

# Utjecaj buke na čovjeka

---

**Rimac, Davor**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*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:128:720725>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-07**



**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

Davor Rimac

# **UTJECAJ BUKE NA ČOVJEKA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE  
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

Davor Rimac

# **UTJECAJ BUKE NA ČOVJEKA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Budimir Mijović

Karlovac, 2016

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

**ZAVRŠNI ZADATAK**

Student: Davor Rimac

Naslov teme: Utjecaj buke na čovjeka

Opis zadatka: U završnom radu govoriti će se o utjecajima buke na čovjeka.

Zadatak zadan:

3/2016

Rok predaje rada:

6/2016

Predviđen datum obrane:

6/2016

Mentor:

Prof. dr. sc. Budimir Mijović

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Prof. dr. sc. Vučinić Jovan

## **SAŽETAK**

Što je buka? Kako nastaje? Kako ju izmjeriti? Zašto reagiramo na nju i kako ona utječe na ljudsko tijelo? Kako se zaštititi od utjecaja buke?

U ovome završnom radu pisati ću o tome što je buka, koji su učinci buke na ljudsko zdravlje. Poseban naglasak nalazi se na utjecaju buke na čovjeka, kako je izmjeriti te kako se zaštititi od buke.

## **SUMMARY**

What is noise? How does noise happen? How do you measure noise? Why do you react to it and how does affect the human body? How to protect people from noise?

In this final work i will write about what noise is. The effects of noise on human health. Emphasis is on influence noise on person, how to measure noise and how to protect from noise.

## Sadržaj

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD.....  | 1  |
| 2. OPĆENITO O BUCI.....                                 | 2  |
| 2.1. Vrste buke .....                                   | 3  |
| 2.2. Infrazvuk .....                                    | 4  |
| 2.3. Ultrazvuk .....                                    | 4  |
| 2.4. Gdje se sve javlja buka .....                      | 5  |
| 3. UTJECAJ BUKE NA ČOVJEKA.....                         | 6  |
| 3.1. Zdravstveni problemi .....                         | 6  |
| 3.2. Izravne i neizravne posljedice po zdravlje.....    | 8  |
| 4. ZAŠTITA OD BUKE.....                                 | 10 |
| 4.1. Principi zaštite od buke.....                      | 10 |
| 4.2. Zvučna izolacija.....                              | 10 |
| 4.3. Zaštita od buke na prometnicama .....              | 12 |
| 4.3. Zaštita od buke u tvornicama.....                  | 13 |
| 4.4. Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke..... | 17 |
| 4.5. Zaštita sluha od buke .....                        | 19 |
| 4.6. Osobna zaštitna sredstva.....                      | 20 |
| 5. MJERENJE BUKE.....                                   | 21 |
| 5.1. Osnovna pravila postupanja pri mjerenju buke ..... | 22 |
| 5.2. Instrumenti za mjerenje buke.....                  | 24 |
| 7. PRIMJER.....   | 26 |
| 8. ZAKLJUČAK.....                                       | 28 |
| 9. POPIS PRILOGA.....                                   | 29 |
| 10. LITERATURA.....                                     | 30 |

## **1.UVOD**

U mnogim zemljama svijeta postoje zakoni koji se odnose na sigurnost i zdravlje ljudi. Svrha tih zakona je stvaranje sigurnog radnog i životnog okoliša te uklanjanje nesigurnih postupaka i procesa . [1]

Radni i životni prostor trebao bi biti projektiran i izveden tako da zadovoljava norme sigurnosti ljudi i zaštite okoline, što uključuje i zaštitu od buke .

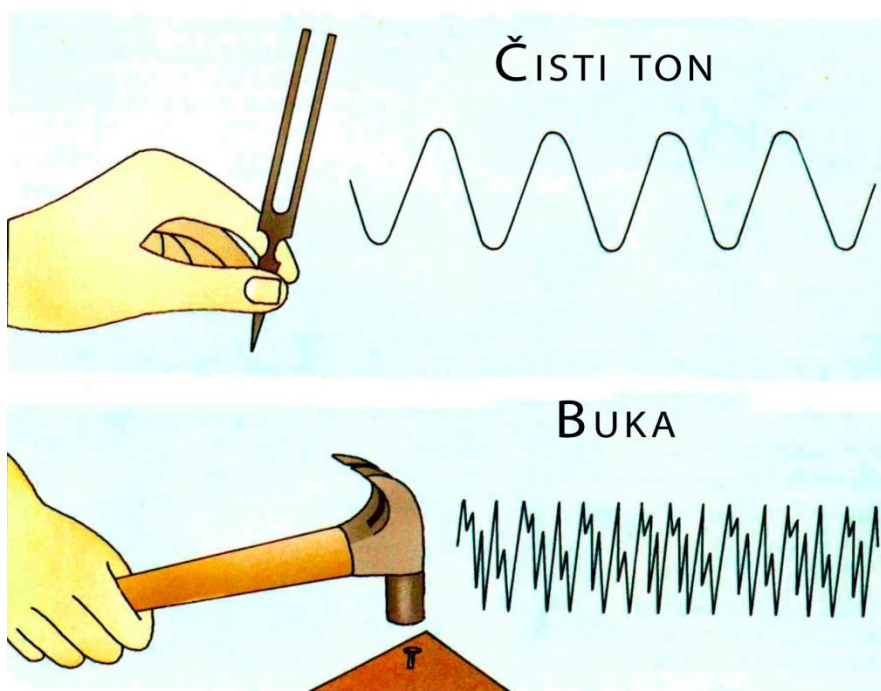
Buka je zvuk, a pod pojmom zvuka razumijevamo pojavu koju možemo registrirati sluhom. Zvuk je longitudinalni mehanički val koji se može prostirati u čvrstim tijelima, tekućinama i plinovima.

Mehaničke valove koje registrira ljudsko uho nazivamo zvukom u užem smislu. To su longitudinalni valovi frekvencije od 20 Hz do 20000 Hz, koji mogu zatirati bubnjić našeg uha i tako proizvesti osjećaj zvuka. Zvučni valovi ispod 20 Hz nazivamo infrazvuk, a iznad 20000 Hz ultrazvuk. [1]

Rad se sastoji od 5 dijelova. Na početku se objašnjava što je buka te općenito o buci. U daljnjom radu navode se utjecaji buke na čovjeka, zaštita od buke te mjerenje buke.

## 2. OPĆENITO O BUCI

Buka je svaki nepoželjan i neugodni zvuk koji na više načina ugrožava ljudsko zdravlje i sam sluh, a na koje čovjek nema sposobnost privikavanja. Bukom se definira svaki nepoželjan zvuk u sredini u kojoj ljudi borave i rade, a koji izaziva neugodan osjećaj i može utjecati na zdravlje, slika 1. Glavni izvori buke u vanjskom prostoru su promet, građevinski i javni radovi, industrija, rekreacija, šport i zabava. U zatvorenom boravišnom prostoru izvori buke su servisni uređaji vezani uz stambenu zgradu, kućanski strojevi i buka iz susjedstva. Buka je zvuk proizveden nepravilnim i periodičnim titranjem čestica u zraku. Čovječje uho registrira kao zvuk titraje između 16 Hz do 20000 Hz. Osim frekvencije svojstva zvuka određuje zvučna jakost mjerenja u vatima po kvadratnom metru ( $W/m^2$ ), zvučni tlak u paskalima (Pa) i intenziteta zvuka koji se izražava u decibelima (dB). [4]



Sl. 1. Čisti ton – Buka



## 2.1. Vrste buke

Prema podrijetlu buka se može podijeliti na industrijsku buku i buku okoliša.

