настављена су 1986. године (Мандић 2015: 207). Археолошки радови су обављани и током 2004. и 2005. године, када је испитиван претпостављен средњовековни сакрални објекат на локалитету Црквина у засеоку Родаљи–Чулићи.[3] Од римског наслеђа у Кременској котлини до сада су публиковани само поједини епиграфски споменици, а обимнија истраживања римског војног логора у Трговишту и других римских остатака у Кремнима спроводе се од 2021. године.[4]

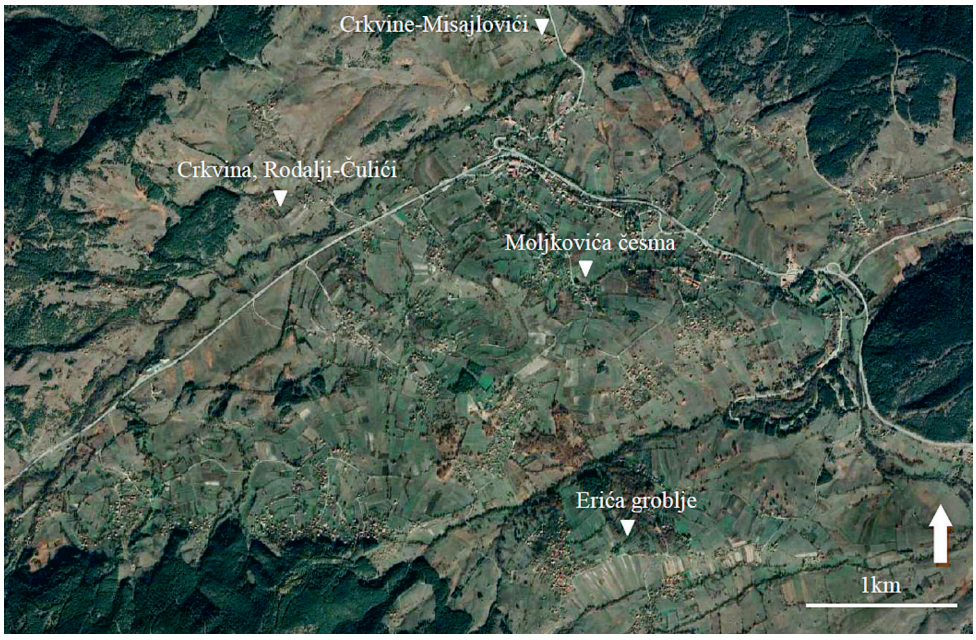
РИМСКИ ЕПИГРАФСКИ СПОМЕНИЦИ ИЗ КРЕМАНА

С подручја данашњег села Кремана потиче знатан број римских споменика који, на основу стилских карактеристика, могу да се датују у период II и III века. Регистровани су на локалитетима Ерића гробље, Стаменића гробље, Црквина у засеоку Родаљи–Чулићи и Црквине–Мисајловићи, док је један уграђен у данашњу чесму прекопута Мољковића хана (Зотовић 1973: 16; Мандић 2015: 206). У складу с циљевима истраживања, за потребе овог рада одабрана су четири споменика која, због својих карактеристика, потенцијално могу да пруже жељене резултате. Главни фактори за њихов одабир били су приступачност споменику, као и постојање натписног поља и степен његове очуваности. Потичу са четири различите локације (сл. 1), а сваки од њих је представљен у наставку.

2 Податак је преузет из извештаја са систематских рекогносцирања 2021. године, која је водио др Владимир Михајловић, а која је предузео Филозофски факултет Универзитета у Новом Саду.

3 Податак је преузет из извештаја са систематских археолошких ископавања 2005. године, која је водила мр Љиљана Мандић, а која је предузео Народни музеј Ужице.

4 Податак је преузет из извештаја са систематских рекогносцирања 2021. године, која је водио др Владимир Михајловић, а која је предузео Филозофски факултет Универзитета у Новом Саду.



Сл. 1 Географски положај локалитета са којих потичу анализирани споменици (преузето: Google Earth, приступљено 14. 11. 2024)

Fig. 1 Geographic position of the sites where the analysed monuments were found (taken from: Google Earth, accessed November 14th 2024)

1. Надгробна стела, Црквине–Мисајловићи

Локалитет Црквине се налази у засеоку Мисајловићи, на левој обали реке Братушнице. С тог локалитета потиче знатан број римских и средњовековних споменика. Надгробна стела од белог кречњака (сл. 2) датована је у крај II века, а данас је положена на своју задњу страну. Споменик је описан 1986. године пошто су Археолошки институт САНУ и Народни музеј Ужице на том месту спровели сондажна ископавања. Фрагментована стела састоји се од забата, натписног поља и усадника. На средини забата представљена је розета. На бочним странама забата и натписног поља уклесани су канеловани стубови с капителима. У литератури се помињу и представе делфина у угловима фронтона. У натписном пољу је забележен део натписа: *D(is) M(anibus) Aurel(ius) Cut[ius vi]xit annos R.. D* (Мандић 2015: 207). Данас од натписа није видљиво ниједно слово, као ни делфини у горњем пољу, што свакако може да се припише утицајима спољашње средине којима је споменик био изложен у претходним деценијама. При дну натписног поља споменик је поломљен по ширини. У доњем пољу су видљиве представе два сучељена хипокампа (Мандић 2015: 207).

2. Ара са локалитета Црквина у засеоку Родаљи–Чулићи

Локалитет Црквина, у засеоку Родаљи–Чулићи, смештен је на благом узвишењу на левој обали реке Братушнице. У питању је место на коме је 2004. године Народни музеј Ужице обавио мања истраживања, током којих је око затечене аре

Сл. 2 Затечено стање надгробне стеле на локалитету Црквине–Мисајловићи (фото: А. Бандовић)
Fig. 2 Initial condition of the grave stela from the site of Crkvine–Misajlovići (photo: A. Bandović)

Сл. 3 Затечено стање споменика на локалитету Црквина у засеоку Родаљи–Чулићи (фото: П. Ђерковић)
Fig. 3 Initial condition of the monument from the site of Crkvine in the hamlet of Rodalji–Čulići (photo: P. Đerković)

(сл. 3) отворена мања сонда, на коју се надовезивао контролни ров. Под претпоставком да се ту налази средњовековни сакрални објекат, археолошки радови су настављени 2005. године, када су регистровани остаци објекта грађеног од ломљеног камена и кречног малтера, с два нивоа поднице. У извештају са ископавања помиње се и потпуно одсуство покретних налаза, изузев профилисане базе стуба. Љиљана Мандић и Милоје Мандић, који су спроводили истраживања, сматрали су да античка ара, око које је отворена прва сонда, представља сполију искоришћену за евентуални средњовековни објекат. Наведено је да је у питању ара мањих димензија, на којој може да се прочита једино слово С у доњој зони натписног поља,[5] док је данас на том делу видљиво само слово О.

3. Надгробни ципус уграђен у Мољковића чесму

Упечатљив је споменик уграђен у чесму прекопута Мољковића хана (сл. 4), за који се зна да је пренет са локалитета на Стаменића гробљу (Мандић 2015: 207). Познато је да је чесма подигнута средином XIX века (Грујовић Брковић и Алексић Чеврљаковић 2015: 129), али је ципус на то место могао бити пребачен и касније.

