

Visoka šola za varstvo okolja

DIPLOMSKO DELO

**HRUP KOT KAZALEC KAKOVOSTI BIVALNEGA OKOLJA V MESTNI  
OBČINI VELENJE**

TILEN PIŠEK

Velenje, 2014

Visoka šola za varstvo okolja

DIPLOMSKO DELO

**HRUP KOT KAZALEC KAKOVOSTI BIVALNEGA OKOLJA V MESTNI  
OBČINI VELENJE**

TILEN PIŠEK

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentorica: doc. dr. Natalija Špeh

Velenje, 2014

Priloga 2: Sklep o diplomskem delu



Številka: 726-24/2013-2

Datum in kraj: 23. 9. 2013, Velenje

Na podlagi Diplomskega reda

izdajam

### SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študent-ka VŠVO

Tilen Pišek

lahko izdela diplomsko delo pri predmetu: Vrednotenje in varstvo geografskega okolja

Mentor-ica: doc. dr. Natalija Špeh

Somentor-ica: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Naslov diplomskega dela v slovenskem jeziku: Hrup kot kazalec kakovosti bivalnega okolja v Mestni občini Velenje

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku: Noise as indicator of living environment quality in the municipality of Velenje

Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z Navodili za izdelavo diplomskega dela.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na Senat v roku 3 delovnih dni.



Dekan  
doc. dr. Boštjan Pokornj

Izjava o avtorstvu:

Spodaj podpisan Tilen Pišek, študent Visoke šole za varstvo okolja, program Varstvo okolja in ekotehnologije, izjavljam, da je diplomsko delo z naslovom HRUP KOT KAZALEC KAKOVOSTI BIVALNEGA OKOLJA V MESTNI OBČINI VELENJE pri mentorici doc. dr. Nataliji Špeh v celoti moje avtorsko delo. V diplomskem delu so uporabljeni viri in literatura ustrezno navedeni; teksti niso prepisani brez navedbe avtorjev.

Velenje, dne: \_\_\_\_\_

Tilen Pišek \_\_\_\_\_

## Zahvala

Rad bi se zahvalil vsem, ki so me spodbujali ter pomagali pri izdelavi diplomske naloge.

Posebna zahvala gre moji mentorici, doc. dr. Nataliji Špeh, ki mi je s svojim strokovnim znanjem svetovala in pomagala z napotki, s katerimi sem lažje prišel do cilja. Ves čas izdelave diplomske naloge mi je nudila podporo in mi bila vedno dosegljiva za kakršno koli vprašanje.

Rad bi se ji še zahvalil za posojilo instrumenta Garmin GPS. Z njim sem lahko na karti točno določil vsa merilna mesta, ki sem jih izmeril.

Zahvala gre tudi doc. dr. Nikoli Holečku, ki mi je posodil instrument Brüel & Kjær - Type 2239A za merjenje hrupa. S tem mi je omogočil, da sem lahko raziskavo izpeljal in opravil vse meritve.

Zahvalil bi se še prijatelju Nejc Šerugi, ki mi je pomagal pri terenskem delu, merjenju hrupa.

Na koncu bi se rad zahvalil družini, ki mi je omogočila študij, me podpirala in stala ob strani vsa leta študija.

Hvala.

## Izveček

V diplomskem delu so predstavljene različne nevarnosti hrupa, ki ga le-ta predstavlja za ljudi. Posebej so izpostavljeni ljudje, ki živijo ob prometnih cestah. Hrup je v preveliki meri tudi škodljiv. Opisali smo, kako hrup vpliva na ljudi, na njihovo zdravje in počutje.

Cestni hrup je velika težava v vseh večjih mestih in vaseh. Osredotočili smo se na problem hrupa v Mestni občini Velenje. Skozi mesto poteka zelo obremenjena regionalna cesta Velenje-Slovenj Gradec, ki povzroča veliko hrupa.

Poskušali smo najti možne rešitve in izboljšave, ki bi pripomogle k zmanjšanju hrupa.

Ključne besede:

- cestni hrup, sluh, Velenje, bivalno okolje, prebivalci

## Abstract

The following thesis analyses the various hazards loud noise presents to people. Especially people living by busy traffic lines are exposed to loud noise. Loud noise is mostly harmful. In the following paper, its effects on people, their health and their well-being are described. Loud noise from the roads and streets is a big issue in all large cities, towns and villages. The present research focused on the noise issue in the town municipality of Velenje, through which runs a very busy regional road connecting Velenje and Slovenj Gradec, producing a lot of loud noise. In the research, possible solutions and improvements to decrease the volume of the noise were sought.

Key words:

- traffic noise, hearing, Velenje, urban environment, inhabitants

## Kazalo vsebine

1. Uvod .....	10
1.2 Namen in cilji diplomske naloge .....	10
1.3 Hipoteze .....	10
2. Predstavitev območja .....	11
3. Osnovne značilnosti KS Gorica, KS Šalek in KS Konovo (Podatki MOV: 20. 6. 2012). ....	11
3.1 KS Gorica .....	11
3.2 KS Šalek.....	11
3.3 KS Konovo .....	11
4. Zvok.....	14
<b>4.1 Zaznavanje zvoka.....</b>	<b>14</b>
4.2 Frekvenca zvoka .....	15
4.3 Zvočni tlak .....	15
4.4 Moč zvoka .....	15
4.5 Raven zvoka in dB(A).....	16
5. Urbano okolje.....	18
5.1 Bivalno okolje.....	18
6. Hrup.....	18
6.1 Ravni hrupa.....	19
<b>6.1.1 Škodljivi učinki hrupa na zdravje ljudi .....</b>	<b>20</b>
6.2 Vplivi okoljskega hrupa na počutje in zdravje ljudi.....	20
6.2.1 Poškodbe sluha.....	20
6.2.2 Motnje pri sporazumevanju .....	20
6.2.3 Motnje spanja .....	21
6.2.4 Fiziološke funkcije.....	21
6.2.5 Mentalno zdravje.....	21
6.2.6 Učinkovitost .....	21
6.2.7 Socialno vedenje in vznemirjenost.....	21
6.2.8 Kombinirani učinki hrupa iz različnih virov .....	21
6.2.9 Občutljive skupine.....	21
7. ZAKONODAJA .....	22
7.1 Zakon o varstvu okolja .....	22
7.1.2 Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju.....	23
8. Rezultati .....	27

8.2 Obravnavana območja v diplomski nalogi.....	29
8.2.1 Gorica .....	29
8.2.2 Šalek.....	30
7.2.3 Konovo .....	31
8.3 Meritve hrupa.....	32
8.4 Merilna instrumenta .....	32
8.4.1 Lastnosti instrumenta Brüel & Kjær-Type 2239A.....	32
8.4.2 Lastnosti naprave Garmin GPSMAP 60 CSx.....	33
8.5 Rezultati meritev.....	34
8.5.1 KS Gorica.....	34
8.5.2 KS Šalek: .....	42
8.5.3 KS Konovo .....	48
9. Rešitve in izboljšave .....	53
9.1 Protihrupna ograja in tipi.....	53
9.1.1 Nasipi.....	53
9.1.2 Kovinske ograje.....	53
9.1.3 Betonske ograje .....	53
9.1.4 Lesene ograje.....	54
9.1.5 Transparentne ograje.....	54
9.1.6. Nove funkcionalne rešitve .....	54
9.2 Zelene pregrade .....	55
9.3 Omejitve hitrosti.....	56
9.4 Zvočna zaščita stavb (zelene fasade) .....	56
11. Ugotovitve .....	57
12. Razprava in sklepi.....	58
13. Sklep .....	59
14. Summary .....	60
15. Viri in literatura.....	61