Buka može biti trajna, isprekidana i impulsna. [5]

Trajna buka se javlja u predionicama i električnim centralama. Karakteristika trajne buke je da su razina zvučnog tlaka i spektar frekvencija na jednom mjestu konstantni tijekom vremena.

Isprekidana buka se javlja ako se na jednom mjestu mijenjaju razine zvučnog tlaka i spektra frekvencija. To je najčešća vrsta buke, a nalazimo je kod ekscentričnih preša .

Impulsna buka je zvučni događaj kratkog trajanja i relativno visokog zvučnog tlaka. Svaki se udarac treba smatrati impulsnom bukom. Razina zvučnog tlaka u pogonima kreće se od 50 do 130 dB, tablica 1. [4]

*Tab. 1. Razine zvučnog tlaka*

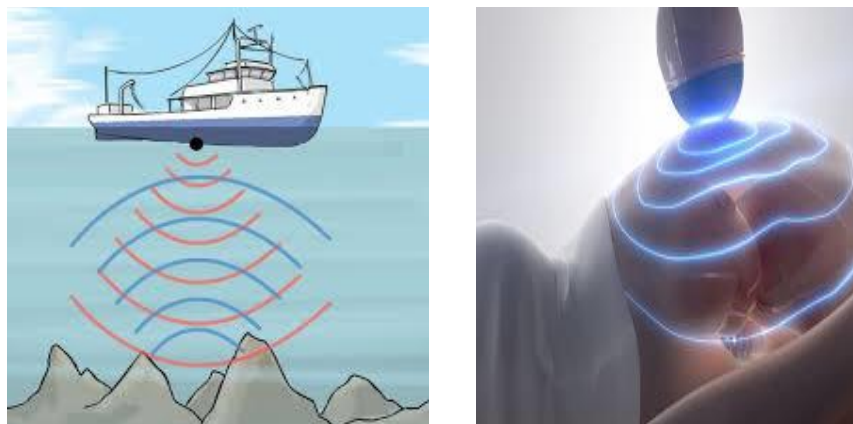
| <b>RAZINA ZVUČNOG TLAKA dB</b> | <b>IZVOR BUKE</b>                 |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 130                            | HITAC IZ PUŠKE                    |
| 120                            | GRANICA BOLI, AVIONI<br>SKI MOTOR |
| 110                            | MOTORNA PILA                      |
| 100                            | KRUŽNA PILA                       |
| 90                             | KOMPRESOR, KAMION                 |
| 80                             | ALATNI STROJ (PRAZNI HOD)         |
| 70                             | PROMET                            |
| 50                             | URED                              |
| 40                             | STAN                              |
| 20                             | ŠAPAT                             |
| 10                             | ŠUŠTANJE LIŠĆA                    |
| 0                              | PRAG ČUJNOSTI                     |

## 2.2. Infrazvuk

Infrazvuk su akustički valovi s frekvencijom manjom od frekvencije zvuka na donjem rubu područja čujnosti, tj. manjom od 20 Hz. Mnoge pojave u prirodi, kao npr. Potresi i vulkanske erupcije praćene su infrazvukom, ali su potrebni posebni instrumenti za njegovu registraciju. Infrazvučni valovi šire se i prilikom rada strojeva i vozila te pri podzemnim nuklearnim eksplozijama.

## 2.3. Ultrazvuk

Ultrazvuk su zvučni valovi kojima je frekvencija veća od gornje granice osjetljivosti čovječjeg uha, tj. veća od približno 20000 Hz. Što se tiče korištenja ultrazvuka, njegova najpoznatija i najkorisnija, a vjerojatno i najčešća je upotreba u medicini: ultrazvučna dijagnostika se danas koristi vrlo često, npr. prilikom pregleda unutrašnjih organa. Izlaganje tkiva ultrazvuku ne uzrokuje oštećenja, a sam ultrazvuk prodire relativno duboko u tijelo, no koristi se i u mnoge druge svrhe (otkrivanje jata riba i podmornica, tzv. sonar). Princip korištenja je vrlo jednostavan: odašilje se ultrazvučni val, koji se odbija od prepreke te se prema vremenu potrebnom da se val vrati određuje udaljenost i oblik objekta slika 2.



*Sl. 2. Primjer ultrazvučnih valova*

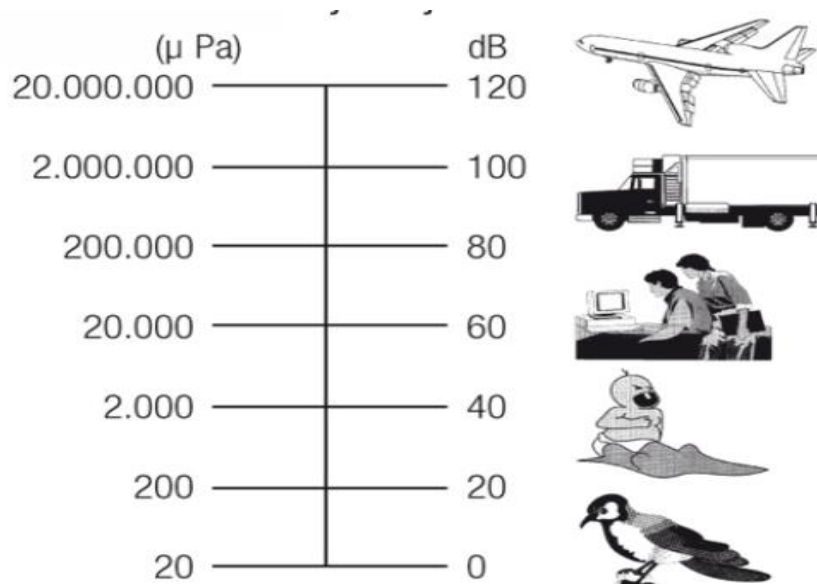
## 2.4. Gdje se sve javlja buka

a) Na radnim mjestima raznih profila pa sve do škola i bolnica

- postoji dozvoljena gornja granica jačine buke pri kojoj neće nastupiti trajna oštećenja organizma
- kad je osoba izložena buci tokom radnog vremena doći će do prolaznih promjena (smanjena osjetljivost organa sluha, nešto ubrzan puls, povećan krvni pritisak)
- ukoliko nakon izloženosti buci ne uslijedi normalan period odmora, posljedice postaju trajne i ozbiljno narušavaju zdravlje pojedinca

b) Izvan radnog mjesta

- ljudi su psihološki osjetljiviji na buku u razdoblju odmora, što je osobito izraženo noću zbog osjetljivosti ljudskog sna, slika 3
- najveći i dosad nerješivi problem predstavlja neposredna blizina prometnica mjestima za život i odmor
- postoje mnoge zakonske odredbe koje reguliraju glasnoću, među ostalim i prometnih sredstava, no to zasada ne pokazuje potpuni uspjeh



