

Грађевински материјали
и конзерваторско-рестаураторски поступци
МАЛТЕРИ

2014.



Издавач | Друштво конзерватора Србије | Секција архитектата
За издавача | Снежана Јејић | Данијела Младеновић
Аутори текстова | Ненад Шекуларац | Љубинко Драгићевић | Емилија Николић
Радиша Жикић | Драгана Којичић | Уредници | Данијела Младеновић
Елена Васић Петровић | Фотографије | корица Зоран Радосављевић
и Радиша Жикић | Далибор Анђелковић | аутори текстова
Графичка Обрада | Ајова доо | Штампа | Ајова доо | Тираж | 500

Грађевински материјали
и конзерваторско-рестаураторски поступци

МАЛТЕРИ

Зборник радова

УВОДНА РЕЧ

Повод за објављивање ове публикације су реферати који су излагани на Семинару и радионици *Грађевински материјали и конзерваторско-реставраторски пословици – МАЛТЕРИ*, који су драгоцени за конзерваторску праксу. Семинар је организовала *Секција архивекапа Друштва конзерватора Србије*, уз финансијску потпору *Министарства културе и информисања РС*, у периоду од 07.10 – 11.10.2013, у Нишу, где је домаћин био *Завод за заштитиу споменика културе*.

Намера организатора је била да се путем реферата и радионица, учесницима скупа, пре свега конзерваторима, презентују досадашња искуства и резултати добијени кроз теорију и праксу у заштити непокретних културних добара, а све у циљу боље комуникације и уједначенијег приступа у методологији и примени материјала.

Пројекат је обухватио све установе заштите, како би се *остворила врати* за њихово повезивање у јединствен систем заштите непокретног културног наслеђа, чиме би се створили нужни предуслови за квалитетније и ефикасније спровођење законом прописаних мера.

Поред наведене циљне групе, конзерватора, Пројекат је истовремено окренут и свима онима који су на било који други начин укључени у сферу заштите културне баштине, било да је реч о пројектантима, инвеститорима, извођачима, корисницима... Свесни чињенице да је за целовити приступ у заштити, неопходна континуирана едукација и повезивање свих актера у заштити културних добара, публиковање радова је још један корак у томе. Ако

разултати нашег делања постану јавни и доступни ширем кругу заинтересованих, наш рад ће тиме постати далеко видљивији, кориснији и одрживији за читаву заједницу.

И најпосле, неразлучива веза између научних сазнања и њихове примене у заштити, основни су гарант професионалног приступа у очувању баштине, која је била и остала наша оставштина за будућност. Секција архитеката при Друштву конзерватора, наставиће да организује семинаре и радионице на различите теме, како би кроз размену знања и искуства, поспешила даљи развој конзерваторске праксе.

диа Данијела Младеновић,
председник Секције архитеката
Друштву конзерватора Србије
диа Елена Васић Петровић,
члан председништва Секције архитеката
Друштву конзерватора Србије

Емилија Николић, дипл.инг.арх.
истраживач – сарадник Археолошког института у Београду

ПРИМЕНА КРЕЧНОГ МАЛТЕРА ПРИЛИКОМ РЕСТАУРАЦИЈЕ РИМСКОГ АМФИТЕАТРА ВИМИНАЦИЈУМА ТОКОМ 2013. ГОДИНЕ¹

Айсџпраќи: Током 2013. године изведени су обимни конзерваторски радови на грађевини виминацијумског амфитеатра. Делимична рестаурација и реконструкција су довеле до успешне ревитализације грађевине и данас једна четвртина простора гледалишта поново може примити гледаоце.

Да би историјска грађевина била правилно технички заштићена, а затим и презентована посетиоцима, неопходно је поседовати знање о конструктивним материјалима и техникама примењеним приликом њене градње, па је истраживање малтера коришћених за зидање виминацијумског амфитеатра постављено као основа за његову рестаурацију.

