

Akustično mjerenje buke

Džanić, Venas

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:193043>

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

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



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Tehnički fakultet u Puli



Venas Džanić

Akustično mjerenje buke

Završni rad

Pula, rujan, 2024.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Tehnički fakultet u Puli



Venas Džanić

Akustično mjerenje buke

Završni rad

JMB: 6019831103031044234, redovan student
Studijski smjer: Preddiplomski stručni studij Proizvodno strojarstvo
Predmet: Mjerenja u proizvodnji
Znanstveno područje: Tehničke znanosti
Znanstveno polje: Strojtarstvo
Znanstvena grana: Proizvodno strojarstvo
Mentori: Izv. prof. dr. sc. Marko Kršulja
dipl. ing. stroj. Elvis Ciliga

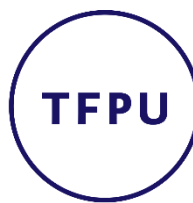
Pula, rujana, 2024.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svome mentoru i profesoru doc. dr. sc. Marku Kršulji na njegovom mentorstvu te prenesenom znanju kako tokom ovog rada tako i tijekom cijelog općeg studiranja. Zahvala također ide i drugom mentoru terenskog dijela rada dipl. ing. stroj. Elvisu Ciligi na tehničkoj pomoći, informacijama, znanju, literaturi kao i njegovim kolegama sa Nastavnog zavoda za Javno zdravstvo Istarske županije. Velike zahvale idu i mojoj obitelji i prijateljima koji su mi bili velika i neupitna podrška tokom cijelog studiranja.

Izv. prof. dr. sc. Marko Kršulja

Mjerenja u proizvodnji
(Predmet)



Tehnički fakultet u Puli

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

TEHNIČKI FAKULTET U PULI

ZADATAK TEME ZAVRŠNOGA RADA

Pristupniku/ci Venas Džanić

MBS: 6019831103031044234

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

Akustično mjerenje buke

Sadržaj zadatka: Napisati osnovnu hipotezu, predmet i problem istraživanja te sukladno odabranoj hipotezi postaviti ciljeve istraživanja. Koristiti metodologiju koja je znanstvena kako bi se osigurala ponovljivost rezultata. Posložiti poglavlja koja odgovaraju postavljenim ciljevima. Donijeti zaključak u kojemu se odražavaju bitne spoznaje u radu i kritički osvrt autora.

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

Redovni ili izvanredni, proizvodno strojarstvo
(izvanredni, proizvodno strojarstvo)

Datum:

Potpis nastavnika _____

Potpis nastavnika _____



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Venas Džanić kandidat za prvostupnika proizvodnog strojarstva ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

U Puli, _____, _____ godine



IZJAVA
o korištenju autorskog djela

Ja, Venas Džanić dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom „Akustično mjerenje buke“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama. Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, _____ (datum)

Student

SADRŽAJ:

| | | |
|----|---|----|
| 1. | UVOD | 1 |
| | Hipoteza..... | 1 |
| | Predmet istraživanja | 1 |
| | Problem istraživanja | 1 |
| | Metode rada | 2 |
| | Struktura rada | 2 |
| 2. | OPĆENITO O BUCI..... | 3 |
| 3. | UTJECAJ BUKE NA ZDRAVLJE STANOVNIŠTVA | 5 |
| 4. | MJERNI APARTI I MJERENJA | 8 |
| 5. | PRAKTIČNI DIO MJERENJE NA TERENU..... | 15 |
| | 5.1.OPĆI PODACI | 15 |
| | 5.2.SVRHA MJERENJA | 15 |
| | 5.3.ZAKONSKA REGULATIVA I NORMIRANE METODE MJERENJA | 16 |
| | 5.4.AKUSTIČNI ZAHTJEVI..... | 17 |
| | 5.5.OPIS MJERNOG SUSTAVA | 17 |
| | 5.6.OPIS IZVORA BUKE | 20 |
| | 5.7.OPIS MJERENJA | 23 |
| | 5.8.ANALIZA METEOROLOŠKOH MJERENJA..... | 25 |
| | 5.9.OPIS PROSTORA,OBJEKTA I OKOLINE | 25 |
| | 5.10.REZULTATI MJERENJA | 25 |
| | 5.11.ANALIZA PROCJENE MJERNE NESIGURNOSTI | 28 |
| | 5.12.ZAKLJUČAK..... | 28 |
| 6. | ZAKLJUČAK..... | 34 |
| 7. | POPIS LITERATURE | 35 |

| | | |
|----|--------------------|----|
| 8. | POPIS SLIKA | 35 |
| 9. | POPIS TABLICA..... | 36 |

1. UVOD

Hipoteza

Ova hipoteza polazi od pretpostavke da buka iz tvornice CIMOS u Buzetu premašuje dopuštene razine, što može imati štetan utjecaj na zdravlje lokalnog stanovništva. Istraživanje će provjeriti kvalitetu zvučne izolacije te utjecaj zračnih i udarnih valova na okoliš. Rezultati mjerenja usporedit će se s normama iz Pravilnika o dopuštenim razinama buke. Ako mjerenja pokažu prekoračenja graničnih vrijednosti, bit će predložene mjere za smanjenje buke na zakonom propisane razine.

Predmet istraživanja

Predmet istraživanja je buka okoliša uzrokovana radom tvornice CIMOS Buzet, s posebnim naglaskom na razinu buke u dnevnim i noćnim uvjetima te njezin utjecaj na zdravlje ljudi i okoliš.

Tvrtka P.P.C. Buzet d.o.o. dio je internacionalne grupacije CIMOS d.d. U proizvodno tehnološkom smislu razvojni je dobavljač dijelova i sklopova za automobilsku industriju te danas razvija i isporučuje proizvode za poznate proizvođače automobila - PSA, BMW, AUDI, FORD, TOYOTA, HONEYWELL, EATON i OPEL. Gotovo svi proizvodi namijenjeni su za prvu ugradnju te se oni direktno isporučuju proizvođačima automobila. Isporuke su koncipirane po načelu „JUST IN TIME“ prema dnevnim, tjednim i mjesečnim narudžbama kupaca na pedesetak lokacija širom Europe i Svijeta. Tvornica Buzet (G-K koordinate x: 5419175, y: 5029158) prostire se na površini od 44.610 m².

Kratki opis tehnološkog procesa:

Postrojenje tvornice Buzet konceptualno čine slijedeće glavne tehnološke cjeline:

1. Tehnološka jedinica lijevanje.
2. Tehnološka jedinica za strojnu obradu.
3. Tehnološka jedinica površinske zaštite.
4. Tehnološka jedinica zavarivanje.
5. Skladišni prostori.

Problem istraživanja

Problem istraživanja odnosi se na prekomjernu razinu buke koju tvornica CIMOS generira tijekom rada. Ključni izazov je usporediti dobivene rezultate s postojećim propisima i normama te utvrditi potrebu za dodatnim mjerama zaštite od buke. Tvornica ima obvezu mjerenja razina buke prema okolišnoj dozvoli, a buka okoliša se mjeri u neposrednoj blizini tvornice za razdoblje dana i noći. Dobiveni rezultati nakon mjerenja i analize usporedili su se sa važećim propisima. Prema navedenom opisane su mjere koje služe za zaštitu od buke odnosno zaštitu od izloženosti prekomjernim razinama buke okoliša.

Metode rada

Istraživanje se temelji na terenskom mjerenju razine buke, korištenjem preciznih mjernih instrumenata. Mjerenja će biti provedena u različitim vremenskim intervalima, prateći normirane metode mjerenja. Nakon prikupljanja podataka, izvršit će se analiza rezultata i njihova usporedba s propisanim normama.

Struktura rada

Rad je podijeljen u nekoliko glavnih dijelova. U uvodnom dijelu objašnjava se tema rada te daju osnovne informacije o tvornici CIMOS Buzet, kao i važnost akustičkog mjerenja buke okoliša. Drugi dio pruža teorijsku osnovu o utjecaju buke na zdravlje te opisuje mjernu opremu i metode. Treći dio je praktičan i fokusira se na opis mjernih sustava, izvora buke, prostora, te analize dobivenih rezultata. Opisuje se zakonska regulativa koja definira dopuštene razine buke, kao i uvjeti tijekom mjerenja. Konačni rezultati mjerenja uspoređuju se s važećim normama, a na temelju njih predlažu se mjere za smanjenje buke, ako je potrebno. U zaključnom dijelu sažeti su rezultati istraživanja i izneseni su prijedlozi za poboljšanje zaštite od buke.

2. OPĆENITO O BUCI

Akustika je grana fizike koja se bavi proučavanjem nastajanja, širenja i percepcije zvuka, a njezina primjena u kontekstu buke je ključna za zaštitu zdravlja. Buka se definira kao svaki neželjeni zvuk koji prelazi dopuštene razine i negativno utječe na ljudsko zdravlje. Iako se na buku ne može trajno naviknuti, moguće je poduzeti tehničke mjere kako bi se ona smanjila. Dugotrajna izloženost buci, bilo kod kuće, na poslu ili na ulici, predstavlja stalnu prijetnju za čovjeka.

Sustav akustičkog problema može se podijeliti na tri ključna dijela:

1. **Akustička svojstva izvora buke:** Ovdje se analizira mjesto emisije buke, što uključuje karakteristike izvora kao što su frekvencija, intenzitet, i trajanje zvučnog signala. Na primjer, industrijski strojevi, promet ili ventilacijski sustavi mogu emitirati različite razine zvuka koje treba regulirati.
2. **Putovi širenja buke:** Zvučni valovi putuju kroz različite medije (zrak, strukture) i mogu uključivati i zračne i strukturne komponente. Zračni zvuk nastaje kad se zvučni tlak prenosi kroz zrak, dok se strukturna buka prenosi kroz krute površine poput zidova ili tla. U ovom dijelu važno je analizirati prijenos i refleksiju zvučnih valova, kao i moguće gubitke energije tijekom širenja.
3. **Prijamni prostor:** Ugrožene osobe koje su izložene buci čine prijamni prostor. Ovdje se mjeri utjecaj buke na sluh i opće zdravstveno stanje ljudi, uz poseban naglasak na razinu zvučnog tlaka. Zvučni tlak (mjeri se u decibelima) označava jačinu zvučnih valova koje ljudsko uho može registrirati. Visoke razine zvučnog tlaka mogu uzrokovati trajno oštećenje sluha, dok dugotrajna izloženost nižim, ali stalnim razinama buke može izazvati stres, nesanicu i druge zdravstvene tegobe.

Tehnička rješenja za smanjenje buke uključuju zvučnu izolaciju, barijere i pravilnu konstrukciju prostora kako bi se smanjio prijenos zvuka, čime se štiti zdravlje ljudi u blizini izvora buke.