## Kazalo slik

Slika 1: Območje KS Gorica .....	12
Slika 2: Območje KS Šalek .....	12
Slika 3: Območje KS Konovo.....	13
Slika 4: Zgradba ušesa.....	14
Slika 5: Primerjava ravni moči v dB in W .....	16
Slika 6: Prikaz prometnih tokov na območju Gorice (križišče K24) .....	29
Slika 7: Prikaz prometnih tokov na območju Gorice (križišče K11) .....	31
Slika 8: Brüel & Kjær - Type 2239A .....	32
Slika 9: Garmin GPSMAP 60 CSx .....	33
Slika 10:Razporeditev merilnih mest v KS Gorica.....	34
Slika 11: Ulice v KS Gorica .....	34
Slika 12: Karta meritev hrupa Gorica.....	35
Slika 13: Državna (Goriška) cesta.....	36
Slika 14: Goriška cesta (za zeleno pregrado) .....	37
Slika 15: Splitska cesta.....	38
Slika 16: Rdeča pot (dovoljena za lokalni promet), zelena pot (dovoljena vsem) .....	40
Slika 17: Razporeditev merilnih mest v KS Šalek.....	42
Slika 18: Ulice v KS Šalek .....	42
Slika 19: Karta meritev hrupa v KS Šalek.....	43
Slika 20: Regionalna cesta Velenje - Slovenj Gradec (Šalek).....	44
Slika 21: Zelena pregrada med regionalno cesto in stanovanjskimi bloki .....	45
Slika 22: Predel med stanovanjskimi bloki v KS Šalek.....	46
Slika 23: Razporeditev merilnih mest v KS Konovo .....	48
Slika 24: Ulice v KS Konovo .....	48
Slika 25: Karta meritev v KS Konovo.....	49
Slika 26: Ulica Dušana Kvedra .....	52
Slika 27: Lesena protihrupna ograja .....	54
Slika 28: Transportna protihrupna ograja.....	54
Slika 29: Sončni moduli na protihrupni ograji .....	54
Slika 30: Navadni lovorikovec.....	56
Slika 31: Humko zelena stena .....	57

## Kazalo grafov

Graf 1: Dnevno število motornih vozil na cestnem odseku Velenje –Slovenj Gradec .....	27
Graf 2: Dnevno število motornih vozil na cestnem odseku Kranj zahod–Polica.....	27
Graf 3:Dnevno število motornih vozil na cestnem odseku Celje–Celje (Polule).....	27
Graf 4: Svetovna populacija.....	28
Graf 5: Število prvo registriranih osebnih vozil.....	28
Graf 6: Število motornih vozil – Gorica, podatki za 2009 .....	29
Graf 7: Število motornih vozil – Šalek.....	30
Graf 8: Število motornih vozil – Konovo, podatki za 2009.....	31
Graf 9: Meritve tik ob državni (Goriški) cesti .....	36
Graf 10: Hrupna obremenitev državne (Goriške) ceste (za zeleno pregrado).....	37
Graf 11: Hrupna obremenitev Splitske ulice .....	38
Graf 12: Hrupna obremenitev na Cesti IX.....	39
Graf 13: Hrupna obremenitev na Cesti X.....	39
Graf 14: Hrupna obremenitev na Cesti na Vrtače .....	39
Graf 15: Meritve hrupa na območju KS Gorice (na sliki 12 označeno od 003 - 096).....	40
Graf 16: Hrupna obremenitev ob regionalni cesti Velenje-Slovenj Gradec.....	44
Graf 17: Hrupna obremenitev ob vznožju stanovanjskih blokov .....	45
Graf 18: Hrupna obremenitev med stanovanjskimi bloki v KS Šalek .....	46
Graf 19: Meritve hrupa KS Šalek .....	47
Graf 20: Hrupna obremenitev na ulici Dušana Kvedra .....	50
Graf 21: Hrupna obremenitev Konovske ceste .....	51
Graf 22: Hrupna obremenitev Malgajeve ceste .....	51

## Kazalo preglednic

Preglednica 1: Lestvica hrupa v dB (A).....	17
Preglednica 2: Reducirana tabela zvočnih ravni.....	19
Preglednica 3: Mejne vrednosti kazalcev hrupa $L_{NO\check{C}}$ in $L_{DVN}$ za posamezna območja varstva pred hrupom .....	26
Preglednica 4: Kritične vrednosti kazalcev hrupa $L_{NO\check{C}}$ in $L_{DVN}$ za posamezna območja varstva pred hrupom .....	26

### Slovar pojmov in kratic:

- JPP (javni mestni prevoz)
- Hz (Herz)
- W (moč zvoka v vatih)
- dB (A) (raven moči zvoka v decibelih)
- SZO (svetovna zdravstvena organizacija)
- NPVO (Nacionalni program varstva okolja)
- MOV (Mestna občina Velenje)
- L (dvn) (kazalec hrupa dan-večer-noč za celovito motnjo)
- L (noč) (kazalec nočnega hrupa za motnjo spanca)

## **1. Uvod**

Hrup je danes eden večjih onesnaževalcev okolja. Povzročajo ga različni dejavniki. Eden pomembnejših dejavnikov so urbana območja, ki se hitro razvijajo in posledično se v njih povečuje število prebivalstva. Veliko je ljudi, ki se vsakodnevno vozijo z avtomobili v službo, peljejo otroke v šolo ali vrtec in s tem obremenjujejo okolje s hrupom. Glede na hiter razvoj urbanih območij sta največja onesnaževalca s hrupom cestni promet in v manjši meri železniški promet. V Sloveniji je veliko dnevnih migracij, kar dodatno obremenjuje okolje.

Analiza izpostavljenosti hrupu ob pomembnih cestah v Sloveniji je pokazala, da je več kot 136.000 prebivalcev izpostavljenih ravnemu hrupu, ki so višje od 55 dB(A), od tega okoli 30.000 prebivalcev, ki živijo v neposredni bližini cest, ravnem, višjim od 65 dB(A), in 686 prebivalcev ravnem, ki presegajo 75 dB(A). Najbolj obremenjen odsek pri avtocestah in hitrih cestah je odsek Brezovica–Vrhnika, pri ostalih cestah pa odsek Miklavž–Hajdina in odsek Cesta proletarskih brigad-Tržaška cesta v Mariboru. Nočnemu hrupu nad 50 dB(A) je izpostavljenih skoraj 86.000 prebivalcev. Skupaj je bilo prekomernemu hrupu ob pomembnih cestah izpostavljenih 7 %, v nočnem času pa 4 % vseh prebivalcev Slovenije (Medmrežje 22).

Zaskrbljujoče je, da se v avtomobilih v večini primerov vozi samo eden. Če bi bile te zadeve bolje organizirane in bi se na primer sodelavci vozili skupaj v enem avtomobilu, bi se lahko zmanjšalo število vozil in posledično onesnaževanje s hrupom. Veliko bi pripomogla tudi večja uporaba JPP.

## **1.2 Namen in cilji diplomske naloge**

V diplomski nalogi smo se osredotočili na občino Velenje in sicer na KS Šalek, KS Gorico in KS Konovo. V teh treh krajevnih skupnostih smo opravil meritve hrupa, ki so prikazane v nalogi. Izdelali smo karte hrupa, določili območja, ki so najbolj obremenjena in predlagali ustrezne rešitve za zmanjšanje hrupa.

## **1.3 Hipoteze**

H1: Hrup se z razdaljo od izvora nastanka (cestišča) znižuje.

H2: Zelena pregrada, ki je nasajena med cestiščem in hišami na območju Gorice, zmanjšuje hrup, ki nastaja na cestišču.

H3: Na območju Šaleka bodo meritve, opravljene 1 m od cestišča regionalne ceste Velenje–Slovenj Gradec za odbojno ograjo, povprečno dosegale nad 75 dB(A). (zelo moteče).

## 2. Predstavitev območja

Mestna občina Velenje zajema 16 krajevnih skupnosti in 4 mestne četrti (Medmrežje 1).

Obravnane rajevne skupnosti v Mestni občini Velenje, so spodaj poudarjene:

<ul style="list-style-type: none"><li>• KS Bevče,</li><li>• KS Cirkovce,</li><li>• <b>KS Gorica,</b></li><li>• KS Kavče,</li><li>• <b>KS Konovo,</b></li><li>• KS Paka pri Velenju,</li><li>• KS Pesje,</li><li>• KS Plešivec,</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• KS Podkraj,</li><li>• KS Stara vas,</li><li>• KS Štaro Velenje,</li><li>• <b>KS Šalek,</b></li><li>• KS Šentilj,</li><li>• KS Škale – Hrastovec,</li><li>• KS Šmartno in</li><li>• KS Vinska Gora.</li></ul>
--	--

Mestne četrti v Mestni občini Velenje:

- MČ-desni breg
- MČ-levi breg-zahod
- MČ-levi breg-vzhod

Opisali smo tri krajevne skupnosti, na katere smo se osredotočil v diplomski nalogi: KS Gorica, KS Šalek in KS Konovo. Te tri krajevne skupnosti smo izbrali zato, ker so že v letnem prostorskem načrtu občine Velenje omenjene kot problematična območja obremenjena s hrupom (Podatki MOV).