Sl. 3. Izvori buke i njezina jačina

### **3. UTJECAJ BUKE NA ČOVJEKA**

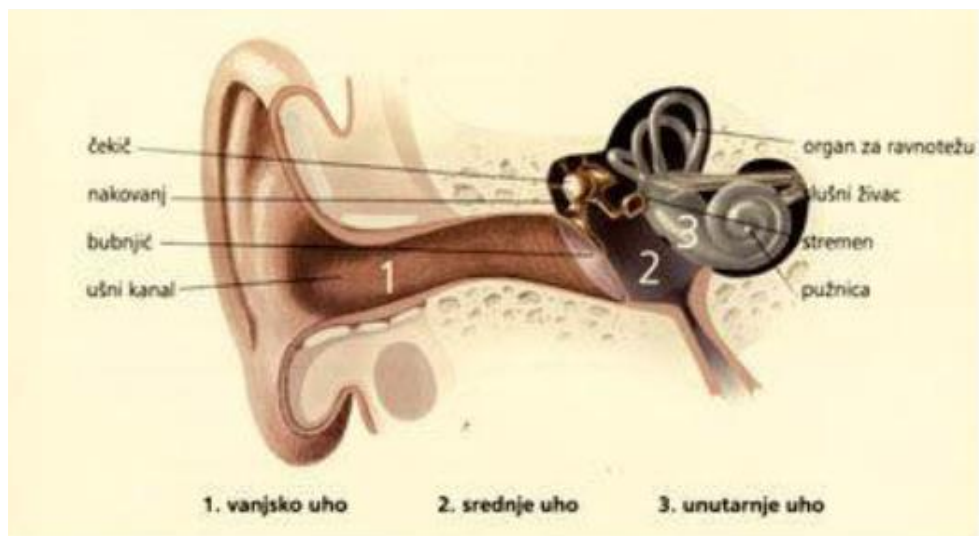
S razvojem društva pojavljuje se sve više izvora buke, sa sve višim i višim intenzitetom buke, pa je buka postala jedan od najviše zastupljenih problema u industriji. Buka utječe na čovjeka fizički, psihički i socijalno, pa tako može izazvati:

- oštećenje sluha
- smetnje pri komunikaciji
- uznemiravanje
- umor
- slabiji rad

Jaka buka kroz dulje vrijeme može izazvati stalno oštećenje sluha, odnosno organa unutarnjeg uha. Ako dođe do takvoga oštećenja posljedice su trajne i nepopravljive. Rizik oštećenja sluha ovisi o razini buke, vremenu provedenom u bučnom prostoru, ali rizik oštećenja ovisi i od karakteristike buke. Osjetljivost na buku je individualna, jer neki ljudi dožive oštećenja već nakon kratkog vremena izloženosti buci, dok drugi ljudi mogu biti izloženi buci cijeli svoj život a da pri tome ne dožive nikakva oštećenja.

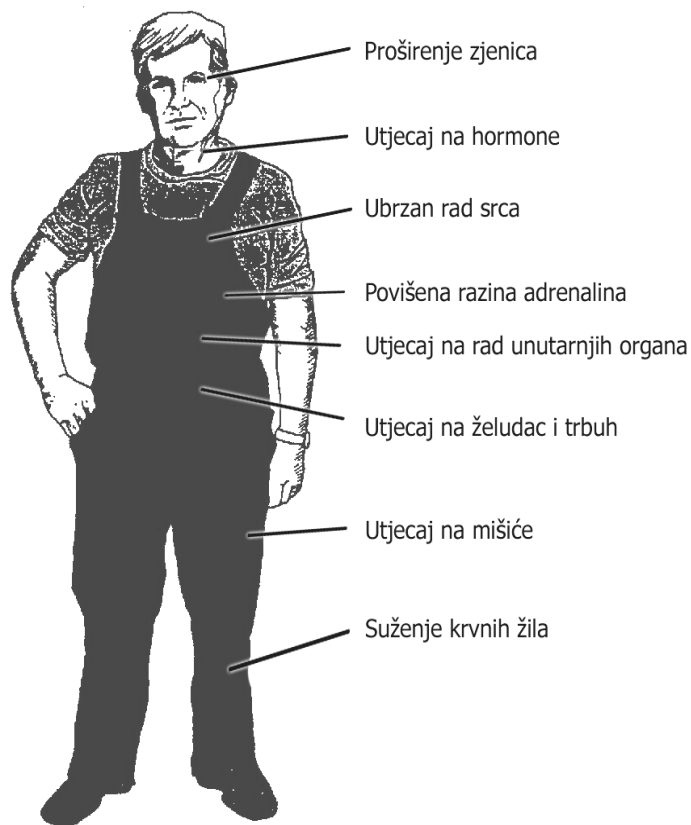
#### **3.1. Zdravstveni problemi**

Nakon kratkog vremena izloženosti visokoj razini buke, po odlasku u tiši prostor, buku niže razine ne možemo čuti. Ta pojava je privremenog karaktera, te se normalan sluh vraća nakon izvjesnog vremena. Presjek slušnog organa, uha, dat je na slici 4. Iz slike je vidljivo da se uho sastoji od tri osnovna dijela, vanjskog, srednjeg i unutarnjeg uha. Zvuk u uho ulazi kroz ušni kanal i preko dlačica, koje se nalaze u unutarnjem uhu, pretvaraju se u signal, živčane impulse koje mozak potom dekodira. Uslijed velikog intenziteta može doći do oštećenja dlačica i trajnog gubitka sluha, slika 4.



*Sl. 4. Presjek uha*

Buka također djeluje na cirkulaciju krvi, izaziva stres i ostale psihološke probleme. Industrijska buka je često povezana s drugim problemima, s industrijskom okolinom, sa zagađenjem zraka; sve to utječe na zdravlje i na raspoloženje čovjeka. Buka je također rizik po sigurnost, jer se otežano ili nikako ne mogu čuti signali upozorenja, slika 5. Da bi se ostvarila normalna komunikacija, razina buke u radnim prostorijama smije biti najviše od 65 dB(A) do 70 dB(A), jer je npr. na 70 dB(A) teško ostvariti telefonski razgovor, slika 5.



*Sl. 5. Negativan utjecaj buke na čovjeka*

### **3.2. Izravne i neizravne posljedice po zdravlje**

Pod izravnim posljedicama na zdravlje podrazumijevamo naglušost, gluhoću, šumove u uhu, razne poremećaje vezane za razumijevanje govora i probleme u komunikaciji do smetnji ravnoteže, nesigurnosti u hodu, zanošenja. Od neizravnih posljedica za zdravlje bitne su neurovegetativne reakcije kao što su hipertenzija, endokrinološki poremećaji i drugi poremećaji metabolizma. Druge su neizravne posljedice umor i psihičke reakcije (razdražljivost) te smanjenje radne sposobnosti.

Buka jako utječe na ciklus spavanja te dovodi do objektivnog poremećaja sna skraćena REM faza nakon izlaganja buci. Stariji su ljudi osjetljiviji, dok djeci najmanje smeta buka za vrijeme spavanja. Izloženost buci za vrijeme spavanja povećava krvni tlak, puls te povećava broj pokreta tijela u snu.

Buka izaziva poremećaj svakidašnjih aktivnosti, a naročito u izvođenju složenih mentalnih aktivnosti. Inducira osjećaj bespomoćnosti, sličan onome kod

depresivnih pacijenata. Dovodi do povećanja svagdanjih pogrešaka kod uobičajenih dnevnih radnji.

Buka dovodi i do poremećaja u ponašanju zbog otežane komunikacije, povećava agresiju i uzrokuje neželjene promjene ponašanja što može dovesti do društvene izolacije. Utječe na sposobnost procjenjivanja i integriranja informacija te stvaranja nerealnih procjena.

Buka utječe na razvoj kardiovaskularnih bolesti, dolazi do promjena krvnog tlaka, frekvencije pulsa i disanja, povećava se razina serumskog kolesterola, povećava se lučenje adrenalnih hormona te stvara povišen rizik za infarkt miokarda. Prag iznad kojeg se javlja viši rizik za infarkt iznosi 60 dB.

## **4. ZAŠTITA OD BUKE**

Zakonom o zaštiti od buke utvrđuju se mjere u cilju izbjegavanja, sprječavanja ili smanjivanje štetnih učinaka na zdravlje ljudi koje uzrokuje buka u okolišu. Uključujući smetanje bukom, osobito u vezi s:

- utvrđivanjem izloženosti buci i to izradom karata buke na temelju metoda za ocjenjivanje buke u okolišu
- osiguravanjem dostupnosti podataka javnosti o buci okoliša
- izradom i donošenjem akcijskih planova koji se temelje na podacima korištenim u izradi karata buke.