Почетак проучавања римских малтера виминацијумског амфитеатра представљају њихове лабораторијске анализе, извршене у Институту за материјале Србије у периоду од 2011. до 2013. године. Од резултата анализа се очекивало да покажу врсту агрегата, евентуално постојање пуцоланских додатака, као и однос количине агрегата према везиву, односно поставе основу за справљање малтера за конзервацију. Након анализа, извршен је низ проба на самом споменику и у лабораторији, након чега је одређена мешавина малтера која је коришћена за рестаурацију.

Кључне речи: Виминацијум, амфитеатар, римски малтер, пуцоланско својство, кречни малтер, рестаурација, конзервација.

¹ Овај чланак је настао као резултат пројекта: Виминацијум, римски град и легијски војни логор – истраживање материјалне и духовне културе становништва, применом најсавременијих технологија даљинске детекције, геофизике, ГИС-а, дигитализације и 3Д визуализације. (Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије – бр. 47018). Аутор рада дугује захвалност Ивани Делић–Николић, дипл. инг.геол., руководиоцу Лабораторије за камен и агрегат Института за испитивање материјала Србије, и њеним сарадницима, а за лабораторијско истраживање малтера и савете везане за рестаурацију, Зорану Цекићу, дипл.инг.грађ., за конструктивна решења приликом санације, рестаурације и реконструкције, као и свим екипама радника које су учествовале у грађевинским и конзерваторским радовима на грађевини.

УВОД

Археолошка ископавања римског амфитеатра на Виминацијуму започета су 2007. године. Грађевина је настала у првој четвртини II нове ере, а коришћена је до краја III или почетка IV века нове ере. Истраживања су показала постојање три фазе грађевине, од којих је прва подразумевала дрвену конструкцију, а друга и трећа представљале комбинацију камена и дрвета у оквиру структуре грађевине.² До данас су археолошки истражени лучни зид арене, улазни делови и ободне просторије са комуникацијама, делови простора гледалишта, али и бедем града уз који се амфитеатар налази.

Грађевина амфитеатра је пре почетка археолошких ископавања била ослабљене конструкције и оштећена услед вековних разарања и разношења грађевинског материјала по околини. Иако је у протеклих пет година грађевина прошла кроз низ санација мањег обима и ојачања камених зидова која су пратила археолошка истраживања, на њу су утицали и атмосферски утицаји којима је била изложена у том периоду. Сви конзерваторски процеси изведени на грађевини амфитеатра током 2013. године су имали за циљ њену заштиту и санацију, али и почетак укључења овог споменика, јединог римског амфитеатра који се истражује на простору данашње Србије, у процес ревитализације Виминацијума. Зато су интервенције обухватиле рестаурацију постојећих оштећених и обрушених камених зидова, али и реконструкцију некадашњег дрвеног гледалишта и рестаурацију камених капија грађевине и дела бедема града са кулом уз амфитеатар.

План за рестаурацију и реконструкцију амфитеатра, највеће грађевине икада ископаване на Виминацијуму, захтевао је одређивање принципа према којима ће се вршити планиране интервенције. Они укључују употребу традиционалних грађевинских материјала и конструкција (кречњака, опеке и кречног малтера) у рестаурацији лица надземних структура, њихову употребу у комбинацији са савременим материјалима и конструкцијама (бетон и продужни малтер) у рестаурацији језгара надземних структура и ојачању постојећих и изради нових темеља, али и употребу савремених материјала и конструкција у рестаурацији и реконструкцији целокупних надземних структура (лепљено ламелирано дрво).

² Nikolić, Bogdanović, Istraživanja viminacijumskog amfiteatra u toku 2011. godine, u: Arheologija u Srbiji: Projekti Arheološkog instituta u 2011. godini, (urednice V. Bikić, S. Golubović, D. Antonović), Arheološki institut, Beograd, 2012, str. 44.

Кречни малтери римског градитељства су справљани уз велику пажњу усмерену ка одабиру компонената мешавине и прецизности њиховог међусобног односа. Зато је приликом рестаурације виминацијумског амфитеатра у традиционалним материјалима најважније било одредити састав малтера који ће се у процесу користити.