## 3. Osnovne značilnosti KS Gorica, KS Šalek in KS Konovo (Podatki MOV: 20. 6. 2012).

### 3.1 KS Gorica

Je strnjeno naselje vrstnih enodružinskih hiš. Leži na pobočju, ki se dviguje do višine 480 n.m. Tu živi okrog 1000 prebivalcev, približno trije prebivalci na stanovanjski objekt. Največji vir hrupa je državna (Goriška) cesta, ki pelje skozi krajevno skupnost v manjši meri pa hrup povzroča tudi (košnja trave, obnova hiš, obrezovanje žive meje, gradbišče, ...) (Podatki MOV: 20. 6. 2012).

### 3.2 KS Šalek

Je strnjeno blokovsko naselje ter leži na dolinskem dnu na 410 n.m. Tu živi okrog 2000 prebivalcev, približno trije prebivalci na stanovanjsko enoto. Največji vir hrupa je regionalna cesta Velenje-Slovenj Gradec (Podatki MOV: 20. 6. 2012).

### 3.3 KS Konovo

Je strnjeno naselje enodružinskih hiš, ki leži na pobočju do 450 n.m. Tu živi okrog 450 prebivalcev, približno trije prebivalci na stanovanjsko enoto. Največji vir hrupa je lokalna cesta (Ulica Dušana Kvedra in Konovska ulica) in še nekaj drugih manjših virov kot so košnja trave, obnova hiš, obrezovanje žive meje, ...) (Podatki MOV: 20. 6. 2012).



Slika 1: Območje KS Gorica

(Vir: Medmrežje 16)



Slika 2: Območje KS Šalek

(Vir: Medmrežje 16)



Slika 3: Območje KS Konovo

(Vir: Medmrežje 16)

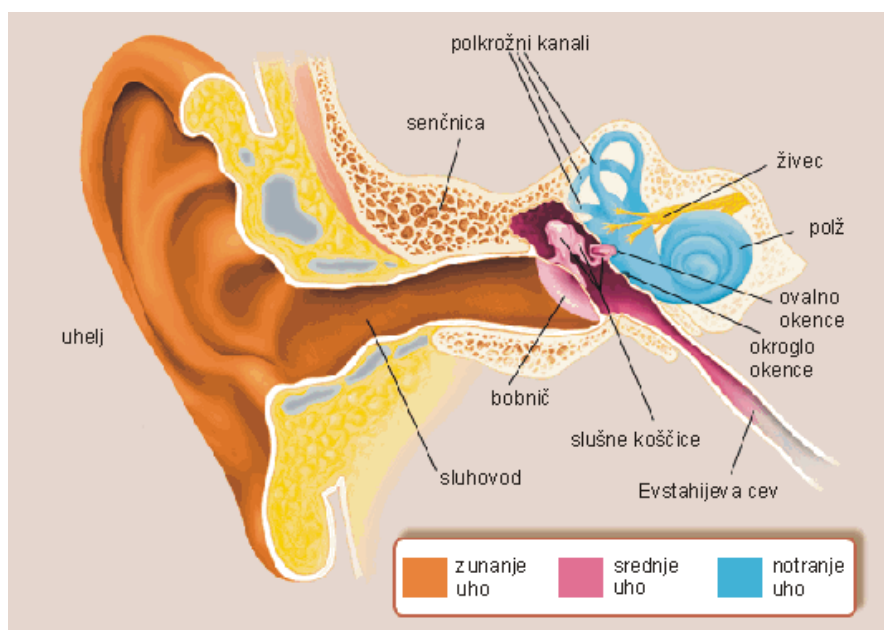
## 4. Zvok

Zvok ali zvočno valovanje je pojav, ki nastane pri mehanskem nihanju materialnih delcev v nekem mediju, ki ima maso in elastičnost, v slišnem področju frekvenc (Čudina, 2001).

Je vse kar slišimo v naši okolici. V vsakodnevem življenju je ključen dejavnik pri medsebojni komunikaciji, zaznavanju prostora in nevarnosti okoli nas; od sproščenega poslušanja glasbe do navijanja za tvoj najljubši klub. Zvok doprinese zadovoljstvo v naša življenja. Omogoča nam orientiranje v prostoru, naravi in sprejemanju signalov. Velikokrat je bil uporabljen za inspiracijo vojakov, za začetek gibanja revolucije in navdih športnikom, da so dosegli nova osebna merila v športu. Ob pomoči zvoka lahko opravljamo vsakodnevne aktivnosti, ki so potrebne za normalno življenje. Ljudje, ki slišijo normalno in nimajo problemov z zaznavanjem zvokov, ne cenijo pomena zvoka toliko kot ljudje, ki so naglušni ali gluhi. Slišno območje človeka je med 16 Hz in 20.000 Hz (Čudina, 2001).

### 4.1 Zaznavanje zvoka

Zvočno valovanje potuje po sluhovodu do bobniča, ki posreduje tresljaje slušnim koščicam, te pa jih skozi membrano ovalnega okenca posredujejo tekočini v koščnem polžu. Zatresejo se membrane osrednjega kanala, še zlasti osnovna membrana, na kateri so čutne celice. Ob stiku dlačic teh celic s krovno membrano se sproži električni impulz, ki ga slušni živec prenese do slušnega središča v velikih možganih. Zaznavanje višine tona je odvisno od tega, na katerem mestu vzdolž polža so se zaradi nihanja osnovne membrane vzdražile čutne celice Cortijevega organa (Korošak, B. 2001).



Slika 4: Zgradba ušesa

(Vir: Medmrežje 18)



Zvok je zelo pomemben za vsakodnevno življenje. Glasnejši zvok različno vpliva na ljudi. V tem primeru začnemo govoriti o hrupu, ki je v večini primerov škodljiv za ljudi. Nekatere ne moti druge pa zelo. Ljudje imamo različno izostrena čutila, zato nekatere hrup moti bolj kot druge.

#### **4.2 Frekvenca zvoka**

Telo, ki vibrira, ustvarja zvok. Pri tem nastajajo spremembe v zračnem tlaku, ki potujejo po zraku kot valovi in povzročajo zvok. Frekvenca zvoka pomeni število zvočnih valov na sekundo. Zaznavamo jo kot višino tona. Enota za frekvenco je herc. Zvok z nizko višino tona ima nizko frekvenco, zvok z visoko višino tona pa visoko frekvenco. Zdrav, mlad človek lahko sliši zvoke s frekvencami v razponu od 16 do 20.000 Hz. Zvok človeškega govora običajno sega med 300 in 3000 Hz. Slišno frekvenčno področje se s starostjo človeka zmanjšuje (Hrup cestnega, 2000).

#### **4.3 Zvočni tlak**

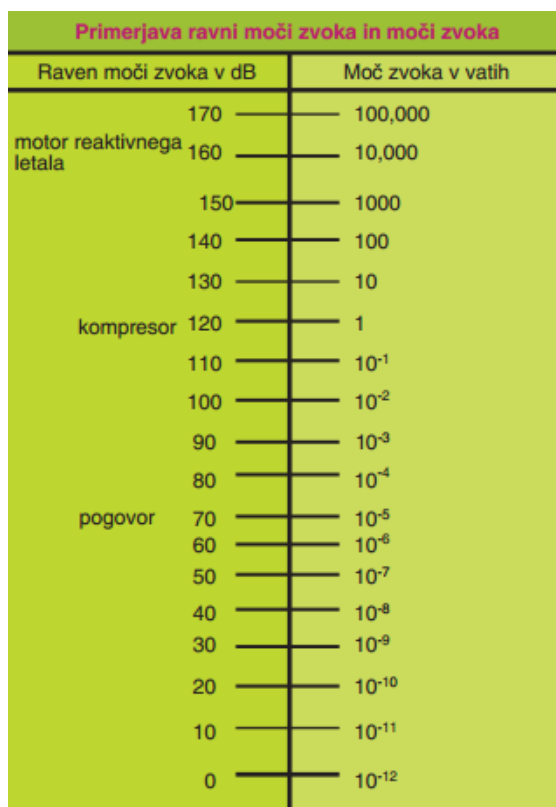
Je količina spreminjanja zračnega tlaka, ki ga povzroča vir zvoka. To zaznavamo kot glasnost.

