

# Akustika - mjerenje i ocjena buke okoliša u skladu s dopuštenim razinama

---

**Bratović, Manuel**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:962473>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-21**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)





Tehnički fakultet u Puli

**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI**  
**TEHNIČKI FAKULTET U PULI**  
**PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PROIZVODNOG**  
**STROJARSTVA**

Manuel Bratović

**AKUSTIKA - MJERENJE I OCJENA BUKE OKOLIŠA U**  
**SKLADU S DOPUŠTENIM RAZINAMA**

(završni rad)

Pula, kolovoz 2021.

**PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PROIZVODNOG  
STROJARSTVA**

**AKUSTIKA - MJERENJE I OCJENA BUKE OKOLIŠA U  
SKLADU S DOPUŠTENIM RAZINAMA**

(završni rad)

**JMB: 0303076041, redoviti student**

**Studijski smjer: Preddiplomski stručni studij Proizvodno strojarstvo**

**Predmet: Mjerenja u proizvodnji**

**Znanstveno područje: Tehničke znanosti**

**Znanstveno polje: Strojarstvo**

**Znanstvena grana: Proizvodno strojarstvo**

**Mentori: doc. dr. sc. Marko Kršulja**

**dipl. ing. stroj. Elvis Ciliga**

Pula, kolovoz 2021.

## **ZAHVALA**

Velike zahvale mom mentoru doc. Dr. sc. Marku Kršulji na svojoj pomoći i vremenu tokom izrade ovog rada te općenitog studiranja, također velike zahvale drugom mentoru samog terenskog rada dipl. ing. stroj. Elvisu Ciligi na vremenu, informacijama, literaturi i znanju te također zahvale i njegovim kolegama sa Zavoda Za Javno Zdravstvo. Isto tako i jedno veliko hvala mojoj obitelji na podršci tokom studiranja.

doc.dr.sc. Marko Kršulja

\_ Mjerenja u proizvodnji \_  
(Predmet)



Tehnički fakultet u Puli

**Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**  
**TEHNIČKI FAKULTET U PULI**  
**ZADATAK TEME ZAVRŠNOGA RADA**

**Pristupniku/ci** Manuel Bratović

**MBS:** 0303076041

**Studentu/ci stručnog studija Tehničkog fakulteta u Puli izdaje se zadatak za završni rad – tema završnog rada pod nazivom:**

**Akustika - mjerenje i ocjena buke okoliša u skladu s dopuštenim razinama**

**Sadržaj zadatka:** Istražiti postupak akustičnog mjerenja buke. Ocijeniti u skladu sa zakonom da li izmjerena buka zadovoljava propise. Tumačiti simbole te mjerne jedinice potrebne za analizu akustičnog mjerenja. Vrednovati i upotrijebiti napredne mjerne uređaje za izvođenje akustičnog mjerenja. Donijeti preporuke za unaprjeđenje okoliša koji je istražen.

Rad obraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Sveučilišta u Puli.

**Redovni ili izvanredni, proizvodno strojarstvo**

*(izvanredni, proizvodno strojarstvo)*

**Datum:** 02.04.2021

**Potpis nastavnika**

  
\_\_\_\_\_



### IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Manuel Bratović, kandidat za prvostupnika proizvodnog strojarstva ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljeni način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student  


U Puli, 15.07.2021.



## IZJAVA

o korištenju autorskog djela

Ja, \_\_\_\_\_Manuel Bratović\_\_\_\_\_ dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom "AKUSTIKA - MJERENJE I OCJENA BUKE OKOLIŠA U SKLADU S DOPUŠTENIM RAZINAMA" koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama. Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, \_\_\_\_15.07.2021\_\_\_\_\_

Student  
Manuel Bratović

## SADRŽAJ:

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD.....  | 1  |
| 1.1. Hipoteza.....                                    | 1  |
| 1.2. Ciljevi.....                                     | 1  |
| 2. PRAKTIČNI DIO RADA – MJERENJA NA TERENU.....       | 2  |
| 2.1. Mjerenje situacije A1.....                       | 2  |
| 2.2. Dolazak na lokaciju.....                         | 6  |
| 2.3. Prvo ispitivanje.....                            | 7  |
| 2.4. Svrha mjerenja.....                              | 8  |
| 2.5. Akustički zahtjevi.....                          | 8  |
| 2.6. Izbor vremenskog intervala vremena.....          | 8  |
| 2.7. Osiguranje kvalitete rezultata mjerenja .....    | 9  |
| 2.8. Opis izvora buke.....                            | 10 |
| 2.9. Opis prostora, objekta i okoline.....            | 10 |
| 3.0. Rezultati mjerenja.....                          | 10 |
| 3.1. Zaključak.....                                   | 12 |
| 4. ISPITIVANJE BUKE UREDSKIH PROSTORIJA.....          | 13 |
| 4.1. Svrha mjerenja.....                              | 13 |
| 4.2. Akustični zahtjevi.....                          | 13 |
| 4.3. Rezultati mjerenja.....                          | 14 |
| 4.4. Ocjena rezultata mjerenja.....                   | 15 |
| 4.5. Predmet i mjesto ispitivanja.....                | 16 |
| 4.6. Zaključak.....                                   | 17 |
| 4.7. Predmet i mjesto ispitivanja.....                | 18 |
| 4.9. Zaključak.....                                   | 18 |
| 5.0. Predmet i mjesto ispitivanja.....                | 19 |
| 5.1. Zaključak.....                                   | 19 |
| 5.2. Mjerenje dimenzija svake uredske prostorije..... | 22 |
| 6. POSTAVLJANJE I SPAJANJE OPREME.....                | 24 |
| 6.1. Ispitivanje buke u prostorijama.....             | 25 |



|  |    |
|--|----|
| 7. MJERENJE SITUACIJE A2.....                                  | 26 |
| 7.1. Svrha mjerenja.....                                       | 26 |
| 7.2. Objekt mjerenja.....                                      | 26 |
| 7.3. Opis izvora buke.....                                     | 29 |
| 7.4. Opis mjesta mjerenja.....                                 | 31 |
| 7.5. Analiza meteoroloških mjerenja.....                       | 31 |
| 7.6. Analiza mjerenja.....                                     | 32 |
| 7.7. Rezultati mjerenja.....                                   | 38 |
| 7.8. Zaključak.....  | 39 |
| 8. MJERENJE SITUACIJE B.....                                   | 40 |
| 8.1. Svrha mjerenja.....                                       | 42 |
| 8.2. Akustički zahtjevi.....                                   | 42 |
| 8.3. Izbor vremenskog intervala mjerenja.....                  | 43 |
| 8.4. Osiguranje kvalitete rezultata mjerenja.....              | 43 |
| 8.5. Opis izvora buke.....                                     | 44 |
| 8.6. Opis mjesta mjerenja.....                                 | 46 |
| 8.7. Opis prostora, objekta i okoline.....                     | 47 |
| 8.8. Rezultati mjerenja.....                                   | 47 |
| 8.9. Zaključak.....  | 48 |
| 9. PRAVILA PRI IZVOĐENJU MJERENJA ZRAČNE ZVUČNE IZOLACIJE..... | 49 |
| 10. POSTUPAK MJERENJA BUKE.....                                | 50 |
| 11. OPREMA ZA MJERENJE.....                                    | 51 |
| 12. NAČIN MJERENJA ZVUKA.....                                  | 54 |
| 13. ZAKLJUČAK.....   | 55 |
| 14. POPIS LITERATURE.....                                      | 57 |
| 15. PRAVILNICI I ZAKONI RH.....                                | 57 |
| 16. POPIS SLIKA.....   | 57 |
| 17. POPIS TABLICA.....   | 59 |

## 1. UVOD

Provedeno je terensko mjerenje buke i zvučne izolacije u radnom i životnom okolišu u Arheološkom Muzeju Istre te u jednoj privatnoj kući u Rijeci na Kantridi. prema Zakonu o zaštiti od buke NN br.30/09, Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu NN br. 46/08, Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave NN br.145/04. Nakon analize i obrade podataka dobiveni rezultati uspoređeni su s važećim propisima. Prema navedenom prikazane su i mjere za zaštitu od buke te preporuke zaštite sluha.

U radu su objašnjeni osnovni pojmovi vezani za opis, mjerenja i utvrđivanja akustičkih parametara te posljedice utjecaja na čovjeka koje su uzrokovane dugotrajnim izlaganjem prekomjernim razinama buke. Pri tome dane su i smjernice te preporuke za zaštitu od buke.

**Ključne riječi:** buka, zvuk, osobna zaštitna oprema, izolacija

## 1.1. HIPOTEZA

U ovome radu izvesti će se ispitivanje buke u u Arheološkom Muzeju Istre te u jednoj privatnoj kući u Rijeci na Kantridi. Ispitati će se utjecaj zračnih i udarnih zvučnih valova na kvalitetu zvučne izolacije. Dobiveni podaci će se usporediti s propisanim podacima prema Pravilniku o dopuštenim razinama buke. U slučaju da izmjereni podaci ne zadovoljavaju dozvoljene granične vrijednosti, predložit će se mjere poboljšanja gdje se buka može smanjiti na određenu dozvoljenu razinu.

## 1.2. CILJEVI

Ciljevi u ovome radu jesu istražiti utjecaj buke na ljudski organizam i obrazložiti osnovne pojmove s aspekta akustičkih mjerenja, izvršiti mjerenje buke te usporediti ga s pravilnikom o dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN br.145/04). Predložiti poboljšanje za postojeće uvjete rada te ispitati stanje zvučne izolacije u poslovnom objektu i usporediti ga s zakonski propisanim vrijednostima.

## 2. PRAKTIČNI DIO RADA – MJERENJA NA TERENU

Prvo mjerenje je izvršeno u Arheološkom muzeju Istre. Imamo dvije situacije, u situaciji A1 potrebno je izmjeriti buku između strojarnice i uredskih prostorija te buku između samih uredskih prostorija, u situaciji A2 potrebno je izmjeriti buku vanjske klima jedinice koja se nalazi nedaleko od Arheološkog muzeja Istre i zgrada a u situaciji B potrebno je izmjeriti buku vanjske klima jedinice jedne privatne kuće koja se nalazi na Kantridi u Rijeci.

### 2.1. MJERENJE SITUACIJE A1

Uvod

potrebno je izmjeriti buku između strojarnice i uredskih prostorija te buku između samih uredskih prostorija.

Lokacija situacije A1

Slika 1. Arheološkog muzeja u kojem je izvršeno mjerenje.



