

# Onečišćenje prometnom bukom: izloženost, utjecaj na zdravlje i metode kontrole onečišćenja

---

Krpina, Jure

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:882226>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-10**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

ONEČIŠĆENJE PROMETNOM BUKOM: IZLOŽENOST,  
UTJECAJ NA ZDRAVLJE I METODE KONTROLE  
ONEČIŠĆENJA

TRAFFIC NOISE POLLUTION: EXPOSURE, HEALTH  
IMPACT AND POLLUTION CONTROL METHODS

SEMINARSKI RAD

Jure Krpina

Preddiplomski sveučilišni studij biologije

3. godina ak. god. 2019./2020.

Mentor: prof. dr. sc. Nenad Buzjak

Zagreb, 2020.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	3
2. DEFINICIJA I KVANTIFICIRANJE BUKE.....	4
3. UTJECAJ BUKE NA ČOVJEKOVO ZDRAVLJE.....	6
4. METODE SUZBIJANJA UTJECAJA BUKE.....	12
5. KARTA BUKE I AKCIJSKI PLAN.....	14
6. LITERATURA.....	17
7. ZAKLJUČAK.....	20
8. CONCLUSION.....	20

## 1. UVOD

Prometna buka je nusproizvod modernizacije i potrebe društva za olakšanim transportom dobara i ljudi na veće udaljenosti u kraćem vremenskom roku. Ona je sastavni dio svakidašnjice života u naseljima ili u blizini prometnica. Upravo je ta dnevno-noćna neprekidnost koja karakterizira prometnu buku u gradskim aglomeracijama skrivala ovog onečišćivača pred našim očima. Prometna buka kao logična posljedica razvijenosti cestovne i željezničke prometne mreže nije na vrhu popisa važnijih onečišćivača među ekolozima 20-og i 21-og stoljeća. Tek posljednjih dvadesetak godina bilježi se porast interesa za pisanje radova na ovu problematiku, te se empirijski dokazuje njen negativan utjecaj na zdravlje i kvalitetu života današnjeg čovjeka. Poput zagađenja zraka, buka je, isto tako, sveprisutna u urbanim sredinama. Procjenjuje se da je 50% europskog stanovništva koje živi u urbanim područjima izloženo prosječnoj prometnoj buci iznad 55 dB, razine za koje se vjeruje da može uzrokovati zdravstvene tegobe (URL1). Poremećaji ili smetnje spavanja predvode popis ovakvih pojava tegoba, a novija se istraživanja okreću ishemijskim bolestima srca (URL1). Buku je nemoguće izbjeći, ali ju je moguće izolirati upotrebom suvremenih tehnologija i korištenjem propisanih zaštitnih sredstava i zakona. U ovom seminarskom radu su kroz nekolicinu izabranih znanstvenih radova obrađeni odabrani učinci koje prekomjerna, prvenstveno prometna buka može imati na čovjeka, ali i metode obrane od ove vrste onečišćenja koje se koriste po svijetu i koje su nam danas na raspolaganju.

## 2. DEFINICIJA I KVANTIFICIRANJE BUKE

„Buka okoliša jest neželjen ili po ljudsko zdravlje i okoliš štetan zvuk u vanjskome prostoru izazvan ljudskom aktivnošću, uključujući buku koju emitiraju: prijevozna sredstva, cestovni promet, pružni promet, zračni promet, pomorski i riječni promet kao i postrojenja i zahvati za koje se prema posebnim propisima iz područja zaštite okoliša pribavlja rješenje o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša, odnosno rješenje o prihvatljivosti zahvata za okoliš“. Dakle, Zakonom o zaštiti od buke (N.N., 30/09.) sama buka je definirana kao antropogeni fenomen kojeg jednoznačno odvajamo od zvukova nastalih prirodnim procesima i aktivnostima nevezanim za čovjekovo postojanje.

Na pitanje kvantifikacije buke kao onečišćivača odgovor leži u vrijednosti koju nazivamo intenzitet zvuka. Konkretnije, logaritamskim odnosom dviju relevantnih vrijednosti intenziteta (jakosti) zvuka dolazimo do kvantificirane predodžbe utjecaja zvukovnog podražaja na čovjekov slušni aparat. Razina buke mjeri se u decibelima (dB). Čovjekovo uho može razlučiti zvučni intenzitet 0-120 dB (frekventni raspon 16 – 20 000 Hz). Decibele, dakle, definiramo kao jedinicu koja predstavlja logaritam odnosa dvaju intenziteta zvuka. Zapravo, tako definirana veličina je bel (prema Grahamu Bellu, izumitelju telefona), a prikladnija, deset puta manja jedinica zove se decibel (dB). U tablicama 1 i 2 su prikazani prepoznatljivi zvukovi iz okoliša i odgovarajuća razina buke u decibelima te najviše dopuštene imisije buke (u dB) s obzirom na namjenu promatranog prostora. Ovi su primjeri korisni za jednostavniju percepciju utjecaja buke na čovjeka u nastavku ovog rada.

Tablica 1. Razina jakosti zvuka iz prepoznatljivih izvora (izražen u dB)

40	mirno naselje
70	saobraćaj na autoputu
85	gužva u saobraćaju , bučni restoran
90	kamion , bučan razgovor
95 -110	motocikl
100	motorne sanke
110	diskoteka
110	simfonijski koncert
110	automobilska sirena
110-120	rok koncert
117	fudbalska utakmica (stadion)
130	auto trke
150	petarda
157	pucanje balona
162	kućni vatromet
163 do 170	oružje

Izvor: N.N., 145/04.

Tablica 2. Zonalna podjela prostora s obzirom na namjenu s dozvoljenim dnevno-noćnim imisijama buke

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

Izvor: N.N., 145/04.

