

**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

DIPLOMSKO DELO

**OCENA OBREMENJENOSTI PREBIVALCEV S HRUPOM  
CESTNEGA PROMETA V IZBRANIH GLAVNIH MESTIH  
DRŽAV EVROPSKE UNIJE**

ANDRAŽ SMRKOLJ

VELENJE, 2019

**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

DIPLOMSKO DELO

**OCENA OBREMENJENOSTI PREBIVALCEV S HRUPOM  
CESTNEGA PROMETA V IZBRANIH GLAVNIH MESTIH  
DRŽAV EVROPSKE UNIJE**

ANDRAŽ SMRKOLJ

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: izr. prof. dr. Nikola Holeček

VELENJE, 2019

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

### SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študent Visoke šole za varstvo okolja **Andraž Smrkolj** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

**Ocena obremenjenosti prebivalcev s hrupom cestnega prometa v izbranih glavnih mestih držav Evropske unije**

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

**Assessment of population exposure to road traffic noise in selected capital cities of European Union**

Mentor: **izr. prof. dr. Nikola Holeček**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom VŠVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat VŠVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Izr. prof. dr. Boštjan Pokorny  
dekan

Visoka šola za varstvo okolja

Trg mladosti 7 | 3320 Velenje

t: 03 898 64 10 | f: 03 89864 13 | e: info@vsvo.si

[www.vsvo.si](http://www.vsvo.si)



### IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani/a ŠTARKOČI ANDRAJ, vpisna številka 34090078, študent/ka visokošolskega strokovnega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtor/ica diplomskega dela z naslovom OČENA OBREMENTENOSTI PREBIVALCEV S HRUVOTI CESTNEGA PROMETA V IZBRANIH GLAVNIH MESTIH DEJAV EVROPSKE UNIJE,

ki sem ga izdelal/a pod:

- mentorstvom izr. prof. dr. NIKOLA HOLEČEK
- somentorstvom \_\_\_\_\_

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektoriral/a dr. ALEKSANDRA GAČIČ, univ. dipl. prof. zgod. in slov.;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela **identični**.

Datum: 22. 07. 2019

Podpis avtorja/ice: \_\_\_\_\_

## **Zahvala**

Zahvaljujem se mentorju izr. prof. dr. Nikoli Holečku za vso strokovno pomoč pri izvedbi diplomskega dela. Hkrati bi se rad zahvalil staršema, sestri Tini in partnerici Nini za vse spodbudne besede ter za potrpežljivost, ki sem je bil deležen med izdelavo diplomskega dela.

## **Izvleček**

V okolici, kjer živimo in se vsakodnevno gibljemo, nas obdajajo najrazličnejši zvoki, ki prihajajo iz različnih virov. Najsi je to cesta, letalski promet, železnica, gradbena dela ipd. O hrupu govorimo, ko zvok postane človeku moteč in nezaželen. Zaradi sodobnega načina življenja, širjenja prometne infrastrukture in urbanih središč se s posledicami okoljskega hrupa srečuje vedno več ljudi. Svetovna zdravstvena organizacija izmed vseh onesnaževalcev uvršča okoljski hrup na drugo mesto, takoj za onesnaženostjo zraka. Hrup cestnega prometa je med vsemi viri okoljskega hrupa najbolj prevladujoč. Zato je obremenjenost z njim največja v strnjenih urbanih središčih in ob bolj prometnih cestah zunaj urbanih središč. Namen diplomskega dela je ugotoviti, kakšno je stanje obremenjenosti s hrupom cestnega prometa v Sloveniji in Evropski uniji ter, kako izpostavljenost prevelikim vrednostim kazalcev hrupa (podnevi ali ponoči) negativno vpliva na zdravje in počutje ljudi. Težave in bolezni, ki se lahko razvijejo kot posledica obremenjenosti z okoljskim hrupom, so srčno-žilne bolezni, motnje spanca, motnje sluha, razdražljivost, kognitivne motnje pri otrocih ter socialne in vedenjske motnje. S pomočjo opravljene analize podatkov je bilo ugotovljeno, da je trend obremenjenosti z nočnim hrupom cestnega prometa v EU15 zelo podoben trendu obremenjenosti z dnevnim hrupom. V splošnem pa se stanje obremenjenosti s hrupom cestnega prometa z leti, kljub prizadevanjem evropskih institucij, ni izboljšalo. Čeprav se je delež obremenjenih leta 2012 nekoliko zmanjšal (napram 2007), je bil leta 2017 zaznan rahel porast deleža obremenjenih.

**Ključne besede:** okoljski hrup, hrup cestnega prometa, motnje spanja in druge bolezni.

## **Abstract**

In our everyday environment, we are surrounded by various sounds from different sound sources, whether that be roads, air transport, railways, construction works, etc. Noise is defined as a sound that is disturbing and unpleasant. More and more people face the consequences of environmental noise due to a modern lifestyle as well as the expansion of infrastructure and urban centres. The World Health Organisation ranks environmental noise as the second biggest polluter, right behind air pollution. Road traffic noise is predominant among all sources of environmental noise. It affects clustered urban centres and areas around busier roads outside of urban centres the most. The aim of the paper is to determine to what degree Slovenia and the European Union are affected by road traffic noise and how excessive exposure to noise indicators (during the day and at night) negatively affects people's health and well-being. Disorders and diseases that can be a result of the excessive exposure to environmental noise are cardiovascular disease, sleep disorders, hearing impairment, irritability and cognitive disorders in children as well as social and behavioural disorders. We conducted a data analysis and determined that the trend of exposure to road traffic at night in the EU15 is very similar to the trend of exposure to road traffic during the day. In general, the situation regarding road traffic noise has not improved despite the efforts made by the European institutions. Even though the proportion of the affected decreased a little in 2012 (compared to 2007), it slightly increased in 2017.

**Keywords:** environmental noise, road traffic noise, sleep disorders and other disorders.

## KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
1.1 Opredelitev raziskovalnega problema .....	1
1.2 Namen in cilji diplomskega dela .....	1
1.3 Metode dela in hipoteze diplomskega dela.....	2
2 ZVOK IN HRUP .....	2
2.1 Frekvenca zvočnega valovanja .....	3
2.2 Zvočni tlak.....	3
2.3 Moč zvoka.....	4
2.4 Časovna porazdelitev hrupa .....	5
2.5 Raven hrupa .....	5
2.6 Krivulja frekvenčnega vrednotenja .....	6
3 ANATOMSKA ZGRADBA IN DELOVANJE SLUŠNEGA ORGANA.....	7
4 OKOLJSKI HRUP .....	8
5 ZAKONODAJA NA RAVNI EVROPSKE UNIJE IN V SLOVENIJI .....	10
5.1 Direktiva END .....	10
5.1.1 Izvajanje direktive v EU in Sloveniji.....	11
5.2 Zakon o varstvu okolja .....	12
5.3 Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju.....	13
5.4 Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju.....	13
6 VPLIV IN NEGATIVNI UČINKI OKOLJSKEGA HRUPA NA ZDRAVJE LJUDI.....	15
6.1 Motnje spanja .....	17
6.2 Bolezni srca in ožilja .....	19
6.3 Kognitivne motnje pri otrocih .....	19
6.4 Socialne in vedenjske motnje.....	19
6.5 Tinitus .....	20
7 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV .....	20
8 MATERIAL IN METODE DELA .....	21
9 REZULTATI IN RAZPRAVA S SKLEPI.....	22
9.1 Obremenjenost prebivalcev (EU 15) z dnevnim hrupom cestnega prometa v letu 2017 .....	22
9.2 Obremenjenost prebivalcev (EU15) z nočnim hrupom cestnega prometa v letu 2017 .....	23
9.3 Primerjava obremenjenosti prebivalcev z dnevnim hrupom cestnega prometa povprečnih (EU15 in SLO – LJ) .....	26
9.4 Primerjava obremenjenosti prebivalcev z nočnim hrupom cestnega prometa povprečnih (EU15 in SLO – LJ) .....	27



9.5 Primerjava obremenjenosti prebivalcev EU15 z dnevnim hrupom cestnega prometa (2007–2017) .....	29
9.6 Primerjava obremenjenosti prebivalcev EU15 z nočnim hrupom cestnega prometa....	30
9.7 Preverjanje hipotez in sinteza .....	32
10 POVZETEK .....	34
11 SUMMARY .....	34
12 SEZNAM LITERATURE .....	35

## KAZALO SLIK

Slika 1: Frekvenčno območje spektra slišnega zvoka .....	3
Slika 2: Primerjava ravni zvočnega tlaka in zvočnega tlaka .....	4
Slika 3: Primerjava ravni moči zvoka in moči zvoka .....	5
Slika 4: Krivulji vrednotenja A in C .....	6
Slika 5: Zgradba človeškega ušesa .....	7
Slika 6: Spekter zvočne moči dizelskega in bencinskega motorja.....	10
Slika 7: Vpliv hrupa na ljudi.....	16
Slika 8: Resnost vplivov okoljskega hrupa na zdravje ljudi in število prizadetih ljudi .....	17

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Primeri različnih ravni zvoka/hrupa .....	6
Preglednica 2: Raven zvočnega tlaka v dB(A) različnih virov hrupa cestnega prometa .....	9
Preglednica 3: Delež poročanja držav članic EU o kartiranju hrupa in načrtovanju ukrepov ..	12
Preglednica 4: Mejne vrednosti kazalcev hrupa za celotno obremenitev okolja s hrupom $L_{NO\check{C}}$ in $L_{DVN}$ za posamezna območja varstva pred hrupom.....	15
Preglednica 5: Mejne vrednosti kazalcev hrupa za celotno obremenitev posameznega območja varstva pred hrupom $L_{NO\check{C}}$ in $L_{DVN}$ za posamezna območja varstva pred hrupom (linijski viri hrupa).....	15
Preglednica 6: Učinki različnih ravni nočnega hrupa na zdravje ljudi .....	18
Preglednica 7: Odstotek prebivalcev (EU15), obremenjenih z dnevnim hrupom cestnega prometa, v letu 2017.....	22
Preglednica 8: Odstotek prebivalcev (EU15), obremenjenih z nočnim hrupom cestnega prometa, v letu 2017.....	24
Preglednica 9: Primerjava obremenjenosti prebivalcev z dnevnim hrupom cestnega prometa (EU15 in SLO – LJ) za leto 2017 .....	27
Preglednica 10: Primerjava obremenjenosti prebivalcev z nočnim hrupom cestnega prometa (EU15 in SLO – LJ) za leto 2017 .....	28
Preglednica 11: Odstotek prebivalcev glavnih mest (EU15), obremenjenih z dnevnim hrupom cestnega prometa ( $L_{DVN} \geq 55$ dB(A)), v obdobju 2007–2017 .....	29
Preglednica 12: Odstotek prebivalcev glavnih mest (EU15), obremenjenih z nočnim hrupom cestnega prometa ( $L_{NO\check{C}} \geq 50$ dB(A)), v obdobju 2007–2017.....	30

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Izpostavljenost urbanega prebivalstva (EU 28) (ne)stacionarnim virom okoljskega hrupa .....	9
Graf 2: Delež prebivalcev (EU15), obremenjenih z dnevnim hrupom cestnega prometa, v letu 2017 .....	23

Graf 3: Delež prebivalcev (EU15), obremenjenih z nočnim hrupom cestnega prometa, v letu 2017 .....	25
Graf 4: Primerjava obremenjenosti prebivalcev z dnevnim hrupom cestnega prometa (EU15 in SLO – LJ) za leto 2017 .....	26
Graf 5: Primerjava obremenjenosti prebivalcev z nočnim hrupom cestnega prometa (EU15 in SLO – LJ) za leto 2017 .....	27
Graf 6: Odstotek prebivalcev glavnih mest (EU15), obremenjenih z dnevnim hrupom cestnega prometa ( $L_{DVN} \geq 55$ dB(A)) v obdobju 2007–2017 .....	30
Graf 7: Odstotek prebivalcev glavnih mest (EU15), obremenjen z nočnim hrupom cestnega prometa ( $L_{NOČ} \geq 50$ dB(A)), v obdobju 2007–2017 .....	31

## PREGLED UPORABLJENIH OKRAJŠAV

WHO	Svetovna zdravstvena organizacija ( <i>angl. World Health Organization</i> )
EEA	Evropska agencija za okolje ( <i>angl. European Environment Agency</i> )
Direktiva END	Direktiva 2002/49/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 25. junija 2002 o ocenjevanju in upravljanju okoljskega hrupa
dB	Decibel je logaritemsko merilo za zvočni tlak, zvočne intenzivnosti in zvočne moči
dB(A)	Decibel, merjen z A-uteženo krivuljo, opisuje občutljivost človeškega ušesa pri nižjih jakostih zvoka (med 20 dB in 90 dB)
delci PM <sub>10</sub> in PM <sub>2,5</sub>	Trdni delci, prisotni v zraku, premera 10 in 2,5 $\mu$ m
ms <sup>-1</sup>	Meter na sekundo, enota za hitrost
Hz	Hertz ali s <sup>-1</sup> , enota za merjenje frekvence. 1 Hz je enako en dogodek na sekundo
Pa	Paskal, fizikalna enota za merjenje tlaka
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level – Največji odmerek, pri katerem ni opaženega škodljivega učinka
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level – Najnižji odmerek, pri katerem so opaženi škodljivi učinki
W	Vat, enota za moč zvoka
W/m <sup>2</sup>	Vat na kvadratni meter, enota za intenziteto zvoka, poda moč zvoka na enoto ploskve
$L_{DVN}$	Kazalec hrupa dan-večer-noč predstavlja celovito motnjo
$L_{NOČ}$	Kazalec nočnega hrupa in kazalnik motnje spanca
$L_{NOČ, ZUNAJ}$	Kazalec nočnega hrupa, katerega vrednosti hrupa so merjene na zunanji steni fasade
EU15	Države Evropske unije (glavna mesta): Nemčija, Velika Britanija, Švedska, Nizozemska, Poljska, Portugalska, Avstrija, Finska, Litva, Irska, Danska, Estonija, Češka, Latvija in Slovenija
EU28	Države Evropske unije: Avstrija, Belgija, Bolgarija, Ciper, Češka, Danska, Estonija, Finska, Francija, Grčija, Hrvaška, Irska, Italija, Latvija,

Smrkolj, A.: Ocena obremenjenosti prebivalcev s hrupom cestnega prometa v izbranih glavnih mestih držav Evropske unije, VŠVO, Velenje, 2019

Litva, Luksemburg, Madžarska, Malta, Nemčija, Nizozemska, Poljska, Portugalska, Romunija, Slovaška, Slovenija, Španija, Švedska, Združeno kraljestvo

DARS

Družba za avtoceste v Republiki Slovenije

## 1 UVOD

### 1.1 Opredelitev raziskovalnega problema

Vsak nezaželeni, moteči ali celo škodljiv zunanji zvok uvrščamo med hrupe v okolju. Ključni povzročitelj zunanjega hrupa je človek, ki je z vsesplošnim civilizacijskem napredkom, tako industrijskim kot tudi infrastrukturnim razvojem, skozi leta soustvarjal nove vire zunanjega hrupa. Z izrazom komunalni ali okoljski hrup opisujemo vse vire hrupa na prostem (Uršič idr. 2016, str. 85). Med slednje uvrščamo predvsem hrup prometne infrastrukture (ceste, železnice), letalskega prometa, industrijskih naprav, gradbeništva ipd. Čeprav hrup povzročajo vse vrste prometa, je hrup cestnega prometa, predvsem v urbanem okolju, najbolj prevladujoč in zato tudi najbolj moteč. Izpostavljenost ljudi hrupu cestnega prometa z leti narašča. To dokazuje tudi podatek, da se je število osebnih avtomobilov v Evropski uniji v zadnjih petih letih povečalo za 4,5 %, in sicer z 241 na 252 milijonov (medmrežje 4). Evropska agencija za okolje (EEA) ocenjuje, da je zaradi hrupa cestnega prometa v Evropi obremenjenih 125 milijonov prebivalcev (medmrežje 11), kar predstavlja četrtno prebivalstva.

Obremenjenost z okoljskim hrupom postaja vse večja javnozdravstvena težava tako v Evropi kot tudi po svetu. Kako perečo težavo predstavlja okoljski hrup, je prepoznala tudi Svetovna zdravstvena organizacija (WHO). Onesnaženost z okoljskim hrupom, kot človekovemu zdravju škodljivemu, je namreč uvrstila na drugo mesto, takoj za onesnaženostjo zraka z delci PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub> (medmrežje 1).

Škodljive učinke hrupa ljudje največkrat povezujemo z izpostavljenostjo višjim ravnem hrupa na delovnem mestu, ki povzroči okvaro slušnega organa. Manj pa je zavedanja, da nižje ravni hrupa na človeka delujejo kot stresor in povzročajo številne škodljive učinke na organizem. Nižjim ravnem hrupa smo izpostavljeni predvsem v bivalnem in zunanjem oziroma naravnem okolju, kjer se zadržujemo največ časa. Najbolj občutimo nočni hrup, ki ima tudi največ škodljivih posledic na človeški organizem ter dokazano povzroča motnje spanja in druge vrste bolezni.

Žal okoljski hrup prepogosto dojemamo kot nujno zlo, ki ga moramo sprejeti predvsem na račun boljšega življenjskega standarda. Kljub temu pa bi se morali zavedati, da hrup ni zgolj nekaj, na kar se človek navadi in prilagodi (Uršič idr. 2016), ampak ima dolgoročno resne posledice na zdravje in počutje ljudi.

### 1.2 Namen in cilji diplomskega dela

Osrednjo temo diplomskega dela predstavlja okoljski hrup, katerega vir je cestni promet. Teoretični del tako zajema opis osnovnih pojmov (zvok in hrup) ter oris problematike hrupa v okolju kot povzročitelja resnih zdravstvenih in vedenjskih težav. V diplomskem delu sta predstavljena tudi pravni okvir in zakonodajna ureditev področja okoljskega hrupa. Za ta namen so v nadaljevanju predstavljene smernice direktive (2002/49/ES) Evropske unije o ocenjevanju in upravljanju okoljskega hrupa ter slovenska zakonodaja na področju hrupa v okolju. Podrobneje je predstavljena tudi Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju, saj določa mejne vrednosti kazalcev hrupa v okolju, ki so odvisne od obdobja dneva, večera ali noči ter tudi od stopnje območja varstva pred hrupom, in vsebino ocene obremenjenosti okolja s hrupom. Namen diplomskega dela je oceniti stanje obremenjenosti s hrupom cestnega prometa v izbranih glavnih mestih držav Evropske unije (EU15) in nato ugotovljeno stanje primerjati s stanjem v Ljubljani. Na podlagi zbranih podatkov meritev kazalcev hrupa bo predstavljen tudi trend spreminjanja obremenjenosti s hrupom cestnega prometa skozi desetletje (2007–2017).