5 Податак је преузет из извештаја са систематских археолошких ископавања 2005. године, која је водила мр Љиљана Мандић, а која је предузео Народни музеј Ужице.

Сл. 4 Затечено стање споменика уграђеног у Мољковића чесму (фото: П. Ђерковић)
Fig. 4 Initial condition of the monument built into the fountain of Moljkovića Česma (photo: P. Đerković)

Сл. 5 Затечено стање споменика с локалитета Ерића гробље (фото: П. Ђерковић)
Fig. 5 Initial condition of the monument from the site of Erića Groblje (photo: P. Đerković)

Због начина на који је секундарно употребљен, ципус је само делимично видљив – цела доња половина натписног поља и доња половина леве бочне стране данас леже испод површине земље. На обе бочне стране се уочавају представе Атиса, а изнад њих, као и изнад натписног поља, налазе се рељефно изведене гирланде с розетама (Вулић 1948: 246). Данас се на натписном пољу не разазнају слова. Рељефи с приказом Атиса описани су још пре више од 150 година, када је уочено да божанство стоји с укрштеним ногама и држи штап у подигнутој руци (Kanitz 1861: 7–8). Из нешто каснијег описа се види да је натписно поље веома оштећено, а помиње се и да се споменик налази „код бунара близу Мољковићеве кафане", што одговара месту данашње чесме (Вулић и Премерштајн 1900: 50–51).

4. Ара са локалитета Ерића гробље

Последњи анализирани споменик је вотивна ара (сл. 5) са локалитета Ерића гробље. Резултати ископавања спроведених 1968. године нису публиковани. Приликом рекогносцирања 2021. године регистрован је велики број камених блокова, као и жртвеник од белог кречњака, посвећен богу Јупитеру, с делимично сачуваним натписом: *I(ovi) O(ptimo) M(aximo) ANVS ROO M.*[6]

3D ФОТОГРАМЕТРИЈА У АРХЕОЛОГИЈИ

Фотограметрија је технологија добијања информација о физичким објектима у процесу бележења, мерења и интерпретације фотографија (McGlone 2004). То се односи и на израду прецизних 3D модела анализом и преклапањем већег броја

6 Податак је преузет из извештаја са систематских рекогносцирања 2021. године, која је водио др Владимир Михајловић, а која је предузео Филозофски факултет Универзитета у Новом Саду.

аналогних или дигиталних фотографија (Al-Ruzouq 2012: 97). Фотограметрија се ослања на прикупљање података са фотографија, тежећи да се њиховом обрадом добије што више поузданих информација за даљу употребу (Žunić 2017: 2). Уједно се сматра и најбољом методом за обраду фотографија будући да пружа веома прецизне и детаљне 3D информације (Remondino 2011: 1111).

Крај XX века означио је почетак дигиталне фотограметрије (Schenk 2005: 9). Дигитални фото-апарати могу да начине стотине фотографија истог предмета, а број и доступност софтвера за израду 3D модела све су већи. Тродимензионални модели постају све популарнији у различитим наукама, а долази и до убрзаног развоја 3D реконструкција и софтверских анализа које омогућавају детаљно проучавање фотографисаних предмета (James, Marzolff and Johannes 2010: 23). Осим тога, појава ласерских скенера знатно је убрзала процес креирања модела, а сами скенери су све јефтинији и распрострањенији (Marin-Buzon et al. 2021: 2).

Употреба фотограметрије у археологији може да се прати још од раних фаза развоја фотографије (Wiśniewski and Zeman-Wiśniewska 2019: 167). Први пут је примењена у археологији средином XX века, када су објављени радови из те области. Ипак, нагло повећање интересовања за њу настало је тек након 2010. године, када је израда и обрада 3D модела постала једноставна и приступачна (Marin-Buzon et al. 2021: 22–23). Захваљујући убрзаном развоју дигиталне фотограметрије, данас може да се направи реалан тродимензионални модел користан за историјску документацију, конзервацију и презентацију, за моделовање виртуелне реалности или видео-игара, за израду виртуелних музејских поставки или 3D каталога (Remondino 2011: 1105). Фотограметрија је све чешће присутна и у српској археологији (Pendić 2017: 41). Међутим, још увек је ограничена на теренску документацију, спорадично и на презентацију (Jončić 2018) и фацијалну реконструкцију (Bulatović 2022: 23).

Заштита и правилно управљање културном баштином од кључног су значаја за археологију, а тродимензионални модели представљају све доступнији вид њеног трајног, виртуелног, очувања (Al-Ruzouq 2012: 97). Израда 3D модела у археологији постаје неопходна будући да је материјално наслеђе склоно пропадању и да трпи утицаје природних непогода и катастрофа, климатских промена, ратова… Данас су тродимензионални модели артефаката и локалитета кључне компоненте у њиховом трајном очувању, а уједно и целовит начин преношења информација будућим генерацијама. Захваљујући новим технологијама и усавршеном хардверу, 3D модели су све квалитетнији, а самим тим и теренска археолошка документација (Remondino 2011: 1104–1105). За разлику од других метода тродимензионалног бележења података, фотограметрија је релативно јефтина и мобилна, па је погоднија за коришћење у теренским условима (Thi Porter, Roussel and Soressi 2016: 71). Велика предност примене 3D модела у археологији јесте и уштеда времена током ископавања, посебно када су заштитна (Fussell 1982: 166).

Такође, фотограметријом могу да се спроводе недеструктивна испитивања археолошких налаза. Примера ради, анализа 3D модела археозоолошког материјала је показала задовољавајуће резултате када су у питању његове морфолошке

карактеристике, што је посебно значајно због прецизног мерења костију (Evin et al. 2016: 87). Постоје многи случајеви употребе 3D модела у документовању керамичког материјала (Gianolio, Mermati and Genovese 2014: 249), а фотограметрија се све чешће користи приликом установљавања трагова употребе на праисторијским каменим алаткама (Thi Porter, Roussel and Soressi 2016: 83). Потребно је напоменути да сваки археолошки 3D модел зависи од више фактора, па је тако методологија фотографисања стаклених предмета суштински другачија од оне која се примењује код налаза од метала. Исто тако, технике које се успешно примењују на једном типу артефаката можда неће бити од велике помоћи на другом (Pavlidis et al. 2006: 93). Тек се током последњих година чешће обрађују 3D модели ради специјализованих научних истраживања јер софтверске могућности пружају довољно прецизне резултате.

