

BUKA KAO FIZIČKI ZAGAĐIVAČ I POREMEĆAJ RADNE I ŽIVOTNE SREDINE

Master Čedomir Belić¹, student Ivana Biočanin², student Hajrija Papić³,
1-Visoka inženjerska škola strukovnih studija Zemun, 2-Tehnički fakultet Čačak,
3-Državni univerzitet u Novom Pazaru

Rezime: Životna i radna sredina neposredno utiču na harmonično funkcionisanje čovečijeg organizma i sve vrste ljudskih aktivnosti. Preventivni inženjering obuhvata veći broj različitih disciplina, koje imaju jedinstven cilj: održavanje radne i životne sredine na najvišem mogućem nivou. Da bi to bilo moguće neophodno je poznavanje karakteristika, mogućih uticaja i načina zaštite od onih faktora, koji definišu i utiču na bezbednost i zdravlje na radu. U ovom radu biće reči o buci u radnoj sredini i okruženju.

Ključne reči: buka, izvori buke, poremećaj sluha, gubitak sluha, problemi sa sluhom

NOISE AS A PHYSICAL POLLUTANT AND THE DISFUNCTION OF THE WORK PLACE AND THE LIVING ENVIRONMENT

Abstract: Living and working environment directly affect the harmonious functioning of a human body, and all types of human activities. Preventive engineering includes a number of different disciplines, which have a single goal: maintenance work and the environment at the highest possible level. The knowledge of characteristics, influence and ways of protection of those factors, which define and influence the safety and health at work is necessary. In this paper are about the noise in the work environment and the environment. Living and working environment directly affect the harmonious functioning of a human body, and all types of human activities. Preventive engineering includes a number of different disciplines, which have a single goal: maintenance work and the environment at the highest possible level. The knowledge of characteristics, influence and ways of protection of those factors, which define and influence the safety and health at work is necessary. In this paper are about the noise in the work environment and the environment.

Key words: noise, noise sources, hearing disorder, hearing loss, problems with hearing

Uvod

Sredinom XIX. veka u punom sprintu startovala je štafetna trka tehnoloških revolucija prkoseći tišini ranijih vekova. Do danas, raznolikost stručno-naučnih problema koji su bili predmet brojnih rasprava, na svim nivoima, ističe:

- nastojanje, da se problematika buke i vibracija postavi i raspravlja u inerdisciplinarnom krugu inženjera, lekara, sociologa, ekonomista, psihologa, pravnika, oficira, političara;

- praktična rešenja u snižavanju ili eliminaciji štetnih posledica buke i vibracija u različitim delatnostima i urbanom sredini, pri identifikovanim motivima i efektima izlaza;
- društveno opravdanje inicijative za standarde, propise, preporuke ili za sprege normativne delatnosti, iskustvene prakse i javnog mnjenja;
- dolaženje do državnog ili međunarodnog zajedničkog stava o buci i vibracijama, kao podmuklom zagađivačima radne i životne sredine;
 - moguća poboljšanja uslova dohodovanja i života, u uslovima gustog i nekontrolisanog saobraćaja, gradskog meteža, sve veće buke i vibracija, koji utiču na eko-bezbednost, zdravlje i kvalitet života.

Rezultati procesiranja raspoloživih informacija, ukazuju da naučno-stručna javnost nije blagovremeno shvatila ozbiljnost problema, da je izostalo upozorenje političarima za pravilan izbor rešenja u traganju za rešenjima i vizijom budućnosti.

Oduvek su postojali, manje ili više, progoni na radnom mestu, u kući, na ulici, sportskoj dvorani, školi, u restoranu, svugde i svagda, u bilo kojoj prilici i danju i noću. Rezultat prirasta akustičke energije u okruženju su: akustičke traume - lezije i neuroze ekstra auditivne etiologije, a uporedo i istraživački izazovi naučno-stručne javnosti u domenu medicinskih, pravnih, inženjerskih, socio-psiholoških, ekonomskih, vojnih i drugih nauka, organizovanih u interdisciplinarnom korpusu zaštite od akustičke agresije¹.



Slika 1. Struktura čovekovog uha i čujnost

Akcije EU i njenih članica na rešavanju problema buke u radnoj i životnoj sredini imale su manji prioritet u odnosu na druge probleme kao što su vazduh i voda, uprkos činjenici da su istraživanja javnog mnjenja ukazivala da su buka i vibracije jedan od glavnih razloga promena kvaliteta života. Savet Evrope kao izvršni organ EU i kreator razvoja, sa razlogom je formirao

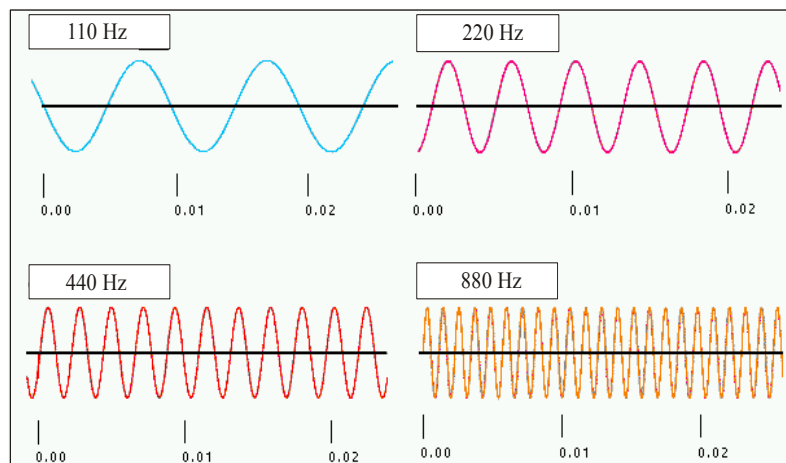
¹ Milonska, koplanetarna ljudska populacija pod bremenom decibelskih okova, zavisno podređena konzumiranju užitaka tehnoloških revolucija, hita po umiruju u terapiju inženjerske prakse. Stari Grci, pre dve i po hiljade godina u starogrčkoj koloniji grada Sibarisu, tražili su da se ljudi pridržavaju reda koji će omogućiti tišinu u gradu i miran san. Noću je zabranjeno generisanje zvuka, a zvučna sredstva se moraju odseliti izvan grada. Politika 04. 12. 1971. god. Prema Pjeru Godaru, šefu Odeljenja za zaštitu higijene i sigurnosti građana u pariskoj policiji, jedan jedini bučni motorcicl koji prođe ulicama usred noći, može da probudi 200.000 ljudi, kaže on: Kada budemo imali najbolje zakone na svetu, najbolju tehniku za nalaženje dokaza i najbolje sudove, moraćemo ipak i dalje da ulažemo velike napore kako bi smo uhvatili prerksiocne na delu.

