

# ISTRAŽIVANJE RAZINE BUKE U ODJEVNOJ INDUSTRIJI

---

**Kalcina, Kristijan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:036046>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-01**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Kristijan Kalcina

# **ISTRAŽIVANJE RAZINE BUKE U ODJEVNOJ INDUSTRIJI**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2024.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Kristijan Kalcina

# **RESEARCH ON NOISE LEVELS IN THE GARMENT INDUSTRY**

Final paper

Karlovac, 2024.  
Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Kristijan Kalcina

# **ISTRAŽIVANJE RAZINE BUKE U ODJEVNOJ INDUSTRIJI**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. Snježana Kirin, prof. struč. stud.

Karlovac, 2024.

## I. ZAVRŠNI ZADATAK



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

### VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

**Stručni** / specijalistički studij: Sigurnost i zaštita (označiti)

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2024

### ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Kristijan Kalcina

Matični broj: 0269107018

Naslov: Istraživanje razine buke u odjevnoj industriji

Opis zadatka: Rad se bavi istraživanjem buke u odjevnoj industriji, naglašavajući kako strojevi proizvode različite razine buke koja može negativno utjecati na zdravlje radnika. Opisani su procesi proizvodnje, metode mjerenja buke i fiziološki utjecaj buke na ljudsko uho. Rad također ističe obveze poslodavca u smanjenju i prevenciji buke. U eksperimentalnom dijelu prikazani su rezultati istraživanja koji pokazuju ekvivalentnu razinu buke, najniže vremenski vrednovanu razinu buke i najviše vremenski vrednovanu razinu buke za specijalni i univerzalni šivaći stroj.

Zadatak zadan: svibanj 2024.

Rok predaje rada: rujna 2024.

Predviđeni datum obrane: 23. rujna 2024.

.....  
.....  
Mentor: dr. sc. Snježana Kirin, prof.struč.stud

Predsjednik Ispitnog povjerenstva: Lidija Jakšić, mag.ing.cheming.,pred.

## **II. PREDGOVOR**

Zahvaljujem svojoj mentorici dr.sc. Snježani Kirin, prof. struč. stud na pomoći i dostupnosti tijekom pisanja rada.

### III. SAŽETAK

Rad istražuje problem buke u odjevnoj industriji, naglašavajući kako različiti strojevi proizvode različite razine buke koja može negativno utjecati na zdravlje radnika. Pretjerana izloženost buci povezana je s brojnim zdravstvenim problemima, pa se u radu naglašava važnost zaštite na radu prema postojećim propisima. Opisani su procesi proizvodnje, metode mjerenja buke i fiziološki utjecaj buke na ljudsko uho. Rad također ističe obveze poslodavca u smanjenju i prevenciji buke. U eksperimentalnom dijelu prikazani su rezultati istraživanja koji pokazuju ekvivalentnu razinu buke, najniže vremenski vrednovanu razinu buke i najviše vremenski vrednovanu razinu buke za specijalni i univerzalni šivaći stroj. Pokazano je da na specijalnom šivaćem stroju ekvivalentna razina buke u prvom kanalu prelazi dopuštenu razinu buke od 80 dB(A). Izmjerena je buka od čak 85,6 dB(A) što pokazuje da je prisutna opterećenost bukom za radnike koja nakon duljeg perioda izlaganja i rada na stroju može utjecati na njihovo zdravlje. Ta razina buke izmjerena je samo u prvom kanalu dok u drugom kanalu ne prelazi graničnu vrijednost. Ostale vrijednosti ne prelaze dopuštenu vrijednost od 80 dB(A).

Ključne riječi: odjevna industrija, buka, mjerenje buke, zaštita od buke

## **ABSTRACT**

The paper examines the issue of noise in the garment industry, highlighting how different machines produce varying levels of noise that can negatively affect workers' health. Excessive noise exposure is linked to numerous health problems, emphasizing the importance of occupational safety measures according to existing regulations. The paper describes the production processes, noise measurement methods, and the physiological impact of noise on the human ear. It also underscores the employer's responsibilities in noise reduction and prevention. The empirical section presents research results showing the equivalent noise level, the lowest time-weighted noise level, and the highest time-weighted noise level for both specialized and universal sewing machines. The results have been shown that on a special sewing machine, the equivalent noise level in the first channel exceeds the permitted noise level of 80 dB(A). A noise of as much as 85.6 dB(A) was measured, which shows that there is a noise burden for workers, which after a long period of exposure and work on the machine can affect their health. This noise level was measured only in the first channel, while in the second channel it does not exceed the limit value. Other values do not exceed the permissible value of 80 dB(A).

**Keywords:** garment industry, noise, noise measurement, noise protection.



## **IV. SADRŽAJ**

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Predmet i cilj rada .....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	1
<b>2. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE ODJEĆE</b> .....	2
2.1. Opasnosti u odjevnoj industriji .....	4
<b>3. BUKA</b> .....	6
3.1. Mjerenje buke.....	11
<b>4. ZAŠTITA OD BUKE</b> .....	15
4.1. Provedba mjera za zaštitu od buke .....	18
<b>5. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	23
<b>6. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	23
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	27
<b>LITERATURA</b> .....	29
<b>PRILOZI</b> .....	32

## **1. UVOD**

### 1.1. Predmet i cilj rada

Cilj ovog rada je utvrditi koje su izmjerene razine buke u tvornici proizvodnje odjeće te prelaze li one dopuštenu razinu od 80 decibela. Također, radom se žele interpretirati dobiveni rezultati mjerenja buke i objasniti značenje tih rezultata u okviru zaštite na radnom mjestu proizvodnje odjeće.

### 1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Teorijski dio napisan je na temelju stručne literature, a eksperimentalni dio interpretiran je na temelju mjerenja razine buke u tvornici proizvodnje odjeće. Dobiveni rezultati prikazani su u obliku grafova.

## 2. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE ODJEĆE

Proces proizvodnje odjeće obuhvaća male serije odjevnih artikala s raznolikim veličinama, bojama i uzorcima, što dodatno otežava organizaciju rada. Zahtijeva se angažman radnika s potrebnim znanjem i vještinama za obavljanje složenih tehnoloških operacija. U proizvodnji se rad organizira prema brojnim tehnološkim operacijama, ovisno o vrsti odjevnog predmeta, korištenoj opremi i međufaznom transportu. Najvažnija faza u ovom procesu je šivanje, koje zauzima oko 70 % ukupnog vremena proizvodnje. Rad u proizvodnji odjeće je složen, zahtijeva visoku odgovornost i psihofizički angažman radnika kako bi se osigurala kvaliteta, točnost i pravovremeno izvršenje zadatka. [1]

Da bi se postigao uspjeh u radu i visoka proizvodnost u procesima proizvodnje odjeće, ključno je osigurati harmoniju između radnika, stroja i okoline. To se postiže optimalnim oblikovanjem radnog mjesta prema principima ergonomije, kao i razvijanjem odgovarajućih radnih metoda s precizno definiranim vremenskim normativima. Ove mjere omogućuju povoljnu strukturu tehnoloških operacija i smanjuju psihofizičko opterećenje radnika. Kako bi radno mjesto u okviru sustava čovjek-stroj-okolina bilo prikladno oblikovano i rad učinkovit, cjelokupan sustav mora biti prilagođen čovjeku, jer on, svojom sposobnošću i izvođenjem radnih zadataka, predstavlja ključnu komponentu tog sustava. [1]

Proces šivanja sastoji se od sastavljanja izrezanih dijelova odjeće kako bi se od dvodimenzionalnih plošnih materijala oblikovao trodimenzionalni odjevni predmet. Premda se u suvremenoj proizvodnji odjeće, kako globalno, tako i u Hrvatskoj, sve češće koriste tehnike spajanja pomoću toplinske kondukcije i konvekcije, ultrazvuka te visokofrekventnih elektromagnetskih polja, ovaj proces još uvijek se koristi. Takve metode posebno su rasprostranjene u proizvodnji zaštitne, pametne i inteligentne odjeće. U hrvatskoj tekstilnoj industriji i dalje prevladavaju šivaći strojevi s ručnim upravljanjem (univerzalni i specijalizirani strojevi), uz sve veće prisustvo šivaćih automata i agregata. Na slici 1. prikazan je primjer šivaća u poduzeću Splendor tekstil 2020. [2]



Slika 1. Prikaz šivanja u poduzeću Splendor tekstil 2020. [2]

Naglašava se da se proces šivanja odvija prema unaprijed utvrđenom slijedu te da je za svaku tehnološku operaciju određeno potrebno vrijeme. [3]

Za uspješan tehnološki proces šivanja ključno je usklađeno djelovanje radnika, stroja i izratka. To podrazumijeva pravilno usmjeravanje materijala, poravnavanje rubova koji se šivaju (što uključuje vizualnu preciznost i koordinaciju ruku) te istovremeno upravljanje brzinom šivanja stroja pomoću pokreta stopala. [4]

Tehnološke operacije šivanja, unutar radnog procesa, organizirane su na način da predstavljaju stabilna radna mjesta s ponavljajućim zadacima, pri čemu radnici izvršavaju operacije sličnog tipa. Ovakva organizacija omogućuje višu razinu tehničke podjele posla, specijalizaciju radnika te skraćeno vrijeme potrebne obuke. Time se postiže efikasnije korištenje strojeva i opreme, brži protok proizvoda kroz radna mjesta, skraćivanje trajanja proizvodnog ciklusa te povećanje kapaciteta radnih mjesta i proizvodnih linija unutar cjelokupnog sustava proizvodnje. [5]