*Dopuštena vrijednost indikatora buke* jest vrijednost  $L_{den}$  (indikator buke za dan-večer –noć) ili  $L_{night}$  (indikator noćne buke), te, gdje je primjereno, i  $L_{day}$  (indikator dnevne buke) i  $L_{evening}$  (indikator večernje buke), koje su utvrđene pravilnikom iz članka 7. stavka 8. Zakona o zaštiti od buke pri čijem prekoračenju ministarstvo nadležno za zdravstvo razmatra i po potrebi provodi mjere zaštite od buke sukladno pravilniku iz članka 7. stavka 8. (članak 2. Zakona o zaštiti od buke).

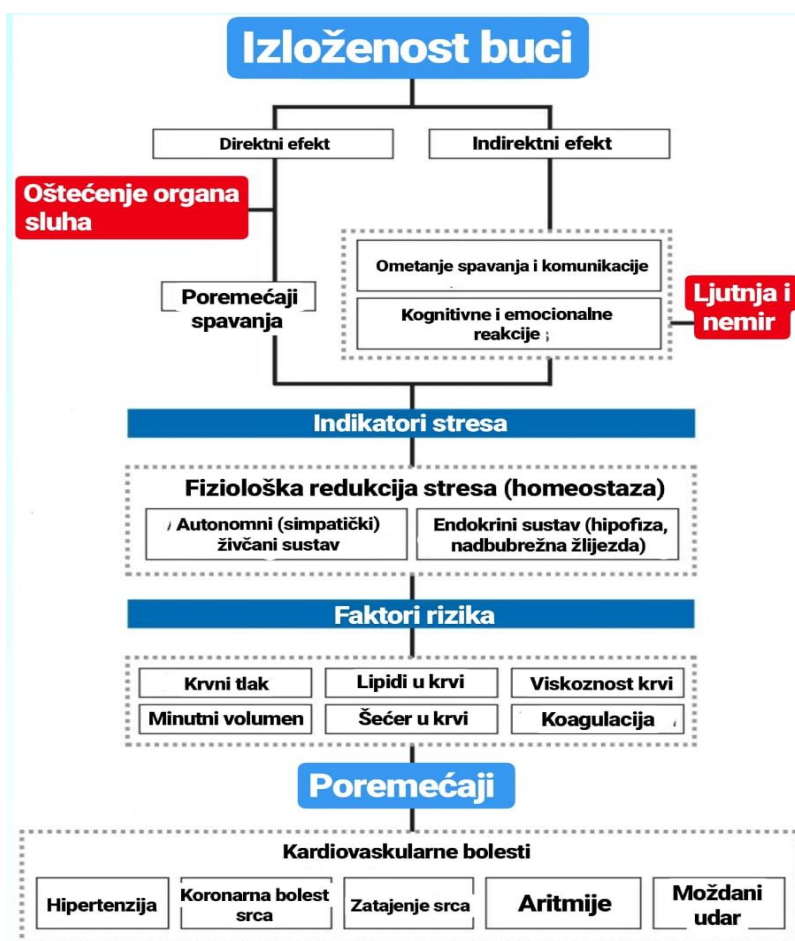
U članku 7. pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (Zakon o zaštiti od buke) piše sljedeće:

„Razina buke od novoizgrađenih građevina prometne infrastrukture koja uključuje željezničke pruge, državne ceste i županijske ceste u naseljima, a koje dodiruju, odnosno presijecaju zone iz 1., 2., 3. i 4. (tablica 2), članka 5. ovoga Pravilnika, treba projektirati i graditi na način da razina buke na granici planiranog koridora prometnice ne prelazi ekvivalentnu razinu buke od 65 dB(A) danju, odnosno 50 dB(A) noću.“

Pravilnik o najviše dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave kao cjelina unutar Zakona o zaštiti od buke instruktivan je i dobro definiran dokument kojeg svatko može razumjeti i koristiti ako smatra da su njegova prava povrijeđena. Ukoliko dođe do prekoračenja dozvoljene buke prema Zakonu o zaštiti od buke potrebno je obavijestiti nadležnu sanitarnu inspekciju koja je dužna podnijeti optužni prijedlog za prekršaje iz područja Zakona o zaštiti od buke.

### 3. UTJECAJ BUKE NA ČOVJEKOVO ZDRAVLJE

Iako prometnu buku danas ne smatramo pretećom problema moderne ekologije i srodnih disciplina, od početka ovog stoljeća pa do danas u znanstvenim krugovima bilježimo porast interesa fenomenom prometne buke. Često se istražuje zajedno sa stupnjem zagađenja zraka u gradovima i industrijskim zonama. Povećani stupanj urbanizacije i industrijalizacije dovodi do većeg onečišćenja zraka štetnim plinovima, ali i onečišćenja bukom. Ustanovljeno je da prometna buka utječe na organizam prvenstveno kroz stres i poremećaje spavanja (Babisch, 2003), što može dovesti i do ubrzavanja razvitka duševnih bolesti. Prema Babischevom modelu efekta buke, osim izravnih akustičnih učinaka buke na organizam (oštećenja slušnog aparata), ne-auditivni efekti buke prvenstveno su odgovorni za pokretanje kaskade stresa (sl. 1.). Dugoročna ili kratkoročna buka iz okoliša može uzrokovati stresne reakcije posredovane poremećajima spavanja, komunikacije i aktivnosti zajedno s povezanim kognitivnim i emocionalnim reakcijama. Isto tako, neke studije na odraslima otkrile su povezanost izloženosti cestovnom prometu i željezničkoj buci s oznakama pretilosti. Tijelo reagira na buku s reakcijom "borba ili bijeg", rezultirajući sa živčanim, hormonalnim i vaskularnim promjenama koje mogu imati dalekosežne posljedice. Usprkos brojnoj znanstveno poduprtoj literaturi o posljedicama dugoročne izloženosti prekomjernoj buci čini se da ozbiljnost potencijalne ugroze nije javno uvriježena niti sukladne mjere prevencije istih poduzete.



Slika 1. Prikaz utjecaja buke prema Babisch i sur., prilagođeno prema Münzel i sur.

