ZAŠTITA OD BUKE I VIBRACIJA

Senfner, Dino

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:354574

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Dino Senfner

ZAŠTITA OD BUKE I VIBRACIJA

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

University of applied science Karlovac

Safety and protection department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Dino Senfner

NOISE AND VIBRATION PROTECTION

Karlovac, 2020.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Dino Senfner

ZAŠTITA OD BUKE I VIBRACIJA

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Dr. sc. Nikola Trbojević, prof. v.š.

Karlovac, 2020.

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

HRN EN ISO 9001:2009

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij Sigurnosti i zaštite:
Usmjerenje: Zaštita na radu Karlovac,

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student:Dino Senfner Matični broj: 0415610730

Naslov: ZAŠTITA OD BUKE I VIBRACIJA
Opis zadatka:

- Uvod
- Buka i čovjek
- Pojmovi iz akustike
- Opće mjere zaštite od buke
- Mjerenje buke
- Mjerni postupci
- Zaštita od buke na prometnicama
- Osnove zaštite od vibracija
- Mjerenje i analiza vibracija
- Utjecaj temeljenja strojeva na vibracije
- Uravnoteženje masa
- Utjecaj vibracija na čovjeka
- Mjerenja vibracija u realnim uvjetima
- Zaključak

Zadatak zadan:	Rok predaje rada:	Predviđeni datum obrane:
01/2020	05/2020	05/2020

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

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:
Dr.sc. Jovan Vučinić, prof. v.š.

SAŽETAK

Tema završnog rada je zaštita od buke i vibracija. Ovaj završni rad se sastoji od nekoliko cjelina u kojima su opisana i definirana neka od osnovnih pojmova vezanih za zaštitu od buke i vibracija. Opisane su općenite definicije koje se tiču buke i vibracija, njihov utjecaj na čovjeka, mjere i zaštita protiv buke na radnom mjestu, te u svakodnevnom životu, kao i zaštita od vibracija. U ovom radu sam htio ukazat na probleme koji su povezani uz buku i vibraciju, te kako one iste utječu na čovjeka i njegovo zdravlje, sa posebnim naglaskom na nužnost spriječavanja njihovog djelovanja na čovjeka.

Ključne riječi: buka, zvuk, frekvencija, vibracija, zaštita, čovjek, mjerenje buke.

SUMMARY

The topic of the final paper is noise and vibration protection. This final paper consists several sections that describe and define some of the basic concepts related to noise and vibration protection. General definitions regarding noise and vibration, their impact on humans, measures and protection against noise in the workplace and in everyday life, as well as vibration protection, are described. In this paper i wanted to point out the problems that are related to noise and vibration, and how they affect the person and his health, with special emphasis on the necessity of prevention from their effect on the humans.

Keywords: noise, sound, frequency, vibration, protection, human, noise measurement.

SADRŽAJ

SAŽETAK ..... **V**
SUMMARY ..... **I**
SADRŽAJ ..... **II**
UVOD **5**
1. BUKA I ČOVJEK **2**
1.1. Utjecaj buke na čovjeka **2**
1.2. Zaštita od buke **5**
2. POJMOVI IZ AKUSTIKE **6**
2.1. Zvuk **6**
2.2. Buka i tonovi **6**
2.3. Frekvencija **7**
2.4. Mjerenje inteziteta zvuka **7**
3. OPĆE MJERE ZAŠTITE OD BUKE **8**
3.1 Strojevi 8
3.2. Oprema 8
3.3. Rukovanje materijalom 9
3.4. Oklapanje strojeva **9**
4. MJERENJE BUKE 10
4.1. Propisi i norme s obveznom primjenom 10
4.2. Razlozi mjerenja buke 10
4.3. Vremensko vrednovanje **10**