U tehnološkom procesu šivanja, radnici su najviše izloženi opasnostima prilikom korištenja univerzalnih i specijalnih šivaćih strojeva koji se razlikuju po razini tehničke opremljenosti i automatizacije. Korištenje ovih strojeva može dovesti do ozljeda, uključujući rizik od zahvaćanja dijelova tijela i odjeće prijenosnim remenima. Ovi

strojevi su, ujedno, i najčešće korišteni u industriji. Univerzalni šivaći strojevi koriste se za spajanje krojnih dijelova, obrubljivanje i šivanje, pri čemu stvaraju šav povezivanjem gornjeg i donjeg konca, što rezultira zrnčanim tipom uboda. Specijalni šivaći strojevi, s druge strane, dizajnirani su za obavljanje specifičnih tehnoloških operacija, poput obrubljivanja rubova, šivanja dvostrukom iglom, jemčenja, ušivanja rukava, izrade poruba sa skrivenim ubodom, spajanja pletiva, te za različite metode spajanja kao što su toplinsko, ultrazvučno i visokofrekventno spajanje. [6]

## 2.1. Opasnosti u odjevnoj industriji

Radna mjesta mogu predstavljati razne rizike koji ugrožavaju sigurnost i zdravlje radnika. Tijekom rada, radnici mogu biti izloženi štetnim utjecajima kao što su kemijski, biološki i fizikalni faktori. Osim toga, obavljanje posla često uključuje različite oblike napora, uključujući statodinamičke, psihofiziološke napore, te naprezanja vida i govora. U procesu šivanja, radnici su posebno izloženi ponavljajućim zadacima i pokretima koji se izvode u vrlo kratkim vremenskim intervalima. Takvo radno mjesto, uz stalno opterećenje uzrokovano dugotrajnim sjedenjem, može brzo dovesti do umora i narušiti zdravstveno stanje radnika, osobito kroz poremećaje mišićno-zglobnog sustava. Kako nalaže Zakon o zaštiti na radu, „poslodavci su obvezni omogućiti povoljne uvjete u radnom prostoru. Najmanje jednom u tri godine trebalo bi provesti ispitivanje čimbenika u radnom okruženju jer izmjerene vrijednosti trebaju biti unutar propisanih granica.“

Nadalje, u Zakonu o zaštiti na radu navodi se da „čimbenici radnog okruženja uključuju mikroklimu, buku, osvjetljenje, prašinu i druge. Poslodavac ima obvezu ispitivanja tih čimbenika kada radni proces utječe na temperaturu, vlažnost i brzinu strujanja zraka; kada je potrebno osigurati odgovarajuću razinu osvjetljenja; kada se pojavljuje buka ili vibracije; kada radni proces stvara plinove, pare, prašinu ili aerosole; te kada postoji mogućnost prisutnosti bioloških štetnosti.“ [7]

Industrija odjeće je radno intenzivna industrija te u tvornicama odjeće zdravlje i sigurnost radnika trebaju biti na prvom mjestu. Radnici su glavni resursi koji održavaju rad stroja u tvornici i proizvodnju željenih proizvoda. [8]

Postoje i neki čimbenici koji su odgovorni za stvaranje opasnosti u radnom okruženju, tj. naporan posao, kao što je nepravilna uporaba osobne zaštitne opreme, stres, nezdrava

radna okolina, loši radni uvjeti itd. Kako bi se spriječili zdravstveni problemi radnika u odjevnoj industriji, važno je da radnici budu svjesni različitih profesionalnih opasnosti. Također je potrebno da uprava poduzme potrebne korake za zaštitu radnika od potencijalno opasnih situacija. Postoje razne opasnosti na radu u odjevnoj industriji, a neke od njih su: [9]

- Ergonomski problemi

Radnici se suočavaju s brojnim problemima kao što su neprikladan namještaj, neodgovarajuća ventilacija i rasvjeta te nedostatak učinkovitih sigurnosnih mjera u slučaju opasnosti. Radnici u takvim jedinicama izloženi su riziku od razvoja raznih profesionalnih bolesti. Poremećaji mišićno-koštanog sustava kao što su sindrom karpalnog tunela, tendinitis podlaktice, bicipitalni tendinitis, bol u donjem dijelu leđa, epikondilitis, bol u vratu, bol u ramenu i osteoartritis koljena neke su od profesionalnih bolesti koje su uočene među radnicima zbog loših ergonomskih uvjeta. [9]

- Mehaničke opasnosti

Mehaničke opasnosti izazivaju različite ozljede, uključujući modrice od udaraca, površinske ozljede, posjekotine, ubodne rane, a u nekim slučajevima i ozbiljnije povrede. Mehaničke opasnosti koje se javljaju u procesu šivanja obuhvaćaju oštre i šiljate predmete u stanju mirovanja (što može dovesti do posjekotina i rana), rotirajuće dijelove (koji mogu zahvatiti dijelove odjeće ili uzrokovati uklještenje), druge pokretne dijelove, kao i rizik od padova radnika pri kretanju na istoj razini. Često se javljaju opasnosti uslijed kretanja po radnim i prometnim površinama, gdje se radnici mogu spotaknuti i pasti zbog pretrpanosti radnog prostora raznim materijalima ili nepravilno postavljenim strojevima. [10]

- Nepovoljna mikroklima

Mikroklima predstavlja stanje radnog prostora i odnosi se na osjećaj radnika pri izmjeni topline s okolinom. Sastoji se od temperature zraka, relativne vlažnosti, brzine strujanja zraka i toplinskog zračenja. U procesu šivanja radnici su izloženi štetnim utjecajima tih elemenata. Strojevi za frontalno fiksiranje, preše za glačanje i ručna glačala povećavaju temperaturu i vlažnost zraka, utječući na mikroklimu u radnom prostoru. [10]

- Izloženost buci

Visoke razine buke primijećene su u većini jedinica koje rade u odjevnoj industriji. Dugoročno, poznato je da izloženost visokim razinama buke oštećuje bubnjić i uzrokuje gubitak sluha. Drugi problemi kao što su umor, izostanak s posla, uznemirenost, tjeskoba, smanjena učinkovitost, promjene u pulsu i krvnom tlaku kao i poremećaji spavanja također su zabilježeni zbog kontinuirane izloženosti buci. Nedostatak učinkovitog održavanja strojeva jedan je od glavnih razloga za zagađenje bukom u većini jedinica. Iako uzrokuje ozbiljne zdravstvene posljedice, odjevne jedinice često zanemaruju izloženost buci jer njihovi učinci nisu odmah vidljivi i nema boli. [11]

### **3. BUKA**

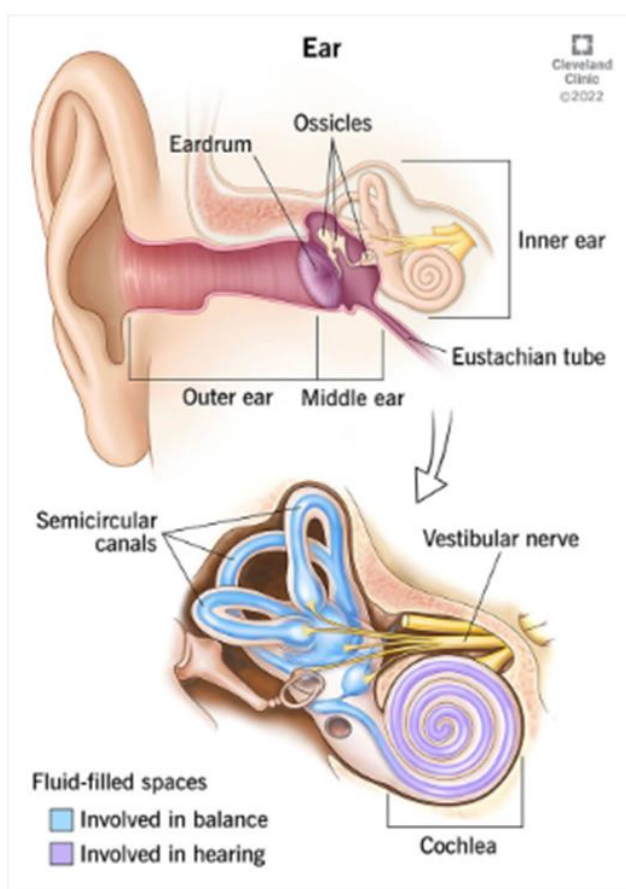
Buka na radnom mjestu opisuje se kao smetnja zvuka koju prima slušni sustav radnika na radnom mjestu. Buka na radnom mjestu i oštećenja sluha najčešći su učinci na rad i zaposlenike koji su prepoznati još od industrijske revolucije, a mnogo je prijavljenih slučajeva uzrokovanih profesionalnim gubitkom sluha na radnom mjestu. [11]

Navodi se da je buka jedna od najistaknutijih fizikalnih štetnosti u radnom prostoru te da njeno smanjenje sve više postaje neodgodiv zadatak, koji se postavlja pred velik krug stručnjaka iz područja različitih djelatnosti. [12]

Buka se može definirati i kao neželjeni uznemiravajući zvuk koji se rasprostire titranjem čestica u zraku. Buka se smatra ozbiljnim problemom moderne civilizacije zbog sve veće raznolikosti i intenziteta njezinih izvora. Osim toga, važno je napomenuti da buka negativno utječe na ljudsko zdravlje, izazivajući povećane fizičke i psihičke tegobe, kao i rizik od oštećenja sluha. Buka se može podijeliti prema načinu širenja, mjestu izvora ili putevima prodiranja. Kada se govori o načinu širenja, ističu se dvije vrste buke, a to su zračna i strukturna. Prema mjestu izvora buka se dijeli na unutarnju i vanjsku, a kada se govori o frekvencijskom području razlikuje se infrazvučna (do 16 Hz), zvučna (16–20.000 Hz) i ultrazvučna (iznad 20.000 Hz). Također postoji i podjela buke prema načinu djelovanja, odnosno kontinuirana te isprekidana. [13]