Odredbe ovoga Zakona primjenjuju se za ocjenu i upravljanje bukom okoliša kojoj su izloženi ljudi, osobito u izgrađenim područjima, u javnim parkovima ili drugim tihim područjima u naseljenim područjima, u tihim područjima u prirodi, pored škola, bolnica i drugih zgrada i područja osjetljivih na buku.

### **4.1. Principi zaštite od buke**

Mjere zaštite od buke se poduzimaju s ciljem zaštite čovjeka od neželjenog učinka buke. Skup svih ekonomski opravdanih mjera i sredstava kojima se učinak buke smanjuje na prihvatljivu razinu naziva se zvučnom zaštitom.

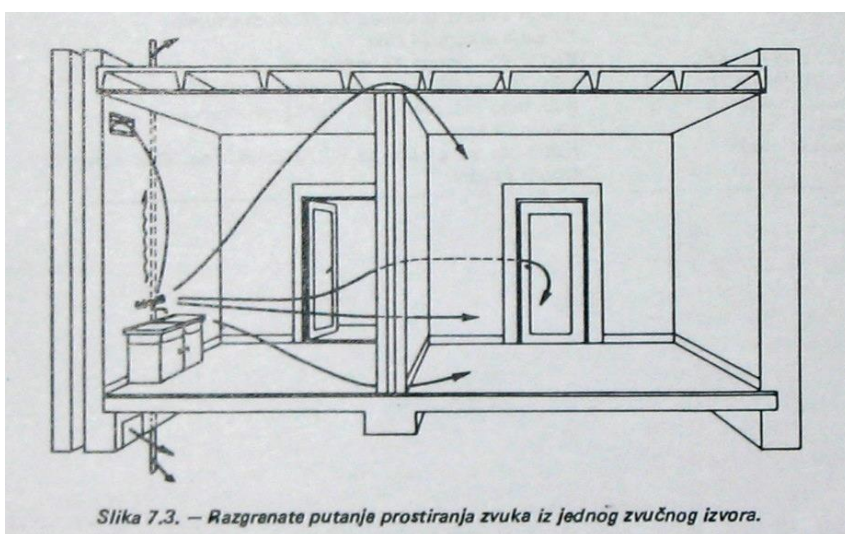
Vidi se da je prihvatljiva vrijednost učinka buke jako promjenjiva veličina i budući da ovisi o subjektivnim činiteljima, podložna je subjektivnim ocjenama. Iz tih razloga mnoge tehničke norme prešutno zaobilaze ovu vrijednost i propisuju samo vrijednost zvučne zaštite ( npr. propisuje se da zvučna izolacija zida između dva stana mora biti najmanje 52 dB, bez obzira kolika je buka u susjednom stanu).

### **4.2. Zvučna izolacija**

Efikasnost ili sposobnost neke prepreke (barijere) u sprječavanju prolaska zvučnog vala naziva se zvučna izolacija ili izolacijska moć (prema ISO/DIS140/V iz 1976.) i mjeri se u decibelima. Pri određivanju izolacijske moći pregrade potrebno je izmjeriti razinu zvučnog tlaka na strani zvučnog izvora ispred prepreke (prostorija izvora), a zatim iza prepreke (prostorija prijema). Uz to potrebno je poznavati i vrijeme odjeka ili apsorpciju u prostoriji prijema zvuka slika 6. ZVUČNA IZOLACIJA= $L1 - L2 + 10 \log(S/A)$  dB



- $L_1$  = razina zvuka u prostoriji izvora
- $L_2$  = razina zvuka u prostoriji prijema
- $S$  = površina prijemne prostorije
- $A$  = apsorpcija prijemne prostorije
- $10 \log (S/A)$  = ispravak zbog apsorpcije



*Sl. 6. Putanja prostiranja zvuka iz jednog zvučnog izvora*

U slučaju udarne buke, kod koje prevladava provođenja zvuka izravno kroz konstruktivne elemente, moramo voditi računa da problem treba riješiti upravo sa strane izvora buke. Ako zvučno apsorbirajući materijal postavimo u području izvora udarne buke, tada smo jednim potezom presjekli sve puteve kojima se zvuk mogao prenositi kroz konstrukciju. Uglavnom ovo pravilo treba poštovati kada je u pitanju izolacija buke od poda prema prostoriji ispod. Mnogo se manji učinak u tom slučaju postiže naknadnim radom na stropu u donjoj prostoriji, nego djelovanjem na podu u gornjoj prostoriji, i to zbog toga što će ako ima bilo kakve mogućnosti, zvuk slično kao i voda, naći neki put kojim će kroz konstrukciju, na ovaj ili onaj način, stići do susjedne prostorije. Ovo pravilo ne vrijedi jedino u slučaju da se donja prostorija izolira istovremeno i po zidovima i po stropovima, slika 7.



*Sl. 7. Zvučne izolacije*

#### **4.3. Zaštita od buke na prometnicama**

Struka govori da preko 80% štetnih zvučnih pojava otpada na prometnu buku, odnosno buku kao nusproizvod prometa na prometnicama kako cestovnim, željezničkim tako i zračnim.

Zbog štetnosti buke i same količinske pretjeranosti štetnih zvučnih emisija pojavljuje se potreba za smanjenjem emisije buke na prometnicama, poseban problem čini povećanje prometne buke na gradskim prometnicama.

Glavne smjernice smanjenja emisije buke u urbanim sredinama svode se na:

- pravilno planiranje naselja
- pravilno planiranje cestogradnje
- odabir najkvalitetnijih materijala za izradu prometnica
- redukcija - smanjivanje buke vozila
- izgradnja građevina za zaštitu od buke

Uređaji za zaštitu od buke predstavljaju građevinsko tehničke mjere zaštite pomoću kojih se opterećenje bukom koje uzrokuje cestovni promet svodi na neznatnu mjeru ili se smanjuje u toj mjeri da ne prelazi dopuštenu vrijednost zvučne emisije na šticećenim područjima odnosno objektima, slika 8.

Osnovne vrste građevine za zaštitu od buke na prometnicama su:

- nasadi
- nasipi za zaštitu od buke

- nasipi za zaštitu od buke s ugrađenim zidom
- strmi nasipi
- zidovi za zaštitu od buke