Izvor: obrada autora

Slika 2. Prednja strana Arheološkog muzeja Istre

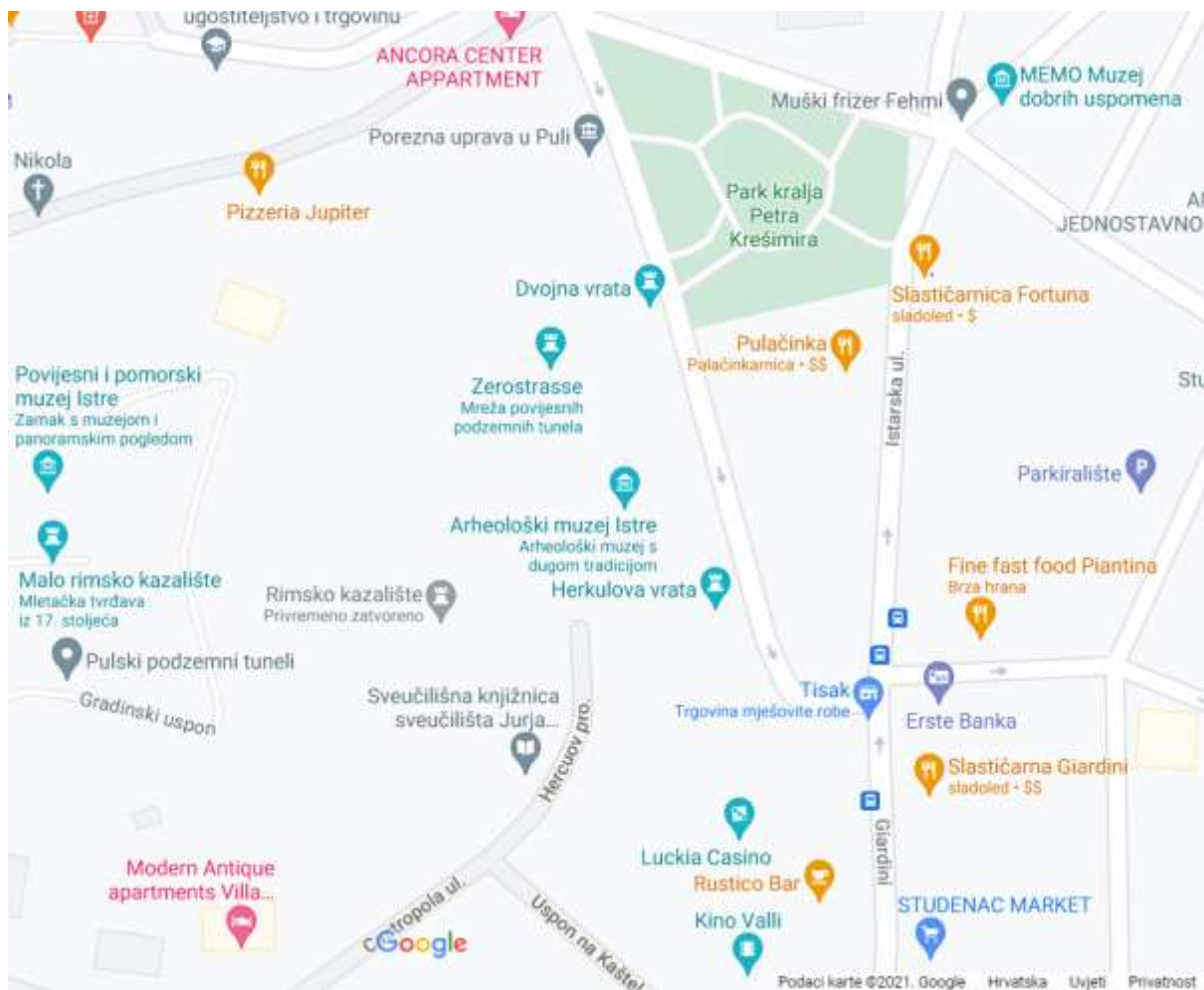


Izvor: obrada autora





Slika 4. Aerofotogrametrijska slika karte Arheološkog muzeja Istre



Izvor: <https://www.google.com/maps>

## 2.2. DOLAZAK NA LOKACIJU

Slike 5. i 6. dolazak na lokaciju i oprema ispred ulaza te unutra u hodniku



Izvor: obrada autora



### 2.3. PRVO ISPITIVANJE

Ispitivanje buke rekuperatora u potkrovlju da bi vidjeli da li buka iz strojarnice dolazi do uredskih prostorija.

Slike 7. i 8. Ispitivanje buke rekuperatora u potkrovlju



Izvor: obrada autora

## 2.4. SVRHA MJERENJA

Prema Pravilniku 91/07, članak 13. potrebno je obaviti mjerenje razlike A-vrednovanih razina. Potrebna zvučna izolacija (za samostojeće objekte bez stambenih prostora) mjerena pomoću normiranog izvora šuma i izražena kao razlika A-vrednovanih razina, određuje se prema razini buke na izvoru zvuka (zatvorena prostorija) i dopuštenoj razini buke na mjestu prijema. Ta razlika mora minimalno biti 57 dB(A) između mjerne točke u prostoru/ prostoriji izvora buke i mjerene točke na 0,5 m ispred otvorenih otvora susjednog ugroženog objekta. Mjerenja i ocjena buke provedena su na temelju zahtjeva naručitelja mjerenja.

## 2.5. AKUSTIČKI ZAHTJEVI

Jednoznačno navedeni akustički zahtjevi definirani su kao glavni kriterij za ocjenu buke prema: Potrebna zvučna izolacija (za samostojeće objekte bez stambenih prostora) mjerena pomoću normiranog izvora šuma i izražena kao razlika A-vrednovanih razina, određuje se prema razini buke na izvoru zvuka (zatvorena prostorija) i dopuštenoj razini buke na mjestu prijema. Ta razlika mora minimalno biti 57 dB(A) između mjerne točke u prostoru/ prostoriji izvora buke i mjerene točke na 0,5m ispred otvorenih otvora susjednog ugroženog objekta.

## 2.6. IZBOR VREMENSKOG INTERVALA MJERENJA

Vremenski interval mjerenja je odabran tako da su pokrivena sve značajne promjene u emisiji i širenju buke. Trajanje pojedinog mjernog intervala 10 min, odnosno do prestanka promjene mjerne vrijednosti (promjena, variranje, najviše  $\pm 0,1$  dB).

## 2.7. OSIGURANJE KVALITETE REZULTATA MJERENJA

Za osiguranje kvalitete rezultata mjerenja provedeno je interno umjeravanje sa zvučnim usmjerivačem neposredno prije i nakon provedbe mjerenja.

Tablica 1. Povijest kalibracije internog usmjeravanja zvukomjera tijekom predmetnog mjerenja.

| Mjerni instrument       | Datum umjeravanja | Razina zvučnog tlaka dB(A) | Odstupanje od inicijalne razine dB(A) | Osjetljivost mV/Pa |
|-------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Prije provedbe mjerenja |                   |                            |                                       |                    |
| Brüel & Kjaer 2250      | 14-04-2021        | 93,9                       | 0,16                                  | 45,03              |
| Nakon provedbe mjerenja |                   |                            |                                       |                    |
| Brüel & Kjaer 2250      | 14-04-2021        | 93,9                       | 0,19                                  | 45,18              |

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

Povezivanjem kabelom preko USB komunikacijskog porta vrši se prijenos izvornih podataka (akustičkih i meteoroloških) na prijenosno računalo, a kasnije na PC koji ima instalirane odgovarajuće programske podrške za prijenos, analizu i obradu podataka. Izmjena izvornih podataka nije moguća, a podaci se trajno pohranjuju na PC-u.

## 2.8. OPIS IZVORA BUKE

Slike 9. i 10. mjerenje buke, tlocrt prostorija u potkrovlju



Izvor: obrada autora te izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

## 2.9. OPIS PROSTORA, OBJEKTA I OKOLINE

Predmetni objekt (izvor-strojarnica) smješten je u potkrovlju zgrade AMI u zasebnoj prostoriji koja ima i predprostor. Desno od objekta je prostor sanitarija i kraj građevine, iznad je krovšte, a lijevo također sanitarije. Najbliži uredski prostor udaljen je cca 15-ak m, odvojen hodnikom, a ima oznaku ured 311. Prilikom mjerenja razlike „A“ vrednovanih razina, emisija razine buke izvora mjerena je u prostoriji rekuperatora a emisija buke u navedenom uredu 311. Rezidualnu buku na definiranom mjernom mjestu generira promet s obližnje prometnice.

## 3.0. REZULTATI MJERENJA

Zatečena buka okoline (rezidualna buka) I\Mjerenje razina rezidualne buke, koje su korištene za podlogu u ocjeni rezultata obavljeno je u vremenskim intervalima kada nije bilo cestovnog prometa ni susjednim ulicama u blizini analiziranih objekata.

Usrednjena razina rezidualne (zatečene) buke, nakon višekratnih mjerenja u uvjetima ponovljivosti iznosi  $L_{resid} = 36,1$  dB (A).

U dužem vremenskom intervalu odabrani su vremenski period u kome su razine rezidualne buke bile povoljne jer su to intervali bez utjecaja buke prometa.

Mjerenje razlike A-vrednovanih razina U prostoru rekuperatora, pri aktiviranom referentnom izvoru "bijelog" šuma, i dodekaedarskom zvučnom kutijom po-stavljenoj u sredini prostora proizveden a razina buke je: -  $L_1 = 102,3 \text{ dB (A)}$ . Na mjestu prijema razina buke koju generira navedeni izvor mora biti veća za 5llivise dB od zatečene razine buke okoline Sto je sukladno (norma VDI 3726); (točki 7) Nakon ostvarene razine bijelog Suma od  $102,3 \text{ dB(A)}$ 'u prodajnoj prostoriji moguće je ispuniti potreban zahtjev za premašajem rezidualne buke i dobiveni su slijedeći rezultati:

$L_{\text{resid}} = 36,1 \text{ dB (A)}$ ,  $L_1' = 102,3 \text{ dB (A)}$ ;  $L_Z = 42,0 \text{ dB(A)}$

$L_1' - L_2 = 102,3 - 42,0 = 60,3 \text{ dB(A)}$

### 3.1. ZAKLJUČAK

U odnosu na akustičke zahtjeve analizom rezultata terenskih mjerenja za predmetni objekt:

ARHEOLOŠKI MUZEJ ISTRE Rekonstrukcija zgrade, k.č. 526 dio k.č.94/1, k.o. Pula,  
Carrarina ul 3, 52100 Pula

Prostorija rekuperatora u potkrovlju - Ured 311

Temeljem izvršenog mjerenja razlike A-vrednovanih razina za navedeni prostor:

Ustanovljeno je da ista iznosi 60,3 dB(A) >57 dB(A) što je sukladno dopisu ministarstva  
zdravlja rezultati nisu ocjenjeni.

## 4. ISPITIVANJE BUKE UREDSKIH PROSTORIJA

### 4.1. SVRHA MJERENJA

Mjerenja su provedena na temelju pismene potvrde e-mailom od 30.03.2021 i ponude br. PON-BZI-21/21 od 30.03.2021. Potrebno je odrediti zračnu i udarnu zvučnu izolaciju: 1. ZZI - Horizontalna MK konstrukcija između izložbenog prostora (113 na 1.katu) i pedagoške dvorane (PR 22 u prizemlju) 2. UZI- Horizontalna MK konstrukcija između izložbenog prostora (113 na 1.katu) i pedagoške dvorane (PR 22 u prizemlju) 3. ZZI – Vertikalni razdjelni zid između uredskih prostora (312 i 313 u potkrovlju građevine) kako bi se utvrdilo da li zvučna izolacija zadovoljava zahtjeve norme HRN U.J6.201. Ispitivanjem se utvrđuje kvaliteta pregradnih konstrukcija predmetne građevine.

### 4.2. AKUSTIČKI ZAHTJEVI

Akustički zahtjevi jednoznačno su navedeni u normi HRN U.J6.201

– Akustika u zgradarstvu - Tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada.

Minimalne vrijednosti zvučne izolacije  $R_w$  i maksimalne vrijednosti udarne zvučne izolacije  $L_w$  date su tablici 1 za pojedinačne funkcije pregrada, a u zavisnosti od namjene zgrade. U pojedinim slučajevima date su su vrijednosti za zvučnu izoliranost  $D_w$ .

Ocjena rezultata mjerenja provodi se prema tablici.