ИСТРАЖИВАЊЕ РИМСКИХ МАЛТЕРА АМФИТЕАТРА

Истраживање римских малтера амфитеатра Виминацијума је започело њиховим лабораторијским анализама. Тада су испитани узорци малтера за малтерисање и зидање зида лучног зида арене (сл. бр. 1а, сл. бр. 1б), али и малтера за зидање бедема града који се налазио уз амфитеатар, као додатног узорка за поређење.

Током истраживања су извршене анализе минералошко-петрографског састава, физичко-механичких својстава и хемијског састава узорака малтера. Оне су показале да је песак римског кречног малтера речног порекла, да се карактеристике узорака малтера из различитих структура грађевине међусобно разликују, али и да неки узорци имају веома велике чврстоће и повишене вредности алуминијумских и силицијумских оксида.³ Уз поређење са савременим истраживањима на ову тему⁴ и тумачењем одређених вредности добијених лабораторијским анализама, изведени су закључци који показују вероватну хидрауличност испитиваних узорака малтера. С обзиром да на то да се хидрауличност кречног малтера може постићи на три начина, односно употребом мајданског песка са великим процентом глине као агрегата, хидрауличног креча као везива, или коришћењем одређеног материјала са пуцоланским својствима као додатка или замене агре-

³ Deliћ Nikolić, Ivana, Miličić, Ljiljana, Vušović, Olivera, Savić, Minja, Ivović, Branko, Izveštaj o ispitivanju uzoraka maltera sa amfiteatra arheološkog nalazišta Viminacium, Institut za ispitivanje materijala a.d., Beograd, 2011.

⁴ Консултована аналогна истраживања: Moropoulou, Antonia, Bakolas, Asterios, Bisbikou, Katerina, Investigation of the technology of historic mortars, u: Journal of Cultural Heritage 1, Elsevier, Philadelphia, 2000, str. 45–58 и Maravelaki-Kalaitzaki, P., Bakolas, A., Moropoulou, A., Physico-chemical study of Cretan ancient mortars, u: Cement and Concrete Research 33, Elsevier, Philadelphia, 2003, str. 651–661.

гату⁵, а уз чињенице да је песак виминацијумских кречних малтера био речног порекла и да су Римљани користили нехидраулични креч, може се претпоставити да евентуална хидрауличност виминацијумских малтера долази из присуства материјала са пуцоланским својствима.

Анализе виминацијумских опека и керамике су показале да ови, углавном локални производи Виминацијума⁶, поседују пуцоланска својства.⁷ Као вештачки материјали са пуцоланским својствима присутни су у малтеру свих грађевина Виминацијума. (сл. бр. 2). Међутим, лабораторијска истраживања малтера са виминацијумског амфитеатра су показала да неки узорци без ових додатака имају веће чврстоће и повишене вредности алуминијумских и силицијумских оксида у односу на узорке у којима је овај додатак присутан.⁸ Висока вредност чврстоће се може оправдати присуством крупнијег агрегата (сл. бр. 3), али повишена вредност алумнијумских и силицијумских оксида вероватно долази од неког природног материјала са пуцоланским својствима.⁹

⁵ Radivojević, Ana, *Konstrukcije i tehnike građenja antičkog Rima*, Orion Art, Beograd, 2004, стр. 38–39.

⁶ О производњи опека у Виминацијуму видети у: Jordović, Časlav, Grnčarski i ciglarski centar u Viminacijumu, у: *Saopštenja XXVI Zavod za zaštitu spomenika kulture Srbije*, Beograd, 1995, стр. 95–106.

⁷ Анализе виминацијумске керамике и опеке из: Раичковић, Ангелина, *Керамичке посуде из гробова типа Мала Копашница – Сасе*, необјављена докторска дисертација одбрањена на Филозофском факултету у Београду, 2013. Консултована истраживања и тумачења: Radivojević, Ana, Kurtović-Folić, Nadja, *Evolution of Bricks and Brick Masonry in the Early History of Its Use in the Region of Today's Serbia*, у: *J. Mater. Civ. Eng.* 18, SPECIAL ISSUE: Innovative Materials and Technologies for Construction and Restoration, American Society of Civil Engineers, Reston, 2006, стр. 692–699. Pinheiro, Igor S., Montenegro, Luiz C., Gumieri, Adriana G, *Pozzolan Activity of Recycled Red Ceramic Bricks*, Second International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies 2010, <http://www.claisse.info/2010%20papers/I31.pdf> (коришћено 25. марта 2012).