Evropsku komisiju European Commission – EC, sa mandatom da se bavi politikom upravljanja bukom.

Svakodnevne aktivnosti ljudi, kako u urbanoj tako i u ruralnoj sredini, sprovode se u skladu sa prisutnim i intenzivnim civilizacijskim napretkom, koji podrazumeva sve veće prisustvo i korišćenje tehničko-tehnoloških sredstava i drugih plodova naučno istraživačkog rada. Nesumnjive koristi skoro uvek su praćene postojanjem nečega što je u manjoj ili većoj meri nepovoljno za čoveka, proces rada, sredstva rada i prirodu. Jedna od takvih manifestacija je zvučna (buka).

Akcije EU i njenih članica na rešavanju problema buke u radnoj i životnoj sredini imale su manji prioritet u odnosu na druge probleme kao što su vazduh i voda, uprkos činjenici da su istraživanja javnog mnjenja ukazivala da su buka i vibracije jedan od glavnih razloga promena kvaliteta života. Savet Evrope kao izvršni organ EU i kreator razvoja, sa razlogom je formirao Evropsku komisiju European Commission – EC, sa mandatom da se bavi politikom upravljanja bukom.

Svakodnevne aktivnosti ljudi, kako u urbanoj tako i u ruralnoj sredini, sprovode se u skladu sa prisutnim i intenzivnim civilizacijskim napretkom, koji podrazumeva sve veće prisustvo i korišćenje tehničko-tehnoloških sredstava i drugih plodova naučno istraživačkog rada. Nesumnjive koristi skoro uvek su praćene postojanjem nečega što je u manjoj ili većoj meri nepovoljno za čoveka, proces rada, sredstva rada i prirodu. Jedna od takvih manifestacija je zvučna (buka).



Slika 2. Frekvencija zvučnog talasa (prostog)

1. Zvuk-kao fizička pojava

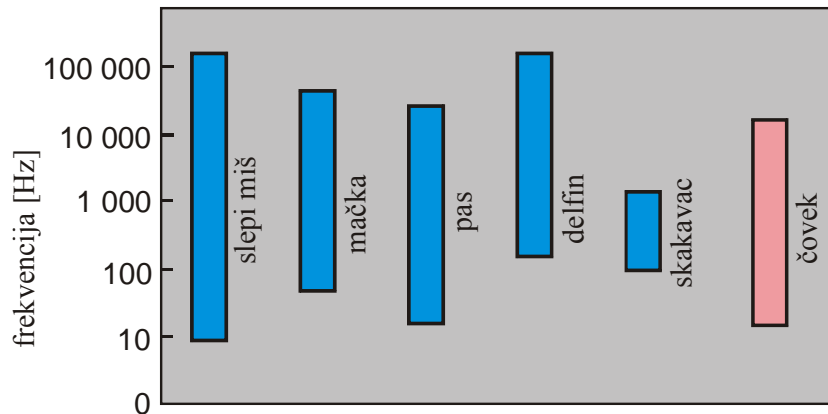
Zvuk je fizička pojava nastajanja zvučnih talasa, koji stimulatивно deluju na čulo sluha. Proizvode ga svi objekti i tela koja vibriraju. U zoni kontakta vazduha sa telom, koje osciluje, dolazi do promene gustine vazduha po slojevima, a time i do promene parcijalnih pritisaka. Promena pritiska se prenosi na dalje slojeve u formi talasnog fronta. Zvučni talasi mogu biti transferzalni i longitudinalni i prostiru se kroz sve materijale. Brzina zvuka kroz suvi vazduh je 344 m/s, kroz vodu 1 525 m/s, a kroz čvrsta tela (bakar) oko 3 350 m/s. Po strukturi i obliku signala zvuk može biti jednostavan (prost) i složen. Ukoliko oscilovanje predmeta stvara skladne – harmonijske vibracije, onda se govori o zvuku. Zvuk je u domenu akustičnog opsega, manjeg ili većeg intenziteta, i ne predstavlja opšti problem.

Za zvučne talase karakteristični su refleksija (eho), difrakcija i interferencija. Kombinacija ovih manifestacija i učinak raznih izvora u stvaranju složenih i neusklađenih vibracija definiše se

kao **buka**, a ona je ta koja remeti uslove života, rada u radnom prostoru i okruženju. Zvuk uopšte, definiše se frekvencijom i amplitudom (jačinom) zvučnog talasa.