ДОСАДАШЊИ ДОПРИНОС 3D ФОТОГРАМЕТРИЈЕ ЗА ПОТРЕБЕ ЧИТАЊА ЕПИГРАФСКИХ СПОМЕНИКА

Први важан корак у употреби 3D фотограметрије приликом читања епиграфских споменика начињен је 2009. године, када је група аутора проучавала пет натписа са територије данашње Грчке. Том приликом су, уместо њихових, рађени модели отисака на папиру. Оштећени натписи и рељефи у камену традиционално могу да се читају и прислањањем посебне врсте папира на површину, након чега се добија њихова садржина у негативу. Тај начин рада је доводио до успеха, али се чини да је тек у комбинацији с тродимензионалним моделом могао да оствари свој пуни потенцијал. Наиме, у случају споменика из Грчке спајани су скенови два отиска на папиру како би се добио тродимензионални модел површине. Осим тога, један исти отисак је скениран неколико пута, свака од добијених слика обрађивана је на посебан начин, а потом су све преклопљене. Затим је уследила статистичка обрада резултата, која се односила на просечну димензију слова, њихову величину и стил. Анализе су показале да је овај метод добар за читање натписа на старим споменицима, премда уклесане представе и слова не могу да се региструју с већом сигурношћу. Ипак, његова велика предност састоји се у томе што су сви далеко боље видљиви и читљиви у поређењу с традиционалним методама (Barmpoutis, Bozia and Wagman 2009: 1–9). Фотограметрија је тек у наредним годинама доживела свој пуни развој, те се овај метод данас чини сувишним и недовољно прецизним.

Током последње деценије се 3D фотограметрија све чешће употребљава у археологији. Значајан помак на том пољу догодио се 2010. године, када је настао софтвер Agisoft Photoscan, данас познат као Metashape. Израда тродимензионалних модела је све лакша и бржа, те представља више него пожељан део археолошких радова на терену. У том периоду су начињени и први покушаји читања оштећених натписа путем обраде тродимензионалног модела. То обухвата фотографисање, прављење модела и, на крају, његову обраду у низу софтвера додавањем различитих филтера и промена у битским мапама фотографисане површине. Нажалост, само су поједини археолози примењивали описане методе, а до данас је доступно свега десетак радова о тој теми. Показало се ипак да

фотограметријски 3D модели могу да пруже веома важне информације о натписима на археолошким предметима. Метода је до сада тестирана на различитој археолошкој грађи, попут античке камене пластике (Brutto 2018), керамичког материјала (Molloy and Milić, 2018) или надгробних споменика (Landes et al. 2013). Резултати тих истраживања показују да се читљивост натписа на камену, керамици и металу повећава с применом обраде фотограметријског 3D модела. У раду је представљено неколико примера који на добар начин осликавају домете анализа тродимензионалних модела, спроведених ради читања натписа на епиграфским споменицима.

Стела из Кастилискара (Castiliscar) пронађена је средином прошлог века на локалитету Коладо де Малвар (Collado de Malvar) у Шпанији. Та стела, са заобљеним горњим делом, израђена је од локалног кречњака и садржи посебно поље за натпис – *tabula ansata*. Лоше је очувана, а натпис је веома слабо видљив будући да је споменик неколико деценија био изложен падавинама и другим спољашњим утицајима пре преношења у локални музеј (Andreu and Serrano 2019: 7–9). Аутори наглашавају да су модел сачинили како због трајног документовања стеле тако и због ишчитавања оштећеног натписа. Најпре се приступило основној анализи модела, која је подразумевала померање вештачког извора светлости у софтверу. Премда се на тај начин јасно уочавају поједине структуре на споменику, показало се да његовом применом тешко може да се дође до натписа у пољу, те је извршена модификација модела. Употребљене су различите визуализације како би се остварили жељени резултати. Издвајање виших тачака од нижих (у случају споменика плићих од дубљих) није било успешно због веома малог степена очуваности споменика. Због тога је изведено мапирање висина на обојеној скали. У питању је метода која омогућава да се до детаља испитају и представе сва, па и најмања удубљења на некој површини. Тако може да се направи диференцијација између виших и нижих тачака и њихово посебно представљање и означавање у виду слова, уреза или рељефа. Анализом 3D модела предложено је читање натписа (Andreu and Serrano 2019: 7–9). Будући да је деценијама био изложен пропадању, било је неопходно да се споменик с локалитета Коладо де Малвар заштити у затеченом облику. Стога је реч не само о могућностима примене фотограметрије у епиграфске сврхе већ и о подсећању на то да 3D модели чине најефикаснији и најјефтинији вид конзервације археолошких налаза.

Постоје и други примери из данашње Шпаније који осликавају досеге анализе 3D модела у читању оштећених или недовољно видљивих натписа. Приликом проучавања два римска споменика из Галиције, у потпуности су откривена имена двоје покојника, као и друга, до тада делимично читка или нечитка слова. Методолошки оквир се није много разликовао од оног коришћеног на споменику из Кастилискара, а модели су анализирани употребом другог софтвера, који је омогућио прецизнију калибрацију боја и комбиновање сенки из више углова (Carrero-Pazos and Espinosa-Espinosa 2019: 11–12).

Управо је приступ публикован у наведеним радовима био основ за развијање методолошког оквира коришћеног у нашој анализи.

МЕТОДОЛОГИЈА ИЗРАДЕ И АНАЛИЗЕ 3D МОДЕЛА РИМСКИХ СПОМЕНИКА ИЗ СЕЛА КРЕМАНА

Процесу фотографисања споменика из села Кремана претходило је планирање свих фаза истраживања, у складу с раније описаним корацима (Marin-Buzon et al. 2021: 2–3). За фотографисање је коришћен DSLR апарат Canon EOS 700D са EF-S 18–55mm f/3.5–5.6 IS STM објективом. Имајући у виду димензије одабраних споменика, одлучено је да је довољно да се фотографишу у затеченом стању, без померања. Фотографисање је обављено у септембру 2022. године. Бирани су искључиво облачни дани како би се неутралисале сенке на површини. Ради што целовитијег фотографисања, било је неопходно да се уклони вегетација и очисти споменик, а у појединим случајевима да се избаци кишница која се на њему наталожила. Затечено стање илуструје прилике у којима се споменици из Кремана налазе, посебно узимајући у обзир то што су израђени од кречњака који лако пропада.

Следећи корак у снимању био је одређивање фиксних тачака у околини споменика. Оне представљају маркере који се постављају на фотографисану површину пре снимања како би модел потом могао да се стави у размеру. То значи да је уз један угао сваког споменика постављано три маркера тако да прате линију њихове предње и бочне ивице. Уз то, како би се добили подаци о висинама, поред сваког споменика је усправно постављен по један пикет. Потом је уследило мерење раздаљина међу фиксним тачкама.

Пре снимања DSLR апаратом било је неопходно ручно подешавање како би услови били идентични код сваке фотографије. У зависности од спољашње осветљености, процењене су вредности отвора бленде, осетљивости сензора на светлост (ISO) и експозиције. Да би се у што већој мери избегла дисторзија фотографија, која настаје као последица коришћења објектива, било је важно да се он фиксира, односно да током фотографисања не долази до увеличавања.

Уследило је фотографисање споменика. Да би се начинио 3D модел, односно да би софтвер могао да преклопи фотографије, било је неопходно да се свака од њих с претходном преклапа најмање у две трећине. За почетак фотографисања сваког споменика одабран је кадар с маркерима како би касније могли лако да се препознају. Након тога је фотографисана свака видљива страна споменика. Прелази с једне на другу страну изведени су окретањем апарата за 90 степени, уз стално фотографисање.