### 1.3 Metode dela in hipoteze diplomskega dela

Empirični del diplomskega dela zajema natančen pregled domače in tuje literature s področja hrupa v okolju in učinkov hrupa na zdravje ljudi. Skladno z direktivo Evropske unije je periodika poročanj o izpostavljenosti hrupu v okolju predvidena vsakih pet let. Podatki so bili tako predloženi v letih 2007, 2012 in 2017. Na podlagi izdelanih poročil Evropske agencije za okolje in sekundarne analize podatkov bom izračunal delež izpostavljenih prebivalcev glavnih mest v Evropski uniji (EU15). Posebej bo izdelan izračun deleža tistih, ki so izpostavljeni dnevni hrupu in tistih, ki so izpostavljeni nočnemu hrupu cestnega prometa. Podatki za Ljubljano bodo nato primerjani s povprečnimi vrednostmi kazalcev hrupa izbranih glavnih mest članic Evropske unije (EU15). Razlika v deležu izpostavljenih hrupu cestnega prometa bo pokazala, ali so prebivalci Ljubljane bolj ali pa morda manj obremenjeni s hrupom cestnega prometa od povprečja EU15. V želji po uporabi čim bolj aktualnih podatkov (najbolj aktualni so za leto 2017) sem za Ljubljano za leto 2017 uporabil podatke meritev iz leta 2012. Kljub zavedanju, da bi lahko bili podatki meritev za Ljubljano za leto 2017 bolj ali manj ugodni, menim, da je uporaba podatkov iz leta 2012 smiselna, predvsem z vidika izvedbe kompleksnejše primerjalne analize.

**Hipoteza 1: *Prebivalci Ljubljane so v povprečju bolj izpostavljeni okoljskemu hrupu cestnega prometa kot prebivalci drugih glavnih mest Evropske unije.***

**Hipoteza 2: *Stanje obremenjenosti prebivalstva z okoljskim hrupom cestnega prometa se v glavnih mestih Evropske unije z leti izboljšuje.***

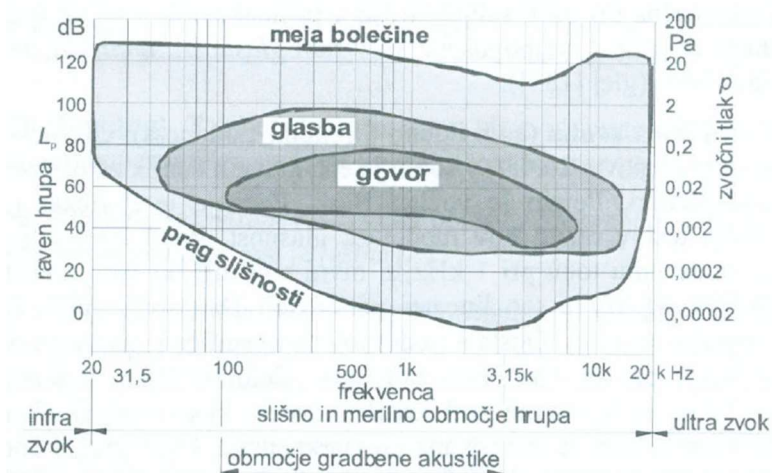
## 2 ZVOK IN HRUP

Zvok je osnovno komunikacijsko sredstvo in človeku največkrat koristna informacija. Z njim se sporazumevamo, izražamo občutke in spremljamo dogajanje v svoji okolici. Vsak zvok, ki v naravnem ali življenjskem okolju povzroča nemir, moti človeka in škodljivo vpliva na okolje, imenujemo hrup (Gspan 1997). Hrup, kot nezaželena oblika zvoka, postaja vse večja civilizacijska težava, ki ogroža dobro počutje ljudi in njihovo zdravje (Holeček 2017). Ljudje se na hrup odzivamo različno. Na to vpliva vrsta dejavnikov, med drugim: trenutno razpoloženje, utrujenost, zdravstveno stanje, starost, spol, socialni in ekonomski položaj (Bilban 2005). Zato je pri hrupu pomemben subjektiven odnos posameznika do hrupa, saj je toleranca pri ljudeh različna (Gspan 1997). Lahko je neprijeten, moteč, tako da ovira našo dejavnost ali v najhujšem primeru predstavlja nevarnost za zdravje (Holeček 2017). Škodljivi učinki hrupa na človeka so odvisni od ravni hrupa, vrste hrupa (trajen, spremenljiv, impulzen), frekvence hrupa, oddaljenosti od vira hrupa in značilnosti okolja, v katerem se hrup širi, in od značilnosti vsakega posameznika (Tratnik 2009).

Zvok ali zvočno valovanje je mehanska energija in nastane, ko vir zvoka povzroči gibanje molekul elastičnega medija, v katerem se delci širijo v obliki longitudinalnega valovanja. Zvočno valovanje se lahko širi v medijih, ki imajo maso in elastičnost. Taki mediji so lahko plini, tekočine in toga telesa (Bilban 2005). Zvok, ki se širi v tekočinah, imenujemo aerodinamični ali hidrodinamični zvok. Zvok, ki se širi v togih telesih, pa imenujemo strukturalni zvok (Holeček 2017). Hitrost širjenja zvoka v mediju je odvisna od snovi, v kateri se širi, in od temperature. V zraku je hitrost zvoka približno  $340 \text{ ms}^{-1}$ , v tekočinah in togih snoveh pa je hitrost širjenja večja in je odvisna od vrste snovi. Hitrost širjenja zvoka v vodi je približno  $1500 \text{ ms}^{-1}$  in v jeklu  $5000 \text{ ms}^{-1}$  (Bilban 2005; Čudina 2014). Pri obravnavanju hrupa je pomembno poznati naslednje lastnosti zvoka: frekvenco zvočnega valovanja, zvočni tlak, moč zvoka, časovno porazdelitev in raven hrupa.

## 2.1 Frekvenca zvočnega valovanja

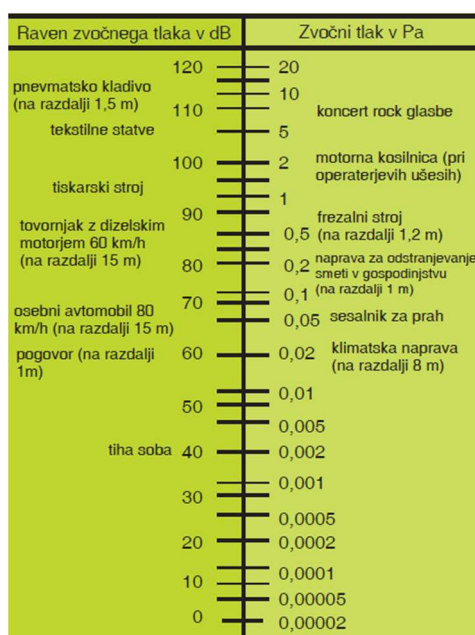
Zvok ustvarja telo, ki vibrira oziroma niha. Le-to omogoči nastanek zvočnega valovanja, ki potuje po zraku in povzroči spremembe v zračnem tlaku. Frekvenca zvočnega valovanja nam pove število sprememb zračnega tlaka oziroma število zvočnih valov na sekundo. Zaznavamo jo kot višino tona. Zvok z visoko višino tona ima visoko frekvenco, zvok z nizko višino tona pa ima nizko frekvenco (Tratnik 2009). Človeško uho lahko zazna zelo različne tone, zvene ali šume, vendar samo v določenem obsegu frekvenc in višine zvočnega tlaka. Mlad in zdrav človek sliši v frekvenčnem območju med 20 in 20.000 Hz, s starostjo pa se pri ljudeh slišno polje zožuje. Najboljše pa uho zaznava zvok v frekvenčnem območju med 1.000 in 4.000 Hz. Kot ponazarja Slika 1, se pod 1.000 Hz slišnost ušesa zelo hitro znižuje, in je npr. pri 20 Hz slabša za skoraj 70 dB od vrednosti, izmerjenih z mikrofonom (Čudina 2014).



Slika 1: Frekvenčno območje spektra slišnega zvoka (Vir: Čudina, 2014, str. 5)

## 2.2 Zvočni tlak

Zvočni tlak izražamo v paskalih (Pa) in je tisto, kar naša ušesa in možgani zaznavajo in interpretirajo kot zvok (Holeček 2015, str. 13). Zvočni tlak nam pove spremembo zračnega tlaka, ki ga povzroča vir zvoka in je ključni dejavnik pri zaznavanju glasnosti zvoka. Zvok je glasnejši, če so spremembe zračnega tlaka večje. Končni vpliv na človekovo zdravje je odvisen od okolice, v kateri se vir hrupa nahaja (odboj od sten), in od oddaljenosti od vira hrupa (usmerjenost vira) (Tratnik 2009). Ker se človeško uho na sprejem zvočnega tlaka odziva logaritemsko (Holeček 2015, str. 13), se za merjenje ravni zvočnega tlaka pogosteje uporablja enota decibel (dB) (Tratnik 2009). Slišnost človeškega ušesa je omejena tudi po jakosti in lahko slišimo le zvok z zvočnim tlakom od  $2 \times 10^{-5}$  Pa (prag slišnosti) do 20 Pa (meja bolečine) ali izraženo z ravnjo zvočnega tlaka od 0 do 120 dB, kot prikazujeta slika 1 in slika 2. Omenjene vrednosti veljajo le pri 1.000 Hz, medtem ko so pri drugih frekvencah drugačne. To velja zato, ker slišnost človeškega ušesa ni enakomerna pri vseh frekvencah. Zato se meja slišnosti in meja bolečine spreminjata s frekvenco (Bilban 2005).

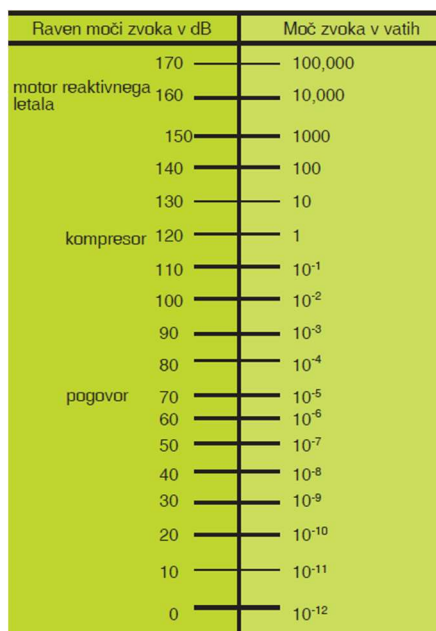


Slika 2: Primerjava ravni zvočnega tlaka in zvočnega tlaka (Vir: Tratnik, 2009, str. 14)

Raven zvočnega tlaka je manjša, tem večja je razdalja od vira hrupa. Na tveganje zaradi izpostavljenosti hrupu pomembno vpliva oddaljenost od virov hrupa. Večja oddaljenost od vira hrupa predstavlja manjše tveganje za zdravje (Tratnik 2009).

## 2.3 Moč zvoka

Moč zvoka je energija zvoka, ki se širi od vira zvoka na neko sredstvo (Tratnik 2009). Poda nam značilnost nekega zvočnega vira in je, v primerjavi z zvočnim tlakom, neodvisna od oddaljenosti, usmerjenosti in lokacije zvočnega vira. Moč zvoka je akustična moč, ki jo oddaja zvočni vir v vatih ( $W$ ). Raven moči zvoka se izraža v logaritemski skali, za katero se uporablja enota dB, ki jo pretvorimo iz enote vat (Holeček 2015). Pomembna je tudi zvočna intenzivnost, ki jo izražamo v  $W/m^2$ . Le-ta nam poda gostoto energijskega toka in predstavlja zvočno energijo, ki gre skozi površine v enoti časa (Holeček 2017, str. 16).



Slika 3: Primerjava ravni moči zvoka in moči zvoka (Vir: Tratnik, 2009, str. 16)

S slike 3 je jasno razvidno, da že majhna razlika v decibelih pomeni veliko razliko v moči zvoka. Moč zvoka pri 100 dB je 10-krat večja od moči zvoka pri 90 dB in 100-krat večja od moči zvoka pri 80 dB. Pri enaki ravni moči zvoka se z razdaljo manjša raven zvočnega tlaka.

## 2.4 Časovna porazdelitev hrupa

Glede na čas, ko smo izpostavljeni hrupu, delimo hrup na stalni ali neprekinjen, občasni ali spremenljiv in impulzni. Stalni hrup se v opazovanem časovnem obdobju ne spreminja, povzročajo ga predvsem stroji, ki delujejo neprekinjeno in enakomerno, na primer ventilatorji, črpalke ipd. Spremenljivi hrup se pojavlja v časovnih presledkih in je največkrat posledica kombinacije različnih virov, ki delujejo ciklično. Njihova skupna lastnost sta hitro zmanjšanje in povečanje ravni hrupa. Glavni viri spremenljivega hrupa so cestni, železniški in letalski promet (Brüel idr. 2009). Največje posledice, zlasti na poškodbe slušnega organa, pa lahko prinese impulzni hrup. Impulzni hrup traja kratek čas (manj kot sekundo), pri čemer je njegov začetek nenaden in zelo glasen. Impulzni hrup se pojavlja kot posledica eksplozij in udarcev kot na primer udarna stiskalnica, uporaba strelnega orožja, različni gradbeni stroji (Tratnik 2009). Impulzni hrup pogosteje povezujemo s hrupom na delovnih mestih. Hrup v strnjenih urbanih središčih je največkrat kombinacija stalnega in spremenljivega vira hrupa ter je odvisen od lokacije sprejemnika in vira hrupa.

## 2.5 Raven hrupa

Jakost zvoka, za obravnavanje in merjenje hrupa, običajno izražamo kot raven zvoka oziroma hrupa. Dobimo jo s preračunavanjem fizikalnih veličin, kot so zvočni tlak, moč zvoka in intenziteta zvoka (Tratnik 2009).

V praksi je faktor sprememb zvočnega tlaka čez 10<sup>10</sup>, zvočne intenzivnosti čez 10<sup>20</sup>, zvočne moči do 10<sup>10</sup> in frekvenc do 10<sup>6</sup>, kar ponazarjata tudi slika 2 in slika 3. Za ohranitev nespremenjenega odstotka merilne negotovosti in preglednejšega zapisa zvočnih veličin z velikimi števili je bilo vpeljana logaritemsko merilo za zvočni tlak, zvočno intenzivnost in zvočno



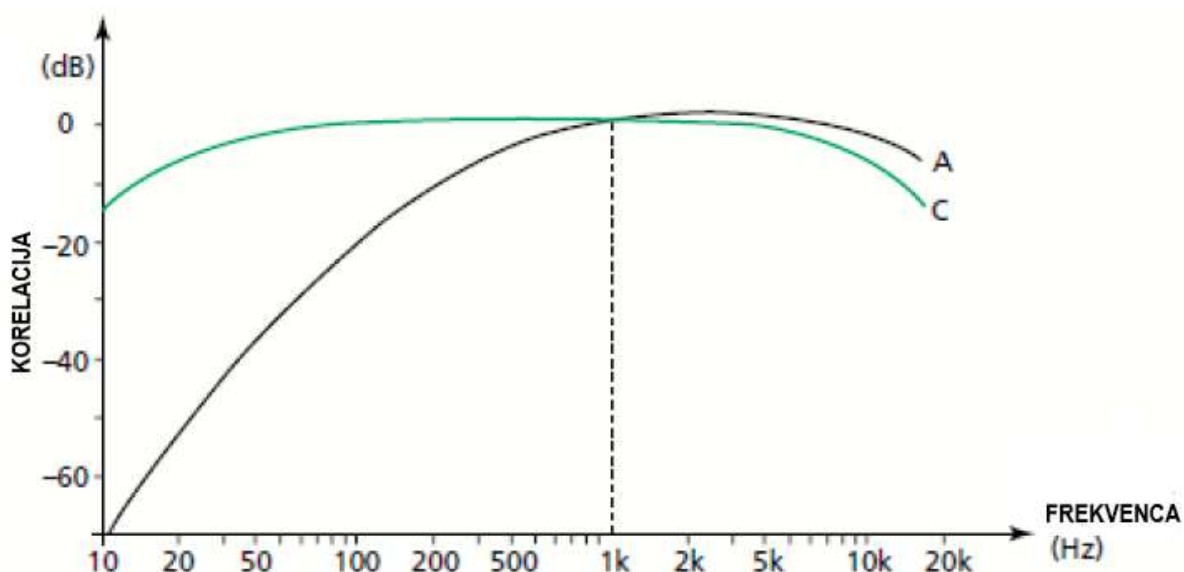
moč. Takšno skalo so poimenovali raven in nadomešča logaritem. Raven podaja logaritemsko razmerje katere koli akustične veličine z njeno referenčno vrednostjo. Ker logaritem nima dimenzije, so ravnem dodelili enoto Bel, desetinki vrednosti pa decibel (dB) (Čudina 2014).

Preglednica 1: Primeri različnih ravni zvoka/hrupa (Vir: Medmrežje 5)

Zvok / Hrup	Raven hrupa (dB)
Prag slišnosti	0
Tiho šumenje listja	10
Tiktakanje ure na razdalji 1 metra	20
Tiha ulica	40
Pogovor	50–60
Gost promet v mestu	≤ 80
Vlak na postaji podzemne železnice	90
Tovarniška hala	100
Meja bolečine	120
Bližina letalskega motorja	≤ 130

## 2.6 Krivulja frekvenčnega vrednotenja

Kot je bilo že opisano v poglavju o zvočnem tlaku, je zaznavanje jakosti zvoka močno odvisno od frekvenca zvoka. Za pravilno vrednotenje zvoka je ključnega pomena, da merilni instrument zvok zaznava z enako ali vsaj čim bolj podobno občutljivostjo kot človeško uho. V ta namen so bile uvedene t. i. utežne krivulje, ki posnemajo odzivne značilnosti človeškega ušesa v odvisnosti od frekvenca in jakosti (Brüel idr. 2009). V praksi se največkrat srečujemo s frekvenčnim filtrom tipa »A«, ki uravnava energije nizkih in visokih frekvenc na raven človeškega ušesa oziroma človeške slušne krivulje (Bilban 2005). Izmerjene decibele s filtrom tipa A označujemo kot dB(A) ter jih običajno navajajo predpisi in uredbe s področja varstva pred hrupom. Človeško uho je frekvenčno manj odvisno za visoke ravni zvoka, zato se v območju nad 100 dB uporablja C-utežna krivulja (Brüel idr. 2009). Uporablja se predvsem pri meritvah hrupa v delovnem okolju, in sicer za ocenjevanje ravni impulznega hrupa (Bilban 2005).