5. MJERNI POSTUPCI 11

5.1. Karakteristike instrumenata za mjerenje buke **11**

5.2. Zapis i izvještaj o mjerenju buke **11**

6. ZAŠTITA OD BUKE NA PROMETNICAMA 12

6.1. Osnovni nazivi uređaja za zaštitu od buke 12

6.2. Izvedbe građevina za zaštitu od buke 12

6.2.1. Nasadi 13

6.2.2. Nasipi(Merloni) 13

6.2.3. Nasipi sa ugrađenim zidom 13

6.2.4.Strmi nasipi 13

6.2.5. Zidovi za zaštitu od buke 13

7. OSNOVE ZAŠTITE OD VIBRACIJA 15

7.1. Uvod u osnove vibracija i definicije 15

7.2. Vibracije u svakodnevnom životu 15

7.3.Korisne vibracije 15

7.4.Mehanički parametri i komponente 15

7.5. Najjednostavniji oblik vibracijskog sustava 15

7.6. Zašto mjerimo vibracije 16

7.7. Kako određujemo vibracije? 16

7.8. Tipovi signala 16

8.MJERENJE I ANALIZA VIBRACIJA 17

8.1. Uloga frekvencijske analize 17

8.2. Frekvencijska analiza 17

8.3. Frekvencijski spektar ili ukupna razina 17

8.4. Sustavi mjerenja 17

8.5. Tipovi filtara 18

9. UTJECAJ TEMELJENJA STROJEVA NA VIBRACIJE.....19

9.1. Nepravilno izabrana podloga-povećanje vibracija.....19

9.2. Pomicanja oslonaca.....19

10. URAVNOTEŽENJE MASA.....20

11. UTJECAJ VIBRACIJA NA ČOVJEKA.....21

12.MJERENJA VIBRACIJA U REALNIM UVJETIMA.....23

13. ZAKLJUČAK.....24

LITERATURA.....25

POPIS SLIKA.....26

POPIS TABLICA.....27

UVOD

Buka je vrlo glasan, čovjeku neugodan, čak i bolni zvuk. Osnovne značajke buke sadržane su u njezinoj jačini (intenzitetu), ali i u njezinoj kakvoći (dodatni šumovi), visini, trajanju, isprekidanosti ili kontinuiranosti. Stupanj smetanja ovisi o psihološkim čimbenicima (o vrsti zvučnih informacija, očekivanju ili nenadanosti i drugom). Mladeži na primjer ne smeta buka u disko-klubovima; stanaru često ne smeta buka iz susjednog stana ako je unaprijed zamoljen za toleranciju. Čovjeku mnogo manje smeta neizbježiva buka (na primjer šum slapova) nego izbježiva buka. Manje nam smeta buka koju proizvodimo sami od buke koju proizvode drugi. Svaka buka intenziteta većeg od 85 do 90 dB može nakon duge izloženosti uzrokovati trajna oštećenja sluha. Buka se smatra onečišćivačem okoliša, pa se propisuju maksimalno dopuštene granice, izražene u decibelima (dB).

Postoje vrlo restriktivni hrvatski i europski propisi za buku koju u nastanjenim područjima stvaraju industrijska postrojenja i prometna sredstva. Standardi maksimalno dopuštene buke, koje propisuje Europska unija, posebno su restriktivni prema motorima s unutarnjim izgaranjem za automobile i zrakoplove. Prema izvješću Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) smatra se da je razina zvučnog tlaka od 70 decibela poželjna gornja granica buke.

Vibracije su periodično ili ciklično gibanje mehaničkih sustava (strojevi, građevine i drugo) oko ravnotežnog položaja prouzročeno vanjskom periodičnom silom ili otklonom iz ravnotežnoga položaja. Za razliku od titranja, vibracije se javljaju s relativno malim otklonima od ravnotežnog položaja s obzirom na razmjere mehaničkog sustava. U svakom se titraju potencijalna energija sustava pretvara u kinetičku i obrnuto, uz djelomičan gubitak energije zbog otpora i trenja, koja u obliku topline napušta sustav.

Kada se sustav, pomaknut iz ravnotežnog položaja, prepusti daljem gibanju, vibracije su slobodne prigušene ili su u idealnom slučaju neprigušene. Ako na sustav djeluje vremenski promjenljiva poremećajna (uzbudna) sila, vibracije su prisilne. Vibracije se proračunavaju s pomoću diferencijalnih jednadžba iz kojih se dobivaju amplitude, te osobito važne vlastite frekvencije sustava, koje, ako su bliske frekvenciji poremećaja, dovode do znatnog povećanja amplituda to jest do rezonancije. Vibracije mogu djelovati štetno na ljudsko zdravlje, na udobnost vožnje i prouzročiti lomove konstrukcija. Namjerno izazvane koriste se kod mehaničkog sita, drobilica i drugog. Smanjivanje ili povećavanje utjecaja vibracija postiže se različitim tehničkim zahvatima vezanima uz promjene krutosti ili ugradnjom dodatne mase.

1. BUKA I ČOVJEK

Buka je zvuk proizveden nepravilnim i periodičnim titranjem čestica u zraku.Ljudsko uho registrira kao zvuk titranje između 16 Hz do 20.000 Hz. Osim frekvencije svojstva zvuka određuje i zvučnu jakost mjerenu u vatima po kvadratnom metru(W/m2), zvučni tlak u paskalima (Pa) i intezitet zvuka,koja se izražava u decibelima (dB).

Prema porijeklu buka u ljudskom okolišu može se podijeliti na industrijsku buku i buku okoliša.

Pod nazivom industrijska buka podrazumijeva se buka koju stvara radni proces u industriji. Na osnovi velikog broja provedenih istraživanja SZO je donijela procjenu prema kojoj je gornja granica neškodljivosti buke u osam radnih sati 75 dB(A). Iznad ove granice rizik oštećenja zdravlja se značajno uvećava. Prema preporukama iste organizacije kućna buka ne bi smjela prelazitit razinu od 45 dB(A), a buka tijekom noći 35 dB(A). Navest ću primjer prema kojem valja istaknuti da razina zvuka pri uobičajenom razgovoru iznosi 40 do 60 dB(A).

1.1. Utjecaj buke na čovjeka

Buka je 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

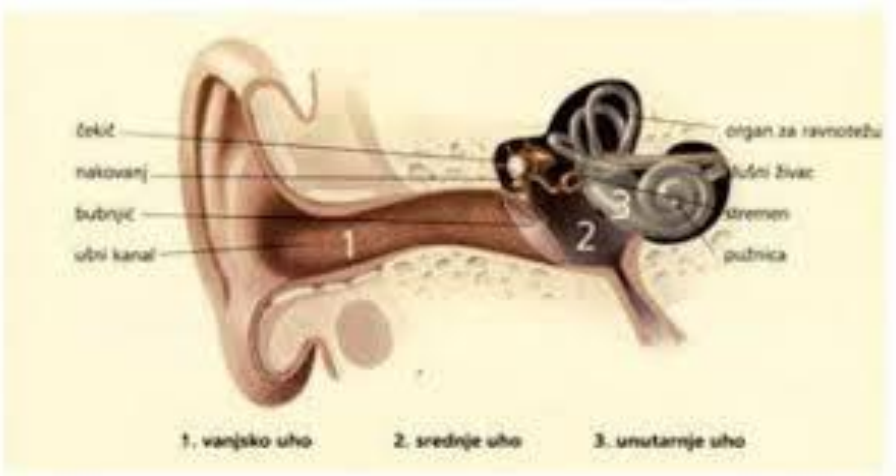
Jaka buka kroz dulji vremenski period može izazvati stalno oštećenje sluha, odnosno organa unutarnjeg uha. Ako dođe do takvog oštećenja-posljedice su trajne i neopravljive. Rizik oštećenja sluha ovisi o razini buke,vremenu provedenom u bučnom prostoru, ali rizik oštećenja ovisi i od karakteristike buke.