Након теренског фотографисања епиграфских споменика започет је процес израде 3D модела коришћењем рачунара високих перформанси. Фотографије су иницијално обрађене и смањене у Adobe Lightroom-у како би се растеретио софтвер Metashape, који не би могао да обради више стотина оригиналних RAW фотографија велике резолуције. Након тога, фотографије су оријентисане и поравнате у Metashape-у, при чему су неупотребљиве слике уклоњене. Први корак у моделовању био је израда облака тачака ниског квалитета, затим његово чишћење од нежељених елемената у окружењу. Следећи је био формирање густог облака тачака високе резолуције, што је омогућило детаљно приказивање облика споменика. На основу тога су израђени полигонални модел и текстура, чиме је завршено 3D моделовање.

За анализу су коришћени бесплатни софтвери MeshLab и Blender, док је Metashape служио за DEM (дигитални елевациони модел). DEM је израђиван помоћу планарних пројекција које омогућавају прецизно мерење висинских разлика на споменику, уз примену опције hillshade. У MeshLab-у је вршено мапирање дубина (depth map) помоћу контраста на Z-оси, чиме су се истицале урезане површине натписа. Такође су тестиране различите технике Radiance Scaling-а, које сенкама и одсјајима истичу рељеф натписа. Blender је такође коришћен за мапирање дубина са више Z-оса, слично поступку мапирања дубина у софтверу MeshLab.

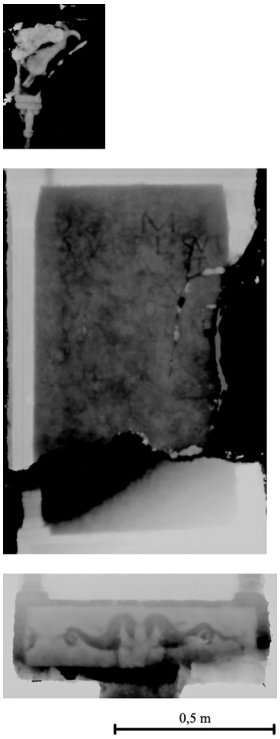
РЕЗУЛТАТИ

Премда ће поређење резултата које су дали различити софтверски алати бити предмет другог истраживања, на овом месту биће представљени они добијени у Blender-у будући да је мапирање дубина у том софтверу пружило најбоље визуализације када је у питању број регистрованих слова (табела 1). Због њихове природе, овај метод је непогодан за детаљније разазнавање рељефа, тако да ће у том случају пажња бити посвећена софтверском алату Radiance Scaling, који пружа целовито сагледавање рељефне представе без обзира на дубину.

софтверски алат	стела, Црквине–Мисајловићи	ара, Црквина Родаљи–Чулићи	ципус, Мољковића чесма	ара, Ерића гробље
Metashape – DEM	20	13	1	9
MeshLab – померање извора светлости	3	4	0	8
MeshLab – мапирање дубина	19	27	2	20
MeshLab – скалирање одсјаја (GrayDescriptor)	18	25	2	15
MeshLab – скалирање одсјаја (LitSphere RadianceScaling)	18	25	3	15
CloudCompare – HeightRamp	0	0	0	4
Blender – мапирање дубина	21	28	3	21
данас читљиво	0	1	0	11
читљиво у прошлости	20	1	0	/

Табела 1 Број уочених слова по споменику у зависности од примењеног софтверског алата (компјутерска обрада: П. Ђерковић)

Table 1 Number of deciphered letters per monument depending on the software tool applied (computer processing: P. Đerković)



Сл. 6 Читљивост натписног поља и видљивост рељефа надгробне стеле с локалитета Црквине–Мисајловићи након мапирања дубина у софтверу Blender (компјутерска обрада: П. Ђерковић)

Fig. 6 Legibility of the inscription field and visibility of the relief of the grave stela from the site of Crkvine–Misajlovići after depth mapping in Blender (computer processing: P. Đerković)

1. Надгробна стела, Црквине–Мисајловићи

Анализом се јасно могу уочити розета и мотив делфина у горњем пољу, као и хипокампи у доњем. На натписном пољу са модела (сл. 6) могу се прочитати слова:

DM
AVRELSVT
[]XIT
[]XN[]
5 []DT[]
[]D[]N
S[]
[]M[]

2. Ара са локалитета Црквина у засеоку Родаљи–Чулићи

Код анализе овог, до сада једва читљивог споменика биће посматрано само натписно поље будући да ниједан софтвер није показао било какве рељефне представе или трагове слова на остале три стране. Важно је истаћи да је током обраде тих модела уочено да су видљива слова неправилно оријентисана, што нас је навело на закључак да је споменик постављен на погрешну страну, односно да данас лежи на својој горњој, а не на доњој страни. То је значило да је било неопходно да се модел споменика са локалитета Црквина при даљој обради ротира за 180 степени по Y-оси да би могло да се приступи читању натписа. Примена софтвера Blender омогућила је увид у натпис на овом споменику (сл. 7):

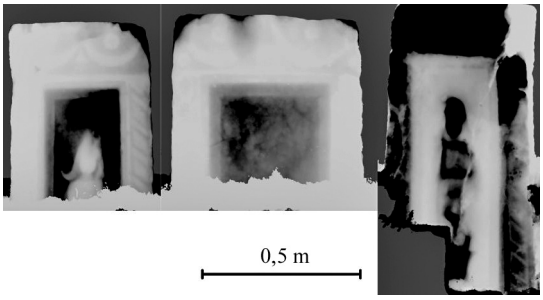
Сл. 7 Читљивост натписног поља споменика с локалитета Црквина у засеоку Родаљи–Чулићи након мапирања дубина у софтверу Blender (компјутерска обрада: П. Ђерковић)

Fig. 7 Legibility of the inscription field of the monument from the site of Crkvine in the hamlet of Rodalji–Čulići after depth mapping in Blender (computer processing: P. Đerković)

LIBERO
PATRI•[.]
T•AVI[]AN
M[]V[]
5 AVR•M[]
S•V•S•L•M

3. Надгробни ципус уграђен у Мољковића чесму

Када је реч о анализи овог споменика у софтверу Blender, мапирање дубина (сл. 8) довело је до читања два слова у првом реду: D и M. Анализе у другим софтверским пакетима довеле су до бољег сагледавања представе Атиса на странама споменика, те рељефа око натписног поља (сл. 8).