Frekvencija predstavlja broj oscilacija u jedinici vremena i stvara osećaj "nižeg" ili "višeg" zvuka. Izražava se u Hercima [Hz]. Primera radi, točak koji se obrće sa 10. obrtaja u sekundi proizvodi zvuk frekvencije 440 Hz, "A" žica na klaviru 880 Hz, donje oktave 220 Hz i 110 Hz itd. Više frekvencije su štetnije od onih nižih.

Prosečno, ljudi čuju zvukove u frekventnom opsegu od 20-20 000 Hz, a najosetljiviji su na frekvencije 1 000-4 000 Hz. To ih svrstava u srednje čulna bića. Referentna frekvencija za utvrđivanje granice bola i granice čujnosti za ljude je 1 000 Hz. Ispod 20 Hz je infrazvuk, koji nema čujnu, već vibracionu manifestaciju. Iznad 20 000 Hz je ultrazvuk, koga čovek ne čuje.



Slika 3. Frekventni opseg čulnosti za razna bića

Pored frekvencije od značaja je **intenzitet**, energija zvuka. Zvučni talas izaziva kretanje molekula vazduha, ali i promenu okolnog pritiska. Stepem pomeraja je amplituda zvučnog talasa. Kako on direktno odražava energetske uničak zvučnog talasa kroz ostvareni rad, amplituda je istovremeno i intenzitet zvučnog talasa:

$$I = 10 \lg \frac{P_s}{P_{so}} = 20 \lg \frac{p}{p_o}$$

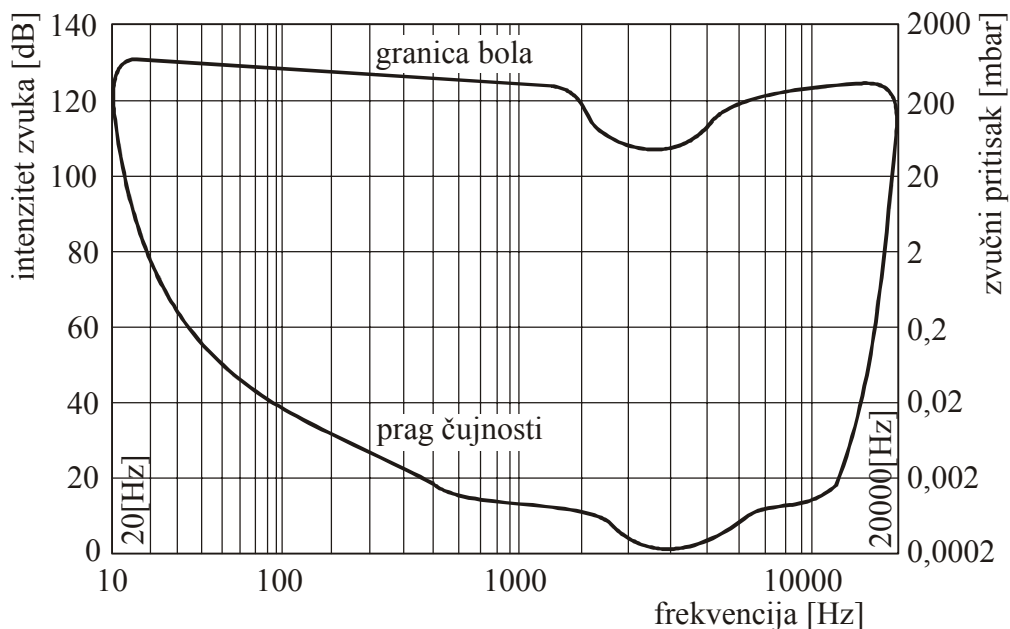
gde je:

- I [dB] - intenzitet zvuka,
- P_s [W/m²] - gustina snage zvučnog talasa ,
- P_{so} - referentna gustina snage zvučnog talasa za $f=1\ 000$ Hz,
- p [N/m²] pritisak zvučnog talasa i
- p_o - referentni pritisak zvučnog talasa za $f=1\ 000$ Hz.

Određivanje jačine zvuka (zvučnog polja) u radnom okruženju vrši se uzimanjem u obzir delovanja svih parcijalnih izvora:

$$I = 10 \lg \frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{np_o^2}$$

Gustina snage zvučnog talasa u oblasti praga čujnosti je 10^{-12} W/m², a na granici bola je oko 10 W/m².



2. Buka kao fizički zagađivač

Buka je značajan zagađivač jer izaziva gubitak sluha, izaziva stres, rastrojstvo, gubitak sna, podiže krvni pritisak, smanjuje produktivnost itd. Nepoželjnu buku proizvode saobraćaj i industrijski pogoni. Najveća buka dolazi od mašina, posebno automobila, kamiona, aviona i helikoptera. Građevinske, rudarske i poljoprivredne mašine i mašine u fabrikama proizvode opasnu buku. Neki postupci delovanja alata, pokretnih elemenata, rashladnih sistema, vazdušnih kompresora; oružje, muzika, igračke, slušalice, izuzetno su opasni kod velikog intenziteta buke koju proizvode. Brodovi, super tankeri, vatrogasna kola, naftna postrojenja, kao i tihi sonarni uređaji niske frekvencije, za podvodnu pretragu, štetni su u polju talasnog fronta.

Evropski i svetski standardi tretiraju buku kao jednog od najvećih zagađivača radne i životne sredine. Oko 26 % stanovnika EU, koji živi u gradovima, izloženo je velikom bukom iz okoline, a oko 4% stanovnika ima trajne probleme sa sluhom usled prekomerne buke². U SAD je taj broj oko 3,5 % ukupnog broja stanovnika. Ukupne posledice delovanja buke su znatno veće.

