

Projektovanje zaštite od buke industrijskih postrojenja

Zoran Petrović^{1*}, Marina Pljakić, Branko Radičević, Mišo Bjelić

¹ Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo u Kraljevu, Univerziteta u Kragujevcu, Dositejeva 19, Kraljevo, Serbia

Izvori buke mogu biti bilo koje mašine i mehanizmi, strujanje gasova i tečnosti u cevovodima, uređajima i u atmosferi, promenljiva elektromagnetna polja u električnim uređajima, govor, muzika i slično. Metode projektovanja sistema zaštite moguće je podeliti u dve osnovne grupe: aktivne metode i pasivne metode. Aktivne metode podrazumevaju intervenciju na izvoru buke u cilju njihovog smanjenja a pasivne metode se odnose na određene zahvate duž osnovnih pravaca prenosa od izvora buke do mesta prijema. Ovaj rad analizira izvore buke, njihove karakteristike, fizičke pojave koje se javljaju i načine za smanjenje buke i povećaju udobnost i bezbednost na radnom mestu. Rad predstavlja postupak za projektovanje sistema zaštite od buke za industrijske iverice transportera. Primećeno je u eksploataciji da voz povremeno emituje zvuk visoke frekvencije, koja je prepoznata kao poseban ton na jednom mernom mestu u obližnjem naselju. Tehničko rešenje svetlosti Revetment je predstavljen, i njene izolacione karakteristike se izračunavaju.

Ključne reči: Izvori buke, radno mesto, zaštita od buke

1. UVOD

Brzi razvoj savremenog društva, od početka dvadesetog veka, izgradnja novih saobraćajnica, industrijalizacije, doveli su do novog problema životne sredine - buka.

Nivo buke je u stalnom porastu u životnoj i radnoj sredini. Ovo je podržano sledećim činjenicama:

- Buka je treći po redu zagađivač životne sredine (nakon zagađenja vode i vazduha),
- Preko 40% odraslog stanovništva oseća neku nelagodnost izazvanu dejstvom buke i vibracija
- U industriji i na radnom mestu, nivo buke često prelazi prihvatljiv nivo.
- Razvojem proizvoda i rastom produktivnosti dolazi do povećanja kapaciteta instalisanih snaga, porasta brzine, povećanja automatizacije operacija i procesa.

Table 1. Maksimalne izmerene vrednosti nivoa buke u industrijskim postrojenjima

Industrial plants	The noise level
Brodogradnja	135 db
Metalna industrija	130 db
Crna metalurgija - Železare	130 db
Metalurgija obojenih metala	122 db
Elektroindustrija	122 db
Industrija papira	122 db
Tekstilna industrija	121 db
Grafička industrija	120 db
Drvena industrija	120 db
Industrija kože, gume i obuće	120 db
Prehrambena industrija	115 db
Hemijska industrija	115 db
Proizvodnja i prerada nafte	112 db
Proizvodnja i distribucija energije	111 db

U radu je prikazan postupak projektovanja zvučne zaštite transportera strugotine u fabrici iverice. Neki od dominantnih zvučnih izvora u fabrici kao što su ventilatori, zvučno su izolovani [1]. Pored toga, prema stambenom naselju je podignuta zvučna barijere visine 6 m [2]. U postojećoj situaciji, do izražaja dolazi buka nekoliko transportera strugotine. Transporteri najvećim delom svoje dužine prelaze visinu zvučne barijere. Pored uobičajenog nivoa buke koji generišu transporteri strugotine, javlja se i dodatni problem koji se ogleda u povremenom škripanju lanca i lopatica transportera.

Merenjem je utvrđeno da se pri ovakvom režimu rada transportera javlja impulsni i tonalni karakter buke. Na osnovu frekventne analize buke, akustičkog proračuna [4] i mogućnosti tehničke realizacije, odabrana je laka akustička pregrada pomoću koje je transporter oklopljen po celoj dužini.

2. PODELA BUKE

Podela buke u urbanim sredinama

a) Buka u radnoj sredini

- buka koju stvara uređaj na kome radnik direktno radi
- buka koju stvaraju ostali uređaji
- buka koju stvaraju tzv. neproizvodni izvori – npr. uređaji za ventilaciju i klimatizaciju i zvuci iz okoline – npr. saobraćaj

b) Buka u životnoj sredini

- saobraćajna buka
- buka koja se čuje iz industrijskih postrojenja
- ulična buka različitog porekla (kafići, igrališta i sl.)
- buka u domaćinstvima (od električnih i elektroničkih uređaja, iz susednih stanova i sl.)