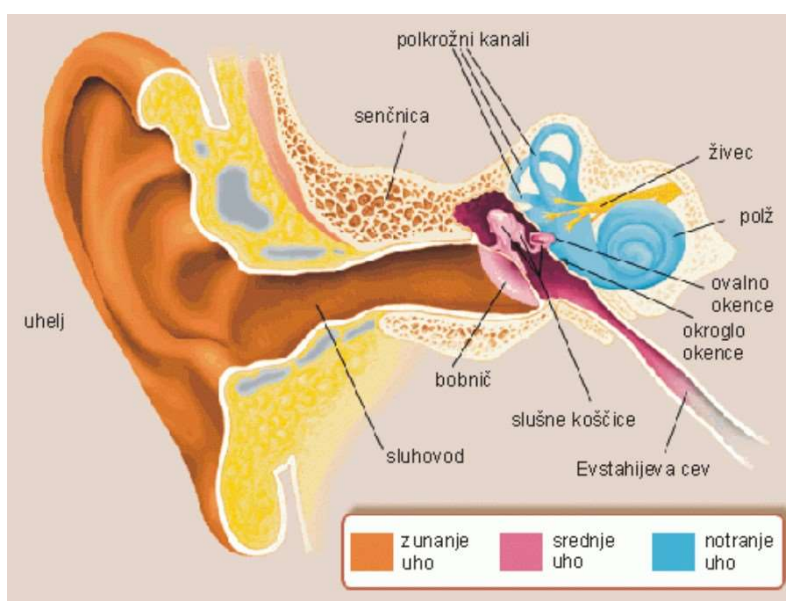


Slika 4: Krivulji vrednotenja A in C (Vir: Brüel idr., 2009, str. 13)

Slika 4 prikazuje krivulji vrednotenja A in C. Krivulja A vrednoteno raven zvoka ustrezno oslabi pri nizkih in visokih frekvencah. V območju največje zaznavnosti zvoka, med 1.000 in 4.000 Hz, pa ojača. Pri 1.000 Hz ni zaznane korelacije pri krivuljah A in C (Bilban 2005).

### 3 ANATOMSKA ZGRADBA IN DELOVANJE SLUŠNEGA ORGANA

Človek zaznava svet okoli sebe prek čutil. Človek zvok oziroma hrup dojema s pomočjo ušesa, ki je svojevrsten receptor in sprejema energijo v obliki longitudinalnega valovanja zraka ter jo pretvarja v bioenergetski impulz, ki po posebnih progah teče do možganov (Bilban 2005). Kot je ponazorjeno na sliki 5, lahko človeško uho funkcionalno in anatomsko razdelimo na zunanje, srednje in notranje uho. Zunanje uho sestavljata uhelj in zunanji sluhovod. Srednje uho pa sestavljajo bobnič, bobnična votlina, tri slušne koščice (kladivce, nakovalce in stremence) in ušesna troblja (t. j. Evstahijeva cev). Notranje uho pa sestavljata polž in slušni živec (Čudina 2014, str. 134).



Slika 5: Zgradba človeškega ušesa (Vir: Medmrežje 6)

Uhelj omogoča zaznavanje lokalizacije zvoka. To je kožno-hrustančast izrastek v obliki lijaka, ki vodi zvok v zunanji sluhovod do tanke opne, imenovane bobnič. Na prejeti zvočni val bobnič zaniha in nihanje prenese na slušne koščice, od koder se ti tresljaji prenesejo do ušesnega polža. V ušesnem polžu se tresljaji pretvorijo v živčne impulze, ki potujejo naprej po slušnem živcu do možganov (Bilban 2005). Na sliki 5 je prikazana tudi ušesna troblja ali Evstahijeva cev, ki povezuje votlino srednjega ušesa z nosno votlino. Njeni funkciji sta izenačevanje zračnega tlaka z obeh strani membrane bobniča in dejavno prezračevanje zračne votline srednjega ušesa. Prehodnost Evstahijeve cevi je zelo pomembna za pravilno delovanje srednjega ušesa (Čudina 2014).

S funkcionalnega vidika je uho razdeljeno na zunanje, srednje in notranje uho. Zunanje uho služi za zbiranje in vodenje zvoka do membrane bobniča. Srednje uho omogoča prenašanje in ojačanje zvoka na poti od zunanjega ušesa prek bobniča do notranjega ušesa. Notranje uho pa je sprejemnik in prenosnik mehanske energije zvočnega valovanja v ustrezne živčne impulze, ki potujejo naprej proti možganom. V notranjem ušesu je tudi aparat za ravnotežje (Čudina 2014).

## 4 OKOLJSKI HRUP

V preteklosti so škodljive učinke hrupa na zdravje ljudi povezovali predvsem z izpostavljenostjo hrupu na delovnih mestih. V zadnjih desetletjih pa je vse več zavedanja, da je okoljski hrup enako ali celo bolj škodljiv kot hrup na delovnem mestu, kar potrjujejo tudi številne študije in raziskave na to temo (medmrežje 1).

Okoljski hrup je posledica razvoja civilizacije in industrije, zato je njegova prisotnost v okolju pogostejša v razvitih državah (Čudina 2014). Zaradi sodobnega načina življenja, širjenja urbanih središč in prometne infrastrukture se s posledicami okoljskega hrupa srečuje vedno več ljudi.

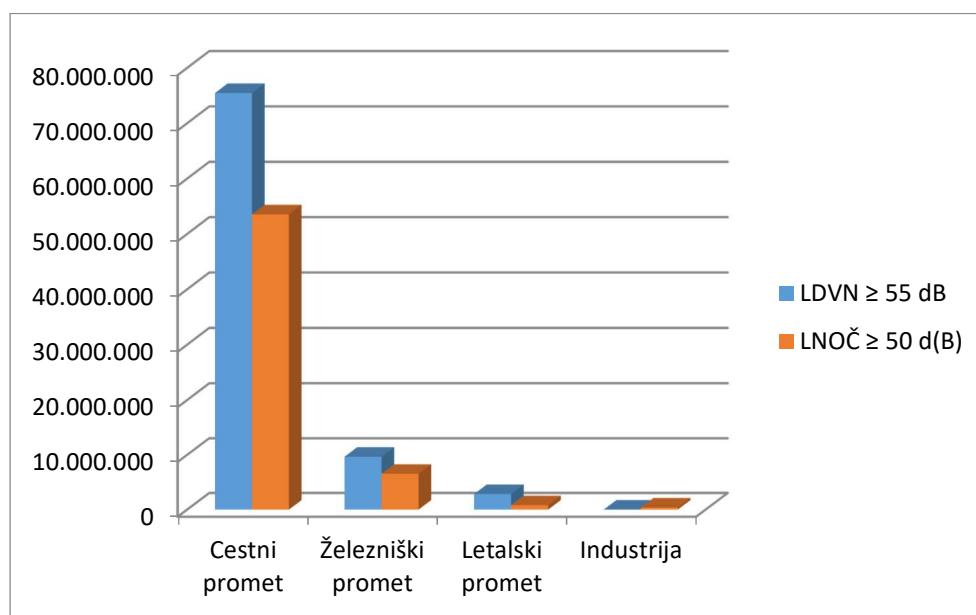
Ljudje, ki živijo v bližini avtocest, hitrih cest, letališč, železnic, ob cestnih vpadnicah ali v bližini večjih tovarn in v središčih večjih mest, so najbolj izpostavljeni okoljskemu hrupu (Čudina 2014).

Okoljski hrup je definiran kot nezaželen ali škodljiv zunanji zvok, ki ga povzročajo človeške dejavnosti, vključno s hrupom, ki ga oddajajo prevozna sredstva, cestni, železniški in zračni promet, ter hrup z območij z industrijsko dejavnostjo. Pod okoljski hrup pa ne spadajo hrup, ki ga povzroča človek sam v bivalnih prostorih, hrup na delovnem mestu, hrup, ki ga proizvajajo sosedje ali hrup, ki nastane znotraj prevoznih sredstev itd. (Uradni list evropskih skupnosti, št. 2002/49/ES).

Svetovna zdravstvena organizacija (medmrežje 1) opozarja, da okoljski hrup predstavlja enega izmed najresnejših vzrokov za nastanek bolezni v Evropi. Najbolj škodljiv je hrup, ki je v okolju prisoten stalno, tako podnevi kot ponoči. Najpogosteje uporabljena kazalnika vrednosti hrupa, ki predstavljata najboljšo povezavo med učinkom okoljskega hrupa in njegovimi škodljivimi posledicami na človekovo zdravje, sta:

- $L_{DVN}$  je kazalec hrupa dan-večer-noč in predstavlja celovito motnjo ter
- $L_{NOČ}$  je kazalec nočnega hrupa in je kazalnik motnje spanca.

Viri okoljskega hrupa, v naseljih in izven njih, se delijo na stacionarne in nestacionarne. Nestacionarne vire predstavljajo vsa prevozna sredstva (cestni, železniški in letalski promet), medtem ko med stacionarne vire okoljskega hrupa uvrščamo naprave industrijskih obratov (npr. kompresorske postaje, hladilne naprave, motorje ventilacijskih naprav), gradbena dela, šolska dvorišča in igrišča, stadione itd. (Bilban 2005).



Graf 1: Izpostavljenost urbanega prebivalstva (EU 28) (ne)stacionarnim virom okoljskega hrupa (Vir: Medmrežje 7)

Sodeč po grafu 1 je hrup cestnega prometa med vsemi viri okoljskega hrupa najbolj prevladujoč. Sledijo železniški in letalski promet ter industrija. Hrup cestnega prometa je najbolj prevladujoč ravno zaradi njegovega obsega, saj sega tudi izven meja urbanih središč. Razlogi za to so predvsem veliko število vozil, gostota cestne infrastrukture in velika zvočna moč omenjenega vira. S pomočjo študij je bilo dokazano, da je hrupu cestnega prometa, ki presega raven hrupa,  $L_{DVN} \geq 55$  dB(A), izpostavljenih več kot 125 milijonov prebivalcev Evropske unije, več kot 37 milijonov pa je izpostavljenih hrupu, ki presega raven  $L_{DVN} \geq 65$  dB(A). Zaradi hrupa cestnega prometa, ki ponoči presega raven hrupa  $L_{NOČ} \geq 50$  dB(A), pa je v Evropi izpostavljenih več kot 76 milijonov ljudi (medmrežje 11).

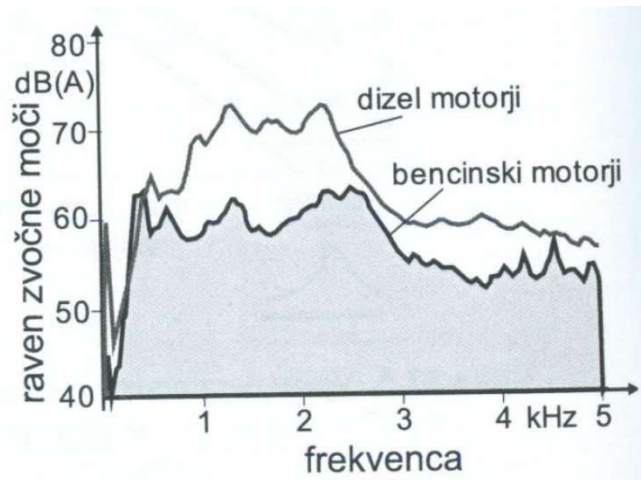
V preglednici 2 je prikazana raven zvočnega tlaka različnih virov hrupa cestnega prometa. Iz nje je razvidno, da na razdalji 15 m od vira hrupa največjo raven zvočnega tlaka predstavljajo težki tovornjaki nad 4.500 kg in motocikli na lokalnih cestah.

Preglednica 2: Raven zvočnega tlaka v dB(A) različnih virov hrupa cestnega prometa (Vir: Čudina, 2014, str. 124)

Viri hrupa	Raven zvočnega tlaka v dB(A) na razdalji 15 m
<b>Srednji in težki tovornjaki nad 4500 kg</b>	88 (83 do 95)
<b>Športni avtomobili</b>	75
<b>Osebni avtomobili</b>	69
<b>Tovornjaki (lažji in dostavni)</b>	72
<b>Motocikli (na avtocesti)</b>	82
<b>Avtobusi (mestni in šolski)</b>	73
<b>Medmestni avtobusi</b>	82
<b>Motocikli (na lokalni cesti)</b>	85

Osebni avtomobili so številčno najbolj prisotni v prometu, njihova raven zvočnega tlaka pa znaša okrog 70 dB(A). Vendar se spekter zvočne moči za dizelski in bencinski motor razlikuje. Kot ponazarja slika 6, je zvočna moč bencinskih motorjev, v primerjavi z enakovrednimi

dizelskimi motorji, manjša tudi do 15 dB(A). Glavnina njihove zvočne moči pa je v frekvenčnem območju od 500 do 3.000 Hz (Čudina 2014).



Slika 6: Spekter zvočne moči dizelskega in bencinskega motorja (Vir: Čudina, 2014, str. 96)

## 5 ZAKONODAJA NA RAVNI EVROPSKE UNIJE IN V SLOVENIJI

Glavni instrument Evropske unije za določitev obremenjenosti okolja s hrupom, tako na ravni držav članic kot tudi na ravni skupnosti, predstavlja Direktiva o ocenjevanju in upravljanju okoljskega hrupa (Uradni list evropskih skupnosti, št. 2002/49/ES, v nadaljevanju: Direktiva END).

Zakonski predpisi, ki v Sloveniji urejajo hrup o okolju in obravnavajo obremenjevanje okolja s hrupom, so Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06; zadnja sprememba 84/18 – ZIURKOE) ter dva podzakonska akta, in sicer Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 121/04) in Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 43/2018).

### 5.1 Direktiva END

Direktiva END določa skupni pristop ocenjevanja izpostavljenosti prebivalcev hrupu na območju Evropske unije, z namenom, da se države članice v celoti izognejo, preprečijo in zmanjšajo škodljive učinke okoljskega hrupa. V ta namen je treba postopoma izvajati naslednje ukrepe, in sicer:

- določiti izpostavljenost okoljskemu hrupu s kartiranjem hrupa po metodah ocenjevanja, ki so skupne državam članicam;
- zagotoviti, da so informacije o okoljskem hrupu in njegovem vplivu dostopne javnosti;
- države članice naj sprejmejo akcijske načrte, ki bodo temeljili na rezultatih kartiranja hrupa, z namenom, da se prepreči in zmanjša okoljski hrup, kjer je to potrebno in zlasti, kadar stopnje izpostavljenosti lahko povzročajo škodljive vplive za zdravje ljudi, in da se ohrani kakovost okoljskega hrupa, kjer je ta dobra (Uradni list evropskih skupnosti, št. 2002/49/ES).

Direktiva END nalaga državam članicam, da vsakih petih let (l. 2007, l. 2012, l. 2017 itd.) izdelajo strateške karte hrupa, ki prikazujejo obremenjenost prebivalcev z okoljskim hrupom v strnjenih naseljih ter ob bolj prometnih cestah, železnicah in letališčih. Na podlagi strateških kart hrupa se v naslednjem koledarskem letu (l. 2008, l. 2013, l. 2018 itd.) izdelata akcijski načrt oziroma operativni program varstva pred hrupom.

Strateške karte hrupa, ki so bile izdelane v letu 2007, so zajemale ceste s prometom več kot 6 milijonov vozil letno, železniške proge z več kot 60.000 prevozov vlakov letno, letališča z več kot 50.000 premiki (seštevek vzletov in pristankov letal) letno in strnjena urbana naselja z več kot 250.000 prebivalci. Strateške karte hrupa, ki so bile izdelane v letih 2012 in 2017, pa so zajemale ceste s prometom več kot 3 milijonov vozil letno, železniške proge z več kot 30.000 prevozov vlakov letno, letališča z več kot 50.000 premiki (seštevek vzletov in pristankov letal) letno ter strnjena urbana naselja z več kot 100.000 prebivalci.

Za strateške karte hrupa iz leta 2007 se uporablja izraz strateško kartiranje 1. faze. Kvalitativni preskok v številu obravnavanih cest in strnjenih naselij v strateških kartah hrupa iz leta 2012 in naprej pa imenujemo strateško kartiranje 2. faze. Takšna metoda se bo uporabljala tudi v prihodnje (medmrežje 12).

### **5.1.1 Izvajanje direktive v EU in Sloveniji**

Evropska komisija je leta 2017 izdelala Poročilo o izvajanju direktive o okoljskem hrupu, v katerem je bilo ugotovljeno, da izvajanje Direktive v državah članicah sicer napreduje, vendar se bistveno razlikuje glede na raven prizadevanj, ki jo izberejo države članice, in sredstva, ki so namenjena za izvajanje (medmrežje 13).

Iz poročila izhaja, da:

- je bil prenos določb direktive v nacionalno zakonodajo zaključen v vseh 28 državah članicah;
- so vse nacionalne zakonodaje držav članic skoraj univerzalno skladne z direktivo;
- so bile mejne vrednosti za posamezne vire, čeprav jih direktiva sama eksplicitno ne opredeljuje, določene v 21 državah članicah (Slovenija sodi zraven), vendar pa Evropska komisija zaznava le malo dokazov o njihovem učinkovitem izvrševanju;
- so države članice za pripravo strateških kart hrupa uporabile kazalce, predpisane v tej direktivi. Le v posebnih primerih pa so bili uporabljeni drugi, nacionalni kazalci hrupa;
- je vzroke za zamude pri pripravi akcijskih načrtov držav članic mogoče pripisati zamudam pri kartiranju hrupa (akcijski načrti morajo namreč temeljiti na strateških kartah hrupa) ter kratkega obdobja med rokom za pripravo kart hrupa in rokom za pripravo akcijskih načrtov (tj. eno leto) (medmrežje 13).

