

Зорана З. Ђорђевић*

Институт за мултидисциплинарна
истраживања, Универзитет у Београду

Марија Ј. Драгишић

Републички завод за заштиту
споменика културе – Београд

Драган М. Новковић

Висока школа електротехнике
и рачунарства, Београд

Истраживања звука у градитељском наслеђу**

* zoranadjordjevic.arch@gmail.com

** Текст је настао као резултат истраживања на пројекту *Теорија и пракса науке у друштву: мултидисциплинарне, образовне и међугенерациске перспективе* (бр. 179048), који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

¹ Поред термина *археоакустика*, у литератури се још може наћи и термин *археологија звука* и, ређе, *археолошка акустика*.

Апстракт: *Археоакустика подразумева мултидисциплинарни приступ истраживању звука у грађитељском наслеђу. Циљ овог рада је да прикаже домашње археоакустичких истраживања и могућности које она нуде за заштити и тумачење грађитељства прошлости. Са намером да се аргументује значај археоакустике, овој теми смо приступили из више угла. Најпре је дао краћак преглед главних тема и метода археоакустичких студија, како би се сагледали појеницијали за даља истраживања у нашој средини. Затим су представљена прва археоакустичка истраживања код нас која се тичу сакралне средњовековне архитектуру. Поред објективног акустичког приступа, од значаја су и писани извори – изводи из средњовековних жита, који говоре у прилог промишљању и пројектовању звучне слике у сакралној архитектури, али и субјективна сведочанства савремених корисника црквених простора. Део резултата ових истраживања представљен је на изложби Археоакустика: сакрална архитектура средњовековне Србије, реализованој 2017. године у Музеју науке и технике у Београду. После тога, предложене су смернице за развој археоакустике код нас. Коначно, у раду смо истакли савремене токове у области заштите грађитељског наслеђа, који остварују простора за укључивање резултата археоакустичких истраживања и омогућавају препознавање акустичког наслеђа као нематеријалног слоја грађитељске баштине. С тим у вези је и развој пројеката дигитализације културног наслеђа, путем које се омогућава и подстиче презентација његовог озвучавања – Europeana, i-Treasures, OpenAIR library.*

Кључне речи: *археоакустика, акустичко наслеђе, нематеријално културно наслеђе, сакрална архитектура, средњовековна Србија*

УВОД

Повод за овај рад јесте изложба *Археоакустика: сакрална архитектура средњовековне Србије*, која је била постављена у Музеју науке и технике у Београду 2017. године, а затим, као гостујућа изложба, представљена је у музејима у Панчеву, Пожаревцу и Неготину. Поред упознавања шире публике са темом археоакустике, циљ изложбе био је да и нашој стручној јавности приближи ову мало познату тему и подстакне млађе генерације истраживача да јој приступе са новим идејама. На истој линији мисли, овај рад треба схватити као кратак преглед досадашњих археоакустичких истраживања, како бисмо разумели какву важност има звук у грађитељском наслеђу и шта нам говори о нашој културној прошлости.

Археоакустика¹ је област која се бави акустичким истраживањем архитектонског наслеђа, посебно простора за чију намену је акустика била од кључног значаја (позоришта, храмови, аудиторијуми и сл.). На тај начин се, између осталог, доприноси разумевању и тумачењу грађитељске културе и принципа обликовања простора

² Reznikoff 2014: 45–50.

³ Reznikoff 2005.

⁴ Reznikoff, Dauvois 1988: 238–246.

⁵ Reznikoff 2005: 4137–4141. Бројни пројекти данас настоје да испитају ову хипотезу. На пример, пројекат *Песме пећина – акустика и праисторијска уметности у пећинама Шпаније* истражује акустику на чувеним локалитетима попут пећина Алтамира, Тито Бастиљо, Ел Кастиљо, Ла Пасиега, Хименес и Ла Гарма. Ажурирани резултати истраживања могу се видети на <https://songsofthecaves.wordpress.com>.

⁶ Waller 1994: 1–13.

⁷ Leroi-Gourhan 1967.

⁸ Стивен Валер (Steven Waller) уочио је и повезаност богова грома са ритуалом ломљења керамике, којим се призива киша. Звук ломљења у реверберантној пећини појачава мимикрију грома, призивајући га тако путем имитативне магије, в. Waller 2016: 119–124.

кроз историју. Крајњи циљ археоакустичких истраживања јесте да се установи да ли постоји континуитет у креирању звучног поља, почевши од праисторијских пећина, преко мегалитских структура, античких позоришта и одеона, па све до сакралне архитектуре од средњовековног периода до данас.² По својој природи, ова област захтева мултидисциплинарни приступ и тимски рад стручњака из домена: археологије, акустике, архитектуре, студија звука, антропологије, етномузикологије и сл.

У овом раду најпре је представљен обухват археоакустичких истраживања, односно главне групе истраживачких питања и примењене методе истраживања. На тај начин дата је својеврсна увертира, која нам даље омогућава да сагледамо докле су стигла истраживања звука српског градитељског наслеђа. Посебна пажња посвећена је сакралном наслеђу из периода средњег века код нас, али су такође дате и препоруке за даље истраживање градитељске баштине из других периода. Коначно, у светлу међународних препорука савремене заштитарске теорије и праксе, представљено је место звука, односно акустичког наслеђа као интегралног дела културног наслеђа човечанства.