Primer: če na boben udarimo zelo narahlo, se površina bobna premakne za zelo majhno razdaljo. Če udarimo močneje, se njegova površina premakne dlje od začetnega položaja. Posledica tega je povečanje tlaka, kar poslušalec zazna kot glasnejši zvok. Zvočni tlak je odvisen od okolice, v kateri je vir. Zvok bobna v majhni kopalnici je glasnejši od tistega na sredini nogometnega igrišča, čeprav smo v obeh primerih od njega enako oddaljeni. Zvočni tlak je odvisen tudi od oddaljenosti poslušalca od vira. Bolj ko je človek oddaljen od vira, šibkejši je zvok, ki pride do njega. Zvočni tlak je izražen v paskalih, pogosteje pa se kot enota uporablja decibel (Tratnik, 2009).

#### **4.4 Moč zvoka**

Je energija zvoka, ki se širi od vira zvoka na neko sredstvo. Vir zvoka ima določeno moč zvoka, ki se ne spreminja glede na različno postavitve v okolico. Moč zvoka je izražena v vatih. Pogosteje se kot enota za merjenje moči zvoka uporablja enota dB(A) in to za merjenje ravni moči zvoka.

Večja je razdalja od vira zvoka, manjša je raven zvočnega tlaka. Zato je zelo pomembno, kako daleč od vira zvoka smo. Večja je razdalja od vira hrupa, manjše je tveganje zaradi izpostavljenosti hrupu (Tratnik, 2009).



Slika 5: Primerjava ravni moči v dB in W

(Vir: Tratnik, 2009, 20.1.2014)

Iz zgornje tabele lahko razberemo, da majhna razlika v dB(A) pomeni veliko razliko moči zvoka. Moč zvoka pri 100 dB(A) je 10–krat večja kot pa moči zvoka pri 90 dB(A) in 100–krat večja od moči zvoka pri 80 dB(A).

#### 4.5 Raven zvoka in dB(A)

Glasnost zvoka za obravnavanje in merjenje hrupa običajno navajamo kot raven zvoka ali raven hrupa in jo izražamo v decibelih. Občutljivost človeškega ušesa za zvok je odvisna od frekvence zvoka. Nekatere frekvence zvoka slišimo bolje od drugih. Če slišimo dva zvoka, ki sta enako glasna, vendar imata različno visoke tone, je mogoče, da bomo en zvok dojemali glasneje kot drugega. To se zgodi zato, ker slišimo zvok z višjo frekvenco (npr.: 4000 Hz) veliko bolje od zvoka z nizko frekvenco (npr. 200 Hz). To posebnost človeškega sluha upoštevamo pri meritvah hrupa z uporabo merilnika s filtrom A. Prirejen je tako, da se odziva na zvok približno tako, kot zvok zaznava človeško uho (Hrup cestnega, 2000).

Če želimo z instrumentom meriti ravni tako glasno, kot jih zaznava uho, ga moramo ustrezno popraviti: vanj vgradimo standardizirani filter, npr. filter A. Odčitki z vklopljenim filtrom ustrezajo približno tisti glasnosti, kot jo sliši človeško uho. Če filter ni vključen, merimo linearne ravni, ki jih označujemo z dB. Biti moramo pozorni na to, da se lahko izmerjeni (ali navedeni) vrednosti v dB ali dB(A) močno razlikujeta (Gspan, 2006).

Preglednica 1: Lestvica hrupa v dB (A)

(Vir: Medmrežje 1)

Raven hrupa dB(A)	Prag	Prostor/Aktivnost	Učinek
130 - 140		reaktivno letalo pri vzletu, strel iz puške (bližina)	
120 - 130		pnevmatska kladiva, rezanje s plazmo	Tveganje za trajno izgubo sluha pri izpostavljenosti več kot 30 sekund.
120	<b>Prag bolečine</b>	udarec strele (v bližini)	
110 - 120		valjarna, kovačnica	Tveganje za trajno izgubo sluha pri izpostavljenosti več kot 15 minut.
100 - 110		kompresorska strojnica, izpihovanje, glasen rock koncert	
90 - 100		tkalnica, brusilnica	
90		<b>Prag nevarnosti</b>	diskoteka, podzemna železnica
85 - 90		motorna kosilnica, industrijske hale, večji orkester, avtomobilska hrupa/alarm	Potrebni tehnični ukrepi v industriji.
80 - 85		električna brusilka, delovni stroji v industriji	Potrebni čepki/glušniki, poškodbe sluha pri trajni izpostavljenosti 8 ur dnevno.
80		<b>Prag rizika</b>	hrup ob avtocesti
70 - 80		prometna cesta, promet v mestu	Zelo moteče.
60 - 70		gospodinjske naprave, restavracija, veleblagovnica	
60		<b>Prag motnje in utrujenosti</b>	glasna pisarna
50 - 60		živahen pogovor	
40 - 50		mirna pisarna, običajni pogovor	
30 - 40		običajni hrup v stanovanju	Normalno.
20 - 30		šepetanje, tiha soba	Tiho.
5 - 10		dihanje, šelestenje listja	Komaj slišno.
0	<b>Prag slišnosti</b>	gluha komora	

## 5. Urbano okolje

Razumemo ga kot okolje na prostem in hrup v tem okolju kot splošni hrup, značilen za urbano okolje z vsemi običajnimi viri: promet, stroji, industrija, gradnja in podobne druge značilne dejavnosti ljudi v naseljenem področju. Kot naravno okolje razumemo zlasti neokrnjeno naravo, narodne parke ipd. Vanj seže tudi hrup iz naseljenega okolja, hrup prometnic, lastnih dejavnosti obiskovalcev teh območij, vzdrževalnih del npr. v gozdovih ipd. Posebno zahtevna glede hrupa so območja, kjer se zahteva posebno mirno okolje, npr. okolje zdravilišč, rekreacijskih centrov in bolnišnic (Hrup cestnega, 2000).

### 5.1 Bivalno okolje

So prostori, kjer ljudje bivamo in kamor seže hrup iz zunanjega okolja ali nastaja hrup zaradi običajnih dejavnosti, npr. zaradi gospodinjskih naprav, hišnih inštalacij, dvigal, govora in glasbe. Pogost je hrup v lokalih, kjer zaradi preglasne glasbe pogosto težko naročimo želeno pijačo natakarnju. Kjer zaradi prehrupne glasbe pogovor ni mogoč si po končani izpostavljenosti, npr. ob odmorih, vidno oddahnemo. Vsa ta izpostavljenost ni prostovoljna. Izpostavljeni smo še vrsti drugih virov hrupa, včasih celo nevarnih: npr. v lastnem avtu, pri uporabi slušalk, v disko klubu, na različnih prireditvah ipd. Zdravniki otologi ugotavljajo prizadetostjo sluha že mlade populacije. Okvare utemeljeno pripisujejo obiskom disko klubov ali drugim glasnim dejavnostim v prostem času. Pravimo, da smo izpostavljeni prostovoljnemu tveganju (Hrup cestnega, 2000).

## 6. Hrup

Hrup zelo onesnažuje okolje in moti veliko ljudi pri vsakodnevnem življenju in pri njihovih opravilih. Kdaj zvok postane hrup? Na to vprašanje je težko odgovoriti, saj ni točno določene meje. Na primer, glasno ropotanje motorja je za lastnika lahko nezaželena informacija, za mehanika pa je ta ropot lahko koristna informacija, saj na podlagi tega popravi napako. Hrup nas bo avtomatično bolj motil, če bomo verjeli, da je škodljiv za nas in da nas lahko spravi v nevarnost. Če pa verjamemo, da pristojne oblasti delajo vse, kar je v njihovi moči, da bi zmanjšale hrup, nas moti malo manj. Ampak nič od teh dejstev nas ne sme odvrniti od dejstva, da je hrup velik onesnaževalec, ki povzroča veliko škode.