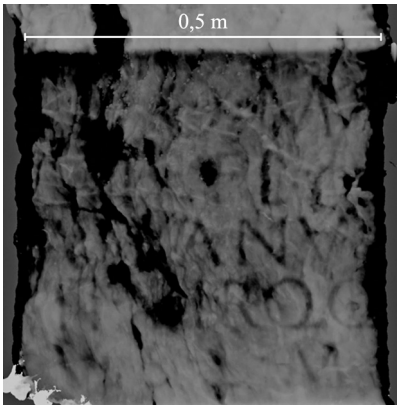
Сл. 8 Читљивост натписног поља и видљивост рељефа на бочним странама споменика уграђеног у Мољковића чесму након мапирања дубина у софтверу Blender (компјутерска обрада: П. Ђерковић)

Fig. 8 Legibility of the inscription field and visibility of the relief on lateral sides of the monument built into the fountain of Moljkovića Česma after depth mapping in Blender (computer processing: P. Đerković)

4. Споменик са Ерића гробља

Анализа модела мапирањем дубина извршена у софтверу Blender омогућила је, у случају модела израђеног помоћу фотографија са дигиталног апарата (сл. 9), регистровање следећег натписа:

IOM
[.]T[.]RD•CS(?)
[]ANVS
N[]IRQQ
5 VSLM



Сл. 9 Читљивост натписног поља споменика с локалитета Ерића гробље након мапирања дубина у софтверу Blender (компјутерска обрада: П. Ђерковић)

Fig. 9 Legibility of the inscription field of the monument from the site of Erića Groblje after depth mapping in Blender (computer processing: P. Đerković)

Наше истраживање је пружило веома значајне резултате за даље епиграфско тумачење разматраних споменика. Пре спроведене анализе, три споменика била су скоро у потпуности нечитљива, а сада је на једном од њих уочено чак 28 слова, док је на делимично читљивом споменику са Ерића гробља њихов број удвостручен. Узимајући у обзир многе представљене податке, а због стварања што боље полазне тачке за даљу археолошку интерпретацију, у наставку ће, пре свега, бити понуђено читање и тумачење натписа на сваком од споменика.

1. Надгробна стела, Црквине–Мисајловићи

Поређењем новодобијеног дела натписа са читањем из 1986. године, те њиховим комбиновањем, може се добити делимична интерпретација натписа:

D(is) M(anibus)
Aurel(ius) Sut-
[- - -]xit
[- - -]XN[-]
5 *[- - -]DT[- - -]*
[- - -]D[- - -]N
S[- - -]
[- - -]M[- - -]

Слова D и M у првом реду су веома честа скраћеница, која се разрешава као *D(is) M(anibus)*, што значи *Боговима Манима*. Такав почетак епитафа је од краја I века постао начин молитве да душа на свом крајњем путовању буде заштићена (Chioffi 2015: 637). Након гентилног имена покојника *Aurelius* следе слова SVT, која представљају почетак когномена. Може се претпоставити да је после имена покојника био глагол *vixit*, што се у комбинацији с пратећом речју *annos*, забележеном 1986. године, преводи као *Живео/ла је … година*. У том случају, поређењем раније изнетих претпоставки (Мандић 2015: 206) с резултатима овог истраживања, број година живота покојника завршавао би се са X. Део натписа који следи није могао у целости да се реконструише, што се посебно односи на доњи део споменика, испод лома по његовој ширини.

Фигурална представа делфина у троугаоном пољу, изван фронтона с розетом, најчешћи је начин приказивања те животиње на стелама из Горње Мезије. Сматра се да је мотив делфина на подручје те провинције доспео из северне Италије преко Панонији или Далмације. Према истраживању које је спровела Сања Пилиповић, већина дедиканата на стелама с представама делфина носила је имена *Aurelius* и *Ulpius*, а били су из редова романизованог становништва. Прикази делфина су се својим обликом добро уклапали у троугаона поља, а њихова симболика може да се повеже с култом бога Нептуна (Pilipović 2020: 373–374). У погледу појаве розете, аналогије за овај споменик се јављају у ближем окружењу, на низу сличних примера са локалитета у Коминима и Пљевљима (Zotović 2008: 432–433). Представа хипокампа, бића с главом коња и телом змије, уклесана у доњем пољу, повезује се с митом о Посејдону (Gazivoda 2015: 41). Често се среће од краја I и почетка II века (Đurić 2008: 162–164).

2. Ара са локалитета Црквина у заесоку Родаљи–Чулићи

Једини забележен део натписа на овом споменику било је слово O у доњој зони натписног поља. Међутим, на основу спроведене анализе испоставиће се да је ара била неправилно постављена у тренутку када су је археолози документовали. Такав закључак био је недвосмислен будући да је оријентација слова регистрованих анализом 3D модела била погрешна. Укупно је прочитано 28 слова, која чине следећи натпис:

Libero
Patri •
T. Aur(elius ?) [- - -]AN
M[- - -]V[- - -]
5 *Aur(elius, -elia) · M[- - -]*
S • *v(otum)* • *s(olverunt)* • *l(ibentes)* • *m(erito).*

Либер је римски бог плодности, вина и винарства, који се помиње као самостално божанство или у заједници с другим боговима (Imamović 1977: 160). Често је био означаван и као *Deus Laetus*, односно *весели боī* (Olujić, 1990: 9). Натписи на арама које су му посвећене најчешће почињу, као и на нашем споменику, са *Libero Patri*, што значи *Либеру Оцу*. Либеров култ је из приобаља пренет у залеђе провинције Далмације, мада се такође сматра да је ту могао доспети из подунавских провинција (Olujić 1990: 16–17). Култ овог бога био је присутан у свим деловима провинције Далмације, о чему сведочи неколико вотивних ара откривених на подручју источне Босне, као и два храма регистрована у Љубушком и у околини Бихаћа (Imamović 1977: 161). Број вотивних споменика посвећених Либеру, дакле, прилично је велики у Далмацији, а њихова знатнија концентрација забележена је још само у Панонији и Дакији (Olujić 1990: 10). Наши резултати не показују са сигурношћу обим распростирања Либеровог култа у континенталном делу Далмације, али свакако потврђују да су житељи на подручју Креманске котлине имали потребу да подигну вотивну ару посвећену Либеру Оцу.

На споменицима посвећеним Либеру, након имена божанства се јављају имена дедиканата, а то су најчешће могли бити странци или војна лица (Imamović 1977: 162). У нашем случају, претпостављено AVR је скраћено гентилно име дедиканта – *Aur(elius)*. Пошто су слова AVR регистрована и у претпоследњем, петом реду натписа, споменик су посветиле две особе. У последњем реду могло се прочитати слово S, које је дефинитивно пренето из претходног, након чега следи скраћеница веома честе формулације *votum solvit libens merito*, којом се обзнањује извршење завета. Ако се прихвати да су споменик посветиле две особе, уместо *solvit libens* требало би читати *solverunt libentes*.

У непосредној околини Кремана, у Врутцима је пронађена вотивна ара с натписом *Lib(ero) p(atri) / Aurelia / Iaca / libens /*[5] *pos(uit)* (Вулић 1948: 240, бр. 475), а присуство његовог култа забележено је и на споменицима из Ужица: на ари с натписом *Lib(ero) p(atri) C(apedunensi) / T. Aur(elius) Ni/grinus / sac(rum) p(ro) p(arte)* (Вулић 1948: 248, бр. 487; Мандић 2015: 188) и једној која је узидана у зид испред Народног музеја у Ужицу, на чијем је крушишту приказан букранион, а у

натписном пољу се може прочитати: *L(ibero) P(atri) Cap(eduni) / T. Aur(elius) Pro/-vincialis / ob honore[(m]) /*[5] *III viratus/ v(otum) s(olvit) l(ibens) m(erito)* (Вулић 1948: 248, бр. 487; Мандић 2015: 184).[7]

3. Надгробни ципус уграђен у Мољковића чесму

На трећем споменику се од оригиналног натписа овим истраживањем могло регистровати једино:

D(is) M(anibus)
[- - -]M

Израз *Dis Manibus* је типичан почетак римског епитафа. Чак ни то није занемарљив резултат када се узме у обзир да натпис на овом, релативно често, током више од једног и по века описиваном споменику никада није могао бити уочен (Kanitz 1861: 8; Вулић и Премерштајн 1900: 51). У сваком случају, велики део натписног поља, као последица секундарне употребе споменика, данас је под земљом. Може се предложити потпуно чишћење споменика, и то тако да се Мољковића чесма, такође споменик културе (Грујовић Брковић и Алексић Чеврљаковић 2015: 129), не оштети. На тај начин, а свакако уз коришћење методолошког оквира представљеног у овом раду, натпис би могао бити прочитан.