ОБУХВАТ И МЕТОДЕ АРХЕОАКУСТИЧКИХ ИСТРАЖИВАЊА

Након што је Волас Сабин (Wallace Clement Sabine) крајем XIX века успео да математички изрази повезаност архитектонских одлика и времена реверберације простора, те тако први пут квантификује субјективни доживљај звука у унутрашњем простору, почела је да се развија област акустике затворених простора. Са техничко-технолошким развојем крајем XX века, снимање акустичког одзива, тј. звучног отиска простора толико је поједностављено да су посве природно истраживачи градитељске баштине пригрлили акустичке методе како би истражили деликатну област звучања и тако продубили сазнања о културном наслеђу. У том смислу, посебну пажњу добили су објекти у којима је акустика била од значаја – светилишта, храмови, позоришта.

У овом кратком прегледу тема и метода археоакустике ваља почети од најмање познатог – праисторијског периода, у коме је однос звука и простора имао суштински значај за човеково разумевање света. Приликом истраживања праисторијских пећина, Јегор Резников (Iégor Reznikoff) инсистира на вокалном испитивању доминантних резонанци простора, сматрајући да је праисторијски човек само путем звука могао да се оријентише у простору и распозна шта се налази око њега у дубокој тмини пећине, док бакља слабо осветљава само непосредно окружење.³ У складу са тим, постављена је и теза да је одабир места, као и садржај пећинске уметности, мотивисан акустичким својствима у тачки у којој се налазе, односно да су аудиторне илузије подстакле најраније уметничке домете човечанства.⁴ Другим речима, кретање у правцу најснажнијег звучног одговора пећине доводи до локације слика, чија је густина пропорционална интензитету и богатству резонанце.⁵

Побуђивањем резонанце пећине и кашњењем додатног сигнала у односу на директан звук, јављају се одређени психоакустички ефекти. Примера ради, удаљени ехо може звучати као удари копита или као громогласна реверберација, која асоцира на стампедо копитарара. Када се удара каменом о камен, као приликом клесања каменог оруђа, ехо који се ствара асоцира управо на ударе копита галопирајућих коња.⁶ У везу са тим доводи се чињеница да 90% фигуративне уметности млађег палеолита укључује копитараре.⁷ Евроазијски митови о боговима грмљавине описују гром и као ударе копита.⁸

⁹ Stroud 2014: 37–44.¹⁰ Jahn, Devereux, Ibson 1995; Watson, Keating 1999: 325–336.¹¹ Till 2010: 1–18.¹² Haddad 2008: 421–434.¹³ Позориште у Ефесу примало је чак 25.000 гледалаца.¹⁴ Vitruvije 2000: 100.¹⁵ Beckers, Borgia 2009: 1115–1120.¹⁶ Chourmouziadou, Kang 2008: 514–529.¹⁷ Rindel 2011: 1–7.¹⁸ Beckers, Borgia 2009: 1115–1120.¹⁹ Haddad 2008: 421–434.²⁰ Beckers, Borgia 2009: 1115–1120.

Посебна акустичка својства пронађена су и у мегалитским комплексима неолита. *Пророчка одаја* у Хал Сафлиени хипогеуму на Малти, захваљујући невеликим нишама у зиду, појачава шапат у толикој мери да се чује у свим деловима објекта.⁹ Акустичке особености појединих мегалитских структура у Великој Британији помогле су да се објасни њихова првобитна намена.¹⁰ У случају Стоунхенца, установљено је да је основна резонантна фреквенција 10 Hz, те да одговара фреквенцији можданих алфа-таласа и медитативном стању свести. Ова нискофреквентна резонанца, која доводи до психоакустичког ефекта, може бити генерисана на самом локалитету тако што велики број учесника свира мале ударачке инструменте, као што су керамички или дрвени добоши. С обзиром на то да је музика била веома важна и имала снажан утицај на човека у праисторији, сматра се да је Стоунхенц био првенствено намењен ритуалној музици, при чему су ниске фреквенције могле бити побуђиване чак и jakim ветром.¹¹

Најстарији сачувани текст о акустици у градитељству датира из античког доба. Марко Полио Витрувије у својој петој књизи обрађује питање акустике приликом пројектовања позоришта. Ова јавна места од највишег значаја представљала су својеврсне мултифункционалне културне центре, намењене друштвеним, религијским, пропагандним и политичким окупљањима.¹² Могла су да приме више хиљада људи,¹³ те су представљала значајне градитељске подухвате. Поред акустичке ваљаности самог места за подизање позоришта, Витрувије је акустику позоришта доводио у везу и са геометријом и пропорцијом објекта, истичући да је задатак архитекте да обезбеди да се глас неометано простире: „Одељења са седиштима (*praecinctiones*) треба градити пропорционално према висини позоришта, и да не буду виша од ширине појасног пролаза. Ако буду виша, одбијаће се глас са вишег места и тако ће спречавати да у најгорња седишта која су изнад пролаза доушију људи допру завршеци речи у јасном значењу. Уопште, треба то решити тако да линија која се протеже од најнижих седишта до највиших додирује све врхове степеница и све углове. Тако глас неће бити ометан.“¹⁴ То су потврдила и археоакустичка истраживања указавши на одређене геометријске параметре који утичу на акустику античких позоришта – висина и дубина проскениона, висина и нагиб могућег крова, пречник оркестре, и наравно нагиб гледалишта.¹⁵