Preglednica 3: Delež poročanja držav članic EU o kartiranju hrupa in načrtovanju ukrepov (Vir: Medmrežje 13)

Subjekt	V strnjenih naseljih				Zunaj strnjenih naselij		
	Hrup cestnega prometa	Hrup železniškega prometa	Hrup zrakoplovov	Industrijski hrup	Glavne ceste	Glavne železniške proge	Glavna letališča
Karte hrupa so pripravljene <sup>10</sup>	78 %	75 %	52 %	69 %	79 % <sup>11</sup>	73 % <sup>12</sup>	75 %
Akcijski načrti so pripravljeni <sup>13</sup>	49 %				47 % (povprečje)	41 % (povprečje)	43 %

Iz preglednice 3 je razvidno, da več kot 20 % zahtevanih kart hrupa cestnega prometa držav članic EU še ni bilo pripravljenih in predloženih (tj. do junija 2015). Realizacija je veliko slabša pri oblikovanju akcijskih načrtov držav članic, kjer je bilo pripravljenih le 49 % akcijskih načrtov (tj. do novembra 2015). Med države članice, ki niso v roku predložile potrebnih akcijskih načrtov, se uvršča tudi Slovenija. Slovenija je oktobra 2017 od Evropske komisije prejela opomin, ker ni upoštevala ene izmed ključnih določb Direktive END in pripravila Akcijskega načrta za dve strnjena naselja (Ljubljana in Maribor) ter za večino glavnih cest in glavnih železnic (medmrežje 8). Prav tako je Evropska komisija Sloveniji očitala, da ni popravila zastarelega akcijskega načrta za glavne ceste in glavne železnice izven strnjene naselja Ljubljana. V izogib nadaljnjim opominom in opozorilom, ki bi jih Slovenija lahko prejela od Evropske komisije, je Vlada RS dne 1. 3. 2018 sprejela Operativni program varstva pred hrupom (akcijski načrt), s čimer naj bi Slovenija izpolnila svoje obveznosti.

## 5.2 Zakon o varstvu okolja

Zakon o varstvu okolja zagotavlja pravno podlago na področju okoljskega hrupa. Zakon ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, javne službe varstva okolja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja (Uradni list RS, št. 39/06; zadnja sprememba 84/18 – ZIURKOE, 1. člen).

Namen zakona je spodbujanje in usmerjanje takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti (Uradni list RS, št. 39/06; zadnja sprememba 84/18 – ZIURKOE, 2. člen).

### 5.3 Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju

Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju povzema in prenaša v slovenski pravni red Direktivo END.

Uredba v 1. členu določa ukrepe za zmanjšanje obremenjenosti okolja s hrupom, zlasti v povezavi s/z:

- metodami ocenjevanja hrupa v okolju;
- določanjem izpostavljenosti hrupu s kartiranjem obremenjenosti poseljenih območij s hrupom;
- zagotavljanjem dostopa informacij o hrupu v okolju in njegovih učinkih javnosti;
- pripravo operativnega programa varstva pred hrupom z namenom preprečevanja in zmanjševanja hrupa v okolju, ki temelji na rezultatih kartiranja obremenjenosti območij s hrupom in
- pripravo programa ukrepov na območjih poselitve, ki so zaradi obremenjenosti s hrupom razvrščena v razred največje obremenjenosti in zaradi izpostavljenosti hrupu določena kot degradirano okolje (Uradni list RS, št. 121/04).

Uredba v 3. in 4. členu določa, da se za pripravo in revidiranje strateških kart hrupa uporabljajo enotni kazalci hrupa  $L_{DVN}$  in  $L_{NOČ}$  (Uradni list RS, št. 121/04).

### 5.4 Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju

Z dnem uveljavitve te uredbe (Uradni list RS, št. 43/2018, v nadaljevanju: Uredba) je prenehala veljati predhodna Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 105/05, 34/08, 109/09 in 62/10). Nova Uredba je ob uvedbi naletela na kritičen odziv tako strokovne kot tudi splošne javnosti. Očita se, da nova Uredba področja o okoljskem hrupu ne izboljšuje, temveč z ukinitvijo kritičnih vrednosti kazalcev znižuje standarde varstva zdravja ljudi in okolja.

Celo Komisija za preprečevanje korupcije je ugotovila, da predlogi sprememb Uredbe niso zadostili zahtevam transparentnosti postopka priprave predpisa (medmrežje 14). Med drugim v svojem mnenju, izdanem dne 26. 3. 2018, navaja:

*»Izjemno problematično je, da nekateri državni organi, ki bi morali skrbeti za uravnoteženje javnega interesa, nekritično posvajajo parcialne gospodarske interese na račun javnega interesa, s tem da v zakonodajnem postopku (npr. v medresorskem usklajevanju ali celo pri pripravi predloga predpisa) nekritično zastopajo neposredna stališča gospodarskih subjektov ali gospodarskih združenj, četudi ta niso v prevladujočem javnem interesu. Iz priprave normativnega okvira namreč ne izhaja, da bi se država oz. pristojni organi zavzemali za aktivno upravljanje s hrupom in jasno vnaprej določili politiko upravljanja s hrupom, ki bi bila izrazito v javnem interesu« (medmrežje 14).*

Nova uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju zaradi varstva okolja pred hrupom določa:

- stopnje varstva pred hrupom,
- mejne vrednosti kazalcev hrupa v okolju,
- ukrepe varstva pred hrupom,
- ocenjevanje kazalcev hrupa,
- podrobnejšo vsebino vloge za pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja,
- podrobnejšo vsebino okoljevarstvenega dovoljenja,
- vsebino strokovne ocene skladnosti obratovanja virov hrupa in
- vsebino ocene obremenjenosti okolja s hrupom (Uradni list RS, št. št. 43/18).



Določbe te uredbe se uporabljajo za hrup v okolju, ki ga povzročajo stalne ali občasne emisije hrupa enega ali več virov obremenjevanja okolja s hrupom. Določbe te uredbe pa se ne uporabljajo za emisije hrupa strojev v skladu s predpisom, ki ureja emisije hrupa strojev, ki se uporabljajo na prostem, in za hrup v okolju, ki:

- ga povzroča izpostavljeni človek sam,
- nastaja zaradi del v gospodinjstvih,
- ga povzročajo prebivalci v sosednjih stanovanjih oziroma stanovanjskih stavbah,
- ga povzročajo domače živali,
- nastane na delovnem mestu,
- nastane znotraj prevoznih sredstev,
- ga povzročajo ladje,
- nastane zaradi vojaških, obrambnih ali zaščitnih dejavnosti na območjih za potrebe obrambe ter območjih za potrebe varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, določenih v skladu s predpisi, ki urejajo prostor,
- nastane zaradi izvajanja nalog v zvezi z obrambo države ali izvajanja zaščite, reševanja in pomoči ob naravnih in drugih nesrečah ter
- nastane pri izvajanju medicinske, policijske in druge pomoči (Uradni list RS, št. št. 43/18).

Zaradi varstva pred hrupom v okolju so posamezna območja podrobnejše namenske rabe razvrščena v štiri stopnje varstva:

a) I. stopnja varstva pred hrupom (v nadaljnjem besedilu: I. območje varstva pred hrupom) obsega mirno območje na prostem, razen:

- območja prometne infrastrukture, v širini 1.000 metrov od sredine ceste ali železniške proge, in
- območja mineralnih surovin;

b) II. stopnja varstva pred hrupom (v nadaljnjem besedilu: II. območje varstva pred hrupom) obsega naslednja območja podrobnejše namenske rabe prostora:

- območje stanovanj: stanovanjske površine, stanovanjske površine za posebne namene ali površine počitniških hiš,
- območje centralnih dejavnosti: površine za zdravstvo v neposredni okolici bolnišnic, zdravilišč in okrevališč, in
- posebno območje: površine za turizem;

c) III. stopnja varstva pred hrupom (v nadaljnjem besedilu: III. območje varstva pred hrupom) obsega naslednja območja podrobnejše namenske rabe prostora:

- območje stanovanj: stanovanjske površine, stanovanjske površine za posebne namene, površine podeželskega naselja ali počitniških hiš,
- območje centralnih dejavnosti: osrednja območja centralnih dejavnosti ali druga območja centralnih dejavnosti,
- posebno območje: površine športnih centrov ali površine za turizem,
- območje zelenih površin: površine za oddih, rekreacijo in šport, parki, površine za vrtičkarstvo, druge urejene zelene površine ali pokopališča,
- površine razpršene poselitve in
- razpršeno gradnjo;

d) IV. stopnja varstva pred hrupom (v nadaljnjem besedilu: IV. območje varstva pred hrupom) obsega naslednja območja podrobnejše namenske rabe prostora:

- območje proizvodnih dejavnosti: površine za industrijo, gospodarske cone ali površine z objekti za industrijsko proizvodnjo,
- območje prometne infrastrukture,
- območje energetske infrastrukture,

- območje komunikacijske infrastrukture,
- območje okoljske infrastrukture,
- območje vodne infrastrukture,
- območje mineralnih surovin: vse površine,
- območje kmetijskih zemljišč: vse površine, razen površin na mirnem območju na prostem in
- območje gozdnih zemljišč: vse površine, razen površin na mirnem območju na prostem (Uradni list RS, št. št. 43/18).

Preglednica 4: Mejne vrednosti kazalcev hrupa za celotno obremenitev okolja s hrupom  $L_{NO\check{C}}$  in  $L_{DVN}$  za posamezna območja varstva pred hrupom (Vir: Uradni list RS, št. št. 43/18)

Območje varstva pred hrupom	$L_{NO\check{C}}$ (dB(A))	$L_{DVN}$ (dB(A))
IV. območje	65	75
III. območje	50	60
II. območje	45	55
I. območje	40	50

V spodnji preglednici (preglednica 5) so prikazane mejne vrednosti obremenitev posameznega območja varstva pred hrupom  $L_{NO\check{C}}$  in  $L_{DVN}$  za posamezna območja varstva pred hrupom, ki ga povzročata obratovanje enega ali več linijskih virov<sup>1</sup> hrupa ali linijskega vira hrupa in večjega letališča ali linijskega vira hrupa in pristanišča. Te iste mejne vrednosti so pred uveljavitvijo nove Uredbe veljale kot kritične vrednosti kazalcev hrupa  $L_{NO\check{C}}$  in  $L_{DVN}$  za posamezna območja varstva pred hrupom.

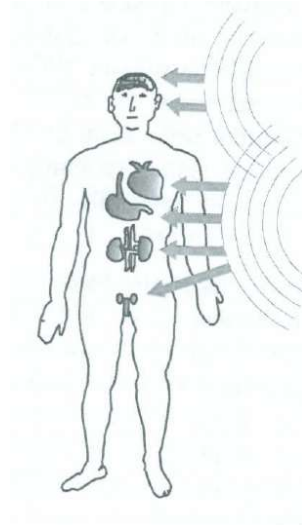
Preglednica 5: Mejne vrednosti kazalcev hrupa za celotno obremenitev posameznega območja varstva pred hrupom  $L_{NO\check{C}}$  in  $L_{DVN}$  za posamezna območja varstva pred hrupom (linijski viri hrupa) (Vir: Uradni list RS, št. št. 43/18)

Območje varstva pred hrupom	$L_{NO\check{C}}$ (dB(A))	$L_{DVN}$ (dB(A))
IV. območje	80	80
III. območje	59	69
II. območje	53	63
I. območje	47	57

## 6 VPLIV IN NEGATIVNI UČINKI OKOLJSKEGA HRUPA NA ZDRAVJE LJUDI

Po ugotovitvah Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) dolgotrajna izpostavljenost okoljskemu hrupu negativno vpliva na človekovo zdravje in počutje. Škodljivi učinki se kažejo v povečanem tveganju za bolezni srca in ožilja (kardiovaskularne bolezni), vedenjske in kognitivne motnje pri otrocih, v motnjah spanja, povečani vznemirjenosti, zmanjšani uspešnosti pri delu in učenju, negativnem vplivu na mentalno zdravje itd. (medmrežje 9).

<sup>1</sup> Linijski vir hrupa je cesta ali železniška proga, vključno z vsemi objekti pripadajoče infrastrukture, ki je potrebna za njihovo obratovanje (Uradni list RS, št. št. 43/18).

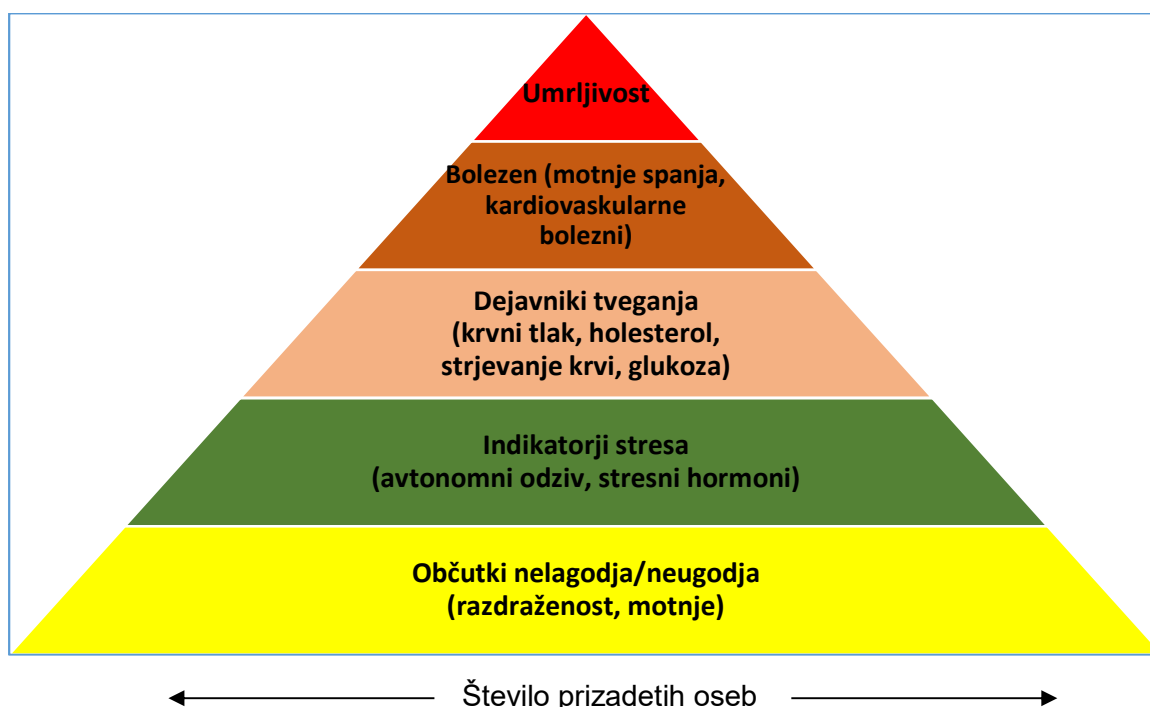


Slika 7: Vpliv hrupa na ljudi (Čudina, 2014, str. 4)

Zdravstvene posledice zaradi izpostavljenosti hrupu so v največji meri odvisne od ravni zvočnega tlaka. Obremenitve s hrupom, poleg neposrednih učinkov na slušni sistem (pri obremenitvah nad 90 dB(A)), povzročajo tudi tako imenovane ekstraavralne učinke, ki so posebej značilni za okoljski hrup. Ti nastanejo že pri nižjih jakostih zvočnega tlaka (pri obremenitvah nad 40 dB(A)) in povzročajo spremembe v številnih organskih sistemih in pri fizioloških procesih. Ekstraavralne učinke lahko opredelimo kot vse s hrupom povzročene učinke na zdravje in dobro počutje, razen učinkov na slušni organ in učinkov, ki so posledica maskiranja slušne informacije (npr. težave pri komuniciranju) (Mrak in Bilban 2014).

Mrak in Bilban (2014, str. 329–330) opredelita tri kategorije ekstraavralnih učinkov hrupa na ljudi:

- **Primarni** nastopijo med obdobjem izpostavljenosti hrupu. Mednje sodijo motnje v komuniciranju, zbranosti in sproščanju ter motnje spanja.
- **Sekundarni** so posledica združenega učinka vseh primarnih učinkov in se odražajo v obliki nezadovoljstva, slabšega počutja in nižje storilnosti.
- **Terciarni** pa predstavljajo dolgoročen vpliv na zdravje in vodijo predvsem v razvoj srčno-žilnih obolenj, hipertenzije ipd.



Slika 8: Resnost vplivov okoljskega hrupa na zdravje ljudi in število prizadetih ljudi (Vir: Medmrežje 11)

Resnost vplivov okoljskega hrupa na zdravje ljudi, v primerjavi s številom prizadetih ljudi, je shematsko prikazana na sliki 8. Okoljski hrup pri ljudeh največkrat povzroči občutek nelagodja in neugodja. Izpostavljenost povečani ravni hrupa vodi do izločanja stresnih hormonov, kar lahko privede do razvoja različnih dejavnikov tveganja (npr. povišan krvni tlak). Za sorazmerno majhen del populacije se lahko kasnejše spremembe razvijejo v klinične simptome, kot so nespečnost ter bolezni srca in ožilja, ki lahko vodijo tudi do prezgodnje smrti (medmrežje 11).

Svetovna zdravstvena organizacija v svojem poročilu ugotavlja, da se vsako leto v zahodni Evropi izgubi vsaj milijon let življenja zaradi zdravstvenih posledic, ki jih povzroča obremenjenost s hrupom cestnega prometa (medmrežje 1). Dolgotrajna izpostavljenost čezmernemu hrupu prav tako posredno negativno vpliva na gospodarstvo, predvsem z vidika bolniških odsotnosti zaposlenih in tako ustvarja visoke stroške zdravljenja.

## 6.1 Motnje spanja

Spanje predstavlja eno izmed bistvenih fizioloških funkcij človeka. Spanje je bistveni del zdravega življenja in je priznано kot temeljna pravica Evropske konvencije o človekovih pravicah (Medmrežje 9). Dejstva potrjujejo, da je spanje biološka potreba ter predpogoj za dobro fiziološko in duševno delovanje organizma, motnje spanja pa so povezane s številnimi zdravstvenimi težavami (medmrežje 1).

Človeški organizem prepozna, ocenjuje in se odziva na okoljske zvoke tudi med spanjem. Ti odzivi so del celovitega aktivacijskega procesa organizma in se izražajo kot na primer spremembe v strukturi spanja ali povečanje srčne frekvence. Čeprav gre za naravne (in celo nujne) odzive na hrup, ima bistveno povečanje števila takšnih učinkov še vedno negativne posledice za človeški organizem (medmrežje 1).

Učinke hrupa na spanje lahko razdelimo na primarne in sekundarne. Primarni učinki hrupa na spanje se odražajo sočasno z delovanjem hrupa in se kažejo v obliki nemirnega spanja (prebujanje, sprememba globine spanca, daljša latenca do začetka spanja), povečanega

krvnega tlaka, zvišanega srčnega utripa ter sprememb v dihanju in gibanju telesa med spanjem. Sekundarne učinke hrupa na spanje pa je mogoče občutiti naslednji dan in se kažejo kot utrujenost, slabše počutje in razpoloženje, zmanjšana učinkovitost pri delu, zaspanost, depresija, podaljšani odzivni čas, motnja spomina itd. (medmrežje 1).