Hrup je ena od oblik zvočnega valovanja. Vsako zvočno valovanje nosi določeno informacijo. Če je ta informacija razumljiva, koristna ali prijetna, potem je to zaželena informacija, ki jo imenujemo signal ali melodija, če pa je informacija nerazumljiva, nekoristna ali moteča, potem je to nezaželena informacija, ki jo imenujemo hrup, šum ali trušč. Hrup je torej nezaželena oblika zvoka, katerega definicija ni odvisna od jakosti zvoka ali njegove frekvence, ampak od poslušalca samega, njegovega kulturnega in ekonomskega položaja ter od časa in kraja (Čudina, 2001).

Obremenitev s hrupom je pomemben okoljski problem v hitro rastočih mestih. Cestni hrup je verjetno najmočnejša in prodorna oblika onesnaževanja s hrupom. Cestni hrup je danes postal resen problem zaradi neustreznega urbanističnega načrtovanja mesta v preteklosti. Domete, šole, urade in bolnišnice so zgradili v bližini glavnih cest brez zaščitnih pasov ali ustrezne zvočne izolacije. Problem se zaostre s povečanjem obsega prometa (težka tovorna vozila ter druga vozila), ki ga naši zgodnji urbanisti niso predvideli. Obremenitev s hrupom je eden glavnih onesnaževalcev okolja, ki se srečujejo v vsakdanjem življenju, in ima neposredne učinke na človekovo delovanje (Medmrežje 19).

Poznamo več različnih izvorov hrupa:

- hrup na delovnem mestu,
- hrup transporta na cestah,
- hrup železnic in
- hrup, ki prihaja od sosedov.

## 6.1 Ravni hrupa

Po svetu je dnevno več ljudi izpostavljenih hrupu, kot kateremu koli drugemu onesnaževalcu.

Na splošno so reakcije ljudi na različne ravni hrupa na prostem (pred bivalnim objektom) naslednje:

- moteno spanje pri odprtih oknih - 50 dB(A),
- moten pogovor pri odprtih oknih - 60 dB(A),
- moteno spanje in pogovor pri zaprtih oknih - 65 dB(A),
- splošne pritožbe prebivalcev - 70 dB(A) in
- možnost akustične travme pri trajni izpostavljenosti >75 dB(A).

Prekomerni hrup negativno vpliva na:

- koncentracijo in produktivnost,
- varnost pri delu (možne nesreče zaradi preslišanja zvočnih opozorilnih signalov) in
- zdravje (sluh, glasilke, stres).

V spodnji tabeli je prikazana soodvisnost med absolutnim padcem ravni hrupa in zaznavanjem zmanjšanja hrupa. Zmanjšanje hrupa za 5 dB(A) občutimo kot približno 30 % do 37 % izboljšanje (nekoliko različno od ravni hrupa). Če pa smo s protihrupnimi ukrepi zmanjšali hrup za 20 dB(A), to zaznamo kot 75 % do 90 % izboljšanje (Medmrežje 2).

Preglednica 2: Reducirana tabela zvočnih ravni

(Vir: Medmrežje 1)

Raven hrupa pred zmanjševanjem	Zmanjšanje ravni hrupa v dB													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
	Zmanjšanje ravni hrupa v %													
40 dB	17	24	31	37	43	48	53	58	63	71	77	82	87	90
50 dB	13	19	25	32	38	43	47	52	56	63	69	75	80	84
60 dB	12	18	24	29	34	38	42	46	50	56	62	69	73	78
70 dB	12	17	22	26	30	34	38	42	45	52	58	64	68	72
80 dB	15	21	27	33	38	42	47	50	54	59	64	67	71	75
90 dB	15	22	28	34	39	44	48	52	55	62	67	72	76	79
100 dB	16	23	30	35	40	44	49	53	57	63	69	74	77	81
110 dB	16	24	30	36	41	46	51	55	59	66	71	75	79	82
120 dB	17	25	32	38	43	48	53	58	61	68	73	77	81	84
130 dB	17	24	31	37	42	47	52	56	60	67	73	77	81	84

### **6.1.1 Škodljivi učinki hrupa na zdravje ljudi**

Škodljivi učinek je definiran kot sprememba v morfologiji in fiziologiji organizma, ki se kaže kot poškodba funkcionalnih sposobnosti ali kot okvara zmožnosti obvladovanja dodatnega stresa ali povečanja občutljivosti organizma za druge škodljive učinke iz okolja (SZO, 1994). Definicija zajema kratkotrajne in dolgotrajne učinke na zmanjšanje fizične, duševne ali socialne funkcije človeka oziroma človeškega organa.

Hrup lahko povzroči škodljive učinke kot so:

- poškodbe sluha (naglušnost, tinitus),
- motnje spanja ali počitka,
- povišanje krvnega tlaka,
- okvare srca in ožilja,
- motnje pri koncentraciji, učenju in pogovoru,
- zmanjšana učinkovitost pri delu,
- vznemirjenost,
- psihofizične motnje in
- kombinirani učinki različnih virov hrupa in drugih faktorjev (Medmrežje 3).

## **6.2 Vplivi okoljskega hrupa na počutje in zdravje ljudi**

### **6.2.1 Poškodbe sluha**

Pri izpostavljenosti nivoju hrupa ekvivalentno 24h pri 70 dB(A) oziroma ekvivalentno 8h pri 75 dB(A) poškodb sluha ne pričakujemo. Izpostavljenost, ki presega ekvivalentno raven, 1h pri 85 dB(A), pa že lahko predstavlja možnost okvare sluha. Šumenje v ušesih ali tinitus je zvok, ki ga slišimo brez zunanje zvočne stimulacije. Osebe s tinitusom ta zvok pogosto opišejo kot zvonjenje, šumenje, brenčanje, bučanje, sikanje, ščebetanje, pojavljanje pulzirajočih glasov in podobno. Pomembno je, da pri stalnem šumenju v ušesih obiščemo zdravnika, da preveri možne vzroke (Medmrežje 4).

Ekvivalentna raven je energijski ekvivalent oz. logaritem linearnega povprečja jakosti zvoka v časovnem intervalu. Ekvivalentna raven je tista raven, ki bi bila konstantna v intervalu opazovanja in bi po energiji ustrezala dejanskim spremenljivim ravnem tekom opazovanega dogodka (Gspan, 2006).

Točke 6.2.2 do 6.2.9 so povzete po viru Medmrežje 5.

### **6.2.2 Motnje pri sporazumevanju**

Hrup iz okolice nas moti pri razumevanju govora, v stanovanju pa zmanjša možnost zaznavanja pomembnih signalov kot so zvonec na vratih, zvonjenje telefona, razni alarmi in tudi motnje pri poslušanju glasbe ipd. Nezmožnost razumevanja govora lahko povzroči vrsto osebnih težav in vedenjskih sprememb. Posebno občutljivi so otroci v obdobju, ko se učijo govoriti in brati.

### **6.2.3 Motnje spanja**

Nemoteno spanje je predpogoj za dobro fiziološko in mentalno delovanje organizma. Poleg neposrednih učinkov nemirnega spanja, sprememb v krvnem tlaku in hitrosti bitja srca so pomembni tudi sekundarni učinki, kot so utrujenost, depresivno počutje in zmanjšana učinkovitost pri delu. Za dober spanec oziroma počitek hrup v prostoru ne sme presegati 45 dB(A) za posamezne hrupne dogodke.

### **6.2.4 Fiziološke funkcije**

Pri dolgotrajni izpostavljenosti visokemu nivoju hrupa se lahko pri bolj občutljivih posameznikih v populaciji razvijejo trajni učinki, kot je povišan krvni tlak in ishemične bolezni srčno-žilnega sistema. Hrup povzroči tudi refleksne odgovore, še posebej, če se pojavi nepričakovano in gre za neznano vrsto hrupa.

### **6.2.5 Mentalno zdravje**

Neposredni vplivi hrupa na mentalno zdravje niso dokazani, domneva pa se, da lahko pospeši in poslabša obstoječe mentalne motnje.

### **6.2.6 Učinkovitost**

Posebej pri delavcih in otrocih lahko hrup vpliva na učinkovitost pri reševanju zahtevnih miselnih nalog. Največji je vpliv pri nalogah kot so branje, koncentracija, reševanje problemov in spomin. Predvsem impulzivni hrupni dogodki lahko povzročijo moteče učinke, ki so posledica refleksnega odgovora.