Поред снимања акустичких одзива *in situ*, акустичка испитивања рачунарских модела показала су да се са развојем архитектуре античког позоришта (од минојског до римског) приметно мењала и њихова акустика.¹⁶ У овом еволутивном процесу дошло је до затварања архитектонске форме, спуштања просценијума, повећања нагиба гледалишта и коришћења чвршћих материјала, те самим тим и модификације акустичких својстава, нпр., значајно је продужено време реверберације и повећана разумљивост говора.¹⁷ Поред директног звука, публика је увек примала барем две рефлексије – о бинском објекту и о оркестру – које су појачавале интензитет и јасноћу говора. Оркестра се сматра најоригиналнијом идејом грчког позоришта. Помоћу ње се публика дистанцирала од позорнице, те су се добијале секундарне рефлексије са веома малим закашњењем звука.¹⁸ Када је у римском позоришту оркестра сведена на полукружни облик са четири степеника за седење, изгубила је улогу рефлектујуће површине. Међутим, тада је повећан нагиб гледалишта, а одбијање звука обезбеђено о зид сцене и о портико.¹⁹ Рефлексија звука о зид бинског објекта била је испод 50 ms, што је и према данашњим стандардима прихваћено ограничење за разумљивост говора. Ово указује на могућност да су антички архитекти искуствено учили поменућу границу и у складу са њом контролисали геометрију позоришта.²⁰

1. Дионисијево њозориште

на Акропољу

(фото: Марија Драгишић)

1. Theatre of Dionysus in Acropolis

(photo by: Marija Dragišić)



²¹ Beckers, Borgia 2009: 1115–1120; Haddad, Jamhawi, Akasheh 2003: 243–256; Arns, Crawford 1995: 104–135.

²² Tsilfidis, Vovolis, Georganti, Teubner, Mourjopoulos 2011.

²³ Karadedos, Zafranias, Karampatzakis 2011.

²⁴ Rindel 2011a.

²⁵ Vitruvije 2000: 104.

²⁶ Sevillano, Lacatis, Gimenez, Romero 2008: 1–6; Godman 2006.

²⁷ Vitruvije 2000: 104.

²⁸ Palazzo-Bertholon, Valière 2012.

²⁹ Crunelle 2005; Rindel 2011: 1–7.

У античком позоришту такође су коришћене маске, које су осликавале карактер ликова драме, али се сматра да су имале и акустичку функцију да појачају звук, попут мегафона.²¹ Испитивање импулсног одзива из позиције и глумца и слушаоца показало је да маске значајно појачавају говорни сигнал, као и да појачавају звук и разумљивост говора за слушаоце који су ван осе глумчевог гласа.²²

Одеони су били објекти под кровом – *teatrum tectum* – подизани недалеко од позоришта, али знатно мањег капацитета. У Грчкој су били искључиво намењени музичким такмичењима, а у римском периоду постали су вишенаменски простори, коришћени за позоришне представе, музичка извођења, такмичења у поезији, пантомиме и сл. Компаративно истраживање рачунарских модела шест римских одеона из свих развојних фаза показало је да су се паралелно са архитектонским развојем одеона побољшавала и његова акустичка својства, те се, сходно томе, повећао распон догађаја и извођења које је овакав простор могао да подржи.²³ Високе вредности за време реверберације – одеон „Аоста“, чак и када је пун, има време реверберације 3,49 s – указују на то да су ови простори били више реверберантни у односу на позоришта, те да су били погодни за вокалну и инструменталну музику.²⁴

Витрувије је у свом делу такође описао њозоришне звучнике, који су постављани у за то предвиђене нише у гледалишту, грађеном од чврсте грађе, из од зидова са ломљеним, тесаним каменом или мермером, а према математичким и музичким законима, како би усмериле звук у одређеном правцу.²⁵ Његов веома сложен опис ових бронзаних, а по потреби и керамичких судова, још увек није у потпуности разјашњен. Витрувије није дао тачан опис величине и облика бронзаних акустичких судова, а до данас нису нађени на античким локалитетима. Ипак, у појединим античким позориштима пронађене су шупљине које би могле да одговарају Витрувијевој опису.²⁶ Препоручивао је да ти судови буду наштамовани, односно да међу собом дају њон кварте, квинте и редом до двоструке октаве, и да буду постављени у тачно одређеном распореду у зависности од величине позоришта.²⁷ Акустички судови коришћени су у сакралној архитектури током читавог средњег века,²⁸ па све до данас, упркос томе што се њихов стварни акустички утицај одувек доводио у питање.²⁹

³⁰ Wittkower 1971: 156.³¹ Suárez, Sendra, Alonso 2013: 292–301.³² Navarro, Sendra, Muñoz 2009: 781–789.³³ Shankland 1972: 201–209.

Поред акустичких судова, средњовековни текстови указују на то да су приликом градње сакралних објеката постојале препоруке за обликовање унутрашње геометрије простора, а зарад постизања жељеног квалитета звука. О томе сведочи извод из дела Франческа Ђорђија (Francesco Giorgio Veneto) из 1535. године, *Меморандум за цркву Сан Франческо дела Виња*: „Препоручујем да се све капеле и хор засводе, јер реч или песма свештеника боље одјекује о свод него о кровне греде. Али у наосу цркве, где ће се држати проповеди, препоручујем плафон (тако да глас проповедника не побегне нити да одјекује о сводове). Волео бих да се касетира са што је више могуће квадрата, а у одговарајућим мерама и пропорцијама. [...] Ове касете препоручујем, између осталог, зато што су веома погодне за проповедање: ово стручњаци знају, а искуство ће потврдити.“³⁰ За разлику од православних цркава, каталочке катедрале су све више тежиле монументалности, што је довело до повећања запремине унутрашњег простора, те израженије јеке, услед које се слабије разумевао текст и теже лоцирао извор звука.³¹ Тако се појачавао емотивни доживљај верника приликом службе, али се такође и усмеравао развој музике. Дуго време реверберације, својствено романичкој архитектури, учинило је да слушаца истовремено чује тонове који су изведени један за другим. На тај начин, верници, односно публика, временом су се привикавали на звук полифоније, при чему су акустички услови одиграли суштинску улогу.³² Такође, са развојем богато украшених ораторија, малих капела, које су почеле да се граде почетком XVII века, добијено је на дифузности звучног поља, те је омогућен развој брзе и комплексне вокалне и инструменталне музике до нивоа недостижног у акустичким условима великих цркава.³³

АРХЕОАКУСТИЧКА ИСТРАЖИВАЊА КОД НАС

Археоакустичка истраживања градитељског наслеђа на простору Србије превасходно су усмерена на сакралну архитектуру средњовековног периода и у вези са њом на следеће теме: звучни пејзаж манастирских целина, акустику православног храма и технологију акустичких судова.