Na slici 2. prikazana je građa ljudskog uha. Tri glavna dijela uha uključuju vanjsko uho, srednje uho i unutarnje uho. Bubnjić (bubnjić) odvaja vanjsko i srednje uho. Vanjsko uho

naziva se i ušna školjka i sastoji se od izbočene hrskavice i kože te sadrži žlijezde koje izlučuju ušni vosak. Njegov kanal u obliku lijevka vodi do vašeg bubnjića ili bubne opne. Srednje uho počinje s druge strane bubne opne (bubnjić). U ovom području nalaze se tri sićušne kosti koje prenose zvučne vibracije iz bubnjića u unutarnje uho. Srednje uho također sadrži eustahijeve cijevi, koje pomažu u izjednačavanju tlaka zraka u vašim ušima. Unutarnje uho sadrži dva glavna dijela: pužnicu i polukružne kanale. Pužnica je organ sluha i sadrži dvije komore ispunjene tekućinom obrubljene sitnim dlačicama. Kada zvuk uđe, tekućina unutar pužnice uzrokuje vibriranje sitnih dlačica, šaljući električne impulse mozgu. [14]



Slika 2. Građa ljudskog uha. [14]

Pretjerana buka može uzrokovati oštećenje struktura uha. Kada su izložene glasnoj buci, osjetne dlakaste stanice u pužnici mogu postati preopterećene i ozlijeđene. U početku to može rezultirati privremenim gubitkom sluha ili smanjenjem osjetljivosti sluha. Međutim, opetovano ili produljeno izlaganje glasnoj buci može dovesti do trajnog oštećenja, što rezultira trajnim gubitkom sposobnosti sluha. [15]



Oštećenje sluha dijeli se na naglušost i gluhoću. Naglušost je veće ili manje oštećenje sluha, a gluhoća se smatra gubitkom sluha u govornim frekvencijama. Prema oštećenju sluha, stupanj naglušosti se razlikuje kao:

- normalna naglušost od 0 do 20 dB
- laka naglušost od 21 do 40 dB,
- manja naglušost od 41 do 60 dB,
- teška naglušost od 61 do 80 dB,
- gluhoća više od 81 dB [16]

S obzirom na činjenicu da prevelika buka može dovesti do oštećenja sluha, u nastavku je opisan rizik oštećenja sluha ovisno o vremenu u kojem je osoba izložena buci.

- Kod razine buke od 85 dB(A) u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 480 minuta, relativni osjet zvuka je 1,00, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 1.
- Kod razine buke od 88 dB(A) u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 240 minuta, relativni osjet zvuka je 1,22, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 2
- Kod razine buke od 91 dB(A) u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 120 minuta, relativni osjet zvuka je 1,50, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 4
- Kod razine buke od 94 dB(A) u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 60 minuta, relativni osjet zvuka je 1,85, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 8
- Kod razine buke od 95 dB(A) u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 48 minuta, relativni osjet zvuka je 2,00, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 10
- Kod razine buke od 97 dB(A) u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 30 minuta, relativni osjet zvuka je 2,30, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 16
- Kod razine buke od 100 dB(A) u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 15 minuta, relativni osjet zvuka je 2,80, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 12
- Kod razine buke od 103 dB(A) u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 7,5 minuta, relativni osjet zvuka je 3,45, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 64

- Kod razine buke od 105 dB(A) u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 4 minute, relativni osjet zvuka je 4,00, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 100
- Kod razine buke od 109 dB(A) a u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 2 minute, relativni osjet zvuka je 5,25, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 256
- Kod razine buke od 112 dB(A) u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 1 minute, relativni osjet zvuka je 6,50, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 512
- Kod razine buke od 115 dB(A) u ekvivalentnom vremenu izlaganja buci od 0,5 minuta, relativni osjet zvuka je 8,00, a faktor opasnosti za oštećenje sluha je 1000. [17]

Osim gubitka sluha, zagađenje bukom također može uzrokovati još jedno uznemirujuće stanje koje se zove tinitus. Tinitus je karakteriziran percepcijom zvonjenja, zujanja ili drugih fantomskih zvukova bez vanjskih podražaja. Izloženost glasnoj buci može oštetiti stanice dlačica i živčane završetke u pužnici, što dovodi do razvoja tinitusa. Može biti privremen ili kroničan, a u nekim slučajevima tinitus može imati značajan utjecaj na kvalitetu života pojedinca, uzrokujući stres, tjeskobu i poteškoće s koncentracijom. [18]

Izloženost intenzivnoj buci ima direktan (djelovanje buke na osjetilo sluha-auralno djelovanje ili auditivni učinak) ili indirektan utjecaj na zdravlje (djelovanje buke na cijeli organizam - ekstraauralno ili neauditivni učinak).

Što se tiče ekstraauralnih posljedica buke, one uključuju:

- utjecaj na različite organe i tjelesne sustave, kao što su živčani, krvožilni i probavni sustav te hormonski sustav
- utjecaj na ljudsko funkcioniranje i radne sposobnosti, uključujući umni rad, koncentraciju, pozornost, prepoznavanje zvučnih signala, govornu komunikaciju, kao i odmor i san. [19]

Uz spomenuto, kronična izloženost prekomjernim razinama buke može imati niz štetnih učinaka na fizičko i psihičko blagostanje. Jedna od primarnih zdravstvenih posljedica zagađenja bukom je povećan rizik od kardiovaskularnih bolesti. Istraživanja su pokazala da kronična izloženost glasnoj buci može povisiti krvni tlak, ubrzati otkucaje srca i poremetiti normalno funkcioniranje kardiovaskularnog sustava. Stalna izloženost zagađenju bukom povezana je s hipertenzijom, bolestima srca i povećanim rizikom od

srčanog i moždanog udara. Osim toga, zagađenje bukom povezano je s povećanim rizikom od poremećaja povezanih sa stresom. Česta izloženost visokim razinama buke može potaknuti tjelesnu reakciju na stres, što dovodi do povišenih razina hormona stresa kao što je kortizol. Kronični stres može imati širok raspon posljedica, uključujući povećani rizik od tjeskobe, depresije i drugih stanja mentalnog zdravlja. [20]

Buka također negativno djeluje na vid i uzrokuje povećanje zjenica te smanjuje sposobnost zapažanja obrisa. Potiče grčenje i stezanje mišića te smanjenje frekvencije disanja za 1/3, lučenje adrenalina i neoadrenalina. Nadalje, djeluje na mozak i uzrokuje glavobolje, tjeskobu, poremećaj sna te poteškoće u koncentraciji i pamćenju. Zatim negativno utječe na krvne žile, uzrokuje vazokonstrikciju i brže starenje, povećava opasnost od infarkta, uzrokuje povećanje lučenja želučanih sokova i grčeve, a smanjuje plodnost i libido. [21]

Prema razinama štetnosti, buka se klasificira u četiri kategorije:

- a) 30-55 dB(A) – razina psihološkog utjecaja (radnici postaju umorni, razdraženi i osjećaju nelagodu),
- b) 55-85 dB(A) – razina ozbiljnih psiholoških i fizioloških poteškoća (radnici postaju nervozni, psihički nestabilni, gube koncentraciju i motivaciju),
- c) 85-120 dB(A) – razina oštećenja sluha (dugotrajna izloženost ovakvoj buci može uzrokovati oštećenje sluha, uključujući naglušost ili potpuni gubitak sluha),
- d) iznad 120 dB(A) – razina akutnog oštećenja sluha. [22]

Kad se govori o buci u industrijskom okruženju, objašnjava se da ona nastaje zbog kombinacije zvukova različitih frekvencija i intenziteta tokom radnih procesa. Treba naglasiti da buka koju radnik sam proizvodi ima manji učinak na njega nego buka koja dolazi od drugih radnika. Ističe se da se buka može eliminirati na različite načine, a to je smanjenje buke na izvoru, onemogućavanje širenja buke ili korištenjem osobnih zaštitnih sredstava protiv buke. [23]

Razlikuju se tri tripa buke u proizvodnim procesima:

- buka koju stvaraju strojevi s kojima radnik radi
- buka koju stvaraju strojevi ili uređaji s kojima radnik ne radi

- buka koja potiče iz neproizvodnih izvora (klimatski uređaji, transportni sistemi i slično) [24]

Buka ima vrlo negativan učinak na čovjeka, a pogotovo na njegove radne sposobnosti u procesu proizvodnje gdje su radnici stalno izloženi izvorima buke. Da bi se poduzele mjere za smanjenje buke, naglašava se da treba uzeti u obzir činjenicu da se buka širi prostorom bez obzira na to je li nastala u zraku ili je njen izvor zapravo rad određenog stroja. Da bi se postigli zadovoljavajući rezultati u smanjenju buke, postoji niz mjera koje se trebaju uzeti u obzir s ciljem efikasne zaštite od utjecaja buke. Sukladno tome, trebalo bi se voditi sljedećim mjerama:

- koji stroj treba utišati,
- kako je stroj održavan
- hoće li održavanje i servisiranje biti otežano itd. [25]

Postrojenja i procesi u tvornicama koji proizvode buku, a koriste se u proizvodnji, teško se mogu promijeniti bez negativnog utjecaja na proizvodnju. Ovo razumijevanje ne smanjuje napore da se izvori buke, koji nastaju udaranjem i klepetanjem između dijelova strojeva ne uklone. Stoga je potrebno identificirati i pažljivo zaustaviti takve pokrete kao izvore buke. To se može postići zamjenom metalnih komponenti koje proizvode buku, plastičnim, sintetičkim ili drugim odgovarajućim materijalima. Ako takve mjere nisu dovoljne, potrebno je izolirati posebno bučne elemente u radnim procesima strojeva. Staru opremu i strojeve u tvornicama moguće je učiniti tihima bez većih i složenijih zahvata. [25]

### 3.1. Mjerenje buke

Buka predstavlja značajan problem s kojim se ljudi često suočavaju i pokušavaju ga riješiti. Zbog toga su razvijene standardizirane metode za mjerenje razine buke i kriteriji za njenu procjenu, kao i napredni mjerni instrumenti. Propisi, norme i pravila određuju prihvatljive razine buke za različita okruženja, ovisno o njihovoj namjeni i kriterijima kao što su utjecaj na umor i učinkovitost na poslu, razumljivost govora, čujnost zvučnih signala i slično. Mjerenje buke je neophodno jer omogućava objektivno donošenje odluka o potrebnoj zaštiti od buke. Stoga se najprije provode mjerenja i izračuni kako bi se odredila razina buke. [26]

Zbog različitih karakteristika buke i odgovarajućih tehnika mjerenja, velika pažnja posvećuje se tipu mjerenja, njegovom izvođenju i izboru mjernog instrumenta. Razina zvučnog pritiska koji se može dobiti mjerenjem zvuka ne daje uvijek dovoljno informacija na osnovu kojih bi se procijenila štetnost buke za organe sluha ili koje bi poslužile kao polazna točka za planiranje kontrole buke.