Izvor: Munzel, 2014.

Drevni su Rimljani noću zabranili gradsko prometovanje kočijama na popločanim ulicama zbog posljedičnog remećenja sna i drugih smetnji kojih su time rasteretili svoje građanstvo. Stoljećima kasnije, gradovi srednjovjekovne Europe također su zabranili prometovanje kočijama i konjima noću te su pokrivali kamene ulice slamom kako bi reducirali buku i osigurali svima mirniji san (Berglund, 1995). Ovi primjeri iz povijesti apostrofiraju dva osnovna učinka buke na sve dobne skupine, a to su niska kvaliteta sna i smetnje pri radu koji zahtijeva koncentriranost.

Moderne prometnice (ceste, željeznice) i druge inovacije moderne tehnologije proizvode povećane neželjene razine buke različitih vrsta i intenziteta danju i noću čime utječu na kvalitetu spavanja, koncentraciju i druge čovjeku nužne funkcije. Važno je naglasiti prirodu utjecaja ovog onečišćivača na našu svakodnevicu koja je zastrašujuća. Buka utječe suptilno, tj. bez kontinuirane svjesnosti njene prisutnosti. Problemi s bukom prošlosti blijede po značaju u usporedbi s onima koje trpe suvremeni stanovnici gradova. Zagađenje bukom i dalje raste po svojoj učestalosti i glasnoći kao rezultat rasta broja stanovništva, urbanizacije i tehnološkog razvoja.



Da zagađenje bukom i dalje raste po mjeri, raznolikosti i magnitudi je neupitno. Samo obim njenog rasta ostaje nepoznanica (Berglund, 1995). Godine 1971. radna skupina stručnjaka WHO-a (Svjetske zdravstvene organizacije) zaključila je da je buka predstavlja prijetnju ljudskom blagostanju (Goines i Hagler, 2005). Taj zaključak vrijedi i danas, točnije, opasnost nikad nije bila evidentnija.

WHO je dokumentirao sedam kategorija štetnih utjecaja na zdravlje ljudi posredstvom zagađenja bukom (Goines i Hagler, 2005). Smjernice, propisane ovom prilikom i predviđene za borbu protiv ovog modernog onečišćivača, predstavljaju ažurni i sveobuhvatan pregled problema vezanih uz buku. Oštećenje sluha, smetnje pri verbalnoj komunikaciji, poremećaji spavanja, kardiovaskularne smetnje, poremećaji duševnog zdravlja, smanjena sposobnost izvođenja zadataka, negativno socijalno ponašanje i agitiranost sedam je štetnih kategorija koje WHO direktno korelira sa bukom neposredne životne okoline pojedinca.

Glavni uzrok gubitka sluha je djelatnosna izloženost, iako ostali izvori buke, osobito rekreacijski buka, mogu biti značajni. Studije sugeriraju da su djeca podložnija oštećenjima sluha od odraslih (Berglund, 1995). Kod mladih, gubitak sluha utječe na komunikacijsku i kognitivnu sposobnost, ponašanje, socijalno-emocionalni razvoj, akademsku uspješnost, a kasnije i mogućnost zaposlenja (Karchmer, 1999). Ovi učinci dobro su dokumentirani u mnogobrojnim istraživanjima kod djece i mladih ljudi. WHO preporučuje da nezaštićena izloženost intenzitetu zvuka veća od 100 dB (primjerice, zvuk od udarnog čekića) bude ograničena na trajanje do 4 h i učestalosti maksimalno četiri puta godišnje (Berglund, 1995). Prag za bol se obično uzima 140 dB, što je danas nerijetko postizana glasnoća na gradskim i prigradskim prometnicama. Izloženost kratkotrajnoj, trenutnoj buci (pucnjava iz vatrenog oružja ili slični izvori jake buke kratkog trajanja) nikada ne bi smjeli prelaziti 140 dB u odraslih i 120 dB u djece. Petarde, dječji pištolji i slične igračke mogu stvoriti dovoljnu razinu zvuka uzrokovati nagli i trajni gubitak sluha (Brookhouser, 1996). Intenzitet veći od 165 dB, čak i na nekoliko milisekundi, vjerojatno će uzrokovati akutna oštećenja pužnice (Berglund, 1995).

Zna se da je neprekinuti san preduvjet za dobro fiziološko i mentalno funkcioniranje kod zdravih pojedinaca (Hobson, 1989). Okolišni šum jedan je od glavnih uzroka poremećenog sna, a kada poremećaj spavanja postane kroničan rezultati su promjene raspoloženja, općenito smanjenje performansi, a dokazani su i drugi dugoročni učinci na zdravlje i dobrobit pojedinca (Suter, 1991). Mnoga istraživanja fokusirana su na buku iz aviona, vlakova i prometnica. Poznato je, na primjer, da neprekidni šum u suvišku od 30 dB ometa san. Za kontinuirano prekidanu buku vjerojatnost remećenja sna raste s brojem bučnih događaja za vrijeme spavanja (Berglund, 1995). U primarne smetnje spavanja ubrajamo nemogućnost usnivanja, česta

buđenja, prerana buđenja i promjene faza spavanja i dubine sna, posebno redukcija trajanja REM sna. Osim raznih učinaka na sam san, buka tijekom spavanja uzrokuje povišen krvni tlak, ubrzani rad srca, povećanu amplitudu pulsa, vazokonstrikciju, promjene disanja i srčane aritmije (Hobson, 1989). Sekundarni učinci (mjereni sljedećeg dana) uključuju umor, depresivno raspoloženje i smanjenu učinkovitost. Posljedično kompromitirana budnost koja dovodi do nesreća, ozljeda pa i smrti često se pripisuje nedostatku sna i poremećenom cirkadijalnom ritmu (Evans, 1993).

