

# Utjecaj buke na čovjeka u cestovnom prometu

---

**Nikić, Dalibor**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*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:128:273661>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-08**



**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**

**Zaštita na radu**

**Dalibor Nikić**

**UTJECAJ BUKE NA ČOVJEKA U CESTOVNOM  
PROMETU**

**ZAVRŠNI RAD**

**Karlovac, 2019.**

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and protection department

Study of safety and protection

Dalibor Nikić

**THE IMPACT OF NOISE ON MAN IN ROAD TRAFFIC**

**FINAL PAPER**

Karlovac, 2019.

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**Odjel sigurnosti i zaštite**

Stručni studij  
sigurnosti i zaštite

**UTJECAJ BUKE NA ČOVJEKA U CESTOVNOM  
PROMETU**

**ZAVRŠNI RAD**

**Student:**  
**Dalibor Nikić**

**Mentor:**  
**Dr.sc. Nikola Trbojević, prof.v.š.**

**Karlovac, 2019.**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2019

### **UTJECAJ BUKE NA ČOVJEKA U CESTOVNOM PROMETU**

Student: Dalibor Nikić

Matični broj: 0416610720

Naslov: UTJECAJ BUKE NA ČOVJEKA U CESTOVNOM PROMETU

Opis zadatka:

1. Uvod
2. Općenito o buci
3. Kako buka utječe na čovjeka
4. Izvori buke u cestovnom prometu
5. Mjerenje buke
6. Zaštita od buke na prometnicama
7. Zaključak
8. Literatura

Zadatak zadan:  
06/2019

Rok predaje rada:  
2019

Predviđeni datum obrane:  
10/2019

Mentor:  
Dr. sc. Nikola Trbojević, prof.v.š.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:  
mr.sc. Snježana Kirin

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se svom mentoru dr. sc. Nikoli Trbojeviću na savjetima i sugestijama prilikom izrade ovog završnog rada. Također profesorima s Veleučilišta u Karlovcu i svojim kolegama i prijateljima koji su mi pomogli pri prikupljanju podataka za ovaj rad, te cijeloj mojoj obitelji koji su mi bili najveća podrška.

## **SAŽETAK**

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

U ovom završnom radu pisat ću o tome što je buka, koji su učinci buke na ljudsko zdravlje. Poseban naglasak nalazi se na prometnoj buci, kako je izmjeriti te kako se zaštititi od nje pomoću zidova za zaštitu, o njihovim vrstama i načinu postavljanja.

Ključne riječi: buka, mjerenje buke, buka na prometnicama

## **SUMMARY**

What is noise? How does noise happen? How do you measure noise? Why do you react to it and how does it affect the human body? What causes noise in traffic and how to protect people from it? In this final work I will write about what noise is. The effects of noise on human health. Emphasis is on traffic noise, how to measure noise and how to protect people from noise by using walls for noise protection.

Keywords: noise, noise measurement, road noise

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. OPĆENITO O BUCI.....	2
2.1. Vrste buke .....	2
2.2. Infrazvuk .....	3
2.3. Ultrazvuk.....	3
2.4. Gdje se javlja buka .....	4
3. KAKO BUKA UTJEČE NA ČOVJEKA.....	6
3.1. Zdravstveni problemi .....	6
3.2. Izravne i neizravne posljedice po zdravlje .....	8
4. IZVORI BUKE U CESTOVNOM PROMETU.....	10
4.1. Prometni tok kao izvor buke .....	10
4.1.1. Utjecaj pojedinih čimbenika prometnog toka na razinu buke: .....	10
4.2. Vozilo kao izvor buke .....	11
5. MJERENJE BUKE.....	13
5.1. Osnovna pravila postupanja pri mjerenju buke.....	13
5.2. Mjerenje buke kod vozila.....	15
5.2.1. Mjerenje buke kod vozila u mirovanju .....	15
5.2.2. Mjerenje buke kod vozila u kretanju .....	16
6. ZAŠTITA OD BUKE NA PROMETNICAMA.....	18
6.1.1. Uređaji za zaštitu od buke.....	18
6.1.2. Zvučna imisija.....	18
6.2. Građevine za zaštitu od buke .....	19
6.2.1. Nasadi .....	19
6.2.2. Nasipi (Merloni).....	19
6.2.3. Nasipi sa ugrađenim zidom.....	19
6.2.4. Strmi nasipi .....	19
6.2.5. Zidovi za zaštitu od buke .....	20
6.2.6. Podjela zidova za zaštitu od buke .....	21
6.2.7. Elementi zida za zaštitu od buke.....	23
6.3. Vrste i kvaliteta materijala .....	25



6.3.1.	Zvučna izolacija .....	26
6.3.2.	Apsorpcija zvuka .....	26
6.3.3.	Dopuštene razine buke na prometnicama .....	26
6.4.	Kontrola buke na prometnicama .....	27
6.4.1.	Rad izvora buke .....	27
6.4.2.	Cestovni promet: .....	27
6.5.	Primjer izgrađenih zidova za zaštitu od prometne buke .....	28
7.	ZAKLJUČAK.....	29
8.	PRILOZI .....	30
9.	LITERATURA .....	31