Slika 1 Prikaz osnove akustičkog sustava



Zakonom propisane razine buke:

| Zona buke | Namjena prostora | Najviše dopuštene ocjenjske razine buke $L_{R,Acq}$ / dB(A) | | | |
|-----------|--|---|---------------|-------------|-----------|
| | | L_{day} | $L_{evening}$ | L_{night} | L_{den} |
| 1. | Zona zaštićenih tihih područja namijenjena odmoru i oporavku uključujući nacionalni park, posebni rezervat, park prirode, regionalni park, spomenik prirode, značajni krajobraz, park-šuma, spomenik parkovne arhitekture, tiha područja izvan naseljenog područja | 50 | 45 | 40 | 50 |
| 2. | Zona namijenjena stalnom stanovanju i/ili boravku, tiha područja unutar naseljenog područja | 55 | 55 | 40 | 56 |
| 3. | Zona mješovite, pretežito stambene namjene | 55 | 55 | 45 | 57 |
| 4. | Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem, sa povremenim stanovanjem, pretežito poljoprivredna gospodarstva | 65 | 65 | 50 | 66 |
| 5. | Zona gospodarske namjene pretežito zanatske. Zona poslovne pretežito uslužne, trgovačke te trgovačke ili komunalno-servisne namjene. Zona ugostiteljsko turističke namjene uključujući hotele, turističko naselje, kamp, ugostiteljski pojedinačni objekti s pratećim sadržajima. Zone sportsko rekreacijske namjene na kopnu uključujući golf igralište, jahački centar, hipodrom, centar za zimske sportove, teniski centar, sportski centar – kupališta. Zone sportsko rekreacijske namjene na moru i rijekama uključujući uređena kupališta, centre za vodene sportove. Zone luka nautičkog turizma uključujući sidrište, odlagalište plovniha objekata, suha marina, marina. | 65 | 65 | 55 | 67 |
| 6. | Zona gospodarske namjene pretežito proizvodne industrijske djelatnosti. Zone morskih luka državnog značaja na bitne djelatnosti, zone morskih luka osobitog međunarodnog gospodarskog značaja, zone morskih luka županijskog značaja. Zone riječnih luka od državnog i županijskog značaja. | Razina buke koja potječe od izvora buke unutar ove zone a na granici s najbližom zonom 1, 2, 3 ili 4 u kojoj se očekuju najviše imisijske razine buke, buka ne smije prelaziti dopuštene razine buke na granici zone 1, 2, 3 ili 4. | | | |

Tablica 1 Najviše dopuštene razine buke na otvorenom u RH

3. UTJECAJ BUKE NA ZDRAVLJE STANOVNIŠTVA

Akustika, kao grana fizike, proučava procese nastajanja, širenja i percepcije zvuka, a u kontekstu zaštite zdravlja posebno se bavi problematikom buke. **Buka** se definira kao svaki neželjeni zvuk koji prelazi zakonski dopuštene razine i negativno utječe na zdravlje ljudi. Stalna izloženost buci, bilo kod kuće, na poslu ili u javnom prostoru, predstavlja prijetnju ljudskom zdravlju. Iako se na buku ne može trajno naviknuti, stručno-tehničkim intervencijama moguće je smanjiti njezin utjecaj.

1. Struktura akustičkog problema

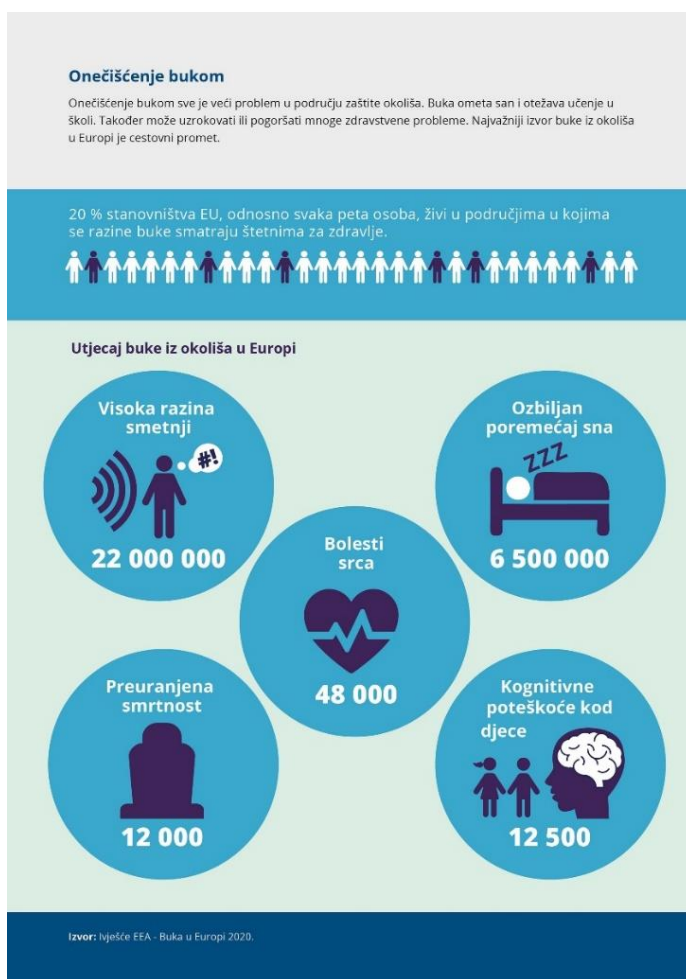
Svaki akustički problem može se raščlaniti na tri osnovna elementa:

1. **Izvor buke:** To su mjesta emisije zvuka, poput industrijskih pogona ili proizvodnih postrojenja. U metaloprerađivačkoj industriji, pogoni poput onih tvrtki **CIMOS Buzet, PSA, BMW, AUDI, FORD**, i drugih, mogu stvarati značajne razine buke tijekom proizvodnih procesa. Strojevi za lijevanje, zavarivanje i strojnu obradu emitiraju zvukove koji zahtijevaju pažljivu regulaciju.
2. **Putovi širenja buke:** Zvuk putuje kroz zrak (zračni zvučni valovi) ili kroz krute materijale (strukturna buka). Metaloprerađivačke tvrtke često se suočavaju s izazovom kako kontrolirati širenje buke koja se stvara u pogonima za strojnu obradu, zavarivanje ili lijevanje metala. U ovome kontekstu ključnu ulogu ima analiza zvučnog tlaka – mjeri se snaga zvučnog vala (izražena u decibelima) koja utječe na slušni sustav.
3. **Prijamni prostor:** Ovaj se pojam odnosi na ljude koji su izloženi buci. Metaloprerađivačke tvrtke, zbog svoje tehnološke prirode, često su smještene blizu naselja, pa postoji rizik da prekomjerna buka negativno utječe na zdravlje lokalnog stanovništva. Visoke razine zvučnog tlaka, osobito u blizini postrojenja poput **CIMOS-a**, mogu uzrokovati oštećenja sluha i druge zdravstvene probleme.

2. Utjecaj buke i tehničke mjere

Buka može imati ozbiljne zdravstvene posljedice, uključujući gubitak sluha, povišen stres i nesanicu. U kontekstu metaloprerađivačke industrije, tehničke mjere za smanjenje buke uključuju primjenu zvučnih barijera, poboljšanja u zvučnoj izolaciji objekata, te prilagodbu proizvodnih procesa kako bi se smanjila emisija zvučnog tlaka.

Slika 2. Izvješće svjetske zdravstvene organizacije (WHO), buka u Europi, publikacija 2020



SLUŠNA PLOHA LJUDSKOG UHA

Čovjekov sluh nije linearan što znači da je različita osjetljivost pri različitim frekvencijama. Čovjekov sluh određen je slušnim područjem i krivuljama jednake glasnoće.

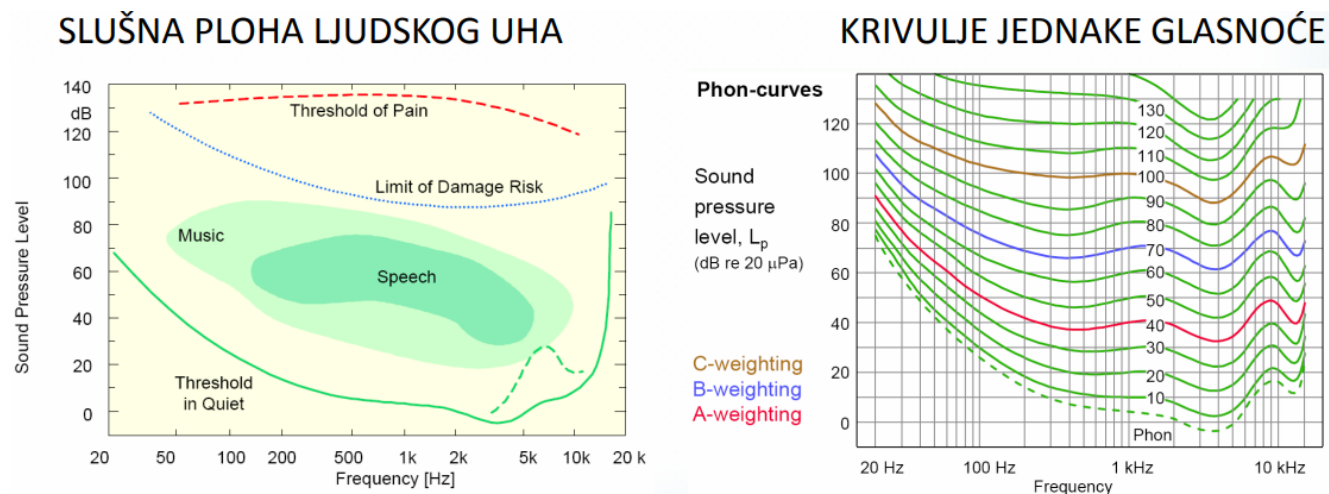
Osjećaj glasnoće je utvrđen eksperimentalno na ljudima i u kontroliranim uvjetima gdje su dobivene i standardizirane slijedeće krivulje.