Sve veći broj dokaza potvrđuje kako zagađenje bukom djeluje privremeno, ali i trajno na ljude (i ostale sisavce) utječući na endokrini i autonomni živčani sustav. Pretpostavlja se da buka djeluje kao nespecifični biološki stresor koji izaziva reakciju „fight or flight“ („borba ili bijeg“) kod čovjeka (Babisch, 2005; Ising, 2004). Ovakva reakcija posljedica je aktivacije autonomnog živčanog sustava koji priprema tijelo na prijeteću opasnost. Dakle, šum može pokrenuti odgovore i endokrinog i autonomnog živčanog sustava koji direktno utječu na naš kardiovaskularni sustav čime postaje faktor rizika za kardiovaskularne bolesti (Babisch, 2005; 2003; Ising, 2004; Evans, 1993; Willich, 2006). Ovi efekti počinju se primjećivati uz dugoročno svakodnevno izlaganje na razinu buke iznad 65 dB ili s akutnim izlaganjem buci razine iznad 80 dB (Berglund, 1995; Suter, 1991). Akutno izlaganje buci aktivira živčane i hormonalne odgovore što dovodi do privremenog povećanja krvnog tlaka, otkucaja srca i vazokonstrikcije. Studije na pojedincima izloženim bukom na radnom mjestu ili okolišnom bukom pokazuju da izloženost dovoljnog intenziteta i trajanja povećava broj otkucaja srca u minuti i periferni otpor, povećava krvni tlak, povećava viskoznost i razinu lipida u krvi, uzrokuje promjene u elektrolitima i povećava razinu epinefrina, norepinefrina i kortizola (Suter, 1991). Iznenadni neočekivani šum izaziva i refleksne reakcije. Zaključujemo kako se čovjek ne može u potpunosti adaptirati na noćnu buku, a takav kronični negativni stimulans ima potencijal stvarati navedene probleme krvožilnog sustava.

Tonne i suradnici su u svojem radu iz 2016. pod naslovom „Dugotrajno zagađenje zraka i buke u prometu u odnosu na smrtnost i ponovni prijem u bolnicu među preživjelim od infarkta miokarda“ koristili bazu podataka Nacionalne revizije ishemije miokarda (MINAP) osoba koje su primljene u bolnicu s ishemijom miokarda u širem području Londona u svrhu istraživanja kako je dugotrajna izloženost zagađenju zraka i buke povezana s uzrokom smrtnosti i bolničkim ponovnim prijmom zbog ishemije miokarda. Procjene buke za godine 2003–2010. modelirane su korištenjem otvorenog modela „Traffic Noise Exposure“ (TRANEX) temeljenom na metodi izračunavanja cestovnog prometa prema Gulliver i sur., 2015. Prikupljeni su podatci za dob, spol, etničku pripadnost, poštanski broj prebivališta, anamnezu (s podatkom o povijest pušenja)

te detalji bolničkog liječenja i propisani lijekovi na otpuštanju. Uključena je i dnevna kontinuirana ekvivalentna razina zvučnog tlaka ( $L_{Aeq16}$ ) u decibelima (dB) po uzoru na najbliži centar za poštanski broj obitavanja. Bez obzira na manjkavost preciznosti procjene dnevne izloženosti buci, u sklopu ovog rada uočene su sitne nedosljednosti rezultata ovisno o prisutnosti parametra za glasnoću buke na lokacijama obitavanja pacijenata. Budući da povećani promet ne predstavlja samo problem buke, već i dovodi do veće emisije onečišćujućih tvari u zraku, potrebno je utvrditi neovisne učinke ove dvije varijable. Unatoč visokoj povezanosti tih dvaju parametara, pretpostavilo se (i dokazano je) da buka i onečišćenje zraka imaju neovisne negativne utjecaje na zdravlje (Stansfeld, 2015). Kardiovaskularne bolesti vodeći su uzrok smrti i invaliditeta u svijetu (uključujući i ishemijsku bolest srca) (URL2), te je logično da se dobar dio istraživanja negativnih efekata prometne buke koncentrira na uzročno-posljedičnu vezu upravo s tom vrstom oboljenja.

Analizom 24 studije van Kempena i Babischa, otkriveno je da je buka u prometu povezana s povišenim rizikom pojave visokog krvnog tlaka, počevši od 45 dB i po porastu 5 dB ( $L_{Aeq, 16h}$ ) uočena je korelacija s porastom krvnog tlaka (Van Kempen i Babisch, 2012). Hipertenzija se često u medicinskim krugovima naziva tihim ubojicom, stoga je važno ne zanemarivati ovu asocijativnost.

Vjeruje se da zagađenje bukom ne uzrokuje duševna oboljenja, ali pretpostavlja se da ubrzava i intenzivira razvoj latentnih mentalnih poremećaja. Buka može uzrokovati ili pridonijeti sljedećim štetnim stanjima: anksioznost, stres, nervoza, mučnina, glavobolja, emocionalna nestabilnost, seksualna nemoć, nagle promjene raspoloženja, češći društveni sukobi, neuroza, histerija i psihoza. Studije na stanovništvu sugerirale su povezanost između buke i indikatora mentalne neravnoteže, poput procjene vlastite dobrobiti, upotrebe psihoaktivnih lijekova i tableta za spavanje, stope primanja u institucije za duševne bolesti itd. Djeca, stariji te osobe podložne depresiji spadaju u ranjivu demografiju jer ne posjeduju adekvatne mehanizme suočavanja s učincima onečišćenja bukom (Berglund, 1995). Razina buke iznad 80 dB povezana je s porastom agresivnog ponašanja i reduciranjem ponašanja korisnog drugima (Matthews, 1975; Koncenci, 1975; Korte, 1980). Mediji redovito izvještavaju o nasilnom ponašanju koje proizlazi iz spora oko buke. Takvi sporovi nerijetko završavaju fizičkom konfrontacijom i ozljedama. Spomenuti efekti buke mogu pomoći objasniti svojevrsnu dehumanizaciju koja je sve očitija u modernom, zagušenom i bučnom urbanom okruženju (Babisch, 2005).