На већини примењених визуализација веома добро се уочава мотив гирланди са розетама, изведених у крајњем горњем пољу на све три обрађене стране споменика. Подједнако су видљиви и спирални мотиви на левој и десној страни натписног и бочних поља с Атисовом представом. Радмила Зотовић сматра да се старе традиције аутохтоног становништва огледају и у претрајавању мотива ужета и спирале као декоративних елемената на епиграфским споменицима (Зотовић 2022: 216).

На овом споменику Атис је приказан на типичан начин, с прекрштеним ногама, ослоњен на штап, док на глави носи фригијску капу (Samardžić 2021: 64). Атис спада у оријентална божанства, а његове представе се углавном срећу на бочним странама надгробних споменика. Показало се да сви рељефи Атиса на широкој територији провинције Далмације припадају типизираном начину приказивања овог божанства, што наводи на закључак о постојању одређених клесарских радионица које су опслуживале купце на великом географском простору. Култ Атиса је посведочен на епиграфским споменицима на више места у области данашње Босне и Херцеговине. Претпоставља се да су његови носиоци били изворно досељеници из источних провинција, мада су могли да га негују и други становници. Сматра се да је његов култ у ове крајеве доспео посредством Римљана, почевши од прве половине II века (Imamović 1977: 273–274).

4. Ара с локалитета Ерића гробље

Проучавањем натписног поља вотивне аре с локалитета Ерића гробље може се прочитати следећи текст:

7 Натпис на овој ари дуго је предмет дискусије будући да се понекад сматра да скраћеница *C( )* може да послужи као потврда идентификације данашњег Ужица као античког Капедунума (Бонев 2007: 165).

I(ovi) O(ptimo) M(aximo)
[- -]T[- - -]RD • CS(?)
[- - -]anus
N[- - - IIv]ir q(uin)q(uennalis)
5 *v(otum) s(olvit) l(ibens) m(erito).*

У питању је вотивна ара посвећена Јупитеру Најбољем и Највећем *(Iuppiter Optimus Maximus)*. После његовог имена, на натписима обично следи име (или имена) дедиканта (или дедиканата), након чега се исписује завршна формула (Imamović 1977: 126). Име дедиканта се у овом случају по свој прилици завршавало са *-anus*, а почињало је још у другом реду. У четвртом реду натписа помиње се *duovir quinquennalis*. *Duumviri* су били врховни магистрати у римским колонијама и муниципијумима, док су *duumviri quinquennales* имали цензорска овлашћења (Liebenam 1900: 256–258). Извршење завета обзнањено је у последњем реду споменика са Ерића гробља, коришћењем завршне формулације *votum solvit libens merito*.

Култ бога Јупитера (*Iuppiter Optimus Maximus*) као врховног римског божанства био је најчешћи и на простору данашње југозападне Србије (Зотовић 1973: 35). У ближем окружењу Кремана регистрован је релативно велики број ара посвећених Јупитеру. На локалитету Стара касарна у Ужицу нађен је жртвеник посвећен Јупитеру Партинском, с натписом *I(ovi) O(ptimo) M(aximo) Partino / C. Iulius Rufus trib(unus) coh(ortis) I mil(liariae) Del(matarum) pro sal(ute) / [- - - / - - -] l(ibens) p(osuit)*. Посветио га је Гај Јулије Руф, трибун I кохорте Делмата, за добробит цара чије је име израдирано (Вулић 1948: 247, бр. 485). Из села Биоска потиче неколико споменика с посветама Јупитеру (Вулић 1948: 239–241, бр. 472, 473, 476), а пажњу привлачи споменик с натписом *I(ovi) O(ptimo) M(aximo) / Aurelia /Iaca / libens /[5] pos(uit)* (Вулић 1948: 239, бр. 472).

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Израда тродимензионалних модела у археологији један је од најпоузданијих начина трајног очувања артефаката. 3D модели се користе за потребе презентације, истраживања и образовања (Tasić 2017: 17–18). Од почетка њихове употребе у археологији, најчешће служе за добијање објективних слика реалног стања археолошке грађе (Dell'Unto and Landeschi 2022: 20). Графичко представљање римских натписа је одувек чинило витални део њиховог описивања, а напори да се епиграфски симболи прикажу читаоцу на што јаснији начин сежу још у доба ренесансе (Andreu and Serrano 2019: 1). У археолошкој пракси постоји тенденција посматрања само појединих својстава анализираних предмета, те се најчешће узимају у обзир њихове димензије, облик или текстура. Према Хуану Барцелу, проблем у традиционалним описима артефаката састоји се у томе што се наводе текстуално и што подлежу субјективном посматрању археолога, па могу да доведу до нејасних или погрешних интерпретација. То може да се реши масовнијом израдом 3D модела, чиме се постиже објективан и прецизан начин документовања, анализе, конзервације и презентације археолошке грађе (Barcelo