# 1. UVOD

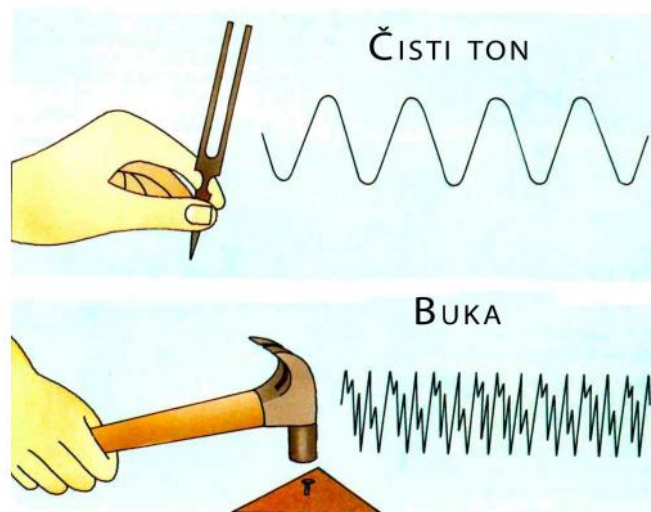
U mnogim zemljama svijeta postoje zakoni koji se odnose na sigurnost i zdravlje ljudi. Svrha tih zakona je stvaranje sigurnog radnog i životnog okoliša te uklanjanje nesigurnih postupaka i procesa.

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.

## 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]



Slika 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]

Tablica 1. Razina zvučnog tlaka

<b>RAZINA ZVUČNOG TLAKA dB</b>	<b>IZVOR BUKE</b>
130	HITAC IZ PUŠKE
120	GRANICA BOLI, AVIONI MOTOR
110	MOTORNNA 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

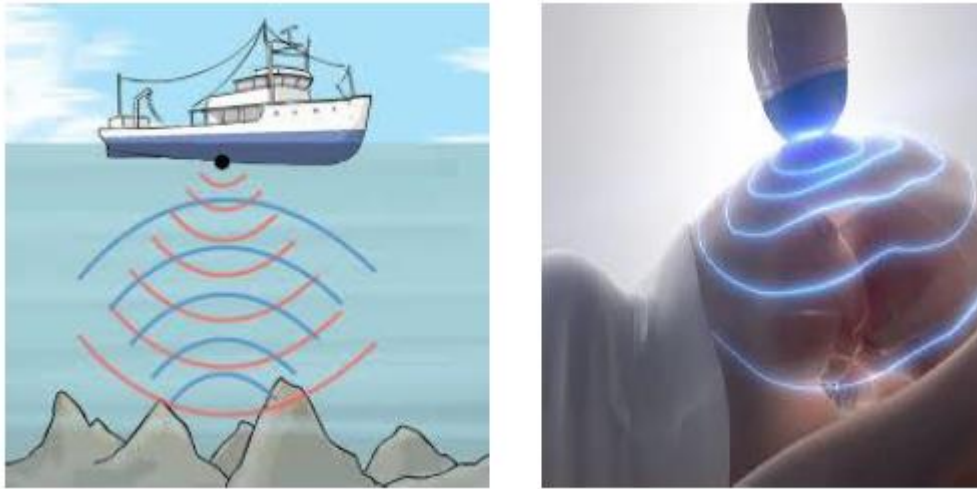
## 2.2. Infrazvuk

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.

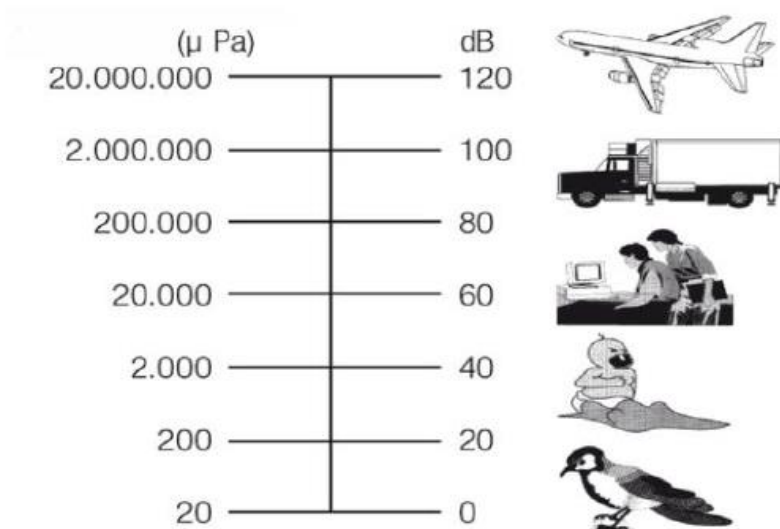


Slika 2. Primjer ultrazvučnih valova

#### 2.4. Gdje se javlja buka

- 1) 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
- 2) 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.