*Corr. Author's Adress: Faculty of Mechanical and Civil Engineering in Kraljevo, University of Kragujevac, Dositejeva 19, Kraljevo, Serbia, petrovic.z@mfkv.kg.ac.rs

Pored direktnog štetnog dejstva na zdravlje čoveka, buka posredno utiče i na rezultate rada, i to što je jača sve vidnije i značajnije. Smanjenje produktivnosti rada, povećanje broja grešaka i povreda na radu evidentno je u svim delatnostima. U industrijskim pogonima, u kojima je smanjena buka, promenom mašina ili izmenama u tehnološkom procesu, zabeležena su znatna poboljšanja u kvalitetu proizvoda i ostvarenoj produktivnosti. Postoje veoma različite vrste buke. Najčešće se buka klasifikuje po trajanju i po spektru.

Za podelu po trajanju, kao kriterijum se uzima vremenski oblik nivoa buke. Tako imamo:

- buku konstantnog nivoa, kada izvor zrači zvuk stalno istom snagom
- buku promenljivog nivoa, koja je karakteristična za saobraćaj
- udarnu buku, koja se javlja pri sudaru dva čvrsta tela i to u
- nekom ritmu ili nepravilno.

Stepen ometanja veoma zavisi od toga kako se menja vremenski oblik nivoa buke. Subjektivno, najmanje ometa buka čiji je nivo konstantan u vremenu, dok buka promenljivog nivoa i udarna buka imaju veći štetan uticaj na čoveka.

Zbog toga se pri merenju i valorizaciji štetnosti uvode posebni postupci, kako bi uticaj buke mogao biti ispravno ocenjen. [2].



Sl.1. Korelacija fenomena buke i okruženja

Na slici 1 prikazan je uzajamni odnos fenomena buke i vibracija i sredine u kojoj se manifestuju.

Vibracije izazvane bilo kojim od gore navedenih uzroka, preko krutih ili fleksibilnih veza između određenih mehanizama ili sklopova, prenose se preko cele mašine ili postrojenja, stvarajući nivo buke koju emituje na radni prostor na radnim mestima.

Istraživanja pokazuju da kriterijumi efikasnosti i troškovi zaštite od buke mogu biti odlučujući pri izboru tehnološke opreme i projektovanju tehnološkog procesa. Kvalitetnija i skuplja oprema sa nižim nivoima buke i vibracija, koja je zbog ove karakteristike kvaliteta skuplja, često dovodi do nižih ukupnih troškova investiranja. Izborom jeftinije tehnološke opreme neophodno je projektovati i izvesti skupa rešenja zaštite.

Industrijski prostor (izgradnja objekta, njegova veličina, izbor materijala) utiče na ukupni nivo buke.

Osnovni uzroci pojave buke i vibracija (Sl. 2.) mogu se svrstati u četiri grupe: konstrukcioni parametri, tehnologija proizvodnje, radni proces i tehnologija održavanja.



Sl. 2. Glavni izvori pojave buke i vibracija

Ove četiri grupe predstavljaju istraživačko-razvojne oblasti u kojima je neophodno aktivno delovati na uzročnike kako bi nivo buke i vibracija opreme bio sveden na onu vrednost koja odgovara nivou razvoja tehnike i tehnologije.

Mašine i mehanički uređaji koji se koriste u industriji spadaju u grupu stacionarnih izvora buke koji generišu buku na radnom mestu, ali takođe mogu da generišu značajne nivoe buke u fabričkim halama i životnoj sredini. Generisana buka uglavnom zavisi od snage mašine.

Mehanička oprema uključuje i mašine koje se koriste u industrijskim postrojenjima, kao što su motori, kompresori, kotlovi, pumpe, transformatori, generatori, rashladni uređaji i ventilaciona oprema. Glavni mehanizmi koji generišu buku mogu se podeliti u tri grupe:

- mehanički (brzina prenosa, ležajevi, kaišni prenos, ventilatori i ostali rotirajuće komponente)
- aerodinamički (protok fluida-vazduha ili neke tečnosti) i
- magnetni (periodična sila između statora i rotora).