Tablica 2. (HRN U. J 6.201)

| Redni broj | Funkcija pregrada  | $R_{wmin}$<br>dB | $L_{wmax}$<br>dB |
|------------|--|------------------|------------------|
| B.3        | Zid bez vrata između kancelarijskih prostorija, zid bez vrata između prostorija za intelektualni rad istog korisnika | 42               | /                |
| B.6        | Sve tavanice između poslovnih prostorija   | 52               | 68               |

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

## GEOMETRIJSKE VELIČINE, OPIS I SMJEŠTAJ GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE

| Geometrijske veličine:   | ZZI<br>1 kat,<br>prijemna | ZZI/ UZI<br>Prizemlje,<br>Predajna/<br>prijemna | ZZI<br>2. kat,<br>predajna | ZZI<br>2. kat,<br>prijemna |
|--|---------------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| Obujam prostorije<br>bez namještaja (Vp [m <sup>3</sup> ])                             | 203,8                     | 267,5   | 31                         | 28,7                       |
| Ploština pregrade, zajednički dio<br>(S[m <sup>2</sup> ]) H-horizontalna, V-vertikalna | H= 54,3                   |   | H= 10,1                    |                            |

|  |  |
|--|--|
| Opis i namjena prostora                              | U predajnoj i prijemnoj prostoriji ne nalaze se elementi namještaja tako da nije postignuto difuzno polje.<br>Dvostjenska stolarija i poboljšana akustička svojstva odječnosti prostorije perforiranim spuštenim stropom.            |
| Okolni susjedni prostori                             | Predmetna građevina nalazi se u starogradskoj jezgri grada Pule.   |
| Presjeci stambene<br>zgrade, sastav<br>konstrukcija: | Primjenjene mjere zvučne zaštite, podaci dobiveni od korisnika:<br>MK 1.kat/ prizemlje: 20 cm AB ploče, 1(2 cm) stiropor, 5 (6 cm) glazure,<br>2 cm terrazzo<br>Potkrovlje, zid: 10 cm izolacijskog materijala, 2x1,25 GKP obostrano |

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

### RASPORED MJERNIH UREĐAJA PRI ISPITIVANJU

|  |  |
|--|--|
| Izbor mjernog mjesta:                          | Prema normi HRN EN ISO 16283-1<br>Prema normi HRN EN ISO 16283-2       |
| Izvor zračnog zvuka (šuma):                    | Na podu u prizemlju i u potkrovlju                                     |
| Izvor udarnog zvuka:                           | Na podu na 1.katu  |
| Visine mikrofona iznad podloge [m]:            | Od 110 do 180 cm   |
| Visine izvora zračnog zvuka iznad podloge [m]: | Od 130 do 200 cm   |
| Visine izvora udarnog zvuka iznad podloge [m]: | Na podlozi od kamenih ploča  |
| Fiksne pozicije zvukomjera:                    | korišten tronožni stožac   |
| Vrijeme odjeka u prijamnoj prostoriji:         | Mjereno sa normiranim izvorom zvuka                                    |
| Razina rezidualne buke <sup>2</sup> :          | Usrednjena vremenski u zvukomjeru a<br>prostorno energetska usrednjena |

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

### 4.3. REZULTATI MJERENJA

1. Određivanje zračne i udarne zvučne izolacije temeljeno je na rezultatima dobivenim metodom terenskih mjerenja.
2. Rezultati mjerenja vrijede za zatečeno stanje u trenutku izvođenja mjerenja.
3. Detaljni fotografski zapisi s mjerenja nalaze se u arhivi tvrtke koja je obavila mjerenja.



#### 4.4. OCJENA REZULTATA MJERENJA

Rezultat mjerenja zračne i udarne zvučne izolacije:

1. ZZI - Horizontalna MK konstrukcija između izložbenog prostora (113 na 1.katu) i pedagoške dvorane (PR 22 u prizemlju)
2. UZI- Horizontalna MK konstrukcija između izložbenog prostora (113 na 1.katu) i pedagoške dvorane (PR 22 u prizemlju)
3. ZZI – Vertikalni razdjelni zid između uredskih prostora (312 i 313 u potkrovlju građevine)

Zadovoljava postavljene akustičke zahtjeve prema normi HRN U.J 6.201 - Akustika u zgradarstvu - Tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada, prema tablicama:

| Naziv | Opis pregradne konstrukcije              | R' <sub>w</sub> dB<br>Izmjereno | R' <sub>wmin</sub> dB<br>Zahtjevano |
|-------|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| B.6   | Sve tavanice između poslovnih prostorija | 55 dB                           | 52 dB                               |

Tablica (HRN U. J 6.201)

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Prikaz rezultata mjerenja na jednu decimalu: | $R'_w = 55,7 - 0,3 * \text{dB}$ |
|--|---------------------------------|

\* Proširena mjerna nesigurnost uz jednostrani interval pokrivanja, razina povjerenja 84% ( $k = 1$ )

| Naziv | Opis pregradne konstrukcije              | L' <sub>n,w</sub> dB<br>Izmjereno | L' <sub>n,w max</sub> dB<br>Zahtjevano |
|-------|--|-----------------------------------|--|
| B.6   | Sve tavanice između poslovnih prostorija | 64 dB                             | 68 dB                                  |

Tablica (HRN U. J 6.201)

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Prikaz rezultata mjerenja na jednu decimalu: | $L'_{n,w} = 63,2 + 0,7 * \text{dB}$ |
|--|-------------------------------------|

\* Proširena mjerna nesigurnost uz jednostrani interval pokrivanja, razina povjerenja 84% ( $k = 1$ )

| Naziv | Opis pregradne konstrukcije  | R' <sub>w</sub> dB<br>Izmjereno | R' <sub>wmin</sub> dB<br>Zahtjevano |
|-------|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| B.3   | Zid bez vrata između kancelarijskih prostorija,<br>zid bez vrata između prostorija za<br>intelektualni rad istog korisnika | 42 dB                           | 42 dB                               |

Tablica (HRN U. J 6.201)

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Prikaz rezultata mjerenja na jednu decimalu: | $R'_w = 42,8 - 0,3 * \text{dB}$ |
|--|---------------------------------|

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

Rezultati mjerenja (R'\*) i (L'n,\*) ispitnog uzorka kao funkcija frekvencije tablicom i dijagramom.

#### 4.5. PREDMET I MJESTO ISPITIVANJA:

ZZI - Horizontalna MK konstrukcija između izložbenog prostora (113 na 1.katu) i pedagoške dvorane (PR 22 u prizemlju)

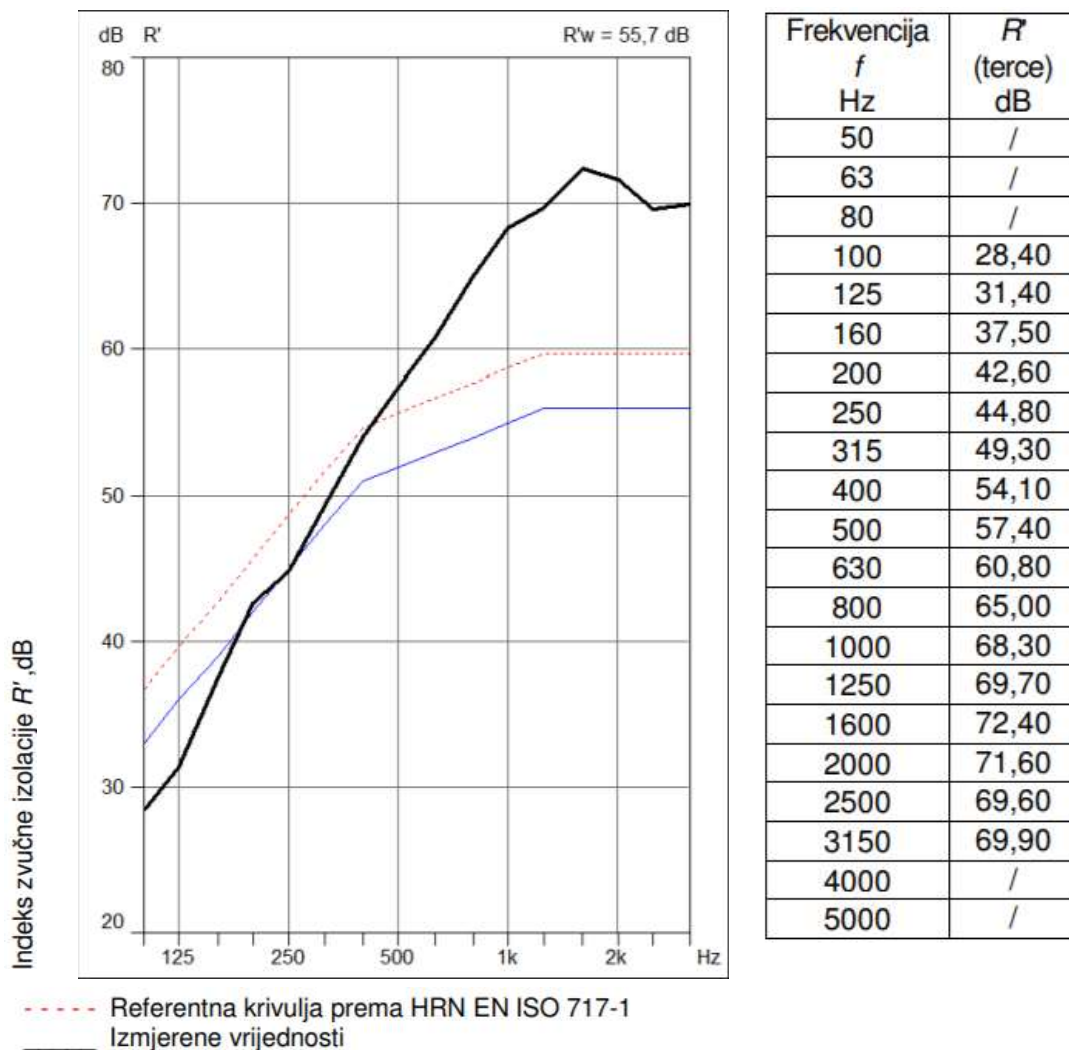
Opis ispitane konstrukcije: točka 6. ovog izvještaja.

Ploština ispitivane pregrade: 54,3 m<sup>2</sup>

Obujam predajne prostorije: 267,5 m<sup>3</sup>

Obujam prijemne prostorije: 203,8m<sup>3</sup>

Slika 11. opis ispitane konstrukcije



Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

#### 4.6. ZAKLJUČAK:

Ocjena je provedena prema HRN U.J6.201.

Indeks zvučne izolacije izražen kao jednobrojna vrijednost prema HRN EN ISO 717-1

iznosi:  $R'w (C;Ctr) = 55,7 (-3;-9) \text{ dB}$ .

#### 4.7. PREDMET I MJESTO ISPITIVANJA

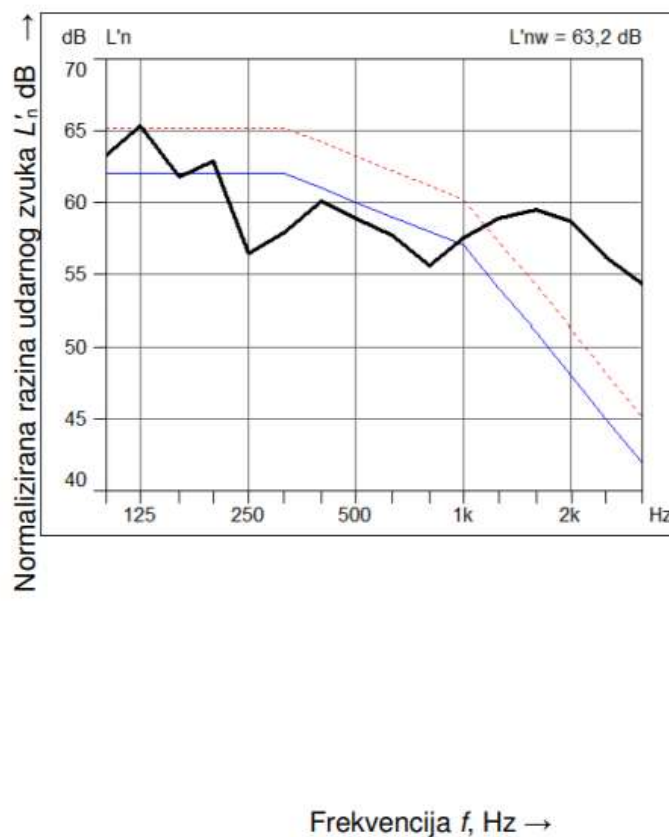
UZI- Horizontalna MK konstrukcija između izložbenog prostora (113 na 1.katu) i pedagoške dvorane (PR 22 u prizemlju)

Opis ispitane konstrukcije: točka 6. ovog izvještaja.

Slika 12. opis ispitane konstrukcije

Obujam prijemne prostorije: 267,3 m<sup>3</sup>      - - - Referentna krivulja prema HRN EN ISO 717-2  
 \_\_\_\_\_ Izmjerene vrijednosti

| Frekvencija<br>$f$<br>Hz | $L'_n$<br>(terce)<br>dB |
|--------------------------|-------------------------|
| 50                       | /                       |
| 63                       | /                       |
| 80                       | /                       |
| 100                      | 63,30                   |
| 125                      | 65,30                   |
| 160                      | 61,80                   |
| 200                      | 62,90                   |
| 250                      | 56,40                   |
| 315                      | 57,90                   |
| 400                      | 60,10                   |
| 500                      | 58,90                   |
| 630                      | 57,70                   |
| 800                      | 55,60                   |
| 1000                     | 57,50                   |
| 1250                     | 58,90                   |
| 1600                     | 59,50                   |
| 2000                     | 58,60                   |
| 2500                     | 56,20                   |
| 3150                     | 54,30                   |
| 4000                     | /                       |
| 5000                     | /                       |



Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

#### 4.8. ZAKLJUČAK:

Ocjena je provedena prema HRN U.J6.201.

