

ЗВУК ТИШИНЕ: МОНИТОРИНГ АКУСТИЧКОГ КОМФОРА У ЧИТАОНИЦАМА

Мирко Дрманац

*Градска библиотека „Владислав Петковић Дис”,
Чачак*

УДК: 022:534.84(497.11)"2021"

Сажетак

Читаоница је средиште књижног универзума, место у коме читаоци налазе неопходан мир за учење и истраживање, далеко од егзистенцијалне рутине свакодневице. Читаонице обично асоцирају на тишину, међутим, њихово окружење је акустички веома богат простор. У свакој библиотеци преплићу се многобројни препознатљиви звучни обрасци као што су шуштање папира, тапат обуће у ходницима, струјање ваздуха међу полицама, куцкетање тастатура и све друго што јој даје унутрашњу динамику. У овом раду ће, на примеру Читаонице Научног одељења Градске библиотеке „Владислав Петковић Дис” у Чачку, бити извршено истраживање које треба да потврди да ли акустички услови одговарају прописима и стандардима, и у којој мери постоји корелација између субјективног доживљаја нивоа звучног притиска и резултата физичког мерења. Употребљена методологија истраживања представља пример оперативне процедуре која се може применити и на друге библиотечке просторе.

Кључне речи: библиотечке читаонице, архитектонска акустика, дизајн простора, мерење јачине звука, Градска библиотека „Владислав Петковић Дис” Чачак.

Још од настанка, библиотеке су, као и верски храмови, представљале духовне објекте у којима се придавао значај архитектонској акустици. Док архитектура храмова тежи да кроз енергију рефлектованог звука истакне монументалност грађевине и тиме утиче на емоције код верника, акустика традиционалних библиотека делује супротно – путем тишине дисциплинује читаоце на ред, рад и мир. Класичне библиотеке, затворене у тишину и правила, индиректно говоре и о друштву затвореном за промене. Алберто Мангел (Alberto Manguel) у књизи *Историја чишања* износи занимљиво запажање да „... немамо забележених података о читаоцима који се жале на буку у римским и грчким библиотекама”¹. Понекад се чини да се правила акустике повинују вишем циљу, чинећи звучни амбијент стимулативним и пријатним корисницима. Архитектура ентеријера је кључни агенс који галаматијас звучних спектра стапа и претвара у карактеристично обележје одређене библиотеке.²

Библиотеке су у савременом друштву важно место сусретања и интеракције међу људима. Као што се потребе корисника библиотеке развијају, тако се развијају и акустички захтеви које треба да им пружи радни простор. Одговорност за задовољење акустичких услова у библиотекама је првенствено на библиотекарима, који морају имати јасног удела у пројектима изградње, доградње или рестаурације својих библиотека. Библиотекари једини знају које су потребе простора у коме раде. У супротном, архитекте неће моћи да пројектују објекат који потпуно одговара библиотечкој намени. Ипак, видно је да ретко које библиотечко здање у Републици Србији испуњава све стандарде који се траже од савремене грађевине намењене библиотечкој делатности, што се свакако односи и на акустичке аспекте.

Намеће се дилема да ли библиотекари могу сами вршити контролу, предлагати и предузимати потребне мере за побољшање акустичког комфора корисника. Иако је српска библиотечка периодика богата разноврсним стручним питањима, нема радова који се баве акустиком у библиотекама. Последњих деценија, библиотеке се убрзано мењају под утицајем технолошких промена и постају све само не тихе. Упоредо са растом услуга које библиотеке нуде својим корисницима, последично расте број техничких уређаја и процеса, односно број нових звучних извора. Чак и такво жељено повећање броја корисника подразумева повећање укупног нивоа буке у просторијама. Из ових разлога, мерење и контролисање звука постаје све важнији показатељ квалитета услуге конкретне библиотеке.

¹ Алберто Мангел, *Историја чишања* (Нови Сад: Светови, 2005), 54.

² Bodleian Libraries. "Sounds of Bodleian". University of Oxford. Last update 2021. <https://www.ox.ac.uk/soundsofthebodleian/#radcam>.

КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗВУЧНИХ ОСЦИЛАЦИЈА

Интердисциплинарна апликација физичке акустике у стручну област библиотекарства је комплексна и захтева осврт на теоријске основе. Постоје две врсте таласних кретања, а то су механичка и електромагнетска. Звучне осцилације су врста механичких кретања која настају осциловањем молекула ваздуха око свог равнотежног положаја. Механичка енергија звучног извора се осциловањем претвара у енергију звука или акустичку енергију и преноси искључиво у материјалној средини као што су гасови, течности и чврста тела. Човечја бубна опна региструје звучне вибрације које се у унутрашњем уву претварају у електрични сигнал, а њих мождани центар за слух преводи у звучне сензације. Чуло слуха може детектовати разне врсте звукова по јачини и садржају. Поред корисних врста звукова који нам помажу у оријентацији, комуникацији, сналажењу и учењу, постоје и друге врсте нежељених, означених као бука. Звучне осцилације које прелазе дозвољене границе могу бити врло штетне и опасне за особу изложене њиховом дејству. Ипак, људи различито реагују на врсту и јачину звука, тако да се не може јасно дефинисати нити инструментално измерити шта је „бука“. Она је осећај који потпуно зависи од нервног система и психичког стања одређене особе. Бука је сваки звук који узнемирава и раздражује слушаоца, независно од интензитета. Пример је рок концерт на коме се може осетити веома висок интензитет звука. Супротност је слабо а репетитивно одзивање капи чесме у судопери. Да ли је звук пријатан или не, зависи од особе која га слуша. Чак и опуштајући музички тонови умерене јачине могу постати неподношљиви уколико се упорно понављају. Доживљај буке у опсегу који се не сматра опасним је субјективан, тако да се у овом раду изрази ниво буке и ниво звука могу користити као синоними.