### **6.2.7 Socialno vedenje in vznemirjenost**

Vznemirjenost zaradi hrupa ni samo posledica nivoja hrupa, temveč tudi socialnih, ekonomskih in psiholoških faktorjev. Zato anketne raziskave pogosto ne pokažejo jasne povezanosti vznemirjenosti z nivojem okoljskega hrupa. Hrup nad 80 dB(A) lahko zmanjša stopnjo pomoči drugemu in poveča agresivnost. Pri šolarjih lahko visok nivo hrupa povzroči občutek nemoči. Intenzivnejši odgovori so bili opaženi v primeru, ko hrup spremljajo vibracije ali nizke frekvence zvoka oziroma ko je hrup impulziven (pok, strel). Kljub temu obstaja skrb, da bi za dobro oceno vpliva morali opraviti oceno izpostavljenosti pri posamezniku, posebej v bolj kompleksnih primerih.

### **6.2.8 Kombinirani učinki hrupa iz različnih virov**

Predvsem v gosto naseljenih področjih so prebivalci izpostavljeni različnim virom hrupa. Pri oceni vpliva na zdravje in počutje prebivalcev je treba upoštevati vse vire v obdobju 24 ur ter previdnostne principe, če želimo zagotoviti trajnostni razvoj.

### **6.2.9 Občutljive skupine**

Primeri občutljivih skupin so osebe s posebno boleznijo (npr. visok krvni tlak), osebe v zdraviliščih ali rehabilitacijskih centrih, osebe, ki se ukvarjajo s posebno zahtevnimi nalogami, slepe osebe, osebe s prizadetim sluhom, zarodki, dojenčki in majhni otroci ter starejši ljudje.

## **7. ZAKONODAJA**

### **7.1 Zakon o varstvu okolja**

Je temeljni dokument za urejanje in pripravo strokovnih podlag, ki 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.

Poudarjeni namen in cilji tega zakona so (Medmrežje 13):

- preprečitev in zmanjšanje obremenjevanja okolja,
- ohranjanje in izboljševanje kakovosti okolja,
- trajnostna raba naravnih virov,
- zmanjšanje rabe energije in večja uporaba obnovljivih virov energije ter
- odpravljanje posledic obremenjevanja okolja.

Za doseganje ciljev iz prejšnjega odstavka se (Medmrežje 13):

- spodbuja proizvodnjo in potrošnjo, ki prispeva k zmanjšanju obremenjevanja okolja,
- spodbuja razvoj in uporabo tehnologij, ki preprečujejo, odpravljajo ali zmanjšujejo obremenjevanje okolja in
- plačuje onesnaževanje in raba naravnih virov.

Predpisi, ki urejajo področje varstva pred hrupom (Medmrežje 23):

- uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju,
- pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu hrupa za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje,
- uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju in
- EU direktiva 2002/49/ES o ocenjevanju in upravljanju okoljskega hrupa.



### **7.1.2 Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Medmrežje 14)**

Ta uredba v skladu z Direktivo Evropskega parlamenta in Sveta 2002/49/ES z dne 25. junija 2002 o ocenjevanju in upravljanju okoljskega hrupa (Ur. L. št. 189 z dne 18. 7. 2002, str. 12; v nadaljnjem besedilu: Direktiva 2002/49/ES) in Priporočilom Komisije 2003/613/ES z dne 6. avgusta 2003 v zvezi z navodili o revidiranih začasni računskih metodah industrijskega hrupa, hrupa letališč, hrupa cestnega in železniškega prometa ter s hrupom povezanih emisijskih podatkov (Ur. l. št. 212 z dne 22. 8. 2003, str. 49) določa zaradi varstva naravnega in življenjskega okolja pred hrupom:

- stopnje zmanjševanja onesnaževanja okolja s hrupom,
- mejne vrednosti kazalcev hrupa v okolju,
- kritične vrednosti kazalcev hrupa v okolju,
- začasne metode za ocenjevanje kazalcev hrupa,
- prilagoditve, ki jih je treba upoštevati za izračun vrednosti kazalcev hrupa pri uporabi začasni metod za ocenjevanje kazalcev hrupa,
- ukrepe zmanjševanja emisije hrupa v okolje,
- zavezance za zagotovitev obratovalnega monitoringa hrupa za vire hrupa (v nadaljnjem besedilu: obratovalni monitoring) in
- vsebino okoljevarstvenega dovoljenja in primere, za katere okoljevarstvenega dovoljenja ni treba pridobiti.

Določbe te uredbe se uporabljajo za hrup v okolju, ki ga na posameznem območju osnovne namenske rabe prostora, občutljivem za hrup v okolju, povzročajo stalne ali občasne emisije hrupa enega ali več virov obremenjevanja okolja s hrupom.

Določbe te uredbe se ne uporabljajo za hrup:

- ki ga povzroča hrupu izpostavljeni človek sam,
- ki nastane zaradi del v gospodinjstvih,
- ki ga povzročajo prebivalci v sosednjih stanovanjih oziroma stanovanjskih stavbah,
- na delovnem mestu,
- ki nastane znotraj prevoznih sredstev,
- zaradi vojaških, obrambnih ali zaščitnih dejavnosti na območjih za potrebe obrambe in na območjih za potrebe varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, določenih v skladu s predpisi, ki urejajo prostor, ali če nastaja zaradi izvajanja nalog v zvezi z obrambo države oziroma pri opravljanju varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami (Medmrežje 14).

Stopnje zmanjševanja onesnaževanja okolja s hrupom, ki so določene za posamezne površine glede na občutljivost za škodljive učinke hrupa, so naslednje stopnje varstva pred hrupom:

a) I. stopnja varstva pred hrupom za vse površine na mirnem območju na prostem, ki potrebujejo povečano varstvo pred hrupom, razen površin na naslednjih območjih (v nadaljnjem besedilu: I. območje varstva pred hrupom):

- na območju prometne infrastrukture,
- na območju gozdov na površinah za izvajanje gozdarskih dejavnosti,
- na območju za potrebe obrambe in
- na območju za potrebe varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami.

b) II. stopnja varstva pred hrupom za naslednje površine podrobnejše namenske rabe prostora, na katerem ni dopusten noben poseg v okolje, ki je moteč zaradi povzročanja hrupa (v nadaljnjem besedilu: II. območje varstva pred hrupom):

- na območju družbene infrastrukture površine za zdravstvo v neposredni okolici bolnišnic, zdravilišč in okrevališč,
- na območju stanovanj čiste stanovanjske površine, stanovanjske površine za posebne namene in površine počitniških hiš ter
- na posebnem območju, ki je namenjeno površini za turizem.

c) III. stopnja varstva pred hrupom za naslednje površine podrobnejše namenske rabe prostora, na katerih je dopusten poseg v okolje, ki je manj moteč zaradi povzročanja hrupa (v nadaljnjem besedilu: III. območje varstva pred hrupom):

- na območju stanovanj: splošne stanovanjske površine in stanovanjske površine s kmetijskimi gospodarstvi,
- na območju družbene infrastrukture: površine za vzgojo, izobraževanje, šport, zdravstvo, kulturo, javno upravo in opravljanje verskih obredov,
- na območju zelenih površin: površine za rekreacijo in šport, parki in pokopališča,
- na mešanem območju vse osrednje in mešane površine in
- na območju vodnih zemljišč vse površine razen površin vodne infrastrukture in površin na mirnem območju na prostem.

d) IV. stopnja varstva pred hrupom za stavbe z varovanimi prostori na naslednjih površinah podrobnejše namenske rabe prostora, na katerih je dopusten poseg v okolje, ki je lahko bolj moteč zaradi povzročanja hrupa (v nadaljnjem besedilu: IV. območje varstva pred hrupom):

- na posebnem območju površine drugih območij, ki so namenjene za nakupovalna središča, sejmišča in zabaviščne objekte (npr. avtodrom, vrtiljak ali športno strelišče), in površine drugih podobnih območij,
- na območju proizvodnih dejavnosti: površine za industrijo, površine z objekti za kmetijsko proizvodnjo in površine za proizvodnjo,
- na območju prometne infrastrukture vse površine,
- na območju komunikacijske infrastrukture vse površine,
- na območju energetske infrastrukture vse površine,
- na območju okoljske infrastrukture vse površine,
- na območju vodnih zemljišč vse površine vodne infrastrukture,
- na območju mineralnih surovin vse površine, namenjene izkoriščanju mineralnih surovin,
- na območju kmetijskih zemljišč vse površine, razen na mirnem območju na prostem,
- na območju gozdov: vse površine za izvajanje dejavnosti z gozdarskega področja in vse površine gozda kot zemljišča, razen na mirnem območju na prostem,
- na območju za potrebe obrambe: vse površine, če hrup ne nastaja zaradi izvajanja nalog pri obrambi države oziroma pri opravljanju nalog varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami ter
- na območju za potrebe varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami: vse površine, če ne nastaja zaradi izvajanja nalog pri obrambi države oziroma pri opravljanju nalog varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami.