Intenzitet zvuka je u granicama od 0-160 dB; u prirodi je oko 35 dB, razgovor je oko 40 dB, šinski saobraćaj oko 80 dB, a rok koncerti 80-100 dB. Avionski saobraćaj proizvodi buku jačine oko 110 dB. Granica gubitka sluha i oštećenja organa je 120-130 dB, ali i manji intenzitet buke u dužem vremenu dovodi do promena i stresnih situacija.

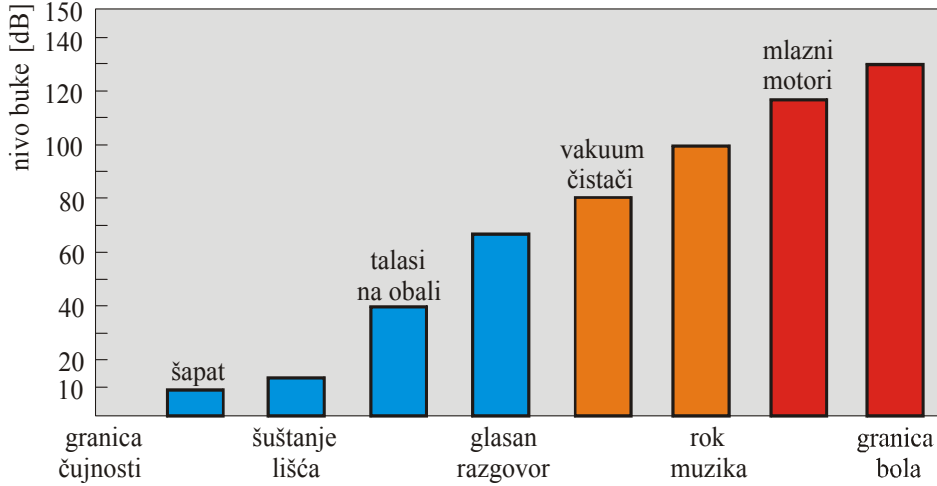
Sa stanovišta preovlađujućeg zatvorenog radnog prostora, može se reći da se zvuk u najvećoj meri prenosi posredstvom vazduha. Pri svom kretanju od izvora zvučni talas nailazi na različite prepreke, koje mogu da ga propuštaju, apsorbuju ili reflektuju. U zavisnosti od konfiguracije prostora, sadržaja opreme, postojanja slobodnih ravnih i zakrivljenih površi, vrste materijala prepreka itd., intenzitet zvuka je različit na različitim lokacijama. Odnos prenete energije - zvučnog pritiska (p_p) i emitovane energije (p_e) određuje koeficijent prenosa (η):

$$\eta = \frac{p_p^2}{p_e^2}$$

² Jedinica mere za intenzitet je decibel [dB] i ona predstavlja logaritamski porast stepena zvučnosti. Svaka 3 dB predstavljaju dupliranje intenziteta zvuka.

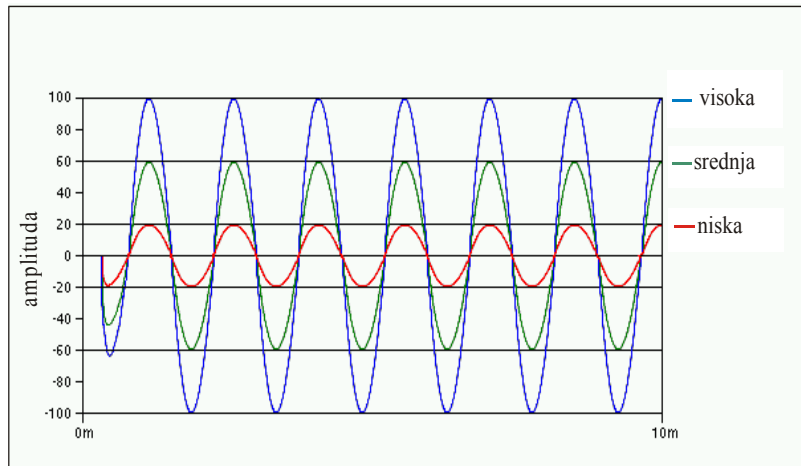
Slika 4. Zavisnost jačine zvuka i zvučnog pritiska u odnosu na frekvenciju

Valja naglasiti da se koeficijent prenosa zvuka odnosi na karakteristiku prostora – sredine (relacija izvor – merni uređaj), a ne na direktan odnos prema čoveku. Primena sredstava lične zaštite ne učestvuje u određivanju koeficijenta prenosa energije zvuka, već se za njih posebno definiše stepen efikasnosti zaštite. Primera radi, naušnice mogu da smanje intenzitet zvuka na ušima za 15-25 dB.



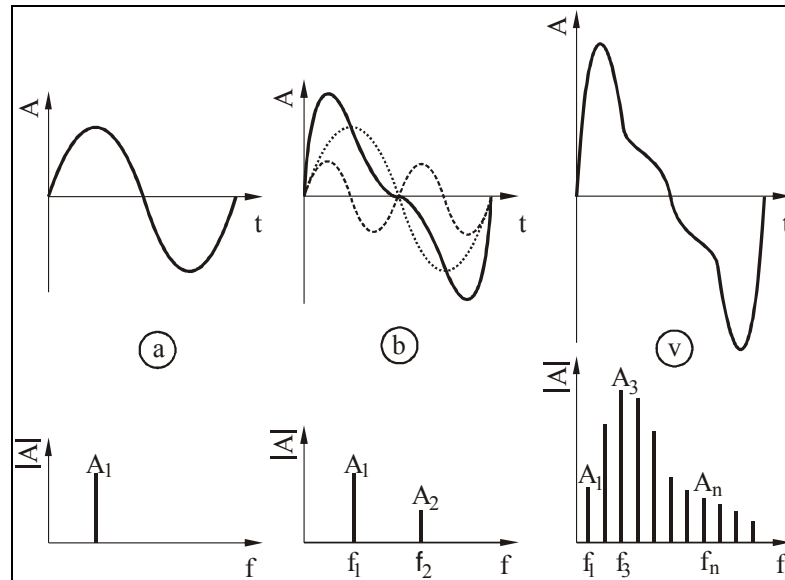
Slika 5. Uporedni prikaz intenziteta nekih zvukova