Slika 3. Izvori buke i njezina jačina

### 3. KAKO BUKA UTJEČE NA ČOVJEKA

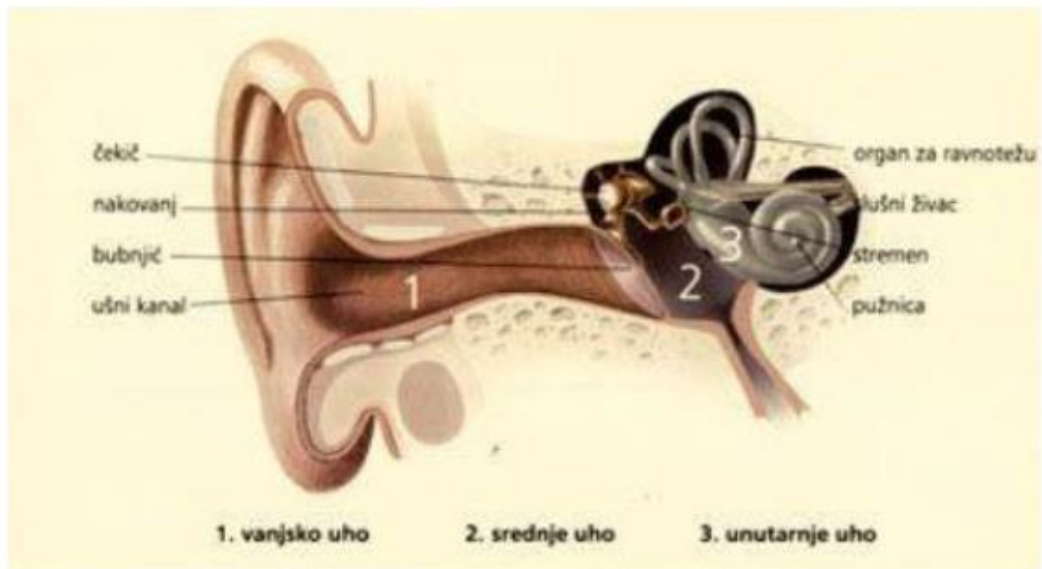
S razvojem društva pojavljuje se sve više izvora buke, sa sve višim i višim intenzitetom buke, pa je buka postala jedan od najviše zastupljenih problema u industriji. Buka utječe na čovjeka fizički, psihički i socijalno, pa tako može izazvati:

- 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.



Slika 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.





Slika 5. Negativan utjecaj buke na čovjeka [4]

### 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. IZVORI BUKE U CESTOVNOM PROMETU

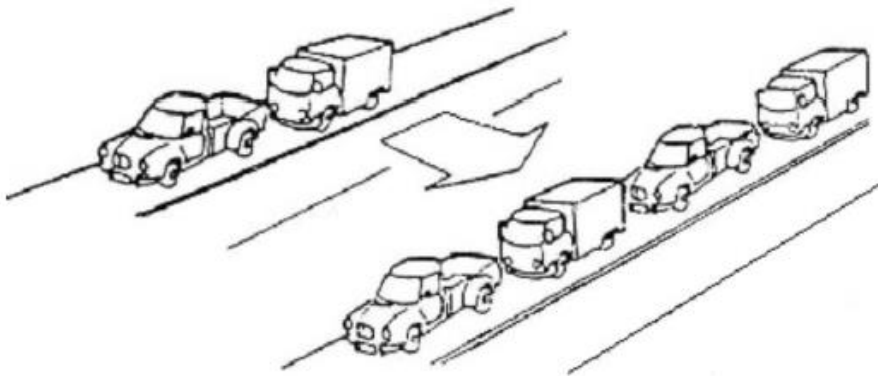
### 4.1. Prometni tok kao izvor buke

Čimbenici koji utječu na razinu buke u okolini prometnice globalno se mogu podijeliti na:

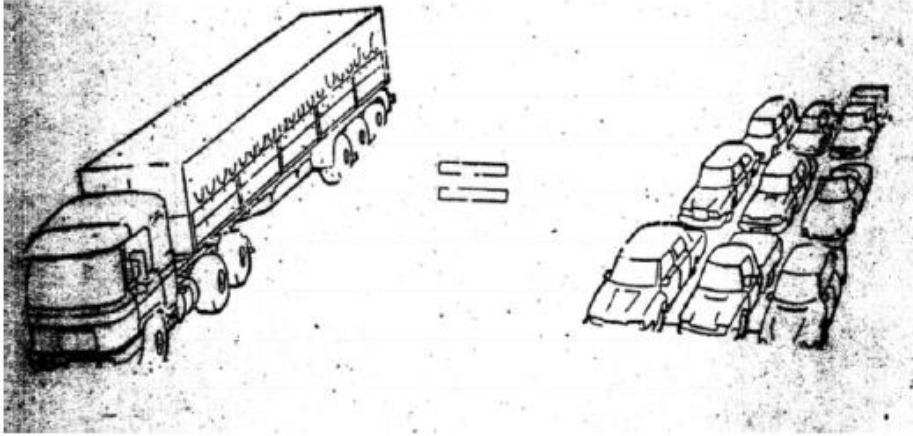
- Urbanističke – prostorna orijentacija zgrada i sl.
- Građevinske – položaj prometnice, kvaliteta zastora i dr.
- Tehničke – vozilo kao izvor buke
- Prometne – struktura prometnog toka, gustoća, brzina prometnog toka
- Psihološke – subjektivni osjećaj smetnji kod buke

#### 4.1.1. Utjecaj pojedinih čimbenika prometnog toka na razinu buke:

- Protok – 2000 voz./h proizvodi dvostruko veću razinu buke od 200 voz./h (slika 6.).
- Brzina – tok koji se kreće prosječnom brzinom od 105km/h proizvodi dvostruko veću razinu buke nego tok koji se kreće 50km/h.
- Struktura – jedno teško teretno vozilo koje se kreće brzinom 70km/h proizvodi razinu buke kao 28 osobnih vozila, (slika 7.).