Postoji mnogo razloga zašto je važno mjeriti razinu buke u industrijskoj proizvodnji, a nekoliko njih su posebno istaknuti:

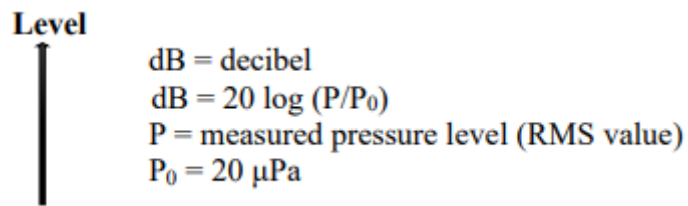
- da bi se utvrdilo jesu li razine buke dovoljno visoke da dovedu do trajnog oštećenja sluha,
- za primjenu ključnih mjera kontrole buke na strojevima i opremi,
- za procjenu emisije buke od svakog pojedinačnog stroja i usporedbu s vrijednostima koje je odredio proizvođač,
- za zaštitu okoline i osiguranje da prekomjerna buka ne utječe na obližnja naselja.

[27]

Nadalje, ističe se da bi instrumenti i metode za mjerenje buke trebali odgovarati standardima koji se odnose na adekvatnu vrstu tehnika koje će se primjenjivati, a kao najvažniji standardi ističu se oni međunarodni koji su objavljeni od strane IEC i ISO. Standardi se odnose na stavke kao što su mjerni instrumenti, način mjerenja buke na različitim tipovima strojeva, računanje stupnja uznemirenja koje uzokuje buka itd. Mjerači razine buke napravljeni su na način da simuliraju ljudsku slušnu sposobnost i da je što bliže i objektivnije predstave. Kako ljudsko uho osim na jačinu zvuka, reagira i na njegovu frekvenciju te vrijeme trajanja, mjerači razine zvuka moraju izraziti i njihove vrijednosti. [27]

Imajući u vidu činjenicu da buka predstavlja promjenu pritiska u zraku, prije svega treba odrediti veličinu ovih promjena pritiska. Zvučni signali su često složene prirode tako da se njihova srednja kvadratna vrijednost, poznata kao efektivna vrijednost, upotrebljava za mjerenje nivoa buke, jer je ova veličina direktno povezana sa energijom koju sadrži signal. Zbog toga je najpraktičnije upotrebljavati logaritamsku skalu za mjerenje nivoa zvučnog signala. Tada se zvuk mjeri u decibelima (dB) iznad referentnog 0 decibela (dB), koji odgovara apsolutnom pritisku od od  $20 \mu\text{N}/\text{m}^2$  ili  $20 \mu\text{Pa}$  (mikro paskala). Ovaj

referentni nivo prikazan na skali (Slika 4.) odgovara nivou zvuka koji se čuje na 1.000 Hz. [27]



**Level**  
↑  
dB = decibel  
 $dB = 20 \log (P/P_0)$   
P = measured pressure level (RMS value)  
 $P_0 = 20 \mu Pa$

Slika 3. Logaritamska skala za mjerenje nivoa zvučnog signala. [27]

Za mjerenje jačine zvuka koristi se uređaj pod nazivom zvukomjer koji treba ispunjavati određenu tehničku specifikaciju u skladu s normom HRN EN 60804 ili IEC 61672. [27]

Zvukomjer je instrument za mjerenje razine zvučnog tlaka koji je konstruiran tako da prima zvuk na približan način kao i ljudsko uho i daje povratne informacije mjerenja zvučnog tlaka. Danas takvi instrumenti mogu biti bilo što, od jednostavnih uređaja s analognim filtrima i detektorima i mjerачem pokretne zavojnice do naprednih digitalnih analizatora. Funkcionira tako da mikrofون pretvara zvuk u električni signal koji se širi i prolazi kroz različite filtere. Nakon toga signal se ujednačuje i usrednjuje pomoću detektora, a rezultat se pretvara u decibele i prikazuje na zaslonu. [28]

Kada se mjeri intenzitet zvuka, mikrofон zvučnog mjerачa treba biti usmjeren prema izvoru buke. Također, trajanje mjerenja treba biti dovoljno dugo kako bi se očitane vrijednosti razlikovale za manje od 0,5 dB. Spominje se i da se za mjerenje jačine zvuka mogu koristiti digitalni uređaji koji mjere buku u mjernom području od 30 dB do 130 dB na frekvencijama između 31,5 Hz i 8 kHz. Na slici 3. prikazan je primjer uređaja za mjerenje zvuka. [29]



Slika 4. Primjer uređaja za mjerenje zvuka. [29]

Slijede kronološki koraci kod mjerenja buke pri radu i utvrđivanju osobne izloženosti buci.

- analiza posla koja treba sadržavati dovoljno informacija o radu i radnicima tako da se može odabrati odgovarajuća strategija mjerenja i planirati provedba mjerenja.
- izbor strategije mjerenja, a normom su određene dvije strategije mjerenja – mjerenja temeljena na radnim zadacima, mjerenja temeljena na radnim mjestima i cjelodnevna mjerenja.
- provedba mjerenja kod koje osnovna mjerna veličina mora biti  $L_p$ , A, eqT, a dodatno po potrebi mjeri se i  $L_p$ ,  $C_{peak}$ , s tim da mjerenja trebaju slijediti odabranu strategiju.
- postupanje s greškama i mjernom nesigurnošću znači da se trebaju ocijeniti izvori grešaka kao i mjerne nesigurnosti koje mogu utjecati na rezultate.
- izračun i prikazivanje rezultata mjerenja i mjerne nesigurnosti odnosi se na činjenicu da treba izračunati LEX, 8h kako je specificirano za odabranu strategiju i mjernu nesigurnost sukladno Dodatku C norme. [30]

#### 4. ZAŠTITA OD BUKE

Zaštita od buke obuhvaća različite koordiniranih postupke kako bi se postignulo prihvatljivo stanje buke u radnom i životnom okolišu. Problem nastanka buke može se podijeliti na tri sastavnice, a to su izvor buke (mjesto emisije), putovi širenja buke i prijemni prostor (ugrožena osoba). Također, postupak sustavnog rješavanja buke može se promatrati kroz sljedeće cjeline:

- definiranje cilja na temelju zakona,
- određivanje akustičkih svojstava izvora zvuka,
- analiza puta širenja zračne i strukturne komponente zvuka,
- prognoziranje razine buke,
- izbor i optimalizacija mjera zaštite zbog ostvarenja postavljenog cilja,
- ispitivanje i ocjena. [31]

Pravilnikom o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu „poslodavac prije svega stavlja na raspolaganje odgovarajuću i dobro prilagođenu osobnu zaštitnu opremu za zaštitu sluha s preporukom da je radnici upotrebljavaju kada izloženost buci prelazi donju upozoravajuću granicu izloženosti ( $L_{Ex8h}=80$  dB(A),  $L_{epeak}=112$  Pa (135 dB(C)).“

Uz to, ističe se da „poslodavac treba radnicima osigurati odgovarajuću zaštitnu opremu za zaštitu sluha i kontrolirati njezinu upotrebu kada je izloženost jednaka ili viša od gornje upozoravajuće granice izloženosti ( $L_{Ex8h}=85$  dB(A),  $L_{epeak}=140$  Pa (137 dB(C)).“ [32]

Prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu, „tijekom obavljanja rada ne smiju se prijeći granične vrijednosti izloženosti tijekom osmosatnog radnog dana, odnosno za poslove gdje dnevna razina izloženosti buci varira iz dana u dan granična vrijednost se ne smije preći na tjednoj bazi.“

U Pravilniku se ističe i da „poslodavci trebaju osigurati mjerenja razine buke od strane ovlaštenih osoba te, sukladno tome, procjenjivati rizike i donositi mjere za smanjenje razine izloženosti buci.“ [32]



Naglašava se da, „ukoliko nije moguće organizacijom rada ili promjenom radnih procesa, tehnologija i radne opreme smanjiti izloženost buci, poslodavac treba osigurati osobnu zaštitnu opremu. Uz to, ako razina buke prelazi donju upozoravajuću vrijednost, poslodavac je dužan staviti na raspolaganje osobnu zaštitnu opremu s preporukom za korištenje, odnosno za buku iznad gornje upozoravajuće vrijednosti treba svakom radniku osigurati odgovarajuću opremu za zaštitu sluha.“ [32]

U Pravilniku se navodi da „ako se unatoč prethodno opisanim aktivnostima dogodi da razina buke prelazi granične vrijednosti, onda poslodavac treba poduzeti dodatne mjere za smanjenje buke iznad tih vrijednosti, utvrditi zašto je došlo do prekoračenja te provesti mjere da se smanji izloženost buci.“ [32]

Također je važno da se radnike upozna s rizicima i opasnostima od buke te mjerama koje se provode, kako se provode, koje su granične vrijednosti, koje su njihove obveze korištenja zaštitnih sredstava i druge stavke vezane uz opasnosti od buke i procjenu rizika.