PERCEPCIJA BUKE

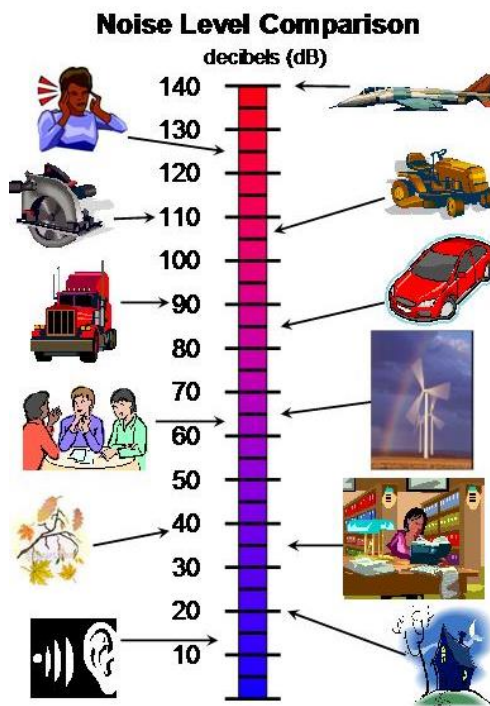
Sluh je jedan od pet čovjekovih osjeta. Pored uživanja u glazbi, zvukovima prirode on je veoma bitan i za komunikaciju. Pomoću sluha primamo zvučne informacije, a tako razvijamo i govor. Prilikom velike buke, naš se sluh može oštetiti privremeno pa čak i trajno. Uho, samo od sebe ne može pružiti zaštitu, kao što to radi oko pri treptaju, zato je potrebna OZO za sluh. Mlad i zdrav čovjek može osjetiti zvukove u području od 20 Hz do 20 kHz. Kako čovjek stari, tako i njegovi osjeti slabe, sluh također. Naše uho je najosjetljivije u području od 1 do 4 kHz. Osjet zvuka ovisi o glasnoći zvuka, visini tona i boji tona. No, ipak ona ovisi i o čovjekovoj individualnoj osjetljivosti, neke osobe su više a neke manje osjetljive. Minimalni zvučni tlak koji čovjekovo uho može percipirati naziva se prag čujnosti, a gornja granica se

naziva prag boli.

Slika 3. Slušne plohe ljudskog uha i krivulje jednake glasnoće



Slika 4. Razine buke u brojkama (dB)



4. MJERNI APARTI I MJERENJA

Akustička mjerenja u Republici Hrvatskoj provode se prema normi HRN EN ISO/ IEC 17 025. Osnovne norme za opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša su HRN ISO 1996-1:2016 i HRN ISO 1996-2:2017.

ZVUKOMJER (BUKOMJER)

Mjerni uređaj za mjerenje zvučnog tlaka (intenziteta, vibracija, analizu signala zvuka). Konstruiran je tako da prima zvuk slično kao što ga prima i ljudsko uho. Osnovni dijelovi zvukomjera su: mikrofon, mikrofonsko pretpojačalo, filter, voltmetar, digitalni prikaz rezultata mjerenja te kalibrator zvuka.

Ekvivalentna razina zvučnog tlaka: Deseterostruki dekadski logaritam omjera kvadrata srednjeg kvadratnog zvučnog tlaka u navedenom vremenskom intervalu i kvadrata referentnog zvučnog tlaka, pri čemu je zvučni tlak dobiven normiranim frekvencijskim vrednovanjem:

$$L_{AeqT} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T (p_A^2(t)/p_0^2) dt \right] \text{ dB}$$

gdje su;

$p_A(t)$ - A-vrednovani trenutni zvučni tlak u ovisnosti o vremenu t ;

p_0 - Referentni zvučni tlak (= 20 μPa).

Preciznost zvukomjera djelimo u četiri razreda:

- 1.Labaratorijski standard
- 2.Precizna mjerenja
- 3.Opće namjene
- 4.Procjena razine zvuka

Zvukomjeri u sebi imaju integrirane formule i algoritme kojima izračunavaju nama potrebne podatke. Uređaj se prije svakog mjerenja mora kalibrirati kako bi bili sigurni u njegovu preciznost.

Slika 5. Zvukomjer najnovije generacije, proizvođač Bruel Kjar



IZVOR ZRAČNOG ZVUKA - ZVUČNIK

Koristi se u kombinaciji sa zvukomjerom i pojačalom koji generira bijeli ili ružičasti šum.

Izvor zračnog zvuka sastoji se od 12 zvučnika koji su postavljeni na kućištu u obliku kugle, te tako jednoliko emitira zvuk u svim smjerovima.

Slika 6. Zvučnik i zvukomjer, NZZJZIŽ Pula



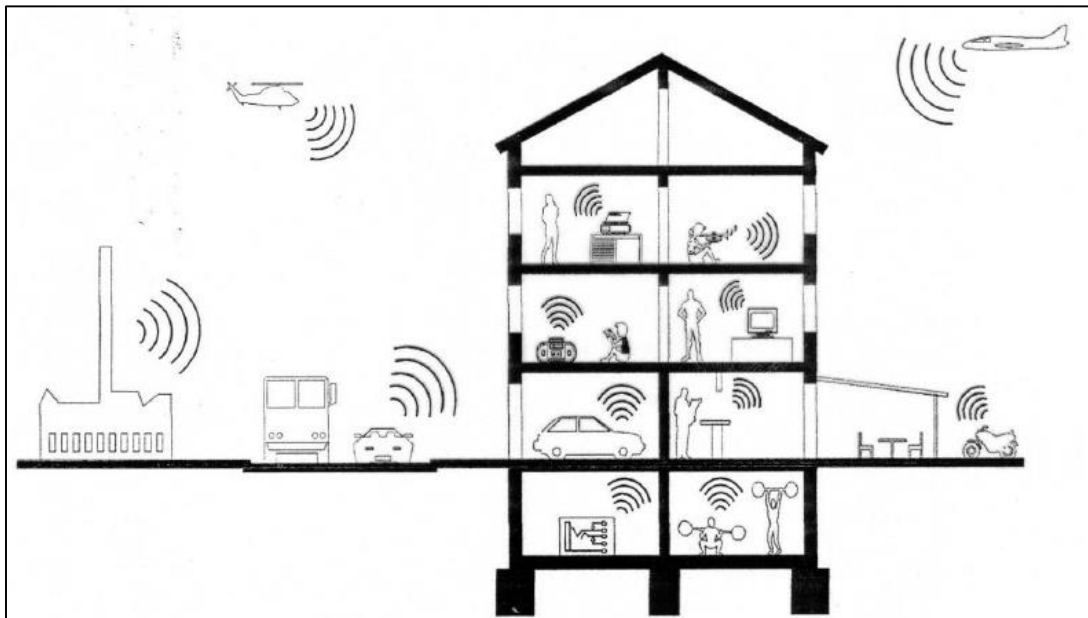
IZVOR UDARNOG ZVUKA - TOPTALICA

Uređaj za generiranje udarnog zvuka, prikazan na slici 7. Izvor zvuka je uređaj koji se sastoji od pet metalnih čekića, svaki težine 0,5 kg, koji padaju s visine od 4 cm i proizvode točno 10 udaraca u sekundi po podlozi.

Slika 7. Toptalica, NZZJZIŽ Pula



Slika 8. Prikaz prijenosa zvuka u zgradama



MJERENJE BUKE U PRAKSI

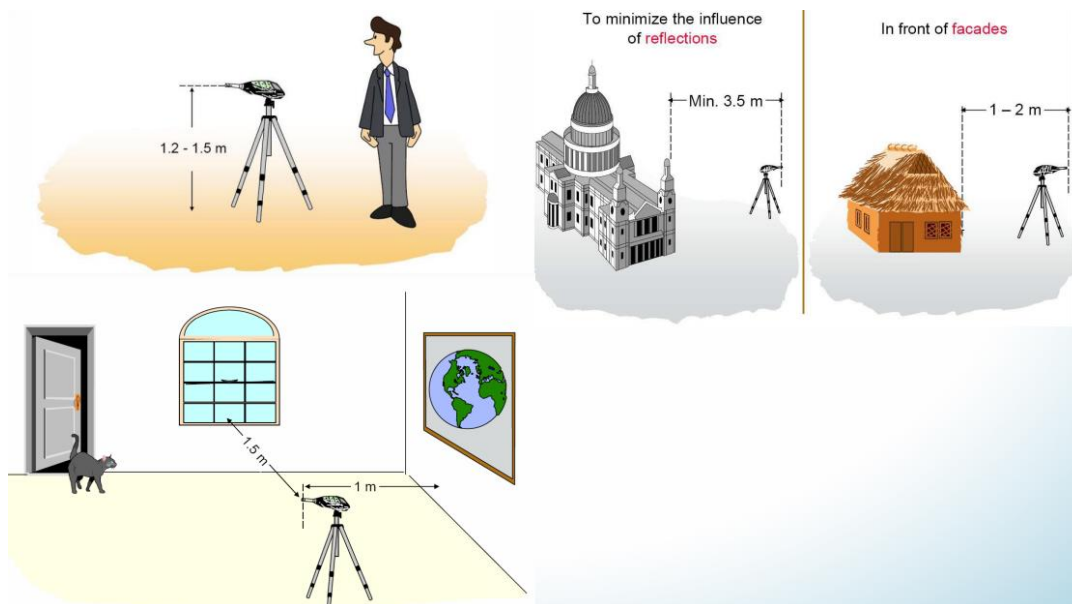
U mnogim industrijskim granama u proizvodnim halama, pogonima i na radnim mjestima buka je jedna od najistaknutijih fizikalnih štetnosti. Buke nisu lišeni ni zaposlenici u mnogim drugim sredi-nama – u uredima, obrazovnim ustanovama, zdravstvenim ustanovama, disko-klubovima i drugima.

Sa stalnim povećavanjem snage i broja okretaja strojeva, uređaja i postrojenja te smanjivanjem njihove mase, razine se buke neprekidno povećavaju. Stoga je zaštita od buke kao interdisciplinarno područje neizbježan zadatak niza stručnjaka i specijalista uključujući specijaliste akustičare.

Mjerenja i ocjena buke u životnoj okolini provode se u praksi iz više razloga. Prvo, kako bi se dobilo Minimalno tehničke uvjete (MTU) za određene vrste gospodarskih djelatnosti u dnevnim i/ili noćnim uvjetima rada. Također, ovi postupci su neophodni za dokazivanje ispunjenja mjera zaštite od buke nakon završetka izgradnje, što je uvjet za tehnički pregled objekta.

Mjerenja se vrše i prilikom puštanja u rad infrastrukturnih ili gospodarskih objekata, kao i radi verifikacije provedbe mjera zaštite od buke na otvorenim prostorima. Nadzor buke gradilišta također je važan kako bi se osiguralo da se radovi provode u skladu sa zahtjevima Zakona o zaštiti od buke. Kod većih industrijskih zahvata potrebno je utvrditi osnovne, tzv. "nulte" razine buke, što je nužno za izradu Studije utjecaja na okoliš (SUO) i za daljnje periodičko praćenje stanja buke.