Звучни пејзаж чини специфично акустичко окружење које настаје комбинацијом звукова природе и људских активности. Средњовековни писци житија забележили су да се трагало за локацијом са одређеним звучним одликама, које код верника подстичу



2. Манастир Манасија
(фото: Павле Марјановић)

2. Manasija Monastery
(photo by: Pavle Marjanović)

³⁴ Теодосије 2009: 15.³⁵ Теодосије 2009: 82.³⁶ Константин Филозоф 1936: 87.³⁷ Станојевић 1933: 86.³⁸ Павићевић-Поповић 2007: 155.³⁹ Мирковић 1965: 294.

осећај тајанствености, светости и снажне везе са природом. Како би монаси били „шумом дрвећа и птичјим цвркутом подучавани“,³⁴ окружење манастира требало је да истакне дубину односа човека и природе, те узбуди вернике и призове силину Бога и правоверја, „тако да је сваки који ју је видео [цркву] мислио да је небо на земљи.“³⁵ Константин Филозоф забележио је трагање деспота Стефана Лазаревића за местом где би подигао манастир Ресаву: „И знајући да је мучање (ћутање) одређено да свакога доводи у велику част виђења и гледања, обилажаше горе и поља и пустиње, тражећи где би могао подићи жељену обитељ, стан за ћутање.“³⁶

Један препознатљиви део средњовековног звучног пејзажа очуван је до данас. Реч је о звуцима који позивају у храм на молитву, а настају ударањем у било (металну плочу), клепало (дрвену даску) и звоно. Претпоставља се да су звона настала од удубљених била, која су тако звучала боље, те да су новонастала звона у прво време ударана чекићем, а тек касније су им изнутра причвршћивана клатна.³⁷ У словенске земље прва звона донета су у XII веку и отад прожимају и повезују религију, обичаје и веровања српског народа. После Косовске битке све српске цркве су имале звона,³⁸ која су затим, са падом под османлијску власт, забрањивана и уништавана. Звона су се званично вратила у српске цркве 1830. године, по објављивању хатишерифа, чиме су међу Србима постала симбол ослобођења од Турака.

Акустика српског православног храма директно је повезана са особеностима богослужења, као најважнијег чина хришћанске праксе који има молитвену, поучну и освећујућу функцију. Главне богослужбене радње су молитва – побожни разговор са Богом – и појање – молитва изражена песмом.³⁹ У средњовековној Србији била је усвојена византијска појачка традиција, о чему сведоче и неумске нотације наших средњовековних композитора. У овој вокалној, једногласној музици мелодија се не раздваја од текста, већ се свакој изговореној речи даје „квалитет песме“ како би се појањем истакла суштина текста и хвале Господу. Појање се изводило из певница, те су у српским средњовековним манастирским црквама смештена два хора. Са амвона – узвишеног подијума наспрам царских врата у наосу (или данас,

3. Монахиња у манастиру Жичи
пored кleyала, кleyалца
(ослоњено на cтyб), била и звона
(фото: Зорана Ђорђевић)
3. A nun at Žiĉa Monastery next to a
semantron, clapper (resting against
the pillar), percussion beam and bell
(photo by: Zorana Đorđević)



4. Манастир Покајница код
Велике Плана са звоником
(фото: Марија Драгишић)

4. Pokajnica Monastery near
Velika Plana with a belfry
(photo by: Marija Dragišić)



⁴⁰ Мирковић 1965: 281.

⁴¹ Ђорђевић 2016: 325–332.

⁴² Ђорђевић, Penezić, Dimitrijević 2017.

⁴³ Valière, Palazzo-Bertholon 2014.

⁴⁴ Ђорђевић, Новковић, Драгишић 2017: 35.

⁴⁵ Suárez, Sendra, Alonso 2013: 292–301.

повремено, из јужне певнице) – читају се јеванђеља и говори јектеније. Од највеће важности је да верници, окренути ка олтару, добро чују и разумеју појања и читања, ради њихове поуке. Основни циљ јесте да се истакне смисао текста, а не вокално умеће појца.⁴⁰

Мерења акустичког одзива средњовековних српских цркава омогућила су анализу квалитета звучног поља, као и успостављање научно утемељених корелација акустичких параметара са геометријом цркве, материјалима, местом звучне побуде (певница, олтар) и местом снимања одзива (одакле се слуша служба). Тако је, нпр., показано да купола, најсмелији градитељски захват средњовековне архитектуре, представља доминантан архитектонско-акустички облик. Овај конкавни акустички елемент доводи до специфичне рефлексије звучних таласа и генерише динамичну игру кашњења и последичне промене фазних ставова рефлектованих таласа, те за свакодневно искуство неуобичајен акустички амбијент. Услед тога, слушаоци у простору наоса добијају утисак да звук долази одозго, чиме се додатно повећава мистичност обредне службе и доприноси духовном доживљају.⁴¹