Preglednica 6: Učinki različnih ravni nočnega hrupa na zdravje ljudi (Vir: Medmrežje 9)

Povprečna raven nočnega hrupa eno leto ( $L_{NOČ, ZUNAJ}$ )	Učinki na zdravje, opaženi na populaciji
<b>Do 30 dB(A)</b>	Ni pričakovati bistvenega biološkega učinka. $L_{NOČ, ZUNAJ}$ 30 dB(A) je enak NOAEL (angl. <i>No Observed Adverse Effect Level</i> ) za nočni hrup.
<b>30–40 dB(A)</b>	V tem razponu so že opaženi številni primarni učinki hrupa na spanec: gibi telesa, prebujanje, samo-opredelitev, motnje spanja, vzburljenja. Intenzivnost učinka je odvisna od vrste vira hrupa in števila dogodkov. Vendar se tudi v najslabšem zdi, da so učinki skromni. $L_{NOČ, ZUNAJ}$ 40 dB(A) je enak LOAEL (angl. <i>lowest observed adverse effect level</i> ) za nočni hrup. Ranljive skupine (otroci, kronično bolni in starejši) so bolj dovzetni.
<b>40–55 dB(A)</b>	Med izpostavljeno populacijo so opaženi škodljivi učinki na zdravje. Veliko ljudi se mora prilagoditi svojemu življenju s hrupom ponoči. Ranljive skupine so prizadete huje.
<b>Nad 55 dB(A)</b>	Razmere predstavljajo resno grožnjo za javno zdravje. Prizadet je velik delež populacije. Škodljivi učinki na zdravje se pojavljajo zelo pogosto. Obstajajo dokazi, da se tveganje za bolezni srca in ožilja povečuje.

V preglednici 6 je prikazano razmerje med ravnijo izpostavljenosti nočnemu hrupu in učinki na zdravje ljudi. Iz nje je razvidno, da do ravni  $L_{NOČ, ZUNAJ} \leq 30$  dB(A) ni moč zaznati nobenih učinkov na spanje, razen rahlega povečanja pogostosti gibanja telesa med spanjem. Pri ravni  $L_{NOČ, ZUNAJ} = 30\text{--}40$  dB(A) pa so že zaznani primarni učinki hrupa na spanec. Negativne učinke na zdravje lahko občutijo predvsem bolj dovzetne ranljive skupine, na primer otroci, kronično bolni in starejši. Škodljivi učinki na zdravje so opaženi nad ravnijo  $L_{NOČ, ZUNAJ} \geq 40$  dB(A). Pri ljudeh se lahko pojavljajo različne oblike motenj spanja in nespečnost. Prav to pogosto vodi do uporabe zdravil, predvsem sedativov, s katerimi naj bi se odpravile in omilile nastale zdravstvene težave. Obremenitve s hrupom nad ravnijo  $L_{NOČ, ZUNAJ} \geq 55$  dB(A) predstavljajo resno grožnjo večini izmed nas (medmrežje 9).

Svetovna zdravstvena organizacija je, na podlagi znanstvenih dokazov, za države članice oblikovala priporočila, kolikšne naj bodo mejne vrednosti kazalcev nočnega hrupa. Le-te bi morale biti določene pod vrednostjo  $L_{NOČ, ZUNAJ} \leq 40$  dB(A). Rezultati raziskav kažejo, da za kakovostno spanje hrup v prostoru ne sme preseči 30 dB(A). Nujno pa je treba preprečevati posamezne dogodke, ki presegajo jakost 45 dB(A), predvsem znotraj prostora, v katerem spimo (medmrežje 1).

## 6.2 Bolezni srca in ožilja

Opravljenе raziskave Svetovne zdravstvene organizacije (2000) so potrdile, da je ishemična bolezen srca vodilni vzrok smrti v razvitih državah (22,8 % vseh smrti) in v državah v razvoju (9,4 % vseh smrti). Razvoj in nastanek kardiovaskularnih bolezni, kot so hipertenzija (visok krvni tlak) in ishemične bolezni srca (angina pektoris, miokardni infarkt, druge akutne in kronične oblike ishemične bolezni srca) lahko delno pripišemo tudi učinku hrupa, predvsem hrupu cestnega prometa (medmrežje 1). Glede na podatke Evropske agencije za okolje je izpostavljenost hrupu v okolju v letu 2011 prispevala k približno 910.000 dodatnim razširjenim primerom hipertenzije. Od tega je hrup cestnega prometa odgovoren za 790.000 razširjenih primerov (medmrežje 11). Študije, ki so raziskovale vpliv javnega hrupa, kažejo na povečano srčno-žilno tveganje pri dnevni ravni hrupa nad 60 dB(A) (Tominšek in Bilban 2011, str. 402).

Avtorja Mrak in Bilban (2014, str. 335) v svojem članku navajata, da hrup vpliva tudi na razvoj ateroskleroze. Gre za kronični vnetni proces v stenah arterij, ki ga spremljata kopičenje maščobnega materiala, predvsem holesterola, in zadebelitev žilne stene. Glavni dejavniki tveganja za razvoj ateroskleroze so starost, debelost, kajenje, hipertenzija, hiperlipidemija in hiperglikemija. Dolgotrajna izpostavljenost hrupu lahko vpliva na vse tri najpomembnejše spremenljive dejavnike tveganja, in sicer hipertenzijo, hiperlipidemijo in hiperglikemijo (Maschke 2002 v Mrak in Bilban 2014, str. 335).

V hrupnem okolju je zaznano tudi okrepljeno kadilsko vedenje, kar lahko vpliva na povečanje ateroskleroze (Cherek 1985 v Mrak in Bilban 2014, str. 335). Stresni odgovor, ki ga povzroča delovanje hrupa na organizem, poveča nastajanje prostih radikalov in vpliva na zmanjšano stabilnost in razdiranje aterosklerotičnih plakov (Tominšek in Bilban 2011, str. 397). Hrup prav tako povzroči spremembe v koncentraciji faktorjev strjevanja krvi, privede do povišanja koncentracije trombocitov, stres, ki ga povzroča hrup, pa privede tudi do staranja miokarda (Fyhri 2010 v Mrak in Bilban 2014, str. 335).

## 6.3 Kognitivne motnje pri otrocih

Po navedbah Svetovne zdravstvene organizacije naj bi bilo na temo vplivov hrupa na kognitivne motnje pri otrocih opravljenih že več kot 20 eksperimentalnih in epidemioloških študij. Vse so pokazale negativne učinke hrupa na slabše bralno razumevanje in slabše spominske funkcije otrok (medmrežje 1). Hrup lahko moti kognitivne funkcije na način, da odvrne pozornost. Vsak hrup v ozadju, ki je zaznan ter potemtakem tudi procesiran in analiziran, tekmuje s kognitivnim procesom, kar otežuje opravljanje miselnih nalog (Bilban in Kek 2015). Zmanjšana kognitivna sposobnost šolskih otrok se pojavi v času izpostavljenosti hrupu in traja še nekaj časa po končani izpostavljenosti hrupu (medmrežje 1).

## 6.4 Socialne in vedenjske motnje

Vpliv hrupa na vznemirjenost ljudi je mogoče oceniti z vprašalniki ali z oceno motenj nekaterih dejavnosti. Pri tem je treba upoštevati, da vznemirjenost oziroma motnja zaradi hrupa ni le posledica delovanja hrupa, temveč tudi posledica socialnih, psiholoških in ekonomskih dejavnikov. Motnja zaradi hrupa je opredeljena kot občutek nezadovoljstva posameznika ali skupine in je povezana s katerim koli sredstvom ali stanjem, na katerega negativno vpliva prisotnost hrupa. Poleg vznemirjenosti zaradi izpostavljenosti dolgotrajnemu hrupu lahko ljudje čutijo tudi številna druga negativna čustva, na primer občutke jeze, depresije, nemoči, tesnobe in izčrpanosti (medmrežje 11).

Vzročnost med pojavom duševnih motenj in izpostavljenostjo hrupu do sedaj še ni bila dobro pojasnjena (Mrak in Bilban 2014). Vseeno so nedavne študije dokazale, da lahko dolgotrajno

izpostavljenost hrupu povezujemo z nekaterimi motnjami, kot sta anksioznost in depresija, vendar ne do te mere, da bi povzročila motnje funkcioniranja v smislu psihiatričnih bolezni (Van Kamp 2008 v Mrak in Bilban 2014, str. 338). Kljub temu pa je bilo ugotovljeno, da so anksiozne osebe na hrup bolj občutljive (Mrak in Bilban 2014).

## 6.5 Tinitus

Tinitus ali šumenje v ušesu je opredeljen kot občutek zvoka v odsotnosti zunanega zvočnega vira. Tinitus, ki ga povzroča prekomerna izpostavljenost hrupu, je že dolgo znan. O njem poroča od 50 do 90 odstotkov bolnikov s kronično okvaro sluha. Pri ljudeh lahko povzroči motnje spanja, kognitivne učinke, anksioznost, depresijo, komunikacijske težave, frustracije, razdražljivost, napetost, nezmožnost za delo, zmanjšano učinkovitost in omejeno sodelovanje v družbenem življenju (medmrežje 1).

## 7 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV

V tem delu so predstavljene ključne ugotovitve že opravljenih raziskav, ki so pomembne z vidika razumevanja raziskovalnega problema, in sicer obremenjenost prebivalstva glavnih mest v Evropski uniji s hrupom cestnega prometa. Ključne informacije in podatki za raziskovanje hrupa cestnega prometa v Evropi ter njegovih vplivov na življenje in zdravje ljudi so povzeti iz naslednjih študij: poročilo Evropske agencije za okolje (angl. »*Noise in Europe 2014*«) ter poročili Svetovne zdravstvene organizacije z angleškima naslovoma *Burden of disease from environmental noise (2011)* in *Night noise guidelines for Europe (2009)*.

Ključne ugotovitve omenjenih študij so naslednje:

- Obremenitev s hrupom je glavna okoljska in zdravstvena težava v Evropi, takoj za onesnaženostjo zraka.
- Cestni promet je glavni vir okoljskega hrupa. Vrednostim kazalcev hupa  $L_{DVN}$  nad 55 dB(A) je po zadnjih ocenah izpostavljenih več kot 125 milijonov ljudi v Evropski uniji, od tega je kar 37 milijonov ljudi izpostavljenih zelo visokim vrednostim  $L_{DVN}$  nad 65 dB(A). Vrednostim kazalcev hrupa  $L_{NOČ}$  nad 50 dB(A) pa je izpostavljenih več kot 76 milijonov ljudi v Evropi.
- Okoljski hrup vsako leto v Evropi povzroči najmanj 10.000 primerov prezgodnjih smrti, 900.000 primerov hipertenzije in 43.000 hospitalizacij v bolnišnicah.
- Poročilo Svetovne zdravstvene organizacije navaja, da se vsako leto v zahodni Evropi, zaradi zdravstvenih posledic, ki jih povzroča obremenjenost s hrupom cestnega prometa, izgubi vsaj milijon let zdravega življenja.
- Evropska unija v sedmem okoljskem akcijskem načrtu postavlja nove cilje, s katerimi bi okoljski hrup, do leta 2020, močno zmanjšali in se približali priporočenim smernicam Svetovne zdravstvene organizacije.
- Priporočljive smernice Svetovne zdravstvene organizacije so določene na podlagi rezultatov opravljenih raziskav o vplivih hrupa na zdravje in počutje ljudi. Cilji vsake države članice bi morali biti določeni tako, da so mejne vrednosti kazalcev nočnega hrupa pod 40 dB(A). To velja še posebej za zaščito najbolj ranljivih skupin, kot so otroci, starejši in kronični bolniki (medmrežje 1; medmrežje 9; medmrežje 11).

## 8 MATERIAL IN METODE DELA

Empirični del diplomskega dela zajema statistični prikaz stanja obremenjenosti s hrupom cestnega prometa v izbranih glavnih mestih držav članic. Direktiva END nalaga državam članicam Evropske unije, da vsakih pet let izdelajo strateške karte hrupa, iz katerih je razvidno stanje obremenjenosti prebivalcev s hrupom. Zahteve po poročanju so se začele izvajati leta 2005, podatki o obremenjenosti s hrupom pa so bili prvič predloženi v letu 2007 ter pozneje v letih 2012 in 2017. Strateške karte hrupa, ki so bile izdelane v letih 2012 in 2017, so zajemale ceste s prometom več kot treh milijonov vozil letno, železniške proge z več kot 30.000 prevozi vlakov letno, letališča z več kot 50.000 premiki (seštevek vzletov in pristankov letal) letno in strnjena urbana naselja z več kot 100.000 prebivalci. Vse nadaljnje karte hrupa, tako tiste, ki so bile izdelane za leto 2017 in dalje, bodo zajemale številčno enako prometne ceste, železniške proge in letališča ter enako poseljena urbana naselja. Zaradi obsežnosti podatkov sem se osredotočil zgolj na kazalce vrednosti hrupa, ki ga cestni promet povzroča v glavnih mestih držav Evropske unije. Kot že poudarjeno, strateške karte hrupa za leto 2007 zajemajo ceste s prometom več kot šest milijonov vozil letno in strnjena urbana naselja z več kot 250.000 prebivalci. Takšno kartiranje se imenuje strateško kartiranje 1. faze. Kvalitativni preskok v številu obravnavanih cest in strnjenih naselij v strateških kartah hrupa iz leta 2012 (in vsa nadaljnja leta) pa se imenuje strateško kartiranje 2. faze. Podatki za leti 2012 in 2017 so zelo obširni in zajemajo skoraj 500 mest z več kot 100.000 prebivalci v EU.

Za namen preverjanja zastavljenih hipotez sem uporabil podatke, ki so jih države članice EU posredovale Evropski komisiji. Ti podatki so bili nato predstavljeni v poročilu Evropske agencije za okolje. Proučevane enote raziskovanja predstavljajo petnajst glavnih mest držav članic Evropske unije (v nadaljevanju: EU15), ki so za vsa tri obdobja (2007, 2012 in 2017) pravočasno predložile zahtevane meritve. Med manjkajoča glavna mesta, ki niso bila vključena v analizo, spadajo glavna mesta Belgije, Bolgarije, Hrvaške (vstop v EU leta 2013), Cipra, Grčije, Luksemburga, Italije, Malte in Madžarske. Glavna mesta držav Francije, Španije, Romunije in Slovaške so iz analize izvzete, saj niso predložile podatkov o vrednostih hrupa za leto 2017. Izbrana kazalca cestnega hrupa, s pomočjo katerih se bo ocenilo stanje obremenjenosti prebivalcev v izbranih glavnih mestih EU15, sta kazalca hrupa dan-večer-noč ( $L_{DVN}$ ) za oceno celovite motnje in kazalec nočnega hrupa ( $L_{NOČ}$ ) za oceno motnje spanca.

Empirični del diplomskega dela je razdeljen na tri dele. V prvem delu je predstavljena primerjava obremenjenosti prebivalcev v glavnih mestih EU15, z dnevnim in nočnim hrupom cestnega prometa v letu 2017. V drugem delu pa bodo iz podatkov, pridobljenih v prvem delu, izračunane povprečne vrednosti kazalcev hrupa  $L_{DVN}$  in  $L_{NOČ}$  (EU15). Slednje bodo nato primerjane s povprečnimi vrednostmi, ki veljajo za glavno mesto Slovenije, Ljubljano.<sup>2</sup> V tretjem delu bo ponazorjen odstotek prebivalstva (EU15), ki je obremenjen z dnevnim in nočnim hrupom cestnega prometa, in sicer v obdobju od leta 2007 do leta 2017. V tem delu podatki za kazalec vrednosti  $L_{DVN}$  predstavljajo skupno vsoto odstotkov obremenjenega prebivalstva nad 55 dB(A) in za kazalec vrednosti  $L_{NOČ}$  skupno vsoto nad 50 dB(A). Na ta način se najlažje predstavijo in poudarijo razlike v rezultatih za posamezno obdobje. Tudi v tem delu bodo za obdobje 2007–2017 (EU 15) izračunane povprečne vrednosti kazalcev  $L_{DVN}$  in  $L_{NOČ}$ , ki bodo nato primerjane z vrednostmi, ki veljajo za Ljubljano.

Zastavljeni hipotezi, s katerima želim preveriti stanje obremenjenosti s hrupom cestnega prometa v mestih držav članic, sta:

---

<sup>2</sup> V želji po uporabi čim bolj aktualnih podatkov (najbolj aktualni so za leto 2017) sem za Ljubljano za leto 2017 uporabil podatke meritev iz leta 2012. Kljub zavedanju, da bi bili podatki meritev za leto 2017 lahko manj ugodni ali pa morda bolj ugodni, menim, da je uporaba podatkov iz leta 2012 za Ljubljano smiselna, predvsem z vidika izvedbe kompleksnejše primerjalne analize.



Hipoteza 1: **Prebivalci Ljubljane so v povprečju bolj izpostavljeni okoljskemu hrupu cestnega prometa kot prebivalci drugih glavnih mest Evropske unije.**

Hipoteza 2: **Stanje obremenjenosti prebivalstva z okoljskim hrupom cestnega prometa se v glavnih mestih Evropske unije z leti izboljšuje.**

## 9 REZULTATI IN RAZPRAVA S SKLEPI

### 9.1 Obremenjenost prebivalcev (EU 15) z dnevnim hrupom cestnega prometa v letu 2017

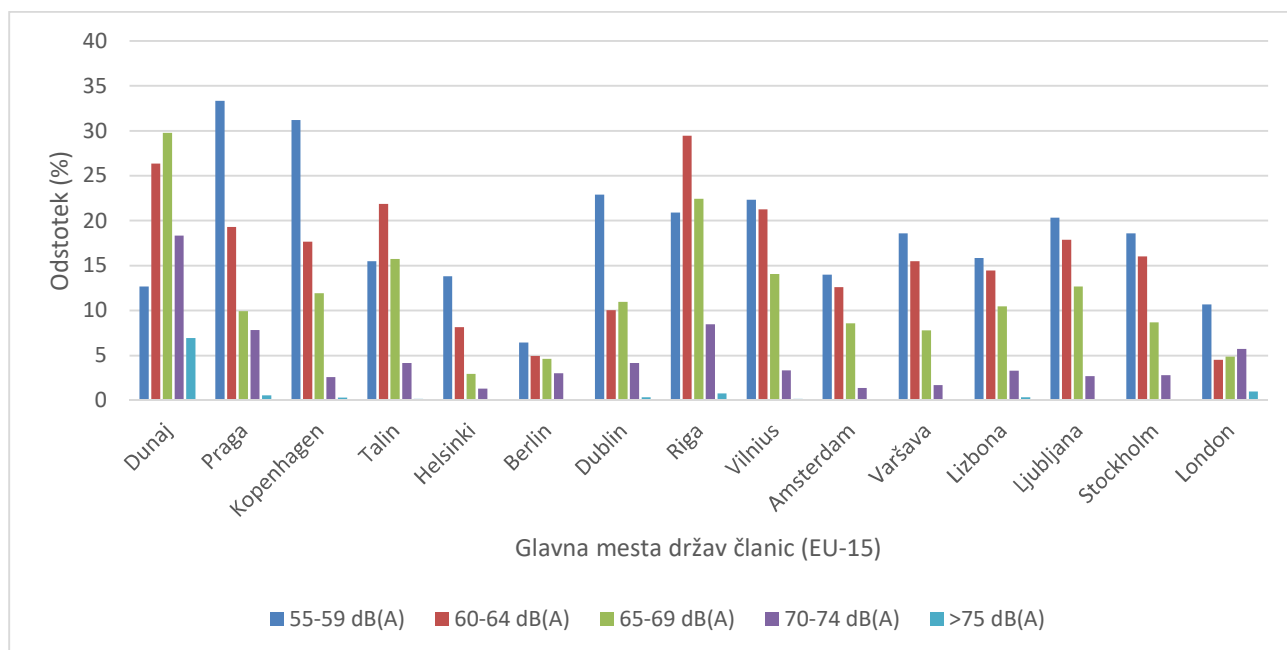
Preglednica 7 prikazuje odstotek ljudi v glavnih mestih (EU15), ki so obremenjeni z dnevnim hrupom cestnega prometa. Dnevne vrednosti cestnega hrupa so razdeljene glede na različne stopnje, in sicer za kazalec  $L_{DVN}$ : 55–59 dB(A), 60–64 dB(A), 65–69 dB(A), 70–74 dB(A) in nad 75 dB(A).

