BUKA, UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU, KONTROLA I MOGUĆNOST NJENOG SMANJENJA

NOISE, ENVIRONMENTAL IMPACT, CONTROL AND POSSIBILITIES OF NOISE REDUCTION

Anđela STOJIĆ*, Dejan TANIKIĆ,
Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru

Savremeni način života kao i sve viši stepen industrijalizacije, utiču na povećanje buke oko nas i ukoliko se ne preduzmu određene mere za njeno smanjenje, ona može predstavljati veliki problem. Industrijska buka obuhvata širok spektar zvukova, od običnih šumova i vibracija pa sve do grubih i jačih zvukova. Naučna istraživanja su pokazala da se ne može ostati imun u odnosu na buku, što znači da je čovečanstvo svakako izloženo buci u većoj ili manjoj meri. Osim negativnog uticaja na opšte zdravstveno stanje i posebno sluh, buka kao neželjeni zvuk može uticati na efikasnost radnika u obavljanju posla, usled njihovog zamora i gubljenja koncentracije. Zbog svega navedenog, potrebno je umanjiti negativni uticaj buke, kako bi došlo do povećanja efikasnosti rada. U raznim industrijskim granama buka se stvara pod specifičnim okolnostima, i svaki slučaj mora se zasebno posmatrati. Kod građevinskih materijala, kao izolatora buke, poželjno je povećavati njihovu debljinu, ali samo do granice kada je to ekonomično i isplativo. Poseban značaj u smanjivanju buke i izolaciji iste imaju apsorpcioni i višeslojni materijali, koji predstavljaju budućnost u pogledu zaštite od buke kao i oblaganje zidova radnih prostorija staklenom vunom i panel pločama. Ispitivanja takođe pokazuju da se, primenom zelenih pojaseva u gradovima, neželjeni efekti izazvani bukom mogu značajno umanjiti.

Ključne reči: *buka; izvori buke; zaštita od buke; uticaj na životnu sredinu*

Modern lifestyle as well as the rapid growth of industry are causing the noise increase around us, and if certain measures for its lowering aren't undertaken, it could become a big problem. Industrial noise encompasses a wide range of sounds, from ordinary noises and vibrations all the way to harsh and louder sounds. Scientific research has shown that one cannot remain immune to noise, to which we are exposed to a greater or lesser extent. In addition to the negative effect on general health, especially hearing, noise as an unwanted sound can affect the efficiency of workers in performing their job, due to their fatigue and loss of concentration. Due to all the reasons listed above, it is necessary to reduce the impact of the noise, in order to increase work efficiency. In various industry branches noise is generated under specific circumstances, and each circumstance has to be considered separately. With building materials, as noise insulators it is desirable to increase their thickness, but only to the extent which is economical and cost-effective. Absorption and multilayer materials have a special significance in noise reduction and insulation, which represents the future in terms of noise protection, as well as lining the walls of work rooms with glass wool and panel boards. By examining the effects of noise protection , with application of green belts in cities, the results have indicated a slight attenuation of noise.

Key words: *noise; noise sources; noise protection; environmental impact*

1 Uvod

Buka je jedna od najrasprostranjenijih i najneprijatnijih okolnosti koja se susreće u svakodnevnom životu.

Po definiciji, buka je svaki neželjeni zvuk. To znači da svaka zvučna pojava (zujanje, šum, galama, lupa, govor i sl.) koja ometa rad ili odmor predstavlja buku [1]. Buka je, naročito poslednjih decenija, jedan od osnovnih uzroka kompleksnog oštećenja zdravlja, naročito u velikim, gusto naseljenim gradovima. Nekada se smatralo da je dejstvo buke ograničeno na organ sluha, ali danas je na

* Corresponding author's email: astojic@tfbor.bg.ac.rs

osnovu detaljnih ispitivanja utvrđeno da je njeno dejstvo mnogo složenije. Sve brži tempo života u velikim urbanim sredinama predstavlja mnogostruki izvor buke, te ona zauzima posebno mesto a borba protiv ove neželjene pojave zahteva organizovanu i konkretnu akciju. Pri istraživanju buke, posebno treba istaći raznolikost buke, to jest prvenstveno treba utvrditi da li se radi o buci na ulici, na radnom mestu, u industriji itd… Proučavanje i analiza buke, kao i mogućnosti njenog smanjenja, mora ići od izvora njenog nastanka pa do mesta koje ona svojim dejstvom ugrožava.