Акустички судови пронађени су у петнаест цркава подигнутих у периоду средњовековне Србије. Реч је о керамичким судовима типа лонца, бокала или крчага, који су у већини случајева били у секундарној употреби. Иако је тешко утврдити тачан број, може се запазити да постоји одређена правилност у њиховом постављању, као и у њиховим физичким особеностима. Висине су у опсегу од 20 cm до 50 cm,⁴² што се подудара са налазима из западне Европе.⁴³ Узиђивани су најчешће хоризонтално, у линији или троуглу, и то у пандантифима, тамбуру, у зони прислоњених лукова, апсиди и сл. Ова традиција одржала се и након средњег века. Примера ради, у црквама брвнарама из XIX века пронађени су акустички судови окачени о кровну конструкцију, а у цркви манастира Суково (XIX век) пронађен је најбројнији налаз керамичких судова, који се доводе у везу са акустичком наменом.⁴⁴

Архитектура цркава развијала се и обликовала у динамичном односу са богослужењем, музиком и акустиком,⁴⁵ сходно чему се о хришћанској културној баштини не може говорити занемарујући снажан међусобни утицај ових елемената. Поред анализе акустичког одзива, за разумевање значаја и значења звука у српским средњовековним црквама подједнако је важно испитати и субјективне процене савремених корисника ових простора. При томе је важно имати на уму различите категорије испитаника, где би извесна предност била



5. Акустички судови окачени о кровну конструкцију, пронађени приликом реконструкције цркве брвнаре у селу Брзан, где се и данас чувају (фото: Добросав С. Павловић)
5. Acoustic vessels hanging from the roof construction, found during the reconstruction of the wooden church in the village of Brzan where they are kept even today (photo by: Dobrosav St. Pavlović)



6. Акустички суд са пробушеним дном из цркве брвнаре у селу Брзан (фото: Марија Драгишић)
6. Acoustic vessel with a pierced bottom from the wooden church in the village of Brzan (photo by: Marija Dragišić)

дата сталним корисницима црквених простора из редова свештенства и монаштва. Они, као извођачи богослужбеног обреда, свакако да могу да говоре о акустици простора са једног, могло би се рећи, стручног аспекта. Једнако важни при субјективним проценама звука треба да буду верници, који редовно присуствују богослужењу, а код којих треба потражити одговоре о значају звука за њихов религијски доживљај. Субјективно оцењивање акустике могуће је испитати путем анкете (користећи аурелизацију) или индивидуалних интервјуа.

Аурелизација је поступак који омогућава виртуелну реконструкцију звучног простора на основу претходно извршених мерења акустичког импулсног одзива, која се обављају на лицу места. Резултати овако обављених мерења омогућавају да се кроз поступак тзв. конволуције сигнала изврши верна реконструкција просторне компоненте сигнала. Ово значи да било који наменски генерисани аудио-сигнал – говор, музика, појање и сл. – бива у потпуности верно реконструисан као да је иницијално генерисан у простору који је предмет звучне реконструкције. На тај начин је могуће један исти сигнал (нпр. православно појање) чути управо онако како се чује у

7. Северна ђевница цркве
манастира Раванице
(фото: Зорана Ђорђевић)
7. North choir in the church
of Ravanica Monastery
(photo by: Zorana Đorđević)



⁴⁶ Ђорђевић, Новковић, Драгишић
2017: 48–49.

⁴⁷ Manzetti 2017: 81–87.

различитим просторима (црквама). На изложби *Археоакустика: сакрална архитектура средњовековне Србије* представили смо интерактивну инсталацију, путем које је посетилац могао да исти звучни садржај (соло и хорско појање) чује у четири различите цркве.⁴⁶

С обзиром на то да су археоакустичка истраживања код нас доминантно усмерена на сакралну средњовековну архитектуру, важно је, на крају, да укажемо и на друге могућности. Наиме, археоакустичка истраживања је могуће спровести и у објектима који су у рушевинама, али за које је у одређеној мери познато како су изгледали. Акустичко испитивање рачунарског модела може произвести додатне информације за верификацију хипотеза о архитектонској реконструкцији историјског здања.⁴⁷ На простору Србије могу бити испитане праисторијске пећине (у којима су завршена археолошка испитивања, установљена и поравната кота тла), звучни пејзаж неолитских локалитета (Винча–Старчево, нпр.) или реконструкција звучног пејзажа градитељских целина попут Виминацијума, Царичиног града или Гамзиграда.

АКУСТИЧКО НАСЛЕЂЕ КАО НЕМАТЕРИЈАЛНИ СЛОЈ
ГРАДИТЕЉСКЕ БАШТИНЕ

⁴⁸ Haddad 2008: 421–434; Suárez, Alonso, Sendra 2014: 239–243; Elicio, Martellotta 2015: 1–6; Ђорђевић 2016: 59–66; Murphy, Shelly, Fonteinou, Brereton, Daffern 2017.

⁴⁹ Унеско, Париз 2003.

⁵⁰ Савет Европе, Фаро 2005.

⁵¹ ICOMOS, Аустралија 2013.

⁵² Драгишић, Ђорђевић 2017: 73–83.

⁵³ Directive 2013/37/EU of the European Parliament and of the Council.

⁵⁴ Open Acoustic Impulse Response (OpenAIR) library.

⁵⁵ Cozzani, Pozzi, Dagnino, Katos, Katsouli 2017: 253–265.