Indeks zvučne izolacije izražen kao jednobrojna vrijednost prema HRN EN ISO 717-2

iznosi:  $L'_n (Ci) = 63,2 (-7)$  dB

#### 4.9. PREDMET I MJESTO ISPITIVANJA:

ZZI – Vertikalni razdjelni zid između uredskih prostora (312 i 313 u potkrovlju građevine) Opis ispitane konstrukcije: točka 6. ovog izvještaja.

Slika 13. opis ispitane konstrukcije

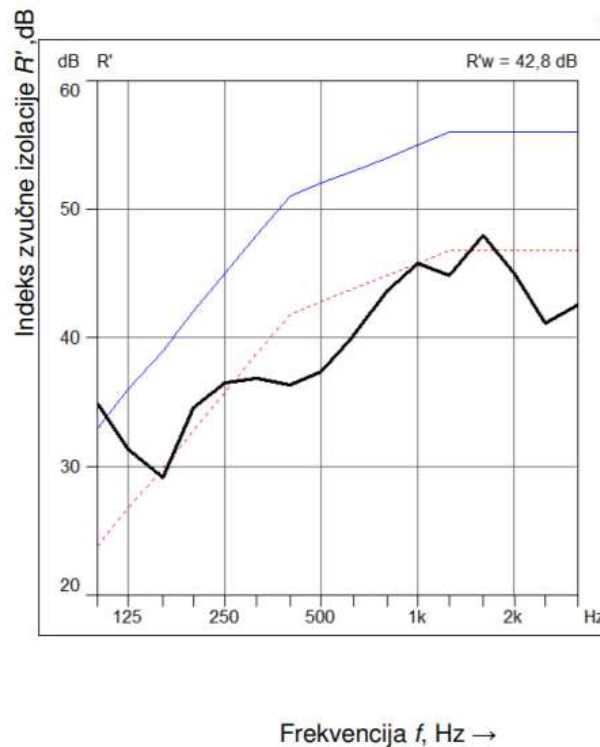
Ploština ispitivane pregrade: 10,1 m<sup>2</sup>

Obujam predajne prostorije: 28,7 m<sup>3</sup>

Obujam prijemne prostorije: 31 m<sup>3</sup>

--- Referentna krivulja prema HRN EN ISO 717-1  
 ——— Izmjerene vrijednosti

| Frekvencija<br><i>f</i><br>Hz | <i>R'</i><br>(terce)<br>dB |
|-------------------------------|----------------------------|
| 50                            | /                          |
| 63                            | /                          |
| 80                            | /                          |
| 100                           | 34,90                      |
| 125                           | 31,40                      |
| 160                           | 29,20                      |
| 200                           | 34,60                      |
| 250                           | 36,50                      |
| 315                           | 36,90                      |
| 400                           | 36,40                      |
| 500                           | 37,40                      |
| 630                           | 40,20                      |
| 800                           | 43,60                      |
| 1000                          | 45,80                      |
| 1250                          | 44,80                      |
| 1600                          | 48,00                      |
| 2000                          | 44,90                      |
| 2500                          | 41,10                      |
| 3150                          | 42,50                      |
| 4000                          | /                          |
| 5000                          | /                          |

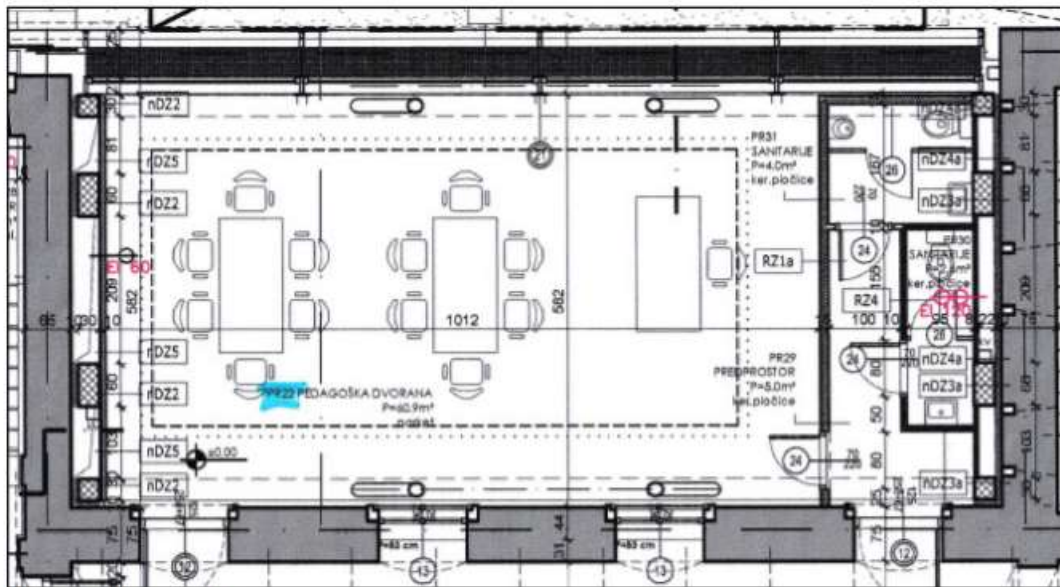


Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

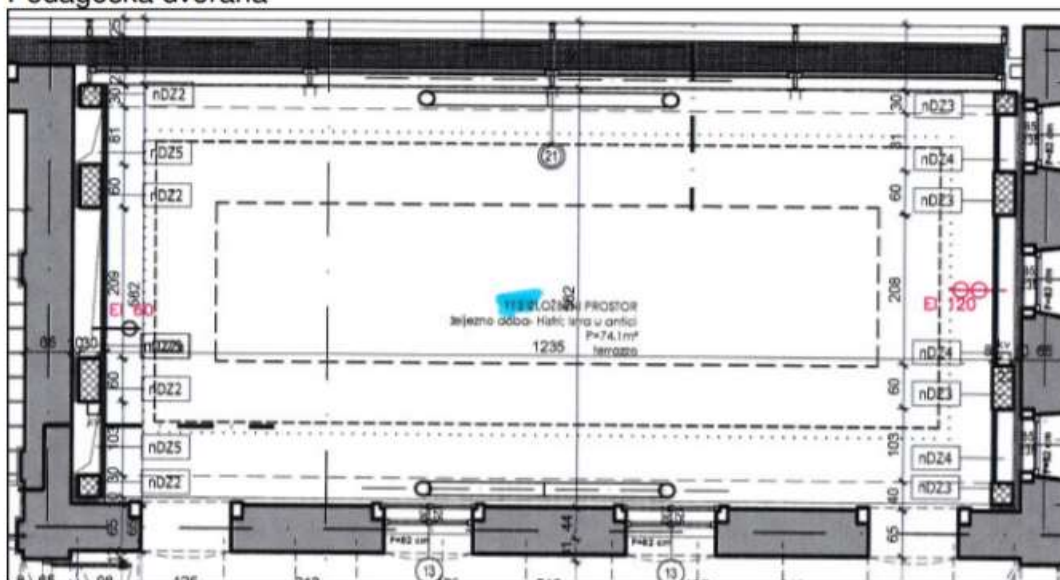
#### 5.0. ZAKLJUČAK:

Ocjena je provedena prema HRN U.J6.201. Indeks zvučne izolacije izražen kao jednobrojna vrijednost prema HRN EN ISO 717-1 iznosi: *R'*w (C;Ctr) = 42,8 (-1;-2) dB

Slike 14. i 15. tlocrti pedagoške dvorane, izložbenog prostora



Pedagoška dvorana



Izložbeni prostor

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

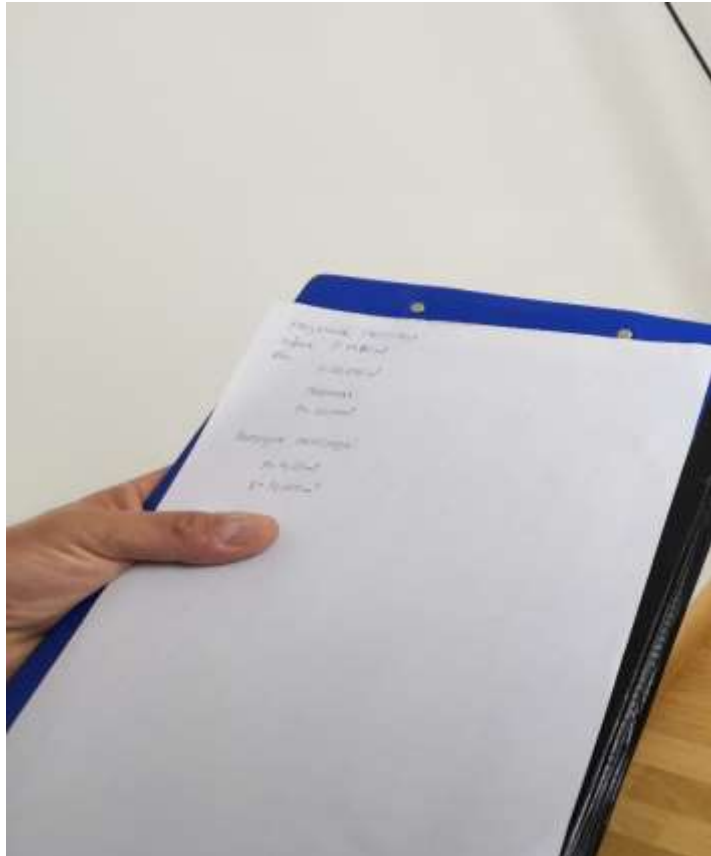




## 5.1. MJERENJE DIMENZIJA SVAKE UREDSKE PROSTORIJE

Prije mjerenja buke između strojarnice i uredskih prostorija bilo je potrebno izmjeriti visinu, širinu te površinu prijamne i predajne uredske prostorije sa laserskim daljinomjerom.

Slika 17. zapis mjera



Izvor: obrada autora

Slika 18. laserski daljinomjer



Izvor: [www.google.com](http://www.google.com)



Rezultate koje smo dobili nakon mjerenja jesu:

Prijamna prostorija:

P: 13,60 m<sup>2</sup>

V: 28,698 m<sup>3</sup>

Pregrada

P: 10.07 m<sup>2</sup>

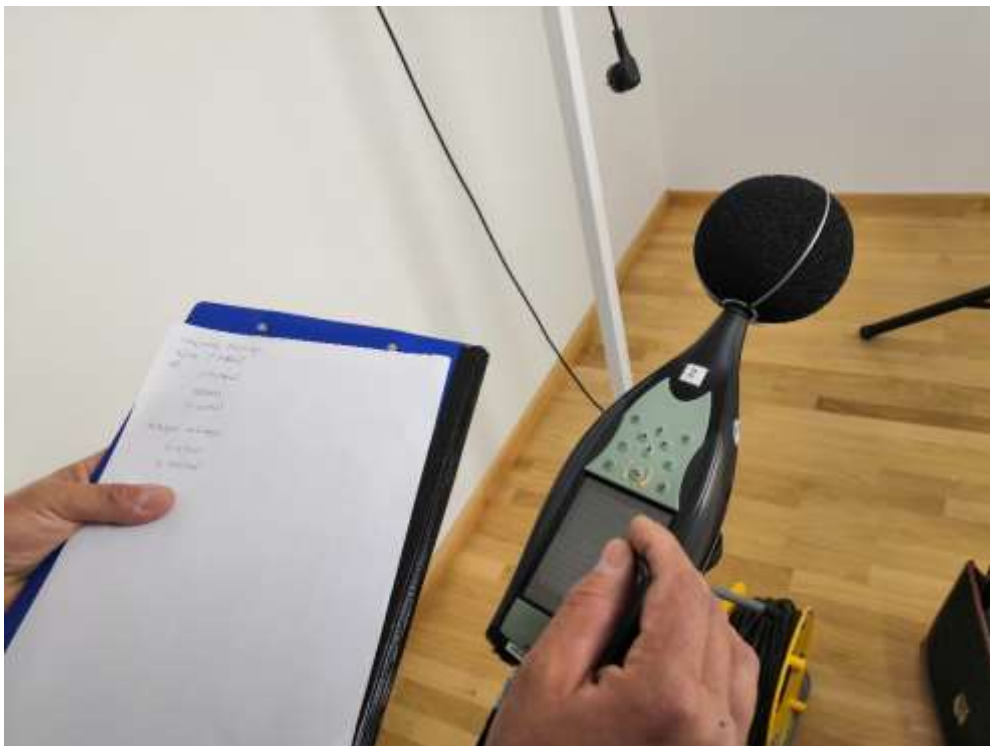
Predajna prostorija:

P: 14,50 m<sup>2</sup>

V: 31,003 m

Nakon mjerenja slijedi ubacivanje dobivenih mjera u zvukomjer za što efikasnije mjerenje.