Na organ sluha buka djeluje podraživanjem simpatičkog dijela autonomnog živčanog sustava. Kad buka prijeđe razinu od 60 dB(A), a naročito iznad 80 dB(A),javljaju se simptomi koji su posljedica pojačane funkcije simpatikusa. Ovisno od razike buke eakcije variraju od blagih i prolaznih simptoma do burnih reakcija i trajnih težih oštećenja.

Osjetljivost na buku je individualna, jer neki ljudi dožive oštećenja već nakon kratkog vremena izloženosti buci,a neki ljudi mogu bit izloženi cijeli život, a da pritom ne dožive nikakva oštećenja.

Buka djeluje i na cirkulaciju krvi, izaziva sters i ostale psihološke probleme. Industrijska buka je često povezana s drugim problemima ,sa zagađivanjem zraka, sve to utječe na zdravlje i na raspoloženje čovjeka.

Da bi se ostvarila normalna komunikacija, razina buke u radnim prostojima smije biti najviše od 65 dB(A) do 70 dB(A). Razina zvučnog tlaka ,buke, ovisna je od međusobne udaljenosti osoba koje komuniciraju.

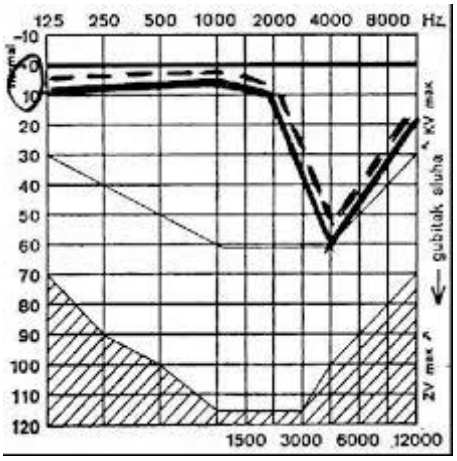


Slika 1. Presjek uha

Slika 2. Negativni utjecaj buke na tijelo čovjeka

Primjer: Mjerenje razine buke prema LEx,8h • Izračunati ekvivalentnu razinu buke za radnika izloženog pola sata buci od 100 dB/A i 6 h buci od 70 dB/A. Kolika je dnevna izloženost radnika buci? • Koje mjere mora poduzeti poslodavac? Budući da je 88 dB/A > 87 dB/A što je granična vrijednost izloženosti, mora uvesti mjere zaštite od buke.Pri izloženosti LEX, 8h≥ 87 dB/A poslodavac mora: odmah smanjiti izloženost ispod granične, utvrditi razloge prekomjerne izloženosti, doraditi preventivno-zaštitne mjere. To su poslovi s posebnim uvjetima rada.

Audiometrijsko testiranje : - Osoba se zatvara u izoliranu komoru. - Sluh se ocjenjuje i mjeri slanjem tonova svakom uhu putem slušalica. - Tonovi se šalju najprije pri 1000 Hz od viših razlika zvučnih tlakova prema nižim, zatim se to ponavlja pri 0,5; 1; 2; 3; 4; 6 i 8 kHz - Određuje se koliko osoba čuje izradom audiograma. - Izrađeni audiogrami se uspoređuju sa normalnim sluhom i ostalim prošlim ispitivanjima ispitivanjima koje je osoba imala. - U slučaju loših rezultata osobu i poslodavca se obavještava o gubitku sluha uzrokovanog bukom, godinama ili medicinskim razlozima.



Slika 3. Profesionalno oštećenje sluha bukom

Slika 4. Ispitivanje sluha djece i odraslih

1.2. Zaštita od buke

Zaštita od buke svodi se prvenstveno na tehničke mjere. Kad god je moguće trebalo bi prikladnom konstrukcijom radnih prostorija smanjiti industrijsku buku. Oblaganje zidova radnih prostojira šupljikavim materijalima smanjit će odbijanje zvučnih valova od zidova radne prostorije i tako znatno smanjiti razinu buke.

Ako sve to nije dovoljno radnici moraju obavezno koristiti osobna zaštitna sredstva. Sredstva za zaštitu sluha izrađuju se u obliku čepova od gume,voštanog pamuka ili plastike, a umeću se u vanski zvukovod. U slučaju vrlo visoke razine buke, pogotovo ako je u kombinaciji s vibracijama obavezno je korištenje zaštitne kacige, te je potrebno izolirati sve strojeve koji su izvor buke.

2. POJMOVI IZ AKUSTIKE

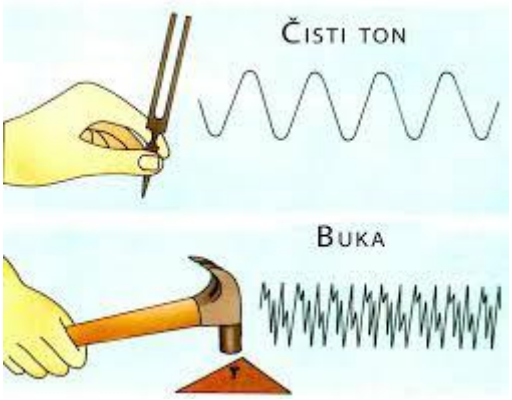
2.1. ZVUK

Zvuk se javlja kada izvor zvuka izazove pomicanje najbližih čestica nekog medija i širi se u obliku longitudinalnh valova.