Kod provođenja zaštite od buke na radu, prema Pravilniku, poslodavac se treba savjetovati s radnicima i njihovim predstavnicima, a posebno kod:

- procjene rizika i utvrđivanja zaštitnih mjera
- aktivnosti uklanjanja ili smanjenja rizika od buke na radu
- odabira osobne zaštitne opreme za zaštitu sluha. [32]

Osim spomenutog, kod obveza poslodavca navodi se da je dužan radnicima koji su izloženi buci koja je jednaka ili viša od donje upozoravajuće vrijednosti izloženosti osigurati podatke o toj izloženosti te ih osposobiti u kontekstu rizika od buke. [32]

U nastavku su prikazane dozvoljene razine buke u odnosu na zahtjeve različitih vrsta poslova. One uključuju razinu buke na radnom mjestu koja dolazi iz proizvodnih i neproizvodnih izvora (poput ventilacije, klimatizacije, prometa itd.).

1. Za najzahtjevnije intelektualne poslove koji zahtijevaju visoku koncentraciju, veliku odgovornost te kompleksno upravljanje, dozvoljena razina buke iz proizvodnih izvora iznosi 45 dB(A), dok iz neproizvodnih izvora iznosi 40 dB(A).
2. Kod poslova koji pretežno uključuju intelektualni rad, kreativno razmišljanje, donošenje dugoročnih odluka, istraživanje i projektiranje, maksimalna dozvoljena

razina buke iz proizvodnih izvora je 50 dB(A), dok je iz neproizvodnih izvora ograničena na 40 dB(A) .

3. Za zahtjevnije uredske poslove, liječničke ordinacije, sale za sastanke, školsku nastavu i neposrednu verbalnu ili telefonsku komunikaciju, maksimalna dozvoljena razina buke iz proizvodnih izvora je 55 dB(A), dok je iz neproizvodnih izvora ograničena na 45 dB(A).
4. Kod manje zahtjevnih uredskih poslova, rutinskog intelektualnog rada koji zahtijeva koncentraciju ili komunikaciju, maksimalna razina buke iz proizvodnih izvora iznosi 60 dB(A) , dok je iz neproizvodnih izvora 50 dB(A).
5. Za manje zahtjevne, pretežno mehanizirane uredske poslove, prodaju, upravljanje složenim sustavima, fizičke poslove koji zahtijevaju veliku pažnju i koncentraciju, te zahtjevne montažne poslove, dozvoljena razina buke iz proizvodnih izvora iznosi 65 dB(A), a iz neproizvodnih izvora 55 dB(A) .
6. Kod poslova koji uključuju pretežno mehanizirane uredske zadatke, zahtjevno upravljanje sustavima, rad u upravljačkim kabinama, fizičke poslove koji zahtijevaju stalnu usredotočenost, nadzor sluhom ili rad temeljen na zvučnim signalima, maksimalna razina buke iz proizvodnih izvora iznosi 70 dB(A), dok je iz neproizvodnih izvora 60 dB(A).
7. Za manje zahtjevne fizičke poslove koji traže koncentraciju i oprez, kao i manje zahtjevno upravljanje sustavima, dozvoljena razina buke iz proizvodnih izvora iznosi 75 dB(A), a iz neproizvodnih izvora 65 dB(A).
8. Kod rutinskih fizičkih poslova gdje je potrebna točnost i osluškivanje okoline, maksimalna dozvoljena razina buke iz proizvodnih izvora je 80 dB(A), dok je iz neproizvodnih izvora 65 dB(A). [32]

Prema Pravilniku, smatra se da je rad ometan bukom, ako su prilikom obavljanja određenih poslova prekoračene ekvivalentne razine buke navedene u tablici. Ako se utvrdi da je rad ometan bukom, nalaže se da poslodavac mora proučiti mogućnosti za smanjenje smetnji odnosno osigurati da toj buci bude izložen što manji broj radnika. [32]

Pravilnik nalaže opća načela prevencije kojima se može otkloniti ili smanjiti izloženost buci:

1. druge metode rada koje omogućuju kraću izloženost buci

2. odabir odgovarajuće radne opreme, s obzirom na poslove koji se obavljaju, koja emitira najmanju moguću razinu buke uključujući i mogućnost da se radnicima stavi na raspolaganje radna opremu čija je svrha ili učinak ograničavanje izloženosti buci
3. projektiranje i planiranje mjesta rada i radilišta
4. odgovarajuće informiranje i osposobljavanje kojim će se upoznati radnike s korištenjem radne opreme na ispravan način kako bi se njihova izloženost buci smanjila na najmanju moguću mjeru
5. smanjenje buke primjenom osnovnih pravila zaštite na radu
6. smanjenje zračne komponente buke, kao što je pomoću zaslona, akustičkim oklopima, zvučno apsorpcijskom obradom prostora i drugim mjerama
7. smanjenje strukturne komponente buke, kao što je prigušivanjem ili izolacijom
8. odgovarajući programe održavanja radne opreme, mjesta rada i radnih sustava
9. smanjenje razine buke organizacijom rada
10. ograničavanje trajanja i izloženosti buci
11. odgovarajući radni raspored s primjerenim odmorima. [32]

#### 4.1. Provedba mjera za zaštitu od buke

U skladu s Pravilnikom o zaštiti radnika od izloženosti buci na radnom mjestu, rizici povezani s izloženošću buci trebaju se ukloniti na izvoru ili smanjiti na najnižu moguću razinu.

Navode se vrste osobne zaštitne opreme za zaštitu od sluha, a to su ušni čepovi, ušni štitnici i otoplastika.

- ušne štitnike (prema normi HRN EN 352 – 1. dio) radnik nosi preko ušiju, a pričvršćuje ih direktno na kacigu ili posebnim držačem (preko glave, ispod brade, na zatiljku). Ovisno o materijalu i izvedbi ušnim štitnicima moguće je prigušiti

buku u rasponu od 21 do 36 dB (SNR) kao i u različitim kombinacijama HML frekvencijskih vrijednosti.

- ušne čepove (prema normi HRN EN 352-2. dio) radnik stavlja u ušni kanal ili ušnu šupljinu, a izrađuju se od specijalne zaštitne vate ili umjetnih materijala (poliuretanska pjena ili silikon). Mogu biti za jednokratnu ili višekratnu uporabu, formabilni ili prethodno formirani, a koriste se kao odvojeni ili povezani trakom ili čvrstim držačem koji se namješta ispod brade ili na zatiljku. Ovisno o materijalu i vrsti izvedbe mogu prigušiti buku u rasponu od 23 do 37 dB (SNR).
- za otoplastiku se nalaže da se izrađuje prema individualnim mjerama korisnika i da se nosi u ušnom kanalu. [32]

Što se tiče njihove primjene, upotreba ušnih štitnika preporučuje se na poslovima do kojih dolazi do kratkotrajne izloženosti djelovanja prekomjerne buke i na poslovima na kojima dolazi do impulsne, povremene buke. S druge strane, ušni čepovi koriste se na poslovima kod kojih postoji trajna izloženost prekomjernoj buci. [33]

Kada je izloženost radnika buci veća od 100 dB(A), obavezno je koristiti i ušne čepiće i zaštitu za uši zajedno. Treba naglasiti da će primjena ove kombinirane zaštite pružiti dodatno smanjenje buke od svega 5 do 10 dB(A). Preporuka je da niti ovakva zaštita nije dovoljna u slučajevima osobne dnevne izloženosti iznad 105 dB(A). Također, preporučuje se da razina buke na uhu radnika koji koristi zaštitu ne bude niža od 70 dB(A), kako bi se omogućila čujnost signala upozorenja i komunikacija. Proizvođači su obavezni pružiti podatke o učinkovitosti smanjenja buke od strane zaštite sluha, što se obično nalazi u pratećoj dokumentaciji uz ovu zaštitnu opremu. Uz to, učinkovitost osobne zaštitne opreme uvelike se smanjuje ako oprema radniku ne pristaje odgovarajuće ili je radnik nosi samo u dijelu vremena izloženosti buci. Za održavanje njezine učinkovitosti ne smije biti izmjena na njoj. U smislu postizanja punog učinka, oprema se mora nositi tijekom čitavog radnog vremena. Ako se oprema nosi samo kratko vrijeme, zaštitni učinak se znatno smanjuje. Poslodavac treba omogućiti izbor radnicima osobne zaštitne opreme koja im najbolje odgovara, a koja rizike za sluh uklanja ili smanjuje na najmanju moguću mjeru. Obveza je poslodavca osiguranje nošenja osobne zaštitne opreme te provjera učinkovitosti mjera zaštite od buke. [33]

Svaki problem prevelike buke može se promatrati kao sustav koji se sastoji od tri osnovna dijela, a to su izvor buke (mjesto emisije), putevi širenja zvuka i prijemni prostor (ugrožene osobe, mjesto emisije). Na svakom elementu akustičkog sustava može se primijeniti neka od mjera za smanjenje buke, ali to ovisi o rezultatima optimizacije kojom se željeni učinak dobiva uz što manje troškove i gubitke. [33]

bi se problemi s bukom sustavno rješavali tijekom planiranja, potrebno je:

- postaviti ciljeve u skladu s normama, propisima i drugim zahtjevima,
- utvrditi akustička svojstva izvora zvuka,
- analizirati puteve širenja zvuka, uključujući zračnu i strukturnu komponentu,
- odabrati i optimizirati mjere zaštite od buke kako bi se postigli postavljeni ciljevi,
- predvidjeti razine buke,
- mjeriti razinu buke i provesti procjenu. [33]

Mjere zvučne zaštite mogu se podijeliti na tri vrste, a to su arhitektonsko planske mjere, tehničko-akustične mjere i osobna zaštita.

Arhitektonsko planskim mjerama pripada:

- izbor malobučnih strojeva
- redovito održavanje strojeva
- vremensko ograničenje rada bučnih strojeva
- pravilan raspored strojeva
- prostorno odvajanje izvora buke i prostorija
- raspored izvora i drugih objekata. [33]

Kod tehničko-akustičnih mjera, autorica razlikuje sljedeće vrste:

Na izvorima zvuka (sprječavanje emisije):

- izolacija i oklapanje izvora
- prigušenje strukturnoga zvuka
- zvučni prigušivači u kanalima

Na putu širenja zvuka:

- izolacija i apsorpcija zračnoga zvuka
- izolacija i prigušenje strukturnoga zvuka

Na mjestu emisije:

- izolacija i apsorpcija zvuka
- izolacija i prigušenje strukturnogazvuka
- zvučni prigušivači u kanalima [33]

Kos osobne zaštite spominje ušne čepiće i tampone, ušne štitnike i kacige.