⁸ Delić Nikolić, Ivana, Miličić, Ljiljana, Vušović, Olivera, Savić, Minja, Ivović, Branko, *Izveštaj o ispitivanju uzoraka maltera sa amfiteatra arheološkog nalazišta Viminacijum*, Institut za ispitivanje materijala a.d., Beograd, 2011.

⁹ Nikolić, Emilija, Bogdanović, Ivan, *Proučavanje maltera iz viminacijumskog amfiteatra kao osnova za njegovu buduću konzervaciju i restauraciju*, у: *Arheologija u Srbiji: Projekti Arheološkog instituta u 2011. godini*, (urednice V. Bikić, S. Golubović, D. Antonović), Arheološki institut, Beograd, 2012, стр. 60. Delić Nikolić, Ivana, Miličić, Ljiljana, Vušović, Olivera, Savić, Minja, Ivović, Branko, *Izveštaj o ispitivanju uzoraka maltera sa amfiteatra arheološkog nalazišta Viminacijum*, Institut za ispitivanje materijala a.d., Beograd, 2011.

До сада нису вршена истраживања о природним материјалима са пуцоланским својствима који су се могли користити за справљање римских малтера на територији Србије. За проучавање малтера Виминацијума интересантно је поменути лежиште зоелитизираниог туфа у селу Сланци поред Београда, а близу Дунава, односно на територији блиској и доступној грађевинарима античког Виминацијума. С обзиром да постоје назнаке да су Римљани Виминацијума користили кречњак експлоатисан из каменолома у београдском насељу Вишњица¹⁰, и касније га транспортовали Дунавом, у будућности се могу потражити и евентуална места античке експлоатације зоелитизираниог туфа на овој територији.

ПРИПРЕМА КРЕЧНОГ МАЛТЕРА ЗА РЕСТАУРАЦИЈУ АМФИТЕАТРА

На основу резултата добијених лабораторијским анализама и истраживања карактеристика могућих природних материјала са пуцоланским својствима данас доступних на територији Србије, направљени су узорци малтера за рестаурацију грађевине амфитеатра на градилишту, али и у лабораторијским условима. За справљање кречног малтера коришћени су креч као везиво и речни песак и природни материјали са пуцоланским својствима као агрегат.

На градилишту су се прво мајстори упознали са материјалима који могу бити коришћени за справљање римског малтера. Тада је, због потребе за пробама везаним за визуелну компатибилност новог са старим малтером, направљено осам узорака, у различитим односима агрегата и везива. Као агрегат су коришћени речни песак „Моравац“ (у гранулацијама 0–2 мм и 0–4 мм), ручно дробљен вулкански туф из Врања, машински дробљен зоелитизирани туф

¹⁰ У прилог томе иде потрага Феликса Каница за античким насељима поред Дунава, током које пише да камен за њихове зидове потиче из Вишњице, односно представља терцијарни кречњак из Вишњице. Каниц, Феликс, Србија: Земља и становништво од римског доба до краја XIX века, прва књига, Српска књижевна задруга, Београд, 1989, стр.155–157. Такође, археолошка истраживања у насељу Вишњица су доказала постојање византијског утврђења чије су грађевине зидане од „тесаника вађених у оближњем каменолому.“ Према: Каталог непокретних добара на подручју Града Београда, Археолошко налазиште, Утврђење Ad Octavum, Вишњица. http://beogradskonasledje.rs/kd/zavod/palilula/utvrdjenje_ad_octavum.html (коришћено 25. септембра 2013).