Slika 9. Mjerenje u praksi



U praksi se moraju poštovati zahtjevi norme za mjerenje kao što je prikazano položajem mikrofona tijekom mjerenja u odnosu na to gdje se mjeri ispred stambenog objekta (vanjska ili unutrašnja mjerenja).

Kada pričamo o mjerenju zvučne izolacije to podrazumijeva mjerenje zračne i strukturne komponente

zvuka a dijelimo ih na: 1) mjerenje izolacije od zračnog zvuka

2) mjerenje izolacije od udarnog zvuka

Mjerenje izolacije od zračnog zvuka provodi se postavljanjem izvora zvuka u prostoriju iz koje zvuk potječe (predajna prostorija). U toj prostoriji se generira šum pomoću pojačala, a razina buke se mjeri zvukomjerom. Zatim se zvuk mjeri u susjednoj (prijemnoj) prostoriji, dok izvor zvuka ostaje u predajnoj prostoriji. Nakon obavljenih mjerenja, potrebno je izmjeriti vrijeme odjeka u prijemnoj prostoriji, razinu pozadinske buke, te geometriju prostorija i pregrade između njih. Što je veća razlika u razinama buke između prostorija, to je bolja izolacija, pri čemu je razina zvuka u prijemnoj prostoriji znatno niža nego u predajnoj.

Mjerenje izolacije od udarnog zvuka provodi se pomoću toptalice, uređaja koji se postavlja u predajnu prostoriju. Ovog puta se razina zvuka mjeri samo u prijemnoj sobi. Rezultati ovog mjerenja ukazuju na kvalitetu zvučne izolacije, primjerice razdjelnog zida i/ili međukatne konstrukcije (poda ili stropa) između prostorija.

APSORBERI ZVUKA

Kada se zbog previsoke razine izvora buke moraju primijeniti mjere zvučne zaštite na putu širenja zvuka, u prvome redu primjenu nalaze različite metode zvučne izolacije. Glavne izolacijske mjere obuhvaćaju izolacijske pregrade, akustičke oklope i zvučne barijere (zaslone, paravane).

Porozni zvučno-apsorpcijski materijali mogu biti vlaknasti ili spužvasti s otvorenim porama. Primjenjuju se u nizu akustičkih zaštitnih i drugih konstrukcija. Za tehničke konstrukcije sa povećanim zahtjevima najraširenija je upotreba kamene i staklene vune. Osnovna primjena ovih materijala je sljedeća:

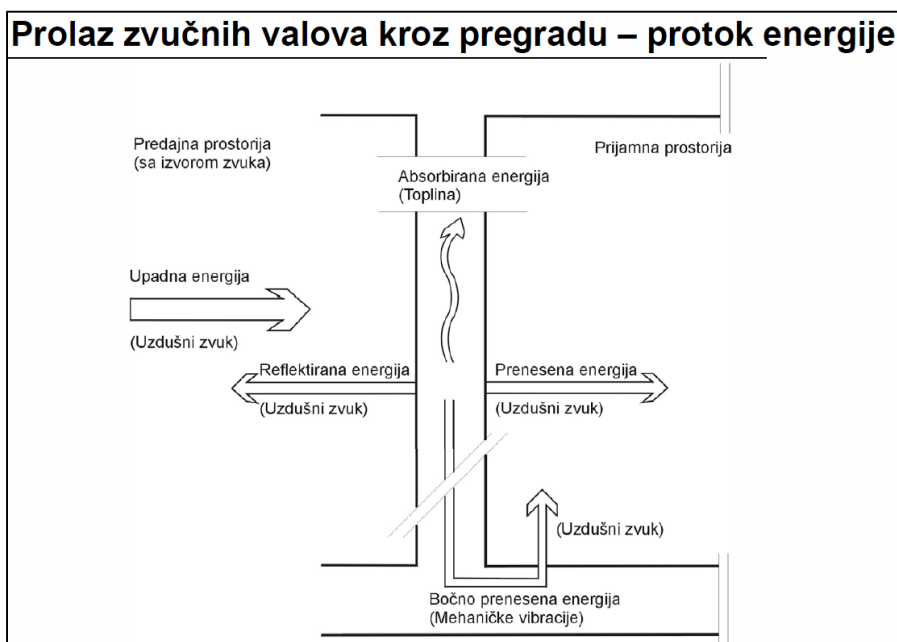
- za akustičku obradu unutarnjih prostorija radi smanjenja i optimiziranja odjeka
- za konstrukciju apsorpcijske obloge za gluhe komore i druge prigušene prostore
- za oblaganje različitih vrsta zvučnih zaslona (barijera) radi smanjenja refleksija
- za apsorpciju zvuka u ventilacijskim i drugim kanalima
- kao elastični apsorpcijski međusloj u višeslojnim zvučno-izolacijskim pregradama
- kao elastični međusloj u konstrukcijama za izolaciju strukturnog zvuka i vibracija
- za akustičku obradu različitih otvora i prodora, itd.

Osnovno akustičko svojstvo poroznih materijala je zvučna apsorpcija. Zvučna apsorpcija u osnovi je proces

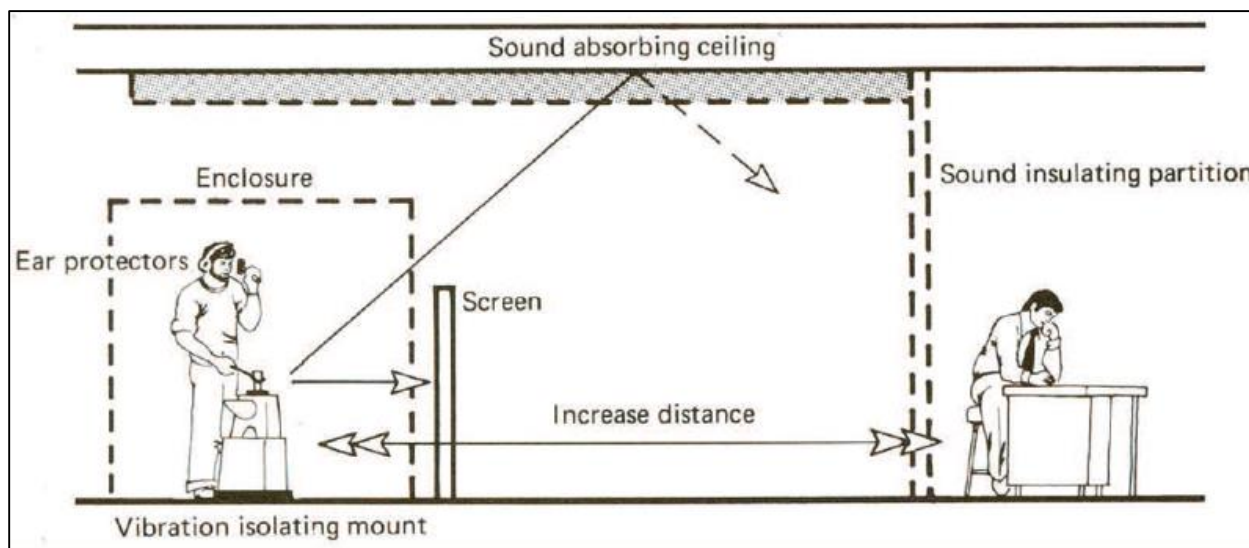
pretvorbe zvučne energije u toplinu unutar sloja materijala.

Veličina koja opisuje apsorpcijsku sposobnost nekog materijala ili konstrukcije jest koeficijent zvučne apsorpcije a definiran kao omjer ne reflektirane (apsorbirane) zvučne energije i ukupne upadne zvučne energije. Međutim, ta veličina nije dovoljna za svrhovitu primjenu apsorpcijskih materijala.

Slika 10. Prikaz apsorpcije zvuka



Kamena vuna, koja ima najširu primjenu i za koju postoje rezultati nekih ispitivanja domaćeg proizvođača kamene vune TERVOL tvrtke TERMIKA, Novi Marof.



Glavni fizikalni mehanizam prigušenja zvuka u poroznim materijalima je pretvaranje zvučne energije u toplinu zbog trenja. Izmjenični zvučni tlak upadnog zvučnog vala uzrokuje zgušnjavanje i razrjeđivanje zraka

u porama materijala. Prilikom optjecanja zraka oko vlakana nastaju sile viskoznog trenja i dio zvučne energije pretvara se u toplinu. Najveći gubici dobivaju se kod najvećih titrajnih brzina čestica, što znači na višim frekvencijama. Apsorpcija pak na niskim frekvencijama ovisi o izotermalnim gubicima i slabo je izražena. Na nižim frekvencijama postoje također i gubici zbog deformacije skeleta materijala, ali ni oni nisu veliki. Za povećanje apsorpcije na niskim frekvencijama potrebno je ili podebljati sloj materijala ili što je ekonomičnije odmaknuti materijal od krute podloge. Izolacijska moć raste s masom materijala za pregradu.

Slika 11. Izgled mineralne vune i staklene vune



Kamena vuna je jedan od materijala poroznih apsorbera koji se najčešće koristi u građevini. Ne samo da ima dobra akustična nego i elastična te i toplinska svojstva.

Membranski apsorberi su uglavnom ploče od krutog materijala koje titraju ispred čvrste podloge. Između čvrste podloge i ploče mora biti prostor ispunjen zrakom.

Rezonatorski apsorberi su uglavnom izbušene ploče, koje tjeraju zrak u šupljinu. Takve se ploče koriste u velikim prostorijama, kino dvoranama, kazališnim dvoranama i sl.

One se postavljaju na određenoj udaljenosti od krutog zida.

5. PRAKTIČNI DIO MJERENJE NA TERENU

5.1.OPĆI PODACI

| | |
|------------------------------|--|
| NAZIV, ADRESA MJERITELJA: | Nastavni zavod za javno zdravstvo Istarske županije - Istituto formativo di sanita pubblica della regione Istriana Služba za zdravstvenu ekologiju, Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša Laboratorij za akustička mjerenja Nazorova 23, HR-52100 Pula |
| OVLAŠTENJE MJERITELJA: | Ovlaštenje Ministarstva zdravstva Republike Hrvatske KLASA: UP/I-540-01/23-03/01, URBROJ: 534-03-3-2/2-23-02, Zagreb, 29. svibnja 2023. |
| MJERNO MJESTO : | CIMOS, tvornica u Buzetu, Most 24, 52 420 BUZET |
| DATUM I VRIJEME MJERENJA: | 28.08.2024. godine, 07:00 do 24:00 29.08.2024. godine, 24:00 do 15:00 |
| MJERNI SUSUAV: | Zvukomjer s integriranjem i usrednjavanjem u skladu s HRN EN IEC 61672-1:2004 Mjerni mikrofon u skladu s HRN EN 61094-4:1998 Zvučni umjerivač u skladu s HRN IEC 60942:2000 |
| VRSTA MJERENJA : | Mjerenje razina vanjske buke industrijskih postrojenja |

5.2.SVRHA MJERENJA

Provedeno je mjerenje i utvrđivanje utjecaja buke industrijskih postrojenja CIMOS tvornica u Buzetu, na razinu buke okolnog prostora na granici parcele u pravcu i ispred najbližih stambenih prostora susjednih građevina.