Акустика историјских простора често је у литератури именована као акустичко наслеђе,⁴⁸ односећи се притом на квантитативна акустичка својства простора, локалитета и пејзажа из наше градитељске и археолошке прошлости. До тога су постепено довеле промене које су се догодиле у заштитарској теорији и пракси, а које су установиле холистички и демократски поглед на културно наслеђе. Од посебног је значаја Унескова Конвенција о заштити нематеријалне културне баштине,⁴⁹ која, говорећи о неопипљивом наслеђу, препознаје његову нераскидиву повезаност са материјалном културном баштином. Холистичку заштитарску мисао оснажују Оквирна конвенција Савета Европе о вредности културног наслеђа за друштво⁵⁰ и Повеља за места од културног значаја,⁵¹ указујући на потребу за препознавањем и валоризацијом звука историјских простора, те његовим дефинисањем као неопипљивог слоја градитељске баштине, а који доприноси њеној културно-историјској и друштвеној вредности. Стручна валоризација акустичког наслеђа треба бити заснована на мултидисциплинарном приступу, јер је у питању област која излази изван оквира дисциплина које се традиционално баве непокретним културним наслеђем.⁵² Фаро конвенција смешта човека у средиште крос-дисциплинарног концепта културног наслеђа. Када се сагледа кроз призму акустичког наслеђа, то значи да савремени корисници ових простора (нпр., средњовековних храмова или античких позоришта) треба да буду добродошли у процесу његове идентификације, истраживања, интерпретације, заштите, конзервације и презентације.

На истраживања акустичког наслеђа (археоакустику) велики утицај је имао развој информационих и комуникационих технологија. Помоћу аурелизације и систематски обављених акустичких мерења у већем броју тачака простора који се настоји звучно реконструисати могуће је реализовати виртуелну туру – кретање кроз виртуелно визуелно и звучно реконструисан простор. Овакво третирање археолошких простора даје додатну димензију у њиховој перцепцији, омогућавајући да се акустичко наслеђе сачува и на крајње веран и упечатљив начин пренесе до крајњег корисника. Сходно томе, савремене тенденције у дигитализацији културног наслеђа, која треба да обезбеде већу доступност и искористивост садржаја за образовање, рад и туризам,⁵³ нису усмерене искључиво на визуелне елементе баштине. Наиме, на порталу *Еуројегана*, чији је циљ да дигитализује целокупан корпус културног наслеђа Европе до 2025. године и начини га доступним преко онлајн платформе, досад је похрањено преко 50 милиона дигитализованих уметничких дела, фотографија, музејских објеката, архивских докумената, археолошких налазишта, књига, аудио-садржаја итд. Иако овај широки опсег обједињавања културног наслеђа омогућава приступ граничном пољу, у коме се сусрећу материјално и нематеријално културно наслеђе (као што је акустичко наслеђе), засад је незнатан број уноса снимака звучног пејзажа и звучања унутрашњих простора. Међутим, пројекат попут *OpenAIR библиотеке*,⁵⁴ која је онлајн спремиште импулсних одзива и аурелизације великог броја археолошких налазишта, као и пројекат *i-Treasures*, који путем дигитализације преноси традиционалне ретке уметности и нематеријално културно наслеђе чини доступним,⁵⁵ добри су примери мултидисциплинарне сарадње и разумевања потребе и сложености питања акустичког наслеђа.

⁵⁶ Звук је одувек био у непосредној вези са објектима који су имали сакралну сврху. И античко позориште се формирало када се оркестра издвојила из склопа храма око 420. године п. н. е.

ЗАКЉУЧАК

У пећини, мегалитском светилишту, античком позоришту или хришћанском средњовековном храму, човек је настојао да објасни мистерију свог постојања и успостави везу са духовним светом,⁵⁶ а звук је у томе имао важну улогу. Из тог разлога, важно је да се акустика разуме као интегрални слој градитељског наслеђа, те да се у складу са тим изучава и третира приликом заштите градитељске баштине. Ова суптилна и сложена тема звука по својој природи изискује мултидисциплинарни приступ.

У археоакустичким истраживањима се користе основне акустичке методе, као што је снимање акустичког одзива, акустичко моделовање у специјализованим софтверима и аурелизација. Иако наизглед делује неинспиративно за акустичаре, ова истраживања значајно доприносе разумевању културног наслеђа. Поред акустике, мултидисциплинарни приступ овој проблематици подразумева и знања из области археологије, етномузикологије, архитектуре, етнологије, лингвистике итд. При томе се постојећа технологија ставља у функцију истраживања и очувања звучног културног наслеђа.

У овом раду је показано да истраживања акустичког наслеђа доприносе потпунијем разумевању начина живота и односа према стварности наших предака. Наиме, пре појаве електричне енергије звучни амбијенти су у потпуности били лишени сваког вида звучног загађења, услед чега су људи на другачији начин опажали звучне садржаје. Практично једина места на којима се вршила свесна „контрола“ звучног поља били су сакрални објекти, чија је акустика, пре свега, имала за циљ да човека приближи божанском и узвишеном. Савремено преоптерећење најразличитијим видовима звучних информација онемогућава чулу слуха да до краја осети и издвоји битне звучне информације на овим местима. Међутим, ако покушамо да расветлимо на који начин је акустика простора и перцепција звука у сакралним и сличним просторима утицала на наше претке, лако увиђамо да је звук у великој мери одређивао њихов укупан утисак и духовни доживљај у овим архитектонским просторима. Свест о овоме се у области заштите културног наслеђа поступно, али сигурно формира. Томе доприноси и овај рад, у коме је укратко приказан обухват и методе археоакустичких истраживања, затим археоакустичка истраживања код нас, која се засад превасходно тичу црквене архитектуре, и, коначно, приказани су савремени токови у области заштите градитељског наслеђа, који остављају простора за укључивање резултата археоакустичких истраживања и омогућавају препознавање акустичког наслеђа као нематеријалног слоја градитељске баштине. С тим у вези је и развој пројеката дигитализације културног наслеђа, путем које се омогућава и подстиче презентација његовог озвучавања – *Europeana*, *i-Treasures*, *OpenAIR library*.