из Врања (у гранулацијама 0–1 мм и 0,3–1 мм) и зеолитизирани туф из Бруса (микронизиран), а као везиво су употребљавани гашени креч у облику кречног теста настао од кречњака из каменолома у селу поред Крагујевца и фабрички гашен хидратисани креч у врећи, произвођача „Nexe grupa d.d.“. Након два дана чувања узорака у собним условима издвојили су се узорци са већом чврстоћом на додир, а приметна је и била разлика у боји узорака. Узорци су праћени у наредном десетодневном периоду, са бележењем свих промена. Овај извештај и узорци су однети у лабораторију Института за испитивање материјала Србије, где су углавном сви показали лоше карактеристике у погледу чврстоће на притисак, за шта су као узроци одређени велики број шупљина у узорцима, али и велика количина воде. Ова проба је показала неопходност доброг справљања мешавине, односно достизања довољне сабијености малтера приликом припреме.

Следећи корак је представљало справљање мешавина у лабораторијским условима. Као агрегат су коришћени речни песак, „Моравац“ (у гранулацији 0–4 мм), зеолитизирани туф (микронизиран, из лежишта код Бруса и у гранулацији 0,3–1 мм, из лежишта код Врања) и већ поменути гашени креч у облику кречног теста. Мешавине су справљане на основу искуства истраживача лабораторије Института ИМС у три различита односа и са различитим процентом додате воде. Један од узорака се након времена потребног за чување издвојио као визуелно најсличнији претходно истраживаним римским малтерима, а вредност његове притисне чврстоће након испитивања опитних тела (сл. бр. 4) је била веома блиска овој карактеристици код римских узорака. Гранулација је одабрана према економској вредности процењеној за справљање оваког малтера. На основу свих наведених карактеристика, као додатак агрегату је од понуђених туфова одабран зеолитизирани туф из Врања у гранулацији 0,3–1 мм.

Конзерваторски малтер је затим направљен на самој грађевини уз праћење прецизних мера и односа у мешавини одређених након описаних лабораторијских испитивања. (сл. бр. 5а и сл. бр. 5б) Малтер је справљан у мешалици за бетон, а проценат воде је одређиван на градилишту у зависности од влажности песка и услова коришћења малтера приликом зидања. Затим су уследиле провере радних способности новог малтера зидањем мањих структура од камена (сл. бр. 6).

Малтером справљеним на описан начин је извршена рестаурација лучног каменог зида арене који је био делимично обрушен (сл. бр. 7а и сл. бр. 7б), али и рестаурација зидова ободних просторија и улазних делова, капија амфитеатра. Зидане облоге зидова и обрада спојница су изведени уз употребу описаног кречног малтера, док је у исту мешавину малтера за формирање језгара зидова додаван и бели цемент, у количини од 10% од количине агрегата.

Након престанка експлоатације зеолитизираних туfoва у врањској котлини, током самог процеса рестаурације грађевине амфитеатра, било је неопходно користити и туfoве из других лежишта, уз претходну анализу карактеристика везаних за њихов хемијски и минерални састав. У ову сврху су коришћени туfoви из лежишта код Бруса у Србији, али и из лежишта из Румуније.

ЗАКЉУЧАК

Рестаурација римског амфитеатра Виминацијума извршена током 2013. године захтевала је постојање лабораторијских анализа римских малтера, проучавање процеса настанка кречних малтера у антици, али у највећој мери извођење усклађених проба справљања мешавина на простору самог споменика и у лабораторији, уз стручно тумачење резултата од стране минеролога, петролога и хемичара, руковођење радовима од стране инжењера архитектуре и грађевине, и међусобну сарадњу свих учесника. Резултат рестаурације се најбоље може сагледати на лучном зиду арене где је рестаурирани део зида изграђен уз употребу камених блокова пронађених у обрушеним деловима зида у земљи и описане мешавине малтера. (сл. бр. 8а и сл. бр. 8б). Место споја постојећег и новоизграђеног дела зида истакнуто је денивелацијом (сл. бр. 9а и сл. бр. 9б) која је последица идеалне рестаурације лучног зида у оквиру некадашње геометрије овала и постојања незнатног померања очуваног дела зида ка унутрашњости арене током векова, али и жеље за визуелним раздвајањем оригиналне од новоизграђене структуре.