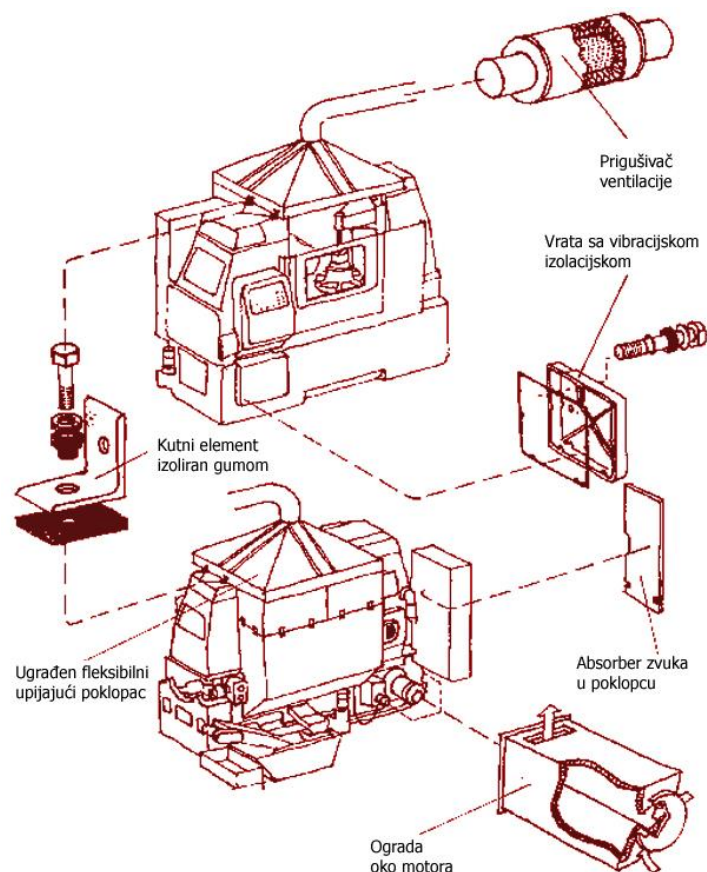


*Sl. 8. Zaštita od buke na prometnicama*

#### **4.3. Zaštita od buke u tvornicama**

Strojeve i procese koji su u upotrebi teško je promijeniti bez negativnog utjecaja na proizvodnju. Mogućnost da se smanje udaranje i klepetanje između dijelova stroja ipak postoji. Potrebno je pažljivo zaustaviti takve pokrete. Metalne komponente zamijeniti plastičnim, sintetičkim ili drugim odgovarajućim materijalima. Izolirati posebno bučne komponente i procese. Nove strojeve i procese je moguće poboljšati opremanjem tvornica odgovarajućim tehnikama, ali s daljnjom mogućnošću unošenja još opsežnijih promjena. Stara oprema u tvornicama može biti tiha, skoro kao i nova, bez nekih kompliciranih zahvata da bi se to postiglo, slika 9. Tipične radnje za smanjenje zvuka su:

- pneumatske ventile ispuha zamijeniti tišim,
- promijeniti tip pumpe u hidrauličkim sustavima,
- koristiti tiši ventilator ili ugraditi zvučne prigušivače u cijevima koje se nalaze u ventilacijskim sustavima prostorija,
- zamijeniti bučne zračne raspršivače tišima



*Sl. 9. Različite metode zaštite od buke nastale u zraku i strojevima*

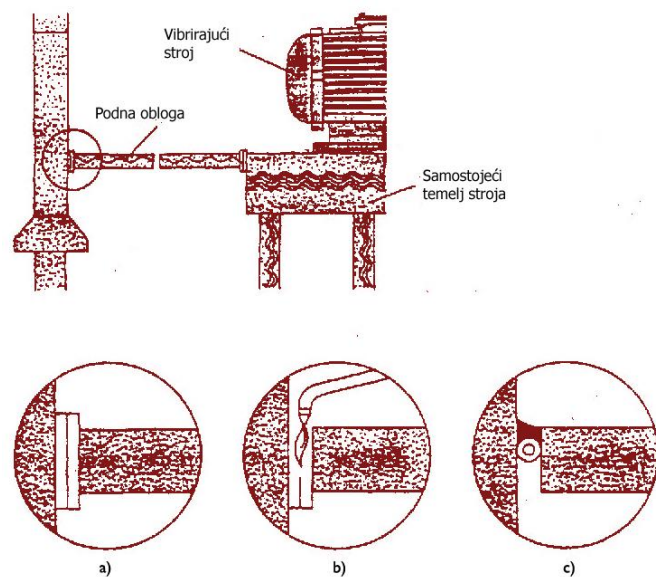
Poboljšanja koja se mogu provesti u postojećim načinima rada mogu dovesti do izbjegavanja udara tijekom ručnog ili mehaničkog rukovanja i transporta materijala i drugih sredstava. Ovo se može postići na više načina:

- smanjenje visine padanja za proizvode koji se sakupljaju u kutije ili kontejnere,
- ukrutiti i prigušiti ploče u koje udaraju neki radni predmeti,
- apsorbiranje jakih udara stavljanjem zaštitnih slojeva od gume i plastike.

Udaranje prouzrokovano istrošenošću, labavim vijcima i propelerima, tipičan su uzrok vibracija u stroju. U ovim slučajevima relativno je lako popravkom smanjiti jakost zvuka u stroju. S druge strane, mnogo je teže smanjiti buku u strojevima koji su u dobrom stanju. Često je moguće smanjiti jakost zvuka nastalog u stroju prevencijom širenja vibracija iz strojeva i opreme na potporne stupove zgrada primjenom sljedećih načela:

- Izolirati vibrirajući stroj sa čvrstim i jakim kućištima; postaviti mašinu na stabilnu podlogu sa elastičnim slojevima od npr. gumenih blokova ili čeličnih opruga,
- Postaviti velike i teške strojeve, od čijih vibracija ne postoji efektna izolacija, na specijalne držače za stroj), koji su inače potpuno odvojeni od zgrade,

Postaviti ploče za izolaciju, kad god je moguće u cilju minimiziranja širenja buke iz stroja. Ploče bi trebalo elastično postaviti na okvire stroja. Postoji i mogućnost oblaganja specijalnim otpadnim materijalom, slika 10.



Sl. 10. Izolacija podnih ploča

Važni detalji u vezi s akustikom prilikom građenja temelja u zgradama, tvornicama i radnim sredinama trebalo bi razraditi prije početka same gradnje još u procesu planiranja. Potreba za zaštitom od buke uglavnom zavisi, prije svega, od načina proizvodnje i tehnika koje se upotrebljavaju. Planiranje strukture zgrade, često zavisi od mjesta gdje će stroj biti postavljen i od potrebe za ugradnjom izolatora zvuka.

1. Temelji zgrade, podovi i mjesta na kojima će se nalaziti strojevi, trebali bi biti izvedeni tako da svi izvori buke budu učinkovito izolirani. Teška oprema zahtijeva čvrste temelje, koji ne bi smjeli biti u direktnom kontaktu s ostalom strukturom u zgradi.
2. Vrlo jaki izvori buke bi trebali biti ograđeni izoliranom konstrukcijom zgrade. Vrata, kontrolni prozori i ostali elementi, tamo gdje postoji

mogućnost da zvuk prođe, zahtijevaju posebnu pažnju.

3. Prostorije u kojima se nalazi izvor buke ili gdje je prisutno radno osoblje trebale bi imati čvrste stropove i krovove (sa čvrstim zidovima, tamo gdje su u pitanju visoki stropovi) koji apsorbiraju okolne zvukove. Moć apsorpcije varira u zavisnosti od materijala od kojih se sastoje, te se stoga biraju zavisno od razine buke koju trebaju smanjiti. Oni se kombiniraju i s toplinskom izolacijom.
4. Uredi bi trebali biti odvojeni slojevima elastičnog materijala od prostorija s postrojenjima.
5. Zidovi, krovne konstrukcije, prozori, vrata, itd. trebali bi biti izolirani.
6. U otvorenim uredima kada ih je nekoliko smješteno u jednoj velikoj prostoriji, mora postojati strop s jakom apsorpcijom zvuka; neophodna je također i mekana podloga na podu prostorije. Treba primijetiti da je jako važna mogućnost apsorpcije zvuka niskih frekvencija, tablica 2.