Slika 19. ubacivanje dobivenih mjera u zvukomjer



Izvor: obrada autora

## 6. POSTAVLJANJE I SPAJANJE OPREME

Pripremanje prostorije za ispitivanje buke te kretanje u proces spajanje same opreme kao što možemo vidjeti na slici 20.

Slika 20. proces spajanja opreme



Izvor: obrada autora

## 6.1. ISPITIVANJE BUKE U PROSTORIJAMA

Ispitivanje buke u predajnoj uredskoj prostoriji te kasnije u prijamnoj uredskoj prostoriji.

Slika 21. proces ispitivanja buke u uredskim prostorijama



Izvor: obrada autora

## 7. MJERENJE SITUACIJE A2

### Uvod

Potrebno je izmjeriti buku vanjske klima jedinice koja se nalazi nedaleko od Arheološkog muzeja Istre i zgrada.

### 7.1. SVRHA MJERENJA

Mjerenja i ocjena buke provedena su na temelju:

1. Pismenog zahtjeva naručitelja mjerenja, radni zadatak e-mailom od 18.03.2021.
2. Pismenog prihvaćanja ponude PON-B-17/21 od 25.03.2021.

Provedena su mjerenja razine buke za dnevne i noćne uvjete na:

1. 1 metar ispred ograđenog prostora sjeverno od objekta,
2. 1 metar ispred ograđenog prostora južno od objekta,
3. Na granici parcele dvorišta AMI prema stambenom objektu na adresi Carrarina ulica 8,
4. U prostoru za prodaju karata (biljetarnica) uz ograđeni prostor – sjeverno od objekta

### 7.2. OBJEKT MJERENJA:

Rekonstrukcija zgrade Arheološkog muzeja Istre i uređenja okoliša, Pula Carrarina ulica 3, k.č. 526 dio k.č. 94/1 k.o. Pula

Predmet mjerenja: Buka pripadnih vanjskih agregata sustava ventilacije i/ili klimatizacije  
Prema prostornom planu Grada Pule, najbliži stambeni objekt analiziranom Arheološkom muzeju Istre nalazi se u izgrađenom dijelu građevinskog područja naselja.

Slike 22. i 23. - položajni prikaz mjernih sustava



MM 01



MM 02

Izvor: obrada autora

Slike 24. i 25. - položajni prikaz mjernih sustava



MM 03



MM 04

Izvor: obrada autora

### 7.3. OPIS IZVORA BUKE

Slika 26. - Opis izvora buke

- |  |
|--|
| <p>1) ograđeni prostor- sjever:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Unutarnja klima jedinica: SAMSUNG,</li><li>- Klima jedinica: SAMSUNG, tip: AR24TXFCAWKX,</li><li>- VRV: SAMSUNG, tip: AM200KXVAGH/ET,</li><li>- VRV: SAMSUNG, tip: AM180KXVAGH/ET,</li><li>- VRV: SAMSUNG, tip: AM300KXVAGH/ET.</li></ul> <p>2) ograđeni prostor- jug:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Unutarnja klima jedinica: SAMSUNG,</li><li>- Klima jedinica: SAMSUNG, tip: AR24TXFCAWKX,</li><li>- VRV: SAMSUNG, tip: AM200KXVAGH/ET,</li><li>- VRV: SAMSUNG, tip: AM180KXVAGH/ET,</li><li>- VRV: SAMSUNG, tip: AM180KXVAGH/ET,</li></ul> |
|--|

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

Tijekom mjerenja specifične buke uključuju se u prostoru/prostoriji, gdje se obavlja djelatnost, svi strojevi i uređaji. Mjerenjem se moraju obuhvatiti svi radni ciklusi pri obavljanju djelatnosti. Strojevi i uređaji moraju raditi najvećom snagom u najnepovoljnijim radnim uvjetima za štíćene prostore. – Stalni izvor buke može biti konstantan, fluktuirajući ili polagano promjenjiv u nekom vremenskom intervalu kao npr. transformatori, ventilatori i rashladni uređaji. – Povremen izvor buke je izvor koji se pojavljuje rijetko, diskontinuirano i pojedinačno kao npr. pri servisiranju opreme, ispuštanju pare i sl.







#### 7.4. OPIS MJESTA MJERENJA

Tablica 3. definiranje mjernih mjesta

| Oznaka | Naziv/ Opis mjernog mjesta  |
|--------|---|
| MM 01  | 1 metar ispred ograđenog prostora sjeverno od objekta,  |
| MM 02  | 1 metar ispred ograđenog prostora južno od objekta,   |
| MM 03  | Na granici parcele dvorišta Arheološkog muzeja Istre prema stambenom objektu na adresi Carrarina ulica 8,       |
| MM 04  | U prostoru za prodaju karata (biljetarnica) koja se nalazi neposredno uz ograđeni prostor – sjeverno od objekta |

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

Mjerni mikrofoni postavljeni su na visinu (4 i 1,5±0,1 m) iznad tla. Osnovna mjerna veličina je  $L_{Aeq,T}$ , ekvivalentna vrijednost razine zvučnog tlaka 2 tijekom intervala T.

#### 7.5. ANALIZA METEOROLOŠKIH MJERENJA

Neposredno prije mjerenja na temelju detaljne meteorološke prognoze (DHMZ, ALADIN, prognoza brzine i smjera vjetra) odabrani su reprezentativni uvjeti i u dogovoru s korisnikom osigurani uvjeti proizvodnje te određeni termini izvedbe mjerenja buke. Proveden je postupak procjene stabilnosti meteoroloških uvjeta mjerenja

Opći meteorološki uvjeti pristupa mjerenjima bili su zadovoljeni:

- bez padavina, grmljavina, magle, bez utjecaja vjetra na mjestu emisije na način da se izbjegne npr. šum lišća na krošnji drvetu
- stabilni vremenski uvjeti tijekom cijelog trajanja mjerenja
- suho tlo, nepokriveno snijegom, ledom ili vodom

Tablica 4. Meteorološki parametri tijekom mjerenja buke

| 27-28.3. 2021. | Vrijeme | Temperatura °C | Tlak zraka mbar | Brzina vjetra m/s | Smjer vjetra ° |
|----------------|---------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|
| Lokacija Pula  | 10:00   | 12,3           | 1014,1          | 2,1m/s            | 90             |
|                | 16:00   | 14,6           | 1013            | 2,0m/s            | 100            |
|                | 21:00   | 9,7            | 1013,4          | 0,9m/s            | 90             |
|                | 24:00   | 8,1            | 1013            | 0,8m/s            | 115            |

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

## 7.6. ANALIZA MJERENJA

Za potrebe mjerenja buke i izrade ovog izvještaja dostavljena je izjava o statusu rada postrojenja s obzirom na generiranje buke: „Svi uređaji u zgradi si bili upaljeni od 9 ujutro do 18 h navečer, (tad je sve ugašeno bilo) do 19 sati, te je u 19 sati ponovno uključeno sve, do 22 sata, onda je sve bilo ugašeno do 23 sata, te se u 23 sata pali nanovo sve do 2 ujutro, tad sve treba bit ugašeno i ponovno se pali u 3 ujutro i onda sve radi do 8 ujutro (nedjelja).

Tablica 5. rezultati pojedinačnih 10 min mjerenja na MM01, MM04 na ~1 m od žaluzine

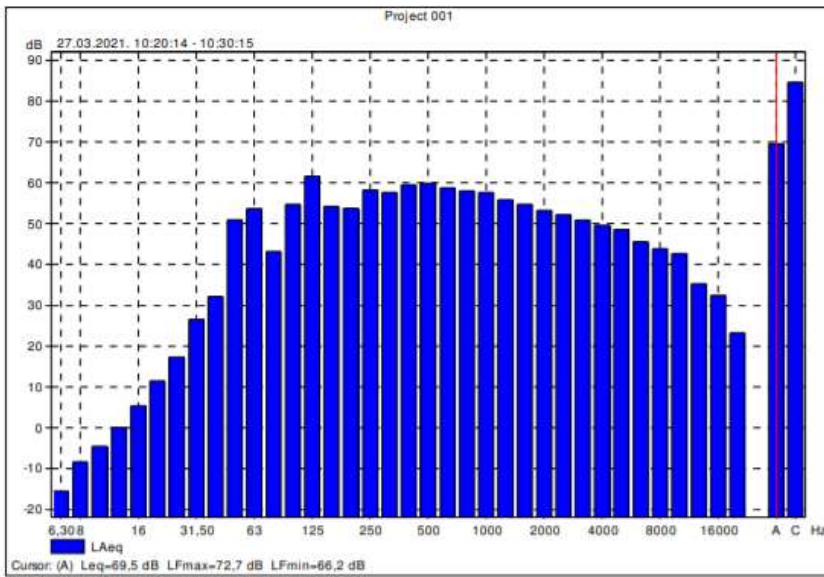
| SJEVERNA KLIMA JEDINICA | 1 PODEST GORNJI | 2 PODEST DONJI | 3 JUŽNA ŽALUZINA | 4 KROV | 5 KROV | 6 TERASA, na 20 m | 7 ZAPADA STRANA | 8 BILJET-ARNICA |
|-------------------------|-----------------|----------------|------------------|--------|--------|-------------------|-----------------|-----------------|
| LAeg,                   | 69,5            | 69,4           | 63,8             | 70,9   | 67,5   | 58,3              | 62,5            | 54,8            |
|                         | 69,3            | 68,1           | 62,4             | 69,5   | 68,5   | 55,3              | 61,6            | 55,0            |

Tablica 6. rezultati pojedinačnih 10 min mjerenja na MM02 na ~1 m od žaluzine

| JUŽNA KLIMA JEDINICA | 1 PODEST DONJI | 2 PODEST GORNJI | 3 JUŽNA ŽALUZINA | 4 KROV | 5 KROV |
|----------------------|----------------|-----------------|------------------|--------|--------|
| LAeg,                | 69,1           | 67,0            | 68,7             | 68,4   | 67,7   |
|                      | 67,6           | 65,2            | 66,9             | 66,8   | 66,9   |

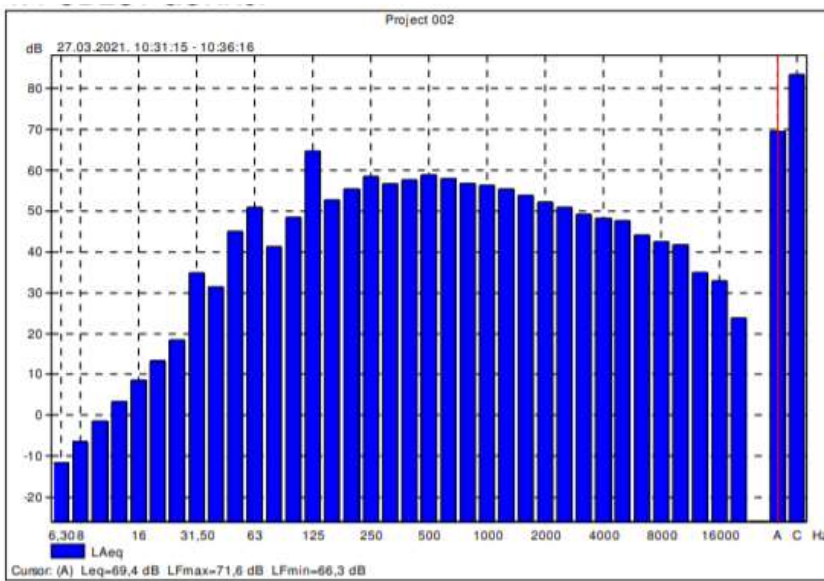
Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