Mjerenja i ocjena buke provedena su na temelju zahtjeva naručitelja mjerenja, te referentnih dokumenata:

Rješenja o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša Ministarstva zaštite okoliša i prirode,
Klasa: UP/I-351-03/12-02/204, URBROJ:517-06-2-2-1-15-48 od 02.prosinca 2015.

Rješenja o izmjeni i dopuni uvjeta okolišne dozvole Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja,Klasa: UP/I-351-03/17-02/90, URBROJ:517-03-1-3-1-20-31 od 20.studenog 2020.

5.3.ZAKONSKA REGULATIVA I NORMIRANE METODE MJERENJA

- [1] Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09)
- [2] Zakon o izmjenama i dopunama zakon o zaštiti od buke (NN 55/13,153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
- [3] Pravilnik o uvjetima glede prostora, opreme i zaposlenika pravnih osoba koje obavljaju stručne poslove zaštite od buke (NN 91/07)
- [4] Pravilnik o djelatnostima za koje je potrebno utvrditi provedbu mjera za zaštitu od buke (NN 91/07)
- [5] Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/21)
- [6] HRN ISO 1996-1:2016 - Akustika – opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša – 1. dio: Osnovne veličine i postupci utvrđivanja
- [7] HRN ISO 1996-2:2017 - Akustika – opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša – 2. dio: Određivanje razina buke okoliša

5.4. AKUSTIČNI ZAHTJEVI

Sukladno važećim propisima, dopuštene razine buke određene su odredbama Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (Narodne novine 143/21).

U odredbama članka 4. navedenog Pravilnika dane su najviše dopuštene ocjenske razine emisije buke u otvorenom prostoru (Tablica 2.).

| Zona s kojom postrojenje graniči | Dopuštena razina buke | |
|--|-----------------------|----------|
| | Danju | Noću |
| Zona mješovite, pretežito stambene namjene | 55 dB(A) | 45 dB(A) |
| Zona gospodarske namjene | 80 dB(A) | |

(Poseban propis - Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi borave i rade "Narodne novine" broj 145/04 – kao propis kojim se određuje posebno zahtijevana kakvoća okoliša).

Tablica 2. Najviše dopuštene ocjenske razine buke emisije u otvorenom prostoru _preslika iz važeće okolišne dozvole

Na temelju postupaka kojima se utvrđuje da su provedene mjere za zaštitu od buke, potrebno je utvrditi navedenu provedbu prema Članku 4. Pravilnika (NN 91/07).

5.5. OPIS MJERNOG SUSTAVA

Osnovni mjerni instrumenti su prijenosni modularni programabilni analizatori zvuka tip 2250 i 2250 G-4, proizvođača Brüel&Kjaer sa pripadajućim baznim softverima. Svi rezultati pohranjuju se u memoriju instrumenta a kasnije se prebacuju na računalo te odgovarajućim programskim paketom BZ5503- Measurement Partner Suite i Evaluator type 7820 dalje obrađuju (dijagram toka mjerenja i frekvencijska analiza). Analizator je umjeren sa zvučnim umjerivačem neposredno prije početka i nakon završetka mjerenja.

Mjerna oprema za akustička mjerenja:

1. Zvukomjer Brüel & Kjaer 2250 (Tip1); tv.br. 3000624
2. Mjerni mikrofonski uložak Brüel & Kjaer tip 4189; tv.br. 2785346
3. Programska podrška Brüel & Kjaer; BZ7222, BZ7223, BZ7225, BZ7226, BZ7231
4. Zvučni umjerivač Brüel & Kjaer tip 4231; tv.br. 3001747
5. Zvukomjer Brüel & Kjaer 2250 G-4 (Tip1); tv.br. 3012246
6. Mjerni mikrofonski uložak Brüel & Kjaer tip 4189; tv.br. 3100576

7. Za prijenos podataka i analizu izmjerenih razina korišteni su programski paketi:

- BZ5503- Measurement Partner Suite, ver.4.3.1.81
- Brüel & Kjaer Evaluator 7820, ver.4.16.5

Mjerna oprema za mjerenja meteoroloških parametara:

8. Osjetnik za mjerenje brzine i smjera strujanja vjetra, TESTO tip 417, tv.br.01588197
9. Mjerilo temperature i vlage zraka, TESTO tip 635, tv.br. 00632794

Slika 12. Položajni prikaz novonastalog stanja s utjecajem na MM 04, MM 05 i MM 06



IZBOR VREMENSKOG INTERVALA MJERENJA

Vremenski interval mjerenja je odabran sukladno uvjetima točke 8.2, norme HRN ISO 1996-2, tako da su pokrivene sve značajne promjene u emisiji i širenju buke.

Izvršena su višekratna mjerenja u intervalima po min. 5 minuta za dnevne i noćne uvjete.

Dodatno je na MM 06 provedeno cjelodnevno (24 h) mjerenje i analiza razina ukupne buke te paralelno mjerenje prevladavajućih meteoroloških parametara.

OSIGURANJE KVALITETE MJERENJA

Za osiguranje kvalitete rezultata mjerenja provedeno je interno umjeravanje sa zvučnim umjerivačem neposredno prije i nakon provedbe mjerenja u skladu s normama [6] i [7] navedenim u točki 3.

| Mjerni instrument | Datum umjeravanja | Razina zvučnog tlaka dB(A) | Odstupanje od inicijalne razine dB(A) | Osjetljivost mV/Pa |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Prije provedbe mjerenja Brüel & Kjaer | | | | |
| 2250 G4 | 28-08-2024 | 93,9 | 0,09 | 45,88 |
| 2250 | | | 0,17 | 47,25 |
| Nakon provedbe mjerenja Brüel & Kjaer | | | | |
| 2250 G4 | 29-08-2024 | 93,9 | -0,04 | 45,66 |
| 2250 | | | -0,02 | 47,17 |

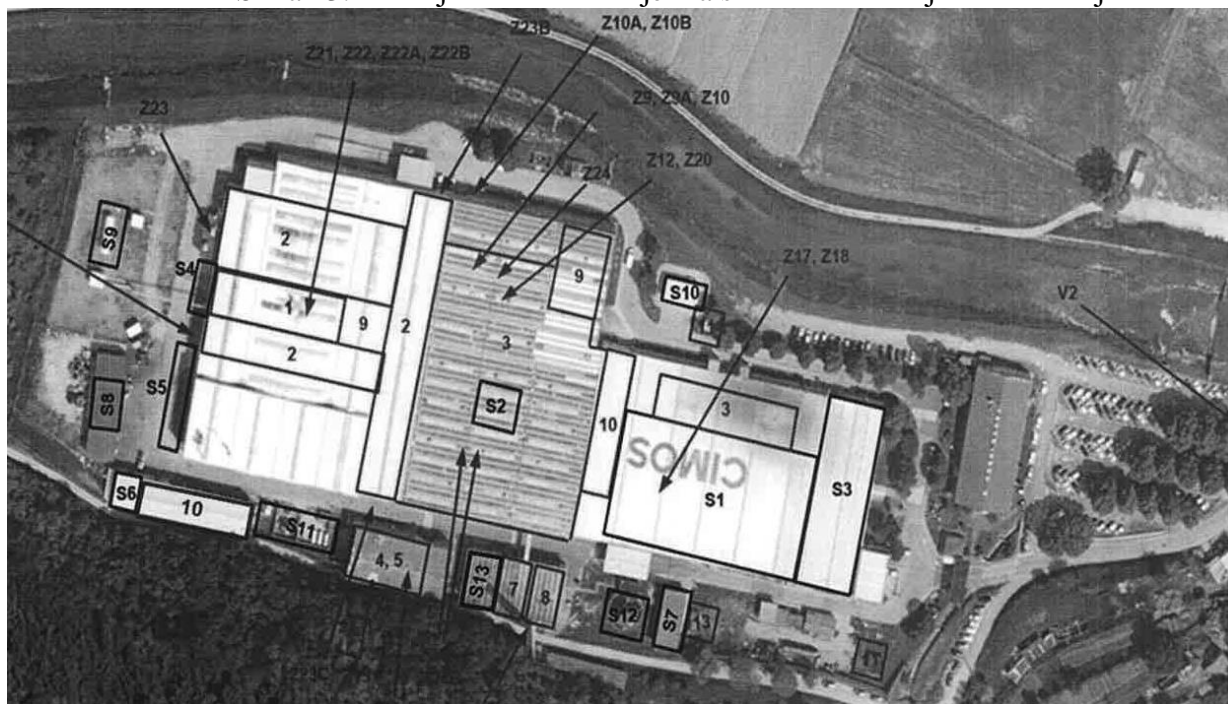
Tablica 3. Povijest kalibracije internog umjeravanja zvukomjera tijekom predmetnog mjerenja

Način snimanja mjernih podataka:

Povezivanjem kabelom preko USB komunikacijskog porta vrši se prijenos izvornih podataka (akustičkih i meteoroloških) na prijenosno računalo, a kasnije na PC koji ima instalirane odgovarajuće programske podrške za prijenos, analizu i obradu podataka, točka 3. Izmjena izvornih podataka nije moguća, a podaci se trajno pohranjuju na PC-u.