Neophodan je konstantan i aktivan odnos prema problemu buke u toku celog životnog ciklusa proizvoda, počev od ideje, istraživanja i faze razvoja strukturnih parametara, kroz razvoj tehnologije za proizvodnju delova i komponenti, pravilan rad, do održavanja odgovarajućih tehnoloških proizvoda i sistema .

Postoje dve osnovne grupe dejstva buke a to su:

- dejstvo na tehnološku opremu i
- medicinska dejstva (biološka dejstva na čoveka i žive organizme) Sl. 3.

Ove dve grupe dejstava mogu izazvati veliki broj neželjenih događaja i promena koje se nalaze u glavnim oblastima a: čovek-mašina-radni prostor-životna sredina.



Sl. 3. Efekti buke i vibracija

3. IZVORI BUKE

Postrojenja i mašine koje se koriste u procesu proizvodnje iverice spadaju u grupu stacionarnih izvora koji generišu visoke nivoe buke.

Iz silosa sirovog ivera pomoću lančanih transportera iver se doprema u sušare. Lančani transporter strugotine, koji je predmet analize u ovom radu, transportuje strugotinu iz silosa sirove strugotine do sušare. Njegova dužina je 19,7 m. Pored pomenutog transportera u fabrici postoji još nekoliko transportera slične namene i nivoa buke. Transporter suvog ivera je najbliži stambenom naselju, tako da je nivo buke koji on generiše dominantan u odnosu na ostale transportere.

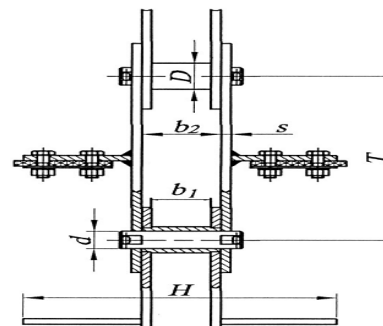
Lančani transporteri u fabrici se koriste za transport suve i sirove strugotine. Ovi transporteri najveći kapacitet postižu ako se nalaze u horizontalnom položaju. Mogu da transportuju i pod nagibom, s tim što im se kapacitet smanjuje. U poređenju sa drugim transporterima zauzimaju manje prostora a mogu se koristiti za transport različitih materijala u rasutom stanju. Korito transportera je izrađeno od čeličnog lima sa ojačanjima od čeličnog profila a pogonski i zatezni lančanik su od liva otpornog na habanje. Transport se omogućuje pomoću beskrajnog lanca sa krilcima koja kličući po dnu korita zahvataju materijal i odnose ga u smeru pogonskog lančanika. Ulazna i izlazna grla moguće je postaviti po celoj dužini transportera. Pogon se obezbeđuje pomoću elektro motora sa reduktorom preko lanaca i lančanika.



Sl. 4. Lančani transporter sirove strugotine

Lanac transportera se podmazuje pomoću ulja koje dolazi slobodnim padom iz rezervoara na vrhu

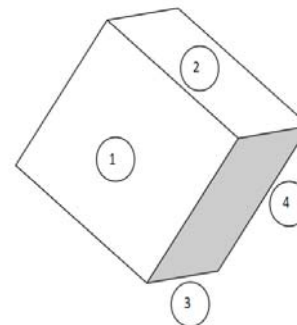
transportera. Ako dođe do zapušanja cevovoda ili nestanka ulja, škripa lanca se drastično povećava zbog suvog trenja između osovinica i članaka lanca. Režim rada kada transporter radi sa smanjenim kapacitetom ili „na prazno“, takođe dovodi do škrife lanca i udaranja lopatica o korito transportera.



Sl. 5. Lanac sa lopaticama

3.1 Nivo buke na izvoru

Fabrika radi celodnevno bez ikakvih prekida. Nivoi buke transportera su mereni na veoma bliskom rastojanju (do 0.5 m), kako bi se eliminisao uticaj drugih izvora. Kako je korito transportera prizmatičnog oblika, merenje nivoa buke je vršeno sa sve četiri strane kako bi se što pouzdanije odredio nivo buke koji emituju pojedine površine transportera (Sl. 6.).



Sl. 6. Transporter i merna mesta po obimu

Merenje nivoa buke je obavljeno na sredini transportera, po celom obimu. Razlog za takvo merenje je što se povremeno sluhom razaznaje škripa i pisak lanca transportera.