Učinci zagađenja bukom na izvršavanje kognitivnih zadataka dobro su proučeni. Buka otežava rad u školi ili na poslu, povećava frekvenciju pogrešaka i snižava razinu motivacije pojedinca (Evans, 1993; Cohen, 1980). Pažnja pri čitanju, rješavanje problema i memorija pod najjačim su utjecajem buke. Dvije vrste memorijskog deficita utvrđeno je pod eksperimentalnim uvjetima: sjećanje i sposobnost repliciranja predmetnog sadržaja te prisjećanje sporednih pojedinosti. Obje su poteškoće pod dokazanim utjecajem buke. Nedostaci u izvedbama dovode do pogrešaka i nesreća, tj. mogu imati zdravstvene i ekonomske posljedice (Berglund, 1995).

Kognitivni jezični razvoj i postignuća čitanjem raznoraznog sadržaja u kućama pod snažnim utjecajem buke su dokazano kočeni bez obzira na izloženost njihove obrazovne ustanove istom onečišćivaču (Bronzaft, 2000). Učenje, čitanje, rješavanje problema, motiviranost, društveni i emocionalni razvoj samo su neki od aspekata čovjekovog življenja pod dokazanim utjecajem buke. Suvišno je detaljnije komentirati načine na koje sprječavanje razvitka kognitivnih sposobnosti može sve utjecati na kvalitetu života u budućnosti pojedinca (djeteta).

Nalazi ove prirode sugeriraju da se učincima buke treba posvetiti veća pažnja direktnog utjecaja na mogućnost učenja i prirodu okruženja za učenje kod djece, i u školi i kod kuće. Nadalje, postoji i utemeljena zabrinutost da snažna i kontinuirana buka iz okoliša može pridonijeti osjećaju bespomoćnosti djeteta (Evans 1993; Bronzaft, 2000).

Isto tako, kognitivni je razvoj sputavan ako su kuće ili škole u blizini konstantnih i snažnih izvora buke poput autocesta i aerodroma (Evans, 1993). Dolazimo do zaključka kako bismo trebali posvetiti posebnu brigu pri odabiru lokacije obrazovnih institucija (i lokacije boravka) ili iste braniti zakonima i regulativama direktno limitirajući izvore onečišćenja u neposrednoj blizini dokazano ugroženih skupina.

Neugodnost koju osoba osjeća pod štetnim utjecajem buke zamaskirana je realnost koja krije široki raspon negativnih emocionalnih i društvenih poteškoća, a može uključivati bijes, razočaranje, nezadovoljstvo, nekarakterističnu introvertiranost, osjećaj bespomoćnosti, depresija, anksioznost, zbunjenost, uznemirenost i iscrpljenost (Berglund, 1995; Stansfeld, 2003). Društveni i bihevioralni učinci izloženosti buci su složeni, suptilni i neizravni. Ti efekti uključuju promjene u svakodnevnom ponašanju (npr. zatvaranje prozora i vrata radi uklanjanja vanjskih zvukovi; izbjegavanje korištenja balkona, terasa i dvorišta; pojačavanje glasnoće radija i televizije), promjene u socijalnom ponašanju (npr. agresivnost, neprijateljstvo, izolacija), promjene društvenih pokazatelja (npr. primanje u bolnicu, konzumacija lijekova i stopa nesreća) i promjene raspoloženja (kao što je povećan broj izvještaja o depresiji) (Berglund, 1995). S obzirom na indikaciju da neugodnost može imati relativno snažan efekt na

pojedince, buci pripisujemo potencijal za značajnu degradaciju kvalitete života, koja često korelira sa zdravstvenim problemima, ali i sa širim pojmom kao što je blagostanje.

Zagađenje bukom utječe na svakog pojedinca. No, postoje skupine koje su posebno ranjive, a uključuju novorođenčad i djecu svih uzrasta, mentalno ili tjelesno onesposobljene te stariju populaciju. Tim posebno osjetljivim skupinama potrebna je i pomno planirana, pravilno provedena i zakonom regulirana zaštita. Unatoč brojnim nepobitnim dokazima o medicinskim, socijalnim i ekonomskim učincima buke, kao društvo patimo od (kroz povijest viđene) inercije, nevoljkosti za promjenom ili poricanja očitog. Slična pasivnost dokumentirana je u recentnoj povijesti kroz odgađanja odgovarajućeg djelovanje za suzbijanje trovanja okoliša (pa posljedično i čovjeka) olovom, živom i azbestom. Djelovanje buke na čovjekovo zdravlje jedinstven je problem moderne civilizacije. Štetnost buke očituje se fizičkim i psihičkim manifestacijama koje nerijetko teško definiramo i uočavamo te je upravo zato najvažnije preventivno djelovati.

#### 4. METODE SUZBIJANJA UTJECAJA BUKE

Kako bi se zaštitili od buke, potrebno je napraviti prostorno-planske mjere, uvesti inteligentni sustav za upravljanje cestovnim prometom, ograničiti kretanje teških vozila, redovno obavljati pregled vozila javnog prijevoza, koristiti više gradski prijevoz i vozila na hibridni pogon, proširiti pješački prostor i biciklističke staze, koristiti tiše automobilske gume, graditi bukobrane uz prometnice, zvučnu izolaciju građevina, obnovu tračničkih vozila. Također, prilikom izgradnje novih prometnica treba voditi računa da one ne prolaze kroz naseljena mjesta (URL3).

Mjere zaštite od buke prometa su razne. Možemo ih podijeliti na akustične i neakustične. Akustične su represivne mjere koje se direktno bave sprječavanjem širenja zvučnih valova koje se stvaraju na prometnicama, npr. prigušivači na tračnicama, bukobrani, tehnološka unaprjeđenja vozila, izolacija fasada stambenih objekata itd. Kod projektiranja novih prometnica, smanjenje utjecaja buke na ljude i okoliš moguće je postići odabirom trase izvan naseljenih mjesta i uklapanjem u postojeći reljef. Za postojeće prometnice rješenja su uglavnom

usmjerena na izvedbu zvučnih barijera – bukobrana. Učinkovitost barijera ovisi o njihovom dizajnu i materijalu od kojeg su napravljene (Tumaviče i dr., 2017).