Intenzitet-nivo buke se smanjuje sa povećanjem rastojanja od izvora. Ukoliko postoje dva izvora u jednom prostoru, najveći ukupni nivo buke će da bude jednak nivou buke jačeg izvora. Ako su izvori sa jednakim nivoom buke, ukupni nivo buke neće da bude dvostruko veći (podsećanje: zvuk i buka se manifestuju promenom pritiska), već samo neznatno veća; npr. dva izvora sa nivoom buke od po 60 dB daju ukupni nivo buke u prostoru oko 63 dB. Kod više izvora buke srazmerno se povećava energija zvučnog talasa.



Slika 6. Amplituda zvučnog talasa

Buka je fizički fenomen koji ima akustičnu manifestaciju, kroz formu mešavine zvučnih talasa. Ona obično sadrži veći broj i više vrsta zvučnih talasa; i one koja registruju i one koje ne registruju ljudska čula. Obično nema harmonijski sklad, pa subjektivno i objektivno predstavlja manji ili veći problem.



Slika 7. Oblik signala: a - prostog zvuka, b - složenog zvuka, v - buke

Organi sluha kao i čovek u celini evolutivno su prilagođeni životu u relativnoj tišini. Komunalna buka i buka na radnom mestu remete sklad i negativno deluju na čitav organizam.

Tabela 1. Uporedni pregled izazivača buke

Jačina buke	Izvor buke
0	granica čujnosti
10	šuštanje lišća od povetarca
10	tihi šapat
20	srednji šapat
20-50	tuhi razgovor
40-45	hoteli, pozorište van predstave
50-65	glasni razgovor
65-70	saobraćaj u prometnoj ulici
65-90	šinski saobraćaj
75-80	fabrike (srednje teški rad)
90	gust sobračaj
90-100	grmljavina
110-140	mlazni avioni
130	granica bola
140-190	svemirske rakete

Dejstvo buke na čoveka manifestuje se kroz dva vida: akutne i hronične akustične traume. Akutna trauma odnosi se na kratkotrajnu buku velikog intenziteta, koja izaziva mehanička oštećenja bubne opne i slušnih košćica. Hronična trauma nastaje od buke nižeg intenziteta, ali dužeg trajanja, čije su posledice oštećenje čulnih ćelija-senzora.



Slika 8. Neki od većih izazivača buke

U oba slučaja nastaju naglupost, progresivna naglupost i potpun gubitak sluha. Oštećenje i gubitak sluha nastaje oštećenjem čelija, nerava i kompletne strukture unutar uha. Primarna oštećenja mogu biti privremena, ali ako se se izlaganje ponavlja, postaju trajna. Radnici u fabrikama, vojnici, vatrogasci, policajci, građevinari, muzičari, posebno su ugroženi deo populacije.

Svetska iskustva u vezi sa odgovorno pričinjenu buku i ne poštovanje nacionalnog zakonodavstva, ukazuju da se putem upravnog spora može pozvati na odgovornost onaj koji je pričinio šetu izazivanjem buke, to se u savremenom okruženju artikuliše principom “zagađivač plaća”. Tu se ističe teorija štete koja nastaje usled javnih radova. Sudska praksa dosta široko primenjuje odgovornost za šetu pričinjenu javnim radovima, primenjuju i sistem odgovornosti bez greške. U takvim slučajevima privatna lica koja predstavljaju žrtve šteta usled javnih radova imaju pravo da traže naknadu štete koja su protivna zaštiti okoline³.

Tabela 2. Pojedini uticaju buke na čoveka

FIZIČKI ČINIOCI	intezitet	Da bi nastala akustička trauma, intenzitet buke mora da bude iznad kritične granice. Izlaganje buci od 80 dB prouzrokuje postepen gubitak sluha kod značajnog broja osoba, a još glasnija buka će samo ubrzati nastanak oštećenja sluha.
	spekter	Veće traumatizirajuće dejstvo imaju tonovi visoke frekvencije, dok su duboki tonovi manje štetni nego srednji i visoki. Međutim i duboki tonovi, ako su velikog intenziteta, mogu izazvati oštećenja

³ Praksa francuskog Državnog saveta, kada se može tražiti naknada štete zbog buke:

- kada je u pitanju metro 27. 10. 1950. godine;
 - buka koje potiče od bioskopske sale (odluka kasacionog suda od 12. 01. 1966.);
 - buka koje potiče od dece iz susjedstva (odluka kasacionog suda od 24. 05. 1971.);
 - buka koje potiče od životinja koje su uhvaćene kao lualice (odluka kasacionog suda od 30. 01. 1966.).
- U SAD, 1948. prvi put je jedan radnik podneo tužbu zbog delimičnog oštećenja sluha. Izvesni Metju Slavinski tu io je VILIJAM kompaniju za postepeno oštećenje sluha koje je trpeo za vreme od 20 godina rada u firmi. Sud je doneo presudu u korist Slavinskog uz nahnadu od 1661,25\$. Time je učinjen presedan. Zakonom o kontroli buke, kojeg je predsednik SAD potpisao 27. 10. 1972. godine, svakom građaninu je dato pravo da podnese tužbu protiv svakog ko proizvodi buku, kao i protiv službenih lica Agencije za zaštitu životne sredine, savezne administracije ili bilo koje druge institucije koja je propustila da primeni zakon.