Угодно акустичко окружење у читаоницама је оно које корисницима омогућава слободу од узнемиравања, у смислу уобичајеног разговора или других звукова који не ометају читање или учење.³ Начини за обезбеђење угодног амбијента су: 1) праћење и одржавање прикладног нивоа позадинског звука, 2) физичка баријера између извора звука и корисника и 3) коришћење материјала у читаоници који омогућавају адекватну апсорпцију и изолацију просторије.

3 B. Markham, "Acoustic Comfort in Libraries" (The 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Prague, Czech Republic, August 22–25 2005).



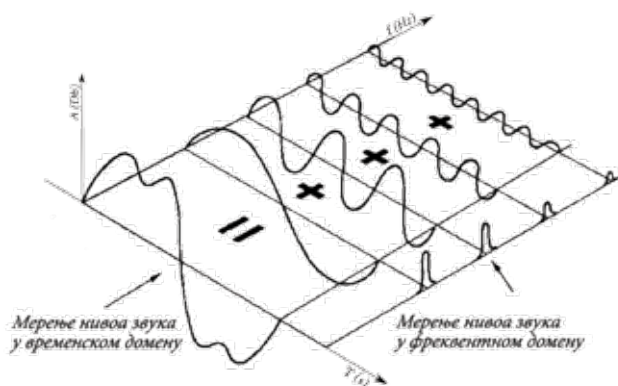
Слика 1: Интензитети звучних извора (LAmax)

Звучни таласи које чујемо имају две основне карактеристике: јачину (амплитуду) и учесталост (фреквенцију). Постоји више начина на које се може изразити интензитет звука (снага, притисак, јачина, гласноћа), али се у акустици и музици најчешће користи јединица бел (B) дата у част шкотског научника Александра Грејема Бела (Alexander Graham Bell), изумитеља телефона. Доживљај јачине звука није линеаран, већ логаритамски, слично сеизмичкој Рихтеровој скали. Постоји огроман распон интензитета који се могу чути тако да се уместо јединице бел из практичних разлога много чешће употребљава десети део бела, децибел (dB). Дуготрајна изложеност високом нивоу буке има многобројне физиолошки штетне последице као што су оштећење чула слуха, пораст крвног притиска, кардиоваскуларни проблеми и др (слика 1). У библиотечким условима последице се манифестују кроз смањену концентрацију, отежану комуникацију и пад радних способности. Најнижи опсег јачине звука је од прага чујности (0 dB) до приближно 20 dB. Тај интензитет је потпуно безбедан, али се у урбаним срединама више не може наћи. Распон од 20 до 30 dB по јачини одговара тихој соби и пријатан је за рад. Оптимална јачина звука за библиотеке је до 40 dB и вредности које премашују тај ниво већ осетно делују на концентрацију. Нормалан свакодневни говор је у распону 50–60 dB након чега се дејство звука на организам све више осећа, зависно од времена изложености. Након 90–100 dB (компресиони чекић) постаје обавезна употреба заштитне опреме, поготово на радним местима са повећаним ризиком. Преко 100 dB звучног притиска

може довести до привремених или трајних оштећења слушних живаца. Граница бола је субјективна и зависи од фреквенције, али се генерално узима да је она између 130 и 140 dB.

Основни инструмент који се користи за мерење интензитета звука унутар објекта или у спољној средини је мерач звучног притиска (SPL – Sound Pressure Meter). SPL метар или „букомер“ реагује на звук, као што то чини и ухо, да би што прецизније приказао објективан интензитет звука. Објективно мерење звука не значи мерење гласноће јер је то субјективан осећај слушаоца. SPL метар је релативно једноставан уређај који се састоји из кондензаторског микрофона мале звучне мембране чија је намена да звук окружења претвара у електрични сигнал, затим се тај сигнал појачава на ниво који омогућава микроконтролеру да изврши AD конверзију и упоређи дигиталну вредност са референтном вредношћу која је уписана у меморију уређаја. Мерач изражава добијену вредност у децибелима и користи се за многе намене од истраживања у природним наукама до контроле комуналне буке и тестирања музичке опреме и аудио уређаја.

Међутим, интензитет звука (L) може се посматрати са више страна, зависно од тога каква је природа звука који се одређује, односно да ли је тај звук у одређеном временском периоду константан, неправилан, цикличан или променљив са повременим скоковима интензитета. Пошто је звук окружења углавном флукутирајући, нормативи за процену буке прописују мерење просечне јачине звука током одређеног периода (L_{eq}) уместо максималне вредности (L_{max}). Такође, пошто човеково чуло слуха није једнако осетљиво на све фреквенције, за одређивање јачине звука се најчешће користи тзв. А-тежинско пондерисање и углавном изражава као dB(A). Из овога се може извести да резултат мерења у одређеном мерном периоду (t) мора бити L_{Aeq} односно еквивалентни ниво звучног притиска изражен у децибелима у А опсегу (слика 2).