Neakustične, tj. preventivne, su one kojima treba težiti, a proizlaze iz odgovornog i educiranog planiranja i predviđanja problema. Zemlje, regije i gradovi moraju poduzimati niz mjera za rješavanje problema povezanih s bukom. Ugradnja asfalta niske razine buke na cestama, upotreba tiših guma na vozilima za javni prijevoz, proširenje infrastrukture za električna vozila u gradovima, promidžba aktivnih putovanja kao što su hodanje ili vožnja biciklom te pretvaranje ulica u pješачku zonu neke su od izrazito efikasnih, primjenjivih metoda prevencije. U mnogobrojnim gradovima i regijama sada postoje i tzv. „tiha područja” u kojima ljudi mogu pobjeći od gradske buke. Većinom su to zelene površine poput parkova ili prirodnih rezervata (URL4). Značajno smanjenje broja ljudi izloženih štetnim razinama buke izrazito bi se brzo postiglo kombinacijom nekih od navedenih mjera. U ekološki osviještenim pothvatima vezanim za prevenciju od buke čovjek mora koristiti sve raspoložive resurse, a oni uključuju tehnološka poboljšanja, zrele političke poglede na problematiku buke, bolje urbanističko planiranje i planiranje infrastrukture. Jednako važno je i upravljanje konstrukcijom prometnica, socioekonomske mjere te edukacija javnosti posredstvom upoznavanja sa relevantnim propisima (zakonima). Svaka zemlja članica Europske unije propisuje vlastite dopuštene vrijednosti razina buke koje imaju negativan utjecaj na okoliš. Europske smjernice o okolinskoj buci, koje su zastupane i u našim propisima, navode potrebu uspostave mreže stručnjaka za buku, izvedbe karata buke na temelju ujednačenih pokazatelja, informiranja javnosti o izloženosti buci i učincima na zdravlje. Također, potrebni su i akcijski planovi, usklađivanja propisa o izvorima buke i tehničkoj dokumentaciji uređaja te trajne financijske potpore istraživanjima buke.

Hrvatski sabor donio je Zakon o zaštiti od buke na sjednici 20. veljače 2009. godine. Zakon ima 27 članaka, a utvrđuje „mjere u cilju izbjegavanja, sprečavanja ili smanjivanja štetnih učinaka na zdravlje ljudi koje uzrokuje buka u okolišu, uključujući smetanje bukom...“.

Zakon o zaštiti od buke (N.N., 20/03.) određuje zakonske regulative buke, dok Pravilnik o najviše dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (N.N., 145/04.) određuje koja je razina buke dozvoljena ovisno o namjeni prostora (URL3). Ovim dokumentom stvorene su brojne obveze točno određenim subjektima kao što su jedinice lokalne i regionalne samouprave, tijela državne uprave te brojne pravne i fizičke osobe koje obavljaju registrirane djelatnosti od važnosti za ovu sferu onečišćenja. Utvrđuju se uvjeti za pravne osobe koje obavljaju stručne poslove zaštite od buke, a propisane su i novčane kazne za povrede odredbi Zakona. Vrlo je važno odabrati optimalnu mjeru koja odgovara lokalnim uvjetima područja u

kojemu se ona primjenjuje. U praksi se mjere za smanjenje razina buke često odabiru na temelju kriterija učinkovitosti, odnosno prema tome koliko se od njih očekuje da će smanjiti razinu buke. Ipak, prilikom odabira mjere za smanjenje razina buke trebali bismo uzeti u obzir i druge kriterije, kao što su prometna sigurnost i ekonomski kriteriji (Tumaviče i dr., 2017). Zaštita od buke provodi se danonoćno, a prema Zakonu, dan traje 12 sati (od 7 do 19 sati), večer traje 4 sata (od 19 do 23 sata), a noć traje 8 sati (od 23 do 7 sati).

## 5. KARTA BUKE I AKCIJSKI PLAN

„*Karta buke* jest prikaz postojećeg i/ili predviđenog stanja imisije buke na promatranom području, izražena harmoniziranim indikatorima buke. Najčešći podaci koje karta buke sadrži jesu prekoračenje propisanih dopuštenih vrijednosti, procijenjeni broj ljudi izloženih pojedinim razinama buke te procijenjeni broj stanova, škola, bolnica izloženih određenim vrijednostima indikatora buke u promatranom području“. Člankom 2. Zakona o zaštiti od buke definiran je ovaj koristan alat u borbi protiv zaglušujuće, oštećujuće i onemogućujuće realnosti boravka i rada u blizini izvora buke. U nastavku ovog članka Zakona definirane su i obaveze izrade istih te njihova javna dostupnost koje garantiraju informiranost javnosti i transparentnost podataka. Gradovi koji imaju više od 100.000 stanovnika obvezni su izraditi:

1. strateške karte buke,
2. akcijske planove (članak 7. Zakona o zaštiti od buke).

Obveza izrade strateških karata buke i akcijskih planova odnosi se i na vlasnike, odnosno koncesionare industrijskih područja, glavnih cesta, glavnih željezničkih pruga i glavnih zračnih luka (članak 7. Zakona o zaštiti od buke).

Strateške karte buke i akcijski planovi članka sastavni su dio informacijskog sustava zaštite okoliša Republike Hrvatske i čine stručnu podlogu za izradu prostornih planova i u postupku strateške procjene utjecaja plana i programa na okoliš (članak 7. Zakona o zaštiti od buke).

Strateške karte buke i akcijski planovi u potpunosti moraju biti dostupni javnosti sukladno posebnim propisima koji uređuju informiranje i sudjelovanje javnosti i zainteresirane javnosti u pitanjima zaštite okoliša (članak 7. Zakona o zaštiti od buke).