Tabela 2 Nivoi buke po obimu transportera

Poz.	L_{Aeq} [dB(A)]	L_{AImax} [dB(A)]	L_{AFmax} [dB(A)]	ΔL_i [dB(A)]
1	84.3	99.9	97.2	2.7
2	80.5	93.5	89.4	4.1
3	82.2	95.8	93.8	2
4	82.3	97.5	95.0	2.5

Pored ekvivalentnog nivoa buke sa A ponderacijom (L_{Aeq}), izmereni su maksimalni nivoi buke sa dinamikom pokazivanja IMPULSE i FAST (L_{AImax} ; L_{AFmax}).

U cilju utvrđivanja impulsa u buci izvršena su merenja čiji su rezultati prikazani u tabeli 1. Razlika nivoa buke se utvrđuje prema izrazu (1) koji je definisan standardom [6]:

$$\Delta L_I = L_{AImax} - L_{AFmax} \left[dB(A) \right] \quad (1)$$

Ako je razlika ΔL_I jemanja od 2 dB, buka izvora na mernom mestu je bez prisustva impulsa.

Razlika: $L_{AImax} - L_{AFmax}$ je utvrđena za svako pojedinačno merenje (tabela 1). Iz rezultata merenja se može videti da je impulsni karakter buke prisutan na sve četiri merne pozicije.

3.2 Nivo buke na mernom mestu

Za ocenu buke fabrike u stambenom naselju, odabrano je merno mesto koje se nalazi između dve stambene jedinice (u nivou fasada) na rastojanju od 40 m od transportera. Na osnovu akustičkih proračuna i ranijih merenja [3], [4], odabrano merno mesto ima najviši nivo buke u stambenoj zoni koja je ugrožena bukom fabrike iverice. U daljim analizama ova merna tačka je označena sa MT_1 . Prilikom merenja buke, mikrofoni su postavljeni na stalak visine 150 cm.

Tabela 3 Nivo buke na mernom mestu MT_1

Pos.	L_{Aeq} [dB(A)]	L_{AImax} [dB(A)]	L_{AFmax} [dB(A)]	ΔL_i [dB(A)]
MT_1	64.7	74.1	71.3	2.8

Na mernom mestu MT_1 izvršena su merenja nivoa buke, čiji su rezultati prikazani u tabeli 2. Prema izrazu (1) na mernom mestu je utvrđen impulsni karakter buke. Ukupni ekvivalentni nivo buke od 65 dB(A) na mernom mestu potiče od rada svih postrojenja i mašina u fabrici.

$$L_R = L_{Aeq} + K \left[dB(A) \right] \quad (2)$$

Merodavni nivo buke L_R je utvrđen kao zbir A-ekvivalentnog nivoa buke i korekcije nivoa buke (K). Korektivni faktor K je definisan standardom [7]. Ovaj faktor obuhvata, između ostalog i korekciju nivoa buke za uobičajenu impulsnu buku (K_I), od 5 dB. Ostali korektivni faktori nivoa buke u ovom slučaju imaju vrednost nula. Na taj način utvrđen je merodavni nivo buke na mernom mestu od 70 dB(A).

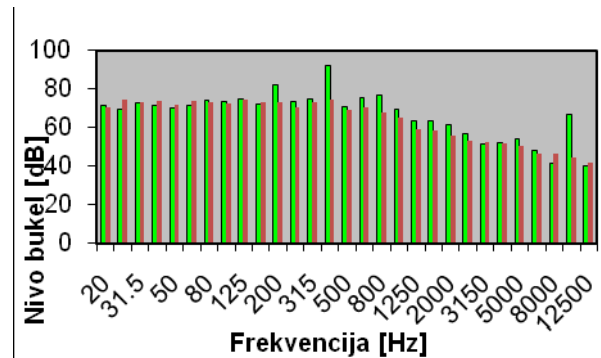
Merno mesto se nalazi uz regionalni put, pa je kao takvo, svrstano u V akustičnu zonu [9], sa graničnim vrednostima indikatora buke na otvorenom prostoru od 65 dB(A) za dan i veče i 55 dB(A) za noć. Merodavni nivo buke na mernom mestu prelazi granične vrednosti indikatora buke u životnoj sredini u toku dnevnog i noćnog referentnog vremena.