Слика 2: Приказ амплитудне, фреквентне и временске димензије звука

Међународна јединица за фреквенцију херц (Hz) добила је назив према немачком физичару Хајнриху Херцу (Heinrich Rudolf Hertz) и означава број циклуса (осцилација) у секунди. Таласна фреквенција од 1 осцилације у секунди представља 1 Hz. Најпростији звучни талас је простопериодични (синусни) и он се у чистом облику не среће у природи. Звучни таласи које чујемо су обично сложени, односно састављени од више простопериодичних који се налазе распоређени на одређеним фреквенцијама. Интензитет простопериодичних фреквенција у сложеном звуку је оно што даје јединствену карактеристику боји гласова, музичким инструментима и другим изворима звука. Човеково чуло слуха може регистровати звучне фреквенције од 20 до 20.000 Hz, али је најосетљивије на фреквенције од 1.000 до 5.000 Hz, односно подручје људског говора. Пошто су сви сложени звукови састављени од простопериодичних, битно је које су фреквенције најизраженије у спектру. Физиолошки иста јачина звука на вишим фреквенцијама прави веће оптерећење на слушаоца него на нижим.

Примењена акустика је комплексна техничка област, али од друге половине прошлог века интензивно се развија упоредо са порастом звучног загађења у градовима. Упутства и правилници за мерење и контролу комуналне буке могу се успешно применити у библиотекама у циљу побољшања радног окружења.

ЦИЉ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

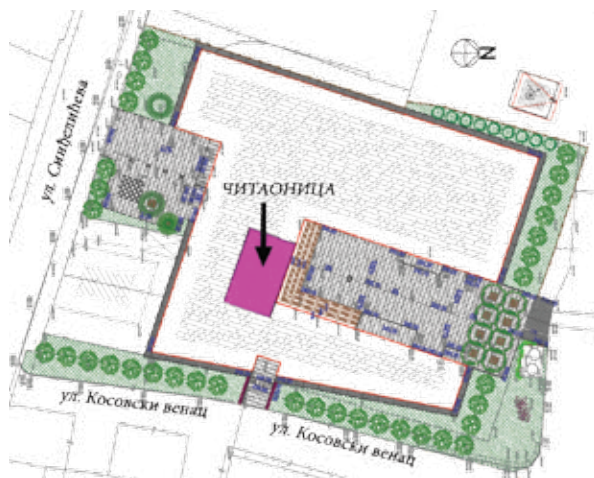
Истраживање има за циљ да утврди да ли ниво звука у Читаоници Научног одељења Градске библиотеке у Чачку одговара законима Републике Србије који га регулишу као и да испита став корисника о свом доживљају акустичког комфора. Истраживање ће бити извршено коришћењем три научне методе: директним посматрањем, упитником и физичким мерењем. Проблем истраживања је што ни најзначајнија међународна библиотечка организација није препоручила која је горња граница буке коју би прихватили национални стручни правилници. Национални *Стандарди за обављање библиотечко-информационе делатности* у делу за јавне библиотеке предвиђају да јавне библиотеке шесте категорије (Чачак) треба да имају једно читалачко место на сваких 2.000 становника и „повољне услове за коришћење библиотечко-информационих услуга”.⁴ *Стандарди* не помињу ниво унутрашње буке у библиотекама као услов обављања библиотечке делатности који треба законски нормирати нити прописују дозвољену вредност dB(A).

Основни правни документи који регулишу ову област у Републици Србији су ван стручне области библиотекарства и то:

4 Правно-информациони систем Републике Србије, „Правилник о националним стандардима за обављање библиотечко-информационе делатности: 39/2013-42”, ЈП „Службени гласник”, преузето 16. 4. 2021, <http://www.pravno-informacioni.sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/ministarstva/pravilnik/2013/39/1/reg>

- Закон о заштити животне средине (Сл. гласник РС бр. 135/04, 66/91),
- Закон о заштити од буке у животној средини (Сл. гласник РС, бр. 36/09),
- Закон о јавном здрављу (Сл. гласник РС бр. 15/16), и
- Уредба о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини (Сл. гласник РС бр. 75/10).⁵

Најважнији документ је *Уредба о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини* која прописује граничне вредности индикатора буке у затвореним просторијама, између осталог и за читаонице у библиотекама. Према *Уредби*, граничне вредности се односе на укупну буку која потиче од свих звучних извора на посматраној локацији, а индикатор буке у животној средини изражава се јединицом dB(A). Максимални дозвољени еквивалентни ниво буке ($LeqdB(A)$) на посматраној локацији може бити максимално 40 dB(A), независно од доба дана и ноћи. Ипак, ова *Уредба* прописује само укупан амплитудни ниво јачине звука (A) у временском домену (T), мада за оцењивање акустике просторије постоје још два битна параметра: анализа простопериодичних фреквенција звука у фреквентном домену (f) и време реверберације (RT60).