Obveznici izrade strateške karte buke i/ili akcijskog plana obvezni su provesti javnu raspravu i podatke iz strateške karte buke i/ili akcijskog plana predstaviti javnosti raspoloživim metodama informiranja na jasan, razumljiv i sažet način (članak 7. Zakona o zaštiti od buke).

Obavezu izrade akcijskih planova i strateških karata buke dužne su izraditi i institucije nadležne nad glavnim cestama s više od 3.000.000 prolaza vozila godišnje, glavnim željezničkim prugama s više od 30.000 prolaza vlakova godišnje i glavnim zračnim lukama s više od 50.000 operacija (uključujući uzlijetanja i slijetanja) godišnje (URL5). Strateška karta buke jest temeljna karta buke namijenjena cjelovitom ocjenjivanju izloženosti stanovništva buci od različitih izvora buke. Strateška karta buke se izrađuje u skladu sa odredbama Zakona o zaštiti od buke, Pravilnika o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova, te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (NN 75/09) odnosno Pravilnika o izmjenama i dopunama Pravilnika o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (NN 60/16). Isto tako, Direktiva 2002/49/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća od 25. lipnja 2002. godine o procjeni i upravljanju bukom okoliša, kao i Preporuka Europske agencije za okoliš i Radne skupine Opće uprave za okoliš Europske komisije o ocjeni izloženosti buke „Predstavljanje informacija o kartama buke javnosti“, iz ožujka 2008. korisne su pri izradi. Sukladno prije navedenim propisima, strateška karta buke mora se izrađivati za točno određenu kalendarsku godinu te u točno određenim vremenskim ciklusima od najviše 5 godina. One sadržavaju procjenu izloženosti bukom od glavnih izvora buke: cestovnog prometa, željezničkog prometa te industrijskih pogona i postrojenja na području od interesa. U obzir se, dakako, uzimaju i ažurirani podaci o stanovništvu.

Strateška karta buke izrađuje se pomoću računalnih metoda proračuna emisije i propagacije zvuka (buke) emitiranih od poznatih izvora buke u geografskom prostoru poznatih karakteristika (sl. 2.). Primijenjeni postupak provedbe projekta te izračuna i procjene utjecaja buke glavnih izvora identičan je za sve glavne izvore.

Korisne su i konfliktne karte buke koje predstavljaju razlikovne karte buke. Izrađuju se na temelju postojeće strateške karte buke, a iz koje je vidljiva razlika između postojećeg i/ili predviđenog stanja emisije buke i dopuštenih razina buke.

„*Akcijski planovi* su planovi izrađeni radi upravljanja bukom okoliša i njezinim štetnim učincima, uključujući mjere zaštite od buke“ (članak 2. Zakona o zaštiti od buke). Akcijski plan je izrađen za prioriteta područja na kojima je u Strateškoj karti buke utvrđeno izlaganje stanovništva povišenim razinama buke cestovnog i željezničkog prometa te industrijskih pogona i postrojenja. Svrha izrade Akcijskog plana je upravljanje bukom radi smanjivanja ukupne izloženosti stanovništva (Akcijski plan upravljanja bukom u gradu Zagrebu do 2023.).





## 6. LITERATURA

Babisch W., 2014: Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis, *Noise Health*, 16 (68), 1-9.

Babisch, W., Beule, B., Schust, M., i dr., 2005a: Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology*, 16 (1), 33-40, DOI: 10.1097/01.ede.0000147104.84424.24.

Babisch, W., 2005b: Noise and Health, *Environ Health Perspect*, 113 (1), A14-15.

Babisch W., 2003: Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. *Noise Health*, 5, 1–11.

Basner, M., Babisch, W., Davis, A., 2014: Auditory and non-auditory effects of noise on health, *Lancet*, 383 (9925), 1325-1332, DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61613-X.

Berglund, B., Lindvall, T., 1995: Community Noise. Archives of the Center for Sensory Research, Stockholm University, Stockholm, 2, 1-195.

Bluhm, G., Nordling, E., Berglund, N., 2004: Road traffic noise and annoyance: an increasing environmental health problem, *Noise Health*, 6, 43-49.

Bronzaft, A., L., 2000: Noise: Combating a ubiquitous and hazardous pollutant, *Noise Health*, 2, 1-8.

Brookhouser, P., E., 1996: Sensorineural hearing loss in children, *Pediatric Clinics of North America*, 43 (6), 1195-1216, DOI: 10.1016/s0031-3955(05)70514-9.

Cohen, S., 1980: After effects of stress on human performance and social behavior: a review of research and theory, *Psychological Bulletin*, 88, 82-108, DOI: 10.1037/0033-2909.88.1.82.

Evans, G., W., Lepore, S., J., 1993: Non-auditory effects of noise on children; a critical review, *Children's Environments*, 10:42-72.

Goines, L., Hagler, L., 2005: Noise Pollution: A Modern Plague, *Southern Medical Journal*, 100 (3), 287-94, DOI: 10.1097/SMJ.0b013e3180318be5.

Gulliver, J., Morley, D., Vienneau, D., i dr., 2015: Development of an open-source road traffic noise model for exposure assessment, *Environmental Modelling and Software*, 74, 183-193, DOI: 10.1016/j.envsoft.2014.12.022.

Hobson, J., A., 1989: *Sleep (Scientific American Library)*, W.H. Freeman & Company, New York.

Ising, H., Kruppa, B., 2004: Health effects caused by noise: evidence from the literature from the past 25 years, *Noise Health*, 6 (22), 5-13.

Karchmer, M., Allen, T., 1999: The functional assessment of deaf and hard of hearing students, *American Annals of the Deaf*, 144 (2), 68-77.

Koncenci, V., J., 1975: The mediation of aggressive behavior: Arousal level versus anger and cognitive labeling, *Journal of Personality and Social Psychology*, 32 (4),706-712.

