

Mjerenje i ispitivanje buke

Kostešić, Toni

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:137:448665>

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

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



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Tehnički fakultet u Puli



TONI KOSTEŠIĆ

MJERENJE I ISPITIVANJE BUKE

Završni rad

Pula, 2022.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Tehnički fakultet u Puli



TONI KOSTEŠIĆ

MJERENJE I ISPITIVANJE BUKE

Završni rad

JMBAG: 0303090616, redovni student

Studijski smjer: Proizvodno strojarstvo

Predmet: Zaštita na radu

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Strojarstvo

Znanstvena grana: Proizvodno strojarstvo

Mentor: Aleksandar Kršulja

Pula, 2022.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojem mentoru Aleksandru Kršulji dipl. ing. stroj. na brojnim savjetima, kritikama, podršci te strpljenju. Osim toga zahvaljujem se voditelju studija dr. sc. Marku Kršulji na vrlo pristupačnom odnosu tijekom studija. Također, zahvaljujem se svojoj obitelji i bliskim prijateljima na pruženoj podršci tijekom cijelog studija.

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

Pristupniku

Toni Kostešić

MBS: 0303090616

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

MJERENJE I ISPITIVANJE BUKE

Sadržaj zadatka: Ispitivanje i mjerenje buke proizvodnog pogona. Izračun razine dnevne izloženosti radnika buci te utjecaj buke na radnike tijekom radnog vremena. Odrediti mjere zaštite od nepovoljnih utjecaja buke na mjestima rada, mjere poboljšanja uvjeta rada za radnike.

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

Redovni, proizvodno strojarstvo

Datum:

Potpis nastavnika _____

Potpis nastavnika _____



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Toni Kostešić, kandidat za prvostupnika proizvodnog strojarstva ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat iskučivo mojega vlastitoga 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 nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranoga rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije korišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

Toni Kostešić

U Puli, svibanj 2022. godine



IZJAVA O KORIŠTENJU AUTORSKOG DJELA

Ja, Toni Kostešić, dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom „Mjerenje i ispitivanje buke“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu sa 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, svibanj 2022. godine

Potpis

Toni Kostešić

SAŽETAK

U industrijskom pogonu koji broji dvije prostorije sa strojevima – stolarsku i tokarsku radionicu, urede te skladište i nabavu provedeno je mjerenje buke pomoću instrumenta TESTO 815. Dobiveni rezultati mjerenja i ispitivanja buke analizirani su i obrađeni sa propisanim vrijednostima navedenim u zakonima i pravilnicima. Vrijednosti koje se moraju poštivati propisane su Zakonom o zaštiti na radu , Pravilnikom o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu te Zakonom o zaštiti od buke. Osim navedenoga, usmjerenost je na smanjenje štetnog utjecaja buke na radnike kao i na važnost korištenja adekvatne zaštitne opreme u njihovom radu pri izloženosti bukom. Stolarska radionica zahtijeva upotrebu zaštitne opreme kako bi se smanjila štetnost buke, dok su ostale prostorije u skladu sa propisanim zakonima i pravilnicima.

Ključne riječi: buka, mjerenje i ispitivanje buke, zaštitna oprema, smanjenje buke, zaštita na radu

ABSTRACT

Noise measurement and testing were conducted with TESTO 815 sound level measuring instrument in an industrial facility consisting of two machine rooms - a lathe workshop and a carpentry workshop, offices, a warehouse and a supply room. The obtained results were analysed and compared to the required values regulated by laws and regulations - the Law on Health and Safety at Work, the Law on Noise Protection, and the Regulation on Safety Measures and Protection of Workers from Noise Exposure. This paper also focuses on reducing the adverse effects of noise and the importance of using adequate protective equipment during exposure to noise at work. The results show that the workers are required to use the noise-cancelling protective equipment inside the carpentry workshop, while the other rooms of the industrial facility abide by the required laws and regulations.

Keywords: noise, noise measuring and testing, protective equipment, noise reduction, health and safety at work

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Hipoteza | 1 |
| 1.2. Predmet istraživanja | 1 |
| 1.3. Problem istraživanja | 1 |
| 1.4. Ciljevi istraživanja | 2 |
| 1.5. Metode znanstvenog istraživanja | 2 |
| 1.6. Struktura rada | 2 |
| 2. ZAŠTITA NA RADU..... | 4 |
| 2.1. Osnovna pravila zaštite na radu | 4 |
| 2.2. Priznata pravila zaštite na radu | 6 |
| 3. BUKA | 7 |
| 3.1. Općenito o buci | 7 |
| 3.2. Građa organa sluha i prijenos buke | 8 |
| 3.3. Utjecaj buke na čovjeka | 9 |
| 3.4. Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu | 11 |
| 3.4.1. Obveze poslodavca..... | 12 |
| 3.5. Mjere zaštite od buke..... | 14 |
| 3.6. Osnovna zaštitna oprema za zaštitu od buke | 15 |
| 3.7. Zaštita od buke u industriji | 20 |
| 4. PRIMJER MJERENJA BUKE U INDUSTRIJI..... | 23 |
| 4.1. Mjerni instrument | 23 |
| 4.2. Mjerenje buke – stolarska radionica | 24 |
| 4.3. Mjerenje buke – tokarska radionica | 29 |
| 4.4. Mjerenje buke – uredi | 31 |
| 4.5. Mjerenje buke – skladište i nabava | 32 |
| 4.6. Prijedlog poboljšanja za smanjenje buke..... | 33 |
| 5. ZAKLJUČAK | 35 |
| 6. POPIS LITERATURE..... | 36 |
| 7. POPIS SLIKA | 38 |
| 8. POPIS TABLICA..... | 39 |

1. UVOD

Tema ovog završnog rada je Mjerenje i ispitivanje buke, odnosno proučavanje dobivenih podataka mjerenja buke u odabranom industrijskom pogonu, odnosno njegovih prostorija, ureda te skladišta i nabave sa strojevima, u smislu analiziranja pravilnog postupanja i poštivanja donesenih Zakona i regulativa vezanih uz zaštitu na radu.

1.1. Hipoteza

Hipoteza ovog Završnog rada temelji se na činjenici da odabrani industrijski pogon, gdje se analizira buka, zadovoljava uvjete Zakona o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18) te da prati načela Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04).

1.2. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja ovog Završnog rada je ispitivanje negativnog utjecaja buke na zdravlje zaposlenika u odabranom industrijskom pogonu, odnosno predložiti adekvatne mjere poboljšanja cjelokupnih radnih uvjeta zaposlenika.

1.3. Problem istraživanja

Problem istraživanja je štetni utjecaj buke na zdravlje zaposlenika u analiziranom industrijskom pogonu. Potrebno je utvrditi poštuje li odabrani pogon -njegove prostorije, urede te skladište i nabave sa strojevima - propisane zakone i pravilnike, posebice one prethodno istaknute u hipotezi ovog rada. Na temelju analize će se jednostavno moći zaključiti utječe li buka u industrijskom pogonu na zdravlje zaposlenika, ima li negativnih utjecaja na sluh, te poštuju li se svi radni uvjeti.

1.4. Ciljevi istraživanja

Ciljevi rada su analizirati i detaljno proučiti Zakone i Pravilnike vezane uz pojam zaštite na radu, potom teorijski odraditi dio vezan uz zaštitu na radu i zakonsku regulativu vezanu uz istu. Zatim je potrebno teorijski obraditi pojam buke koja je osnovni dio Završnog rada, a nakon toga nužno je pomoću podataka dobivenih iz analiziranog pogona ispitati radni okoliš, ukazati na važnost usklađenosti dobivenih rezultata s potrebnim pravilnicima i normama, istaknuti važnost korištenja adekvatne zaštitne opreme i ostalih pomagala na radu, ukazati na opasnost gubitka odnosno oslabljenja sluha radnike, te prvenstveno upozoriti na važnost primjene pravilne zaštite na radu. U ovom radu, u kojem je glavni element proučavanja buka, potrebno je skrenuti pozornost na korištenje adekvatne zaštitne opreme koja će spriječiti ili barem u značajnijoj mjeri smanjiti negativne učinke buke prilikom velike izloženosti zaposlenika istoj.

1.5. Metode znanstvenog istraživanja

Prilikom izrade ovog Završnog rada korištene su sljedeće metode znanstvenog istraživanja:

- Metoda mjerenja buke,
- Metoda promatranja,
- Metoda analize
- Metoda sinteze (spajanja određenih dijelova u cjelinu),
- Metoda deskripcije (opisivanje i objašnjavanje procesa).