Preglednica 7: Odstotek prebivalcev (EU15), obremenjenih z dnevnim hrupom cestnega prometa, v letu 2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

Glavno mesto (EU15)	Vrednosti kazalcev hrupa $L_{DVN}$ (2017)					
	55–59 dB(A)	60–64 dB(A)	65–69 dB(A)	70–74 dB(A)	> 75 dB(A)	Skupaj nad 55 dB(A)
Dunaj	13	26	30	18	7	94
Praga	33	19	10	8	1	71
Kopenhagen	31	18	12	3	0	64
Talin	16	22	16	4	0	58
Helsinki	14	8	3	1	0	26
Berlin	6	5	5	3	0	19
Dublin	23	10	11	4	0	48
Riga	21	29	22	8	1	81
Vilnius	22	21	14	3	0	60
Amsterdam	14	13	9	1	0	37
Varšava	19	15	8	2	0	44
Lizbona	16	14	10	3	0	43
<b>Ljubljana*</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>54</b>
Stockholm	19	16	9	3	0	47
London	11	5	5	6	1	28

\*Ljubljana – podatki, predloženi leta 2012

V preglednici 7 so prikazani različni odstotki prebivalcev, ki živijo v glavnih mestih EU15 in so obremenjeni z dnevnim hrupom cestnega prometa. Iz grafa 1 in preglednice 7 je razvidno, da najvišji odstotek prebivalcev, obremenjenih s cestnim hrupom, živi v mestih Dunaj, Riga, Praga, Kopenhagen itd. Ljubljana se na lestvici EU15 uvršča na sedmo mesto. Presenetljivo je, da imajo glavna mesta z najvišjim odstotkom prebivalcev, obremenjenih z dnevnim hrupom cestnega prometa, prav tako največji delež prebivalcev, ki je obremenjen z najvišjima stopnjama hrupa cestnega prometa (70–74 dB(A) in nad 75 dB(A)) ter se tako približujejo mejnim vrednostim na delovnem mestu (80 dB(A), preračunanim na 8 ur). Tako je na primer na Dunaju dnevnemu hrupu cestnega prometa nad 70 dB(A) izpostavljen vsak četrti prebivalec, v Rigi in Pragi pa skoraj vsak deseti. V Ljubljani je, po podatkih iz leta 2012, z vrednostmi nad 55 dB(A) obremenjena dobra polovica prebivalstva. Ravni dnevnega hrupa cestnega prometa v Ljubljani pa zajemajo predvsem vrednosti do 70 dB(A). Najmanjši delež prebivalcev je hrupu cestnega prometa izpostavljen v mestih Berlin, Helsinki, London in Amsterdam.



Graf 2: Delež prebivalcev (EU15), obremenjenih z dnevnim hrupom cestnega prometa, v letu 2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

## 9.2 Obremenjenost prebivalcev (EU15) z nočnim hrupom cestnega prometa v letu 2017

Preglednica 8 prikazuje odstotek ljudi v glavnih mestih (EU 15), ki so obremenjeni z nočnim hrupom cestnega prometa. Nočne vrednosti cestnega hrupa so razdeljene glede na različne stopnje, in sicer za kazalec  $L_{NOČ}$ : 50–55 dB(A), 55–59 dB(A), 60–64 dB(A), 65–69 dB(A) in nad 70 dB(A).

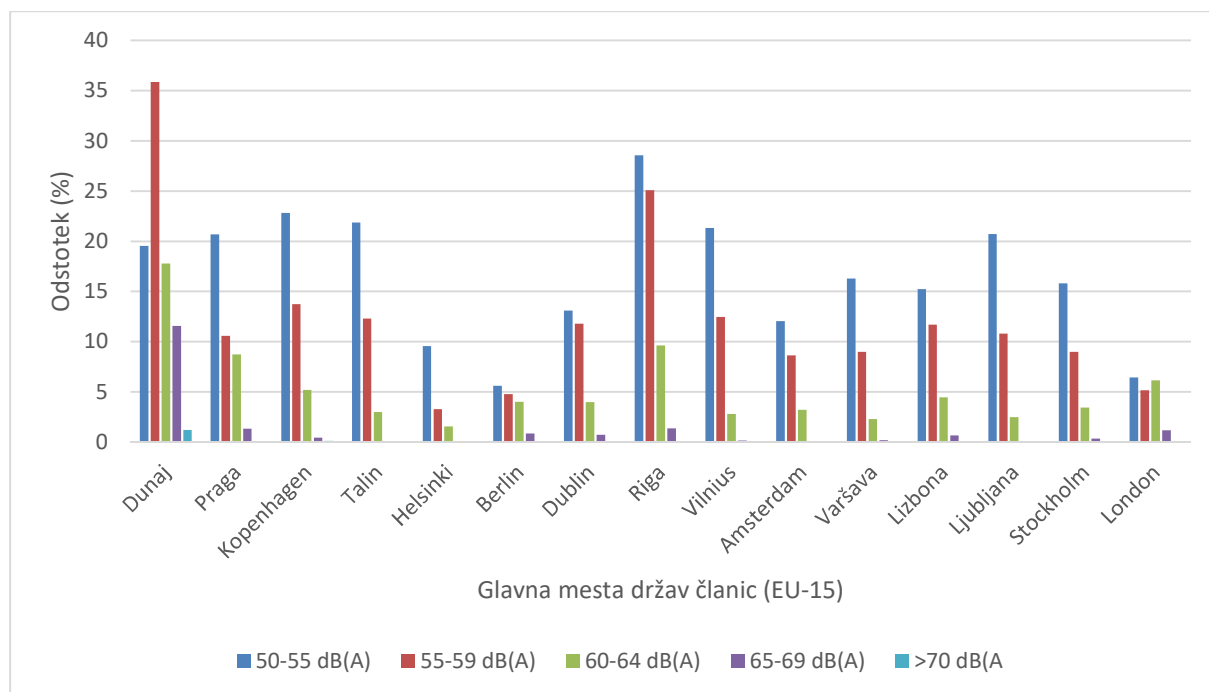
Preglednica 8: Odstotek prebivalcev (EU15), obremenjenih z nočnim hrupom cestnega prometa, v letu 2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

Glavno mesto (EU15)	Vrednosti kazalcev hrupa $L_{NOČ}$ (2017)					Skupaj nad 50 dB(A)
	50–55 dB(A)	55–59 dB(A)	60–64 dB(A)	65–69 dB(A)	>70 dB(A)	
Dunaj	20	35	18	12	1	86
Praga	21	11	9	1	0	42
Kopenhagen	23	14	5	0	0	42
Talin	22	12	3	0	0	37
Helsinki	10	3	2	0	0	15
Berlin	6	5	4	1	0	16
Dublin	13	12	4	1	0	30
Riga	29	25	10	1	0	65
Vilnius	21	12	3	0	0	36
Amsterdam	12	9	3	0	0	24
Varšava	16	9	2	0	0	27
Lizbona	15	12	4	1	0	32
<b>Ljubljana*</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>
Stockholm	16	9	3	0	0	28
London	6	5	6	1	0	18

\*Ljubljana – podatki, predloženi leta 2012

Po podatkih Svetovne zdravstvene organizacije in tudi Direktive END bi morali biti cilji držav članic znižanje nočnega hrupa pod raven  $L_{NOČ, ZUNAJ} \leq 40$  dB(A). Prav tako bi bilo treba preprečevati posamezne dogodke, ki presegajo ravni hrupa  $L_{NOČ, ZUNAJ} \geq 45$  dB(A). Nočni hrup je namreč veliko bolj moteč kot dnevni hrup in ima škodljivejše učinke na organizem, saj moti ključno fiziološko funkcijo človeka, to je spanje. Glede na prikazano v preglednici 6 so bili na populaciji, ki je bila izpostavljena ravnemu nočnemu hrupu med 40 in 55 dB(A), opaženi škodljivi učinki na zdravje, hujše pa so bile prizadete ranljive skupine. Izpostavljenost vrednostim nad 55 dB(A) v nočnem času že lahko predstavlja resno grožnjo za javno zdravje. Predvsem se poveča tveganje za nastanek srčno-žilnih bolezni (medmrežje 9). Ob upoštevanju navedenih dejstev izpostavljenost ravnemu hrupu, ki sodijo v najnižjo skalo (50–55 dB(A)), namreč že predstavlja tveganje za zdravje in poveča možnost pojava primarnih in sekundarnih ekstraavralnih učinkov. Tako lahko vsota vseh petih skal poda število kritično obremenjenih in ogroženih prebivalcev. Iz preglednice 8 je razvidno, da je z nočnim hrupom največ prebivalcev obremenjenih na Dunaju in v Rigi, pri čemer delež vseh obremenjenih na Dunaju znaša kar 86 %, od tega je 30 % obremenjenih z vrednostmi  $L_{NOČ, ZUNAJ} \geq 60$  dB(A). Ljubljana na lestvici EU15 zaseda sedemo mesto (podatki za leto 2012). Z nočnim hrupom cestnega prometa je tako v Ljubljani obremenjenih 34 % prebivalcev, od tega 13 % ravnemu nočnemu hrupu nad 55

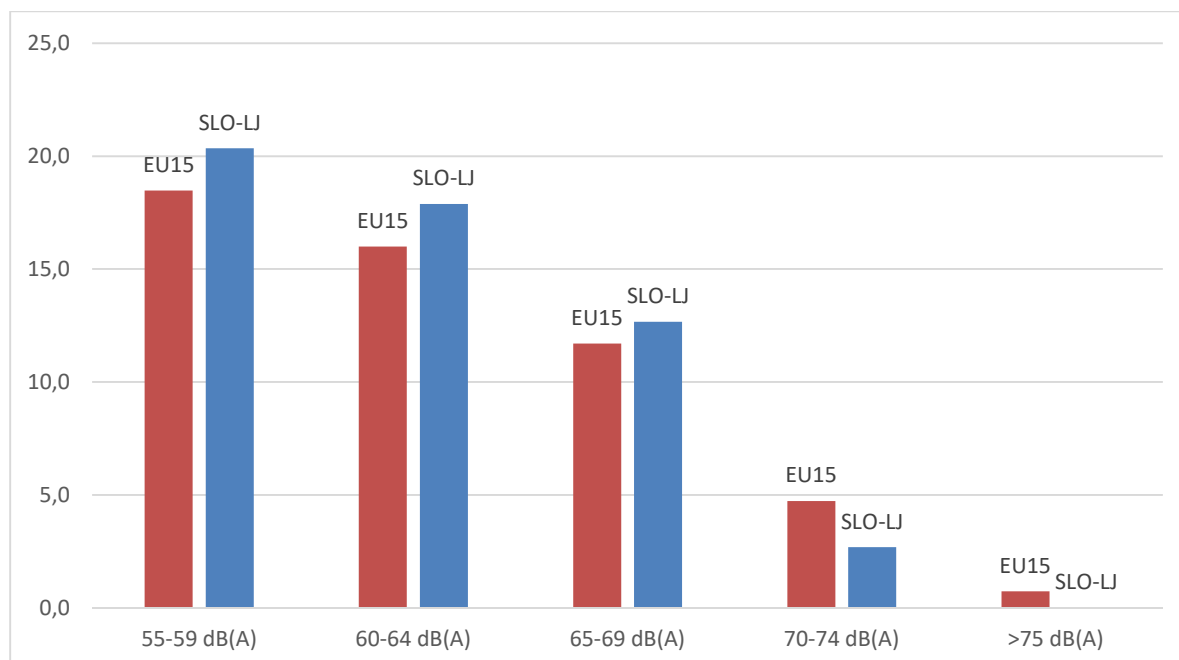
dB(A), ki po merilih Svetovne zdravstvene organizacije že predstavljajo resno grožnjo za zdravje ljudi. Nizek delež izpostavljenih ravne nočnega hrupa velja za mesta Berlin, Helsinki, London in Amsterdam. Ta štiri mesta imajo prav tako nizek delež izpostavljenih dnevnemu hrupu cestnega prometa.



Graf 3: Delež prebivalcev (EU15), obremenjenih z nočnim hrupom cestnega prometa, v letu 2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

### 9.3 Primerjava obremenjenosti prebivalcev z dnevnim hrupom cestnega prometa povprečnih (EU15 in SLO – LJ)

V grafu 3 je prikazana primerjava obremenjenosti z dnevnim hrupom cestnega prometa, in sicer med mesti držav članic (EU15) in Slovenijo – Ljubljano.



Graf 4: Primerjava obremenjenosti prebivalcev z dnevnim hrupom cestnega prometa (EU15 in SLO – LJ) za leto 2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

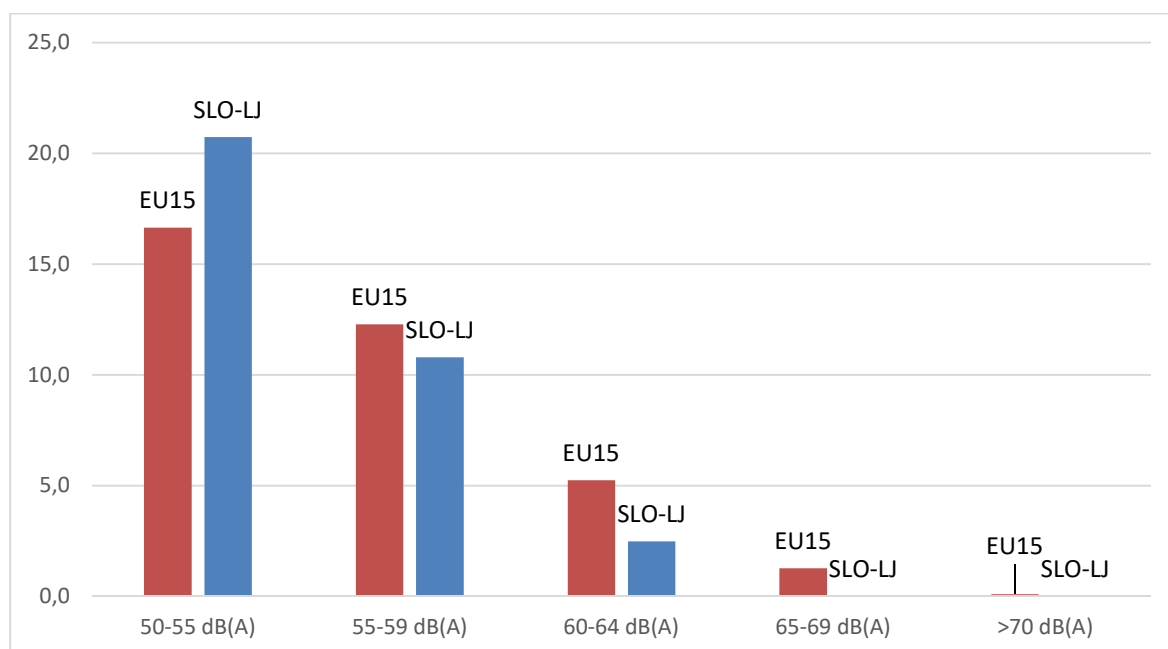
Z rdečimi stolpci (graf 4) so prikazane povprečne vrednosti kazalcev hrupa  $L_{DVN}$  po stopnjah (po 5 dB(A)) za EU15. Modri stolpci pa prikazujejo podatke za Ljubljano. Iz grafa (graf 4) je razvidno, da je obremenjenost z dnevnim hrupom cestnega prometa v Ljubljani, v razmerju do drugih glavnih mest EU (EU15), večja v prvih treh stopnjah, in sicer v rangu 55–59 dB(A), 60–64 dB(A) in 65–69 dB(A). Odstotki obremenjenosti prebivalstva niso izrazito višji in znašajo med 1 % in 2 %. V zadnjih dveh stopnjah, in sicer v rangu 70–74 dB(A) in nad 75 dB(A), pa je v Ljubljani odstotek obremenjenih prebivalcev nižji od povprečja v EU15. Natančneje za 2,3 % in 1 %. Če primerjam skupno obremenjenost prebivalstva z dnevnim hrupom cestnega prometa, in sicer z vrednostmi kazalcev hrupa nad  $L_{DVN} \geq 55$  dB(A), je obremenjenost v Ljubljani višja od povprečja EU15. V Ljubljani je vrednostim kazalcev hrupa nad  $L_{DVN} \geq 55$  dB(A) izpostavljenih 54 % prebivalcev, povprečje v EU15 pa znaša 51,7 %.

Preglednica 9: Primerjava obremenjenosti prebivalcev z dnevnim hrupom cestnega prometa (EU15 in SLO – LJ) za leto 2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

Dnevni hrup v %	EU-15	Dnevni hrup v % Povprečje (EU15) ≥ 55 dB(A)	SLO-LJ	Dnevni hrup v % Povprečje (SLO) ≥ 55 dB(A)
55–59 dB(A)	18,5	<b>51,7 %</b>	20,4	<b>54,0 %</b>
60–64 dB(A)	16,1		17,9	
65–69 dB(A)	11,7		12,9	
70–74 dB(A)	4,7		2,8	
≥ 75 dB(A)	0,7		0,0	

#### 9.4 Primerjava obremenjenosti prebivalcev z nočnim hrupom cestnega prometa povprečnih (EU15 in SLO – LJ)

V grafu 5 je prikazana primerjava obremenjenosti z nočnim hrupom cestnega prometa, in sicer med mesti držav članic (EU15) in Slovenijo – Ljubljano.