Korte, C., Ypma, I., Tappen, A., 1980: Traffic noise, environmental awareness and pedestrian behavior, *Environment and Behavior*, 12 (3), 408-420. DOI: 10.1177%2F0013916580123006.

Mathews, K., E., Jr., Cannon, L., 1975: Environmental noise as a determinant of helpful behavior, *Journal of Personality and Social Psychology*, 32 (4),571-577, DOI: 10.1037/0022-3514.32.4.571.

Munzel, T., Gori, T., Babisch, W., Basner, M., 2014: Cardiovascular effects of environmental noise exposure, *European Heart Journal*, 35, 829-836, DOI: 10.1093/eurheartj/ehu030.

Ohrstrom, E., Bjorkman, M., 1998: Effects of noise disturbed-sleep: a laboratory study on habituation and subjective noise sensitivity, *Journal of Sound and Vibration*, 122 (2), 277-290.

Shapiro, S., A., Suter, A., H., 1991: The Dormant Noise Control Act and Options to Abate Noise Pollution, Administrative Conference of the United States, University of Kansas.

Stansfeld, S., A., Matheson, M., P., 2003: Noise pollution: non-auditory effects on Health, *British Medical Bulletin*, 68 (1), 243-257.

Stansfeld, S., A., 2015: Noise effects on health in the context of air pollution exposure, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2015, 12 (10), 735-760, DOI: 10.3390/ijerph121012735.

Suter, A., H., 1991: Noise and its Effects, Administrative Conference of the United States.

Tumaviče, A., Laurinavičius, A., Vaitkus, A. i dr., 2016: Analiza učinkovitosti mjera za smanjenje razina buke od željezničkog prometa, *Građevinar* 69 (1), 41-51, DOI: 10.14256/JCE.1877.2016.

Tonne, C., Halonen, J., I., Beevers, S., i dr., 2016: Long-term traffic air and noise pollution in relation to mortality and hospital readmission among myocardial infarction survivors, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 219 (1), 72-78, DOI: 10.1016/j.ijheh.2015.09.003.

Van Kempen E, Babisch W., 2012: The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a

meta-analysis, *Journal of Hypertension*, 30, 1075–1086.

Vienneau, D., Schindler, C., Perez, L. i dr., 2015: The relationship between transportation noise exposure and ischemic heart disease: a meta-analysis, *Environmental Research*, 138:372–380, DOI: 10.1016/j.envres.2015.02.023.

Willich, S., N., Wegscheider, K., Stallmann, M. i dr., 2006: Noise burden and the risk of myocardial infarction, *European Heart Journal*, 27 (3), 276-282, DOI: 10.1093/eurheartj/ehi658.

URL1: WHO, 2011: Burden of disease from environmental noise-Quantification of healthy life years lost in Europe, [https://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/e94888/en/](https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888/en/) (30.8.2020.).

URL2: Bayer, 2019: Kardiovaskularne bolesti vodeći su uzrok smrtnosti u Hrvatskoj i u svijetu, <https://www.bayer.hr/hr/za-medijske/vijesti/kardiovaskularne-bolesti-vodei-su-uzrok-smrtnosti-u-hrvatskoj-i-svijetu-.php> (30.8.2020.).

URL3: Kauzlarić, G.: I buka može boljeti, <http://www.zzzjzpgz.hr/nzl/68/zastita-od-buke.htm> (30.8.2020.).

URL4: Europska agencija za okoliš, 2020: Onečišćenje bukom značajan je problem za ljudsko zdravlje i okoliš, <https://www.eea.europa.eu/hr/articles/oneciscenje-bukom-znacajan-je-problem> (30.8.2020.).

URL5: Ministarstvo zdravstva, 2020: Zaštita od buke, <https://zdravlje.gov.hr/o-ministarstvu/djelokrug-1297/javnozdravstvena-zastita/zastita-od-buke-4832/4832> (29.8.2020.).

URL6: Grad Rijeka, 2017: Javni uvid karte buke i akcijskog plana upravljanja bukom, <https://www.rijeka.hr/announcement/javni-uvod-karte-buke-i-akcijskog-plana-upravljanja-bukom/> (28.9.2020.).

## 7. ZAKLJUČAK

Zagađenje prometnom bukom problem je modernog čovjeka i zahtjeva našu pozornost. Brojni negativni utjecaji ove naočigled benigne pojave upozoravaju i moraju motivirati u znanstvenom radu s ciljem zaštite našeg zdravlja. Da bi se primijenile odgovarajuće strategije za kontrolu buke, procjena buke koja nastaje u prometu ključna je za urbanističko planiranje i upravljanje. Potrebno je djelovati sukladno znanstvenoj procjeni i zakonima koji su propisani u Republici Hrvatskoj kako bismo mogli uživati plodove prometnog razvoja i urbanizacije. Dakako, u središtu svega navedenog leži ključ za borbu s ovom sferom onečišćenja, a to su suštinske promjene odnosa pojedinca s okolišem i razumijevanje važnosti uloge svakog od nas. Jedini način savladavanja aktualnih barijera je putem inspiracije edukacijom usmjerenom očuvanju blagodati i usluga našeg okoliša za buduće generacije.

## 8. CONCLUSION

Traffic noise pollution is a modern ecological problem and requires our considerable attention. Numerous negative impacts of this seemingly benign phenomenon is worrying and must motivate us in scientific preventative work to protect our health. In order to implement an appropriate noise control strategy, the estimated noise generated in traffic is crucial for urban planning and management. We have to act appropriately and within the laws prescribed in the Republic of Croatia in order to utilize the fruits of transportation and urbanization development. At the heart of everything visited through this brief research paper is the key to prevailing against mentioned form of pollution. Fundamental changes in everyone's individual relationship and understanding of environmental needs and the possibility of significant effects each human can have on it needs to be made aware. The only way to overcome the current barriers is to inspire through proper education aimed at preserving the benefits of our environment for future generations.