Slika 6. Povećanje buke za 3dB za svako udvostručenje prometa

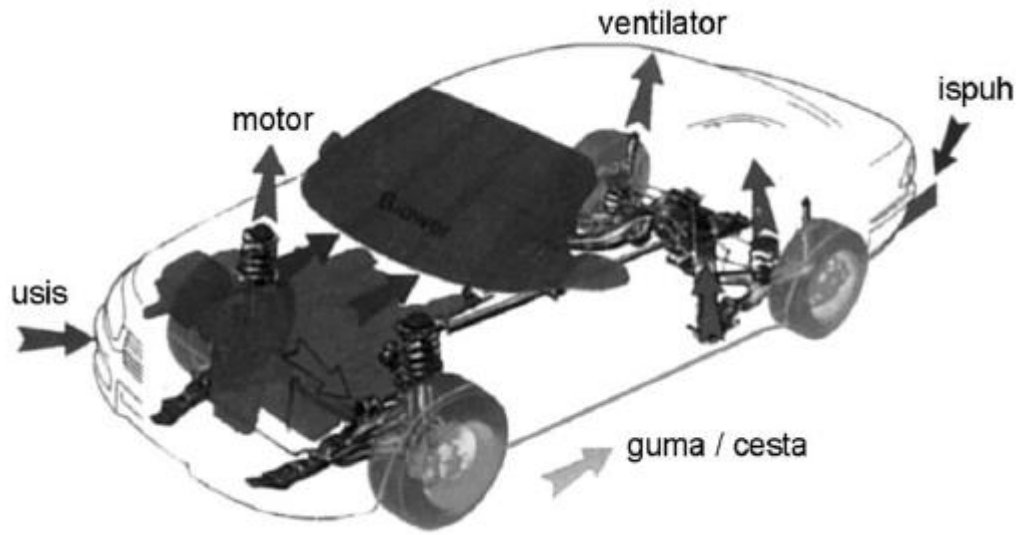


Slika 7. Zvučni ekvivalent teških teretnih vozila i lakih osobnih vozila.

#### 4.2. Vozilo kao izvor buke

Buka motora - nastaje pri djelovanju plinova na klip u tijeku procesa kompresije i ekspanzije u cilindru motora, što proizvodi vibracije vanjskih zidova bloka motora koji emitiraju buku. Ona ovisi o radnom volumenu motora, opterećenju i broju okretaja, slika 8.

- Buka usisnog sustava - nastaje pri otvaranju i zatvaranju usisnih ventila, a njezin intenzitet ovisi o režimu rada motora, opterećenju i broju okretaja motora, vrsti zračnog filtra i prigušivača.
- Buka ispušnog sustava - nastaje otvaranjem ispušnog ventila i naglim otpuštanjem plina u ispušni sustav. Razinu ispušne buke određuje npr. tlak u cilindru motora, brzina podizanja ventila, promjer ventila itd.
- Buka ventilatora - nastaje radom ventilatora koji stvara širokopoljasnu buku
- Buka pneumatika - nastaje dodiranjem pneumatika s kolnikom, a ovisi o zastoru kolnika, konstrukciji pneumatika i brzini vožnje. Povećanjem brzine za jednu četvrtinu dvostruko se povećava buka.



Slika 8. Izvori buke u vozilu

## 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.

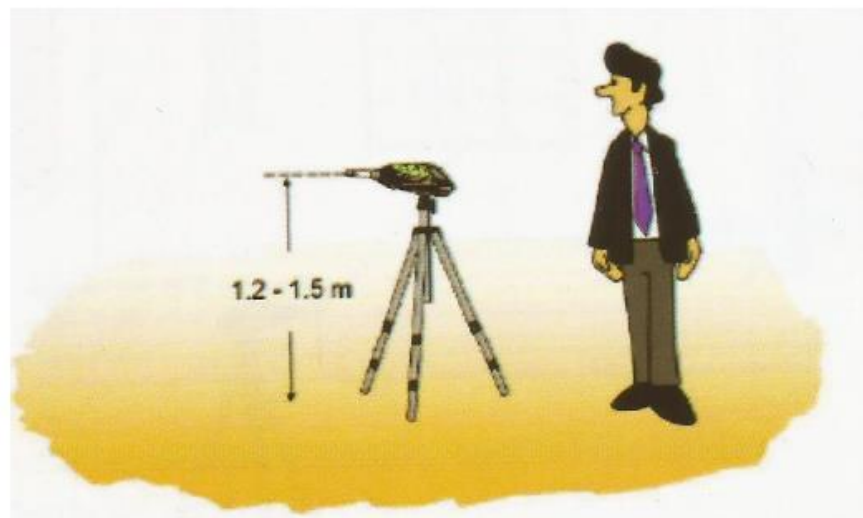
Također služe ocjenjivanju važnosti buke kao štetnog faktora u određenoj komunalnoj sredini, dobivanju podataka koji će služiti za planiranje naselja i prometnica, te da se utvrdi nužnost i potreban opseg mjera za zaštitu.

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)

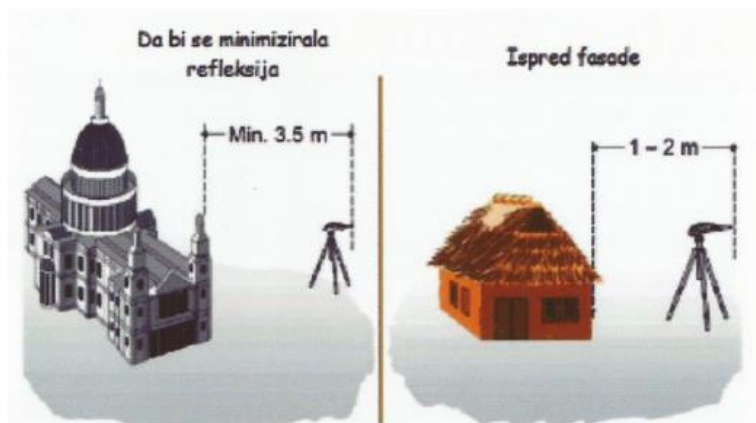
### 5.1. Osnovna pravila postupanja pri mjerenju buke

Mikrofon kojim se mjeri, u dužem vremenskom razdoblju, mora biti postavljen na stalak na visinu 1,2-1,5m, (slika 9.).