2014: 15–16). Проблем се додатно усложњава код оштећених артефаката, који трпе утицаје спољашње средине, баш као што је случај с римским споменицима анализираним у овом раду. Различита оштећења могу бити последица природних фактора, попут временских непогода, поплава, земљотреса или вулканских ерупција, или људске активности било да је реч о намерном уништавању током ратова или о илегалној експлоатацији културног наслеђа, ломљењу делова споменика, који се могу наћи на нелегалном тржишту антиквитета (Sambodo, Suprapto and Yuniarno 2020: 310–311). Због свега тога, натписи могу да буду делимично или у целости изгубљени, поломљени или оштећени. С друге стране, читање натписа је у прошлости подразумевало неколико једноставних метода. Осим макроскопског посматрања епиграфских споменика, читање натписа на њима постизано је анализама негатива или позитива са папира или пак директним сенчењем на папиру постављеном на њихову површину. Успешност таквих метода зависила је од различитих фактора, попут вештине појединца, а све оне захтевају провођење много времена на терену. Иако су недостаци традиционалних метода одавно познати, до пре неколико година нису били учињени знатнији напори да се превазиђу (Sambodo, Suprapto and Yuniarno 2020: 311). Резултати овог рада, и без коришћених софистицираних софтверских анализа, треба да укажу на важност израде 3D модела епиграфских споменика и других археолошких налаза, посебно када је реч о предметима од материјала који лако пропадају или о онима који још увек нису на адекватан начин заштићени и презентовани. Сама чињеница да су за потребе нашег истраживања израђени висококвалитетни 3D модели четири епиграфска споменика довољна је да подстакне на размишљање о значају таквог приступа у археолошкој документацији. Бележење и трајна конзервација свих угрожених археолошких остатака требало би да буду императив, а 3D модели пружају релативно брз и једноставан начин да се артефакти попут епиграфских споменика трајно документују, посебно узимајући у обзир све већи број квалитетних, бесплатних и јавно доступних софтвера за њихову израду (Wiśniewski and Zeman-Wiśniewska 2019: 169). Тако се затечено стање артефакта трајно бележи, а са 3D модела се потом, у било ком тренутку, могу установити метричке вредности, делови натписа и рељефа, без великог утрошка времена на терену. Израда тродимензионалних модела споменика из Кремана била је посебно важна будући да су израђени од кречњака који брзо пропада и да нипошто не би смели да буду изложени утицају спољашње средине. Изразито лоше стање њихове очуваности се ипак не помиње сада први пут. Још се 1900. године, у опису остатака споменика с локалитета Стаменића гробље у Кремнима, наводе њихово лоше стање и излизаност натписних поља (Вулић и Премерштајн 1900: 50–51). Пишући о њима, Никола Вулић (Вулић 1948: 246) је забележио следеће: „Све то камење јако је пострадало од елементарних непогода; натпис није сачуван ниједан“. Ти описи показују да су римски остаци из села Кремана одавно трпели утицаје природног окружења, а поједини су страдали због преношења од стране људи. Будући да споменици још увек нису заштићени, допринос овог рада, на првом месту, треба да се састоји у њиховом објективном бележењу, а 3D модели могу да послуже као почетна тачка за даље анализе, данас или у будућности, када ће се сигурно појавити још већи број

софтверских алата. То се односи на низ специјализованих метода које су тек недавно постале шире доступне, попут ласерског скенирања и инфрацрвене термографије (IRT).

Постоји читав низ сензора и софтверских алата који нису били обухваћени нашим разматрањима, а који могу да помогну у читању епиграфских споменика, али и за боље визуализације других видова археолошке грађе. Осим тога, неопходно је напоменути да је за потребе овог рада одабран само мали узорак у односу на број римских споменика у атару Кремана. Било би пожељно да се у што краћем року дигитализују и остали епиграфски споменици из ове и других регија како би се у виртуелном простору трајно забележило њихово тренутно стање и на тај начин спречило даље пропадање. Када је реч о фотограметријским 3D моделима, може се користити и поредити читав низ функција у мање познатим или комерцијалним софтверима. Још увек није израђена студија о поређењу успешности различитих варијанти DSLR, SLR и других дигиталних апарата при уочавању оштећених и уништених натписа. Истовремено би требало да се на што бољи начин испитају домашаји анализе 3D модела када су у питању ласерски скенери, а свакако би било интересантно да се добијени резултати потврде и/или допуне коришћењем инфрацрвене термографије.

Резултати спроведене анализе недвосмислено указују на успешност тродимензионалне фотограметрије при читању оштећених, невидљивих или слабо видљивих епиграфских натписа или рељефа на споменичкој грађи. Код сваког споменика је регистрован већи део натписа него традиционалним методама, а у једном случају је уочено чак 27 нових слова. Такав резултат упућује на неопходност даљег развијања коришћене методе. Због све бољих софтверских перформанси које поседује свака нова генерација мобилних телефона, лако се може замислити апликација у блиској будућности, која ће све спроведене и представљене анализе моћи да изведе аутоматски. У циљу регистровања изгубљених делова натписа и рељефа, резултати овог рада могу бити ослонац будућим истраживањима епиграфских споменика, без обзира на њихов географски и хронолошки контекст.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Al-Ruzouq, R. 2012
Photogrammetry for Archaeological Documentation and Cultural Heritage Conservation, in: *Special Applications of Photogrammetry*, D.C. Da Silva, ed., Rijeka: IntechOpen, 97–110.

Andreu, J. and Serrano, P. 2019
Contributions of the digital photogrammetry and 3D modelling of Roman inscriptions to the reading of damaged tituli: An example from the Hispania Tarraconensis (Castiliscar, Saragossa), *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* 12: 1–7.

Barcelo, A. 2014
3D modelling and shape analysis in archaeology, in: *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage: Theory and best practices*, F. Remondino, S. Campana, eds., Oxford: BAR Publishing, 15–26.

Barmpoutis, A., Bozia, E. and Wagman, R. S. 2009
A novel framework for 3D reconstruction and analysis of ancient inscriptions, *Machine Vision and Applications* 21: 989–998.

Бонев, Ч. 2007
Праславянските племена, София: Институт за балканистика (Българска академия на науките).

Brutto, L. et al. 2018
3D survey and modelling of the main portico of the Cathedral of Monreale, in: *Proceedings of the 2018 Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (MetroArchaeo)*, Piscataway: IEEE, 271–276.

Bulatović, M. 2022
Mogući transhumanistički obrazovni efekat: slučaj muzejskog Metačoveka, u: *Humanizam, posthumanizam, anti-humanizam: obrazovne perspektive*, ur. M. Velinov, M. Sekulić, I. Nišavić, Beograd: Institut za filozofiju i društvenu teoriju, 22.

Вулић, Н. 1948
Антички споменици наше земље, *Сйоменик СКА* 98 (1941–1948).

Вулић, Н. и Премерштајн, А. фон 1900
Антички споменици у Србији, *Сйоменик СКА* 38: 18–37.

Gazivoda, D. 2015
Antički kultovi na tlu Crne Gore, Doktorska disertacija, Filozofski fakultet, Univerzitet u Beogradu.

Gianolio, S., Mermati, F. and Genovese, G. 2014
Image-based 3D modeling for the knowledge and the representation of archaeological dig and pottery: Sant'Omobono and Sarno project's strategies, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 40–5: 243–250.

Грујовић Брковић, К. и Алексић Чеврљаковић, М. 2015
Поїлед кроз наслеђе, Краљево: Завод за заштиту споменика културе Краљево.

Đurić, B. 2008
Early stelae from Poetovio and the marble studies, in: *Thiasos. Festschrift für Erwin Pochmarski zum 65. Geburtstag, Veröffentlichungen des Instituts für klassische Archäologie der Karl-Franzens Universität Graz*, Ch. Franek et al., eds., Wien: Phoibos, 159–165.

Evin, A. et al. 2016
The use of close-range photogrammetry in zooarchaeology: Creating accurate 3D models of wolf crania to study dog domestication, *Journal of Archaeological Science: Reports* 9: 87–93.

Žunić, V. 2017
Proces realizacije fotogrametrijskog projekta, završni rad, Visoko učilište Algebra, Zagreb.

Зотовић, М. 1972
Некропола у Кремнима и потреба даљег истраживања територије Аутаријата, *Зборник радова Народног музеја* (Чачак) 3: 1–10.

Зотовић, М. 1973
Југозападна Србија у доба Римљана, *Ужички зборник* 2: 5–40.

Зотовић, Р. 1997
О типу „источнодалмацијског" ципуса, *Старинар* (н. с.) 48: 173–183.

Zotović, R. 2003
Romanisation of the population of the eastern part of the Roman province of Dalmatia, *Balcanica* 1 (34): 19–38.