Graf 5: Primerjava obremenjenosti prebivalcev z nočnim hrupom cestnega prometa (EU15 in SLO – LJ) za leto 2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

Povprečne vrednosti kazalcev hrupa  $L_{NOČ}$  po stopnjah, in sicer po 5 dB(A), so za EU15 prikazane v rdečih stolpcih. Modri stolpci pa prikazujejo podatke za Ljubljano. Iz grafa (graf 5) je razvidno, da so v povprečju prebivalci Ljubljane, v stopnjah 50–55 dB(A) z nočnim hrupom

cestnega prometa bolj obremenjeni kot prebivalci glavnih mest EU15. Razlika je torej 4-odstotna. Pri drugih stopnjah, torej od 55 dB(A) naprej, pa je obremenjenost z nočnim hrupom v Ljubljani nižja od povprečja glavnih mest EU15. Primerjava skupne obremenjenosti ( $L_{NOČ} \geq 50$  dB(A)) prebivalstva z nočnim hrupom cestnega prometa kaže na to, da so prebivalci Ljubljane v povprečju manj obremenjeni kot prebivalci glavnih mest EU15. V Ljubljani je vrednostim kazalcev hrupa  $L_{NOČ} \geq 50$  dB(A) izpostavljenih 34 % prebivalcev, medtem ko povprečje za EU15 znaša 35,5 %.

Preglednica 10: Primerjava obremenjenosti prebivalcev z nočnim hrupom cestnega prometa (EU15 in SLO – LJ) za leto 2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

Nočni hrup v %	EU-15	Nočni hrup v % Povprečje (EU15) $\geq 50$ dB(A)	SLO-LJ	Nočni hrup v % Povprečje (SLO) $\geq 50$ dB(A)
50–55 dB(A)	16,6	<b>35,5 %</b>	20,7	<b>34,0 %</b>
55–59 dB(A)	12,3		10,8	
60–64 dB(A)	5,2		2,5	
65–69 dB(A)	1,3		0,0	
$\geq 70$ dB(A)	0,1		0,0	

## 9.5 Primerjava obremenjenosti prebivalcev EU15 z dnevnim hrupom cestnega prometa (2007–2017)

Preglednica 11: Odstotek prebivalcev glavnih mest (EU15), obremenjenih z dnevnim hrupom cestnega prometa ( $L_{DVN} \geq 55$  dB(A)), v obdobju 2007–2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

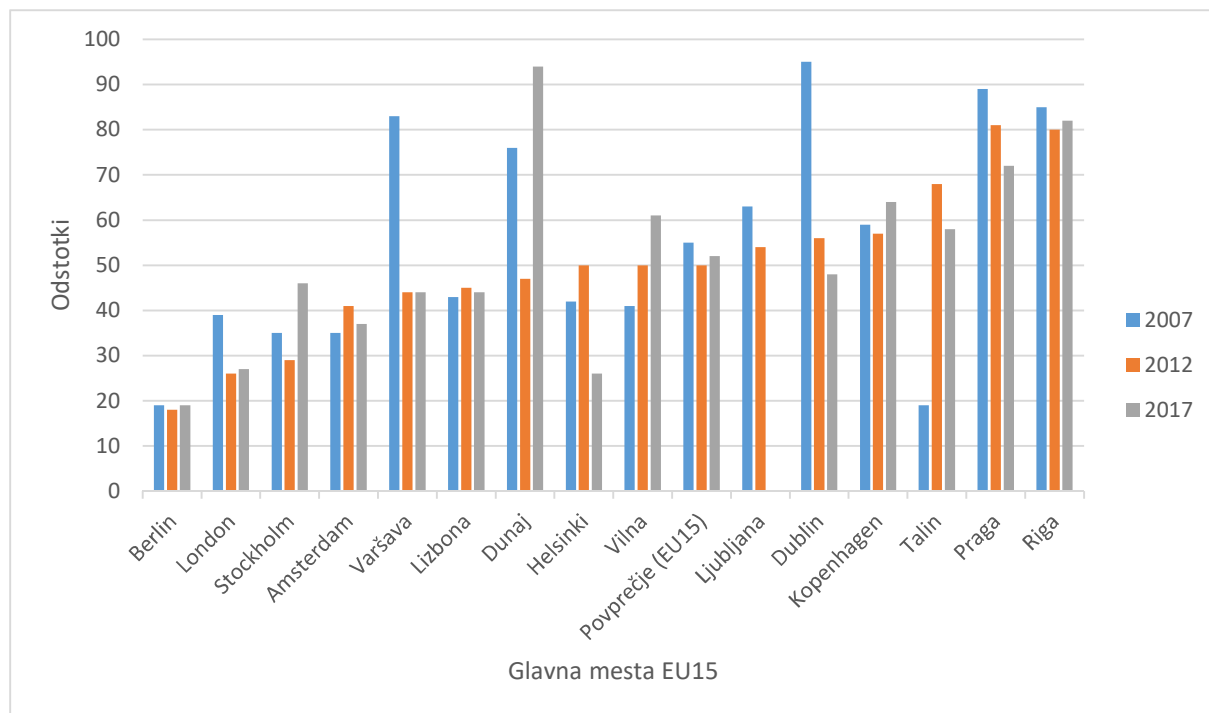
MESTO	2007	2012	2017
Berlin	19	18	19
London	39	26	27
Stockholm	35	29	46
Amsterdam	35	41	37
Varšava	83	44	44
Lizbona	43	45	44
Dunaj	76	47	94
Helsinki	42	50	26
Vilna	41	50	61
<b>Povprečje (EU15)</b>	<b>55</b>	<b>50</b>	<b>52</b>
<b>Ljubljana</b>	<b>63</b>	<b>54</b>	<b>54<sup>A</sup></b>
Dublin	95	56	48
Kopenhagen	59	57	64
Talin	19	68	58
Praga	89	81	72
Riga	85	80	82

<sup>A</sup> Podatki meritev iz leta 2012, uporabljeni za leto 2017

V preglednici 11 in v grafu 5 je prikazan delež (v %) prebivalcev EU15, ki so bili v obdobju od leta 2007 do leta 2017 izpostavljeni dnevnemu hrupu (cestnega prometa), katerega vrednosti kazalcev so presegali  $L_{DVN} \geq 55$  dB(A). Kot lahko razberemo, so rezultati zelo različni. Obremenjenost prebivalcev z dnevnim hrupom cestnega prometa ( $L_{DVN} \geq 55$  dB(A)) je bila najmanjša v Berlinu. Meritve za Berlin so v vseh treh obdobjih kartiranja (2007, 2012 in 2017) pokazale, da je bilo vsakič obremenjenih manj kot 20 odstotkov prebivalstva. Pri drugih glavnih mestih so rezultati zelo različni, tako z vidika periodike (oziroma posamičnega obdobja kartiranja) kot tudi v deležu obremenjenih prebivalcev. Vredno je omeniti, da je trend upadanja izpostavljenih cestnemu hrupu prisoten le pri treh mestih (Dublin, Praga in Ljubljana) od skupno 15 glavnih mest. Ali zapisano drugače, le pri treh glavnih mestih je bilo pri vsakem naslednjem merjenju (2007, 2012 in 2017) manj izpostavljenih hrupu cestnega prometa kot v prejšnjem obdobju. Presenetljivo je, da se je delež izpostavljenih hrupu cestnega prometa v Dublinu, v obdobju 10 let, krepko znižal, in sicer s 95 % (leta 2007) na 48 % (leta 2017). Prav tako je bil v Pragi, v zadnjih 10 letih, zabeležen upad obremenjenih s cestnim hrupom, in sicer z 89 % na 72 %, kar pa še vedno predstavlja visok odstotek obremenjenih. Kot že zapisano, podatki za Ljubljano (za leto 2017) še niso bili objavljeni, zato so podatki meritev iz leta 2012 uporabljeni kot podatki meritev za leto 2017. Skrb vzbujajoče je, da je bil leta 2017 v kar sedmih mestih držav članic, od skupno 15-ih (EU15), delež obremenjenih s hrupom cestnega prometa večji kot v obdobju poprej (2012). Delež obremenjenih s hrupom cestnega prometa se je leta 2017 opazno povečal na Dunaju, kjer je bilo leta 2012 obremenjenih 47 % prebivalcev, v letu 2017 pa kar 94 %. Edino mesto, kjer je odstotek obremenjenih prebivalcev naraščal vsako obdobje, je Vilna. Tam je v vsakem meritvenem obdobju delež obremenjenih narasel za 10 %



in tako s 40 % (leta 2007) narasel na 60 % (leta 2017). V povprečju EU15 so odstotki obremenjenih prebivalcev v letu 2007 znašali 55 %, v letu 2012 50 % in v letu 2017 52 %. V Ljubljani pa se je odstotek obremenjenih prebivalcev znižal s 63 % leta 2007 na 54 % v letu 2012. Iz preglednice 11 je torej razvidno, da je bilo leta 2007 v Ljubljani 8 % več obremenjenih z dnevnim hrupom kot v povprečju EU15. Razlika (EU15-LJ) v deležu obremenjenih z dnevnim hrupom cestnega prometa se leta 2012 nato še zniža, in sicer na skupaj 4 %.



Graf 6: Odstotek prebivalcev glavni mest (EU15), obremenjenih z dnevnim hrupom cestnega prometa ( $L_{DVN} \geq 55$  dB(A)) v obdobju 2007–2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

### 9.6 Primerjava obremenjenosti prebivalcev EU15 z nočnim hrupom cestnega prometa

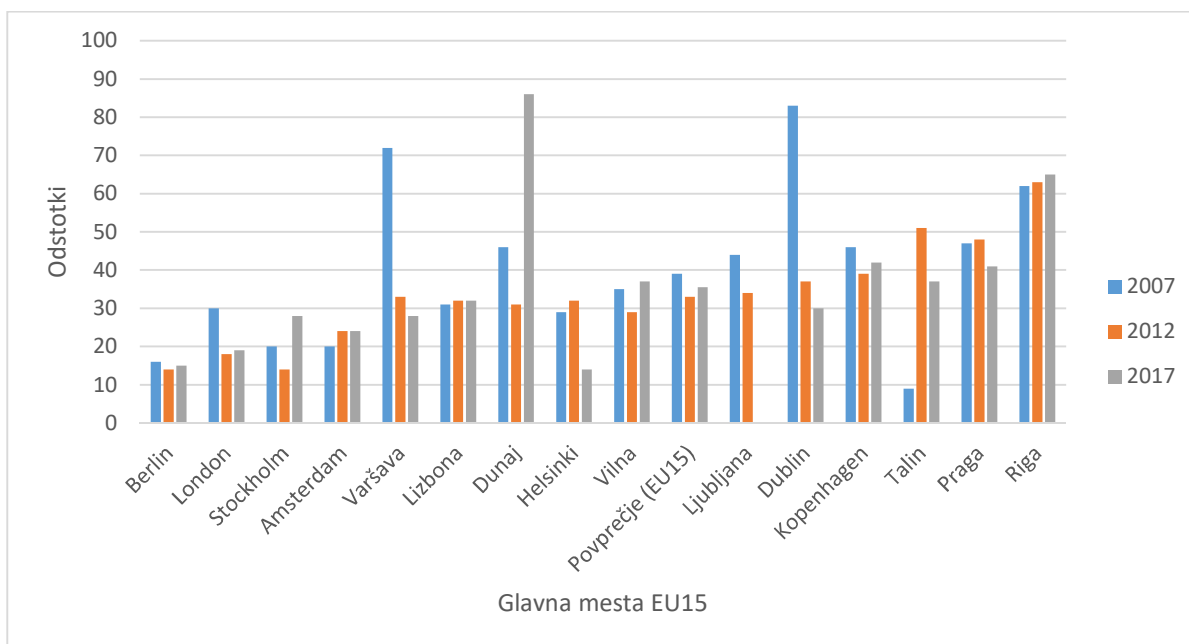
Preglednica 12: Odstotek prebivalcev glavni mest (EU15), obremenjenih z nočnim hrupom cestnega prometa ( $L_{NOČ} \geq 50$  dB(A)), v obdobju 2007–2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

MESTO	2007	2012	2017
Berlin	16	14	15
London	30	18	19
Stockholm	20	14	28
Amsterdam	20	24	24
Varšava	72	33	28
Lizbona	31	32	32
Dunaj	46	31	86
Helsinki	29	32	14
Vilna	35	29	37
<b>Povprečje (EU15)</b>	<b>39</b>	<b>33</b>	<b>35,5</b>
<b>Ljubljana</b>	<b>44</b>	<b>34</b>	<b>34<sup>A</sup></b>
Dublin	83	37	30

Kopenhagen	46	39	42
Talin	9	51	37
Praga	47	48	41
Riga	62	63	65

<sup>A</sup> Podatki meritev iz leta 2012, uporabljeni za leto 2017

V preglednici (preglednica 12) in grafu (graf 7) so prikazani deleži (v %) prebivalcev glavnih mest (EU15), obremenjenih z nočnim hrupom cestnega prometa ( $L_{NOČ} \geq 50\text{dB(A)}$ ), v obdobju 2007–2017. Kot je razvidno, se je obremenjenost z nočnim hrupom cestnega prometa, v obdobju 2007–2017 povečala pri skoraj polovici mest. Največji porast je bil zabeležen na Dunaju, in sicer z 31 % (leta 2012) na 86 % (leta 2017). Obremenjenost z nočnim hrupom se je zmanjšala v petih mestih, od tega največ v Varšavi, kjer se je delež znižal z 72 % leta 2007 na 28 % leta 2017 in v Dublinu, in sicer s 83 % leta 2007 na 30 % leta 2017. Delež povprečja EU15 (v %) obremenjenih prebivalcev z nočnim hrupom cestnega prometa je leta 2007 znašal 39 %, leta 2012 33 % in leta 2017 35 %. Kljub temu da je bil v obdobju med leti 2007 in 2012 zaznan upad obremenjenosti, se je stanje spremenilo leta 2017, saj je bila zaznana ponovna rast (2,5 %), vendar ne v tolikšni meri, da bi dosegla enake vrednosti kot leta 2007. Pri oceni obremenjenosti prebivalcev Ljubljane lahko uporabim le podatke iz leta 2007 in 2012, pri čemer je bilo leta 2007 obremenjenih 44 % Ljubljančanov, leta 2012 pa 10 % manj, in sicer 34 %. Primerjava vrednosti povprečja EU15 in Ljubljane kaže na to, da je leta 2007 Ljubljana presegala povprečje EU15 (za 5 %), leta 2012 pa se je razlika zmanjšala in je presegala povprečje EU15 za samo en odstotek. Zanimivo bi bilo primerjati vrednosti povprečja EU15 in Ljubljane za leto 2017. S podatki za leto 2017 (za Ljubljano) bi lahko ugotovil, ali se je trend upadanja obremenjenosti s hrupom cestnega prometa nadaljeval, ali bi morda vrednosti za Ljubljano zopet presegle povprečje EU15 (kot leta 2007).



Graf 7: Odstotek prebivalcev glavnih mest (EU15), obremenjen z nočnim hrupom cestnega prometa ( $L_{NOČ} \geq 50\text{dB(A)}$ ), v obdobju 2007–2017 (Vir: lastno, povzeto po medmrežju 2 in medmrežju 3)

## 9.7 Preverjanje hipotez in sinteza

Na podlagi podatkov, ki so grafično prikazani v Poglavju 9, bom s pomočjo zastavljenih hipotez preveril, kakšno je stanje obremenjenosti s hrupom cestnega prometa v mestih držav članic (EU15) in kako se trend izpostavljenosti prebivalcev čez leta spreminja.

Prve hipoteze, ki se glasi: »Prebivalci Ljubljane so v povprečju bolj izpostavljeni okoljskemu hrupu cestnega prometa kot prebivalci drugih glavnih mest Evropske unije«, ne morem z gotovostjo niti potrditi niti ovreči. Zato sem prvo hipotezo razdelil v dve pod-hipotezi in ločeno preveril, ali so prebivalci Ljubljane bolj izpostavljeni dnevni in nočni hrupu cestnega prometa kot prebivalci drugih glavnih mest (EU15). Ljubljana je namreč po obremenjenosti s hrupom cestnega prometa blizu povprečja glavnih mest držav EU15. Izmed izbranih glavnih mest EU15 se Ljubljana po obremenjenosti tako z dnevnim kot tudi nočnim hrupom cestnega prometa uvršča na sedmo mesto (preglednici 7 in 8). Kot je razvidno iz preglednice 9, je obremenjenost z dnevnim hrupom cestnega prometa, z vrednostmi  $L_{DVN} \geq 55$  dB(A), malce višja v Ljubljani in znaša 54,0 %, medtem ko povprečje EU15 znaša 51,7 %. Razlika je torej za 2,3 %. Obremenjenost z nočnim hrupom cestnega prometa je prikazana v preglednici 10. Rezultati kažejo, da je obremenjenost, z vrednostmi  $L_{NOČ} \geq 50$  dB(A), v Ljubljani nižja (34,0 %) od povprečja glavnih mest EU15 (35,5 %). Razlika je torej za 1,5 %. Glede na ugotovitve Svetovne zdravstvene organizacije (preglednica 6) izpostavljenost vrednostim kazalcev hrupa nad  $L_{NOČ} \geq 55$  dB(A) že predstavlja resno grožnjo za zdravje ljudi. V Ljubljani je tem vrednostim kazalcev hrupa ( $L_{NOČ} \geq 55$  dB(A)) izpostavljenih 13 % prebivalcev, medtem ko je v povprečju EU15 skupno izpostavljenih 19 % prebivalcev.

Prvo pod-hipotezo, s katero sem preverjal izpostavljenost dnevni hrupu cestnega prometa, tako potrjujem. Glede na podatke meritev so prebivalci Ljubljane bolj (razlika 2,3 %) izpostavljeni dnevni hrupu cestnega prometa kot prebivalci drugih glavnih mest Evropske unije (EU15). Drugo pod-hipotezo, ki se osredotoča samo na nočni hrup cestnega prometa, tako zavračam, saj je obremenjenost z nočnim hrupom v Ljubljani manjša, kot velja za povprečje EU15. Ravno tako je v Ljubljani nočnemu hrupu ( $L_{NOČ} \geq 55$  dB(A)) izpostavljenih manj prebivalcev, kot so le-temu izpostavljeni prebivalci EU15.