*Tab. 2. Primjer preporučenih razina buke u tvornicama*

| <b>VRSTA PROSTORIJE</b>  | <b>RAZINA BUKE<br/>u dB(A)</b> |
|--|--------------------------------|
| Sala za konferencije   | 35                             |
| Ured   | 40                             |
| Radna kancelarija, ostatak prostorije                          | 45                             |
| Laboratorij, prostorija za mjerenja i nadzor                   | 50                             |
| Kantina  | 50                             |
| Garderoba  | 55                             |
| Radionica  | 60                             |
| Područje proizvodnje   | 75                             |
| Prostorija s kompresorima i drugim strojevima, gdje nisu ljudi | 90                             |

#### 4.4. Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke

Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave, tablica 3,

NN 145/04, propisane su najviše dopuštene razine buke:

Tab. 3. Najviše dopuštene razine buke

| Zona | Namjena prostora   | Najviše dopuštene ocjenske razine buke u otvorenom prostoru imisije $L_{RAeq}$ u dB(A)   |                  | Najviše dopuštene ocjenske razine buke u zatvorenom prostoru imisije $L_{RAeq}$ u dB(A) |                  |
|------|--|--|------------------|---|------------------|
|      |  | dan( $L_{dan}$ )   | noć( $L_{noć}$ ) | dan( $L_{dan}$ )  | noć( $L_{noć}$ ) |
| 1.   | Zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju                          | 50   | 50               | 30  | 25               |
| 2.   | Zona namijenjena samo stanovanju i boravku                             | 55   | 55               | 35  | 25               |
| 3.   | Zona mješovite, pretežito stambene namjene                             | 55   | 55               | 35  | 25               |
| 4.   | Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem              | 65   | 65               | 40  | 30               |
| 5.   | Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi) | <p>– Na granici građevne čestice unutar zone – buka ne smije prelaziti 80 dB(A)</p> <p>– Na granici ove zone buka ne smije prelaziti dopuštene razine zone s kojom graniči</p> |                  | 40  | 30               |

Tab. 4. Dopusštena razina buke ovisno o vrsti djelatnosti

| vrsta djelatnosti   | dopusštena razina buke na radnom mjestu, dB(A) |    |    |
|---|--|----|----|
|   | A  | B  | B  |
| fizički rad bez zahtjeva za mentalnim naprezanjem i opažanjem okoline sluhom  | 90   | 84 | 80 |
| fizički rad usmjeren na točnost i koncentraciju;<br>povremeno praćenje i kontrola okoline sluhom;<br>upravljanje prijevoznim sredstvom  | 80   | 74 | 70 |
| rad koji se obavlja po čestim govornim komandama akustičkim signalima;<br>rad koji zahtjeva stalno praćenje okoliša sluhom<br>rad pretežno mentalnog karaktera ali rutinski   | -  | 70 | 60 |
| rad pretežno mentalnog karaktera koji zahtjeva koncentraciju, ali rutinski rad  | 70   | 64 | 55 |
| mentalni rad usmjeren na kontrolu rada skupine ljudi koja obavlja pretežno fizički rad;<br>rad koji zahtjeva koncentraciju ili neposredno govorno i telefonsko komuniciranje  | -  | 60 | 50 |
| mentalni rad usmjeren na kontrolu rada skupine ljudi koja obavlja pretežno mentalni rad;<br>rad koji zahtjeva koncentraciju, neposredno govorno i telefonsko komuniciranje;<br>rad isključivo vezan za razgovore preko komunikacijskih sredstava(telefon) | -  | 55 | 45 |
| mentalni rad koji zahtjeva veliku koncentraciju, isključivanje iz okoliša, preciznu motoriku ili komuniciranje sa skupinom ljudi  | -  | -  | 40 |
| mentalni rad kao izradbo koncepcija, rad vezan za veliku odgovornost, komuniciranje radi dogovora sa skupinom ljudi   | -  | -  | 35 |

- A- označava buku što je stvara stroj ili uređaj kojim zaposlenik neposredno rukuje ili ga poslužuje



- B- označava buku što je stvara stroj ili uređaj kojim zaposlenik ne rukuje niti ga poslužuje
- C- označava buku što je stvaraju neproizvodni izvori (uređaj za ventilaciju ili klimatizaciju, susjedna organizacija, ulični promet i sl.)

Ovisno o visini razine buke kojoj je zaposlenik izložen, propisano je i dopušteno vrijeme izlaganja određenoj razini buke, tablica 5.

*Tab. 5. Dopušteno izlaganje određenoj razini buke*

| dnevno izlaganje u satima | razina buke u dB(A) |
|---------------------------|---------------------|
| 8                         | 90                  |
| 6                         | 92                  |
| 4                         | 95                  |
| 3                         | 97                  |
| 2                         | 100                 |
| 1 ½                       | 102                 |
| 1                         | 105                 |
| ½                         | 110                 |
| ¼ ili manje               | 115                 |

#### **4.5. Zaštita sluha od buke**

Radi zaštite osjetila sluha od prekomjerne buke na radu, odnosno na radnim mjestima na kojima se buka ne može ukloniti tehničkim sredstvima (sniziti ispod dozvoljene propisane granice) potrebno je osobama zaposlenim na tim mjestima osigurati osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha, slika 11. Ovisno o intenzitetu buke propisuju se odgovarajuća zaštitna sredstva:

- kod buke do 75 dB koristi se zaštitna vata
- kod buke iznosa do 85 dB koriste se čepići
- kod buke jačine do 150 dB koristi se ušni štitnik (antifon)



*Sl. 11. Štitnici za zaštitu sluha*

#### **4.6. Osobna zaštitna sredstva**

Osobna zaštitna sredstva predstavljaju osobnu zaštitnu opremu koja se daje na korištenje osobama izloženim za vrijeme rada određenim opasnostima koje se drugim mjerama ne mogu otkloniti.

Osobna zaštitna sredstva dijele se na:

1. Sredstva za zaštitu glave, na primjer zaštitni šljem (kaciga) koja mora štiti glavu od padajućih predmeta. Zaštitni šljem mora imati ugrađenu kolijevku koja ima mogućnost podešavanja po veličini s razmakom od šljema između 2 i 4 centimetra.
2. Sredstva za zaštitu očiju i lica, poput zaštitnih naočala ili štitnika za varioce, služe za zaštitu od ulijetanja čestica i strugotina u oči te za zaštitu očiju od štetnog zračenja kod npr. varenja.
3. Sredstva za zaštitu dišnih organa služe kako bi se zaštitili dišni organi od štetnih čestica, prašina i plinova koji se vrlo lako mogu udahnuti i na taj način doprijeti do pluća i uzrokovati oštećenja tkiva. U ova sredstva spadaju respirator, cijevna maska s kisikom i zaštitna plinska maska.
4. Sredstva za zaštitu ruku štite ruke od hladnoće i topline, električne energije, mehaničkih opasnosti, štetnog djelovanja kiselina i slično. Rade se od gume

(za rukovanje kiselinama, za rad s uređajima pod naponom) ili kože (kod varenja).

5. Sredstva za zaštitu nogu štite noge od padajućih predmeta (cipele sa čeličnom kapicom), zaštitu od štetnog toplinskog djelovanja (npr. cipele sa drvenim đonom).
6. Sredstva za zaštitu tijela u koja spadaju zaštitna kuta, kombinezoni i slično služe kao zaštita od prašina i prljanja.
7. Sredstva za zaštitu od nepovoljnih atmosferskih utjecaja štite radnike od hladnoće, vjetra, kiše, snijega.
8. Sredstva za zaštitu od pada sa visine koriste radnici kojima nije moguće na niti jedan drugi način ograditi ili na drugi način osigurati radno mjesto. U ovu opremu spadaju zaštitna užad i opasači, slika 12.



*Sl. 12. Osobna zaštitna sredstva*

## 5. MJERENJE BUKE

Svrha mjerenja buke je postizanje pouzdanih, točnih i iscrpnih podataka koji će na pravi način stvoriti sliku o situaciji u vezi s bukom koja će biti pouzdana osnova budućim proučavanjima.