Реконструкција највећег дела грађевине који је некада био изграђен од камена уз употребу савремених материјала – лепљеног ламелираног дрвета, (сл. бр. 10) и самим тим лака монтажа и демонтажа овог дела конструкције, даје могућност следећим гене-

рацијама архитеката, инжењера и археолога да у складу са новим сазнањима, а након будућих археолошких истраживања и уз развој технологија савремених материјала пронађу и нека друга решења за њену заштиту и презентацију. Међутим, процес рестаурације амфитеатра у традиционалним техникама, зидањем у камену и опеци, који није реверзибилан, захтевао је озбиљне анализе материјала примењених у антици за изградњу ове грађевине, како би рестаурирани делови амфитеатра били визуелно компатибилни са постојећим, а најпре, како би употребљени материјали имали сличне карактеристике са античким, што је и услов да се постојећа структура сачува. Извршене анализе и пробе током справљања малтера за рестаурацију грађевине амфитеатра су донеле нова сазнања из многих научних области свим учесницима процеса, а коначан поступак рестаурације је допринео побољшању квалитета конзерваторских поступака који се примењују на археолошком налазишту Виминацијум.

БИБЛИОГРАФИЈА

Delić Nikolić, Miličić, Vušović, Savić, Ivović, (2011): Izveštaj o ispitivanju uzoraka maltera sa amfiteatra arheološkog nalazišta Viminacijum, Institut za ispitivanje materijala a.d., Beograd

Jordović, (1995): Grnčarski i ciglarski centar u Viminacijumu, u: Saopštenja XXVI, Zavod za zaštitu spomenika kulture Srbije, Beograd, str. 95–106

Каниц, (1989): Србија: Земља и становништво од римског доба до краја XIX века, прва књига, Српска књижевна задруга, Београд

Каталог непокретних добара на подручју Града Београда, Археолошко налазиште, Утврђење Ad Octavum, Вишњица, http://beogradskonasledje.rs/kd/zavod/palilula/utvrđenje_ad_octavum.html (коришћено 25. септембра 2013).

Nikolić, Bogdanović, (2012): Proučavanje maltera iz viminacijumskog amfiteatra kao osnova za njegovu buduću konzervaciju i restauraciju, u: Arheologija u Srbiji: Projekti Arheološkog instituta u 2011. godine, (urednice V. Bikić, S. Golubović, D. Antonović), Arheološki institut, Beograd

Nikolić, Bogdanović, (2012): Istraživanja viminacijumskog amfiteatra u toku 2011. godine, u: Arheologija u Srbiji: Projekti Arheološkog instituta u 2011. godini, (urednice V. Bikić, S. Golubović, D. Antonović), Arheološki institut, Beograd

Moropoulou, Bakolas, Bisbikou, (2000): Investigation of the technology of historic mortars, u: Journal of Cultural Heritage 1, Elsevier, Philadelphia, str. 45–58

Maravelaki-Kalaitzakia, Bakolas, Moropoulou, (2003): Physico-chemical study of Cretan ancient mortars, u: Cement and Concrete Research 33, Elsevier, Philadelphia, str.651–661

Pinheiro, Montenegro, Gumieri, (2010): Pozzolan Activity of Recycled Red Ceramic Bricks, Second International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies 2010, <http://www.claisse.info/2010%20papers/l31.pdf> (коришћено 25. марта 2012)

Radivojević, (2004): Konstrukcije i tehnike građenja antičkog Rima, Orion Art, Beograd

Radivojević, Kurtović-Folić, (2006): Evolution of Bricks and Brick Masonry in the Early History of Its Use in the Region of Today's Serbia, u: J. Mater. Civ. Eng. 18, SPECIAL ISSUE: Innovative Materials and Technologies for Construction and Restoration, American Society of Civil Engineers, Reston, str.692–699

Раичковић, (2013): Керамичке посуде из гробова типа Мала Копашница – Сасе, не-објављена докторска дисертација одбрањена на Филозофском факултету у Београду