2 Izvori buke

Buka u životnoj sredini, ili kako se veoma često zove – komunalna buka, definiše se kao buka koju stvaraju svi izvori buke koji se javljaju u čovekovom okruženju. Glavni izvori komunalne buke uključuju izvore buke kako na otvorenom, tako i izvore buke u zatvorenom prostoru. Izvori komunalne buke na otvorenom prostoru mogu se podeliti na sledeće [2]:

- Saobraćaj (drumski, železnički i avionski)
- Građevinske mašine koje se koriste pri izvođenju javnih radova
- Industrija
- Mašine za kućnu upotrebu (kosilica, motorna testera i slično)
- Mašine i vozila za komunalno održavanje
- Sportske aktivnosti, koncerti, zabavni parkovi, alarmi

Izvori komunalne buke u zatvorenom prostoru mogu se podeliti na sledeće grupe [2]:

- Kućni aparati (usisivač, fen za kosu, veš mašina i sl.)
- Ventilacioni sistemi i klima uređaji, pumpne stanice, trafostanice
- Uređaji za muzičku reprodukciju
- Žurke, proslave, ostale ljudske aktivnosti

Tabela 1: Nivoi buke u životnoj sredini (izraženi u dB)

Mirno naselje	40
Saobrćaj na autoputu	70
Gužva u saobraćaju, bučni restoran	85
Kamion, bučan razgovor	90
Motocikl	95-110
Motorne sanke	100
Diskoteka	110
Simfonijski koncert	110
Automobilska sirena	110
Rok koncert	110-120
Fudbalska utakmica (stadion)	117
Auto trke	130
Petarda	150
Pucanje balona	157
Kućni vatromet	162
Oružje	163-170

Tabela 2: Izvori buke i njihove maksimalne vrednosti

Izvor buke	*Maksimalni nivo buke u dB (udaljenost od izvora buke)*
Aparat za smanjenje vlage	58-60 (1,5 m)
Blender	76-81 (1m)
Mikrotalasna pećnica	56-58 (1m)
Ručni usisivač	82-87 (1m)
Usisivač	78-85 (1,5m)
Paročistač	84-92 (1,5m)
Fen za kosu	77-86 (1m)
Kosačica	81-86 (1,5m)

3 Kontrola buke

Buka koja se generiše na mestu izvora buke prostire se i prenosi ka prijemniku, putanjama koje ne moraju uvek biti iste. Nivo buke na mestu prijemnika zavisi od:

1. Zvučne snage izvora (automobil, kamion, voz...)
2. Dužine putanje kojom se buka prostire, odnosno rastojanja između izvora buke i prijemnika
3. Okruženja u kome se nalazi prijemnik

Navedeni elementi od kojih zavisi nivo buke na mestu prijema određuju i osnovne principe kontrole buke:

1. Kontrola na samom izvoru buke
2. Kontrola na putevima prenošenja
3. Kontrola na mestu prijemnika

4 Štetna dejstva buke

S obzirom na to da se jačina buke meri decibelima (dB), na osnovu njihove koncentracije se direktno utvrđuje stepen uticaja buke u životnoj sredini na čoveka. Prvi stepen – od 40 do 50 dB može izazvati određene psihičke reakcije, dok drugi sa bukom od 60 do 80 dB izaziva poremećaje u radu vegetativnog nervnog sistema. Treći stepen, od 90 do 110 dB, je upravo onaj koji je zadužen za slabljenje sluha kao najrasprostranjenije pojave u modernom društvu, dok onaj preko 120 dB može izazvati oštećenje sluha, [3]. Naravno, uvek se uzima u obzir starost i opšte stanje subjekta. Na kraju, izuzetno visoka buka od 150 dB izaziva mehaničke povrede slušnog aparata, dok smrt nastupa nakon određenog perioda izlaganja buci od preko 170 dB, [3].

5 Zaštita od buke

Buka predstavlja cenu življenja u urbanoj sredini i ne može se eliminisati već je moguće umanjiti njen uticaj putem regulacije saobraćaja, promenama vazdušnih koridora, strogim tehničkim propisima za vozila, duplim prozorima, zidovima sa izolacijom, primenom ličnih zaštitnih sredstava i dr. Zaštita od buke obuhvata tehničku i medicinsku zaštitu.

Sa stanovišta prostiranja zvuka postoje materijali koji propuštaju, apsorbuju ili odbijaju zvuk, što je od značaja kod izbora materijala za izgradnju poslovnih objekata i mašina, uređaja, postrojenja. Podovi, zidovi i tavanice, odnosno sve slobodne površine uređaja treba da su prilagođene energetskom bilansu sa stanovišta prostiranja zvučnih talasa, kako u slučaju sprečavanja širenja tako i u

slučaju sprečavanja prodiranja zvuka. Meki materijali (pluta, filc, sintetičke tkanine) apsorbuju najveći deo zvuka, mada reflektuju deo talasa niže frekvencije. Tvrdi materijali (kamen, metal) odbijaju veći deo zvučnih talasa. Za radni i životni prostor značajna je mogućnost izolacije neželjenih zvučnih talasa ali pre svega treba težiti eliminaciji ili maksimalnom umanjenju faktora koji dovode do pojave (neželjenog) zvuka, a potom promeni mogućih metoda za njegovu izolaciju i sprečavanje širenja na okolinu.