1.6. Struktura rada

Rad se sastoji od pet poglavlja. U prvom poglavlju definirana je hipoteza, predmet istraživanja, problem istraživanja, ciljevi istraživanja te metode znanstvenog istraživanja. Kao posljednji dio, prikazana je struktura rada. U drugom poglavlju

definirana je zaštita na radu te su prikazana osnovna pravila zaštite na radu i priznata pravila zaštite na radu. U trećem poglavlju detaljno je objašnjena buka, zatim je prikazana građa organa sluha i prijenos buke, obrađen je utjecaj buke na čovjeka i Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu te obveze poslodavca, mjere zaštite od buke te je navedena osnovna zaštitna oprema za zaštitu od buke. U četvrtom poglavlju objašnjen je mjerni instrument Testo 815 te je njime provedeno mjerenje buke u industrijskom pogonu odnosno na pet strojeva koji su smješteni u dvije prostorije, uredima te skladištu i nabavi. Mjerenje buke provelo se u stolarskoj radionici, tokarskoj radionici, uredima te u skladištu i nabavi. Sukladno istraživanju prikazani su rezultati mjerenja buke te mjere zaštite koje je potrebno provesti. U petom poglavlju iznesen je zaključak rada odnosno

2. ZAŠTITA NA RADU

Zaštita na radu je skup tehničkih, zdravstvenih, pravnih, pedagoških i drugih djelatnosti pomoću kojih se otkrivaju i otklanjanju opasnosti koje ugrožavaju život i zdravlje osoba na radu odnosno na njihovom radnom mjestu. Također, utvrđuju se mjere, postupci i pravila kojima se smanjuju ili u potpunosti uklanjaju te opasnosti. Svrha zaštite na radu je stvoriti sigurne uvjete rada kako bi se spriječile ozljede na radu, profesionalne bolesti ili nezgode na radu. Cilj zaštite na radu je osigurati radnicima uvjete za siguran rad, odnosno ukloniti sve moguće opasnosti za njihovo zdravlje i život. Temeljni dokument kojim se određuju pravila zaštite na radu te prava radnika, obveze i odgovornosti ovlaštenika, poslodavca i radnika u proizvodnji su *Zakon o zaštiti na radu* (NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18) i *Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu* (NN br. 46/08) te *Zakon o zaštiti od buke* (NN br. 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)

2.1. Osnovna pravila zaštite na radu

Prema članku 12. Zakona o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18) navedena su osnovna pravila zaštite na radu. Ona sadrže zahtjeve koji moraju udovoljavati sredstvo rada kada je u uporabi, a posebno:

1. Zaštitu od mehaničkih opasnosti,
2. Zaštitu od udara električne struje,
3. Sprječavanje nastanka požara i eksplozije,
4. Osiguranje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,
5. Osiguranje potrebne radne površine i radnog prostora,
6. Osiguranje potrebnih puteva za prolaz, prijevoz i evakuaciju radnika i drugih osoba,
7. Osiguranje čistoće,

8. Osiguranje propisane temperature i vlažnosti zraka i ograničenje brzine strujanja zraka,
9. Osiguranje propisane rasvjete,
10. Zaštitu od buke i vibracija,
11. Zaštitu od štetnih atmosferskih i klimatskih utjecaja,
12. Zaštitu od fizikalnih, kemijskim, bioloških štetnih djelovanja,
13. Zaštitu od prekomjernih napona,
14. Zaštitu od elektromagnetskog i ostalog zračenja,
15. Osiguranje prostorija i uređaja za osobnu higijenu.

Također, prema tom članku osnovna pravila zaštite na radu imaju prednost u primjeni u odnosu na posebna pravila zaštite na radu koja su navedena u članku 13. ako se rizici za sigurnost i zdravlje radnika ne mogu ukloniti.

Prema članku 13. Zakona o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18) ukoliko se opasnosti za sigurnost i zdravlje radnika ne mogu ukloniti pomoću osnovnih pravila zaštite na radu tada se primjenjuju i posebna pravila zaštite na radu koja se usredotočuju na radnike, načine kojim se obavlja posao i radni postupak. Posebna pravila također sadrže zahtjeve koji se odnose na spol i dob osobe, završeno stručno obrazovanje te druge oblike osposobljavanja i napredovanja u radu. Nadalje, sadrže zahtjeve za zdravstveno i tjelesno stanje, te psihičke i psihofiziološke sposobnosti koje radnici trebaju zadovoljavati prilikom obavljanja posla s posebnim uvjetima rada. Posebna pravila zaštite na radu sadrže prava i obveze koji se odnose na:

1. Organizaciju radnog vremena,
2. Korištenje te način korištenja odgovarajuće zaštitne opreme,
3. Postavljanje sigurnosnih znakova za davanje informacija,
4. Posebne postupke za korištenje i izloženost fizikalnim i biološkim štetnostima te opasnim kemikalijama,

5. Upute o načinu obavljanju posla i radnim postupcima te vremenskom razdoblju obavljanja posla,
6. Postupke s oboljelim ili ozlijeđenim radnikom do pružanja hitne medicinske pomoći.

2.2. Priznata pravila zaštite na radu

U Republici Hrvatskoj prema članku 14. Zakona o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18) ukoliko u pravnom poretku nisu na snazi pravna pravila zaštite na radu tada je poslodavac dužan primjenjivati priznata pravila zaštite na radu kako bi osigurao zaštitu i sigurnost zdravlja radnika. U priznata pravila zaštite na radu ubrajaju se norme, pravila struke ili praktično provjereni načini rada pomoću kojih se smanjuju ili otklanjanju rizici na radu, te se sprječava nastanak ozljeda, profesionalnih bolesti i ostalih posljedica koje su štetne za radnike.

3. BUKA

3.1. Općenito o buci

Buka je svaki nepoželjan zvuk, nekada neugodan ili bolan na određenim frekvencijama, koji dolazi do ljudskog uha. Utjecaj buke na ljudski organizam ovisi o jakosti, kakvoći, trajanju, kontinuiranosti ili isprekidanosti. Može djelovati ometajuće i stvarati nelagodu, a u nekim slučajevima može rezultirati fizičkim povredama. (Brozović, 2000.)

Osnovna karakteristika buke, odnosno zvuka, je frekvencija. Ljudsko uho čuje frekvencije između 16 Hz i 20 000 Hz. Za mjerenje buke, odnosno intenziteta zvuka, koriste se decibeli (dB). Osim logaritamske decibelne ljestvice (dB), buke se može izraziti i u ljestvici dB(A) kojom se izražava relativna glasnoća buke u odnosu na ljudsko uho. Temeljem više uzastopnih istraživanja određena je dopuštena gornja granica buke koja iznosi 75 dB, dok kućna buka ne bi smjela iznositi više od 45 dB.

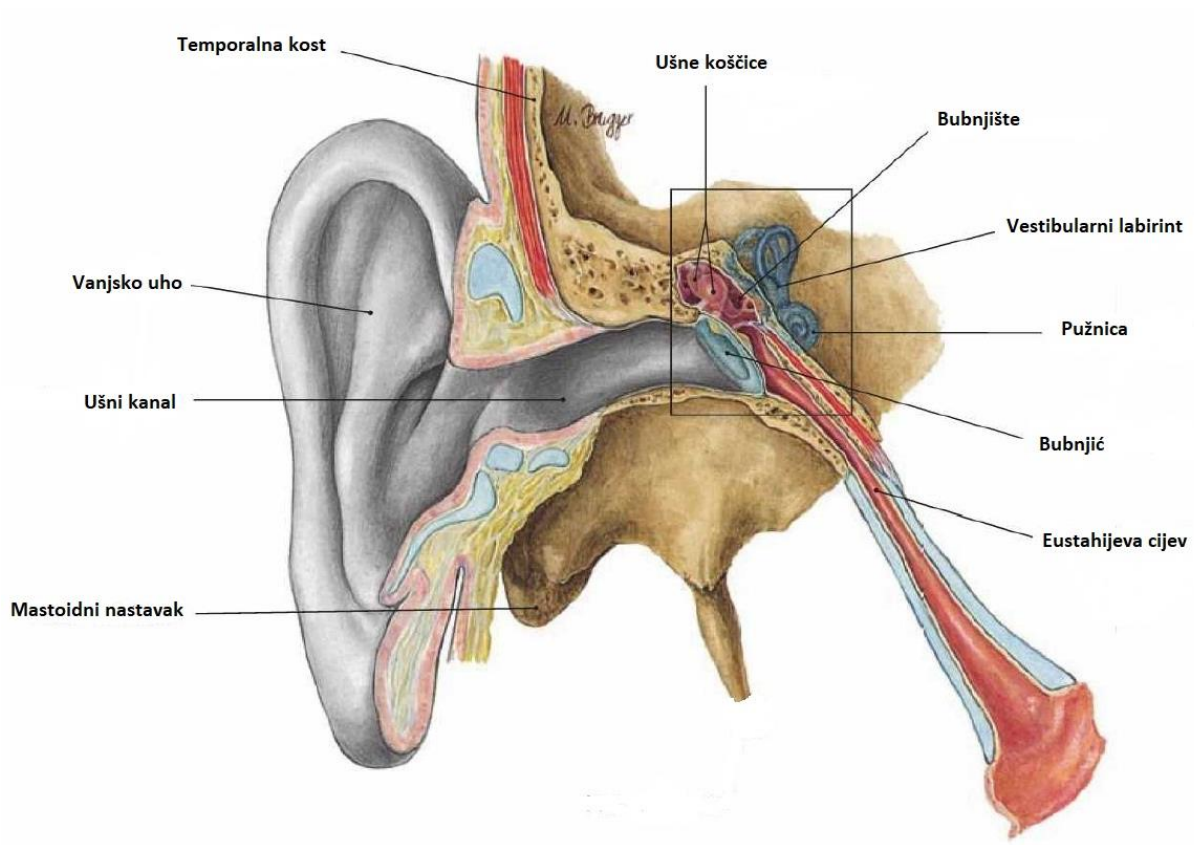
Buka u ljudskom okolišu se dijeli prema podrijetlu (industrijska buka i buka okoliša), te na izravnu i neizravnu buku. Industrijska buka nastaje tijekom radnog procesa u industriji, dok sve ostale izvore buke u ljudskom okolišu nazivamo bukom okoliša. Izravna buka određena je intenzitetom i udaljenošću samog izvora buke, a neizravna je proizvedena refleksijom zvučnih valova od ravnih površina.