Kako se na mernom mestu jasno razaznaje povremena škripa transportera, može se izvesti zaključak da impulsni karakter buke u najvećoj meri potiče od rada transportera.

3.3 Frekvencijska analiza buke

Osim merenja ekvivalentnog nivoa buke na samom transporteru i na mernom mestu u stambenom naselju izvršena je i frekventna analiza buke. Na istim mernim mestima izvršeno je merenje frekventne karakteristike buke pomoću 1/3 oktavnih filtera. Buka je široko pojasnog

tipa, jer ima približno ravnomernu raspodelu zvučne energije u širem frekvencijskom spektru. Na slici 7. dat je prikaz 1/3 oktavnog frekvencijskog spektra izmeren sa prednje strane transportera (poz. 1), u režimima rada sa i bez škrice lanca.



Sl. 7. Frekventna analiza buke transportera

Na slici 7. su prikazane vrednosti nivoa buke u frekventnom opsegu od 20 Hz do 12500 Hz.

Buka je tonalna [4], ako je razlika između susjednih terci u području niskih, srednjih i visokih frekvencija veća od:

- 15 dB u području niskih frekvencija (25 Hz - 125 Hz)
- 8 dB u području srednjih frekvencija (160 Hz - 400 Hz)
- 5 dB u području visokih frekvencija (500 Hz - 10000 Hz)

Prema uprošćenoj metodi za ocenu tonalnosti, frekvence koje daju tonalnost buci su prikazane u tabeli 3.

Tabela 4 Frekvence sa istaknutim tonom

	Frequency [Hz]			
	200	400	800	10000
Level difference ΔL [dB]	8.7	17.3	8.8	22

Rezultati frekventne analize pokazuju da buka izvora ima tonalni karakter, jer je na frekvencijama od: 200 Hz, 400 Hz, 800 Hz i 10000 Hz, razlika nivoa buke između susjednih terci veća od graničnih vrednosti koje su definisane prema uprošćenoj metodi.

4. TEHNIČKO REŠENJE ZAŠTITE OD BUKE

Metode projektovanja zaštite od vibracija i buke razvijaju se na bazi proučavanja procesa njihovog generisanja i prenosa. Prenos buke i vibracija se vrši vazдушnim i konduktivnim putem.

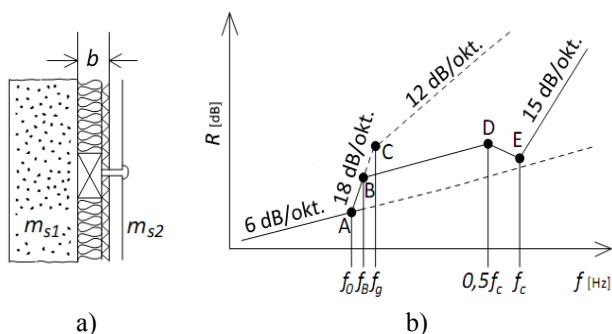
Sve metode projektovanja sistema zaštite moguće je podeliti u dve osnovne grupe:

- Aktivne metode, koje obuhvataju intervencije na izvoru buke i vibracija u cilju njihovog smanjenja i
- Pasivne metode, koje se odnose na određene zahteve duž osnovnih pravaca prenosa od izvora buke do mesta prijema.

Do uspešnog modela za upravljanje bukom, ocenu stanja nivoa buke i preduzimanje adekvatnih mera i metoda za smanjenje buke, neophodno je imati što tačnije podatke o karakteristikama same buke. Potrebni podaci su utvrđeni merenjem karakterističnih veličina buke u frekventnom, amplitudnom i vremenskom domenu.

4.1 Doprinos lake obloge izolacionoj moći krutog zida

Laka obloga ili tanka pregrada koja se dodaje krutom zidu radi povećanja njegove izolacione moći vezuje se na njega na pojedinim mestima kruto. Usvojen je tačkasti način vezivanja (slika 8. a)). Kao posledica takvog vezivanja formiraju se akustički mostovi preko kojih se deo zvučne energije prenosi s krutog zida na laku oblogu. Zbog toga je izolaciona moć ovakve strukture znatno manja nego kada bi se radilo o idealno izvedenoj dvostrukoj pregradi. Ipak, ovako dodata laka pregrada povećava izolacionu moć krutog zida u opsegu frekvencija između frekvencije rezonance f_0 složenog zida i frekvencije koincidencije f_c lake obloge. Za ovaj slučaj karakteristična je i frekvencija početka delovanja krute veze, odnosno početka delovanja akustičkih mostova f_B .