Слика 3: План Градске библиотеке у Чачку и положај Читаонице Научног одељења

⁵ Правно-информациони систем Републике Србије, „Уредба о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини: 75/2010-10“, ЈП „Службени гласник“, преузето 18. 4. 2021, <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/uredba/2010/75/4/reg>.

Зграда Градске библиотеке у Чачку је адекватан простор за вршење емпиријског истраживања библиотечке акустике јер је наменски направљен објекат. Резултати истраживања су утолико више корисни за планирање акустичких потреба будућих пројеката јавних библиотека у Србији. Градска библиотека у Чачку је деценијама била смештена у старом, запуштеном и неусловном здању које је као привремени смештај добила средином 80-их година прошлог века од Самоуправне интересне заједнице културе Општине Чачак.⁶ Жеља да се коначно добије адекватан наменски простор почела је да се остварује 2017. године када је започела реконструкција и доградња бившег Дома војске према идејном решењу главног пројектанта Момира Радишића. Почетком 2019. године Градска библиотека у Чачку је усељена у нову, савремено опремљену зграду од 3.500 квадратних метара површине.

Звучно најдинамичнији простор Библиотеке је приземље, где дневно циркулише највише читаоца и посетиоца. Ту се налазе Инфопулт, Позајмно одељење за одрасле кориснике, Дечје одељење, Читаоница за дневну штампу и Велика сала са галеријским простором за изложбе. Простор Читаонице Научног одељења, у коме се врши акустичко истраживање, налази се на првом спрату централног дела зграде окренуто ка унутрашњем дворишту (слика 3). На првом спрату је поред Научног одељења смештено Завичајно одељење, Одељење часописа и Конференцијска сала. Други спрат је звучно најтиши простор где се налази Одељење за стручну обраду књига, Одељење стране књиге, Матична служба, Служба за културно-просветну и издавачку делатност, Служба дигитализације и канцеларија директора.

ПОСМАТРАЊЕ

Основна метода научног истраживања је посматрање. У конкретном случају прво треба идентификовати врсту и место потенцијалних извора непријатног и ометајућег звука у радном окружењу. У страној литератури може се пронаћи више покушаја разврставања извора буке, али искључиво по критеријуму интензитета и формалних карактеристика. Такве поделе нису сасвим погодне за оваква истраживања јер је методолошки корисније звучне изворе поделити према степену у коме могу да утичу на конкретни посматрани простор и последично према нашој могућности да се од њих заштитимо. Према наведеном критеријуму, може се предложити подела звучних извора применљива за идентификацију и разврставање емитујућих звучних извора према било ком простору који се акустички испитује. Ти извори су:

6 Мирко Дрманац, „Кућа са два имена”, *Глас библиотеке*, бр. 18 (2011 [шт. 2012]): 132–133.

- Спољни извори. На њих се не може утицати, а могућност заштите од њих је неизвесна. Колики ће бити њихов интензитет у посматраном простору зависи највише од тога како је архитектонски пројектован положај те просторије у оквиру објекта, односно да ли је пројектом предвиђена дугорочна заштита простора од спољних извора звука. Спољни извори могу бити стални (прометна улица, близина градског трга или тржног центра итд.) или повремени (градилиште, фестивали, културне манифестације итд.). Од спољних извора је најтеже заштитити се, јер што су ти извори ближи и јачи, ефикасна изолација просторије је скупља и неизвеснија (изолациони панели, апсорбери). У крајњем случају, ако покушаји звучне изолације немају успеха, једино решење је да се промени намена простора изложеног спољном извору буке, односно у конкретном случају да се измести читаоница.
- Унутрашњи извори. Ови извори звука су такође резултат предвиђеног положаја и дизајна читаонице у оквиру објекта и на њих се у мањој мери може утицати. Тишину у одређеној просторији нарушавају динамични делови објекта као што су ходници, пролази, терасе, тоалети, лифтови и покретна степеништа које не треба пројектовати у непосредној близини читаоница. За разлику од спољних извора, ове изворе мере заштите могу бити делотворније, али ефекат највише зависи од активности и броја посетилаца.
- Инфраструктурни извори. Те изворе представљају цеви за водовод и канализацију; отвори, делови механизма и мотори уређаја за вентилацију и климатизацију. У случају ових извора могуће је применити мере које би значајно смањиле њихов утицај на радни простор, првенствено изолацијом самог извора или другим алтернативним решењима.
- Технички извори. То су сви покретни уређаји који се уобичајено користе у библиотеци (рачунари, штампачи, фотокопири, скенери), уређаји за одржавање простора и хигијене (усисивачи, тримери, косачице), услужни уређаји за кориснике као апарати за воду, кафомати итд. Њихов утицај је могуће најлакше регулисати простим померањем или заменом тишим уређајима.
- Организациони извори. Они су последица боље или лошије организације процеса рада и интеракције људи (запослени и корисници). Њих је могуће потпуно отклонити бољим организационим мерама, односно постављањем знакова и стварањем правилника.