Zotović, R. 2008
Symbols on grave monuments in the eastern part of the Roman province of Dalmatia, *Glasnik Srpskog arheološkog društva* 24: 431–444.

Zotović, R. 2022
Autohtoni elementi u kulturi stanovništva istočnog dela rimske provincije Dalmacije, *Godišnjak Udruženja za proučavanje i promoviranje ilirskog nasleđa i drevnih i klasičnih civilizacija BATHINVS* 6(6): 209–219.

Imamović, E. 1977
Antički kultni i votivni spomenici na području Bosne i Hercegovine, Sarajevo: Veselin Masleša.

James, A., Marzolff, I. and Johannes, R. 2010
Photogrammetry, in: *Small-Format Aerial Photography*, J. Aber, I. Marzolff, J. Ries, eds., Amsterdam: Elsevier, 23–39.

Jončić, N. 2018
Implementation of 3D Scanning in Presentation and Preservation of Cultural Heritage. Case Study: Dungeons of the National Museum in Pančevo, *Studia universitatis hereditati – Znanstvena revija za raziskave in teorijo kulturne dediščine* 5(2): 101–109.

Kanitz, F. 1861
Die römischen Funde in Serbien, in: *Sitzungsberichte* 36, *Akademieder Wissenschaften Wien. Philosophisch-Historische Klasse*, Wien: K. K. Hof, Staatsdruckerei, 195–203.

Landes, T. et al. 2013
3D Modelling of headstones of the 2nd and 3rd century by low cost photogrammetric techniques, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 40–5/W2: 397–402.

Liebenam, W. 1900
Städteverwaltung im römischen Kaiserreiche, Lepizig: Duncker & Humblot.

Максимовић, М. 1862
Пут од Београда до Мокре Горе, *Лицејка* 1: 84–102.

Мандић, Љ. 2015
Античке некрополе југозападне Србије, Ужице: Народни музеј Ужице.

Marín-Buzón, C. et al. 2021
Photogrammetry as a New Scientific Tool in Archaeology: Worldwide Research Trends, *Sustainability* 13(5319): 1–27.

Molloy, B. and Milić, M. 2018
Wonderful Things? A Consideration of 3D Modelling of Objects in Material Culture Research, *Open Archaeology* 4: 97–113.

McGlone, C. 2004
Manual of Photogrammetry, Bethesda: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

Novaković, S. 1876
Brskovo, Danj i carina u svetoga Spasa i putovi s jadranskoga primorja u stare srpske zemlje, *Rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetonsti* 37: 1–28.

Olujić, B. 1990
Liberov kult na području rimske provincije Dalmacije, *Latina et Graeca* 1(35): 3–30.

Pavlidis, G. et al. 2007
Methods for 3D digitization of Cultural Heritage, *Journal of Cultural Heritage* 8: 93–98.

Pendić, J. 2017
Virtual reconstruction of Vinča–Belobrdo site, *CONPRA Series* 4: 41–48.

Pilipović, S. 2020
Dolphin representations on stelae from Upper Moesia, *Balcanica* 34: 357–383.

Remondino, F. 2011
Heritage Recording and 3D Modeling with Photogrammetry and 3D Scanning, *Remote Sensing* 3(6): 1104–1138

Remondino, F. 2014
Photogrammetry theory, in: *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage – Theory and best practices*, F. Remondino, S. Campana, eds., Oxford: BAR Publishing, 63–72.

Samardžić, G. 2021
On ancient cults from the south of the province of Dalmatia (a few examples from east Herzegovina), *Zbornik radova Filozofskog fakulteta u Prištini* 51(3): 57–69.

Sambodo, G., Suprapto, E. and Yuniarno, M. 2020
Application of Photogrammetry Techniques in Reconstructing the Carving on Stone Inscriptions, *Berkala Arkeologi* 40(2): 309–328.

Schenk, T. 2005
Introduction to Photogrammetry, Columbus: The Ohio State University.

Tasić, N. 2017
Introduction to Virtual reconstructions, *CONPRA Series* 4: 13–23.

Thi Porter, S., Roussel, M. and Soressi, M. 2016
A Simple Photogrammetry Rig for the Reliable Creation of 3D Artifact Models in the Field: Lithic Examples from the Early Upper Paleolithic Sequence of Les Cottés (France), *Advances in Archaeological Practice* 4(1): 71–86.

Fussell, A. 1982
Terrestrial photogrammetry in archaeology, *World Archaeology* 14(2): 157–172.

Carrero-Pazos, M. and Espinosa-Espinosa, D. 2018
Tailoring 3D modelling techniques for epigraphic texts restitution. Case studies in deteriorated Roman inscriptions, *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* 10: 1–12.

Chioffi, L. 2015
The Oxford Handbook of Roman Epigraphy, Oxford: Oxford University Press.

Wiśniewski, M. and Zeman-Wiśniewska, K. 2019
Photogrammetric documentation of archaeological artefacts: The current state of the art and future prospects, *Raport* 14: 167–176.

Predrag R. ĐERKOVIĆ
University of Belgrade, Faculty of Philosophy – Department of Archaeology

APPLICATION OF 3D PHOTOGRAMMETRY IN REGISTERING ILLEGIBLE INSCRIPTIONS ON EPIGRAPHIC MONUMENTS: CASE STUDY OF ROMAN MONUMENTS FROM THE VILLAGE OF KREMNA

SUMMARY

This paper explores the possibility of the application of 3D photogrammetry in the reading of damaged and partly illegible inscriptions on Roman epigraphic monuments, on the example of four Roman monuments from the village of Kremna. Even though digital photogrammetry found a wide application in archaeological documentation in the last decade, its use can also have an analytical character, especially when it comes to epigraphy. With the aim of verifying the efficiency of the processing methodology for 3D models, it was established that the most suitable tool is the software package Blender. The monuments were carefully photographed in order to uncover possible invisible or illegible sequences of the inscriptions. The results of the research suggest a significant potential of 3D photogrammetry in the reading of damaged epigraphic contents. On all the analysed monuments, traces of inscriptions were recorded which were not visible when using traditional methods, while in the case of one altar, as many as 27 new letters were uncovered. The method proved successful in the discovery of relief representations as well, which had become impossible to discern with the naked eye due to the decay of the stone. This technology also has a great potential in the cultural heritage preservation, especially in the context of poorly preserved and often neglected monuments. In a time when many monuments are demaged due to weathering and lack of care, making 3D models of them would enable us to document them permanently and protect them in the digital space. This approach is also beneficial for interpreting them in a more satisfactory manner – for example, the existence of the cult of Liber in the territory of Kremna has been recorded for the first time. Aside from a better deciphering of inscriptions, digital processing also enabled the identification of decorative elements that had not been visible before, such as garlands and rosettes, which enabled a more precise typological-chronological determination of the monuments. In conclusion, this paper highlights the great potential of 3D photogrammetry in the field of epigraphic studies and suggest its wider application in the archaeological practice. Aside from offering better possibilities for the reconstruction of lost information from monuments, this method also contributes to a wider aim of preserving and understanding more fully the cultural heritage through the use of modern digital technologies.