Извори и литература

- Драгишић М., Ђорђевић З. 2017, *Прејознавање и вредновање звука у нејокрећеном културном наслеђу*, Осма конференција Завода за заштиту споменика културе града Београда – Културно добро данас: вредност и значење, Београд, 73–83.
- Ђорђевић З. 2016, *Принципи и историја односа архитектуре и акустике*, докторска дисертација, Универзитет у Београду.
- Ђорђевић З., Новковић Д., Драгишић М. 2017, *Археоакустика: сакрална архитектура средњовековне Србије*, каталог изложбе, Београд.
- Константин Филозоф 1936, *Житије десјоина Стефана Лазаревића*, Старе српске биографије XV и XVII века, Београд.

- Мирковић Ј. 1965, *Православна литургија или наука о богослужењу православној источној цркви*, Београд.
- Павићевић-Поповић Р. 2007, *Звоно, с освртом на жичка звона*, Повеља 37/2, 153–59.
- Савет Европе 2005, *Оквирна конвенција Савета Европе о вредности културног наслеђа за друштво*, Фаро.
- Станојевић С. 1933, *Била, клейала и звона код нас*, Глас Српске краљевске академије CLIII, 79–90.
- Теодосије 2009, *Житија*, Београд.
- Унеско 2003, *Конвенција о заштити нематеријалне културне баштине*, Париз.

*

- Arns R., Crawford B. 1995, *Resonant cavities in the history of architectural acoustics*, Technology and culture 36/1, 104–135.
- Beckers B., Borgia N. 2009, *The acoustic model of the Greek theatre*, PROHITECH 09: Proceedings of the International Conference on Protection of Historical Buildings, Rome, 1115–1120.
- Chourmouziadou K., Kang, J. 2008, *Acoustic evolution of ancient Greek and Roman theatres*, Applied Acoustics 69/6, 514–529.
- Cozzani G., Pozzi F., Dagnino F. M., Katos A. V., Katsouli E. F. 2017, *Innovative technologies for intangible cultural heritage education and preservation: the case of i-Treasures*, Pers Ubiquit Comput 21, 253–265.
- Crunelle M. 2005, *Is there an Acoustical Tradition in Western Architecture?*, Proceedings of the International Congress on Sound and Vibration, Lisbon.
- Directive 2013/37/EU of the European Parliament and of the Council, Official Journal of the European Union L 175/1, 1–8.
- Ђорђевић З. 2016, *Intangible Tangibility: Acoustical Heritage in Architecture*, Integritet i vek konstrukcija 16/1, 59–66.
- Ђорђевић З., Penezić K., Dimitrijević S. 2017, *Acoustic vessels as an expression of medieval musical tradition in Serbian sacral architecture*, Musicology 22, 105–132.
- Elicio L., Martellotta F. 2015, *Acoustics as a cultural heritage: The case of Orthodox churches and of the "Russian church" in Bari*, Journal of Cultural Heritage 16/6, 912–917.
- Godman R. 2007, *The enigma of Vitruvian resonating vases and the relevance of the concept for today*, The Journal of the Acoustical Society of America 122/5, 3054.
- Haddad N. A. 2008, *Reviving the Architectural and Acoustical Theatre Heritage: the Role of ERATO Project*, Proceedings of the Fifth International Conference of the Center for the Study of Architecture in the Arab Region: Responsibilities and Opportunities in Architectural Conservation: Theory, Education, and Practice, 421–434.
- Haddad N., Jamhawi M., Akasheh, T. 2003, *Relations between Ancient Theatres, Landscape and Society*, Second International Conference on Science & Technology in Archaeology & Conservation, Jordan, 243–256.
- ICOMOS 2013, *Повеља за месита од културног значаја*, Аустралија.
- Jahn R. G., Devereux P., Ibson M. 1995, *Acoustical Resonances of Assorted Ancient Structures*, Princeton University.
- Karadedos G., Zafranias V., Karampatzakis P. 2011, *An Approach into the Acoustic Evolution of Ancient Odeia*, The Acoustics of Ancient Theatres Conference, Patras, 1–10.
- Leroi-Gourhan A. 1967, *Treasures of Prehistoric Art*, New York.
- Manzetti M. C. 2017, *Reconstructing ancient theatres according to virtual acoustics analysis*, Proceedings of the 2nd Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, Athens, 81–87.
- Murphy D., Shelly S., Fonteinou A., Brereton J., Daffern H. 2017, *Acoustic Heritage and Audio Creativity: the Creative Application of Sound in the Representation, Understanding and Experience of Past Environments*, Internet Archaeology 44, Dostupno na: <http://intarch.ac.uk/journal/issue44/12/index.html>.