Longitudinalni valovi su valovi zgušnjavanja i razrjeđivanja medija. Njihovo kretanje se postupno širi tim medijem mnogo dalje od izvora zvuka, a koji se kroz zrak širi brzinom od oko 343 m/s, dok su u tekućim i čvrstim stanjima tijela brzina širenja zvuka je veća.

2.2. BUKA I TONOVI

Nepoželjan zvuk se obično naziva bukom. Zvuk se može sastojati od jednog tona, ali u većini slučajeva sadrži više tonova različitih frekvencija.



Slika 5. Karakteristike buke

2.3. FREKVENCIJA

Frekvencija zvučnog vala predstavlja broj titraja u sekundi. Jedinica za frekvenciju je jedan Herc (1 Hz).

Definicija: 1 Herc (1 Hz) = jedna vibracija (jedan titraj) u sekundi.

2.4. MJERENJE INTEZITETA ZVUKA

Kod mjerenja razine zvuka upotrebaljava se instrument koji donekle imitira osjetljivost uha na zvukove različitih frekvencija. Ostvaruje se ugradnjom filtra u instrument s frekvencijskim odgovorom sličnim onome u uhu. Taj filtar se naziva A-filtar i njegova je frekvencijska karakteristikapropisana međunarodnim normama.

3. OPĆE MJERE ŽAŠTITE OD BUKE

Kada se radi o smanjenju buke,uvijek se mora uzeti u obzir činjenica da se zvuk širi i zrakom i čvrstom strukturom bez obzira da li je nastaou zraku ili mu je izvor neki stroj ili drugo tijelo.

3.1. Strojevi

Strojeve i procese koji su u upotrebi teško je promjeniti bez negativnog utjecaja na proizvodnju. Mogućnost da se smanje udaranje između dijelova stroja ipak postoji.

Projektanti bi trebali :

1. odabrati izvore energije koji daju tihu regulaciju brzine,
2. izolirati izvor vibracija unutar stroja,
3. uvjeriti se da su poklopci i kontrolna vrata dobro zatvoreni,
4. opremiti stoj odgovarajućim rashladnim sredstvima koja smanjuju potrebu za protokom zraka, pa time i za ventilatorima.

3.2. Oprema

Stara oprema u tvornicama može biti tiha,skoro kao i nova bez kompliciranih zahvata. Radnje za smanjenje zvuka su:

1. pneumatske ventile ispuha zamijeniti tišim,
2. promjeniti tip pumpe u hidrauličkim sustavima,
3. koristiti tiši ventilattor ili ugraditi zvučne prigušivače u cijevima koje se nalaze u ventilacijskim sustavima prostorija,
4. zamijeniti bučne zračne raspršivače tišima.

Moguće je i instalirati tiše električne motore i transformatore, ugraditi prigušivače u hidraulička postrojenja, te ugraditi prigušivače zvuka u kanale da bi se spriječio prodor buke kroz ventilaciju iz bučnih u tihe prostorije.

3.3. Rukovanje materijalom

U postojećim načinima rada koja mogu dovesti do izbjegavanja udara tijekom ručnog ili mehaničkog rukovanja i transporta materijala i drugih sredstava može se postiči na više načina:

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

Prilikom osiguravanja novih prijevoznih sredstava uzeti opremu koja se pri transportu sirovih materijala i proizvoda kreću mirno i tiho.

3.4. Oklapanje strojeva

Ako nije moguće smanjiti buku na njenom samom izvoru, potrebno je cijeli stroj izolirati zvučnom izolacijskom kabinom :

1. Obložiti površinu s unutarnje strane materijalom za izolaciju zvuka(mineralnom vunom,staklenom vunom,spužvastom gumom.). Relativno dobro zatvoren oklop stroja na ovaj način može smanjiti buku za 15 do 20 Db,
2. Ugrađivanjem prigušivača na bilo kojem otvoru svježeg zraka,
3. Opremiti kabinu kontrolnim poklopcima koje je lako otvoriti,tamo gdje je to neophodno za rad i održavanje.

Tablica 1. Najviše dopuštene razine buke

Zona buke	Namjena prostora	Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije L_{RAeq} u dB(A)	
		za dan	**za noć**
1.	zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju	50	40
2.	zona namijenjena samo stanovanju i boravku	55	40
3.	zona mješovita, pretežno stambene namjene	55	45
4.	zona mješovita, pretežno poslovne namjene	65	50
5.	zona gospodarske namjene	na granici građevne čestice unutar zone ne smije prelaziti 80 dB(A)	

4. MJERENJE BUKE

Buka je jedna od fizikalnih štetnosti u čovjekovom okolišu koja na čovjeka djeluje višestruko štetno-izravno ili neizravno oštečuje čovjekovo zdravlje,izaziva zamor,smanjenje radne sposobnosti,ometa sporazumijevanje, odmor i san.

4.1. Propisi i norme s obveznom primjenom

U našoj zemlji problematika zaštite od buke je regulirana Zakonom o zaštiti od buke,te Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave.