Ako se pokusnim mjerenjem ustanovi da buka na nekom radnom mjestu prekoračuje razinu od 80 dB(A), mora se odrediti dnevna ili višednevna (odnosno tjedna) izloženost buci. [33]

U dokumentu Hrvatskog zavoda za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu, odabir osobne zaštitne opreme provodi se na temelju:

- razine buke na mjestu rada
- kompatibilnosti s ostalom zaštitnom opremom
- uvjeta rada – temperatura, vlažnost,
- podnošljivosti i udobnosti pri uoprabi opreme radniku koji će je koristiti
- afiniteta radnika koji će je koristiti

Uz to, navodi se da se oprema za zaštitu od sluha provodi na način da odgovara određenom poslu, osigurava odgovarajući zaštitu i dovoljno je udobna da je se prihvati i nosi za vrijeme izloženosti buci. [34]

Kada se govori o tehnikama smanjenja i kontrole buke u odjevnoj industriji, smatra se da ono počinje tijekom procesa projektiranja novih objekata i renoviranja postojećih. Potrebno je angažirati kvalificirane inženjere i arhitekte za projektiranje radnog mjesta i bit će jednostavnije kontrolirati tehnike prije instalacije stroja i drugih aspekata. Prije kupnje bilo čega treba pitati proizvođača o buci i drugim tehničkim parametrima koji se odnose na stvaranje buke. Tretiranje izvora industrijske buke na samom izvoru jedan je

od najučinkovitijih načina kontrole zagađenja bukom. Proizvođači sve više integriraju tehnologije za smanjenje buke u dizajn svoje opreme i strojeva. Optimiziranje industrijskih procesa može dovesti do tišeg rada i općenito poboljšane učinkovitosti. Ulaganjem u tiše tehnologije, redovitom nadogradnjom svoje opreme i zvučnom izolacijom svojih strojeva akustičnim pokrivačima, industrije se mogu proaktivno pozabaviti problemima zagađenja bukom. [34]

Pod tehničkom kontrolom buke smatra se manjenje industrijske buke na izvoru, uzduž prijenosnog puta između opreme i radnika ili kod primatelja (radnika). Učinkovit pristup je korištenje akustičnih pokrivača. Instaliranje izolatora i prigušivača vibracija može minimizirati prijenos buke i vibracija koje se prenose čvrstim materijalom kroz konstrukcijske elemente. [35]

Administrativna kontrola odnosi se na obuku osoblja o buci i njezinim posljedicama, kao i tehniku rotacije posla u područje visoke razine buke i područje niske razine buke kako bi se ukupna razina buke održala konstantnom, budući da ova tehnika kontrole nije učinkovita jer postoji praznina u tehnološkom smislu za smanjenje buke. U ovaj tip kontrole uključeno je i stvaranje mirnih zona odmora i provedbu programa očuvanja sluha. Redoviti treninzi i edukacije o važnosti zaštite od buke i pravilnom korištenju sredstava za zaštitu sluha također su ključni. [35]

Spominje se i inženjerska kontrola koju bi trebalo ocijeniti prije istraživanja složenijih rješenja i ova tehnika uključuje aspekte:

- 1) Pravilno održavanje.
- 2) Promjena operativnih postupaka
- 3) Zamjena operativnih postupaka
- 4) Primjena tretmana prostorija
- 5) Premještanje opreme
- 6) Jednostavne strojne obrade
- 7) Korištenje odgovarajuće brzine stroja. [36]

## **5. EKSPERIMENTALNI DIO**

U ovom dijelu rada predstaviti će se istraživanje koje je provedeno u pogonu proizvodnje odjeće. U vremenskom razdoblju od pet minuta provedeno je mjerenje buke na dvije vrste šivaćih strojeva – univerzalnom šivaćem stroju i specijalnom šivaćem stroju. Za specijalni šivaći stroj izvršeno je mjerenje na devet mjesta dok je za univerzalni šivaći stroj izvršeno mjerenje na sedam mjesta. Cilj istraživanja bio je ispitati koliku razinu buke proizvode spomenuti šivaći strojevi kako bi se uvidjelo jesu li te razine buke unutar dopuštene razine od 80 dB(A). Mjerenje razine buke u pogonu provedeno je digitalnim uređajem za mjerenje buke tt. Metrel oznake Multinorm M1620 u spoju sa zvučnom sondom oznake A1146.

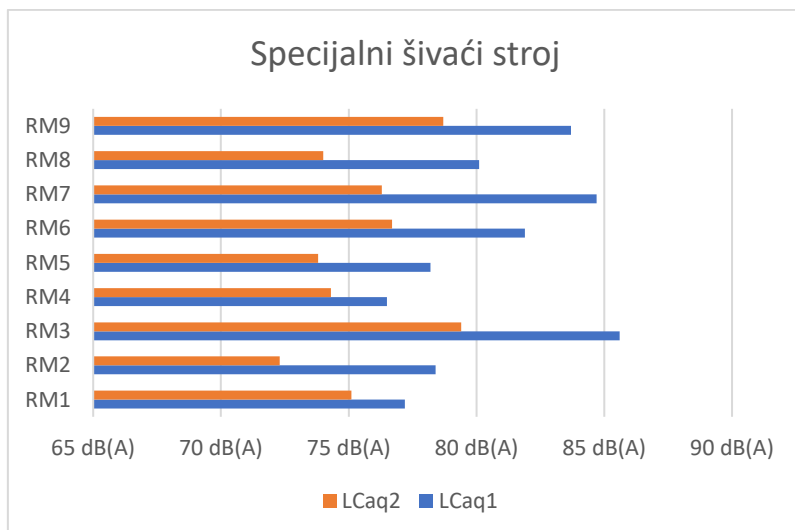
Tehnološke operacije šivanja mogu se klasificirati kao pretežno rutinski fizički rad koji zahtijeva preciznost i praćenje okoline putem sluha, uz maksimalnu dozvoljenu razinu buke od 80 dB(A). Prema trenutnim propisima, razine buke iznad 80 dB(A) zahtijevaju primjenu dodatnih mjera za zaštitu sluha od potencijalnog oštećenja.

## **6. REZULTATI I RASPRAVA**

Kod specijalnog šivaćeg stroja mjerile su se sljedeće vrijednosti:  $L_{caq1}$  (vremenski ekvivalentna razina buke u prvom kanalu),  $L_{AFmax2}$  (najviše vremenski vrednovana razina buke),  $L_{AFmin1}$  (najniže vrednovana razina buke), i  $L_{caq2}$  (vremenski ekvivalentna razina buke u drugom kanalu).

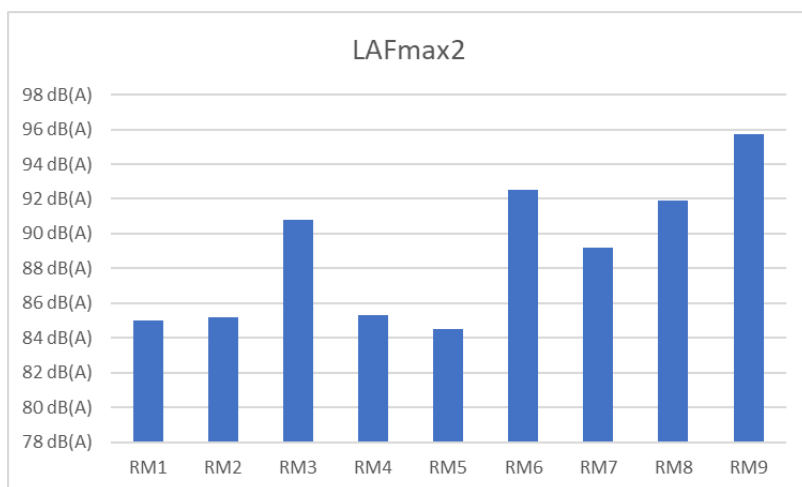
Kod specijalnog šivaćeg stroja izmjereno na 9 mjesta, u prvom kanalu (Slika 5) pokazano je da se ekvivalentna razina buke kreće između 76,5 i 85,6 dB(A) dok se u drugom kanalu kreće između 72,3 i 79,4 dB(A).





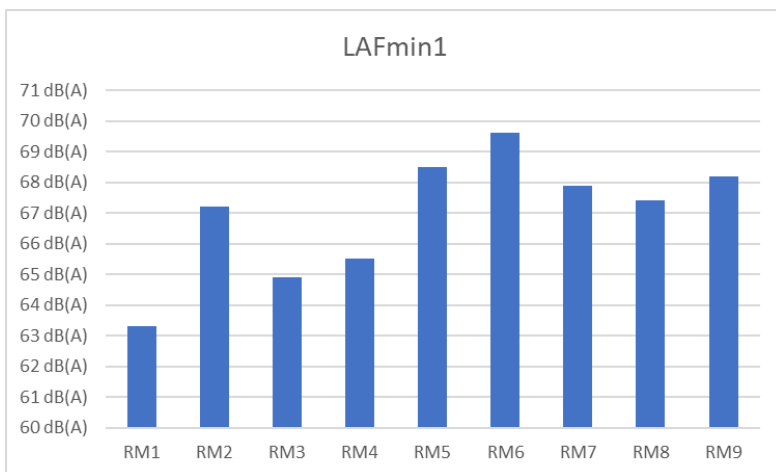
Slika 5. Ekvivalentna razina buke za specijalni šivaći stroj

Kod specijalnog šivaćeg stroja izmjereno na 9 mjesta, najviše vrednovana razina buke (Slika 6) je između 84,5 i 95,7 dB(A).