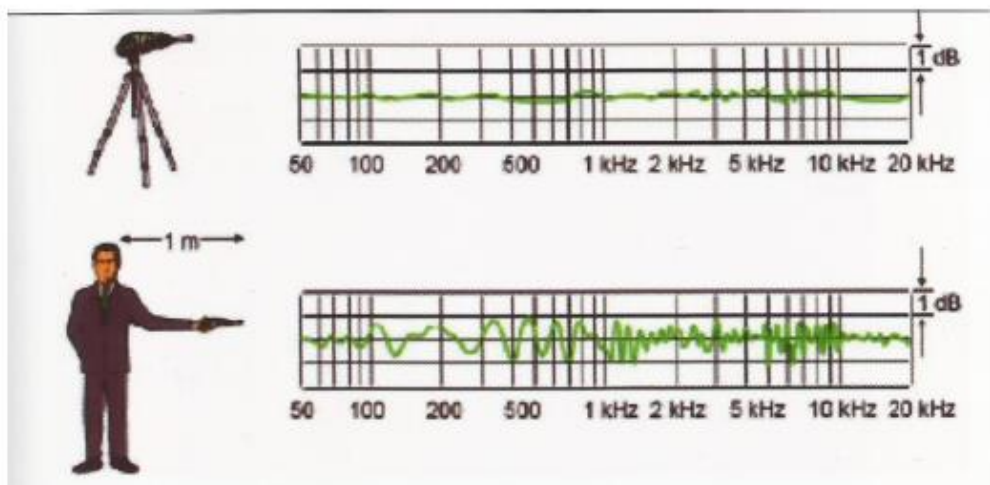
Slika 9. Položaj mikrofona iznad tla [4]

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 10.).



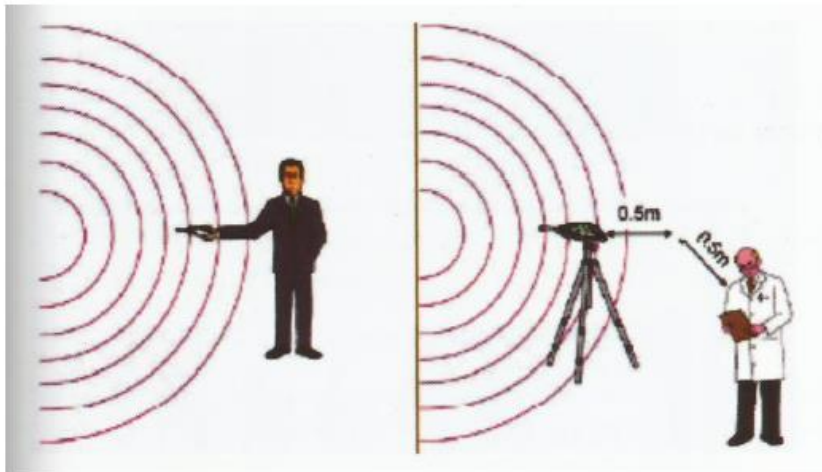
Slika 10. Položaj mikrofona van

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 11



Slika 11. Utjecaj operatera na mjerenje [4]

Položaj operatera u odnosu na izvor zvuka poželjan je kako je prikazano na slici 12.



Slika 12. Položaj operatera

## 5.2. Mjerenje buke kod vozila

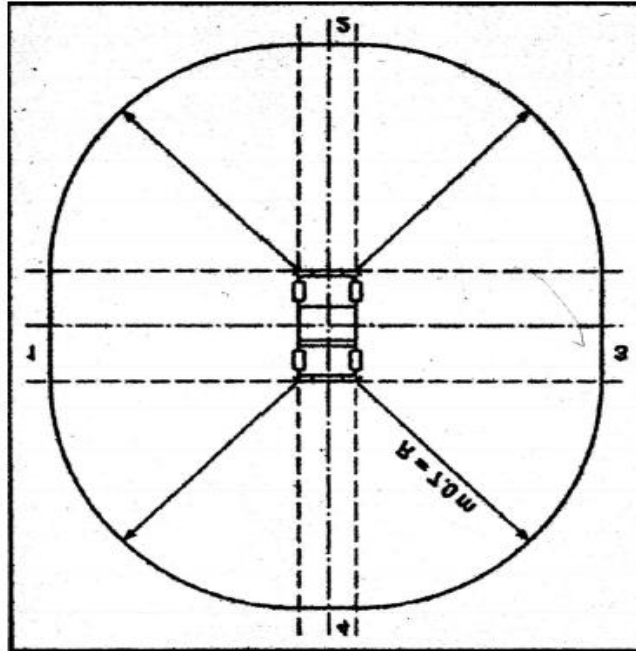
Obavlja se mjerenje buke kod pojedinačnih vozila:

- u mirovanju
- u kretanju

### 5.2.1. Mjerenje buke kod vozila u mirovanju

Kod vozila u mirovanju, prema ISO preporuci mjerenje se provodi u smjerovima koordinatnih osi na udaljenosti 7 m od ruba vozila pri 75% opterećenosti motora, mikrofon mora biti na 1,2 m od površine tla (Slika 13.).