Mirno območje poselitve se lahko določi na katerem koli II. območju varstva pred hrupom ali na njegovem delu.

Ne glede na določbe prvega odstavka tega člena, mora biti na meji med I. in IV. območjem varstva pred hrupom ter na meji med II. in IV. območjem varstva pred hrupom območje, ki obkroža IV. območje varstva pred hrupom v širini z vodoravno projekcijo 1000 m in na katerem veljajo pogoji varstva pred hrupom za III. območje varstva pred hrupom.

Preglednica 3: Mejne vrednosti kazalcev hrupa  $L_{NO\check{C}}$  in  $L_{DVN}$  za posamezna območja varstva pred hrupom

(Vir: Medmrežje 15)

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

Preglednica 4: Kritične vrednosti kazalcev hrupa  $L_{NO\check{C}}$  in  $L_{DVN}$  za posamezna območja varstva pred hrupom

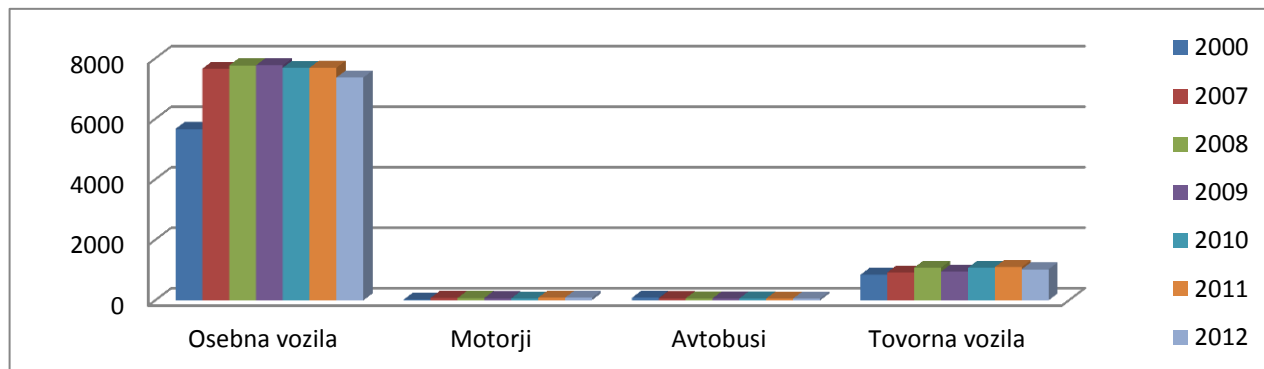
(Vir: Medmrežje 15)

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

## 8. Rezultati

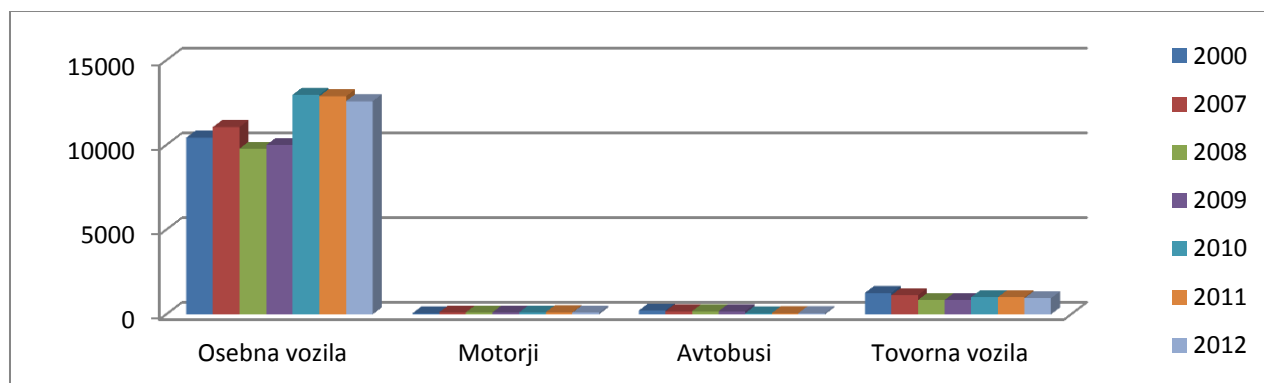
V empiričnem delu diplomske naloge smo uporabili podatke Direkcije Republike Slovenije za ceste o vrednostih hrupa na območjih KS Gorica, Šalek in Konovo. Podatke smo uredili v Excelu in jih grafično prikazali.

### 8.1 Promet za mesta Velenje, Kranj in Celje v Sloveniji med letoma 2000-2012.



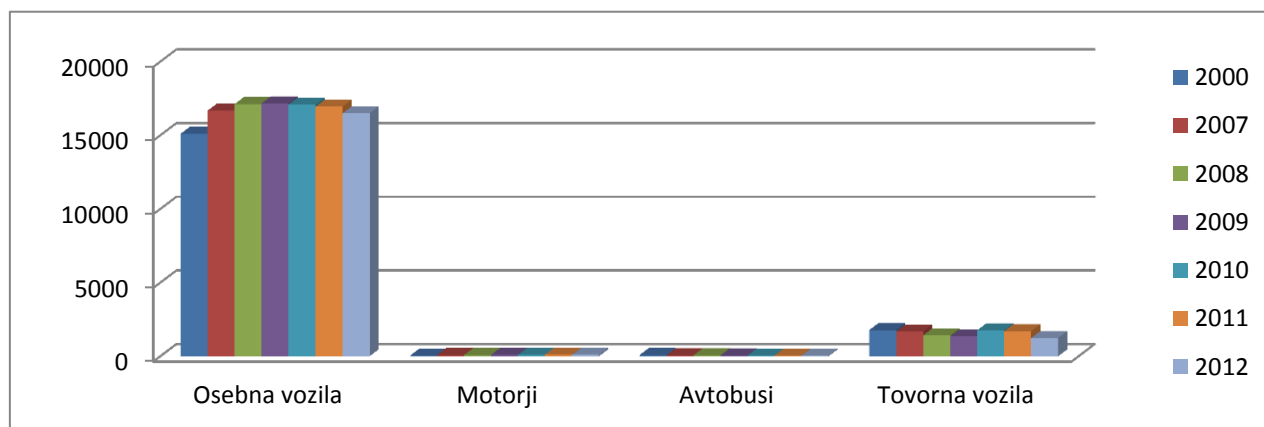
Graf 1: Dnevno število motornih vozil na cestnem odseku Velenje–Slovenj Gradec

(Vir: Direkcija RS za ceste)



Graf 2: Dnevno število motornih vozil na cestnem odseku Kranj zahod–Polica

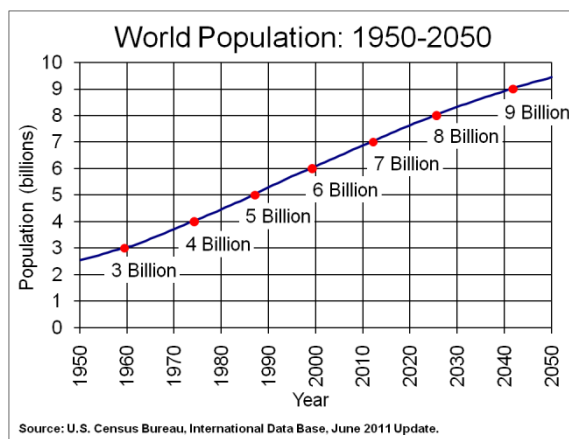
(Vir: Direkcija RS za ceste)