Slika 6. Najviše vrednovana razina buke za specijalni šivaći stroj

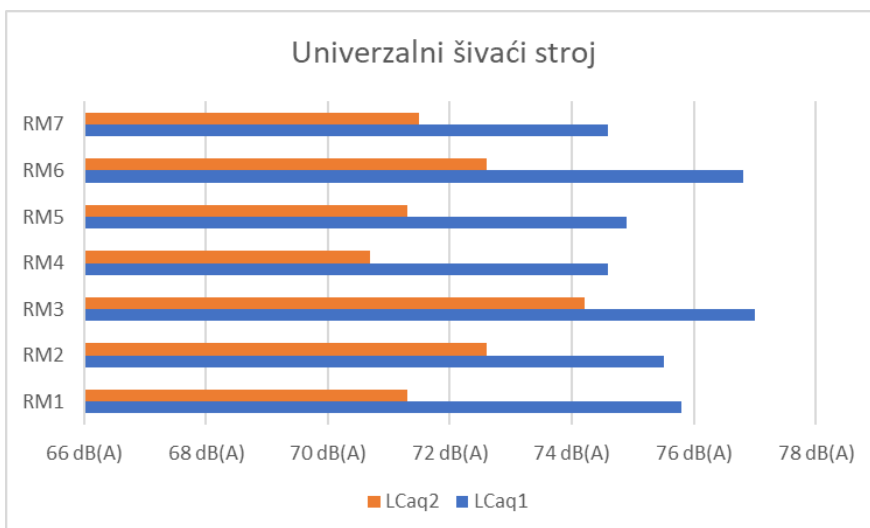
Kod specijalnog šivaćeg stroja izmjereno na 9 mjesta, najmanje vrednovana razina buke (Slika 7) nalazi se između 63,3 i 69,6 dB(A).



Slika 7. Najmanje vrednovana razina buke za specijalni šivaći stroj

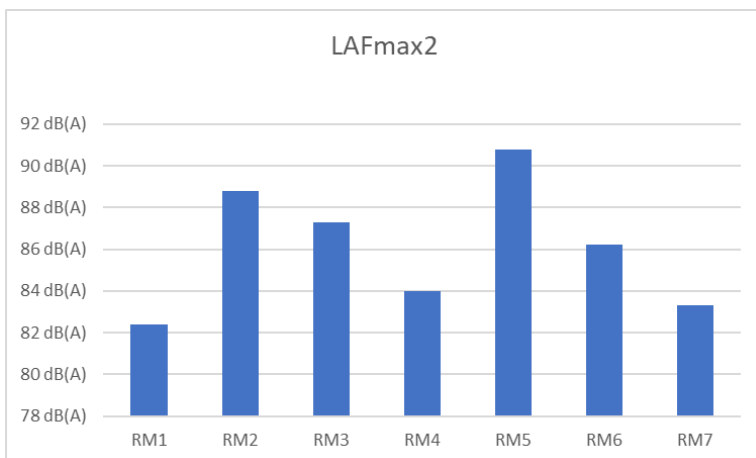
Za univerzalni šivaći stroj mjerile su se iste vrijednosti: Lcaq1 (vremenski ekvivalentna razina buke u prvom kanalu), LAFmax2 (najviše vremenski vrednovana razina buke), LAFmin1 (najniže vrednovana razina buke), i Lcaq2 (vremenski ekvivalentna razina buke u drugom kanalu).

Kod univerzalnog šivaćeg stroja izmjereno na 7 mjesta, u prvom kanalu vremenski ekvivalentna razina zvuka izmjerena je između 74,6 i 76,8 dB(A) dok je u drugom kanalu između 70,7 i 74,2 dB(A) (Slika 8).



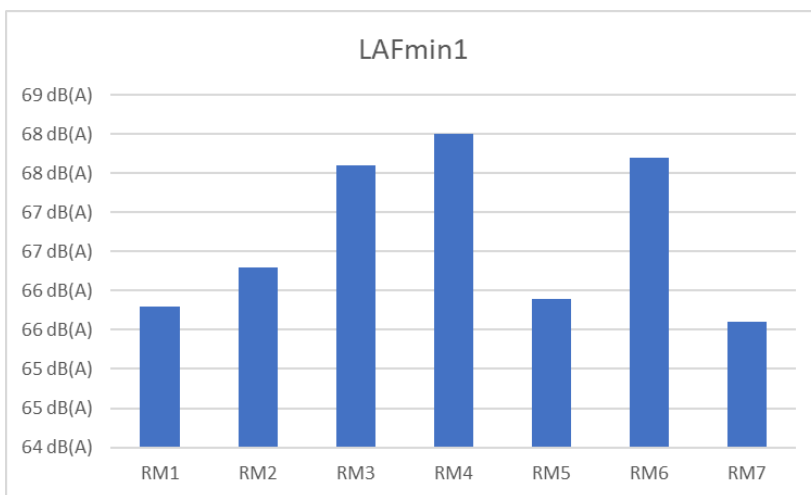
Slika 8. Ekvivalentna razina buke za univerzalni šivaći stroj

Kod univerzalnog šivaćeg stroja izmjereno na 7 mjesta, najviše vremenski vrednovana razina buke na radnim mjestima kreće se između 82,4 i 90,8 dB(A) (Slika 9).



Slika 9. Najviše vremenski vrednovana razina buke za univerzalni šivaći stroj

Kod univerzalnog šivaćeg stroja izmjereno na 7 mjesta, najniže vremenski vrednovana razina buke nalazi se između 65,6 i 68 dB(A) (Slika 10).



Slika 10. Najniže vremenski vrednovana razina buke za univerzalni šivaći stroj

Provedeno je istraživanje razine buke na dvije vrste šivaćih strojeva – specijalnom i univerzalnom šivaćem stroju u kojem je provedeno mjerenje na devet specijalnih šivaćih strojeva i sedam univerzalnih. U tehnološkom procesu šivanja u realnom proizvodnom procesu, pokazano je da na specijalnom šivaćem stroju ekvivalentna razina buke u prvom kanalu prelazi dopuštenu razinu buke od 80 dB(A). Izmjerena je buka od čak 85,6 dB(A) što pokazuje da je prisutna opterećenost bukom za radnike koja nakon duljeg perioda

izlaganja i rada na stroju može utjecati na njihovo zdravlje. Dobro je što je ta razina buke izmjerena samo u prvom kanalu dok u drugom kanalu ne prelazi graničnu vrijednost. Iako ovaj rezultat ne prelazi drastično 80 dB(A), u budućnosti se to može i povećati ukoliko se ne budu provodile adekvatne mjere za zaštitu od buke. Prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu, radnik koji u osmosatnom radnom danu jedan sat dnevno provodi radeći na stroju gdje se javlja buka veća od 80 dB(A) je potencijalno ugrožen te je potrebno provesti proračun normalizirane dnevne izloženosti buci. Ostali rezultati ekvivalentne razine buke pokazali su da ona ne prelazi graničnu vrijednost tako da radnici u tom slučaju nisu preopterećeni bukom. Najviše vrednovana razina buke također prelazi graničnu vrijednost jer je kod specijalnog šivaćeg stroja izmjerena s čak 95,7 dB(A), a kod univerzalnog 90,8 dB(A).

## **7. ZAKLJUČAK**

Industrija proizvodnje odjeće je radno intenzivna industrija i samim time radnici su izloženi velikom naporu, uključujući i glasnim strojevima koje svakodnevno koriste. Iako se zvuk strojeva ne može spriječiti, zbog prirode posla radnici koji proizvode odjeću ne bi smjeli raditi bez zaštitne opreme koja će zaštititi njihov sluh. Ovo istraživanje pokazalo je da buka vrlo lako može prijeći graničnu vrijednost i postati previše intenzivna za radnike. Razina buke koja prelazi dopuštenu granicu od 80 dB(A), s izmjerenih 85,6 dB(A) u prvom kanalu specijalnog šivaćeg stroja, predstavlja značajan rizik za radnike. Dugotrajno izlaganje takvoj razini buke može dovesti do oštećenja sluha, povećanog stresa, pa čak i do kardiovaskularnih problema. Nadalje, najviša izmjerena razina buke od 95,7 dB(A) dodatno naglašava hitnu potrebu za učinkovitom zaštitom radnika. U budućnosti je potrebno provoditi redovite procjene i proračune normalizirane dnevne izloženosti buci kao i primijeniti odgovarajuće preventivne mjere kako bi se spriječila potencijalna štetnost prekomjerne buke u radnom okruženju. Ovo istraživanje ukazuje na važnost implementacije i stroge primjene mjera zaštite na radu, s posebnim naglaskom na zaštitu od buke. Redovito praćenje razine buke u proizvodnim pogonima, osiguravanje korištenja odgovarajuće zaštitne opreme te edukacija radnika o rizicima povezanim s bukom, trebali bi biti prioriteti svakog poslodavca u industriji. Ključno je da se poslodavci pridržavaju zakonskih regulativa i kontinuirano rade na poboljšanju radnih uvjeta kako bi

smanjili izloženost radnika štetnim učincima buke. Kako bi se smanjila buka, prije svega je potrebno otkriti njen izvor, a u ovom slučaju to su zastarjeli šivaći strojevi koji bi trebali biti zamijenjeni novim i tišim strojevima, dizajniranim na način da ne proizvode veliku buku. Ukoliko tvrtka nije u mogućnosti uložiti u nove strojeve, postojeće strojeve trebalo bi redovno održavati i oklopiti kako bi se spriječilo širenje buke ili obložiti zidove materijalom koji upija zvuk. Svakako bi radnicima trebala biti omogućena kvalitetna oprema za zaštitu od buke kojom će se barem smanjiti njen negativan utjecaj na zdravlje i svakodnevni život. Još jedan prijedlog je i reorganizacija rada kojom bi se omogućilo da radnici dio svog radnog vremena mogu provesti u manje bučnoj okolini te da imaju dovoljne pauze u izloženosti buci. Radnici osmosatno radno vrijeme provode radeći za spomenutim strojevima i vrlo je važno koristiti nove mogućnosti rada i opreme kako bi se poboljšala kvaliteta rada i omogućila manja izloženost buci. U konačnici, rezultati ovog istraživanja naglašavaju ne samo potrebu za tehničkim poboljšanjima i zaštitnim mjerama, već i za promjenom svijesti o važnosti zaštite zdravlja radnika. Zdravlje i sigurnost radnika trebaju biti u središtu svakog proizvodnog procesa, a usvajanje i provođenje adekvatnih mjera zaštite od buke ključan je korak u postizanju tog cilja.