Slika 28. utjecaj buke prema gornjem podestu



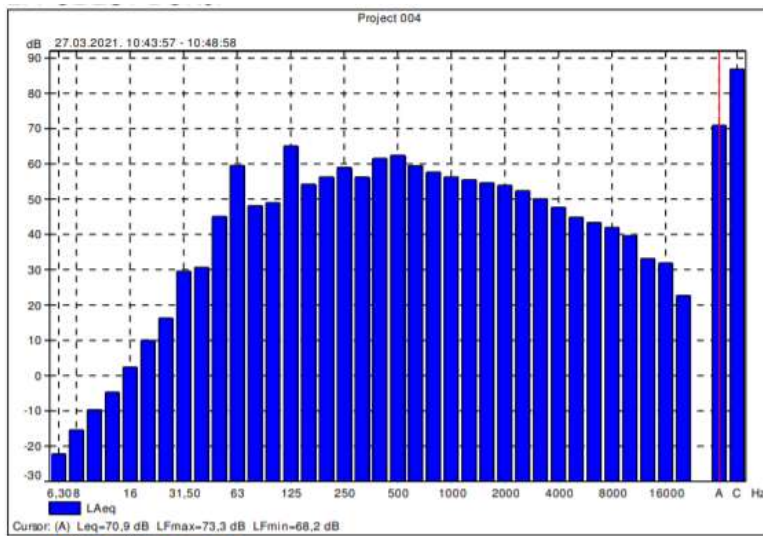
1. PODEST GORNJI

Slika 29. utjecaj buke prema donjem podestu



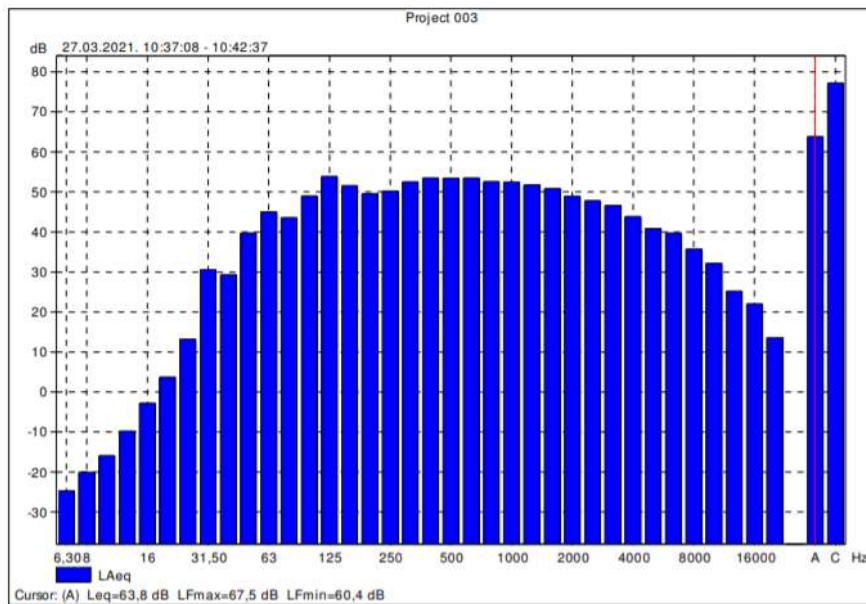
2. PODEST DONJI

Slika 30. utjecaj buke prema južnoj žaluzini



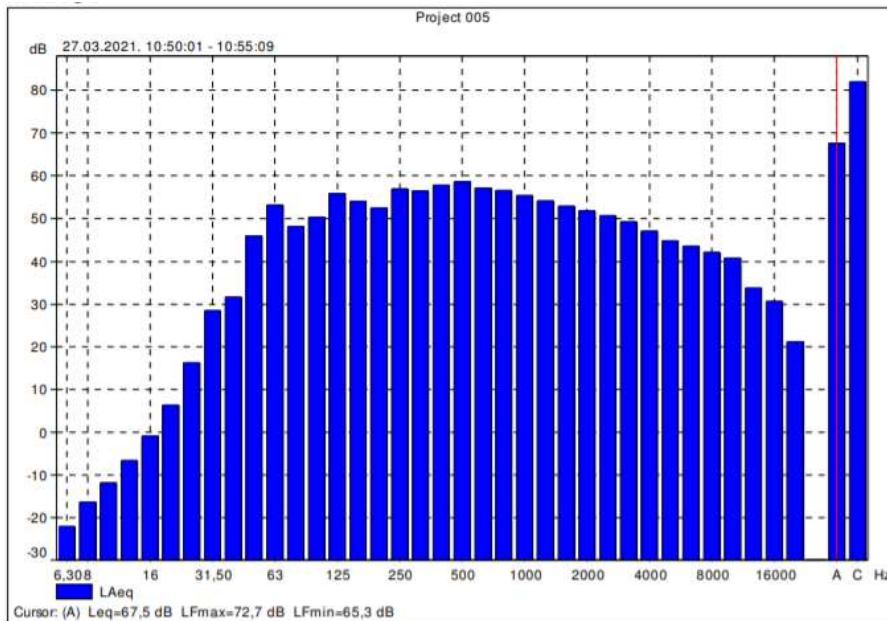
### 3. JUŽNA ŽALUZINA

Slika 31. utjecaj buke prema krovu



### 4. KROV

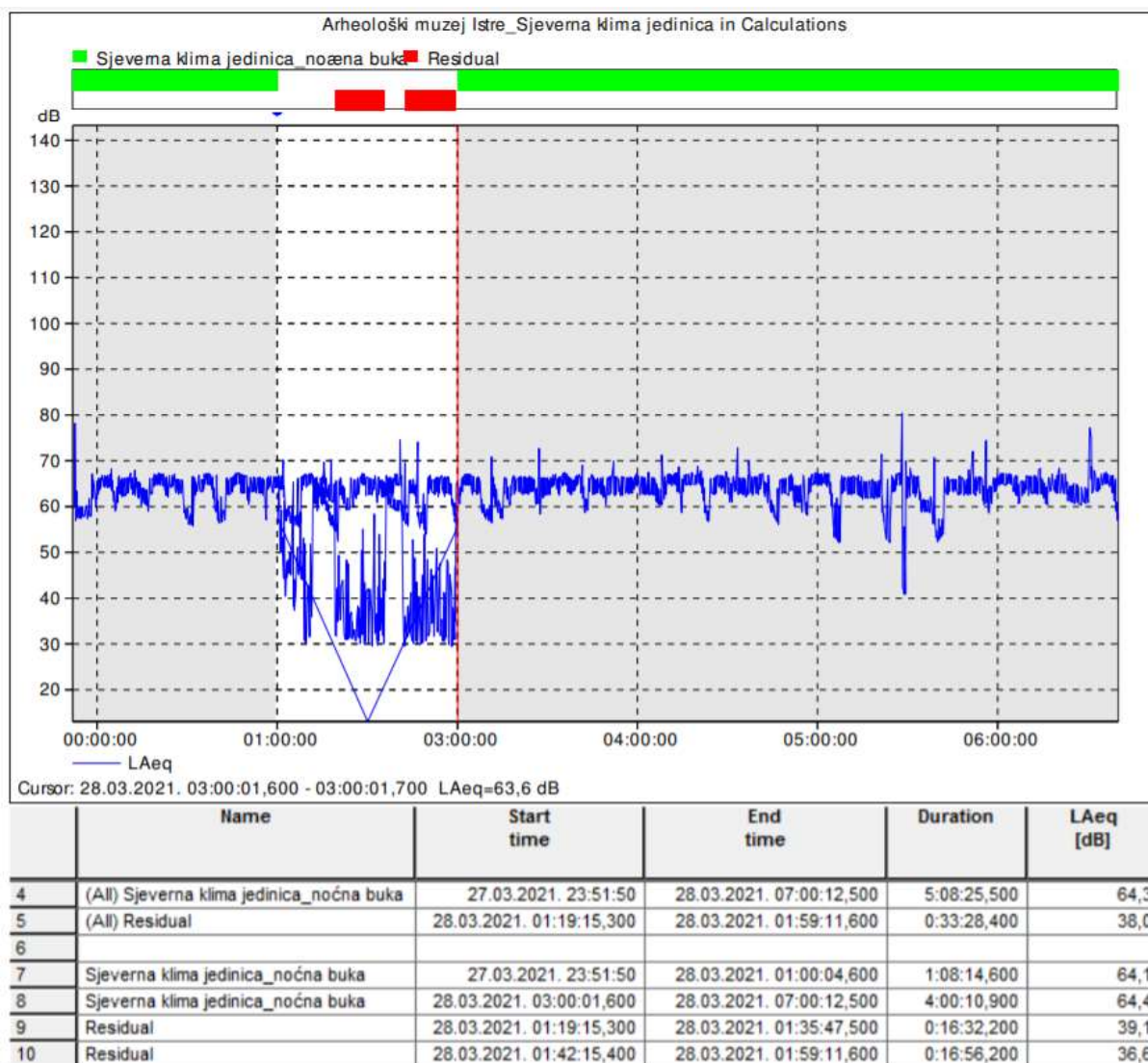
Slika 32. utjecaj buke prema krovu nekoliko minuta kasnije



## 5. KROV

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

Slika 33. Dijagram toka noćnog mjerenja MM 01



Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)



## 7.7. REZULTATI MJERENJA

Mjerenja buke predmetnih izvora provedena su pri uključenim/ isključenim izvorima navedenim u točki 6. ovog izvještaja. Rezultati mjerenja odnose se na radne uvjete izvora isključivo u trenutku provedbe mjerenja.

Tablica 7. rezultati mjerenja dnevne buke, vrijednosti

| MJERNO MJESTO |   | RAZINE BUKE I PRILAGOĐENJA U dB(A) |                  |              |       |                   |                 |
|---------------|---|------------------------------------|------------------|--------------|-------|-------------------|-----------------|
| RED. BR.      | OPIS MJERNOG MJESTA   | IZMJERENE <sup>3</sup>             |                  | PRILAGOĐENJA |       | OCJENSKE          | DOPUŠTENA       |
|               |   | $L_{\text{rezid}}$                 | $L_{\text{Aeq}}$ | $K_T$        | $K_I$ | $L_{\text{RAeq}}$ |                 |
| MM 01         | Sjeverna klima jedinica-1 metar ispred ograđenog prostora           | /                                  | 68,8             | 0            | 0     | 68,8              | /               |
| MM 02         | Južna klima jedinica-1 metar ispred ograđenog prostora              | /                                  | 68,2             | 0            | 0     | 68,2              | /               |
| MM 03         | Na granici parcele AMI-prema stambenom objektu Carrarina ulica br.8 | /                                  | 46,0             | 0            | 0     | 46,0              | 55              |
| MM 04         | U prostoru za prodaju karata (biljetarnica)-pored klima jedinica    | /                                  | 54,8             | 0            | 0     | 54,8              | 55 <sup>4</sup> |

Tablica 8. Rezultati mjerenja noćne buke, vrijednosti

| MJERNO MJESTO |   | RAZINE BUKE I PRILAGOĐENJA U dB(A) |                  |              |       |                   |           |
|---------------|---|------------------------------------|------------------|--------------|-------|-------------------|-----------|
| RED. BR.      | OPIS MJERNOG MJESTA   | IZMJERENE                          |                  | PRILAGOĐENJA |       | OCJENSKE          | DOPUŠTENA |
|               |   | $L_{\text{rezid}}$                 | $L_{\text{Aeq}}$ | $K_T$        | $K_I$ | $L_{\text{RAeq}}$ |           |
| MM 01         | Sjeverna klima jedinica-1 metar ispred ograđenog prostora           | /                                  | 64,3             | 0            | 0     | 64,3              | /         |
| MM 02         | Južna klima jedinica-1 metar ispred ograđenog prostora              | /                                  | 66,7             | 0            | 0     | 66,7              | /         |
| MM 03         | Na granici parcele AMI-prema stambenom objektu Carrarina ulica br.8 | /                                  | 43,1             | 0            | 0     | 43,1              | 45        |
| MM 04         | U prostoru za prodaju karata (biljetarnica)-pored klima jedinica    | /                                  | 55,0             | 0            | 0     | 55,0              | 55        |

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)



## 7.8. ZAKLJUČAK

U odnosu na akustičke zahtjeve analizom rezultata terenskih mjerenja buke za predmetni objekt zaključuje se da:

- 1) Rezultati mjerenja buke za dnevne i noćne uvjete ne prekoračuju postavljene kriterije.