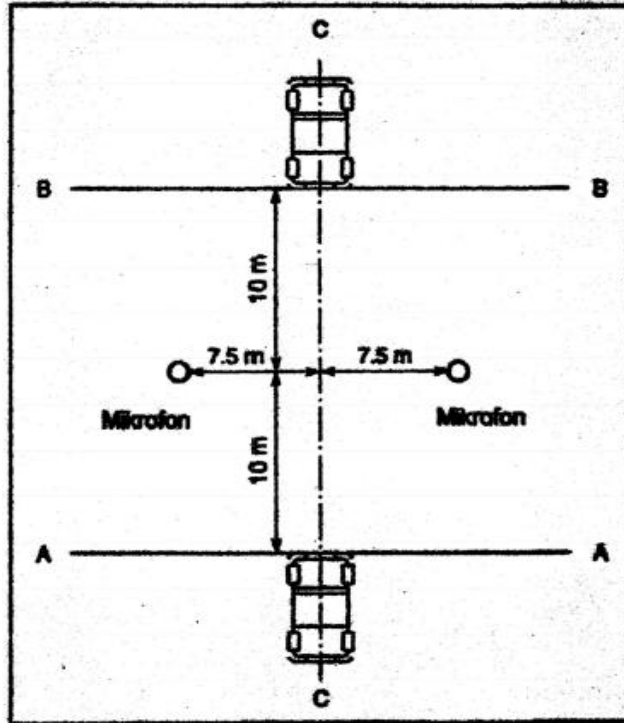




Slika 13. Mjerenje buke vozila u mirovanju

#### 5.2.2. Mjerenje buke kod vozila u kretanju

Kod vozila u kretanju, mjerenje se izvodi na ravnoj tvrdoj podlozi na udaljenosti 20m između vozila (brzina vozila manja od 50km/h, a stupanj prijenosa ne smije se mijenjati). (Slika 14.).



Slika 14. Mjerenje buke kod vozila u pokretu

## 6. 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

### 6.1.1. Uređaji 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 imisije na šticećenim područjima odnosno objektima.

### 6.1.2. Zvučna imisija

Zvučna imisija izražava se A-testiranim energetskekim ekvivalentom u dB(A), a određuje se iz zvučne emisije ovisno o uvjetima širenja zvuka, udaljenosti, apsorpciji, zaštiti, refleksiji i duljini promatrane cestovne dionice.

Najveće dopuštene vrijednosti zvučne imisije navedene su u pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave. Taj je pravilnik donjelo Ministarstvo zdravstva i socijalne zaštite na temelju članka 1. stavka 2. Zakona o zaštiti od buke (NN, 20/03).

## 6.2. Građevine za zaštitu od buke

Postoje osnovne vrste građevina kojima se štitimo od buke na prometnicama i to su :

- nasadi
- nasipi za zaštitu od buke (merloni)
- nasipi za zaštitu od buke s ugrađenim zidom
- strmi nasipi
- zidovi za zaštitu od buke

### 6.2.1. Nasadi

Nasadima se postiže akustično smanjenje zvučnog opterećenja tek kada je biljni pojas širi od 50m.

### 6.2.2. Nasipi (Merloni)

Nasipi su dugačke, ozelenjene zvučne brane od nasipa zemlje ili šute. Nagib pokosa nasipa na strani cestovne prometnice treba biti u omjeru 2:3 dok drugu stranu nasipa treba oblikovati tako da se nasip prilagodi terenu. Širina krune nasipa je 1m.

### 6.2.3. Nasipi sa ugrađenim zidom

Nasipi sa ugrađenim zidom predviđaju se u slučajevima kad nema dovoljno raspoloživog prostora za pravi zemljani nasip (merlon). Radi izvođenja i održavanja potrebna je širina krune nasipa od 2m.

### 6.2.4. Strmi nasipi

Strmi nasipi imaju potporne betonske odnosno kamene konstrukcije koje se nasipavaju humusom i ozelenjuju. Takva potporna konstrukcija je izvedena tako da omogućava znatno strmiju izvedbu pokosa zemljanog odnosno humusnog nasipa.

Iz tog se razloga nasipi predviđaju u slučajevima kad nema dovoljno raspoloživog prostora za pravi zemljani nasip.

#### 6.2.5. Zidovi za zaštitu od buke

Zidovi za zaštitu od buke su dugačke građevine čiji presjek odgovara stojećem uskom pravokutniku. Predviđaju se kad nema dovoljno raspoloživog prostora za pravi zemljani nasip ili strmi nasip te na mostovima (Slika 15.)

Pri jako dugačkim zidovima, potrebno je osigurati potrebne izlaze u slučaju opasnosti. Zidove za zaštitu od buke potrebno je izvesti tako da osiguravaju apsorpciju zvuka i to neovisno o starosti zida te o vremenskim utjecajima za što je neophodan A-test (pismena potvrda, svjedodžba o porijeklu, svojstvima i kvaliteti). Minimalni učinak zida za zaštitu od buke, odnosno minimalno smanjenje zvučnog opterećenja treba iznositi 20 dB.

Veoma je važna i estetska izvedba zaštitnog zida kao i uklapanje u krajolik ili naselje što se postiže rješenjima iz projekta.