Nadalje, buka može biti trajna, isprekidana i impulsna. Kod trajne buke razina zvučnog vala i frekvencija su konstantni u vremenu te razina buke ne varira više od 5 dB unutar mjerenja u određenom vremenu – primjerice ventilator, električne centrale, predionice i ostalo. Karakteristike isprekidane buke su promjene razine zvučnog vala i frekvencije – traje duže od jedne sekunde s prekidima dužim od sekunde te se ponavlja u vremenu, na primjer zubarska bušilica. Impulsna buka naziva se još i udarnom bukom te se definira kao zvuk kraćeg trajanja, ali relativno visokog zvučnog vala i frekvencije. Za takvu buku karakteristične su promjene veće od 40 dB unutar 0,5 sekundi kao što su kod pucnja iz pištolja ili eksplozije bombi. (Trbojević, 2011.)

3.2. Građa organa sluha i prijenos buke

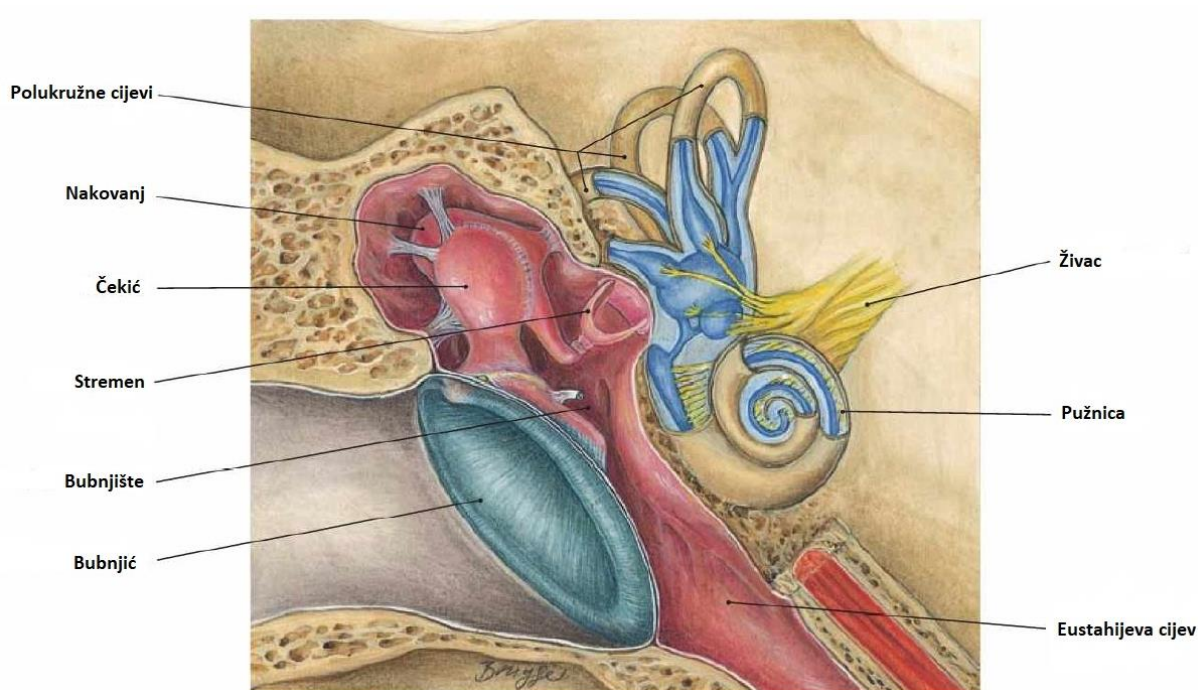
Uho se sastoji od tri osnovna dijela – vanjskog, srednjeg i unutarnjeg uha. Vanjsko uho tvore ušna školjka i cjevovod čija je glavna zadaća primanje i prijenos zvuka preko ušnog kanala do bubnjića. Bubnjić je glavni dio srednjeg uha na koji se nastavljaju tri najmanje koščice u ljudskom tijelu: čekić, nakovanj i stremen. U srednjem uhu se također nalazi i Eustahijeva cijev koja služi za izjednačavanje tlaka u srednjem uhu. Unutarnje uho sastoji se od koštanog i membranskog dijela, a njegov glavni dio je pužnica koja je slušnim živcima povezana s mozgom. (Paulsen i Friedrich, 2013.)

Slika 1. Građa uha



Izvor: Paulsen, Friedrich; Waschke, Jens. 2013, Sobotta: Atlas of Human Anatomy, Head, Neck and Neuroanatomy, Vol. 2, 15th ed., London, Urban & Fischer

Slika 2. Građa uha - čekić, nakovanj i stremen



Izvor: Paulsen, Friedrich; Waschke, Jens. 2013, Sobotta: Atlas of Human Anatomy, Head, Neck and Neuroanatomy, Vol. 2, 15th ed., London, Urban & Fischer

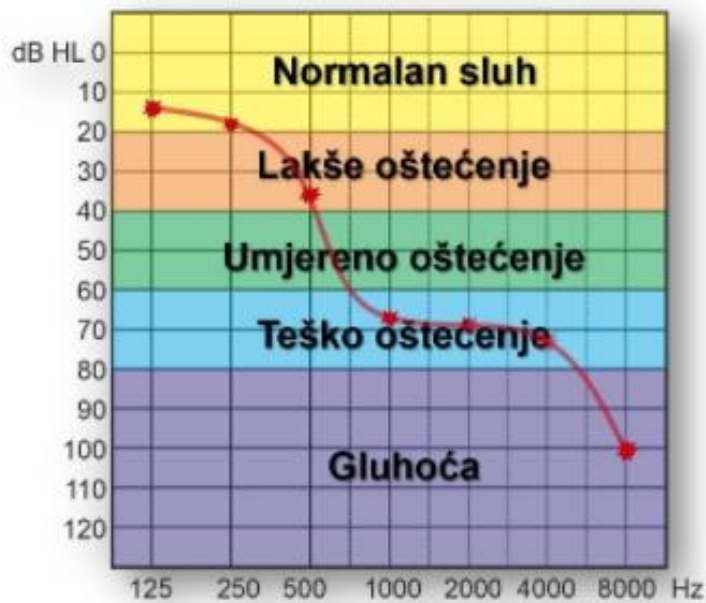
3.3. Utjecaj buke na čovjeka

Razvojem industrije odnosno civilizacije dolazi do pojave sve većeg broja izvora buke čime ujedno raste i intenzitet buke, te ona postaje jedan od glavnih problema u industriji. Buka na ljudski organizam djeluje na tri različita načina – fizički, psihički i socijalni. Kontinuirano izlaganje buci može dovesti do oštećenja sluha kao jednog od glavnih i najopasnijih utjecaja buke na osobu, umora, uznemiravanja, stresa, smetnji prilikom komunikacije, smanjenja produktivnosti osobe, psiholoških problema.

Oštećenje sluha ovisi o vremenu izloženosti buci, intenzitetu buke te karakteristikama buke. Razina oštećenja sluha je individualna. Neke osobe mogu biti izložene buci kraći vremenski period te za posljedicu imati oštećenje sluha, dok druge za vrijeme jednako dugog izlaganja nemaju nikakvih posljedica. Teška oštećenja sluha karakteriziraju izlaganja buci frekvencije između 1-3 kHz te u tim granicama osoba primjećuje smetnje u komunikaciji. Do trajnog oštećenja sluha, odnosno do oštećenja unutarnjeg uha,

dolazi ukoliko je osoba izložena buci visokog intenziteta tijekom duljeg vremenskog perioda. U takvim slučajevima posljedice mogu biti trajne i nepopravljive.

Slika 3. Stupnjevi oštećenja sluha



Izvor: Rexton, 2019, online: <http://slusni-aparati.hr/2019/10/09/stupnjevi-ostecenja-sluha/>, pogledano 18.05.2022.

Na Slici 2. prikazani su stupnjevi oštećenja sluha na kojoj normalan sluh obuhvaća raspon od 0 do 20 dB. Zatim slijedi lakše oštećenje sluha koje se proteže od 21 do 40 dB te izaziva blagu naglušost. Od 41 do 60 dB opisano je umjereno oštećenje sluha koje za rezultat ima umjerenu naglušost. Osobe s takvim oštećenjem imaju poteškoće sa slušanjem zvukova unutar govornog raspona te je njihov sluh ograničen na samo određene frekvencije. Slijedi teško oštećenje koje je u granicama od 61 do 80 dB koje izaziva tešku naglušost. Osobe s takvim oštećenjem ne čuju zvukove unutar govornog raspona, već samo neke zvukove koje doživljavaju kao šum, te im je neophodan slušni aparat za komunikaciju. Sve buke intenziteta višeg od 80 dB izazivaju gluhoću, te takve osobe za komunikaciju najčešće koriste znakovni jezik te ručne abecede i pisanje na papir.

Buka također utječe i na autonomni živčani sustav. U Tablici 1. navedeni su dijelovi ljudskog organizma te utjecaj buke na njih.

Tablica 1. Utjecaj buke na ljudsko tijelo

| Dio ljudskog tijela | Utjecaj buke |
|----------------------|--|
| Uho | Piskovi i šumovi |
| Vid | Povećanje zjenica, smanjena sposobnost zapažanja obrisa |
| Mišići | Grčevi, stezanje |
| Disanje | Smanjenje frekvencije za 1/3 |
| Nadbubrežna žlijezda | Lučenje adrenalina, noradrenalina i kortizola |
| Mozak | Glavobolje, osjećaj tjeskobe, poremećaji sna, poteškoće u koncentraciji i pamćenju |
| Krvne žile | Vazokonstrikcija, brže starenje |
| Srce | Povećanje opasnosti od infarkta i kardiovaskularnih bolesti |
| Želudac i probava | Povećanje lučenja želučanih sokova, grčevi |
| Spolni organi | Smanjenje plodnosti i libida |

Izvor: N. Pejanović, A. Bogadi Šare et.al., 2012, Osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha, Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu

3.4. Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu

Prema članku 1. Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04) određuju se minimalni zahtjevi zaštite radnika od izloženosti buci na radu odnosno rizika po zdravlje i sigurnost radnika. Zahtjevi temeljeni ovim pravilnikom primjenjuju se za radnike u svim djelatnostima koji mogu biti izloženi rizicima uzrokovanim bukom.