	ritam	Buka može biti po svom ritmu konstantna ili promenljiva. Danas se pretpostavlja da konstanta buka izaziva veća oštećenja od promenljive
	trajanje	Za nezaštićeno uvo dozvoljeno vreme ekspozicije buci opada za jednu polovinu za svako povećanje od 5 dB prosečnog nivoa. Tako je, na primer, ekspozicija limitirana na 8 sati za 90 dB, za 95 dB iznosi 4 sata, dok je za buku od 100 dB ta izloženost 2 sata. Najveća moguća ekspozicija buci za nezaštićeno uvo je 15 minuta na 115 dB. Bilo kakva buka iznad 140 dB nije dozvoljena. Da bi se sprečilo oštećenje unutrašnjeg uva, vreme izloženosti buci mora da se smanjuje sa porastom intenziteta
INDIVIDUALNI ČINIOCI	osetljivost	Postoji različita individualna osetljivost na buku
	životna doba	Osetljivost na buku je direktno je srazmerna starosti osobe koja joj je izložena
	ranija oboljenja organa sluha	Ukoliko već postoji oboljenje unutrašnjeg i srednjeg uva lakše će nastati akustička oštećenja. U slučajevima oštećenja srednjeg uva dolazi do izostanka aktiviranja fizioloških zaštitnih mehanizama koji štite unutrašnje uvo od dejstva prejakog zvuka.

Izuzetno snažan zvuk u kratkom vremenskom intervalu, npr. pucanj, može odmah da dovede do potpunog gubitka sluha. Na žalost, prethodna ratna događanja na našim prostorima dovela su nagluvosti ili gubitka sluha kod većeg broja ljudi, kao posledice dejstva vatrenog oružja. Ispitivanje srednje vrednosti praga čujnosti (Pure Tone Average-PTA), na frekvencijama 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, i 4 kHz dovode do zaključka da posledice uvek postoje, ali da mogu biti manje ili veće. Prag čujnosti u opsegu 21-40 dB određuje kategoriju lake nagluvosti, od 41-60 dB umerene nagluvosti, a od 61-80 dB teške naglovosti.

Tabela 3. Oštećenje sluha izazvano pucnjem iz vatrenog oružja⁴

Prag čujnosti	Amplituda AEPMS (stimulacija klikom 80 dB HL)			
	I talas	V talas	V/I talas	Broj ispitanika
21- 40 dB HL	136,7	209,6	1,93	163
41- 60 dB HL	146,3	216,1	1,58	78
61- 80 dB HL	116,2	161,6	1,45	21

Čak i kada nivo buke ne dovodi do fizičkog oštećenja, onemogućava korektnu komunikaciju, razumevanje, što je posebno važno kod nekih poslova (kranovi, miniranje i sl.). Gubitak osetljivosti na visoke frekvencije (4000 Hz) uzrokuje i pojavu distorzije zvuka, pa se govor teško razume i kada je dovoljno glasan. Osobe sa ovakvim gubitkom sluha imaju teškoće u razlikovanju konsonanata kao što su s, f, š, č i h.

Gubitak sluha javlja se prvo u području visokih frekvencija, pa ljudi prvo počinju slabije da čuju visokofrekventne zvuke (ženski i dečiji glasovi). Ova redukcija čulnosti visokih frekvencija počinje neprimetno, tako da kada promene postanu velike, bilo kakve intervencije ne mogu da povrate sluh.

Najčešća oštećenja sluha nastala su u funkciji i stanju srednjeg uva. Patološki procesi ne moraju odmah i uvek da imaju jasno izraženu aktističku manifestaciju, pa se promene mogu utvrditi samo redovnim kontrolama slušnog aparata i testovima čujnosti. Ovo je posebno značajno za decu i mlađe osobe (glasni audio uređaji, kafići, disko klubovi, koncerti, sportske manifestacije, javni skupovi u zatvorenom prostoru, računari i sl.). Audiometrija treba da omogući preventivno delovanje i planiranje zaštite od buke.

⁴ Napomena: Tabela pruža neke podatke istraživanja Klinike za otorinolaringologiju Kliničkog centra u Banja Luci

Buka proizvodi kardio - vaskularne probleme; podstiče faktore rizika koronarnih bolesti, remeti rad srca, a promene se lako uočavaju na elektrokardiogramu. Niskofrekventna buka velikog intenziteta može da dovede do ishemije miokarda. Oboljenja endokrinog, gastrointestinalnog, perifernog i centralnog nervnog sistema, nastala povećanom bukom, lako se mogu konstatovati biohemijskom analizom. Biohemijske analize u serumu radnika izloženih buci i kontrolne grupe, pokazale su da radnici izloženi buci na radnom mestu imaju statistički značajno veće vrednosti ukupnog holesterola, triglicerida, LDL holesterola i značajno niže vrednosti HDL holesterola.