## 8. MJERENJE SITUACIJE B

Lokacija - Vanjska klima jedinica, Obiteljska kuća na Kantridi Pionirska 58 B, 51 000 Rijeka

Uvod - u situaciji B potrebno je izmjeriti buku vanjske klima jedinice jedne privatne kuće koja se nalazi na Kantridi u Rijeci.

Lokacija situacije B

Slika 34. bočna strana privatne kuće (ulaz u kuću)



Izvor: obrada autora

Slika 35. bočna strana privatne kuće (ulaz u kuću)



Izvor: obrada autora

## 8.1. SVRHA MJERENJA

Provedeno je mjerenje i utvrđivanje utjecaja buke predmetne vanjske klima jedinice, na razinu buke:

- Ispred predmetnog uređaja na udaljenosti 1 m od izvora
- Ispred najbližih stambenih objekata, Pionirska 58 A, vl. Deni Dušić

Provedena su mjerenja razine buke za dnevne i noćne uvjete.

Mjerenja i ocjena buke provedena su na temelju zahtjeva naručitelja mjerenja.

## 8.2. AKUSTIČKI ZAHTJEVI

Jednoznačno navedeni akustički zahtjevi definirani su kao glavni kriterij za ocjenu buke prema: Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (N.N. br. 145/04.):

- Članku 6. postojeća razina rezidualne buke glavni je kriterij za ocjenu buke u zatvorenim ugroženim prostorijama.
- Članku 9. svi novi izvori buke u zgradi i izvan nje zajedno ne smiju povisiti postojeću razinu buke u boravišnim prostorijama. Mjere zaštite od buke u slučaju novih izvora buke prema stavku 1. ovoga članka, treba primijeniti na te nove izvore buke. Pravilniku o djelatnostima za koje je potrebno utvrditi provedbu mjera za zaštitu od buke (N.N. br. 91/07.):
- Članak 9. na otvorenom prostoru 0,5 m ispred otvorenih prozora ugroženih boravišnih prostorija.
- Članak 12. ako se djelatnost obavlja u zatvorenom prostoru/ prostoriji čiji prozori i/ ili ostakljene stijene imaju mogućnost otvaranja, buka se mjeri pri otvorenim prozorima i/ ili ostakljenim stijenama prostora emisije.

### 8.3. IZBOR VREMENSKOG INTERVALA MJERENJA

Vremenski interval mjerenja je odabran sukladno uvjetima točke 9, norme HRN ISO 1996-2, tako da su pokrivene sve značajne promjene u emisiji i širenju buke. Trajanje pojedinog mjernog intervala 10 min, odnosno do prestanka promjena mjerne vrijednosti (promjena/variranje, najviše  $\pm 0,1$  dB).

### 8.4. OSIGURANJE KVALITETE REZULTATA MJERENJA

Za osiguranje kvalitete rezultata mjerenja provedeno je interno umjeravanje sa zvučnim usmjerivačem neposredno prije i nakon provedbe mjerenja.

Tablica 9. povijest kalibracije internog umjeravanja zvukomjera tijekom predmetnog mjerenja

| Mjerni instrument       | Datum umjeravanja | Razina zvučnog tlaka dB(A) | Odstupanje od inicijalne razine dB(A) | Osjetljivost mV/Pa |
|-------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Prije provedbe mjerenja |                   |                            |                                       |                    |
| Brüel & Kjaer 2250      | 30-06-2021        | 93,9                       | 0,18                                  | 45,16              |
| Nakon provedbe mjerenja |                   |                            |                                       |                    |
| Brüel & Kjaer 2250      | 30-06-2021        | 93,9                       | 0,17                                  | 45,07              |

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

Način snimanja mjernih podataka:

Povezivanjem kabelom preko USB komunikacijskog porta vrši se prijenos izvornih podataka (akustičkih) na prijenosno računalo, a kasnije na PC koji ima instalirane odgovarajuće programske podrške za prijenos, analizu i obradu podataka.. Izmjena izvornih podataka nije moguća, a podaci se trajno pohranjuju na PC-u.

## 8.5. OPIS IZVORA BUKE

Slika 36. Položaj klima jedinice 1



Slika 37. MM 01 – 1 m od uređaja



Izvor: obrada autora



Izvor: obrada autora

Mjerenja su provedena tijekom uobičajenog rada izvora predmetnog objekta, pod uvjetom iz Pravilnika o djelatnostima za koje je potrebno utvrditi provedbu mjera za zaštitu od buke.

Mjerenja su provedena tijekom uobičajenog rada izvora predmetnog objekta, pod uvjetom iz Pravilnika o djelatnostima za koje je potrebno utvrditi provedbu mjera za zaštitu od buke.

Tijekom mjerenja specifične buke uključuju se u prostoru/prostoriji, gdje se obavlja djelatnost, svi strojevi i uređaji. Mjerenjem se moraju obuhvatiti svi radni ciklusi pri obavljanju djelatnosti. Strojevi i uređaji moraju raditi najvećom snagom u najnepovoljnijim radnim uvjetima za štćene prostore.

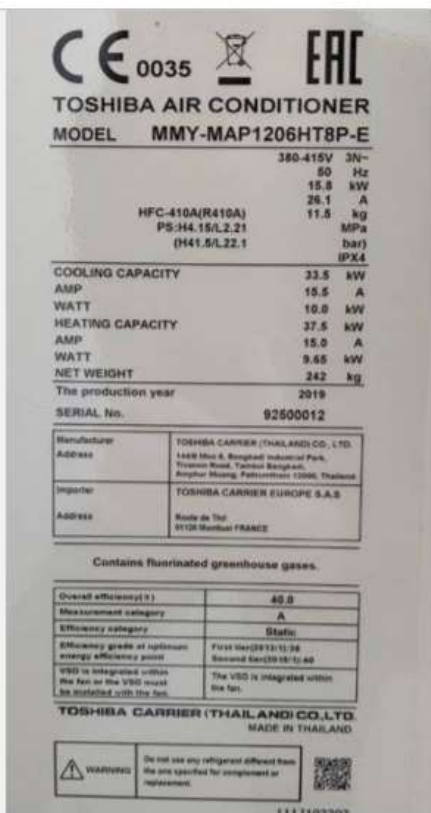
- Stalni izvor buke može biti konstantan, fluktuirajući ili polagano promjenjiv u nekom vremenskom intervalu kao npr. transformatori, ventilatori i rashladni uređaji.
- Povremen izvor buke je izvor koji se pojavljuje rijetko, diskontinuirano i pojedinačno kao npr. pri servisiranju opreme, ispuštanju pare i sl.



Tehnički podaci o izvorima buke dobiveni su od korisnika.

Tablica 9. popis izvora buke

| Izvori buke | Vrsta (tip) izvora buke        | Tehnički podaci izvora/                       |
|-------------|--------------------------------|---|
| 1.          | Toshiba air conditioner Kom. 1 | Model: MMY-MAP 1206HT8P-E<br>Tv.br.: 92500012 |



Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

## 8.6. OPIS MJESTA MJERENJA

Mjerna mjesta provedbe emisijskih mjerenja razina buke nisu definirana referentnim dokumentima.

Mjerna mjesta na vanjskom prostoru odabrana su s obzirom na situaciju i položaj ocjenjivanog objekta prema slijedećim kriterijima:

Tablica 10. definiranje mjernih mjesta

| Oznaka | Naziv/ Opis mjernog mjesta  |
|--------|---|
| MM 01  | 1 m, ispred izvora buke, Toshiba MMY-MAP 1206HT8P-E   |
| MM 03  | 0,5 m ispred prozora najbližeg susjednog stambenog prostora, udaljenog cca 8 m od izvora, vl. Deni Dušić, Pionirska 58 A, |

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

## 8.7. OPIS PROSTORA, OBJEKTA I OKOLINE

Predmetna klima jedinica nalazi se na istočnoj granici parcele, udaljena cca 8 m od najbližeg susjeda, Deni Dušić, Pionirska 58 A, Rijeka. Na predmetnoj lokaciji pretežno su stambene jedinice, obiteljske kuće.

## 8.8. REZULTATI MJERENJA

Izmjerene vrijednosti prikazane su u sljedećoj tablici. Mjerenja buke predmetnog izvora provedena su pri uključenim izvorima. Provjerom razina rezidualne buke utvrđeno je da ista nema utjecaja na rezultate mjerenja razine buke izvora.

Tablica 11. rezultati mjerenja buke

| MJERNO MJESTO |   | RAZINE BUKE I PRILAGOĐENJA U dB(A) |                         |                       |                       |                         |           |                 |
|---------------|---|------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------|-----------------|
| RED. BR.      | OPIS MJERNOG MJESTA   | IZMJERENE <sup>2</sup>             |                         | PRILAGOĐENJA          |                       | OCJENSKE                | DOPUŠTENA |                 |
|               |   | <i>L</i> <sub>rezid</sub>          | <i>L</i> <sub>Aeq</sub> | <i>K</i> <sub>T</sub> | <i>K</i> <sub>I</sub> | <i>L</i> <sub>Aeq</sub> | Zona 3    | Rezidualna buka |
| MM 01         | 1 m, Ispred izvora buke, Toshiba air conditioner  | /                                  | 64,4                    | /                     | /                     | 64,4 Dan                | /         | /               |
|               |   | /                                  | 63,6                    | /                     | /                     | 63,6 Noć                | /         | /               |
| MM 02         | 0,5 m ispred prozora najbližeg stambenog prostora, vl. Deni Dušić, vlasnik Pionirska 58 A | 42,9                               | 51,7                    | /                     | /                     | 51,7 Dan                | 55 Dan    | 43,9            |
|               |   | 33,4                               | 50,6                    | /                     | /                     | 50,6 Noć                | 45 Noć    | 34,4            |

Izvor: izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)

Legenda:

*L*<sub>Aeq</sub> – izmjerena ekvivalentna razina buke,

*K*<sub>T</sub> i *K*<sub>I</sub> – prilagođenja za tonalnost i impulsnost buke,

*T*- ocjensko vrijeme (suma svih intervala mjerenja),

*L*<sub>R</sub>*Aeq – ocjenska razina buke.*

Ekvivalentna razina buke *L*<sub>Aeq</sub> dB(A) jednaka je ocjenskoj ekvivalentnoj razini buke *L*<sub>R</sub>*Aeq dB(A) s obzirom da nema tonalnog, impulsnog ili nekog drugog prilagođenja.*

Meteorološki uvjeti mjerenja: *T*=26°C, *RH*=48% Proširena mjerna nesigurnost uz razinu povjerenja 95% (*k* = 2) iznosi  $\sigma = 2,2$  [dB] Najveći doprinos rezidualnoj buci ima buka prometa i buka tipična za stambenu zonu (obiteljske kuće). Upotreba drugih izvora buke osim navedenih u ovom izvještaju zahtjeva ponovno mjerenje.

## 8.9. ZAKLJUČAK

U odnosu na akustičke zahtjeve analizom rezultata terenskih mjerenja buke za:

- Vanjsku klima jedinicu, obiteljska kuća na Kantridi Pionirska 58 B, 51 000 Rijeka

Zaključuje se da:

Rezultati mjerenja buke za dnevne i noćne uvjete:

- 1) Zadovoljavaju prema kriteriju zona buke za dan, a ne zadovoljavaju za noć
- 2) Ne zadovoljavaju prema kriteriju rezidualne buke za dan i noć

## 9. PRAVILA PRI IZVOĐENJU MJERENJA ZRAČNE ZVUČNE IZOLACIJE

Mjerni izvor zvuka smjestiti na najmanje dva položaja tako da daje što je moguće difuznije zvučno polje i na takvoj udaljenosti od razdjelnog i bočnih elemenata, koji utječu na prijenos zvuka, da direktno zračenje na njima nije dominantno.