Пошто је зграда Градске библиотеке у Чачку најновија наменска зграда библиотеке у Републици Србији, унапред је предвиђен простор читаонице Научног одељења, тако да је утицај спољашњих и унутрашњих архитектонских извора сведен на минимум и посматрањем није утврђен њихов утицај. Такође, није утврђен ни утицај инфраструктуре јер у близини Читаонице и у њој нема видљивих водоводних и канализационих цеви. Услед добрих временских прилика није постојала реална потреба да се укључују уређаји за вентилацију и климатизацију. Сви технички уређаји у већој или мањој мери производе буку, али пулт Научног одељења и лоби где су концентрисани радни и услужни уређаји су физички одвојени, тако да није примећено да се значајније чују у простору Читаонице. Примећено је да се рад са корисницима на пулту у одређеној мери чује јер не постоје врата као физичка баријера која одваја простор Читаонице од осталог дела Научног одељења. Такође, примећено је да корисници који долазе и раде у групама стварају знатно већу буку од индивидуалних корисника.

Једини начин да се тачно утврди да ли ови извори звука утичу на кориснике у Читаоници је испитивање мишљења употребом упитника.

ИСПИТИВАЊЕ СТАВОВА КОРИСНИКА

У периоду од 5. до 10. априла 2021. године извршено је испитивање ставова редовних корисника о њиховом акустичком искуству у Читаоници употребом упитника. Дизајн упитника извршен је коришћењем линеарне петостепене Ликертове скале (1 = врло бучно, 5 = врло тихо), којом ставови корисника могу бити мерљиви и упоредљиви. Испитаници Ликертовом скалом показују степен слагања или неслагања са одређеном тврдњом. Корисницима су постављене две групе питања: општа (пол, узраст, редовност посете и задовољство условима рада у Читаоници) и посебна питања везана за само истраживање (шест питања). Употребом Ликертове скале сва питања морају бити међусобно повезана. У конкретном случају, заједнички чиниоци су читање и претпостављени извори буке. Корисницима је на свако питање понуђено пет кодираних одговора који носе најмање један (бука се веома осећа у просторији Читаонице), а највише пет бодова (не постоји никаква сметња од буке). Најмањи број бодова по једном упитнику може бити шест (6 x 1 бод), а највећи број 30 (6 x 5 бодова). Неутрална питања могу највише носити 18 бодова по једном упитнику (6 x 3). Уколико је просечан збир бодова по попуњеном упитнику мањи од 18, можемо закључити да је бука присутна и омета кориснике, а уколико је већа од тог броја, не смета корисницима у раду.

Постављена питања су:

Број бодова	1	2	3	4	5
1. Да ли Вам смета бука кад читате?	Веома ми смета	Смета ми	Немам мишљење	Не смета ми	Нимало не смета
2. Читање омета померање књига, столица и инвентара.	Веома омета	Омета	Немам мишљење	Не омета	Нимало не омета
3. Читање омета клима и вентилација.	Веома омета	Омета	Немам мишљење	Не омета	Нимало не омета
4. Читање ометају рачунари и опрема (скенери, фотокопири).	Веома омета	Омета	Немам мишљење	Не омета	Нимало не омета
5. Читање омета спољна бука.	Веома омета	Омета	Немам мишљење	Не омета	Нимало не омета
6. Читање ометају други корисници.	Веома ометају	Ометају	Немам мишљење	Не ометају	Нимало не ометају

Свако научно истраживање подразумева одређивање поуздане величине узорка. Формулу за израчунавање величине статистичког узорка предложили су Роберт Крејџи (Robert V. Krejcie) и Дарил Морган (Daryle W. Morgan).⁷

$$n = \frac{x^2 NP(1-P)}{d^2(N-1) + x^2 P(1-P)}$$

при чему је:

n = величина узорка

x = стандардна варијација за задати степен поузданости

P = пропорција узорка

d = маргина грешке

N = величина испитне популације

⁷ Krejcie, Robert V. and Daryle W. Morgan, "Determining Sample Size for Research Activities", *Educational and Psychological Measurement* 30, no. 3 (September 1970): 610.

Према статистичким подацима из система Cobiss, који су генерисани 12. априла, Читаоницу Научног одељења је у периоду од 5. до 10. априла користило укупно 34 члана. Од тог броја анкетирано је 30 чланова, од чега 14 мушког (47%), а 16 женског пола (53%).

За одређивање поуздане величине узорка имамо следеће вредности: укупан број корисника у датом периоду који су посетили Читаоницу ($N = 34$), интервал поверења од 95% ($x = 1,96$), маргина грешке ($d = 0,04$) и пропорцију узорка ($P = 0,5$). Употребом формуле добијамо резултат оптималне величине узорка од 32 испитаника. То значи да је испитано два корисника мање него што је потребно да се добије жељени ниво поузданости. Према узрасту, највише испитаних корисника има 20–30 година (63%), затим преко 40 (17%), док испод 20 и између 30 и 40 година има по 10% анкетираних корисника. Према редовности посете Читаоници 80% корисника долази веома често (више пута недељно), а 20% долази често (више пута месечно).

Према сумираним подацима из 30 попуњених упитника укупно је добијено 669 бодова. Као што је већ речено, на 30 попуњених упитника сабрана средња, неутрална вредност укупног броја бодова може бити максимално 540 бодова. Из тога следи да је просечан број бодова по упитнику 22,3 бода, и тај резултат показује да су испитаници у највећем броју задовољни акустичким условима у Читаоници.