Tabela 4. Vrednosti lipida u serumu radnika u odnosu na nivo buke na radnom mestu

Parametar	Jač. jed.	70 do 80 dB	81 do 90 dB	91 do 100dB	101 do 110dB
		uzorak n=42	uzorak n=39	uzorak n=45	uzorak n=24
Ukupan holesterol	mmol/l	5,41 / 1,75	5,57 / 1,32	6,48 / 1,24*	6,71 / 1,37*
Trigliceridi		1,34 / 1,27	1,47 / 1,19	4,12 / 1,05***	4,73 / 1,07***
HDL hlo.		1,31 / 0,25	1,18 / 0,21*	0,81 / 0,2***	0,64 / 0,15***
LDL hol.		3,15 / 1,42	3,68 / 1,69	4,79 / 0,82**	4,96 / 0,89**
U hol./HDL		4,12 / 1,78	4,72 / 1,72	8,01 / 1,01***	10,41 / 1,15***
LDL/HDL		2,44 / 1,38	3,13 / 1,13**	6,03 / 1,13***	7,84 / 1,08**

Nepoželjni zvuk remeti bioelektrične potencijale moždanih ćelija što dovodi do razdražljivosti, nevoljnosti, nesigurnosti, narušavanja psihomotorne ravnoteže (koja kod pojedinih aktivnosti može biti krajnje opasna), stvara stres, smanjuje radnu sposobnost, onemogućava spavanje i odmor. Zaposleni, koji su izloženi stalnoj buci, postižu znatno slabije rezultate (čak 40%). Procena je da je oko 35% ljudi u Evropi izloženo dejstvu buke, a da oko 10% ima utvrđene trajne posledice njenog delovanja; u anketama oko 28% ispitanika izjavuje da buka negativno utiče na njihovo zdravlje.

Buka niskog intenziteta takođe izaziva uznemirenost i nezadovoljstvo. Najnovije statistike ukazuju na to da buka prouzrokovana kompjuterskim uređajima dekoncentriše zaposlena lica i izaziva razne oblike depresivnih stanja, usled neugodnog konstantnog "zujanja". Smatra se da u SAD godišnje izdvaja 56 milijardi dolara za lečenje i plaćanje zdravstvenih usluga zaposlenima, koji trpe posledice nastale korišćenjem kompjutera.

3. Zaštita od buke

Buka je cena življenja u urbanoj ili industrijalizovanoj sredini. Ona se ne može eliminisati, ali se može umanjiti regulacijom saobraćaja, ograničenjem noćnog 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 koji odbijaju zvuk. Ovo 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, metali) odbijaju veći deo zvučnih talasa.

Za radni i životni prostor značajna je mogućnost izolacije neželjenih zvučnih talasa. Naravno, pre svega treba težiti eliminaciji ili maksimalnom umanjenju faktora koji dovode do pojave zvuka (nepoželjnog), a potom primeni 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. Na primer, pokretni elementi, uređaji i sistemi treba da su 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, izbor alata i pribora, u velikoj meri mogu da 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. 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 prilagođen odnos (balans) apsorbovanih i reflektovanih zvučnih talasa. Rasipanje, koncentrisanje i izolacija zvučnih talasa postiže se pogodnim izborom osnovnog materijala, materijala obloge, njihove debljine i oblika slobodne površine. Međusobni položaj velikih ravnih površina treba da je takav da spreči interferenciju direktnih i reflektovanih talasa⁵.

Individualna tehnička zaštita podrazumena korišćenje određenih sredstava, koja neposredno 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 5-10 dB, a ušni čep 10-15 dB. Kada je buka do 105 dB koriste se štitnici za uši – naušnice (antifoni), čiji je efekat umanjenja 15-30 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 i dozvoljenog intenziteta buke.

Na radnim mestima dozvoljena je prosečna buka do 80 dB tokom 8-časovnog radnog vremena. Ovo je načelna norma, a dopušteni nivo buke za pojedina radna mesta prikazan je u tabeli..

Tabela 5. Dopušteni nivo buke za određene delatnosti

Vrsta delatnosti u uslovima izloženosti	Buka (dB)
Fizički rad bez zahteva za mentalnim naprežanjem i zapažanjem okoline	80
Fizički rad usmeren na tačnost i koncentraciju	70
Rad koji se obavlja pod čestim govornim komandama i akustičnim signalima	60
rad pretežno mentalnog karaktera koji zahteva koncentraciju	55
Mentalni rad usmeren na kontrolu grupe ljudi koja obavlja pretežno fizički rad; rad koji zahteva koncentraciju ili neposredno komuniciranje govorom	50
Mentalni rad usmeren na kontrolu grupe ljudi koja obavlja pretežno mentalni rad; rad koji zahteva koncentraciju ili neposredno komuniciranje govorom	45
Mentalni rad koji zahteva veliku koncentraciju i isključivanje iz okoline, preciznu psihomotoriku ili komuniciranje sa grupom ljudi	40
Mentalni rad, izrada koncepcija, rad vezan za veliku odgovornost, komuniciranje radi dogovora sa grupom ljudi	35

Kada je buka većeg intenziteta od dozvoljenog, za 8-časovno radno vreme, vreme izlaganju se znatno smanjuje, a primena ličnih zaštitnih sredstava je obavezna.

Da bi se postigli minimalni gubici energije, uštede u kablovima i materijalu, najekonomičnije lokacije trafostanica biraju se u centrima najveće potrošnje. Sa gledišta zaštite od buke, najekonomičnija gradnja uključujući i zaštitu od buke ostvaruje se u onim gradskim zonama gde

⁵ Sve prethodno predstavlja opštu tehničku zaštitu, koja, jednostavno rečeno, smanjuje buku ili izoluje izvor.

je dozvoljen veći nivo buke okoline. Na prvi pogled može izgledati paradoksalno, ali povoljnije su one gradske lokacije gdje je već dostignut viši nivo buke, kao što su industrijske zone, područja pored saobraćajnica ili glavne gradske saobraćajne magistrale, pored željezničkih ili tramvajskih pruga i zone sa većim nivoom komunalne buke.