## LITERATURA

- [1] H. Š. A. Kirin S., "Karakteristike rada i istraživanje radnog opterećenja u odjevnoj industriji," *Sigurnost*, vol. 65, no. 3, pp. 269-282, 2023.
- [2] H. t. enciklopedija., "Odjevna tehnologija," [Online]. Available: <https://tehnika.lzmk.hr/odjevna-tehnologija/>.
- [3] B. Rogina Car, "Obilježja radnog mjesta u tehnološkom procesu šivanja odjeće.," *Sigurnost*, vol. 63, no. 2, pp. 181-188, 2021.
- [4] S. ., V. u. K. 4.-4. 2. Kirin, "Ergonomija na šivaćim radnim mjestima," in *Zbornik radova 3. međunarodnog stručnoznanstvenog skupa zaštita na radu i zaštita zdravlja*, Karlovac, 2010.
- [5] S. D. Z. F. R. S. Kirin, "Preoblikovanje radnog mjesta u tehnološkom procesu šivanja pomoću računala.," *Tekstil*, vol. 63, no. 1-2, pp. 1-13, 2014.
- [6] A. z. s. o. i. o. odraslih., "Osnove strojnog šivanja," 2023. [Online]. Available: [https://edu.asoo.hr/wp-content/uploads/2024/03/8\\_Osnove-strojnog-%C5%A1ivanja\\_FINALNO.pdf](https://edu.asoo.hr/wp-content/uploads/2024/03/8_Osnove-strojnog-%C5%A1ivanja_FINALNO.pdf).
- [7] B. Rogina-Car, "Obilježja radnog mjesta u tehnološkom procesu šivanja odjeće.," *Sigurnost*, vol. 63, no. 2, pp. 181-188, 2021.
- [8] P. Sarkar., "Workers Health and Safety in the Apparel Industry," [Online]. Available: [https://www.onlineclothingstudy.com/2015/10/workers-health-safety-apparel-industry.html#google\\_vignette](https://www.onlineclothingstudy.com/2015/10/workers-health-safety-apparel-industry.html#google_vignette).
- [9] P. R. D. Thatshayini, "Occupational safety and health hazards of appareal sector: perspective of northern province employees of Sri Lanka," *Journal of Business Studies*, vol. 5, no. 1, pp. 26-47, 2018.
- [10] B. Rogina-Car, "Obilježja radnog mjesta u tehnološkom procesu šivanja odjeće.," *Sigurnost*, vol. 63, no. 2, pp. 181-188, 2021.
- [11] B. N. S. M. Athirah, "Occupational Noise Exposure Among Airport Workers in Malaysia: An Ergonomic Investigation.," *Journal of Physics*, vol. 1262, 2019.
- [12] D. Z. z. u. s. d. Varžić, "Buka na radu – rizici – metode utvrđivanja izloženosti buci i mjere zaštite radnika.," 2023. [Online]. Available: [https://uznr.mrms.hr/wp-content/uploads/2023/12/Prezentacija\\_Darije\\_Varzic.pdf](https://uznr.mrms.hr/wp-content/uploads/2023/12/Prezentacija_Darije_Varzic.pdf).
- [13] S. i. L. K. Kirin, "Istraživanje razine buke u tehnološkom procesu šivanja.," *Sigurnost*, vol. 53, no. 3, pp. 243-250, 2011.

- [14] C. clinic, "Ear," [Online]. Available: <https://my.clevelandclinic.org/health/body/24048-ear>.
- [15] T. h. specialist., "The impact of noise pollution on your hearing.," 24 srpnja 2023. [Online]. Available: <https://thehearingspecialist.co.uk/the-impact-of-noise-pollutionon-your-hearing/>.
- [16] S. Kirin, "Prilog istraživanju razine buke u procesu strojnog punjenja boca vodom," *Sigurnost*, vol. 59, no. 2, pp. 109-115, 2017.
- [17] Z. n. radu., " Pravilnik o zaštiti radnika o izloženosti buci na radu.," [Online]. Available: <https://zastitanaradu.com.hr/>. [Accessed 10 srpnja 2024].
- [18] T. h. specialist, "The impact of noise pollution on you hearing," [Online]. Available: <https://thehearingspecialist.co.uk/the-impact-of-noise-pollutionon-your-hearing/>.
- [19] S. Kirin, "Prilog istraživanju razine buke u procesu strojnog punjenja boca vodom.," *Sigurnost*, vol. 59, no. 2, pp. 109-115, 2017.
- [20] T. h. specialist, "The impactof noise pollution on your hearing," [Online]. Available: <https://thehearingspecialist.co.uk/the-impact-of-noise-pollutionon-your-hearing/>.
- [21] A. B. Š. e. N. Pejanović, "Osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha. Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu.," 2012. [Online]. Available: <https://www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2017/01/OZS-SLUH.pdf>.
- [22] S. K. S. Lauš, "Istraživanje razine buke u tehnološkom procesu šivanja.," *Sigurnost*, vol. 53, no. 3, pp. 243-250, 2011.
- [23] H. Š. A. D. Z. Šaravanja B., "Istraživanje uvjeta radne okoline u tehnološkim procesima proizvodnje odjeće," *Tekstil*, vol. 67, no. 5-6, pp. 146-154, 2018.
- [24] S. Kirin, "Prilog istraživanju razine buke u procesu strojnog punjenja boca vodom," *Sigurnost*, vol. 59, no. 2, pp. 109-115, 2017.
- [25] R. J. S. Blaženović, "Štetan uticaj buke na radnike u industrijskoj proizvodnji i metode za kontrolu u procesu projektovanja, gradnje i modernizacije proizvodnih sistema.," *Društvena i tehnička istraživanja*, 2020.
- [26] T. N., *Osnove zaštite od buke i vibracija*, Karlovac: Veleučilište u Karlovcu, 2011.
- [27] R. J. S. Blaženović, "Štetan uticaj buke na radnike u industrijskoj proizvodnji i metode za kontrolu u procesu projektovanja, gradnje i modernizacije proizvodnih sistema.," *Društvena i tehnička istraživanja*, 2020.
- [28] F. P. T. H. R. J. e. a. Jacobsen, "„Fundamentals of acoustic and noise control," *Department of Electrical Engineering, Technical University of Denmark.* , 2011.

- [29] H. Š. A. D. Z. Šaravanja B., "Istraživanje uvjeta radne okoline u tehnološkim procesima proizvodnje odjeće.," *Tekstil*, vol. 67, no. 5-6, pp. 146-154, 2018.
- [30] D. Varžić, "Buka na radu – rizici – metode utvrđivanja izloženosti buci i mjere zaštite radnika. Zavod za unapređivanje sigurnosti dd. Osijek," 2023. [Online]. Available: [https://uznr.mrms.hr/wp-content/uploads/2023/12/Prezentacija\\_Darije\\_Varzic.pdf](https://uznr.mrms.hr/wp-content/uploads/2023/12/Prezentacija_Darije_Varzic.pdf).
- [31] S. Kirin, "Prilog istraživanju razine buke u procesu strojnog punjenja boca vodom," *Sigurnost*, vol. 59, no. 2, pp. 109-115, 2017.
- [32] Z. n. radu, "Pravilnik o zaštiti radnika o izloženosti buci na radu.," [Online]. Available: [https://zastitanaradu.com.hr/..](https://zastitanaradu.com.hr/)
- [33] D. Varžić, "Buka na radu – rizici – metode utvrđivanja izloženosti buci i mjere zaštite radnika. Zavod za unapređivanje sigurnosti dd. Osijek," 2023. [Online]. Available: [https://uznr.mrms.hr/wp-content/uploads/2023/12/Prezentacija\\_Darije\\_Varzic.pdf](https://uznr.mrms.hr/wp-content/uploads/2023/12/Prezentacija_Darije_Varzic.pdf).
- [34] N. B. Š. A. B. M. K. B. K. D. Z. V. K. .. Pejnović, "Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu. Osobna zaštitna oprema za zaštitu od sluha," [Online]. Available: <https://www.hzzsr.hr/wp-content/uploads/2017/01/OZS-SLUH.pdf>.
- [35] S. Db., "Industrial Noise: What Is It and How to Control It?," [Online]. Available: <https://www.softdb.com/soundproofing/industrial-noise/> .
- [36] T. v. chain., "Control Techniques for Noise Pollution in Textile Industry.," [Online]. Available: <https://textilevaluechain.in/in-depth-analysis/articles/research-paper/control-techniques-for-noise-pollution-in-textile-industry> .



## PRILOZI

### Popis slika

Slika 1. Prikaz šivanja u poduzeću Splendor tekstil 2020. [2] .....	3
Slika 2. Građa ljudskog uha. [14] .....	7
Slika 3. Logaritamska skala za mjerenje nivoa zvučnog signala. [27].....	13
Slika 4. Primjer uređaja za mjerenje zvuka. [29] .....	14
Slika 5. Ekvivalentna razina buke za specijalni šivaći stroj .....	24
Slika 6. Najviše vrednovana razina buke za specijalni šivaći stroj .....	24
Slika 7. Najmanje vrednovana razina buke za specijalni šivaći stroj .....	25
Slika 8. Ekvivalentna razina buke za univerzalni šivaći stroj .....	25
Slika 9. Najviše vremenski vrednovana razina buke za univerzalni šivaći stroj .....	26
Slika 10. Najniže vremenski vrednovana razina buke za univerzalni šivaći stroj.....	26