ФИЗИЧКО МЕРЕЊЕ

Физичко мерење јачине звука у Читаоници обављено је у периоду од 5. до 10. априла 2021. године истовремено са попуњавањем социо-акустичког упитника, у намери да се оствари поуздано упоређивање и корелација два различита типа података. Мерења су вршена два пута дневно у току радне недеље, једном у подне (~12.00 часова), кад је посета корисника на врхунцу, и једном увече (~19.00 часова), кад је Читаоница празна. Сва мерења су вршена у интервалима од по 30 секунди који су релативно кратки и дају само приближне вредности максималне и просечне јачине звука. Пожељно је да мерни интервали буду што дужи јер од дужине семплирања зависи прецизност мерења. Међутим, мерења су вршена уз текући стручни рад и није било могућности да се одвоји више времена.



Слика 4: Мерни микрофон Behringer ECM8000 и SPL метар Tacklife MLM02 у простору Читаонице Научног одељења

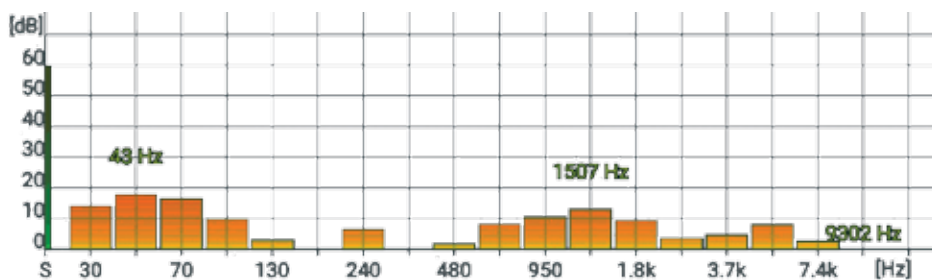
Мерење је извршено следећом опремом: омнидирекционални кондензаторски мерни микрофон Behringer ECM8000, аудио интерфејс Zoom H5, ручни SPL метар класе 2 Tacklife MLM02 опсега 30–130dB. За анализу сигнала коришћен је професионални RTA софтвер SMAART V8 компаније Rational Acoustics. Мерење је вршено из централног дела просторије.

Пошто ова студија има за циљ да измери оријентационе вредности, физичко мерење је извршено уз одређена техничка ограничења. Најважнији инструмент који је коришћен за калибрацију мерног микрофона и мерење LAeq и LАmax је SPL метар Tacklife MLM02. Тај уређај има амплитудни опсег 30–130dB, фреквентни опсег 31,5-8 KHz и тачност класе 2 према стандарду IEC 60651 (± 1.5 dB). Према овом стандарду, резултати мерења не могу бити релевантни у научном смислу (класа 0), нити прецизни као професионални уређаји који користе државне и градске дирекције за контролу комуналне буке који су класе 1 (углавном уређаји данске фирме Brüel & Kjær). Ипак, тачност класе 2 је сасвим задовољавајућа за комерцијалне, образовне и друге непрофесионалне потребе. Такође, само специјализоване установе могу извршити фреквентну калибрацију мерног микрофона као што је Behringer ECM8000 тако да његов фреквентни одзив није раван као што би се очекивало од скупљих микрофона који имају калибрациони фајл (најпознатији су микрофони данске фирме DPA и америчке Earthworks). Такође, испитивање је извршено током пролећа, кад нема потребе за укључивањем система за климатизацију и вентилацију, што би могло значајно да компромитује вредности добијене физичким мерењем.

Резултати мерења у временском домену:

Датум мерења	Време мерења	L _{Amin} (dB)	L _{Aeq} (dB)	L _{Amax} (dB)
5. 4.	12.00 ч.	36,2	38,4	59,9
	19.00 ч.	30,0	32,9	44,0
6. 4.	12.00 ч.	37,0	38,0	49,0
	19.00 ч.	31,6	34,9	48,0
7. 4.	12.00 ч.	33,1	37,1	46,0
	19.00 ч.	28,9	32,2	36,3
8. 4.	12.00 ч.	35,6	39,2	57,6
	19.00 ч.	32,2	35,9	44,0
9. 4.	12.00 ч.	34,2	40,9	61,9
	19.00 ч.	30,7	33,8	49,0

Према резултатима мерења L_{Aeq} је у прописним границама. Само је једном у току недеље (петак, 9. април у 12.00 часова) премашена вредност од 40 dB(A) дозвољена *Уредбом о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини*. Мада *Уредба* не прописује мерење просторног звука у фреквентном домену као обавезно, уколико се сувише енергије налази у ниским фреквенцијама ствара се „брум“, а уколико се налази у вишим – „хис“ који може ометати пажњу корисника. Звучно семпловање урађено 8. априла 2021. у 19.00 часова (слика 5), не показује да постоје критичне фреквенције у спектру где је значајније концентрисана звучна енергија.