5.6.OPIS IZVORA BUKE

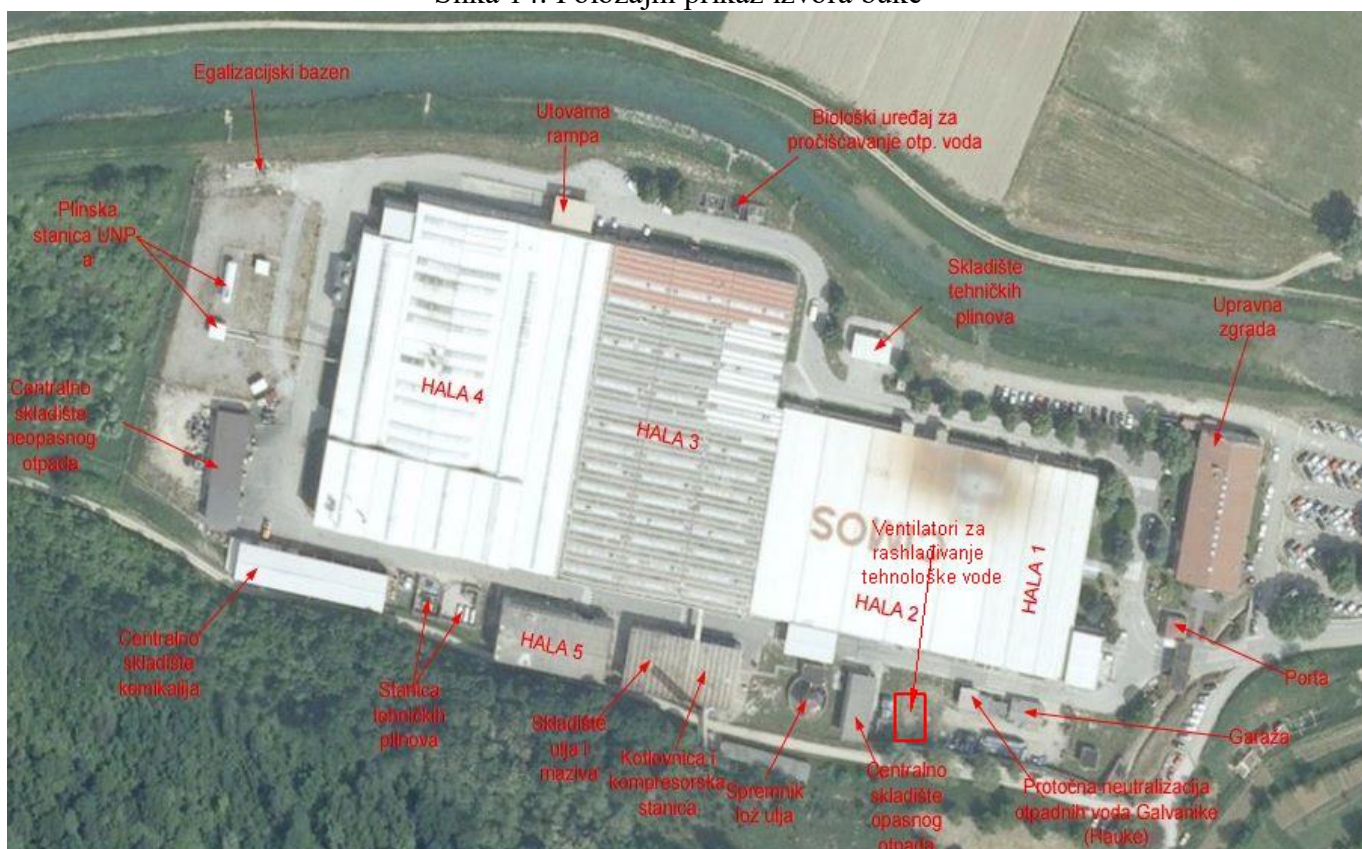
Slika 13.Situacija tehnoloških cjelina s naznačenim mjestima emisije



LEGENDA

| | |
|--|--|
| 1. Taljenje | Z3 Ispust kotla Omnical |
| 2. Tlačno lijevanje | Z5 Ventilacija linije impregnacije Al odljevaka |
| 3. Završna obrada | Z9 Ventilacija stroja za sačmarenje Rosler |
| 4. Toplinska obrada | Z9A Ventilacija stroja za sačmarenje Banfi 2 |
| 5. Impregnacija | Z10 Ventilacija stroja za sačmarenje Cogeim |
| 7. Opskrba komprimiranim zrakom – kompresorska stanica | Z10A Ventilacija stroja za sačmarenje Stem 1 |
| 8. Opskrba toplinskom energijom za grijanje - kotlovnica | Z10B Ventilacija stroja za sačmarenje Stem 2 |
| 9. Kontrola kvalitete | Z12 Ventilacija stroja za pranje odljevaka 1 - TRITON pozicija 009 |
| 10 Sustav obrade emulzije vakuum destilacijom | Z15 Ventilacija linije kaljenja peć SOLO |
| 11. Gospodarenje vodom (opskrba i odvodnja) | Z17 Ventilacija stroja za pranje odljevaka 2 - Eurofinish |
| 13. Rashladni sustav | Z18 Ventilacija stroja za induktivno kaljenje |
| S1 Ulazno skladište za poluproizvode, ambalažu, sirovine, šipkasti i ostali tehnički materijal | Z20 Ventilacija stroja za pranje odljevaka 3 - Triton poz.128 |
| S2 Međufazno skladište aluminijskih odljevaka i finaliziranih odljevaka | Z21 Ventilacija plinske peći Botta 1 |
| S3 Skladište gotovih proizvoda | Z22 Ventilacija plinske peći Botta 2 |
| S4 Skladište aluminijskih ingota | Z22A Ventilacija plinske peći Botta 3 |
| S5 Skladište ljevačkih alata | Z22B Ventilacija plinske peći Botta 4 |
| S6 Centralno skladište kemikalija | Z23 Ventilacija strojeva za tlačno lijevanje (Linija 1) |
| S7 Skladište opasnog tehnološkog otpada | Z23A Ventilacija nove linije za tlačno lijevanje - (Linija 2) |
| S8 Skladište neopasnog tehnološkog otpada | Z23B Ventilacija linije za tlačno lijevanje 3.1 |
| S9 Spremnik UNP-a | Z23C Ventilacija linije za tlačno lijevanje 3.2 |
| S10 Skladište tehničkih plinova u bocama | Z24 Ventilacija stroja TROWAL (vibrofiniš) |
| S 11 Stanica tehničkih plinova – 3 stacionarna spremnika po 5m ³ | Z24A Ventilacija stroja za pranje odljevaka 4 -16-1-13 |
| S 12 Spremnik lož ulja ekstra lakog | Z24B Ventilacija stroja za pranje odljevaka – 5 - 16-1-14 |
| S 13 Skladište ulja i maziva | V2 Ispust sanitarnih otpadnih voda u SJO |

Slika 14. Položajni prikaz izvora buke



Osim navedenih objekata proizvodne namjene, preostali objekti na lokaciji postrojenja tvornice Buzet su upravna zgrada, porta, restoran i garaža.

Za potrebe mjerenja buke i izrade ovog izvještaja dostavljeni su podaci o statusu rada postrojenja u krugu tvornice CIMOS u Buzetu tijekom provedbe mjerenja a prikazani su u Tablici 3.

Navedeni podaci bitni su za ocjenu statusa rada izvora s obzirom na generiranje buke.

Mjerenja su provedena tijekom uobičajenog rada svih izvora predmetnih objekata, pod uvjetom iz Pravilnika o djelatnostima za koje je potrebno utvrditi provedbu mjera za zaštitu od buke (NN br. 91/07), članak 11.:

Tijekom mjerenja specifične buke uključuju se u prostoru/prostoriji, gdje se obavlja djelatnost, svi strojevi i uređaji. Mjerenjem se moraju obuhvatiti svi radni ciklusi pri obavljanju djelatnosti. Strojevi i uređaji moraju raditi najvećom snagom u najnepovoljnijim radnim uvjetima za štice prostore.

Napomena: Tehnički podaci o izvorima buke dobiveni su od korisnika

| Izvori buke | Vrsta (tip) izvora buke/ Smještaj, (Slika 2) | Status rada (+) uključen (-) isključen | Količina |
|-------------|---|---|--------------|
| 1. | Tehnološka jedinica lijevanje | + | 1 kom |
| 2. | Tehnološka jedinica za strojnu obradu | + | 1 kom |
| 3. | <i>Ljevaonica 4 i finalizacija</i> | + | <i>1 kom</i> |
| 4. | <i>Ventilacioni sustav za rashlađivanje tehnološke vode</i> | + | <i>3 kom</i> |
| 5. | Skladišni prostori | + | 1 kom |
| 6. | Kompresorska stanica | + | 1 kom |
| 7. | Kotlovnica | + | 1 kom |
| 8. | Plinska stanica UNP | + | 1 kom |
| 9. | Plinska stanica tehnički plinovi | + | 1 kom |
| 10. | Sustav opskrbe električnom energijom | + | 1 kom |
| 11. | Laboratorij | + | 1 kom |
| 12. | Centralni rashladni sustav | + | 1 kom |
| 13. | Priprema demineralizirane vode | + | 1 kom |
| 14. | Centralno skladište opasnog otpada | + | 1 kom |
| 15. | Centralno skladište neopasnog otpada | + | 1 kom |

Tablica 4. Popis izvora buke s ocjenom statusa rada

- Stalni izvor buke može biti konstantan, fluktuirajući ili polagano promjenjiv u nekom vremenskom intervalu kao npr. transformatori, ventilatori i rashladni uređaji.
- Povremen izvor buke je izvor koji se pojavljuje rijetko, diskontinuirano i pojedinačno kao npr. pri servisiranju opreme, ispuštanju pare i sl.

Radno vrijeme:

CIMOS, tvornica u Buzetu, tijekom mjerenja radila je u tri smjene (dnevna, popodnevna i noćna).

Najveći doprinos razidualnoj buci ima:

Buka prometa prilikom dolaska i odlaska iz kruga tvornice i okolna buka tipična za ruralnu sredinu (radni strojevi te glasanje domaćih i divljih životinja).

5.7.OPIS MJERENJA

Mjerna mjesta provedbe imisijskih mjerenja razina buke definirana su referentnim dokumentima, točka 2. ovog izvještaja.

Mjerna mjesta na vanjskom prostoru odabrana su s obzirom na:

- Na granici zone buka ne smije prelaziti dopuštene razine zone s kojom graniči (MM 1, MM2, MM3, MM4 i MM 5)
- Položaj ocjenjivanog stambenog objekta, odnosno na mogući utjecaj na miran boravak u neposrednoj okolini (MM 6, MM7, MM 8 i MM 9)

| Oznaka | Naziv/ Opis mjernog mjesta |
|--------|--|
| MM 1 | Granica parcele tvornice, industrijska zona graniči s poljoprivrednim zemljištem |
| MM 2 | Granica parcele tvornice, industrijska zona graniči s zonom 3 |
| MM 3 | Granica parcele tvornice, industrijska zona graniči s poljoprivrednim zemljištem |
| MM 4 | Granica parcele tvornice, industrijska zona graniči s zonom 3 |
| MM 5 | Granica parcele tvornice, industrijska zona graniči s zonom 3 |
| MM 6 | Ispred stambenog objekta u zoni 3 |
| MM 7 | Poljoprivredno zemljište |
| MM 8 | Ispred stambenog objekta u zoni 3 |
| MM 9 | Ispred stambenog objekta u zoni 3 |

Tablica 5. Definiranje mjernih mjesta

Slika 15. Položajni prikaz mjernih mjesta



5.8. ANALIZA METEOROLOŠKIH MJERENJA

OPIS METEOROLOŠKIH UVIJETA TIJEKOM SNIMANJA

Temeljem meteorološke prognoze (DHMZ, ALADIN, prognoza brzine i smjera vjetra) odabrani su reprezentativni uvjeti i određeni termini izvedbe mjerenja buke.