Prema članku 3. Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04) dane su granice razine vrijednosti izloženosti buci uz razine vršnih vrijednosti zvučnog tlaka tijekom osmosatnog radnog dana:

a) Granična vrijednost izloženosti:

$L(EX,8h) = 87\text{dB(A)}$ i $p(\text{peak}) = 200 \text{ Pa}$ (140 dB(C) u odnosu na referentni zvučni tlak $20 \mu\text{Pa}$);

b) Gornja upozoravajuća granica izloženosti:

$L(EX,8h) = 85\text{dB(A)}$ i $p(\text{peak}) = 140 \text{ Pa}$ (137 dB(C) u odnosu na referentni zvučni tlak $20 \mu\text{Pa}$);

c) Donja upozoravajuća granica izloženosti:

$L(EX,8h) = 80\text{dB(A)}$ i $p(\text{peak}) = 112 \text{ Pa}$ (135 dB(C) u odnosu na referentni zvučni tlak $20 \mu\text{Pa}$).

Osoba odgovorna za organizaciju te planiranje i provedbu zaštite na radu je poslodavac. Kod gornje granične vrijednosti izloženosti, poslodavac mora uzeti u obzir smanjenje buke zbog uporabe osobne zaštitne opreme za zaštitu sluha, dok se kod gornje upozoravajuće granice izloženosti taj učinak ne smije uzimati u obzir.

3.4.1. Obveze poslodavca

Prema članku 45. Zakona o zaštiti na radu (NN br. 77/14, 118/14, 94/18, 96/18) poslodavac je, između ostaloga, obavezan provoditi ispitivanje radnog okoliša na mjestu rada kada u radnom postupku nastaje buka, odnosno vibracije.

Prema člancima 6.-10. Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 59/96, 94/96, 114/03, 100/04), definirane su obveze poslodavca u odnosu na razinu izloženosti buci radnika tijekom osmosatnog vremena.

Pri izloženosti $L(EX,8h) \geq 80 \text{ dB(A)}$ poslodavac treba radnicima:

- Pružiti mogućnost osposobljavanja za rizik izlaganja buci, prepoznavanje oštećenja sluha, te mjera zaštite,
- Preporučiti i staviti na raspolaganje odgovarajuću zaštitnu opremu za sluh.

Pri izloženosti $L(EX,8h) \geq 85 \text{ dB(A)}$ poslodavac je dužan radnicima:

- Osigurati zdravstveni nadzor,

- Poduzeti tehničke ili organizacijske mjere,
- Obilježiti te po potrebi ograditi ugrožena radna mjesta,
- Nabaviti zaštitnu opremu za sluh i osigurati njeno korištenje.

Pri izloženosti $L(EX,8h) \geq 87$ dB(A) poslodavac mora radnicima:

- U najkraćem vremenskom periodu smanjiti izloženost ispod granične vrijednosti,
- Utvrditi razloge prekomjerne izloženosti,
- Doraditi preventivno-zaštitne mjere.

Prilog Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 59/96, 94/96, 114/03, 100/04) navodi najviše dopuštene razine buke s obzirom na vrstu djelatnosti koje su prikazane u Tablici 2.

Tablica 2. Dopuštene razine buke s obzirom na vrstu djelatnosti

| Redni broj | Opis posla | Najviša dopuštena razina buke $L_{A, eq U}$ dB(A) | |
|------------|---|---|------|
| | | (a)* | (b)* |
| 1 | Najzahtjevniji umni rad, vrlo velika usredotočenost, rad vezan za veliku odgovornost, najsloženiji poslovi upravljanja i rukovođenja | 45 | 40 |
| 2 | Pretežno umni rad koji zahtijeva usredotočenost, kreativno razmišljanje, istraživanje, projektiranje, komuniciranje sa skupinom ljudi | 50 | 40 |
| 3 | Zahtjevniji uredski poslovi, liječničke ordinacije, dvorane za sastanke, školska nastava, neposredno govorno i/ili telefonsko komuniciranje | 55 | 45 |
| 4 | Manje zahtjevni uredski poslovi, pretežno rutinski umni rad koji zahtijeva usredotočenost ili neposredno govorno i/ili telefonsko komuniciranje, komunikacijske centrale | 60 | 50 |
| 5 | Manje zahtjevni i uglavnom mehanizirani uredski poslovi, prodaja, vrlo zahtjevno upravljanje sustavima, fizički rad koji zahtijeva veliku pozornost i usredotočenost, zahtjevni poslovi montaže | 65 | 55 |

| | | | |
|---|--|----|----|
| 6 | Pretežno mehanizirani uredski poslovi, zahtjevno upravljanje sustavima, upravljačke kabine, fizički rad koji zahtijeva nadzor sluhom, rad koji se obavlja na temelju zvučnih signala | 70 | 60 |
| 7 | Manje zahtjevni fizički poslovi koji zahtijevaju usredotočenost i oprez, manje zahtjevno upravljanje strojevima | 75 | 65 |
| 8 | Pretežno rutinski fizički rad sa zahtjevom na točnost, praćenje okoline slušanjem | 80 | 65 |
| <p>*LEGENDA:</p> <p>a) razina buke na radnom mjestu koja potječe od proizvodnih izvora</p> <p>b) razina buke na radnom mjestu koja potječe od neproizvodnih izvora (ventilacija, klimatizacija, promet i dr.)</p> | | | |

Izvor: Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08), online: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_04_46_1577.html

3.5. Mjere zaštite od buke

Kako bi se mogli ostvariti određeni postavljeni ciljevi zaštite na radu, postoji mogućnost uporabe odnosno realizacije mjera zaštite na radu od izloženosti buci (Zaštita na radu, 2012.) :

1. Organizacijske mjere:

- Potreba za uvođenjem vremenskog ograničenja rada kod rada bučnih strojeva,
- Potreba za duljim odnosno dodatnim stankama radi oporavka,
- Promjena radnog mjesta.

2. Organizacijsko-tehničke mjere:

- Uporaba malošumnih strojeva i tehnoloških procesa,
- Redovito održavanje,
- Automatizacija postrojenja, mehanizacija postrojenja, robotizacija.

3. Građevinsko-planske mjere:

- Unaprijed određen pravilan raspored strojeva te pogona i objekata,
- Odvajanje izvora buke od drugih radnih mjesta pomoću drugih prostorija.

4. Tehničke mjere:

I. Na izvorima:

- Primarne – bučne operacije zamijeniti tihim operacijama, smanjenje uzdužne i strukturne komponente zvuka pomoću konstrukcijskih zahvata,
- Sekundarne – ugradnja prigušivača, vibroizolacija, akustično oklapanje itd.

II. Na putu širenja zvuka:

- Izolacija i apsorpcija zračnog zvuka,
- Izolacija i prigušenje strukturnog zvuka odnosno vibracija...

III. Na mjestu prijema:

- Osobna zaštitna oprema,
- Izolacija, apsorpcija i prigušenje zvuka.

3.6. Osnovna zaštitna oprema za zaštitu od buke

Na pojedinim radnim mjestima na kojima nije moguće smanjiti visoki intenzitet buke na dozvoljenu jakost pomoću tehničkih sredstava tada se zaposlenicima treba osigurati osobna zaštitna oprema za zaštitu sluha. Zaštitna oprema za zaštitu sluha od buke uključuje ušne štitnike (antifone), ušne čepiće i otoplastiku.

Ušni štitnici koriste se prilikom kratkotrajne izloženosti buci koja je visokog intenziteta. Također, koriste ih radnici sa suženjem ušnog kanala, a koji su izloženi manjim intenzitetima buke ili prilikom uporabe ušnih čepića imaju konstantne upale uha.(Varžić, 2010.)

Slika 4. Ušni štitnik (antifon)



Izvor: Izrada autora

Slika 5. Ušni štitnik (antifon)



Izvor: Izrada autora

Na Slici 3. i Slici 4. prikazani su primjeri ušnih štitnika. Na Slici 3. na kutiji ušnih štitnika u gornjem desnom kutu prikazana je oznaka „-30 dB“ što znači da se uporabom ovih štitnika buka smanjuje za 30 dB. U tablici 3. nalaze se neke od prednosti i nedostataka ušnih štitnika.

Tablica 3. Prednosti i nedostaci ušnih štitnika

| UŠNI ŠTITNICI (ANTIFONI) | |
|--|--|
| Prednosti | Nedostaci |
| Univerzalna veličina (jedna veličina za sve korisnike) | Teže se nose |
| Lako vidljivi sa veće udaljenosti | Puno su nepogodniji prilikom nošenja druge zaštitne opreme |
| Ne gube se lako zbog veličine | Neugodni za uporabu na vrućim i vlažnim mjestima |
| Manje infekcije uha prilikom nošenja | Neugodni za uporabu u skućenim prostorima |

D. Varžić, 2010, Primjena osobne opreme za zaštitu sluha, pregledni rad

Ušni čepići koriste se prilikom dugotrajne izloženosti buci visokog intenziteta. Moguće ih je koristiti zajedno s ušnim štitnicima kao dodatno prigušenje. Većinom se upotrebljavaju kada nema potrebe za uporabom ušnih štitnika i radi udobnosti prilikom jačeg znojenja radnika. Postoje dvije vrste ušnih čepića: čepići za jednokratnu uporabu i čepići za višekratnu uporabu. Najčešće se izrađuju od mekane plastike, mekane pjene ili silikona. (Varžić, 2010.)