4.2. Razlozi mjerenja buke

Najčešći razlozi za mjerenje buke u industrijskoj proizvodnji su :

1. da bi se odredilo da li su razine zvukadovoljno visoke da bi uzrokovale trajno oštećenje sluha, trebalo bi se više istraživati razinu zvuka koja prelazi 80 dB u toku osmosatnog radnog vremena,
2. primjena najosnovnijih mjera za zaštitu od buke na strojevimai opremi,
3. određivanje zvučne emisijeiz svakog stroja, da bi se tako dobivene vrijednosti usporedile s onima iz garancijastroja i opreme.
4. Osiguranje okoliša od prekomjerne buke.

4.3. Vremensko vrednovanje

S obzirom na njezino djelovanje na čovjeka ,postoji nekoliko klasifikacija razina buke;

- do 60 dB područje samo psihološkog djelovanja,
- od 60 do 90 dB područje ozbiljnih psihloških smetnji,
- iznad 90 dB područje oštečenja sluha,
- iznad 120 dB područje akutnog oštećenja.

5. MJERNI POSTUPCI

5.1. Karakteristike instrumenata za mjerenje buke

Instrument za mjerenje buke je zvukomjer. Konstruiran je tako da prima zvuk približno na isti način kao ljudsko uho i da daje objektivna, reproducilna mjerenja razine zvučnog tlaka. Osnovna veličina koju mjerimo kod buke je razina zvučnog tlaka.

Druga osnovna veličina buke je frekvencija titranja. Područje frekvencija od 20 Hz do 20 kHz moguće je podijeliti na frekvencijske intervale ili opsege.

5.2. Zapis i izvještaj o mjerenju buke

Osnovni dokumenti o mjerenju buke jesu terenski zapis i izvještaj o mjerenju.Zapis je pomoćni dokument koji se izrađuje prigodom samog mjerenja,obično na pripremljenom obrascu. Izvještaj je konačni,službeni dokument u koji se unose svi relevantni podaci o mjerenju kao i ocjena rezultata.

Terenski zapis i izvještaj sadrži ove podatke:

- naručitelj mjerenja,
- izvršitelj mjerenja s navedenim ili priloženim odgovarajućim ovlastima,
- cilj mjerenja,
- datum mjerenja i doba dana,
- mjesto mjerenja,
- opis izvora buke s naznakom proizvođača,tipa,tvorničkoga broja,godine proizvodnje i osnovnim tehničkim podacima,
- uporabljena dokumentacija,
- opis mjernih mjesta i po potrebi skica

6. ZAŠTITA OD BUKE NA PROMETNICAMA

Ubrzani razvoj u današnje vrijeme izrazito pogodujeuništenju prirodnog okoliša. Jedna od posljedica takvog razvoja je i akumuliranje,odnosno stvaranje pretjerane buke u okolišu na mjestima gdje ljudi borave ili rade.

Struka govori da je preko 80 % štetnih zvučnih pojava otpada na prometnu buku,buku kao proizvod prometa na prometnicama(cestovnim,željezničkim i zračnim). Poseban problem u prometu čini povećanje prometne buke na gradskim prometnicama.

Glavne smjernice smanjenja emisije buke u urbanim sredinama su:

- pravilno planiranje naselja,
- pravilno planiranje cestogradnje,
- odabir najkvalitetnijih materijalaza izradu prometnica,
- redukcija-smanjivanje buke na vozilu,
- izgradnja građevina za zaštitu od buke.

6.1 Osnovni nazivi uređaja za zaštitu od buke

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

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

Zaštitne građevine protiv buke na cestama bit će učinkovitije što su više i dulje te što su položene bliže cesti.

6.2. Izvedbe građevina za zaštitu od buke

Osnovne vrste građevina kojima se štitimo od buke na prometnicama 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 50 m.

6.2.2. Nasipi (Merloni)

Nasipi su dugačke, ozelenjene zvučne brane od nasipane zemlje ili šute. Nagib pokosa nasipa na strani cestovne prometnicetreba biti u omjeru 2:3, dok drugu stranu nasipa treba oblikovati tako da se nasip prilagodi terenu. Širina krune nasipa je 1,0 m.

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 2,0 m.

6.2.4. Strmi nasipi

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

6.2.5. Zidovi za zaštitu od buke

Zidovi za zaštitu od buke su dugačke građevine čiji presjek odgovara stojećemuskm pravokutniku. Predviđaju se kad nema dovoljno raspoloživog prostoraza pravi zemljani nasip ili strmi nasip te na mostovima.

Udaljenost zida za zaštitu od buke od kolnika treba biti takva da omogući potrebnu širinu zaustavne preglednosti te odgovarajuću slobodnu širinu cestovne prometnice.Pri jako dugačkim zidovima, potrebno je osigurati potrebne izlazeu slučaju opasnosti.

Minimalni učinak zida za zaštitu od buke,odnosno minimalno smanjenje zvučnog opterećenja treba iznositi 20 dBA.

Slika 7. Barijere za zaštitu od prometne buke

7. OSNOVE ZAŠTITE OD VIBRACIJA

7.1 Uvod u osnove vibracija i definicije

Vibracija su varijacije,obično u vremenu,amplitude neke veličine u odnosu na specificiranu referentnu veličinu,pri čemu je amplituda izmjenično veća ili manja od referentne veličine.Vibracije su oscilacijsko kretanje oko referentne točke.

7.2. Vibracije u svakodnevnom životu

Vibracije su mehaničke oscilacije oko referentne točke. Vibracije su svakodnevna ojava,sreću se u našim kućama,tijekom putovanja i pri radu.Vibracije često mogu biti destruktivne i javiti se kao negativan efekt nekog korisnog procesa,a ipak se ponekad proizvode s namjerom da obave neki zadatak.