Proveden je postupak procjene stabilnosti meteoroloških uvjeta mjerenja sukladno [6] i [7] točke 3. ovog izvještaja.

Opći uvjeti pristupa meteorološkim mjerenjima bili su zadovoljeni:

- bez padavina, grmljavina, magle, bez utjecaja vjetra na mjestu imisije na način da se izbjegne npr. šum lišća na krošnji drveta
- stabilni vremenski uvjeti tijekom cijelog trajanja mjerenja
- suho tlo, nepokriveno snijegom, ledom ili vodom

PROVEDBA I REZULTATI METEOROLOŠKIH MJERENJA

Mjerenja su provedena s meteorološkom opremom navedenom u točki 5. ovog izvještaja.

Preporuka iz normi [6] i [7] navodi mjerenje prevladavajućih parametara s vremenskim intervalom usrednjavanja $T=10$ min., tako da su na mjernim mjestima imisije provedena povremena meteorološka mjerenja tijekom trajanja ciklusa mjerenja buke, prilikom čega su izmjerene sljedeće veličine prikazane u tablici 5:

| Parametar | Ocjensko razdoblje | |
|----------------------------------|--------------------|-----|
| | Dan | Noć |
| Prosječna brzina vjetra [m/s] | < 1 | < 1 |
| Prosječna temp. zraka [°C] | 27 | 21 |
| Prosječna relativna vlažnost [%] | 56 | 68 |

5.9. OPIS PROSTORA, OBJEKTA I OKOLINE

Tvornica u Buzetu smještena je na lijevoj obali rijeke Mirne, niže od naselja Most. Neposredno uz tvornicu sjeverno nalazi se rijeka Mirna, te najbliži objekt udaljen cca 80 m, a ostali stambeni objekti više od 300 do 500 m. Istočno od tvornice je pristupna prometnica.

Južno neposredno uz tvornicu je brdo i šuma te stambeni objekt, obiteljska kuća udaljena cca 80 m od granice parcele. Zapadno od tvornice je poljoprivredno zemljište.

5.10. REZULTATI MJERENJA

Izmjerene vrijednosti prikazane su u sljedećoj tablici.

Mjerenja buke predmetnog postrojenja provedena su pri uključenim svim izvorima navedenim u točki 6 ovog izvještaja. Provjerom razina rezidualne buke utvrđeno je da nema utjecaja na rezultate mjerenja razine buke izvora.

| RAZINA BUKE VANJSKOG PROSTORA (Mjerenje buke vanjskog prostora sukladno čl.5., tablica 1., Pavilnika [5]) | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|------------------------------------|--------------|-------------|--|---------------------|----------------------------------|---------------------|---|
| Mjesta imisije | IZMJERENA RAZINA BUKE | | PRILAGOĐENJA | | OCJENSKA RAZINA BUKE NA GRANICI (prema formuli [1]) | | DOPUŠTENA RAZINA BUKE NA GRANICI | | OCJENA (prema čl.5, tablica 1., Pavilnika [5]) |
| | GRANICA PARCELE (izvori buke rade) | GRANICA ZONE (izvori buke rade) | K_T dB | K_I dB | PARCELE | ZONE | PARCELE | ZONE | |
| | L_{Aeq} dB(A) | L_{Aeq} dB(A) | | | L_{RAeq} dB(A) | L_{RAeq} dB(A) | L_{RAeq} dB(A) | L_{RAeq} dB(A) | |
| MM 1 | 55,8 | 55,8 | 0 | 0 | 55,8 | 55,8 | 80 | 80 | Poljoprivred. zemljište |
| MM 2 | 45,2 | 45,2 | 0 | 0 | 45,2 | 45,2 | 80 | 55 | Zadovoljava |
| MM 3 | 54,0 | 54,0 | 0 | 0 | 54,0 | 54,0 | 80 | 80 | Poljoprivred. zemljište |
| MM 4 | 40,5 | 40,5 | 0 | 0 | 40,5 | 40,5 | 80 | 55 | Zadovoljava |
| MM 5 | 48,3 | 48,3 | 0 | 0 | 48,3 | 48,3 | 80 | 55 | Zadovoljava |
| MM 6 | 47,0 | 47,0 | 0 | 0 | 47,0 | 47,0 | 80 | 55 | Zadovoljava |
| MM 7 | 45,2 | 45,2 | 0 | 0 | 45,2 | 45,2 | 80 | 80 | Poljoprivred. zemljište |
| MM 8 | 37,7 | 37,7 | 0 | 0 | 37,7 | 37,7 | 80 | 55 | Zadovoljava |
| MM 9 | 51,4 | 51,4 | 0 | 0 | 51,4 | 51,4 | 80 | 55 | Zadovoljava |

Tablica 6. Rezultati mjerenja buke vanjskog prostora na granici parcele (zone), i ispred stambenih objekata za doba dana

RAZINA BUKE VANJSKOG PROSTORA
(Mjerenje buke vanjskog prostora sukladno čl.5., tablica 1., Pavilnika [5])

| Mjesta imisije | IZMJERENA RAZINA BUKE | | PRILAGOĐENJA | | OCJENSKA RAZINA BUKE NA GRANICI (prema formuli [1]) | | DOPUŠTENA RAZINA BUKE NA GRANICI | | OCJENA (prema čl.5, tablica 1., Pavilnika [5]) | |
|----------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------|-------|--|------------|----------------------------------|------------|---|---|
| | GRANICA PARCELE (izvori buke rade) | GRANICA ZONE (izvori buke rade) | | | PARCELE | ZONE | PARCELE | ZONE | | |
| | L_{Aeq} | L_{Aeq} | K_T | K_I | L_{RAeq} | L_{RAeq} | L_{RAeq} | L_{RAeq} | | / |
| | dB(A) | dB(A) | dB | dB | dB(A) | dB(A) | dB(A) | dB(A) | | / |
| MM 1 | 56,1 | 56,1 | 0 | 0 | 56,1 | 56,1 | 80 | 80 | Poljoprivred. zemljište | |
| MM 2 | 42,7 | 42,7 | 0 | 0 | 42,7 | 42,7 | 80 | 45 | Zadovoljava | |
| MM 3 | 52,9 | 52,9 | 0 | 0 | 52,9 | 52,9 | 80 | 80 | Poljoprivred. zemljište | |
| MM 4 | 43,0 | 43,0 | 0 | 0 | 43,0 | 43,0 | 80 | 45 | Zadovoljava | |
| MM 5 | 48,6 | 48,6 | 0 | 0 | 48,6 | 48,6 | 80 | 45 | Ne zadovoljava | |
| MM 6 | 46,6 | 46,6 | 0 | 0 | 46,6 | 46,6 | 80 | 45 | Ne zadovoljava | |
| MM 7 | 44,7 | 44,7 | 0 | 0 | 44,7 | 44,7 | 80 | 80 | Poljoprivred. zemljište | |
| MM 8 | 41,6 | 41,6 | 0 | 0 | 41,6 | 41,6 | 80 | 45 | Zadovoljava | |
| MM 9 | 43,2 | 43,2 | 0 | 0 | 43,2 | 43,2 | 80 | 45 | Zadovoljava | |

Tablica 7. Rezultati mjerenja buke vanjskog prostora na granici parcele (zone), i ispred stambenih objekata za doba noći

Legenda: L_{Aeq} – izmjerena ekvivalentna razina buke,
 K_T i K_I – prilagođenja za tonalnost i impulsnost buke,
 T – ocjensko vrijeme (suma svih intervala mjerenja),
 L_{RAeq} – ocjenska razina buke.

Ekvivalentna razina buke L_{Aeq} dB(A) jednaka je ocjenskoj ekvivalentnoj razini buke L_{RAeq} dB(A) s obzirom da nema tonalnog, impulsnog ili nekog drugog prilagođenja.

Mjerna nesigurnost nalazi se u arhivi obrađenih podataka NZZJZIŽ, ista se kod ocjene sukladnosti ne uzima u obzir osim ako to korisnik izričito ne traži

5.11. ANALIZA PROCJENE MJERNE NESIGURNOSTI

Izračunavanje mjerne nesigurnosti vrši se sukladno normi [7].

| Izvor mjerne nesigurnosti | Napomena | Mjerna nesigurnost | Standardna nesigurnost (u) / dB |
|---|---|--------------------|------------------------------------|
| Instrument | Zvukomjer klase 1 | 1 dB | 1 |
| Utjecaj radnih uvjeta izvora buke X | s-standardno odstupanje n-broi mierenia | s dB | $\frac{s}{\sqrt{n}}$ |
| Meteorološki uvjeti i uvjeti tla Y | Karakteristika tla, meko tlo | σ_m dB | 1,5 |
| Utjecaj rezidualne buke Z | / | Z dB | $u_{res} \sqrt{210} \sigma_{m(t)}$ |
| Sastavljena mjerna nesigurnost: $\sigma_t = \sqrt{1,0^2 + S^2 + \sigma_m^2 + Z^2}$ | Zapisi u arhivi tvrtke koja je obavila jerenja. | σ_t [dB] | 1,8 |