Prostorna srednja vrijednost razine zvuka određuje se mjerenjem na pet fiksnih položaja mikrofona po kriteriju minimalnih razmaka, uz preporuku da gdje god je moguće treba se koristiti većim razmacima:

- 0,7 m između mjesta mikrofona.
- 0,5 m između bilo kojih mjesta mikrofona i graničnih ploha prostorije ili difuzora.
- 1 m između bilo kojeg mjesta mikrofona i izvora zvuka.

Mjerna mjesta moraju biti jednoliko raspoređena unutar dopuštenog prostora u prostoriji, vrijeme usrednjavanja po mjernom mjestu mora biti najmanje 6 sekundi.

Mjerenje je moguće obavljati i ručnim kretanjem mikrofona (na dva mjerna mjesta) duž kružnice polumjera najmanje 0,7 m.

## 10. POSTUPAK MJERENJA BUKE

Slika 39. slikovni prikaz postupka mjerenja buke



Izvor: obrada autora

## 11. OPREMA ZA MJERENJE

Osnovni mjerni instrument koji se koristio je prijenosni modularni programibilni analizator zvuka tip 2250 proizvođača Brüel & Kjaer sa pripadajućim baznim softverima, slika 5. Taj softver omogućava mjerenje, pohranjivanje, te analizu podataka. Za prijenos podataka i analizu izmjerenih razina korišten je programski paket BZ5503- Utility software for Hand-held Analysers. Svi rezultati pohranjuju se na memorijsku karticu instrumenta a kasnije se prebacuju na računalo i dalje obrađuju (frekvencijska analiza) odgovarajućim programskim paketom Qualifier type 7830 i/ili Pulse Reflex (Architecttural Acoustic).

Proizvođač mjerne opreme Brüel & Kjaer:

- Modularni prijenosni zvukomjer tip 2250, ([tv.br.](#) 3000624)
  - Zvučni usmjerivač tip 4231, ([tv.br.](#) 3001747)
  - Mjerni mikrofonski uložak tip 4189, ([tv.br.](#) 2785346)
- Normirani izvor udarnog zvuka tip 3207, ([tv.br.](#) 2718505)
- Izvor zračnog zvuka (dodekaedarski zvučnik) tip 4292-L, ([tv.br.](#) 015011)
- Pojačalo snage zvučnog signala tip 2734, ([tv.br.](#) 021002)
- Sustav za daljinsko bežično upravljanje tip WMS 450, AKG
- Mjerilo temperature i vlage zraka, TESTO tip 635, ([tv.br.](#) 00632794)
- Prijenosno računalo s programskim paketima za prijenos i obradu podataka

**1. ZVUKOMJER** - uređaj za mjerenje buke, odnosno zvučnog intenziteta. Konstruiran je tako da prima zvuk slično kao ljudsko uho, te nakon mjerenja daje rezultate. Osnovni dijelovi zvukomjera su mikrofonski, mjerno pojačalo, filtri za frekvencijsko vrednovanje i indikator.

Zvukomjer Brüel & Kjaer 2250

Slika 40. zvukomjer Brüel & Kjaer 2250



Izvor: obrada autora



**2. TOPTALICA** - uređaj koji proizvodi udarni zvuk, slika 13. Uređaj je robustan ali prijenosan, te ima daljinski upravljač. Izvor udarnog zvuka sastoji se od pet metalnih čekića mase 0,5 kg koji slobodnim padom s visine 4 cm proizvode točno 10 udaraca u jednoj sekundi.

Slika 41. toptalica



Izvor: obrada autora

### 3. IZVOR ZRAČNOG ZVUKA / ZVUČNIK

Koristi se u kombinaciji sa zvukomjerom. On se sastoji od 12 zvučnika koji su postavljeni na kućištu, te tako pravilno odašilje zvuk u svim smjerovima.

Slika 42. Uređaj za generiranje izvora zvuka (šuma)



Izvor: obrada autora

Slika 43. glava uređaja za generiranje izvora zvuka



Izvor: obrada autora

## 12. NAČIN MJERENJA ZVUKA

Mjerenje zvučne izolacije podrazumijeva mjerenja zračne i strukturne komponente zvuka:

- 1) mjerenje izolacije od zračnog zvuka
- 2) mjerenje izolacije od udarnog zvuka

Prvi način vrši se tako da se izvor zvuka postavlja u predajnu prostoriju, generira se šum na pojačalu te se zvukomjerom mjeri razina buke u tom prostoru. Nakon toga, izvor zvuka ostaje u istoj prostoriji (predanoj), no zvuk se mjeri u drugoj (prijemnoj) prostoriji. Kada su izvršena oba mjerenja, mjeri se još vrijeme odjeka u prijemnoj prostoriji kao i razina pozadinske buke te geometrija navedenih prostorija i ispitne pregrade. Što je veća razlika razina to je bolja izolacija. Naravno, razina u prijemnoj prostoriji je puno manja od predajne.

Drugi način mjerenja izolacije vrši se pomoću toptalice. Ona se postavlja u predajnu prostoriju, te se ovoga puta zvuk mjeri samo u prijemnoj sobi. Rezultat mjerenja pokazuje nam kolika je zvučna izolacija npr. međukatne konstrukcije (pod ili strop) prostorije.

### 13. ZAKLJUČAK

Kada se pitamo što je to buka, odmah nam na pamet pada nešto štetno, da ona ne može nikako biti dobra za nas i naše zdravlje. Loše utječe na naše uho, zdravstveno te psihološko stanje.

Kao živa bića na ovom svijetu koja se konstantno kreću, svugdje smo izloženi buci, kod kuće, na poslu, u prirodi a da nismo ni toga svjesni. Kada shvatimo da je veća razina buke blizu nas, da je čujemo te da nam smeta, jako je bitno da se zaštitimo od buke jer je to upravo i moguće sa raznom zaštitnom opremom te također i sa tehničkim i organizacijskim vještinama.

Kako tehnologija raste, buka je sve više i više prisutna i sve veći nam je neprijatelj, bilo to doma ili na poslu, moramo je smanjiti ili ukloniti raznim rješenjima. Iz ovog rada možemo vidjeti na pravim primjerima u realnome sektoru kako je moguće smanjiti buku te doći do rješenja. Uz pomoć raznih alata možemo testirati i vidjeti kakva je situacija te isto tako i reagirati i pokušati ukloniti problem. Postoji dosta institucija koje se bave testiranjem buke, rješavanjem zvučnom izolacijom i slično te takvo efektivno rješenje buke naravno nije jeftino ali za naše uši i općenito zdravlje, cijena ne bi trebala igrati ulogu.

## 14. POPIS LITERATURE

- Svi izvještaji ZZJZ-a (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša)
- NASTAVNI ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO ISTARKE ŽUPANIJE - ISTITUTO FORMATIVO DI SANITÀ PUBBLICA DELLA REGIONE ISTRIANA Služba za zdravstvenu ekologiju (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša) Laboratorij za akustička mjerenja.

## 15. PRAVILNICI I ZAKONI RH

- Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14 i 154/14).
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09)
- Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša te strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (NN 14/02, 131/02 , 126/03)
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri uporabi radne opreme (NN 21/08)
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)
- Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu ( NN 46/08)

## 16. POPIS SLIKA:

|  |    |
|--|----|
| Slika 1 Arheološki muzej u kojem je izvršeno mjerenje.....                     | 2  |
| Slika 2 prednja strana Arheološkog muzeja Istre.....                           | 3  |
| Slika 3 aerofotogrametrijska satelitska slika Arheološkog muzeja Istre.....    | 4  |
| Slika 4 aerofotogrametrijska slika karte Arheološkog muzeja Istre.....         | 5  |
| Slike 5 i 6 dolazak na lokaciju i oprema ispred ulaza te unutra u hodniku..... | 6  |
| Slike 7 i 8 ispitivanje buke rekuperatora u potkrovlju.....                    | 7  |
| Slika 9 i 10 mjerenje buke i tlocrt prostorija u potkrovlju .....              | 10 |
| Slika 11 opis ispitane konstrukcije.....                                       | 16 |
| Slika 12 opis ispitane konstrukcije.....                                       | 18 |
| Slika 13 opis ispitane konstrukcije.....                                       | 19 |
| Slika 14 tlocrti pedagoške dvorane, izložbenog prostora.....                   | 20 |
| Slika 15 tlocrti pedagoške dvorane, izložbenog prostora.....                   | 20 |
| Slika 16 tlocrt uredskih prostorija .....                                      | 21 |
| Slika 17 zapis mjera.....  | 22 |
| Slika 18 laserski daljinomjer .....  | 22 |
| Slika 19 ubacivanje dobivenih mjera u zvukomjer.....                           | 23 |
| Slika 20 proces spajanja opreme.....   | 24 |
| Slika 21 proces ispitivanja buke u uredskim prostorijama.....                  | 26 |
| Slika 22 položajni prikaz mjernih sustava.....                                 | 27 |
| Slika 23 položajni prikaz mjernih sustava.....                                 | 27 |
| Slika 24 položajni prikaz mjernih sustava.....                                 | 28 |
| Slika 25 položajni prikaz mjernih sustava.....                                 | 28 |
| Slika 26 opis izvora buke .....  | 29 |
| Slika 27 tipične natpisane pločice predmetnih izvora buke .....                | 30 |
| Slika 28 utjecaj buke prema gornjem podestu .....                              | 33 |
| Slika 29 utjecaj buke prema donjem podestu.....                                | 33 |
| Slika 30 utjecaj buke prema južnoj žaluzini.....                               | 34 |
| Slika 31 utjecaj buke prema krovu .....  | 34 |

|   |    |
|---|----|
| Slika 32 utjecaj buke prema krovu nekoliko minuta kasnije ..... | 35 |
| Slika 33 Dijagram toka noćnog mjerenja MM 01 .....              | 36 |
| Slika 34 bočna strana privatne kuće (ulaz u kuću).....          | 40 |
| Slika 35 bočna strana privatne kuće (ulaz u kuću).....          | 41 |
| Slika 36 položaj klima jedinice 1.....                          | 44 |
| Slika 37 MM 01 – 1 m od uređaja.....                            | 44 |
| Slika 38 MM 02 – ispred najbližeg susjeda.....                  | 45 |
| Slika 39 položaj klima jedinice 2.....                          | 45 |
| Slika 40 slikovni prikaz postupka mjerenja buke.....            | 50 |
| Slika 41 zvukomjer Brüel & Kjaer 2250.....                      | 52 |
| Slika 42 toptalica.....   | 53 |
| Slika 43 uređaj za generiranje izvora zvuka (šuma).....         | 54 |
| Slika 44 glava uređaja za generiranje izvora zvuka.....         | 55 |

## 17. POPIS TABLICA:

|  |    |
|--|----|
| Tablica 1 povijest kalibracije internog usmjeravanja zvukomjera tijekom predmetnog mjerenja..... | 9  |
| Tablica 2 (HRN U. J 6.201) .....   | 13 |
| Tablica 3 definiranje mjernih mjesta.....  | 31 |
| Tablica 4 meteorološki parametri tijekom mjerenja buke.....                                      | 31 |
| Tablica 5 rezultati pojedinačnih 10 min mjerenja na MM01, MM04 na ~1 m od žaluzine.....          | 32 |
| Tablica 6 rezultati pojedinačnih 10 min mjerenja na MM02 na ~1 m od žaluzine.....                | 32 |
| Tablica 7 rezultati mjerenja dnevne buke, vrijednosti .....                                      | 38 |
| Tablica 8 Rezultati mjerenja noćne buke, vrijednosti.....  | 38 |
| <b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b> Tablica 10 popis izvora buke.....               | 46 |
| Tablica 11 definiranje mjernih mjesta.....   | 46 |
| Tablica 12 rezultati mjerenja buke.....  | 47 |