Vibracije su rezultat dinamičkih sila u strojevima koji imaju pokretne dijelove,kao i u strukturama koje su vezane za stroj. Vibracije izazivaju zamor i habanje materijala.Često su odgovorne za kvar koji se može desiti nekom stroju.

7.3. Korisne vibracije

Postoje strojevi koji rade na vibracijskom principu,kao što su npr.transportna traka,razbijač betona,ultrazvučna kada za pranje,nabijač,itd. Strojevi za vibracijska ispitivanja pobuđuju vibracije objekata da bi se provjerila njihova otpornost i funkcionalnost u vibracijskom okruženju.

7.4. Mehanički parametri i komponente

Svi mehanički sustavi sadrže tri osnovne komponente : masu,oprugu i prigušni element. Kada je svaka od njih,u ovom redoslijedu,izložena konstantnoj sili odreagirat će konstantnim ubrzanjem,konstantnim pomakom,odnosno konstantnom brzinom.

7.5. Najjednostavniji oblik vibracijskog sustava

Kada se jednom sustav kojeg čine masa i opruga dovedeu oscilacijsko gibanje,ono će se nastaviti do u beskonačno s konstantnom frekvencijom i amplitudom.

Povećanjem mase vibrirajućeg sustava povećava se period osciliranja tj. Smanjuje se frekvencija. Kada sustavu dodamo i prigušni element,kao rezultat će se desiti smanjivanje amplitude tijekom vremena.

Frekvencija vibracija,poznata kao prigušena frekvencija,je konstantna i gotovo jednaka prirodnoj frekvenciji. Prigušena prirodna frekvencija opada lagano s povećanjem stupnja prigušenja.

7.6. Zašto mjerimo vibracije

- da provjerimo da amplitude i frekvencije ne prelaze neke dopuštene granice materijala,
- da izbjegnemo pobuđivanje na rezonancijskim frekvencijama određenih dijelova stroja,
- da omogućimo prigušivanje ili izolaciju izvora vibracija,
- da obavljamo redovno održavanje stroja,
- da konstruiramo ili verificiramo kompjuterski model strukture.

7.7. Kako određujemo vibracije?

- izvodimo mjerenje,
- analiziramo rezultate(razinu i frekvenciju).

S ciljem analize prvo je potrebno definirati koji tipovi vibracija postoje i kako ih mjerimo.

7.8. Tipovi signala

Osnovna podjela vibracija je na stacionarne i nestacionarne signale. Stacionarni signali se dijele na determinističke signale i slučajne signale, dok se nestacionarni signali dijele na kontinuirane signale i tranzijentne signale. Stacionarni deterministički signali se sastoje od sinusnih komponenata na određenim frekvencijama. Slučajni signali su okarakterizirani time da je njihova trenutna vrijednost ne može biti predviđena, ali se može karakterizirati određenim statističkim funkcijama vjerojatnosti i gustoće, tj. može se mjeriti njihova prosječna vrijednost. Slučajni signali imaju frekvencijski spektar koji je kontinuirano raspoređen po frekvencijama.

Kontinuirani nesacionarni signali imaju neke sliičnosti kako s tranzijentnim tako i sa stacionarnim signalima. Tranzijentni signali su definiranikao signali koji počinju i završavaju na konstantnoj razini,obično nuli,unutar vremenske analize.

8. MJERENJE I ANALIZA VIBRACIJA

8.1. Uloga frekvencijske analize

Frekvencijski spektar u mnogim slučajevima daje detaljnu informaciju o nekom izvoru,koja ne bi mogla bit dobivena iz vremenskog dijagrama.

Frekvencijski spektar daje informaciju o razini vibracija uzrokovane rotacijom dijelova i sprezanjem zupčanika. On postaje važna pomoć u lociranju izvora povećanim ili neželjenih vibracija iz tog ili nekog drugog izvora.

8.2. Frekvencijska analiza

Proces frekvencijske analize je sljedeći : slanjem signala kroz filtar i podešavanjem filtra da propušta određeni frekvencijski opseg moguće je dobiti mjeru veličine razine vibracija na različitim frekvencijama. Rezultat se zove frekvencijski spektar.

8.3 Frekvencijski spektar ili ukupna razina

Korištenjem efektivnih vrijednosti ,dobija se vrijednost koja iskazuje razinu vibracijske energije.Međutim to ne daje dovoljno mogućnosti za vršenje bilo kakvog dijagnosticiranja. Za analizu je potrebno više parametara.

Frekvencijski spektar daje detaljne informacije o izvoru signala,koje ne mogu biti dobivene iz vremenskog signala. To omogućuje dijagnosticiranje sustava. Frekvencijski sadržaj se može naći na različite načine,korištenjem skenirajućih filtara,banaka filtara ili najčešće digitalnom obradom zapisa korištenjem Furijeove transformacije.

8.4 Sustavi mjerenja

Da bi vidjeli da li je monitoring ili testiranje ukupne razine dovoljno,ili je potrebna frekvencijska analiza,ispitivači moraju poznavati stroj i neke od uobičajenih kvarova koji se dešavaju, ili neke dijelove stroja koji su od posebnog interesa. Ilustracija pokazuje dvije različite situacije u monitoringu.

Monitoring ventilatora: Najčešći kvar koji se dešava je debalans,koji daje visoku razinu vibracija na danoj frekvenciji. To je i najviša razina vibracije u spektru.

Da bi vidjeli da li taj debalans raste, dovoljno je mjeriti ukupnu razinu vibracija u određenim vremenskim intervalima.