Sl. 8. a) Kruti zid sa tačkasto vezanom lakom oblogom
b) Dijagram izolacione moći u funkciji frekvencije

Frekvencija rezonance nalazi se prema istom izrazu kao kada je u pitanju dvostruka pregrada:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1,8 \cdot \rho \cdot c^2}{b} \left(\frac{1}{m_{s1}} + \frac{1}{m_{s2}} \right)} = 80,23 \sqrt{\frac{m_{s1} + m_{s2}}{b \cdot m_{s1} \cdot m_{s2}}} \text{ [Hz]} \quad (3)$$

gde su m_{s1} i m_{s2} površinske mase krutog zida i lake obloge, respektivno, a b rastojanje obloge od zida. U ovim slučajevima je površinska masa krutog zida znatno veća od mase obloge ($m_{s1} \gg m_{s2}$) pa praktično frekvencija rezonance f_0 zavisi samo od površinske mase obloge m_{s2} i njenog rastojanja od zida - b .

Frekvencija početka delovanja akustičkih mostova za tačkastu vezu data je izrazom (4)

$$f_{BL} = f_0 \sqrt{\frac{e \cdot f_c}{c}} \text{ [Hz]} \quad (4)$$

U izrazu (4): c - brzina zvuka, f_c - frekvencija koincidencije obloge, e - rastojanje između tačaka vezivanja.

Povećanje izolacione moći u opsegu frekvencije od f_B do $f_{c/2}$ iznosi za slučaj tačkaste veze:

$$\Delta L_{BD} \approx 20 \log(f_c \cdot e) - 45 \text{ [dB]} \quad (5)$$

Frekvencija koincidencije se izračunava prema izrazu:

$$f_c = \frac{c}{2 \cdot \pi \cdot b} \approx \frac{55}{b} \text{ [dB]} \quad (6)$$

Površinska masa zida transportera i lake obloge se računa prema izrazu (7).

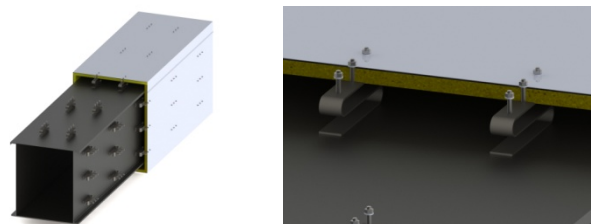
$$m_s = d \cdot m_t \text{ [kg/m}^2\text{]} \quad (7)$$

gde je: d - debljina pregrade u cm; m_t - površinska masa materijala $\text{[kg/m}^2, \text{cm]}$ (tablična vrednost).

Poboljšanje izolacione moći lake obloge, prikazano je na slici (8 b)) krivom ABDE. Na frekvenciji koincidencije izolaciona moć slabi zavisno od vrednosti prigušenja lake obloge, a iznad ove frekvencije raste brzinom od 15 dB/okt.

4.2 Tehničko rešenje lake obloge transportera strugotine

Da bi se omogućila efikasno projektovanje sistema zaštite od buke transportera, pošlo se od teorijskog modela lake zvučne obloge. Sagledavanjem mogućnosti tehničke realizacije, usvojeno je konačno rešenje zaštite od buke transportera strugotine u fabrici iverice.



Sl. 9. Tehničko rešenje lake obloge transportera

Laka obloga transportera je izvedena tako što je najpre urađena noseća struktura obloge koja se sastoji od elastičnih distancera u obliku slova S, koji su zavareni na telo transportera po čitavom obimu. Na distancerima su pre savijanja izbušene rupe i zavareni vijci za vezu sa oblogom. Oblogu čine izolacioni materijal (Azmafon A) i tanki aluminijumski lim, koji apsorpcioni materijal štiti od atmosfrskih uticaja.

Telo transportera je napravljeno od čeličnog lima debljine 5 mm. Apsorpcioni sloj obloge je debljine 20 mm a aluminijumski lim debljine 0.7 mm. Rastojanje između distancera je 500 mm. Površinska masa čelika m_{s1} iznosi $76,84 \text{ kg/m}^2$ a površinska masa aluminijuma $27,6 \text{ kg/m}^2$. Rastojanje između tela transportera i aluminijumskog lima je $b = 70 \text{ mm}$.