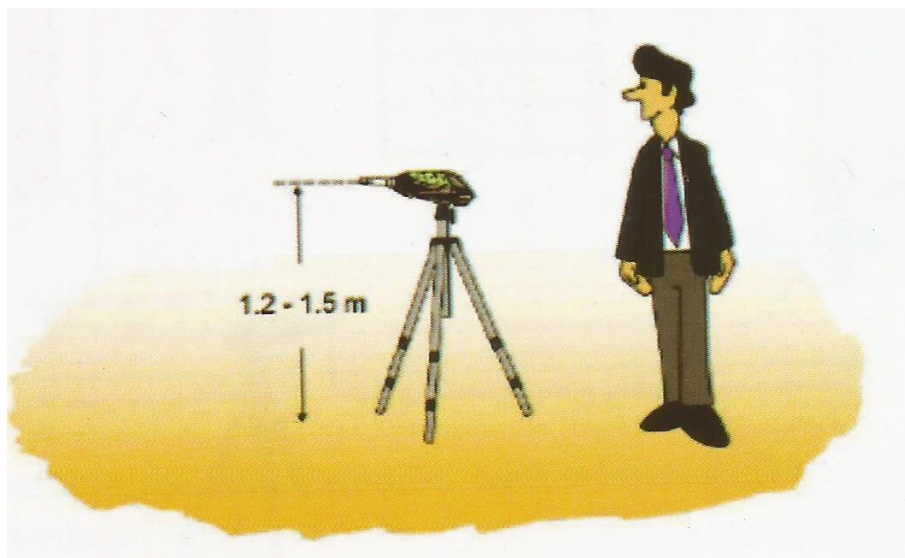
Također služe ocjenjivanju važnosti buke kao štetnog faktora u određenoj komunalnoj sredini, dobivanju podataka koji će služiti za planiranje naselja i prometnica, te da se utvrdi nužnost i potreban opseg mjera za zaštitu.

Mjerenje buke provodi se u skladu s odredbama:

- Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08),
- Norma HRN ISO 9612:2000 Akustika – Smjernice za mjerenje i utvrđivanje izloženosti buci u radnoj okolini (ISO 9612:1997),
- Norme HRN ISO 1999:2000 Akustika – Određivanje izloženosti buci pri radu i procjena oštećenja sluha izazvanog bukom (ISO 1999:1990)

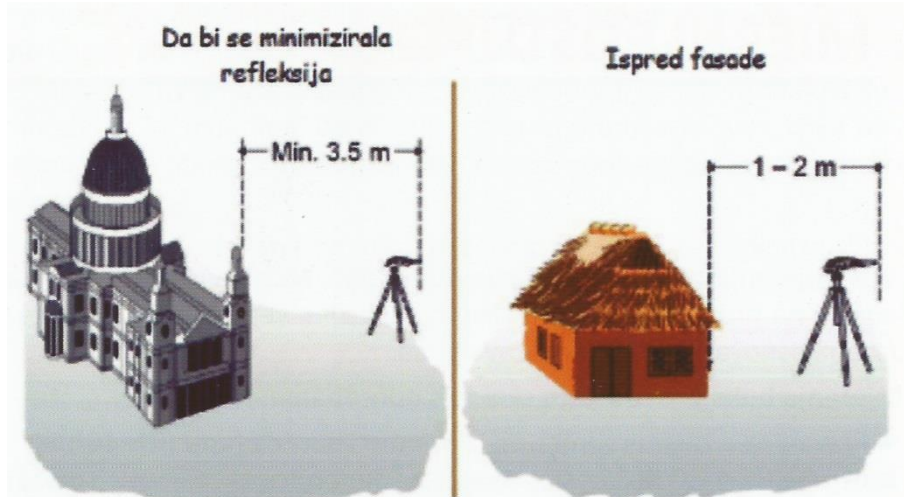
### 5.1. Osnovna pravila postupanja pri mjerenju buke

Mikrofon kojim se mjeri, u dužem vremenskom razdoblju, mora biti postavljen na stalak na visinu 1,2-1,5m, (slika 13.).



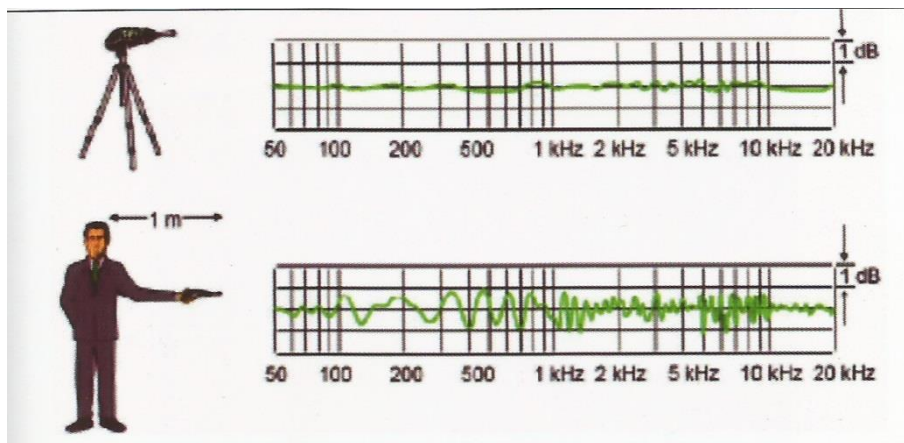
*Sl. 13. Položaj mikrofona iznad tla*

Ukoliko se mjerenja vrše na vanjskom prostoru, da bi se minimalizirala refleksija buke od objekta mjerni instrument mora biti odmaknut minimalno 3,5m od objekta, a 1-2m ispred fasade objekta, (Slika 14.)



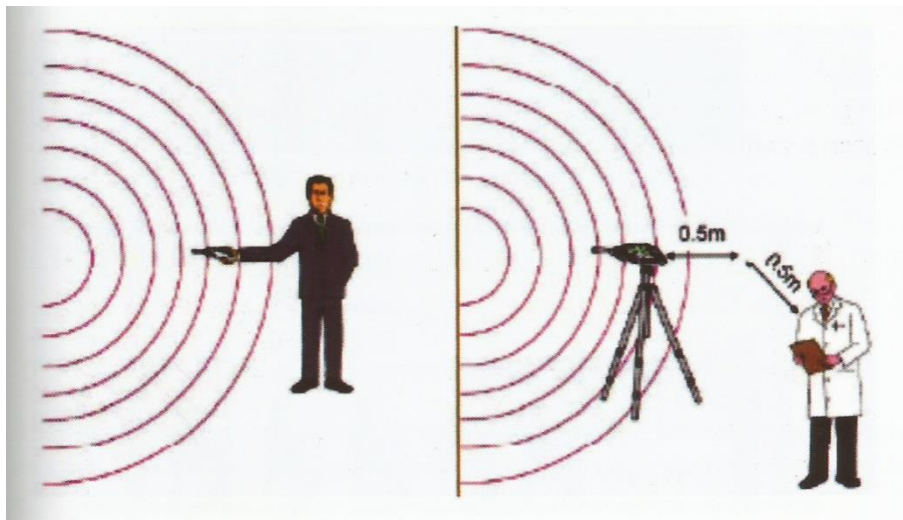
*Sl. 14. Položaj mikrofona vani*

Operater koji mjeri buku može utjecati na rezultate mjerenja, i to negativno, pa se preporuča da se mjerenja vrše tako da instrument bude na stalku, bez prisustva operatera, slika 15.



*Sl. 15. Utjecaj operatera na mjerenje*

Položaj operatera u odnosu na izvor zvuka poželjan je kako je prikazano na slici 16.