Na Slici 5. prikazan je paket sa čepićima za jednokratnu uporabu koji su izrađeni od mekane pjene, dok je na Slici 6. prikazan paket sa čepićima za višekratnu uporabu izrađenih od plastike. Na Slici 7. prikazani su čepići za uši sa čvrstom drškom.

Slika 6. Ušni čepići za jednokratnu uporabu



Izvor: Izrada autora

Slika 7. Ušni čepići za višekratnu uporabu



Izvor: Izrada autora

Slika 8. Ušni čepići sa čvrstom drškom



Izvor: Izrada autora

U tablici 4. možemo vidjeti neke od prednosti i nedostataka korištenja ušnih čepića.

Tablica 4. Prednosti i nedostaci ušnih čepića

| UŠNI ČEPIĆI | |
|--|--|
| Prednosti | Nedostaci |
| Mali i lako prenosivi | Potrebno je više vremena za postavljanje |
| Mogu se koristiti zajedno sa antifonima | Zahtijevaju umetanje i micanje |
| Ugodnije dugotrajno nošenje | Zahtijevaju visoku razinu higijene |
| Pogodni za uporabu u malim radnim prostorima | Zbog veličine teže su vidljivi te se lakše mogu zagubiti |

Izvor: D. Varžić, 2010, Primjena osobne opreme za zaštitu sluha, pregledni rad

Otoplastika, odnosno personalizirani čepići za uši, izrađuje se po mjeri korisnika. Prigušuju intenzitet buke za 3 do 6 dB.

Slika 9. Otoplastika



Izvor: Unimex, 2022, online: <https://www.unimex.hr/proizvod/personalizirani-cepici-za-usi-eco/>,
pogledano: 20.07.2022.

3.7. Zaštita od buke u industriji

Ukoliko korištenje osnovne zaštitne opreme nije dovoljno za smanjenje intenziteta buke koriste se drugi načini za smanjenje buke u industriji. Kao prvi način možemo navesti oklapanje strojeva čiji intenzitet buke prelazi gornju upozoravajuću granicu izloženosti. Prilikom oblaganja stroja sa vanjske strane postavlja se zatvoreni materijal kao što je metalna ili plastična ploča, a sa unutarnje strane potrebno je obložiti površinu materijalom za izolaciju zvuka (spužvasta guma, staklena vuna i dr.). Na ovaj način oklapanjem stroja moguće je smanjenje buke za 15 do 20 dB.

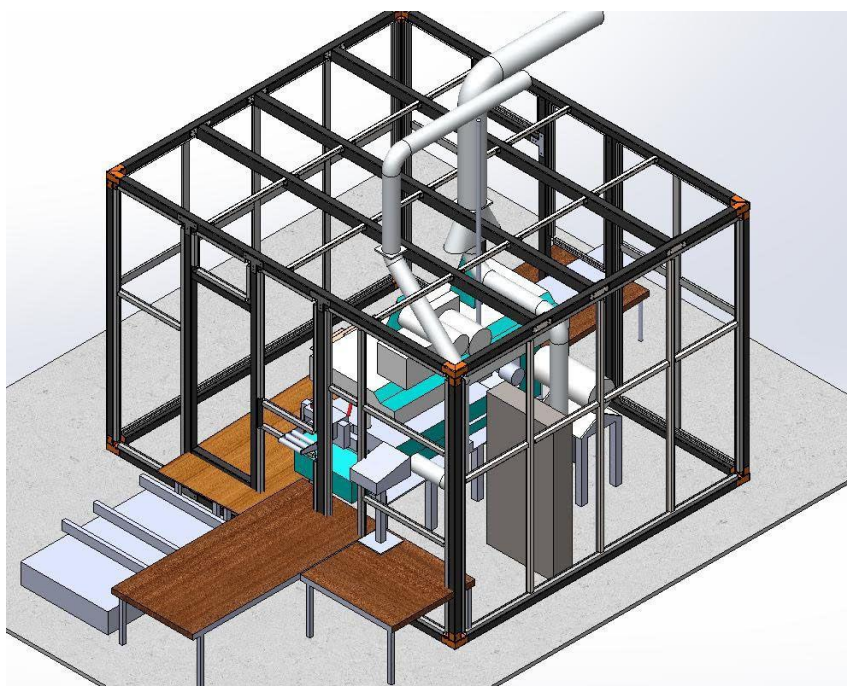
Drugi način smanjenja intenziteta buke je izrada zvučno izolirane prostorije u koju se postavlja stroj. Prostorija se sa unutarnje strane oblaže sa apsorberima odnosno upijačima buke koji sprječavaju širenje zvuka.

Slika 10 . Izgled apsorbera



Izvor: Izolacije Biček, online: <https://izoliram.si/toplotna-izolacija/zvocna-izolacija> , pogledano: 20.08.2022.

Slika 11. Zvučno izolirana prostorija sa strojem



Izvor: Decibel, 2022, online: <https://www.decibel.co.rs/completed-projects/kutsiste-zvuchne-izolacije-decibel-92> , pogledano: 20.08.2022.

Slika 12. Vanjski izgled zvučno izolirane prostorije



Izvor: Decibel, 2022, online: <https://www.decibel.co.rs/completed-projects/kutsiste-zvuchne-izolacije-decibel-92> , pogledano: 20.08.2022.

4. PRIMJER MJERENJA BUKE U INDUSTRIJI

Mjerenje buke provedeno je na tri radna stroja koja se nalaze u stolarskoj radioni, na dvije tokarilice koje se nalaze u tokarskoj radioni te u uredima, skladištu i nabavi.

4.1. Mjerni instrument

Za potrebe mjerenja buke unutar pogona korišten je uređaj TESTO 815. Mjerač razine buke može se koristiti za mjerenja u području klimatizacije i grijanja te na sustavima izgaranja ili na radnim mjestima. Također je moguće precizno mjerenje i procjena buke strojeva. Primjena ovog mjerača je kod tehnika grijanja za mjerenje volumena plamenika, u industriji za mjerenje buke strojeva, te na raznim događajima i u građevini. (Testo, 2022.)

Slika 13. Mjerač buke Testo 815



Izvor: Testo, 2022, online: <https://www.testo.com/hr-HR/testo-815/p/0563-8155#lg=1&slide=0>,
pogledano: 10.08.2022.

Tablica 5. Parametri uređaja Testo 815

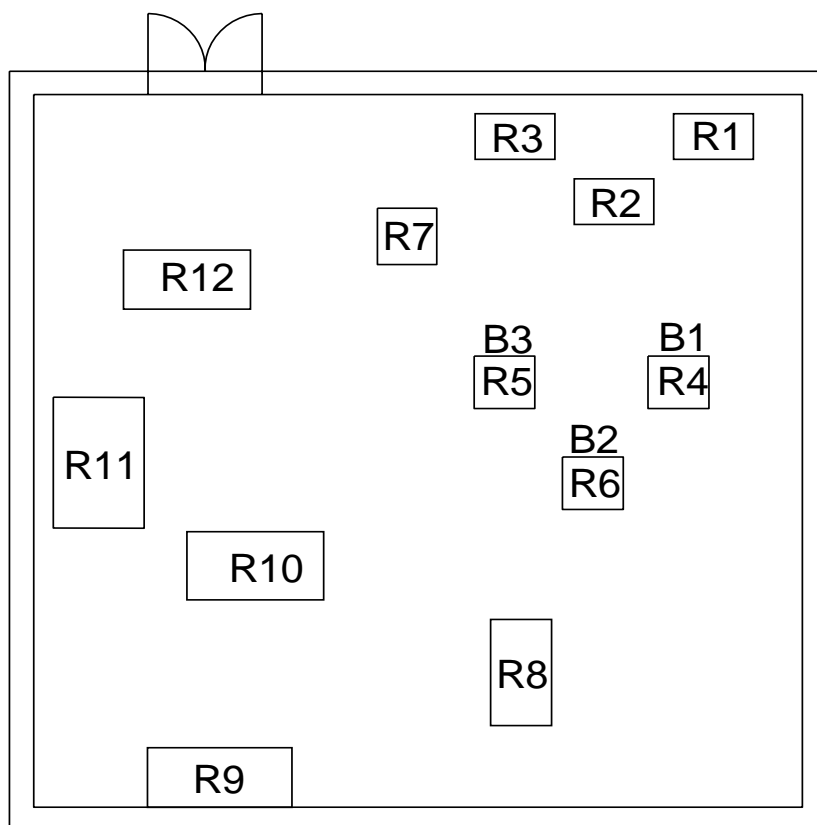
| | |
|---------------------------|------------------|
| Težina | 195 g |
| Dimenzije | 255 x 55 x 43 mm |
| Raspon mjerenja | +32 do +130 dB |
| Raspon frekvencije | 31,5 Hz do 8 kHz |
| Točnost | ± 1,0 dB |
| Rezolucija | 0,1 dB |
| Brzina mjerenja | 5 s |

Izvor: Testo, 2022, online: <https://www.testo.com/hr-HR/testo-815/p/0563-8155#lg=1&slide=0>,
pogledano: 10.08.2022.

4.2. Mjerenje buke – stolarska radionica

Prva tri mjerenja provedena su u stolarskoj radionici na mjestima B1, B2 i B3 sa kojih je mjerena buka kružne pile (R4), blanje debljače (R6) i blanje ravnjače (R5). U nastavku je prikazana skica stolarske radionice (Slika 9.), dijelovi stolarske radionice (Tablica 3.) te rezultati mjerenja (Tablica 4.).