Na osnovu usvojenih konstruktivnih dimenzija i izraza 3÷7 mogu se izračunati karakteristične frekvencije lake obloge dodate krutom zidu (telo transportera), kao što je prikazano na slici 8. b).

Vrednosti karakterističnih frekvencija lake obloge i očekivani efekat smanjenja nivoa buke su:

$$f_0 \approx 25 \text{ Hz}, f_c \approx 786 \text{ Hz}, f_{BL} \approx 27 \text{ Hz}, \Delta f_{BP} \approx 6.9 \text{ dB}$$

5. EFEKTI REŠENJA ZAŠTITE OD BUKE

Za ocenu izvedenog tehničkog rešenja izvršena su merenja nivoa buke nakon izrade lake obloge transportera.

Merenja su izvršena na istim mernim tačkama na kojima je vršeno merenje buke pre izvedene zvučne zaštite.

Ekvivalentni nivo buke po obimu transportera u proseku je smanjen za 8 dB(A). Ni na jednoj mernoj tački nije utvrđen impulsni karakter buke. Ekvivalentni nivo buke na mernom mestu u stambenom naselju je smanjen za 2.5 dB(A).

Table 5. Nivo buke u naselju nakon zaštite

Pos.	L_{Aeq} [dB(A)]	L_{A1max} [dB(A)]	L_{AFmax} [dB(A)]	ΔL_i [dB(A)]
MT ₁	62.2	68.9	67.7	1.2

Drugi važan rezultat je gubitak impulsa na mernom mestu u stambenom naselju, tako da se merodavni nivo buke umanjuje za još 5 dB(A). Ukupno posmatrano, efekat zaštite transportera je smanjenje merodavnog nivoa buke na mernom mestu od 7.5 dB(A).

5. ZAKLJUČAK

Očekivani efekat smanjenja buke transportera strugotine izračunat pomoću teorijskog modela i eksperimentalni rezultati dobijeni merenjem nivoa buke nakon oblaganja transportera lakom oblogom, imaju približno jednake vrednosti. Na osnovu ovoga može se zaključiti da je teorijski model adekvatan. Tehničko rešenje zaštite od buke lančanog transportera strugotine može se primeniti i u drugim sličnim slučajevima.

Zaključak je da bi trebalo smanjiti nivo buke svim raspoloživim sredstvima, gde god i koliko god je to moguće.

Očekivani efekat smanjenja nivoa buke u naselju se postiže merama zaštite od buke. Trenutno smanjenje nivoa

buke omogućava rad fabrike iverice u toku dana. Tehničko rešenje za zaštitu od buke na lančanom transporteru može da se koristi da zaštiti drugih transportera u fabrici, kao i u drugim sličnim slučajevima.

6. LITERATURA

- [1] Uzunović, R., „Noise and Vibration control”, LOLA Institut, Beograd, 1997
- [2] Praščević M., „Environmental noise“, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu 2005
- [3] Radičević B., Petrović Z., Todosijević S., Petrović Zv., „Design of noise protection of industrial plants – case study of a plywood factory“, 23rd National Conference & 4th International Conference “Noise and vibration”, Niš, 2012, pages 71-75
- [4] Petrović, Z., Radičević, B., Šoškić Z., Bjelić, M. - Zaštita od buke industrijski postrojenja - Buka i vibracije, XXI konferencija sa međunarodnim učešćem, Tara 2008
- [5] Petrović Z., Radičević B., Bjelić M., „Designing main fan noise protection system in mine “Jarando“ – Baljevac“, Podzemni radovi, br.15, (133-138), Rudarsko geološki fakultet, Beograd, 2006
- [6] Drinčić D., Pravica P., „Akustika – zbirka rešenih zadataka”, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Beograd, 2011
- [7] Standard: SRPS ISO 1996-1: 2010
- [8] Standard: SRPS ISO 1996-2: 2010
- [9] Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (“Sl. glasnik RS” br. 75/2010)

Zahvalnica: Autori bi želeli da izraze svoju zahvalnost Ministarstvu prosvete i nauke Republike Srbije za njihovu podršku ovom istraživanju preko projekta TR37020.