Zidovi za zaštitu od buke, tj. njihovi paneli koji služe za apsorpciju-smanjenje buke, mogu biti izrađeni od različitih materijala, ovisno o uvjetima i proračunima danih od strane projektanta u samom projektu građevine.



Slika 15. Zidovi za zaštitu od buke

## 6.2.6. Podjela zidova za zaštitu od buke

Postoje sljedeće vrste zidova

- aluminijski paneli za zaštitu od buke (Slika 16.)
- reflektirajući paneli za zaštitu od buke (Slika 17.)
- transparentni paneli za zaštitu od buke
- drveni paneli za zaštitu od buke (Slika 18.)
- zidovi za zaštitu od buke izrađeni od armiranih nasipa i gabionskih konstrukcija (Slika 19., Slika 20.)



Slika 16. Aluminijski paneli



Slika 17. Reflektirajući paneli



Slika 18. Drveni paneli



Slika 19. Kameni paneli



Slika 20. Armirano-betonski paneli

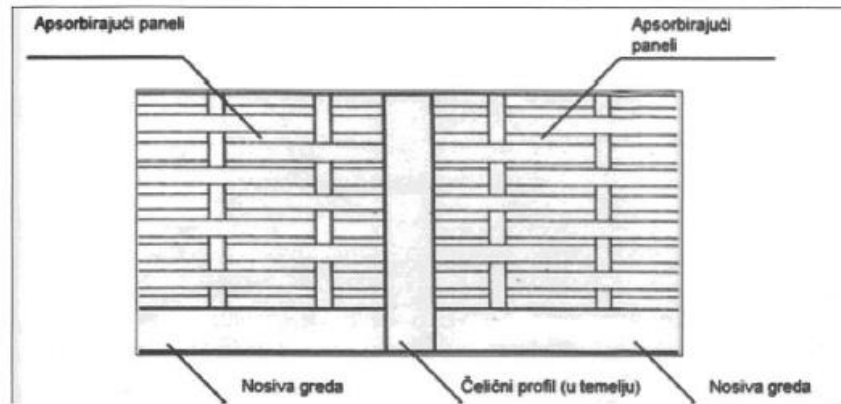
#### 6.2.7. Elementi zida za zaštitu od buke

Iako izgledom kompleksni, zidovi za zaštitu od buke sastoje se od sljedećih elemenata: (slika 21., slika 22.).

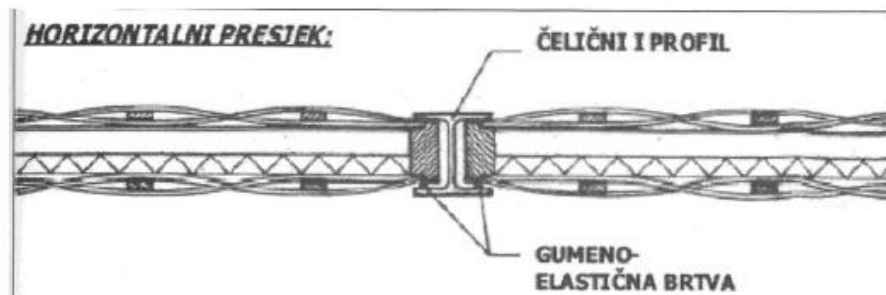
- piloti (armaturni koševi i čašice temelja pilota od betonskog željeza RA400/500),
- montažni temelji (ako su potrebni u slučaju nemogućnosti izrade, bušenja pilota),



- montažna nosiva AB greda,
- čelični (HEA) profili. (slika 23.),
- apsorbirajući paneli (drvo, aluminij, plastika, ...).



Slika 21. Elementi zidova



Slika 22. Horizontalni presjek zida



Slika 23. Čelični profil i temelji profila sa mogućnošću jednostavnog umetanja nosive grede

### 6.3. Vrste i kvaliteta materijala

Kontrola kakvoće izrade obuhvaća provjeru uporabljenih materijala s obzirom na projektirane zahtjeve uključujući statički proračun. Eroziju od padalina te djelovanje vjetra u skladu sa propisima, zakonima, i OTU-om za primijenjene materijale i konstrukcije.

Barijere moraju u pogledu uvjeta kvalitete, posebice mehaničkog savijanja na vjetar zadovoljiti zahtjeve za normalno i lomno opterećenje ( opterećenje od mogućeg oštećenja), prema ZTV-Lsw 88 (njemačko tehničko dopuštenje za akustične barijere).

Barijere su predfabricirani građevinski elementi, moraju biti modularnih dimenzija i moraju se moći jednostavno ulagati u nosače. Opći zahtjevi za akustične zaštitne panele-barijere za smanjenje buke od cestovnog prometa, moraju zadovoljiti zahtjeve iz EN 1793-2:1997 i to u pogledu zvučne izolacije trebaju spadati u kategoriju Bx.

Zaštitne barijere moraju biti UV postojane. Postavlja se uvjet minimalne trajnosti zaštitne barijere od npr. 10 godina te se potrebno striktno pridržavati uvjeta održavanja barijera navedenih od strane proizvođača.

### 6.3.1. Zvučna izolacija

Zvučna izolacija barijere uvjetovana je potrebnom redukcijom buke od šticeenih objekta. Postavlja se kriterij za zvučnu izolaciju barijera koja mora biti minimalnog iznosa  $R_w$  (dB) za sve vrste barijera (određena kategorija B. prema EN 1793-2:1997).