Slika 14. Skica stolarske radionice



Izvor: Izrada autora

Tablica 6. Dijelovi stolarske radionice

| Broj | Mjesto rada |
|------|--|
| R1 | Stroj za brušenje kosine stolarskih noževa |
| R2 | Stolna brusilica noževa |
| R3 | Tračna brusilica za drvo |
| R4 | Kružna pila |
| R5 | Blanja ravnjača |
| R6 | Blanja debljača |
| R7 | Glodalica za drvo |
| R8 | Tračna pila |
| R9 | Kutna pila |

| | |
|-----|-----------------------|
| R10 | Radni stol |
| R11 | Horizontalna bušilica |
| R12 | Radni stol |

Izvor: Izrada autora

Tablica 7. Mjerenje buke – kružna pila

| | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|---------------------------------|--|--------------------------------|---|
| Mjerno mjesto: | B1 | | | Prostorija: | Stolarska radionica | | |
| Mjesto rada: | Kružna pila | | | | | | |
| Mjerno mjesto: | Izmjereno | | | Izračunato | Propisane vrijednosti | | |
| | Ekvivalentna razina buke | Vrijednost zvučnog tlaka | Vrijeme | Normalizirana dnevna izloženost | Granične vrijednosti izloženosti/gomja i donja upozoravajuća vrijednost izloženosti buci | Vršna vrijednost zvučnog tlaka | Dopuštene razine s obzirom na vrstu djelatnosti |
| | $L_{A_{eq}}$ dB(A) | $L_{A_{peak}}$ dB(C) | T (min) | L_{EXD} dB(A) | $L_{EX, 8h}$ dB(A) | $L_{A_{peak}}$ dB(C) | $L_{A_{eq, D}}$ dB(A) |
| Rad stroja u praznom hodu | 78,6 | 91,6 | 30 | 81,46 | 87/85/80 | 140 | 80 |
| Piljenje drva | 85,1 | 101,5 | 170 | | | | |
| Rad odisne ventilacije | 73,6 | 80,1 | 250 | | | | |

Izvor: Izrada autora

Prilikom mjerenja buke kružne pile normalizirana dnevna izloženost buci iznosi L_{EXD} dB(A) = 81,46 dB(A) što znači da prelazi donju upozoravajuću granicu izloženosti koja iznosi 80 dB te je poslodavac dužan radnicima staviti na raspolaganje osobnu zaštitnu opremu za zaštitu sluha (ušni čepići ili antifon). Radnicima se preporuča korištenje zaštitne opreme.

Tablica 8. Mjerenje buke – blanja debljača

| Mjerno mjesto: | B2 | | | Prostorija: | Stolarska radionica | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|---------------------------------|--|--------------------------------|---|
| Mjesto rada: | Blanja debljača | | | | | | |
| Mjerno mjesto: | Izmjereno | | | Izračunato | Propisane vrijednosti | | |
| | Ekvivalentna razina buke | Vrijednost zvučnog tlaka | Vrijeme | Normalizirana dnevna izloženost | Granične vrijednosti izloženosti/gomja i donja upozoravajuća vrijednost izloženosti buci | Vršna vrijednost zvučnog tlaka | Dopuštene razine s obzirom na vrstu djelatnosti |
| | LA _{eq} dB(A) | LA _{peak} dB(C) | T (min) | L _{EXD} dB(A) | L _{EX,8h} dB(A) | LA _{peak} dB(C) | LA _{eq,D} dB(A) |
| Rad stroja u praznom hodu | 78,6 | 91,6 | 30 | 83,90 | 87/85/80 | 140 | 80 |
| Piljenje drva | 87,8 | 103,2 | 170 | | | | |
| Rad odsisne ventilacije | 73,6 | 80,1 | 250 | | | | |

Izvor: Izrada autora

Prilikom mjerenja buke blanje debljače normalizirana dnevna izloženost buci iznosi $L_{EXD} \text{ dB(A)} = 83,90 \text{ dB(A)}$ što znači da prelazi donju upozoravajuću granicu izloženosti koja iznosi 80 dB te je poslodavac dužan radnicima staviti na raspolaganje osobnu zaštitnu opremu za zaštitu sluha (ušni čepići ili antifon). Radnicima se preporuča korištenje zaštitne opreme.

Tablica 9. Mjerenje buke – blanja ravnjača

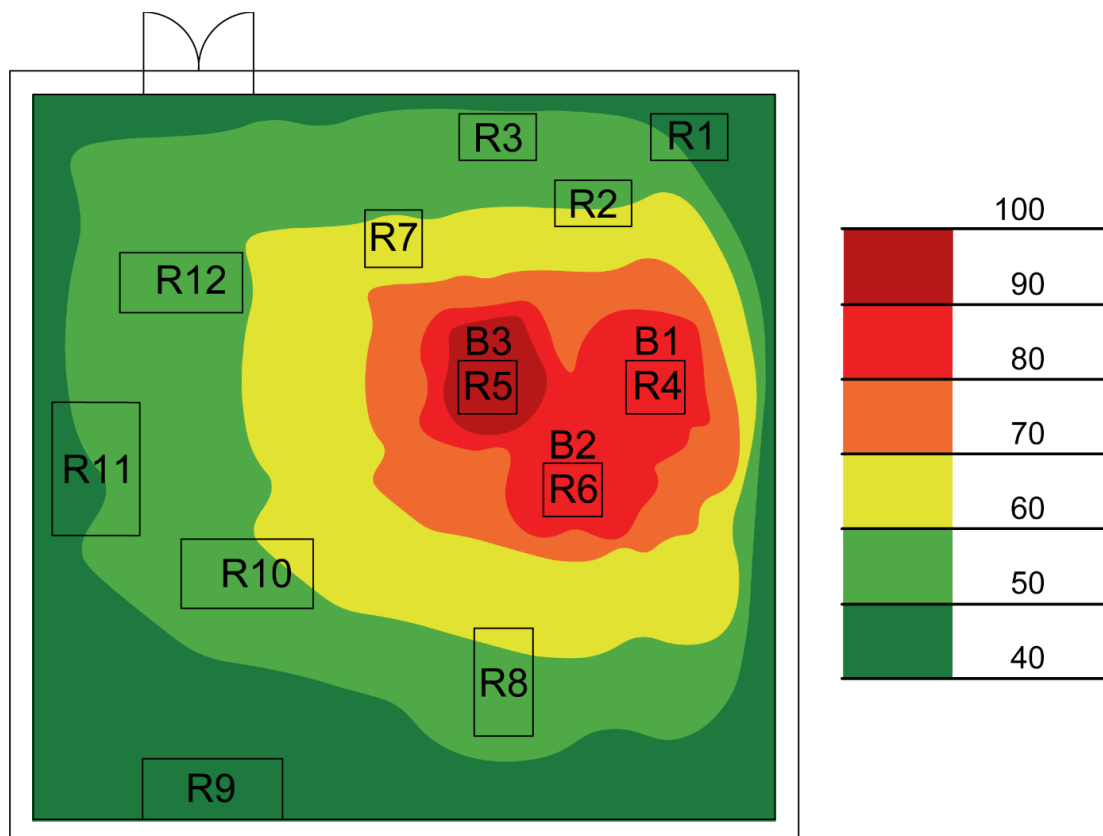
| Mjerno mjesto: | B3 | | | Prostorija: | Stolarska radionica | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|---------------------------------|--|--------------------------------|---|
| Mjesto rada: | Blanja ravnjača | | | | | | |
| Mjerno mjesto: | Izmjereno | | | Izračunato | Propisane vrijednosti | | |
| | Ekvivalentna razina buke | Vrijednost zvučnog tlaka | Vrijeme | Normalizirana dnevna izloženost | Granične vrijednosti izloženosti/gomja i donja upozoravajuća vrijednost izloženosti buci | Vršna vrijednost zvučnog tlaka | Dopuštene razine s obzirom na vrstu djelatnosti |
| | LA _{eq} dB(A) | LA _{peak} dB(C) | T (min) | L _{EXD} dB(A) | L _{EX,8h} dB(A) | LA _{peak} dB(C) | LA _{eq,D} dB(A) |
| Rad stroja u praznom hodu | 78,6 | 93,1 | 30 | 92,12 | 87/85/80 | 140 | 80 |
| Piljenje drva | 96,3 | 108,2 | 170 | | | | |
| Rad odsisne ventilacije | 73,6 | 81,0 | 250 | | | | |

Izvor: Izrada autora

Prilikom mjerenja buke blanje ravnjače normalizirana dnevna izloženost buci iznosi $L_{EXD} \text{ dB(A)} = 92,12 \text{ dB(A)}$ što znači da prelazi gornju granicu izloženosti koja iznosi 87 dB te je poslodavac dužan radnicima staviti na raspolaganje osobnu zaštitnu opremu za zaštitu sluha (ušni čepići ili antifon) koji prigušuju buku minimalno 23 dB te su ih radnici dužni koristiti.

Jedan od glavnih vizualnih prikaza intenziteta buke je karta buke. Karta buke može se definirati kao prikazi predviđenih ili postojećih razina intenziteta buke na jednom određenom izvoru ili na više izvora buke koji se promatraju unutar određenog područja. (Akustika, 2022.) Izrađuju se pomoću računalne aplikacije koja predviđa širenje zvuka unutar prostorije te je za njihovu izradu također potrebno prikupljanje podataka pomoću mjerenja. U nastavku možemo vidjeti prikaz karte buke stolarske radionice.