Monitoring prijenosnika: Oštećenja ili pohabanost zupčanika bit će pokazana kao narasla razina vibracija u frekvencijama sprezanja zupčanika(broj okretaja vratila,broj zuba) i njihovim harmonicima. Razine na tim frekvencijama normalno su mnogo niže nego najviša razina u frekvencijskom spektru,stoga treba koristiti kompletan spektar za kompariranje koje će dovesti do otklanjanja kvara. Opće pravilo da je mjerenje ukupne razine dovoljno za jednostavne,nekritične mehanizme,dok oni kompleksniji i kritičniji mehanizmi zahtijevaju spektralnu analizu.

8.5 Tipovi filtara

Dva tipa propusnih filtara koriste se u frekvencijskoj analizi i to :

- filtri konstantne širine pojasa,kod kojih je širina pojasa konstantna i ne zavisi od središnje frekvencije filtra,
- filtri konstantne postotone širine pojasa,gdje je širina pojasa specificirana kao konstantan podatak oko neke središnje frekvencije,tj pojas se povećava s povećanjem središnje frekvencije.

9. UTJECAJ TEMELJENJA STROJEVA NA VIBRACIJE

9.1 Nepravilno izabrana podloga - povećanje vibracija

Elastično postavljen stroj uvijek ima karakterističnu rezonantnu frekvenciju na svojoj podlozi. Ova rezonanca je određena težinom stroja i krutošću podloge. Lagan stroj i krute podloge daju visoku rezonancijsku frekvenciju,teški stroj i malo krute podloge daju nisku,rezonancijsku frekvenciju. Vibracije koje daje stroj na frekvencijinižoj od one koju ima montiran na podlogu,nije izoliran. U suprotnom su dobro izolirani.

Vibracije na rezonantnoj frekvenciji mogu biti znatno povećane,ako je unutrašnje prigušenje podloge nisko. Prirodna frekvencija stroja na njegovoj osnovi,mora uvijek biti niža od normalne brzine rada stroja.

9.2 Pomicanja oslonaca

Pomicanja oslonaca moraju biti ujednačena u cilju izbjegavanja ljuljanja. Za strojeve bi trebalo birati elastične podloge tako da je statički progib u svakom osloncu jednak. U suprotnom,ljuljanje bi davalo višu frekvenciju nego pokreti stroja gore-dolje,koji nisu dovoljno izolirani ovim osloncima. Ispod stroja s nejednakom raspodjelom težine, podloga bliže težištu mora biti kruća. Najefikasnija izolacija je postignuta ako su podloge postavljene tako da veze koje ih spajaju sa strojem prolaze kroz težište.

10. URAVNOTEŽENJE MASA

Kod velikih brzina ili velikih dimenzija mora se provesti uravnoteženje masa zbog nepoželjnih dinamičkih pojava kao što su sile,vibracije ili buka. Prema našim standardima ni postupak, a niti samo uravnoteženje nije propisano. Razlikujemo dva tipa uravnoteženja masa a to su:

- Statičko uravnoteženje - za velike zupčanike malih brzina ova vrsta uravnoteženja je dostatna. Odnosi se se prije svegana kovane,lijevane i zavarene konstrukcije.Obavlja se zakretanjem zupčanika sa vratilom na dvije tvrde glatke podložne staze,horizontalno postavljene,termički obrađene i brušene.
- Dinamičko uravnoteženje - obavlja se za prijenosničke elemente i spojke s visokim i vrlo visokim brojem okretaja,te posebnim zahtjevima s obzirom na buku ,odnosno općenito mirni hod.

11. UTJECAJ VIBRACIJA NA ČOVJEKA

Čovjek je svakodnevno izložen različitim utjecajima,zahvaljujući dostignutom stupnju razvoja,a među najuticajnije čimbenike spadaju i različite vrste vibracija,koje ga prate od mjesta stanovanja,načina dolaska na radno mjesto,samog radnog mjesta te mjesta odmora,zabave i rekreacije. Što primjetno ,što neopaženo,vibracije su postale sastavni dio,uz buku,čovjekove svakodnevnice. Čovjek je izložen vibracijama i potresanju. Pri potresanju se tijelo giba kao cjelina,a kod vibracija se pomiču samo dijelovi tijela. Ove pojave su istodobne.

U dijelu tijela između kukova i ramena nastaju pri frekvencijama 3-6 Hz jasne rezonantne pojave. Sustav glava-vrat ima 20 i 30 Hz,očne jabučice 60-90 a donje čeljusti 100-200 Hz.

Posljedica djelovanja vibracija na čovjeka je pojava određenih simptoma u četiri stadija i to :

Prvi stadij

- reverzibilan, malo simptoma,
- bolovi i parastezije dijelova prstiju,
- snjiženje praga osjetljivosti na vibracije.

Drugi stadij

- nedostatak osjećaja boli u koži**,**
- jaki bolovi u mišićima,kostima i zglobovima,
- povećanje zahvaćene površine tijela,
- liječenje moguće.

Treći stadij

- bijelina kože i šake pri najmanjoj hladnoći,
- bolovi u kostima,
- prestanak osjećaja boli i dodira na koži prstiju,
- utjecaj na srce i krvne žile, živčani sustav,
- liječenje teško i rijetko uspješno.

Četvrti stadij

- atrofija kože
- oticanje i endemi
- nekontrolirane kontrakcije mišića
- vrtoglavice
- srčane smetnje
- neurološke smetnje
- moguća pojava gangrene.