### 6.3.2. Apsorpcija zvuka

Apsorpcija zvuka barijera uvjetovana je potrebom za ograničavanjem buke na suprotnoj strani od šticeene, ukoliko se tamo također nalaze građevine koje treba štiti od buke. Apsorbirajuća svojstva barijere moraju spadati u kategoriju A (prema EN 1793-1:1997).

### 6.3.3. Dopuštene razine buke na prometnicama

Najviše dopuštene ekvivalentne razine buke u vanjskom prostoru određene su prema namjeni prostora i dane u Tablici 2. prema Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i prolaze NN 145-04, (Tablica 2.)

Tablica 2. Dopuštene razine buke u sredini u kojoj ljudi rade i prolaze

<b>Najviše dopuštene ekvivalentne razine buke u dB(A)</b>	<b>Zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju</b>	<b>Zona namijenjena samo stanovanju i boravku</b>	<b>Zona mješovite, pretežito stambene namjene</b>	<b>Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem</b>	<b>Zona gospodarske namjene</b>
<b>- za dan</b>	30	35	35	40	40
<b>- za noć</b>	25	25	25	30	30

#### 6.4. Kontrola buke na prometnicama

Nakon puštanja u promet cestovne prometnice na kojima su izgrađene barijere, mjerenjem buke treba provjeriti odgovara li realna situacija na terenu projektu. Mjerenje treba provesti na projektom predviđenim kritičnim točkama emisije tijekom dnevnog i noćnog razdoblja.

Osnovna karakteristika buke na prometnicama je da se zvuk širi valjkasto (slika 24.).



Slika 24. Valjkasto širenje zvuka

##### 6.4.1. Rad izvora buke

Uvjeti rada izvora buke moraju biti statistički reprezentativni.

##### 6.4.2. Cestovni promet:

Mjerenje  $L_{eq}$  – potrebno je provoditi brojanje vozila, dijeliti u grupe, brzina kretanja vozila moraju bit mjerena, vrsta kolničke konstrukcije mora biti zapisana. Standardna nesigurnost je vezana uz broj prolazaka vozila. Mjerenje  $L_{max}$  – mjerenje barem 30 prolazaka vozila iste kategorije.

## 6.5. Primjer izgrađenih zidova za zaštitu od prometne buke

Danas postoji mnoštvo izgrađenih zidova na prometnicama koji služe za zaštitu od buke. Među najkvalitetnija takva rješenja svakako spadaju i sustavi za zaštitu od buke na Riječkoj obilaznici (Slika 25.). Njihova osnovna karakteristika je da navedena prometnica prolazi u neposrednoj blizini stambenih naselja u gradu Rijeci i prometna buka predstavlja problem samom gradu.

Tehničkim rješenjem predviđeno je da se usporedno s rješenjem problema zaštite od buke riješi i problematika solarnog dobivanja električne energije, pomoću solarnih kolektora.



Slika 25. Zid za zaštitu od buke na Riječkoj obilaznici

## 7. 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 planiranje novih ili alternativnih radnih metoda ili procesa. Prometna buka postala je jedan veliki problem današnjice jer prati čovjeka s njegovog radnog mjesta pa sve do njegova doma. Posebno su ugrožene osobe koje žive vrlo blizu prometnica.

## 8. PRILOZI

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. Povećanje buke za 3dB za svako udvostručenje prometa.....	10
Slika 7. Zvučni ekvivalent teških teretnih vozila i lakih osobnih vozila.....	11
Slika 8. Izvori buke u vozilu .....	12
Slika 9. Položaj mikrofona iznad tla .....	13
Slika 10. Položaj mikrofona van .....	14
Slika 11. Utjecaj operatera na mjerenje .....	14
Slika 12. Položaj operatera .....	15
Slika 13. Mjerenje buke vozila u mirovanju .....	16
Slika 14. Mjerenje buke kod vozila u pokretu .....	17
Slika 15. Zidovi za zaštitu od buke .....	20
Slika 16. Aluminijski paneli .....	21
Slika 17. Reflektirajući paneli.....	22
Slika 18. Drveni paneli .....	22
Slika 19. Kameni paneli .....	23
Slika 20. Armirano-betonski paneli .....	23
Slika 21. Elementi zidova .....	24
Slika 22. Horizontalni presjek zida.....	24
Slika 23. Čelični profil i temelji profila sa mogućnošću jednostavnog umetanja nosive grede.....	25
Slika 24. Valjkasto širenje zvuka.....	27
Slika 25. Zid za zaštitu od buke na Riječkoj obilaznici .....	28
Tablica 1. Razina zvučnog tlaka .....	3
Tablica 2. Dopuštene razine buke u sredini u kojoj ljudi rade i prolaze .....	26

## 9. 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 06. 09. 2019.).
- [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 07. 09. 2019.).
- [7] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Infrazvuk> (pristupljeno 07. 09. 2019.).
- 8 <https://hr.wikipedia.org/wiki/Ultrazvuk> (pristupljeno 08. 09. 2019.).
- 9 <http://cudaprirode.com/portal/kz/1291-to-je-ultrazvuk-i-gdje-se-i-kako-rimjenjuje> (pristupljeno 05. 09. 2019.).
- 10 [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija\\_u\\_prometu/Materijali/Nastava\\_cestovni\\_promet\\_3.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Nastava_cestovni_promet_3.pdf) (pristupljeno 07. 09. 2019.).