- Navarro J., Sendra J. J., Muñoz S. 2009, *The Western Latin church as a place for music and preaching: An acoustic assessment*, Applied Acoustics 70/6, 781–789.
- Palazzo-Bertholon B., Valière J.-C. 2012, *Archeologie du Son: Les dispositifs de pots acoustiques dans les édifices anciens*, Paris.
- Reznikoff I. 2005, *On Primitive Elements of Musical Meaning*, The Journal of Music and Meaning 3. Dostupno na: <http://www.musicandmeaning.net/issues/showArticle.php?artID=3.2>.
- Reznikoff I. 2014, *The Hal Saflieni Hypogeum: A Link between Paleolithic Painted Caves and Romanesque Chapels*, Archaeoacoustics: The Archaeology of Sound, Proceedings from the 2014 Conference in Malta, ed. Linda C. Eneix, Malta, 45–50.
- Reznikoff I., Dauvois M. 1988, *La Dimension Sonore Des Grottes Ornées*, Bulletin de La Société Préhistorique Française 85/8, 238–246.
- Rindel J. H. 2011, *Echo Problems in Ancient Theatres and a Comment to the 'Sounding Vessels' Described by Vitruvius*, The Acoustics of Ancient Theatres Conference, Patras. Dostupno na: https://odeon.dk/pdf/AA2011_9_Rindel.pdf.
- Rindel J. H. 2011a, *The ERATO Project and Its Contribution to Our Understanding of the Acoustics of Ancient Theatres*, The Acoustics of Ancient Theatres Conference, Patras. Dostupno na: <https://odeon.dk/downloads/publications/>.
- Sevillano A. B., Lacatis R., Gimenez A., Romero J. 2008, *Acoustics vases in ancient theatres: disposition, analysis from the ancient tetracordal musical system*, Proceedings Acoustics 08 Paris.
- Shankland R. S. 1972, *The Development of Architectural Acoustics: The application of the science of acoustics to architectural designs has produced greatly improved halls for both speech and music*, Amercian Scientist 60/2, 201–209.
- Stroud K. 2014, *Hal Saflieni Hypogeum – Acoustic Myths and Science*, Archaeoacoustics: The Archaeology of Sound, Proceedings from the 2014 Conference in Malta, ed. Linda C. Eneix, Malta, 37–44.
- Suárez R., Alonso A., Sendra J. J. 2014, *Intangible cultural heritage: The sound of the Romanesque cathedral of Santiago de Compostela*, Journal of Cultural Heritage 16/2, 239–243.
- Suárez R., Sendra J. J., Alonso A. 2013, *Acoustics, Liturgy and Architecture in the Early Christian Church. From the domus ecclesiae to the basilica*, Acta Acustica united with Acustica 99/2, 292–301.
- Till R. 2010, *Songs of the Stones: an investigation into the musical history and culture of Stonehenge*, Journal of the International Association for the Study of Popular Music 1/2, 1–18.
- Tsilfidis A., Vovolis T., Georganti E., Teubner P., Mourjopoulos J. 2011, *Acoustic radiation properties of ancient greek masks*, The Acoustics of Ancient Theatres Conference. Patras. Dostupno na: www.wcl.ece.upatras.gr/audiogroup/publications/Ancient_masks_TsilfidisEtAl.pdf.
- Valière J.-C., Palazzo-Bertholon B. 2014, *Le dispositif acoustique du caveau de la cathédrale de Noyon (Oise)*, Conference CFA 2014, Poitiers. Dostupno na: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01320797>.
- Vitruvije M. P. 2000, *Deset knjiga o arhitekturi*, Beograd.
- Waller S. 1994, *Acoustical Studies of Rock Art Sites on Three Continents*, From Rock Art to Tribal Art: A Global Perspective, Dostupno na: www.oocities.org/capecanaveral/9461/94global.PDF, 1–13.
- Waller S. 2016, *Recent Advances in Archaeoacoustics: Echo "Spirits" and Thunder "Gods" Predicted at Archaeological Sites*, Archaeoacoustics: The Archaeology of Sound, Proceedings from the 2014 Conference in Malta, ed. Linda C. Eneix, Malta, 119–124.
- Watson A., Keating D. 1999, *Architecture and Sound: An Acoustic Analysis of Megalithic Monuments in Prehistoric Britain*, Antiquity 73/280, 325–36.
- Wittkower R. 1971, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, New York.

Archaeoacoustics entails a multi-disciplinary approach to the study of sound in architectural heritage. The objective of this paper is to show the attainments of archaeoacoustic studies and the possibilities they provide for the protection and interpretation of the architecture of the past. With the technical and technological development at the end of the 20th century, the recording of the acoustic response, i.e., the sound imprint of the space, was made so simple that it was quite natural that the researches of architectural heritage embraced acoustic methods in order to study the delicate sound field, thus deepening the knowledge of the cultural heritage. In those terms, particular attention has been paid to the buildings in which acoustics had particular importance – sanctuaries, temples and theatres. With the intention to further enhance the importance of archaeoacoustics, we approached this topic from several angles. First we have provided a brief overview of the main topics and methods of the archaeoacoustic studies in order to see the potentials for further research in our country. Then we have presented the first archaeoacoustic researches conducted in our country which concern the sacral medieval architecture – the soundscape, acoustic vessels and sounding of the interior space of the churches. In addition to the objective acoustic approach – measuring of the impulse response *in situ*, acoustic analysis of the computer model, auralisation – the written sources, sources from the medieval hagiographies that speak in favour of the prior concept and design of the sound image in sacral architecture, are also very important, as well as the subjective testimonies of the contemporary users of the church spaces. A part of the results of these studies were presented at the exhibition *Archaeoacoustics: Sacral Architecture of Medieval Serbia* organised at the Museum of Science and Technology in Belgrade in 2017. This was followed by the proposed guidelines for the development of archaeoacoustics in our country. Finally, the paper has emphasised the contemporary trends in the field of the protection of architectural heritage which leave space for the inclusion of the results of archaeoacoustic studies and allow for recognising the acoustic heritage as intangible segment of architectural heritage contributing to a more comprehensive understanding of the way of life of our ancestors and their relation towards the reality. This is also linked with the development of the projects of digitalisation of the cultural heritage which enables and encourages the presentation of its sounds – *Europeana*, *i-Treasures* and *OpenAIR library*.