Zaštita od buke podrazumeva primenu zvučne izolacije na vratima, zidovima i oplati uređaja, ograđivanje industrijske oblasti, podizanje vegetacije, koja apsorbuje i preusmerava zvučne talase, odvajanje gradskih zona za život od radnih i sl. Na pojedine proizvodne i radne procese može se uticati kako bi prateća buka bila što manja, pa tako npr. pokretni elementi, uređaji i sistemi treba da budu projektovani i realizovani sa uskim tolerancijama, visokim kvalitetom i tačnošću, pravilno podmazani, opterećeni itd. Kod kovanja, presovanja, probijanja, mašinske i drugih metoda obrade, parametri režima, tehnološki postupak kao i izbor alata i pribora utiču na porast ili smanjenje buke. Motori sa unutrašnjim sagorevanjem, kompresori, pumpe, ventilatori i turbine moraju biti snabdeveni uređajima za prigušenje zvučnih talasa. Radni prostor treba da ima odgovarajuću akustičnost, koja, u opštem slučaju, mora da obezbedi amortizaciju raznostranog prostiranja zvuka a izuzetak su koncertne dvorane, pozorišta i amfiteatri, jer je kod njih od interesa obezbediti čujnost u svim delovima prostora. U najvećem broju slučajeva akustičnost radnog prostora treba da ima primenjen odnos (bilans) apsorbovanih i reflektovanih zvučnih talasa.

Rasipanje, koncentrisanje i izolacija zvučnih talasa postiže se pogodnim izborom osnovnog materijala obloge, njihove debljine i oblika slobodne površine. Međusobni položaj velikih ravnih površina treba da je takav da spreči interferenciju direktnih i reflektovanih talasa. Individualna tehnička zaštita podrazumeva korišćenje određenih sredstava koja neposrdno smanjuju intenzitet zvučnog talasa na bubnim opnama. Za buku jačine do 75 dB koristi se vata, a za buku jačine do 85 dB ušni čepovi. Vata umanjuje buku od 5 do 10 dB, a ušni čep 10 do 15 dB. Kada je buka do 105 dB koriste se štitnici za uši čiji je efekat umanjenja 15 do 30 dB (SRPS EN 352-2). Medicinska zaštita podrazumeva aktivno praćenje zdravstvenog stanja ljudi, koji su izloženi stalnom delovanju buke velikog intenziteta, kao i definisanje vremenskih normi za rad i odmor.

6 Ispitivanje efekta zaštite od buke uz primenu zelenog pojasa

Da bi se čovek efikasnije zaštito od buke koja bi ometala normalne uslove života i rada, potrebno je razraditi planove za dalji razvoj i urbanizaciju. U tom smislu, planiranje upotrebe zemljišta i upotreba zelenih pojaseva predstavljaju glavne faktore za sprečavanje budućih problema. Zeleni pojas (drveće) ima značajne efekte u oblasti zaštite i unapređenja životne sredine. Zeleni pojas je efikasni alat za ublažavanje zagađenja vazduha i buke izazvane saobraćajem. Iako je njegova efikasnost nešto slabija kod buke sa niskim frekvencijama, uopšteno govoreći, zeleni pojas kao zvučna barijera doprinosi subjektivnom osećaju smanjenja buke. U *Tabeli 3* prikazane su prosečne vrednosti dobijene kao rezultati merenja slabljenja nivoa buke koje ostvaruje zeleni pojas širine oko 300 m, [4].

Tabela 3: Slabljenje nivoa buke koju ostvaruje zeleni pojas širine oko 300 m

Opseg frekvencija u Hz	*Slabljenje buke u dB*
75	8,75
150	13,75
300	19
600	25
1200	33
2400	42
4800	46

Rezultati dobijeni ispitivanjem zaštite od buke, ukazuju na blago slabljenje efekta zaštite kada je u pitanju buka sa niskim frekvencijama.