ПОПИС И ИЗВОРИ СЛИКА

Слика бр.1а | Место узимања узорка малтера за зидање зида арене. Фото: Иван Богдановић

Слика бр.1б | Узорак малтера за зидање арене испитиван у лабораторији Института за испитивање материјала Србије. Delić Nikolić, Miličić, Vušović, Savić, Ivović, (2011): Izveštaj o ispitivanju uzoraka maltera sa amfiteatra arheološkog nalazišta Viminacijum, Institut za ispitivanje materijala a.d., Beograd

Слика бр.2 | Један од узорака малтера посматран испод лабораторијске лупе у чијој структури се виде фрагменти опеке. Delić Nikolić, Miličić, Vušović, Savić, Ivović, (2011): Izveštaj o ispitivanju uzoraka maltera sa amfiteatra arheološkog nalazišta Viminacijum, Institut za ispitivanje materijala a.d., Beograd

Слика бр.3 | Један од узорака малтера посматран испод лабораторијске лупе у чијој структури се види присуство крупнијих зрна агрегата, односно камених фрагмената. Delić Nikolić, Miličić, Vušović, Savić, Ivović, (2011): Izveštaj o ispitivanju uzoraka maltera sa amfiteatra arheološkog nalazišta Viminacijum, Institut za ispitivanje materijala a.d., Beograd

Слика бр.4 | Опитна тела у лабораторији Института за испитивање материјала Србије. Фото: Аутор рада.

Слика бр.5а | Материјали коришћени за справљање малтера на градилишту: речни песак, зеолитизирани туф и кречна каша. Фото: Аутор рада.

Слика бр.5б | Прецизно мерење количине песка на градилишту. Фото: Аутор рада.

Слика бр.6 | Провера радних способности малтера. Фото: Аутор рада.

Слика бр.7а | Лучни зид арене пре интервенција у 2013. години, са означеним делом предвиђеним за рестаурацију. Фото: Аутор рада.

Слика бр.7б | Лучни зид арене пре интервенција у 2013.години, са означеним делом предвиђеним за рестаурацију. Фото: Аутор рада.

Слика бр.8а | Рестаурирани део лучног зида арене. Фото: Аутор рада.

Слика бр.8б | Рестаурирани део лучног зида арене и оригинални римски зид. Фото: Аутор рада.

Слика бр.9а | Место споја рестаурираног дела лучног зида арене и оригиналног римског зида. Фото: Аутор рада.

Слика бр.9б | Денивелација у споју рестаурираног дела лучног зида арене и оригиналног римског зида. Фото: Аутор рада.

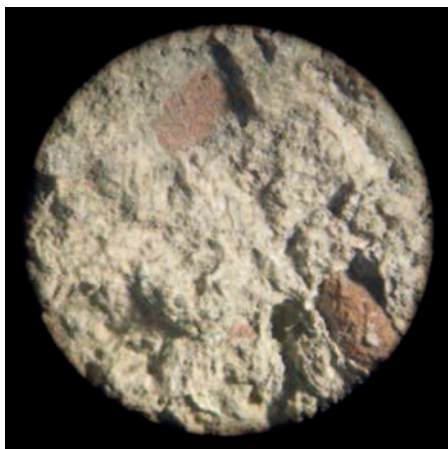
Слика бр.10 | Резултат рестаурације и реконструкције виминацијумског амфитеатра током 2013. године – ревитализација грађевине. Милански едикт 313–2013, Србија, Свечано отварање изложбе и опера „Аида“ у Виминацијуму, <http://www.edictofmilan2013.com/svecano-otvaranje-izlozbe-i-opera-aida-u-viminacijumu/> (коришћено 1. јуна 2013)



Слика бр.1а



Слика бр.1б



Слика бр. 2



Слика бр. 3



Слика бр. 4



Слика бр. 5а



Слика бр. 5б



Слика бр. 6



Слика бр. 7а



Слика бр. 7б



Слика бр. 8а



Слика бр. 8б



Слика бр. 9а



Слика бр. 9б



Слика бр.10