Slika 15. Prikaz karte buke stolarske radionice

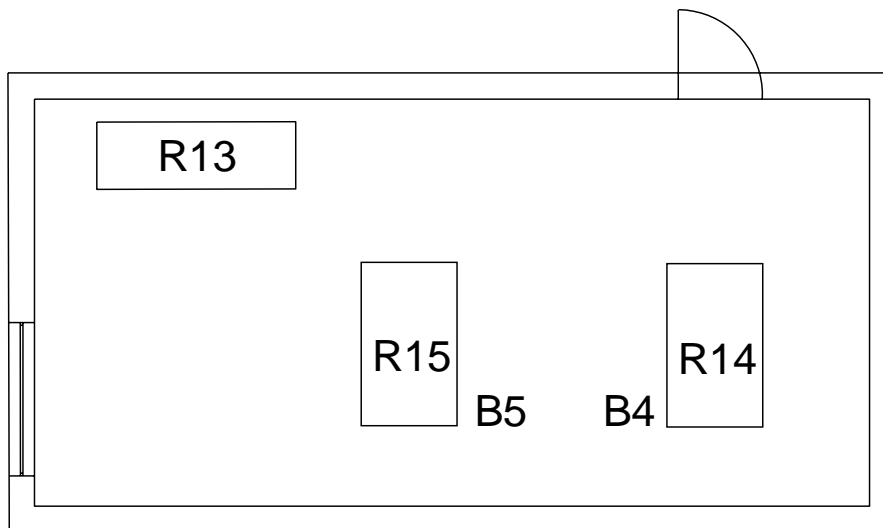


Izvor: Izrada autora

4.3. Mjerenje buke – tokarska radionica

Tokarska radionica sastoji se od dva tokarska stroja koji se nalaze na mjestima R14 i R15 te od dvostrane brusilice koja je na skici pod nazivom R13. mjerenja buke provedena su na dva tokarska stroja na mjernim mjestima B4 i B5. U nastavku je prikazana skica tokarske radionice (Slika 10.) i rezultati mjerenja buke (Tablica 7., Tablica 8.).

Slika 16. Skica tokarske radionice



Izvor: Izrada autora

Tablica 10. Mjerenje buke – tokarski stroj 1

| Mjerno mjesto: | B4 | | | Prostorija: | Tokarska radionica | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|---------------------------------|---|--------------------------------|---|
| Mjesto rada: | Tokarski stroj 1 | | | | | | |
| Mjerno mjesto: | Izmjereno | | | Izračunato | Propisane vrijednosti | | |
| | Ekvivalentna razina buke | Vrijednost zvučnog tlaka | Vrijeme | Normalizirana dnevna izloženost | Granične vrijednosti izloženosti/gornja i donja upozoravajuća vrijednost izloženosti buci | Vršna vrijednost zvučnog tlaka | Dopuštene razine s obzirom na vrstu djelatnosti |
| | LA _{eq} dB(A) | LA _{peak} dB(C) | T (min) | L _{EXD} dB(A) | L _{EX,8h} dB(A) | LA _{peak} dB(C) | LA _{eq D} dB(A) |
| Rad stroja u praznom hodu | 75,3 | 90,6 | 70 | 79,97 | 87/85/80 | 140 | 80 |
| Piljenje drva | 81,6 | 102,8 | 290 | | | | |
| Rad odsisne ventilacije | 66,5 | 80,1 | 90 | | | | |

Izvor: Izrada autora

Prilikom mjerenja buke tokarskog stroja 1 normalizirana dnevna izloženost buci iznosi $L_{EXD} \text{ dB(A)} = 79,97 \text{ dB(A)}$ što znači da ne prelazi donju upozoravajuću granicu izloženosti koja iznosi 80 dB. Zadovoljava uvjete rada te nije potrebna zaštitna oprema.

Tablica 11. Mjerenje buke – tokarski stroj 2

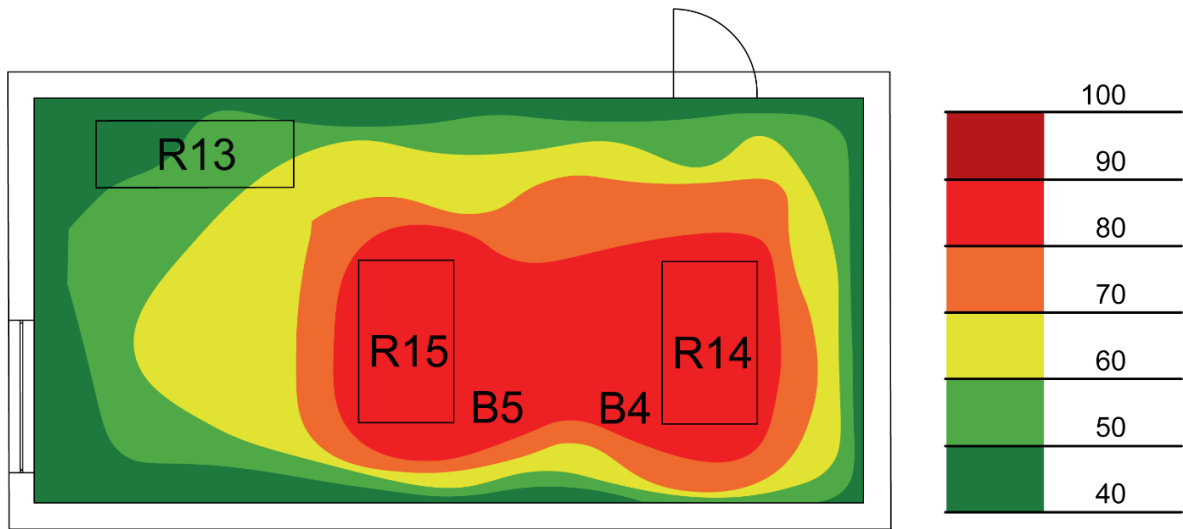
| | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------|------------------------------|---------|---------------------------------|---|--------------------------------|---|
| Mjerno mjesto: | B5 | | | Prostorija: | Tokarska radionica | | |
| Mjesto rada: | Tokarski stroj 2 | | | | | | |
| Mjerno mjesto: | Izmjereno | | | Izračunato | Propisane vrijednosti | | |
| | Ekvivalentna razina buke | Vrijednost zvučnog tlaka | Vrijeme | Normalizirana dnevna izloženost | Granične vrijednosti izloženosti/gornja i donja upozoravajuća vrijednost izloženosti buci | Vršna vrijednost zvučnog tlaka | Dopuštene razine s obzirom na vrstu djelatnosti |
| | $L_{A_{eq}} \text{ dB(A)}$ | $L_{A_{peak}} \text{ dB(C)}$ | T (min) | $L_{EXD} \text{ dB(A)}$ | $L_{EX,8h} \text{ dB(A)}$ | $L_{A_{peak}} \text{ dB(C)}$ | $L_{A_{eq,D}} \text{ dB(A)}$ |
| Rad stroja u praznom hodu | 72,2 | 91,6 | 70 | 78,61 | 87/85/80 | 140 | 80 |
| Piljenje drva | 80,3 | 100,2 | 290 | | | | |
| Rad odisne ventilacije | 66,5 | 80,1 | 90 | | | | |

Izvor: Izrada autora

Prilikom mjerenja buke tokarskog stroja 2 normalizirana dnevna izloženost buci iznosi $L_{EXD} \text{ dB(A)} = 78,61 \text{ dB(A)}$ što znači da ne prelazi donju upozoravajuću granicu izloženosti koja iznosi 80 dB. Zadovoljava uvjete rada te nije potrebna zaštitna oprema.

U nastavku možemo vidjeti prikaz karte buke tokarske radionice odnosno intenzitet buke u prostoriji.

Slika 17. Prikaz karte buke tokarske radionice

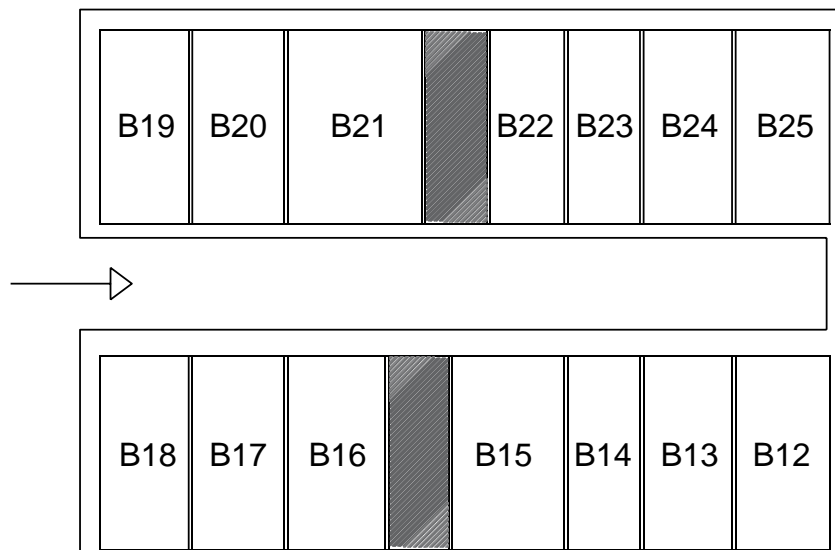


Izvor: Izrada autora

4.4. Mjerenje buke – uredi

Mjerenje buke provedeno je u svim uredima unutar firme, a skicu ureda (Slika 14.) i rezultati mjerenja (Tablica 15.) prikazani su u nastavku.