7 Barijere za zaštitu od saobraćajne buke

Barijere za zaštitu od saobraćajne buke su čvrste prepreke sagrađene između autoputa i objekata uz autoput. One ne blokiraju potpuno svu buku već smanjuju nivo prevelike buke. Efikasne barijere obično smanjuju nivo buke za 5 do 10 dB na taj način smanjujući jačinu zvuka saobraćnajne buke za čak polovinu. Na primer, barijera za zaštitu od buke koja postiže smanjenje buke za 10 dB može sniziti nivo zvuka koji proizvodi kamion koji prolazi na nivo zvuka koji proizvodi automobil.

Bez bilo kakve barijere, buka nalazi direktan put do primaoca zvuka. Prisustvo barijere dovodi do odbijanja, prelamanja i prenošenja različitih delova zvučne energije. Smanjeni deo zvučne energije i dalje se direktno širi zbog transmisije. Oštre ivice barijera prelamaju ili dele zvučne talase u različitim pravcima i smanjuju njihov intenzitet. Ponekad, barijere su opremljene višestrukim ivicama kako bi se dodatno prelomila zvučna energija. Čak i u zoni senke, do primaoca dolazi prelomljena buka.

Barijera za zaštitu od saobraćajne buke, *Slika 1,* smanjuje zvuk koji dolazi do naselja od strane autoputa apsorbujući zvuk, transmitujući ga, odbijajući ga nazad preko autoputa ili prinuđujući ga da putuje dužim putem preko i oko barijere. Barijera mora biti dovoljno visoka i dovoljno dugačka kako bi blokirala pogled na autoput iz oblasti koja treba da bude zaštićena. Barijera može da postigne smanjenje od 5 dB kada je dovoljno visoka i spečava pogled na autoput. Nakon što spreči vidljivost, sa svakim dodatnim metrom svoje visine, barijera postiže oko 1,5 dB dodatnog smanjenja buke.

Da bi efikasno smanjila buku koja dolazi preko njenih krajeva, barijera treba da bude makar 8 puta duža od rastojanja između primaoca i barijere. Otvori u zvučnim barijerama za prilazne veze ili raskrsnice umanjuju njihovu efikasnost. Zvučne barijere su po pravilu efikasnije u smanjenju buke u oblastima koje su u krugu od oko 60 m od autoputa.

Slika 1: Barijera za zaštitu od saobraćajne buke Caption

Barijere za zaštitu od saobraćajne buke mogu biti napravljene od zemlje, betona, opeke, drveta, metala i drugih materijala. Da bi efikasno smanjio transmisiju zvuka kroz barijeru, izabrani materijal mora biti čvrst i dovoljno gust (najmanje 20 kg/m^2). Svaka vrsta materijala podjednako je efikasna po pitanju zvučne izolacije ako ima ovu gustinu.

Zemljane barijere imaju veoma prirodan izgled i obično su veoma atraktivne. One snižavaju nivo buke za oko 3 dB više nego vertikalni zidovi iste visine. Međutim, zemljane barijere zahtevaju dosta zemlje za izgradnju, naročito ako su veoma visoke. Zidovi zahtevaju manje prostora, ali su obično ograničeni na 8 m visine iz konstruktivnih i estetskih razloga.

8 Zaključak

Buka kojoj su ljudi svakodnevno izloženi predstavlja veliki problem u današjem svetu. Glavni izvori buke su promet, industrija, građevisnki i javni radovi, rekreacija, sport i zabava, a u zatvorenom boravišnom prostoru izvori buke su najčešće servisni uređaji vezani uz zgrade. Nivoi buke prisutni u komunalnoj sredini nisu dovoljno visoki da bi doveli do oštećenja sluha, ili izazvali čitav niz negativnih efekata. U cilju smanjenja buke, poželjno je sagledati koeficijente upijanja zvuka različitih materijala i iskoristiti ih za izradu posebnih apsorpcionih materijala. Takođe, prirodne prepreke (zemljani nasipi, zeleni zasadi, zeleni pojasevi oko grada itd.) se mogu koristiti za smanjenje nivoa buke sprečavanjem širenja zvučnih talasa. Još jedan od načina za zaštitu od buke su svakako zvučne barijere na putevima, železnici i industriji koje mogu biti izrađene od različitih materijala pri čemu pružaju dugotrajnu zaštitu od buke, poseduju odlične akustične karakteristike, otpornost na visoka statička i dinamička opterećenja a jednostavne su za održavanje i vrlo funkcionalne.

9 Literatura

[1] **Vidaković, Z.,** Buka, Zavod za javno zdravlje, Subotica, 2007.
[2] **Gregurek, R. i saradnici,** Buka i zdravlje, Akademija medicinskih znanja Hrvatske, 2007.
[3] **Nikolić, M.,** Buka, Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb, 1985.
[4] **Jelaković, T.,** *Zvuk, sluh i arhitektonska akustika*, Školska knjiga, Zagreb, 1978.