Motorna pila, koja se svakodnevno koristi u različite svrhe,spada u one strojeve čija se višegodišnja uporaba,ukoliko se primjenjuju propisana zaštitna sredstva i pravila iz upustva za rad na siguran način, može ugroziti zdravlje čovjeka. To se posebno odnosi na prste ruke operatera, potom šake i podlaktice, pa preko cijele ruke na njegovo tijelo. Ukoliko se to poveže sa štetnim utjecajem buke, preko slušnog organa, uha, zaključuje se da je operateru na motornoj pili maksimalno ugroženo zdravlje.

Posljedice dugotrajnih izlaganja operatera vibracijama motorne pile pokazuje sljedeće štetne pojave:

1. vibracije se pretežno akumuliraju u prstima i šaci i to uglavnom vibracijeviših frekvencija,
2. gubitak osjetila u prstima - bijeli prsti,
3. promjene na zglobovima prstiju.

Slika 7. Utjecaj vibracija na šaku čovjeka

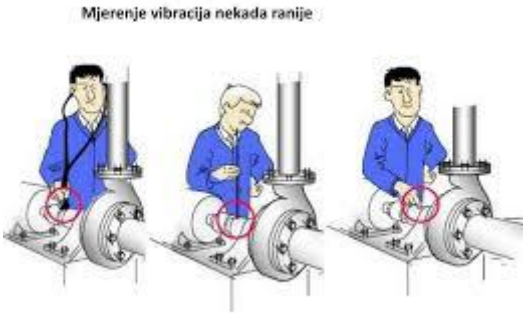
12. MJERENJA VIBRACIJA U REALNIM UVJETIMA

U stvarnim i realnim uvjetima,koji se svakodnevno susreću,da bi se otklonile prekomjerne vibracije i moguće štetne posljedice ,iste nužno moramo mjeriti i shodno dobivenim izmjerenim veličinama poduzeti odgovarajuće tehničke mjere.

Nekada se to radilo na bazi iskustva stručnih radnika i inženjera,koji su iskustveno uočavali i određivali postupak kojim su otklanjali uzroke pojave vibracija. Danas u primjeni imamo različite mjerne instrumente,dostupne na tržištu.

Posebno su pojavi vibracija izloženi rotacioni elementi koji u svojim ležištima izazivaju tijekom rada pojavu vibracija. Na takvim mjestima se moraju postavljati i mjerni uređaji.

Vibracije se mjere u eksperimentalnim fazama razvoja strojeva i strojarskih konstrukcija, a posebno u fazi nakon izrade i montaže istih.



Slika 8. Mjerenje vibracija na bazi iskustva

Slika 9. Mjerač vibracija

13. ZAKLJUČAK

Zaštita na radu je skup suvremenih,tehničkih,zdravstvenih,socijalnih i ostaliih mjera povezanih u sustav. Regulirana je na taj način da zaštiti čovjeka i njegovo zdravlje,te da omogući propise kako raditi na pravilan i siguran način.

Buka i vibracija djeluju negativno i opasno po čovjekovo zdravlje. Buku je gotovo nemoguće izbjeći ali ju je moguće izolirati putem preventivnih mjera. Obavezno je nošenje zaštitne opreme kao šta su čepići za zaštitu sluha ili antifoni. Oštećenja na čovjekovo zdravlje od posljedica buke mogu razviti čitav niz drugih bolesti.

Uvijek je potrebno smanjiti razinu buke do one granice do koje je to dopušteno. U cilju nastanka neželjenih posljedica na čovjekovo zdravlje, utjecaj buke i vibracija potrebno je mjeriti te na taj način spriječiti rizik od nastanka mogućih ozljeda kao i dugoročnih zdravstvenih problema.

Da bi se osigurala kvalitetna zaštita ljudi koji rade u uvjetima povećane buke i vibracija veliku ulogu osim zaštitnih sredstava igraju i stručne osobe, tj. inspektori zaštite na radu koji provode preventivne nadzore kako bi se uvidjelo da li poduzeća odnosno druge pravne osobe poštuju normativno propisane mjere u vidu pravilnika o zaštiti na radu.

POPIS LITERATURE

(1) Trbojević, N.: Osnove zaštite od buke i vibracija, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac 2011.

(2) Vučinić, J., Vučinić, Z.: Osobna zaštitna sredstva i oprema; Karlovac, 2011.

Internet stranice

(3) https://www.google.com/search?q=presjek+uha (2020)

(4) https://www.google.com/search?q=negativni+utjecaj+buke+na+tijelo+%C4%8Dovjek (2020)

(5) https://www.veleri.hr/files/datotekep/nastavni_materijali/k_sigurnost_2/buka%202017.pdf (2020)

(6) https://www.google.hr/search?q=audiometrijski+test+sluha&tbmc (2020)

(7) https://www.google.hr/search?q=audiometrijski+test+sluha&tbm (2020)

(8) https://www.google.com/search?q=karakteristike+buke&tbm (2020)

(9)https://www.google.com/search?q=najvi%C5%A1e+ndopu%C5%A1tene+razine+buke&tbm (2020)

(10) https://www.google.com/search?q=zidovi+za+za%C5%A1titu+od+buke&tbm (2020)

POPIS SLIKA

1. Presjek uha.....3
2. Negativni utjecaj na tijelo čovjeka.....4
3. Profesionalno oštećenje sluha bukom.....5
4. Ispitivanje sluha djece i odraslih.....5
5. Karakteristike buke.....6
6. Barijere za zaštitu od prometne buke.....14
7. Utjecaj vibracija na šaku čovjeka.....22
8. Mjerenje vibracija na bazi iskustva.....23
9. Mjerač vibracija.....23

POPIS TABLICA

1. Najviše dopuštene razine buke.....9