Drugo hipotezo, ki se glasi: »Stanje obremenjenosti prebivalstva z okoljskim hrupom cestnega prometa v glavnih mestih Evropske unije se z leti izboljšuje«, v celoti zavračam. To je jasno prikazano v preglednicah 11 in 12 (ter grafih 6 in 7). Obremenjenost z vrednostmi hrupa cestnega prometa  $L_{DVN} \geq 55$  dB(A) se je v EU15 sicer znižala s 55 % leta 2007 na 50 % leta 2012. Kljub zaznanemu znižanju leta 2012 se je obremenjenost z dnevnim hrupom cestnega prometa leta 2017 poslabšala, in sicer za 2 % v primerjavi z meritvami iz leta 2012. Razlog, da se stanje obremenjenosti ne izboljšuje, potrjuje tudi podatek, da so zgolj tri mesta držav članic (od skupno 15-ih) beležila izboljšanje stanja obremenjenosti v vseh treh obdobjih (2007, 2012 in 2017). Vsa druga mesta držav članic so v 10-letnem obdobju merjenja beležila nihajoča stanja obremenjenosti z dnevnim hrupom cestnega prometa. S pomočjo opravljene analize podatkov je bilo ugotovljeno, da je trend obremenjenosti z nočnim hrupom cestnega prometa v EU15 zelo podoben trendu obremenjenosti z dnevnim hrupom. Leta 2007 je delež obremenjenih prebivalcev v EU15 nad vrednostmi hrupa  $L_{NOČ} \geq 50$  dB(A) znašal 39 %, nato se je leta 2012 znižal na 33 % in se leta 2017 zvišal na 35,5 %. Upoštevajoč vsako mesto države članice (EU15) posebej je bilo ugotovljeno, da se je delež obremenjenih prebivalcev z vrednostmi kazalcev hrupa nad  $L_{NOČ} \geq 50$  dB(A), od leta 2012 do leta 2017, zvišal pri skoraj polovici mest držav članic (EU15).

Iz tega sledi, da so se povprečne vrednosti dnevnega in nočnega hrupa leta 2012, v primerjavi s povprečnimi vrednostmi iz leta 2007, sicer zmanjšale, vendar razlike med letoma 2012 in 2017 kažejo na rahel porast deleža obremenjenih prebivalcev. Pri tem je treba upoštevati, da

so bili podatki meritev za leto 2007 zbrani na podlagi strateškega kartiranja I. faze, medtem ko so bili podatki meritev za leti 2012 in 2017 zbrani na podlagi strateškega kartiranja II. faze, kamor je zajeto bistveno večje območje kartiranja.

Izhajajoč iz priporočil Evropske agencije za okolje in smernic Svetovne zdravstvene organizacije lahko zaključim, da je večina prikazanih rezultatov meritev o izpostavljenosti okoljskemu hrupu cestnega prometa zunaj priporočenih vrednosti. Toliko bolj alarmantno je stanje obremenjenosti prebivalcev, ki so izpostavljeni preseženim nočnim vrednostim. Meritve držav članic so bile, za namen ocene stanja obremenjenosti prebivalcev, opravljene od vrednosti  $L_{NO\check{C}} \geq 50$  dB(A) dalje, čeprav Svetovna zdravstvena organizacija ugotavlja, da so že pri vrednostih  $L_{NO\check{C}} = 30\text{--}40$  dB(A) lahko opaženi primarni učinki hrupa na spanec, predvsem pri ranljivih skupinah.

Kot že zapisano v Poglavlju 8 (Material in metode dela) so bili, zaradi želje po kompleksnejši primerjalni analizi (tj. 10-letno obdobje), za Ljubljano uporabljeni podatki iz leta 2012. Kljub temu bi bilo v prihodnje zanimivo primerjati povprečje EU15 in dejanske vrednosti Ljubljane za leto 2017. S pomočjo teh podatkov bi lahko ugotovili dejanski trend spreminjanja obremenjenosti s hrupom cestnega prometa. Torej, ali se je trend upadanja obremenjenosti s hrupom cestnega prometa nadaljeval in, ali bi morda vrednosti za Ljubljano zopet presegle povprečje EU15 (kot leta 2007 in 2012). Zanimivo izhodišče za nadaljnjo analizo bi bila vključitev vseh glavnih mest držav članic (povprečje EU28), ki v tej analizi, zaradi različnih razlogov (npr. prepozno ali pa sploh nikoli predloženi podatki, kasnejši vstop v EU ipd.), žal manjkajo. Predvsem bi bili zanimivi rezultati z vidika sprememb vrednosti povprečja EU28 in uvrstitev Ljubljane glede na novo izračunano povprečje EU28. V zvezi s tem je pomembno izpostaviti, da v trenutni analizi manjkajo države (kot npr. Ciper, Grčija, Malta, Madžarska, Romunija, Slovaška), ki verjetno hrup cestnega prometa zakonodajno in regulativno slabše urejajo, kot tudi ne prednjačijo na področju izvedbe (sistemskih) ukrepov varstva pred hrupom. Prav tako bi bilo smiselno zožiti problematiko hrupa cestnega prometa ter se osredotočiti zgolj na vrednosti nočnega hrupa, ki je dokazano za človeški organizem bistveno bolj škodljiv.

Vsekakor pa zmanjšanju hrupa cestnega prometa ne bo pripomogla ideja o širitvi ljubljanske obvoznice in štirih avtocestnih vpadnic, katere namen sta razbremenitev cestnega prometa in zmanjšanje zastojev. Študija, ki jo je izdelal DARS, poleg prostorskega načrtovanja širitve ljubljanske obveznice in njenih vpadnic vključuje tudi dva ukrepa, s katerima bi se lahko reševala prometna problematika, in sicer razvoj tirnega prometa in vzpostavitev trajnostne mobilnosti. Naj poudarim, da v obsežni študiji ni predlagan niti en ukrep, s katerim bi se preprečeval okoljski hrup, ki bo dodatno nastajal ob širjenju cest. Ne le to, v študiji niti enkrat ni uporabljena beseda »hrup«, s katero bi se vsaj nakazala možnost povečanja problematike obremenjenosti s hrupom cestnega prometa v Ljubljani (medmrežje 15). Čeprav je ideja širitve obvoznice v začetni fazi oziroma v fazi prostorskega umeščanja, je časovni okvir začetka del predviden za leto 2025, celotni projekt pa naj bi bil zaključen do leta 2040. Če bo prišlo do uresničitve teh idejnih načrtov širitve obveznice, je skrb vzbujajoče, na kakšen način, če sploh, se bodo izvajalci projekta lotili ukrepov preprečitve povečanja ravni hrupa cestnega prometa. Ali lahko le pričakujemo uveljavitve nove Uredbe, s katero se bodo spremenile mejne vrednosti kazalcev hrupa ter bo tako problematika obremenjenosti z okoljskim hrupom preložena na pleča državljanov in ne več na državo, lokalne skupnosti ter gospodarske subjekte?

## 10 POVZETEK

Okoljski hrup, še posebej hrup cestnega prometa, vpliva na veliko število Evropejcev. Okoljski hrup vsako leto v Evropi povzroči najmanj 10.000 primerov prezgodnjih smrti, 900.000 primerov hipertenzije in 43.000 hospitalizacij v bolnišnicah (medmrežje 11). Po podatkih Evropske agencije za okolje je s hrupom cestnega prometa, ki presega raven hrupa  $L_{DVN} \geq 55$  dB(A), v Evropi obremenjenih več kot 125 milijonov ljudi, medtem ko je ravnem  $L_{NOČ} \geq 50$  dB(A) izpostavljenih več kot 76 milijonov ljudi. Vplivi okoljskega hrupa so obsežni, saj na človeka vplivajo tako fiziološko kot tudi psihološko. Najpogosteje se pojavljajo motnje spanca in sluha, razdražljivost, socialne in vedenjske motnje ter tudi srčno-žilne bolezni. Kljub dokazom, da hrup vpliva na zdravje ljudi, so novejša študije pokazale, da pravzaprav do negativnih vplivov prihaja že pri nižjih stopnjah, kot se je sprva predvidevalo. Predvsem je problematičen nočni hrup, pri katerem je Svetovna zdravstvena organizacija ugotovila, da izpostavljenost vrednostim  $L_{NOČ} = 30-40$  dB(A) že lahko povzroči primarne učinke na spanec.

Za izboljšanje stanja in preprečitev škodljivih učinkov okoljskega hrupa v prostoru EU je bila sprejeta direktiva END, ki državam članicam nalaga, da vsakih pet let izdelajo strateške karte hrupa, ki prikazujejo obremenjenost prebivalcev z okoljskim hrupom. Nato države članice, na podlagi nacionalne ocene stanja obremenjenosti s hrupom, izdelajo in sprejmejo okoljske načrte oziroma operativne programe varstva pred hrupom.

Za namen izvedbe primerjalne analize sem uporabil sekundarne podatke, ki so javno dostopni na spletni strani Evropske agencije za okolje. Rezultati analize so pokazali, da je obremenjenost prebivalcev z dnevnim hrupom cestnega prometa v Ljubljani za 2,3 odstotka višja od povprečja EU15. Obremenjenost prebivalcev z nočnim hrupom cestnega prometa pa je v Ljubljani nižja od povprečja EU15, in sicer za 1,5 %. Podatki, ki prikazujejo obremenjenost prebivalcev v Evropi s hrupom cestnega prometa, za obdobja kartiranja 2007, 2012 in 2017, nakazujejo, da se trend obremenjenosti v izbranih glavnih mestih držav članic (EU15) ne izboljšuje. Kljub temu da je bilo leta 2007 z dnevnim hrupom cestnega prometa obremenjenih 55 %, leta 2012 pa 50 %, kar kaže na izboljšanje stanja, je bilo leta 2017 obremenjenih 52 % prebivalcev EU15. Obremenjenost z nočnim hrupom cestnega prometa je leta 2007 znašala 39 %, leta 2012 33 % in leta 2017 35,5 % prebivalcev. Iz teh rezultatov je razvidno, da se je odstotek obremenjenih prebivalcev tako z dnevnim kot nočnim hrupom iz leta 2007 znižal do leta 2012, od leta 2012 do leta 2017 pa se je rahlo povečal.

Ob pisanju diplomskega dela sem ugotovil, da so negativne posledice okoljskega hrupa sicer prepoznane, vendar je ozaveščenost splošne javnosti, sploh pa razumevanje dolgoročnih posledic čezmernega hrupa prometa za zdravje ljudi, še vedno premajhna. Menim, da države članice še vedno namenjajo premalo časa in sredstev za sprejem in izvajanje ukrepov za preprečevanje okoljskega hrupa.

## 11 SUMMARY

Environmental noise, particularly road traffic noise, affects many Europeans. Every year environmental noise causes at least 10,000 cases of premature deaths, 900,000 cases of hypertension and 43,000 cases of hospitalisation (medmrežje 11). According to the European Environment Agency, road traffic noise that exceeds the noise level of  $L_{DAY} \geq 55$  dB(A) affects more than 125 million people across Europe and more than 76 million people in Europe are exposed to  $L_{NIGHT} \geq 50$  dB(A). The impact of environmental noise is significant as it affects people on a physiological and psychological level. The most common disorders and diseases are sleep disorders, hearing impairment, irritability and social and behavioural disorders as

well as cardiovascular disorders. It was proved that noise affects people's health; nonetheless, recent studies have shown that negative impact occurs much sooner as previously thought. The biggest problem is the night-time noise; the World Health Organisation determined that exposure to values of  $L_{\text{NIGHT}} = 30\text{--}40$  dB(A) can have primary sleep disturbance effects.

The END directive was accepted to improve the situation and hinder the adverse effects of environmental noise in the EU. The END directive requires its members to create strategic noise maps every five years, showing the exposure of the residents to environmental noise. Member countries then have to create and accept environmental plans and operational programmes of noise protection based on the national evaluation of noise exposure.

For comparative data analysis, we used secondary data that are publicly available on the European Environment Agency's website. The results of the analysis showed that the residents of Ljubljana are 2.3 % more exposed to road traffic noise during the day than the EU 15's average, whereas at night, they are 1.5 % less exposed to road traffic noise. According to the data, showing exposure of Europeans to road traffic noise during mapping procedures in 2007, 2012 and 2017, the situation in the chosen capital cities of members countries (EU15) was not improved. Even though there was a slight decrease in the number of people exposed to road traffic noise during the day—from 55 % in 2007 to 50 % in 2012—, there were 52 % residents of the EU15 affected in 2017. Road traffic noise exposure affected 39 % of people in 2007, 33 % in 2012 and 35.5 % in 2017. These results show that the percentage of people affected by road traffic noise during the day and at night decreased from 2007 to 2012 and slightly increased from 2012 to 2017.

Writing the paper, we found out that negative consequences of environmental noise may be recognized, but the general public is not entirely aware of the problem; particularly, they do not understand what long-term consequences excessive road traffic noise may have on their health. We think that member countries do not devote enough time and resources to accept and implement measures to decrease environmental noise.

## 12 SEZNAM LITERATURE

1. Čudina, M. (2014). *Tehnična akustika: Merjenje, vrednotenje in zmanjševanje hrupa in vibracij*. Ljubljana, Fakulteta za strojništvo, 332 str.
2. Bilban, M. (2005). Hrup kot spremljevalec sodobnega življenja. *Delo in varnost*. Ljubljana, 50, št. 5, str. 8–12.
3. Bilban, M. (2011). Škodljivi učinki hrupa na zdravje. *Delo in varnost*. Ljubljana, 56, št. 1, str. 10–29.
4. Bilban, M., Kek, T. (2015). Vpliv hrupa in kompleksne glasbe na kognitivne funkcije. *Delo in Varnost*. Ljubljana, 60, št. 5, str. 38–44.
5. Brüel, P.V., Kjaer, V. (2009). *Okoljski hrup*. Ljubljana, IMS Industrijski merilni sistemi, različica 2.0, 91 str.
6. Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. Medmrežje 1: [http://www.euro.who.int/data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf) (5. 11. 2018)
7. Cigale, D., Lampič, B. (2005). Hrup kot okoljski problem. *Geografski obzornik*. Ljubljana, 52, št. 2, str. 19–23.

8. Direktiva o ocenjevanju in upravljanju okoljskega hrupa, *Uradni list evropskih skupnosti*, št. 2002/49/ES, str. 101–115.
9. Gspan, P. (1997). *Varstvo okolja I*, 2. del. Ljubljana, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Oddelek za tehniško varnost, 222 str.
10. Holeček, N. (2015). Analiziranje in zmanjševanje hrupa gospodinjskih aparatov. *GIB*. Velenje, 24, št. 1-3, str. 13–21. Medmrežje 16: <https://static.2014.gorenje.cc/files/default/corporate/Professional-contributions/2015/13-21.pdf> (13. 5. 2019).
11. Holeček, N. (2017). *Hrup in protihrupne tehnologije pri aparatih v domačem okolju*. Velenje, Visoka šola za varstvo okolja, 176 str.
12. Izhodišča urejanja Ljubljanskega avtocestnega obroča in vpadnih cest. Medmrežje 15: [https://www.dars.si/Content/doc/medijsko-sredisce/lj\\_obroc\\_pobuda\\_povzetek.pdf](https://www.dars.si/Content/doc/medijsko-sredisce/lj_obroc_pobuda_povzetek.pdf) (1. 4. 2019)
13. Kladnik, R. (2003). *Energija, toplota, zvok, svetloba: Fizika za srednješolce 2*. Ljubljana, DZS, 239 str.
14. Medmrežje 2: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-on-noise-exposure-6> (10. 12. 2018).
15. Medmrežje 3: <https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise/noise-fact-sheets> (20. 12. 2018).
16. Medmrežje 4: <https://www.acea.be/statistics/article/vehicles-in-use-europe-2017> (1. 3. 2019).
17. Medmrežje 5: <https://www.audiobm.si/zvok/> (2. 3. 2019).
18. Medmrežje 6: <https://kvarkadabra.net/2003/03/kako-deluje-sluh/> (20. 2. 2019).
19. Medmrežje 7: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/exposure-to-and-annoyance-by-2/assessment-3> (20. 3. 2019).
20. Medmrežje 8: [http://www.mop.gov.si/si/medijsko\\_sredisce/novica/8331/](http://www.mop.gov.si/si/medijsko_sredisce/novica/8331/) (1. 3. 2019).
21. Mrak, M., Bilban, M. (2014). Ekstraavralni učinki hrupa. Ljubljana, *Zdravniški vestnik*, 83, št. 4, str. 329–341.
22. Night noise guidelines for Europe. Medmrežje 9: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43316/E92845.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf?ua=1) (20. 1. 2019)
23. Noise impacts on health. Medmrežje 10: <http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/47si.pdf> (10. 1. 2019)
24. Noise in Europe 2014. Medmrežje 11: <https://www.eea.europa.eu/publications/noise-in-europe-2014> (11. 1. 2019)
25. Operativni program varstva pred hrupom. Medmrežje 12: [http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/varstvo\\_okolja/operativni\\_programi/op\\_hrup.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/varstvo_okolja/operativni_programi/op_hrup.pdf) (20. 1. 2019)
26. Poročilo Komisije Evropskemu parlamentu in Svetu o izvajanju direktive o okoljskem hrupu v skladu s členom 11 Direktive 2002/49/ES. Medmrežje 13: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0151&from=SL> (25. 2. 2019)
27. Postopek spreminjanja Uredbe o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju primer slabe prakse zakonodajnega postopka. Medmrežje 14: <https://www.kpk-rs.si/2018/03/28/postopek-spreminjanja-uredbe-o-mejnih-vrednostih-kazalcev-hrupa->

[v-okolju-ne-sledi-javnemu-interesu-in-ustavni-pravici-do-zdravega-zivljenjskega-okolja-primer-slabe-prakse-zakonodajnega-postopka/](#) (14. 2. 2019)

28. Tominšek, J. Bilban, M. (2011). Vpliv hrupa na srčno-žilne bolezni. *Zdravniški vestnik*. Ljubljana, 80, št. 5, str. 395–404.
29. Tratnik, E. (2009). *Prenehajte s tem hrupom: Priročnik z osnovnimi informacijami in navodili*. Ljubljana, Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, 62 str.
30. Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju, *Ur. l. RS*, št. 121/04.
31. Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju, *Ur. l. RS*, št. 43/2018.
32. Uršič, M., Dovjak, M., Kunič, R. (2016). Analiza zvočne zaščite stavbnih ovojev glede na različne nivoje zunanjega hrupa. *Gradbeni vestnik*. Ljubljana, 65, št. 4, str. 82–89.
33. Zakon o varstvu okolja, *Ur. l. RS*, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ, 21/18 – ZNOrg in 84/18 – ZIURKOE.