Слика 5: Графички приказ узорка звука у фреквентном домену

Постоји још један врло важан параметар у разумевању акустике просторија, а то је време одјека (реверберације). Интензитет и јасноћа звука у одређеној просторији зависи од јачине извора, али и од способности упијања (апсорпције), односно одбијања (рефлексије) звучне енергије од унутрашњих површина просторије. Тест реверберације RT60 (RT – Reverberation Time) означава време у секундама које је потребно звуку у просторији да изгуби јачину за 60 dB у контакту са површинама просторије путем апсорпције и рефлексије. Ако је извор звука јачи него способност површине да га упије и претвори у топлотну енергију, он се рефлектује натраг са закашњењем, што ствара звучне артефакте који повећавају ниво позадинског звука а утичу и на јасноћу и разумљивост говора. Ниво апсорпције и рефлексије зависи искључиво од физичко-хемијског састава и површине материјала са којима звук долази у контакт. Ако су зидови просторије неравни, прекривени намештајем и по саставу материјала имају висок коефицијент апсорпције, звук ће брзо нестати што може бити пожељно или не, зависно од намене просторије. Мада се чини на први поглед да је тишина у библиотечким читаоницама приоритет, ефекат праве „глуве“ собе није сасвим пожељан. Пригушени звук је потребан музичким студијама, али у читаоницама може створити нелагодан осећај акустички мртвог простора.

У литератури се могу наћи препоруке које одређују оптималан ниво реверберације за библиотечке читаонице у опсегу од 0,8 до 1,0 секунде.⁸ Реверберација у Читаоници Научног одељења Градске библиотеке у Чачку је, на основу мерења, 1.3 секунде. Та вредност је виша од препоручене, али пошто у Читаоници уз зидове нема инвентара, полица, слика итд., ниво реверберације је сасвим у реду. Овај резултат показује да је простор добро пројектован, а употребљени материјали имају задовољавајућ апсорпциони коефицијент. Употребом мањих звучних панела и полица са књигама, вредност реверберације ће бити у идеалним оквиринама.

ДИСКУСИЈА

Постављени циљ истраживања је у остварен. Добијени резултати показују да се запажања добијена посматрањем слажу са подацима добијеним из упитника и објективног мерења. Звучни ниво LAeq (dB) у временском домену се у мерним интервалима кретао у прихватљивом опсегу од 32,2 до 40,9 dB. Посматрањем нису примећени неправилни или циклични звучни

⁸ Acoustics.Com, "Project Design :: Library", *Acoustics.Com*, Last modified 2021, <http://www.acoustics.com/library.asp#:~:text=Acoustics.com%3A%20Acoustic%20Information%20for%20Libraries&text=Goal%3A%20To%20limit%20noise%20levels,read%20and%20contemplate%20without%20distractions.&text=Recommended%20reverberation%20time%20is%200.8%20to%201%20second.&text=Although%20specifying%20a%20lower%20number,be%20cost%20prohibitive%20to%20achieve>.

обрасци, а не показује их ни SPL метар. Мерење у фреквентном домену не показује посебно изражене фреквенције јачег интензитета у спектру.

Неочекивано, корисници су као најчешћи узрок буке навели спољне изворе (43%). Пошто је Читаоница потпуно окренута ка унутрашњем дворишту, где нема извора емитујућег звука, то се може једино објаснити грешком у формулацији питања у упитнику. Спољне изворе је свакако тешко утишати јер не спадају под одговорност библиотеке.

Други најчешћи извор буке су, према резултатима упитника, други корисници (30%), што је у одређеној мери примећено посматрањем. Све остале врсте звучних извора (библиотечки инвентар, књиге, столице, рачунари и опрема) као ометајуће наводи само 10% корисника. Неки анкетирани корисници су изнели коментар да је упитник непрецизан, односно да нису сви редовни корисници Читаонице извор буке, већ само појединци. Примери неприхватљивог понашања су гласна конверзација, употреба мобилних телефона и аудио-плејера. Треба истаћи чињеницу да средњошколци и студенти представљају 76,1% (од почетка године до 15. маја) корисника Читаонице. Ове генерације желе библиотеку као живо место где могу истовремено да задовоље потребе за учењем и дружењем. Према Џефрију Гајтону (Jeffrey T. Gayton) „повећање нивоа комфора у библиотекама води неформалној атмосфери која ствара изазов у изолацији буке”.⁹ Тај проблем се делимично може решити употребом знакова који изричито забрањују одређена понашања, али они не могу да замене активну улогу библиотекара. Понашање појединца који ремете тишину не значи нужно лошу намеру коју треба санкционисати, јер има и корисника који се преслишавају „наглас”. Они у некој мери редефинишу смисао читаонице као места где није важно шта се чита, већ како се чита. Све наведено упућује на закључак да упитник коришћен у истраживању за неку следећу прилику треба побољшати, додати нова питања, али и дорадити правилник употребе Читаонице.

Уколико се испитивањем утврди да су акустички услови у Читаоници неповољни, постоје начини да се ниво буке смањи, и то коришћењем звучне апсорпције, изолације и рефлексije. Апсорпција утиче на смањење звучне енергије у просторији, док изолација делује смањењем преноса звучне енергије између просторија. Додавање звучних апсорбера на зидове и плафон може значајно изменити унутрашњи дизајн и побољшати атрактивност просторије. Такође, могуће је постављање наменских панела или облагање зидова посебним материјалима (нпр. азмафон). Најједноставнији начин ефикасне звучне изолације у читаоницама је постављање уз зид полица са књигама. Поред тога што улепшавају амбијент, књиге имају одличан ниво звучне апсорпције.

⁹ Jeffrey Gayton, "Academic Libraries: 'Social' or 'Communal?' The Nature and Future of Academic Libraries." *The Journal of Academic Librarianship* 34 (2008): 65.