*Sl. 16. Položaj operatera*

## **5.2. Instrumenti za mjerenje buke**

Instrumenti za mjerenje buke vrše pretvaranje zvuka u neku drugu energiju, odnosno pomoću mikrofona i pretvarača se zvuk detektira i pretvara u električni signal. Različiti instrumenti za mjerenje buke imaju mogućnost statističke ili frekventne analize primljenog signala, a mogu dalje vršiti računanje izmjerenih vrijednosti u željeni oblik ili odgovarajuće jedinice, sve zavisno od problema koji se analizira. Različite vrste mjerača nivoa zvuka su iznesene u sljedećim publikacijama: IEC 651 – 1979, IEC 804 – 1985, ANSI S1.4 – 1983 i AS 1259 – 1982. Ovi standardi grupiraju mjerače nivoa zvuka u četiri grupe, vrste: 0, 1, 2, 3 po redu manje točnosti. Ove vrste su opisane kako slijedi:

- Tip 0: laboratorijske reference standardne, namijenjeni u potpunosti za kalibraciju drugih (metara) mjerača nivoa zvuka.
- Tip 1: precizni (metri) mjerači nivoa zvuka, namijenjeni za laboratorijsku upotrebu ili za rad na terenu gdje se traže precizna mjerenja.
- Tip 2: (metri) mjerači nivoa zvuka za opću namjenu, namijenjeni općenito za upotrebu na terenu i za snimanje podataka nivoa buke za dalju analizu frekvencije.

- Tip 3: istraživački odnosno mjerac nivoa zvuka za istraživanje, namijenjen za priprema istraživanja kao što su određivanje da li su uslovi okoline buke nepropisno loši. Slika 17.



*Sl. 17. Instrumenti za mjerenje buke*

## 7. PRIMJER

Primjer mjerenja buke izrađen je u tvornici za preradu drva „ Spačva d.d.“. Mjerenje buke izrađeno je u dijelu tvornice koji se naziva finala. Mjerenje ukupne razine buke obavljalo se instrumentom Bruel & Kjeear s priborom – tip 2230, slika 18.



*Sl. 18. Instrument za mjerenje buke „ Bruel & Kjeear“*

Mjerenja koja su izmjerena na različitim mjestima ispitivanja u finalnoj proizvodnji, prikazani su u tablici 6.

Tablica je sačinjene od 3 stupca:

1. Mjerenje - stupac sadržava broj provedenih mjerenja na danom mjernom mjestu
2. Mjesto ispitivanja – stupac sadrži mjesta ispitivanja odnosno izvore buke
3. Izmjereno - stupac sadrži rezultate mjerenja svih 10 mjesta izraženu u decibelima.



*Tab. 6. Mjerenje buke u finalnoj proizvodnji*

| Mjerenje | Mjesto ispitivanja | Razina buke – db(A) |
|----------|--------------------|---------------------|
| 1.       | TRAČNA PILA        | 92.5                |
| 2.       | KLATNA PILA        | 93.1                |
| 3.       | SLJUBNICA WEINIG   | 96.1                |
| 4.       | ČETVER. BLANJALICA | 101.0               |
| 5.       | VIŠELISNI GATER    | 94.2                |
| 6.       | DEBLJAČA           | 101.8               |
| 7.       | BRUSILICA          | 91.1                |
| 8.       | CNC GLODALICA      | 91.2                |
| 9.       | RAVNALICA          | 96.2                |
| 10.      | ČEPARICA           | 95.7                |

Rezultati mjerenja pokazuju da na mjestima ispitivanja nivo buke zadovoljava propisane normative za ovu vrstu djelatnosti. Uvjet je da rad na gore navedenim strojevima uvjetovan osmosatnim radnim vremenom isključivo korištenjem osobnih zaštitnih sredstava za zaštitu sluha.

## 8. ZAKLJUČAK

Zaštita na radu je skup suvremenih, tehničkih, zdravstvenih, socijalnih i drugih mjera povezanih u sustav. Regulirana je nizom propisa koji definiraju kako raditi na siguran i pravilan način kako ne bi došlo do fizičkih i psihičkih oštećenja za vrijeme obavljanja rada.

Djelovanje buke na čovjekovo zdravlje poseban je problem zaštite. Buku je nemoguće izbjeći ali ju je moguće izolirati upotrebom suvremenih tehnologija i propisanim korištenjem osobnih zaštitnih sredstava. Ozljede od buke na čovjekovo zdravlje mogu biti fizičke i psihičke, tako osobe koje su izložene buci postaju nervozne, razdražljive i razvijaju niz drugih bolesti. Oštećenja od djelovanja buke nije moguće odmah uočiti te je upravo zato najvažnije djelovati preventivno.

Ako se buka uzme u obzir tijekom procesa projektiranja gotovo je uvijek moguće sniziti razinu buke.

Organizacije koje se bave zaštitom na radu, također trebaju biti uključene u proces mjerenja i zaštitu od buke, i trebaju se uključiti u planiranju novih ili alternativnih radnih metoda ili procesa.

## 9. POPIS PRILOGA

### Popis tablica:

|  |    |
|--|----|
| Tablica 1. Razine zvučnog tlaka.....                               | 3  |
| Tablica 2. Primjer preporučenih razina buke u tvornicama.....      | 16 |
| Tablica 3. Najviše dopuštene razine buke .....                     | 17 |
| Tablica 4. Dopusštena razina buke ovisno o vrsti djelatnosti ..... | 18 |
| Tablica 5. Dopusšteno izlaganje određenoj razini buke.....         | 19 |
| Tablica 6. Mjerenje buke u finalnoj proizvodnji .....              | 27 |

### Popis slika:

|   |    |
|---|----|
| Slika 1. Čisti ton – Buka.....  | 2  |
| Slika 2. Primjer ultrazvučnih valova .....                                  | 4  |
| Slika 3. Izvori buke i njezina jačina .....                                 | 5  |
| Slika 4. Presjek uha .....  | 7  |
| Slika 5. Negativan utjecaj buke na čovjeka.....                             | 8  |
| Slika 6. Putanja prostiranja zvuka iz jednog zvučnog izvora.....            | 11 |
| Slika 7. Zvučne izolacije .....   | 12 |
| Slika 8. Zaštita od buke na prometnicama .....                              | 13 |
| Slika 9. Različite metode zaštite od buke nastale u zraku i strojevima..... | 14 |
| Slika 10. Izolacija podnih ploča .....                                      | 15 |
| Slika 11. Štitnici za zaštitu sluha.....                                    | 20 |
| Slika 12. Osobna zaštitna sredstva .....                                    | 21 |
| Slika 13. Položaj mikrofona iznad tla .....                                 | 23 |
| Slika 14. Položaj mikrofona vani .....                                      | 23 |
| Slika 15. Utjecaj operatera na mjerenje .....                               | 23 |
| Slika 16. Položaj operatera.....  | 24 |
| Slika 17. Instrumenti za mjerenje buke .....                                | 25 |
| Slika 18. Instrument za mjerenje buke „Brüel & Kjær“.....                   | 26 |

## 10. LITERATURA

- [1] B. Mijović, Primijenjena Ergonomija, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2008, ISBN 987-953-7343-23-1.
- [2] B. Mijović, Zaštita strojeva i uređaja, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2012, ISBN 987-953-7343-60-6.
- [3] J. Vučinić, Osobna zaštitna sredstva i oprema, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2007, ISBN 987-953-7343-12-5.
- [4] N. Trbojević, Osnove zaštite od buke i vibracija, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011, ISBN 978-953-7343-53-8.
- [5] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Buka> (pristupljeno 11.05.2016.)
- [6] [http://web.zpr.fer.hr/ergonomija/2004/pivac/Vrsta\\_izvori\\_page.htm](http://web.zpr.fer.hr/ergonomija/2004/pivac/Vrsta_izvori_page.htm) (pristupljeno 11.05.2016.)
- [7] [https://bib.irb.hr/datoteka/739938.Dr\\_Klancnik\\_Marisa\\_buka\\_popularni.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/739938.Dr_Klancnik_Marisa_buka_popularni.pdf) (pristupljeno 12.05.2016.)