Tabela 6. Dozvoljeno vreme izlaganja buci

Vreme izlaganja (h)	Jačina buke (dB)
6	90
4	95
2	100
1	105
0,5	110
0,25	115

Posle rada u bučnoj sredini obavazan je odmor (izolovanje od buke), koji treba da je dvostruko duži. U prvom periodu odmora dolazi do smanjenja slušnog zamora izraženom u spuštanju praga sluha, a u drugom do potpune relaksacije i pripreme za novo "opterećenje". Ako se slušni zamor javlja i posle odmora, neophodna je promena radnog mesta.

Merenje jačine zvuka izvodi se mikrofonom, koji prikupljaju zvučne talase iz vazduha. Promena pritiska (akustična energija zvučnog talasa) izaziva mehaničke oscilacije tanke, ravne, metalne dijafragme (koja se nalazi u magnetnom polju) i na taj način indukuje električni signal, pogodan za očitavanje.

Zaključak

U svetlu raspoloživih podataka o izloženosti buci i uočenih nedostataka, u analizi postoji niz mera politike buke, a Komisija EU veruje da su neophodne promene u celovitom prilazu ako se želi da politika sniženja buke bude uspešna. Ovaj koncept baziran je na podeljenoj odgovornosti koja podrazumeva: postavljanje ciljeva, monitoring progressa i mera za poboljšanje tačnosti i standardizacije podataka, u cilju poboljšanja povezanosti različitih akcija u okviru uspešne zaštite od ovog fizičkog zagađivača.

Strategijsko mapiranje buke na nacionalnom nivou mora obuhvatiti sve izvore buke koji potiču od različitih tipova i sva naseljena mesta gde broj stanovnika ima definisanu vrednost. Pored toga, na lokalnom nivou, mapiranje buke mora obuhvatiti sve stambene oblasti gde se mogu očekivati negativni efekti buke na zdravlje, bez obzira na lokaciju saobraćajnih ruta i broj stanovnika.

Imajući u vidu nedostajuća znanja i probleme u projektovanju tehnoloških procesa i industrijskih pogona koji zadovoljavaju zahteve zaštite radne i životne sredine u primeni međunarodnih standarda, koji se odnose na upravljanje kvalitetom i okolinom (ISO 9001 i ISO 14001), stavljamo u prvi plan problem iznalaženja najpovoljnijih mogućih varijantnih rešenja zaštite od buke u industrijskim pogonima, njihovu uporednu analizu i utvrđivanje najefikasnijeg i najekonomičnijeg (optimalnog) rešenja zaštite, na osnovu kriterijuma koji se postavljaju.

U procesu prikupljanja podataka, neophodnih za implementaciju END direktive sve institucije, nezavisno od toga da li su državne ili privatne, moraju se obavezati na dostavljanje traženih podataka bez nadoknade. To se pre svega odnosi na podatke koji definišu emisiju pojedinih izvora buke. Zakonom i podzakonskim aktima potrebno je predvideti i donošenje pratećih propisa koji bliže određuju realizaciju postavljenog cilja u ovoj sve aktuelnijoj oblasti.

Literatura

1. Noise - Measurement of Workplace Noise, Canadian Centre for Occupational Health and Safety, <http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys-agents/noise>.
2. Rick Neitzel, Noise Measurement, University of Washington DEOHS, 2006.
3. Biočanin R., Špijunović K., Dobričić-Čevrljaković N. U lavirintu rizičnog društva i puta ka znanju, uz praćenje trendova u zaštiti životne sredine, XXXIII Simpozijum o operacionim istraživanjima - *SYM-OP-IS 2006*. 03-06. oktobar 2006. Banja Koviljača.
4. Grujić V: Zdravstveno stanje, zdravstvene potrebe i korišćenje zdravstvene zaštite stanovništva u Republici Srbiji. Glasnik, Institut za zaštitu zdravlja Srbije, br. 76/ 2002.
5. Biočanin R., Amidžić B. Risk prediction during the transport of dangerous substances in environment protection, IV International conference " Research and development in mechanical industri-RaDMI 2004", 31.08.-04. 09. 2004. Zlatibor, SSG.
6. Zec Z., Mišljenović D. Zakon o bezbednosti i zdravlja na vradu, ZAŠTITA DM, Beograd, 2006.
7. Biočanin R., Danelišen D., Panić S. Kvantifikovanje uticaja na životnu sredinu, XXXV Savetovanje sa međunarodnim učesćem „ZAŠTITA VAZDUHA 2007“, 06-07. novembar 2007. Beograd.
8. Đukanović M. Ekološki izazov, Elit, Beograd, 1991
9. Đukanović M. Životna sredina i održivi razvoj, ELIT, Beograd, 1996
10. Đurić B., Petrović J. Zagađenje životne sredine i zdravlje čoveka, Velerta, Beograd, 1996
11. Đorđević S. Humana ekologija, Rad, Beograd, 1997.
12. Pravilnik o dozvoljenom nivou buke u životnoj sredini, "Službeni glasnik RS", broj 54/92.
13. Nikolić M. Buka i vibracije, Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb, 1987.
14. Spremo S., Udovčić B. Korelacija amplitude auditivnih evociranih potencijala moždanog stabla i praga sluha kod oštećenja kohlee, Acta Med Sal, 2008.
15. Jovanović J., Jovanović M. Poremećaji lipidnog statusa kod radnika profesionalno eksponovanih industrijskoj buci, Jugoslov Med Biohem 2004.
16. Borjanović S. i saradnici: Metod za procenu rizika na radnom mestu i u radnoj okolini, Institut za medicinu rada "Dr Dragomir Karajović", Beograd, 2008.
17. Amidžić B., Biocanin R. Ekološki menadžment u funkciji zaštite i unapređenja životne sredine, IV Međunarodna konferencija " SymOrg 2004", 06-10. 06. 2004.Zlatibor.