Tablica 8. Sastavnice opće procjene mjerne nesigurnosti

5.12. ZAKLJUČAK

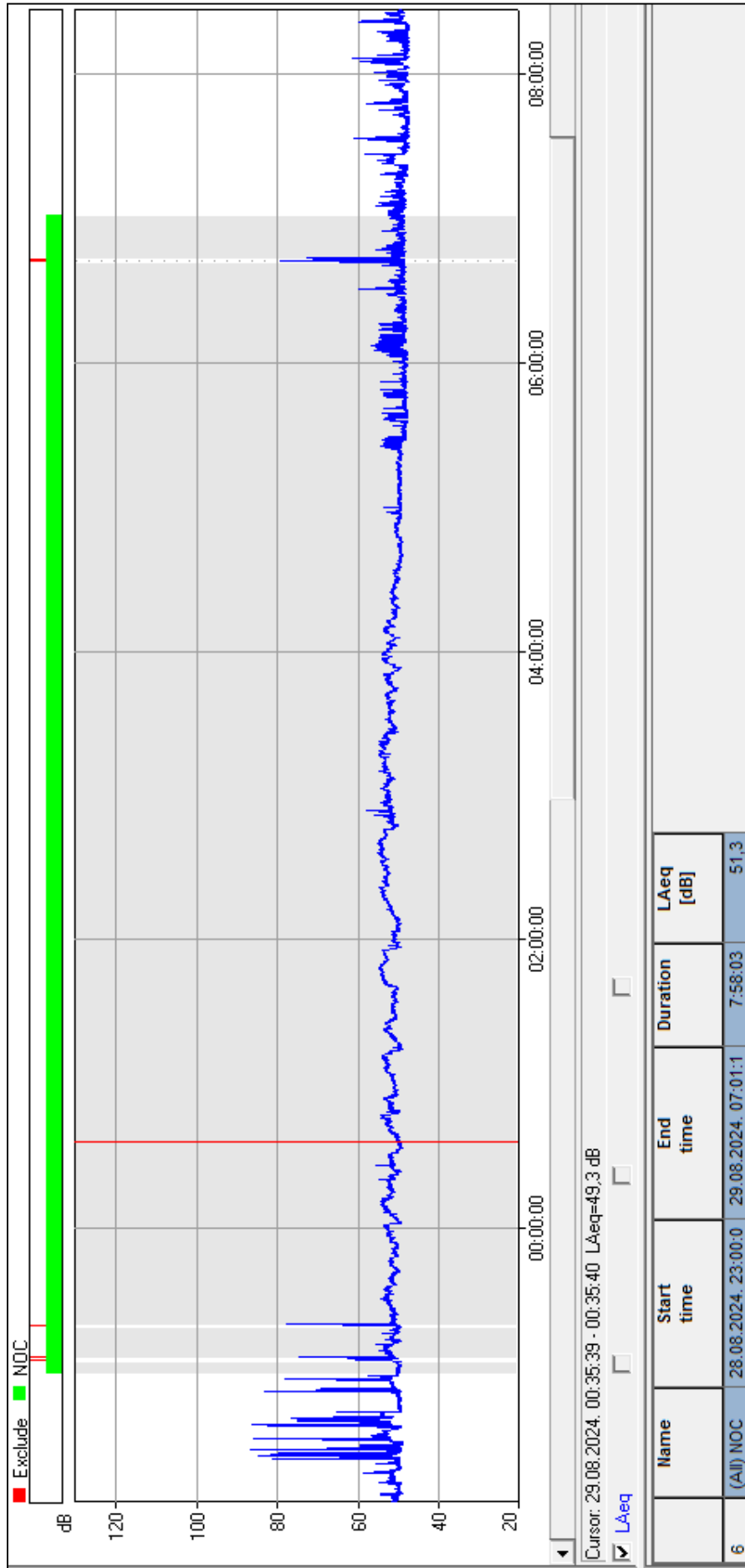
U odnosu na akustičke zahtjeve analizom rezultata terenskih mjerenja buke za predmetni objekt CIMOS tvornica u Buzetu, Most 24, 52 420 BUZET, zaključuje se da:

- 1) Rezultati mjerenja buke **za dnevne uvjete NE PREKORAČUJU** postavljene kriterije navedene u točki 4. ovog izvještaja na svim mjernim mjestima.
- 2) Rezultati mjerenja buke **za noćne uvjete PREKORAČUJU** postavljene kriterije navedene u točki 4. ovog izvještaja na mjernim mjestima **MM 5 i MM 6**, a na ostalim mjernim mjestima nema prekoračenja.

GRAFIČKI PRIKAZ RAZINA UKUPNE BUKE NA MM 06

Grafički prikaz razina ukupne buke $L_{Aeq,T=0,1sek}$ tijekom praćenja razina buke postojećeg postrojenja CIMOS tvornica u Buzetu na mjernom mjestu MM 06 od 10:40 – 28.08.2024 do 10:40 – 29.08.2024.

Slika 16. Dijagram toka mjerenja na MM 06



| Start date | Start time | Elapsed time | LAeq |
|--------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 28.08.2024. | 10:36:37 | 0:23:23 | 66,24 |
| 28.08.2024. | 11:00:00 | 1:00:00 | 59,52 |
| 28.08.2024. | 12:00:00 | 1:00:00 | 51,29 |
| 28.08.2024. | 13:00:00 | 1:00:00 | 50,33 |
| 28.08.2024. | 14:00:00 | 1:00:00 | 52,83 |
| 28.08.2024. | 15:00:00 | 1:00:00 | 49,49 |
| 28.08.2024. | 16:00:00 | 1:00:00 | 55,54 |
| 28.08.2024. | 17:00:00 | 1:00:00 | 53,07 |
| 28.08.2024. | 18:00:00 | 1:00:00 | 50,54 |
| 28.08.2024. | 19:00:00 | 1:00:00 | 53,68 |
| 28.08.2024. | 20:00:00 | 1:00:00 | 57,65 |
| 28.08.2024. | 21:00:00 | 1:00:00 | 54,77 |
| 28.08.2024. | 22:00:00 | 1:00:00 | 65,91 |
| 28.08.2024. | 23:00:00 | 1:00:00 | 52,94 |
| 29.08.2024. | 00:00:00 | 1:00:00 | 51,62 |
| 29.08.2024. | 01:00:00 | 1:00:00 | 52,05 |
| 29.08.2024. | 02:00:00 | 1:00:00 | 52,56 |
| 29.08.2024. | 03:00:00 | 1:00:00 | 52,47 |
| 29.08.2024. | 04:00:00 | 1:00:00 | 50,62 |
| 29.08.2024. | 05:00:00 | 1:00:00 | 48,96 |
| 29.08.2024. | 06:00:00 | 1:00:00 | 52,25 |
| 29.08.2024. | 07:00:00 | 1:00:00 | 49,2 |
| 29.08.2024. | 08:00:00 | 1:00:00 | 52,11 |
| 29.08.2024. | 09:00:00 | 1:00:00 | 51,27 |
| 29.08.2024. | 10:00:00 | 0:36:37 | 50,29 |

Srednje satne vrijednosti na MM 06

PRILOG:

Poduzete aktivnosti u postupku sanacije buke

Slika 17. Preslika dijela obrazloženja koje se odnosi na poduzete postupke



O b r a z l o ž e n j e

Dana 2.5.2017. zaprimili smo vaše rješenje. Nakon vašeg inspekcijskog nadzora, 18.4.2017. pokrenuli smo određene aktivnosti u smislu provedbi mjera zaštite od buke. Buka nastaje od postavljenih izvora (ventilatora sačmarilica (ciklona) STEM, ventilatora rashladnih tornjeva,...). Zatražene su ponude za sanaciju buke na način da se:

- Ventilatori sačmarilica presele na drugu lokaciju, te oblože bukobranima.
- Uz rashladne tornjeve s ventilatorima izgradi bukobran koji će smanjiti buku i spriječiti ulaza nečistoća u bazen rashladne vode.

Slika 18. prije i nakon postavljanja ciklona



Slika 19. Ugrađena protuzvučna panel pregrada obloženog panelom za smanjenje buke



6. ZAKLJUČAK

Istraživanje u tvornici CIMOS Buzet potvrdilo je da buka prelazi dopuštene razine, osobito u noćnim uvjetima, što može imati negativan utjecaj na zdravlje lokalnog stanovništva. Analiza rezultata mjerenja ukazuje na potrebu za dodatnim mjerama smanjenja buke kako bi se postigle zakonski propisane vrijednosti.

Optimalno rješenje uključuje kombinaciju tehničkih, arhitektonsko-planerskih i organizacijskih mjera, uz osobnu zaštitu. Primjena mjera za smanjenje buke na izvoru i na putovima širenja, kao i zaštita ugroženih osoba, ključna je za poboljšanje kvalitete života u okolici tvornice.

Zaključak istraživanja pruža smjernice za daljnje korake u optimizaciji zaštite od buke, što će dugoročno smanjiti negativne utjecaje na okoliš i zdravlje.

7. POPIS LITERATURE

- Stručni radovi, predavanja, prezentacije i izvještaji Nastavnog zavoda za javno zdravstvo istarske županije - Istituto formativo di sanità pubblica della regione Istriana, Služba za zdravstvenu ekologiju (Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša) Laboratorij za akustička mjerenja.

8. POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 1 Prikaz osnove akustičkog sustava..... | 4 |
| Slika 2. Izvješće svjetske zdravstvene organizacije (WHO), Buka u Europi 2020..... | 6 |
| Slika 3. Slušne plohe ljudskog uha i krivulje jednake glasnoće..... | 7 |
| Slika 4. Razine buke u brojkama (dB)..... | 7 |
| Slika 5. Zvukomjer najnovije generacije, proizvođač Bruel Kjar..... | 9 |
| Slika 6. Zvučnik i zvukomjer, NZZJZIŽ Pula..... | 9 |
| Slika 7. Toptalica, NZZJZIŽ Pula..... | 10 |
| Slika 8. Prikaz prijenosa zvuka u zgradama..... | 10 |
| Slika 9. Mjerenje u praksi..... | 11 |
| Slika 10. Prikaz apsorpcije zvuka..... | 13 |
| Slika 11. Izgled mineralne vune i staklene vune..... | 14 |
| Slika 12. Položajni prikaz novonastalog stanja s utjecajem na MM 04, MM 05 i MM 06..... | 18 |
| Slika 13. Situacija tehnoloških cijelina s naznačenim mjestima emisije..... | 20 |
| Slika 14. Položajni prikaz izvora buke..... | 21 |
| Slika 15. Položajni prikaz mjernih mjesta..... | 24 |
| Slika 16. Dijagram toka mjerenja na MM 06..... | 30 |
| Slika 17. Preslika dijela obrazloženja koje se odnosi na poduzete postupke..... | 32 |
| Slika 18. prije i nakon postavljanja ciklona..... | 33 |
| Slika 19. Ugrađena protuzvučna panel pregrada obloženog panelom za smanjenje buke..... | 33 |

9. POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 1 Najviše dopuštene razine buke na otvorenom u RH..... | 4 |
| Tablica 2. Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije u otvorenom prostoru _preslika iz važeće okolišne dozvole..... | 17 |
| Tablica 3. Povijest kalibracije internog umjeravanja zvukomjera tijekom predmetnog mjerenja..... | 19 |
| Tablica 4. Popis izvora buke s ocjenom statusa rada..... | 22 |
| Tablica 5. Definiranje mjernih mjesta..... | 23 |
| Tablica 6. Rezultati mjerenja buke vanjskog prostora na granici parcele (zone), i ispred stambenih objekata za doba dana..... | 26 |
| Tablica 7. Rezultati mjerenja buke vanjskog prostora na granici parcele (zone), i ispred stambenih objekata za doba noći..... | 27 |
| Tablica 8. Sastavnice opće procjene mjerne nesigurnosti..... | 28 |