Модерне библиотеке представљају функционалну спрегу архитектуре, људи и библиотечке грађе. Ова студија је показала да су акустички услови у Читаоници Научног одељења Градске библиотеке „Владислав Петковић Дис“ у Чачку веома добри и могу бити референтни будућим пројектима изградње јавних библиотека. Резултати упитника пружају још један интересантан детаљ. Мада је 63% испитаника навело један или више извора звука који им смета у Читаоници, 53% је изјавило да је задовољно условима у Читаоници, а 47% да је веома задовољно. Ниједан корисник није негативно оценио своје искуство. То је наговештај да су се појавили нови важни чиниоци задовољства корисника у смислу међусобне сарадње, информисања, дружења, рекреативног провођења времена, и могућности освежења у паузама учења. Успех је креирати амбијент који корисници читаонице доживљавају својим и прилагођавају индивидуалним навикама и потребама. Библиотекари су ту да им то омогуће.

Савремене читаонице су превазишле своју традиционалну намену и све више постају простор за друштвено учење. У времену кад су последице звучног загађења све присутније, одржавање адекватног нивоа звука у библиотекама постаје све већи изазов. Повремени акустички мониторинг представља активан приступ побољшању квалитета библиотечке услуге и очувања читаоница као тихих средишта књижног универзума.

1. Acoustics.Com. "Project Design :: Library", *Acoustics.Com*. Last modified 2021, <http://www.acoustics.com/library.asp#:~:text=Acoustics.com%3A%20Acoustic%20Information%20for%20Libraries&text=Goal%3A%20To%20limit%20noise%20levels,read%20and%20contemplate%20without%20distractions.&text=Recommended%20reverberation%20time%20is%200.8%20to%201%20second.&text=Although%20specifying%20a%20lower%20number,be%20cost%20prohibitive%20to%20achieve>.
2. Bodleian Libraries. "Sounds of Bodleian". University of Oxford. Last update 2021. <https://www.ox.ac.uk/soundsofthebodleian/#radcam>.
3. Drmanac, Mirko. „Kuća sa dva imena". *Glas biblioteke*, br. 18 (2011 [št. 2012]): 123–138.
4. Gayton, Jeffrey T. "Academic Libraries: 'Social' or 'Communal?' The Nature and Future of Academic Libraries." *The Journal of Academic Librarianship* 34 (2008): 60–66.
5. Krejcie, Robert V. and Daryle W. Morgan. "Determining Sample Size for Research Activities." *Educational and Psychological Measurement* 30, no. 3 (September 1970): 607–10.
6. Mangel, Alberto. *Istorija čitanja*. Novi Sad: Svetovi, 2005.
7. Markham, B. "Acoustic Comfort in Libraries". The 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Prague, Czech Republic, August 22–25 2005.
8. Pravno-informacioni sistem Republike Srbije. „Pravilnik o nacionalnim standardima za obavljanje bibliotečko-informacione delatnosti: 39/2013-42". *JP „Službeni glasnik"*. Preuzeto 16. 4. 2021. <http://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/ministarstva/pravilnik/2013/39/1/reg>.
9. Pravno-informacioni sistem Republike Srbije. „Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini: 75/2010-10". *JP „Službeni glasnik"*. Preuzeto 18. 4. 2021. <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/uredba/2010/75/4/reg>.
10. Veličković, Dragan J. *Fizičke štetnosti. 1, Buka i vibracije*. Niš: Institut za dokumentaciju zaštite na radu, 1978.

SOUND OF SILENCE: MONITORING OF THE ACOUSTIC COMFORT IN READING ROOMS

Summary

Reading rooms are centers of the book universe, places where readers can find necessary quietness for studying and researching, far away from existential routine of everyday life. Reading rooms are usually associated with silence, but their surrounding is acoustically rich. There are many sound patterns that intertwine in every library, the ones like rustling of paper, footfalls in lobbies, airflow between shelves, keystrokes and all other sounds that compose its internal dynamic. The interior architecture is the key agent that the galimatias of sound spectra merges and transforms into a characteristic feature of a certain library. Sometimes it looks like the rules of acoustic minister to the higher cause, making the sound ambient stimulating and comfortable to users. In the last few decades libraries have been changing rapidly under the influence of technology and they have become everything except silent. Parallel to expanding the scope of services that libraries offer to their users, consequently the number of technical devices and processes, namely the number of new sound sources also grows. Even though the increase of the number of users is desired, it implies the rise of the level of noise on the premises. For these reasons, measuring and controlling the level of sound becomes an important indicator of the quality of services at the library. The question is whether the librarians can perform acoustic monitoring by themselves and whether they can take necessary actions in order to improve the comfort of users. Showing the example of the reading room of the Department of Scientific and Reference Collection at the Public Library "Vladislav Petković Dis" in Čačak, which includes the research that will be conducted, it should be examined whether the acoustic conditions correspond to requirements and standards, as well as to what extent the correlation between subjective experience of the level of sound pressure and the results of physical measuring exist. The methodology used in this research is an example of an operational procedure that can be used in other library and reading room spaces.

Keywords: library reading rooms, architectural acoustic, space design, measuring the volume of sound, Public Library "Vladislav Petković Dis".