Slika 18. Skica ureda



Izvor: Izrada autora

Tablica 12. Mjerenje buke – uredi

| Broj prostorije | Mjerno mjesto (mjesto rada) | Izmjerena ekvivalentna razina buke | Najviša dopuštena ekvivalentna razina buke s obzirom na vrstu djelatnosti | Zadovoljava/ nezadovoljava |
|-----------------|-----------------------------|------------------------------------|---|----------------------------|
| | | LA _{eq} dB(A) | LA _{eq D} dB(A) | |
| B12 | Ured | 43,5 | 60 | DA |
| B13 | Tehnički ured 1 | 43,1 | 60 | DA |
| B14 | Tehnički ured 2 | 43,2 | 60 | DA |
| B15 | Tehnički ured 3 | 43,0 | 60 | DA |
| B16 | Prodaja | 44,2 | 60 | DA |
| B17 | Ured tehničkog direktora | 44,5 | 60 | DA |
| B18 | Financije | 42,6 | 60 | DA |
| B19 | Nabava | 43,5 | 60 | DA |
| B20 | Direktor | 43,7 | 60 | DA |
| B21 | Tajnica | 45,1 | 60 | DA |
| B22 | Sala za sastanke | 45,9 | 60 | DA |
| B23 | Priprema 1 | 46,3 | 60 | DA |
| B24 | Priprema 2 | 46,1 | 60 | DA |
| B25 | Tehnički ured | 44,5 | 60 | DA |

Izvor: Izrada autora

Provođenjem mjerenja unutar pojedinog ureda rezultati mjerenja ne prelaze najvišu dopuštenu ekvivalentnu razinu buke s obzirom na vrstu djelatnosti koja iznosi 60 dB, stoga zaštitna oprema nije potrebna.

4.5. Mjerenje buke – skladište i nabava

Mjerenje buke provedeno je u prostorijama skladišta i nabave. U nastavku se nalazi skica prostorija skladišta i nabave (Slika 15.) te rezultati mjerenja (Tablica 16.)

Slika 19. Skica prostorija skladišta i nabave



Izvor: Izrada autora

Tablica 13. Mjerenje buke – prostorije skladišta i nabave

| Broj prostorije | Mjerno mjesto (mjesto rada) | Izmjerena ekvivalentna razina buke | Najviša dopuštena ekvivalentna razina buke s obzirom na vrstu djelatnosti | Zadovoljava/ nezadovoljava |
|-----------------|-----------------------------|------------------------------------|---|----------------------------|
| | | LA _{eq} dB(A) | LA _{eq,D} dB(A) | |
| B31 | Ured 1 | 46,3 | 60 | DA |
| B32 | Ured 2 | 46,2 | 60 | DA |
| B33 | Ured 3 | 46,1 | 60 | DA |

Izvor: Izrada autora

Provođenjem mjerenja u tri prostorije skladišta i nabave dobiveni su rezultati koji ne prelaze najvišu dopuštenu ekvivalentnu razinu buke s obzirom na vrstu djelatnosti koja iznosi 60 dB. Prilikom boravka u prostorijama radnicima nije potrebna zaštitna oprema.

4.6. Prijedlog poboljšanja za smanjenje buke

Nakon provedenog postupka mjerenja može se zaključiti da buka proizvedena na pojedinim strojevima prelazi najvišu dopuštenu razinu buke koja iznosi 80 dB te je potrebno prikazati prijedloge za smanjenje intenziteta buke. Jedan od načina

smanjenja intenziteta buke je korištenje osobne zaštitne opreme, međutim u pojedinim prostorijama gdje razina buke prelazi graničnu vrijednost od 80 dB uz korištenje zaštitne opreme moguće je izolirati stroj koji se koristi pregradnim zidovima kako radnici ne bi bili opterećeni ukupnom razinom buke već samo strojem koji se trenutno koristi. Drugi mogući način smanjenja intenziteta buke je korištenje apsorbera (upijača buke) odnosno ograđivanje strojeva te oblaganje panelima za upijanje buke.

5. ZAKLJUČAK

Završni rad pod imenom Mjerenje i ispitivanje buke usmjeren je na analizu utjecaja i štetnosti buke koja mora zadovoljavati uvjete Zakona o zaštiti na radu, Zakona o zaštiti od buke te Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu. Buka se mjerila instrumentom TESTO 815 u industrijskom pogonu. Pogon se sastoji od dvije prostorije – tokarske i stolarske radionice sa strojevima, zatim ureda te skladišta i nabave. Buka je neizbježna bilo gdje, a posebno u industrijskim pogonima. U pogonima strojevi rade čime se stvara buka što ima štetan utjecaj na djelatnike. Obzirom da su zaposlenici glavna komponenta u poslovanju, potrebno je štetni utjecaj buke na ljudsko zdravlje staviti na najnižu razinu kao što se moraju poštovati svi radni uvjeti. U stolarskoj radionici na stroju kružne pile izračunata normalizirana dnevna izloženost buci iznosi 81,4 dB te na stroju blanja debljača 83,90 dB. Izračunata normalizirana dnevna izloženost buci kod oba stroja prelazi graničnu vrijednost od 80 dB te se radnicima stavlja na raspolaganje i preporuča korištenje osobne zaštitne opreme za zaštitu sluha od buke. Kod trećeg stroja blanje ravnjače izračunata normalizirana dnevna izloženost iznosi 92,12 dB, te kod ovog primjera, obzirom da je jačina buke daleko iznad granica propisane, preporuča se osim korištenja osobne zaštitne opreme za zaštitu od buke ograđivanje stroja pregradnim zidovima koji su sa unutarne strane obloženi upijačima buke (apsorberima) ili oklapanje pojedinog stroja. Kod strojeva unutar tokarske radionice izračunata dnevna izloženost ne prelazi 80 dB pri čemu nije potrebno korištenje zaštitne opreme. Unutar ureda, skladišta i nabave također su poštovane norme koje iznose 60 dB za ovu vrstu djelatnosti.

6. POPIS LITERATURE

Knjige:

- 1) D. Brozović, 2000., Hrvatska enciklopedija, 2 Be – Da, Zagreb, Leksikografski zavod Miroslav Krleža
- 2) D. Varžić, 2010., Primjena osobne opreme za zaštitu sluha, pregledni rad
- 3) N. Pejanović, A. Bogadi Šare et.al., 2012, Osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha, Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu
- 4) N. Trbojević, 2011., Osnove zaštite od buke i vibracija, Karlovac, Veleučilište u Karlovcu
- 5) Paulsen, Friedrich; Waschke, Jens. 2013, Sobotta: Atlas of Human Anatomy, Head, Neck and Neuroanatomy, Vol. 2, 15th ed., London, Urban & Fischer

Zakoni i pravilnici:

- 1) Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN br. 46/08)
- 2) Zakon o zaštiti od buke (NN br. 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
- 3) Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)

Internetski izvori:

- 1) Akustika, 2022., online: http://www.darh2.hr/akustika/karte_buke.asp,
- 2) Decibel, 2022, online: <https://www.decibel.co.rs/completed-projects/kustiste-zvuchne-izolacije-decibel-92> , pogledano: 20.08.2022.
- 3) Izolacije Biček, online: <https://izoliram.si/toplotna-izolacija/zvocna-izolacija> , pogledano: 20.08.2022.

- 4) Rexton, 2019, online: <http://slusni-aparati.hr/2019/10/09/stupnjevi-ostecenja-sluha/>, pogledano 18.05.2022.
- 5) Testo, 2022, online: <https://www.testo.com/hr-HR/testo-815/p/0563-8155#lg=1&slide=0>, pogledano: 10.08.2022.
- 6) Unimex, 2022, online: <https://www.unimex.hr/proizvod/personalizirani-cepici-za-usi-eco/>, pogledano: 20.07.2022.
- 7) Zaštita na radu, 2012, online: <https://zastitanaradu.com.hr/novosti/Buka-i-zastita-na-radu-14>, pogledano: 20.08.2022.

7. POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 1. Građa uha | 8 |
| Slika 2. Građa uha - čekić, nakovanj i stremen | 9 |
| Slika 3. Stupnjevi oštećenja sluha..... | 10 |
| Slika 4. Ušni štitnik (antifon) | 16 |
| Slika 5. Ušni štitnik (antifon) | 16 |
| Slika 6. Ušni čepići za jednokratnu uporabu | 18 |
| Slika 7. Ušni čepići za višekratnu uporabu | 18 |
| Slika 8. Ušni čepići sa čvrstom drškom | 19 |
| Slika 9. Otoplastika | 20 |
| Slika 10 . Izgled apsorbera | 21 |
| Slika 11. Zvučno izolirana prostorija sa strojem | 21 |
| Slika 12. Vanjski izgled zvučno izolirane prostorije..... | 22 |
| Slika 13. Mjerač buke Testo 815 | 23 |
| Slika 14. Skica stolarske radionice | 25 |
| Slika 15. Prikaz karte buke stolarske radionice | 28 |
| Slika 16. Skica tokarske radionice | 29 |
| Slika 17. Prikaz karte buke tokarske radionice..... | 31 |
| Slika 18. Skica ureda | 31 |
| Slika 19. Skica prostorija skladišta i nabave | 33 |

8. POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Utjecaj buke na ljudsko tijelo | 11 |
| Tablica 2. Dopuštene razine buke s obzirom na vrstu djelatnosti | 13 |
| Tablica 3. Prednosti i nedostaci ušnih štitnika | 17 |
| Tablica 4. Prednosti i nedostaci ušnih čepića | 19 |
| Tablica 5. Parametri uređaja Testo 815 | 24 |
| Tablica 6. Dijelovi stolarske radionice | 25 |
| Tablica 7. Mjerenje buke – kružna pila | 26 |
| Tablica 8. Mjerenje buke – blanja debljača | 27 |
| Tablica 9. Mjerenje buke – blanja ravnjača | 27 |
| Tablica 10. Mjerenje buke – tokarski stroj 1 | 29 |
| Tablica 11. Mjerenje buke – tokarski stroj 2 | 30 |
| Tablica 12. Mjerenje buke – uredi | 32 |
| Tablica 13. Mjerenje buke – prostorije skladišta i nabave | 33 |