Graf 3: Dnevno število motornih vozil na cestnem odseku Celje–Celje (Polule)

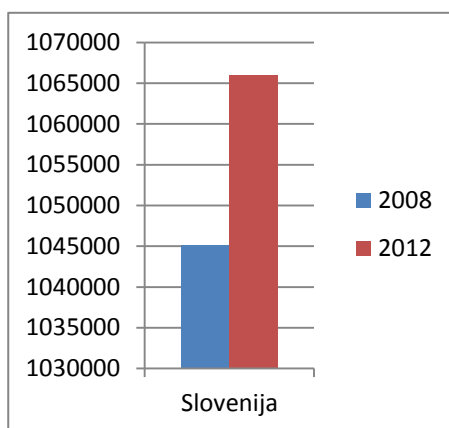
(Vir: Direkcija RS za ceste)

Kot lahko vidimo iz grafov 1, 2 in 3 se dnevno število osebnih avtomobilov od leta 2010 zmanjšuje. Podatek je presenetljiv, saj smo pričakovali, da se bo število prometa konstantno zviševalo, ker se prebivalstvo povečuje.



Graf 4: Svetovna populacija

(Vir: Medmrežje 20)



Graf 5: Število prvo registriranih osebnih vozil

(Vir: Medmrežje 21)

Leta 2008 je v Sloveniji in svetu prišlo do gospodarske krize oziroma recesije, ki se še pogloblja. To bi lahko bil glavni razlog, da se število motornih vozil od leta 2010 znižuje. Po drugi strani pa vidimo, da se je od leta 2008 do 2012 število prvič registriranih osebnih vozil povečalo.

Veliko ljudi je izgubilo delovna mesta in posledično so se dnevne migracije zmanjšale. Čedalje več je delavcev, ki se organizirajo in poskušajo v službo voziti skupaj v enem avtomobilu. S tem bi zmanjšali onesnaženost z hrupom, zmanjšali emisije in tudi delavcem bi ostalo več za potne stroške. Takšen način prevoza je treba spodbujati in težiti k temu, da se bo vse več ljudi posluževalo takšnega prevoza. Žal dandanes še preveliko-krat srečujemo polne ceste avtomobilov, v katerih se prevažata samo ena oseba.

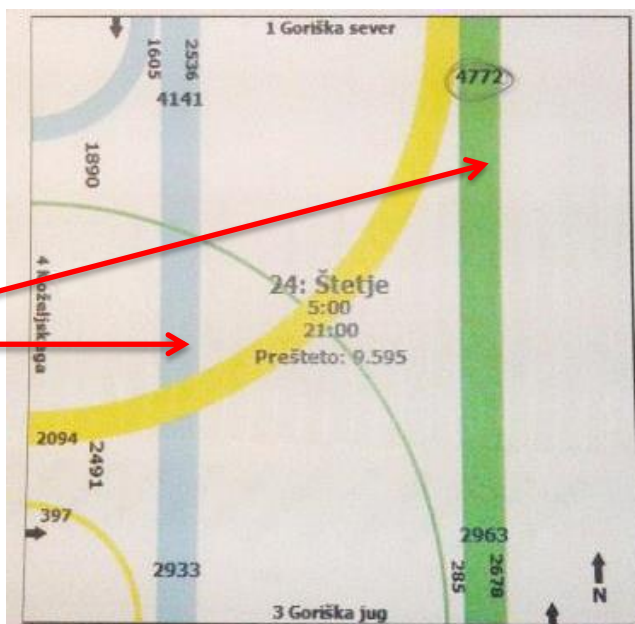
Čeprav podatki kažejo da se je število prvič registriranih osebnih vozil povečalo se dnevno število vozil na območjih Velenje–Slovenj Gradec, Kranj zahod–Polica in Celje–Celje (Polule) ni povečalo.

## 8.2 Obravnavana območja v diplomski nalogi

### 8.2.1 Gorica

Za KS Gorico in KS Konovo smo dobili podatke samo za leto 2009, zato ne moremo z gotovostjo trditi, ali se je promet povečeval ali zmanjševal. Če bi sklepali na podlagi podatkov iz prejšnjih let za mesta v Sloveniji, lahko sklepamo, da se je promet rahlo zmanjševal.

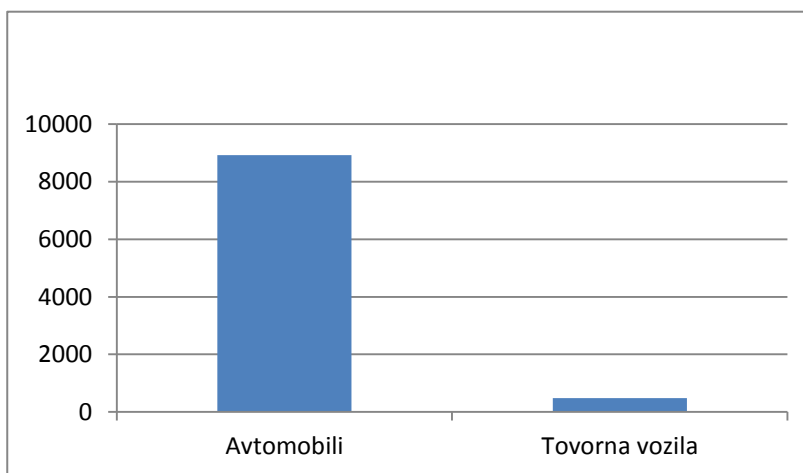
Število motornih vozil, ki so peljala po državni (Goriški) cesti.



Slika 6: Prikaz prometnih tokov na območju Gorice (križišče K24)

(Vir: Omega Consult, 2009)

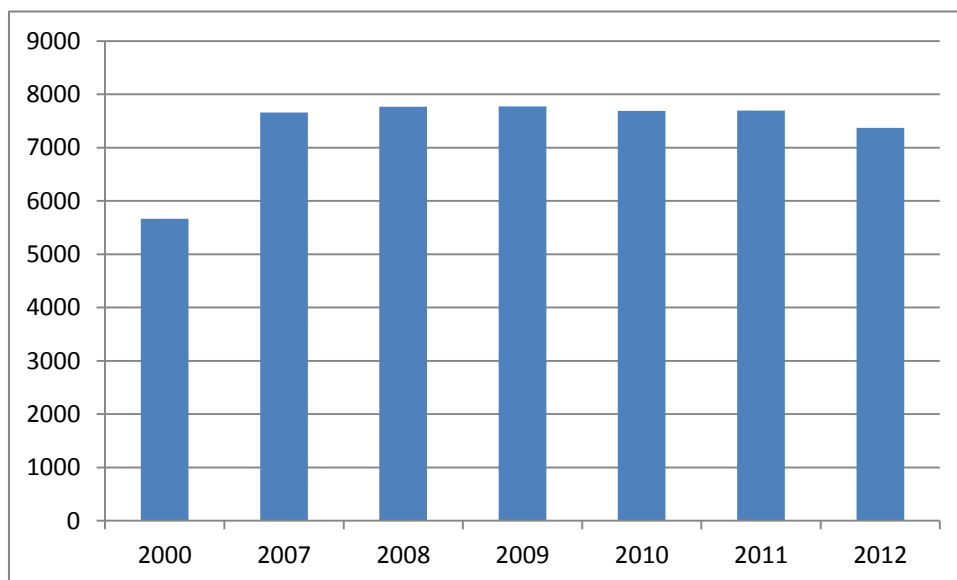
Križišče je v času med 5. in 21. uro prevozilo 9.595 vozil. Delež osebnih vozil je 93 %, delež tovornih vozil pa 5 %, kakor prikazuje spodnji graf. V križišču K24 je dominanten prometni tok na smeri Goriška sever–Goriška jug, ki predstavlja 54 % celotnega prometa. Smer Koželjskega–Goriška sever predstavlja 39 % celotnega prometa, smer Koželjskega–Goriška jug pa predstavlja 7 % celotnega prometa (Omega Consult, 2009).



Graf 6: Število motornih vozil – Gorica, podatki za 2009

(Vir: Direkcija RS za ceste)

## 8.2.2 Šalek

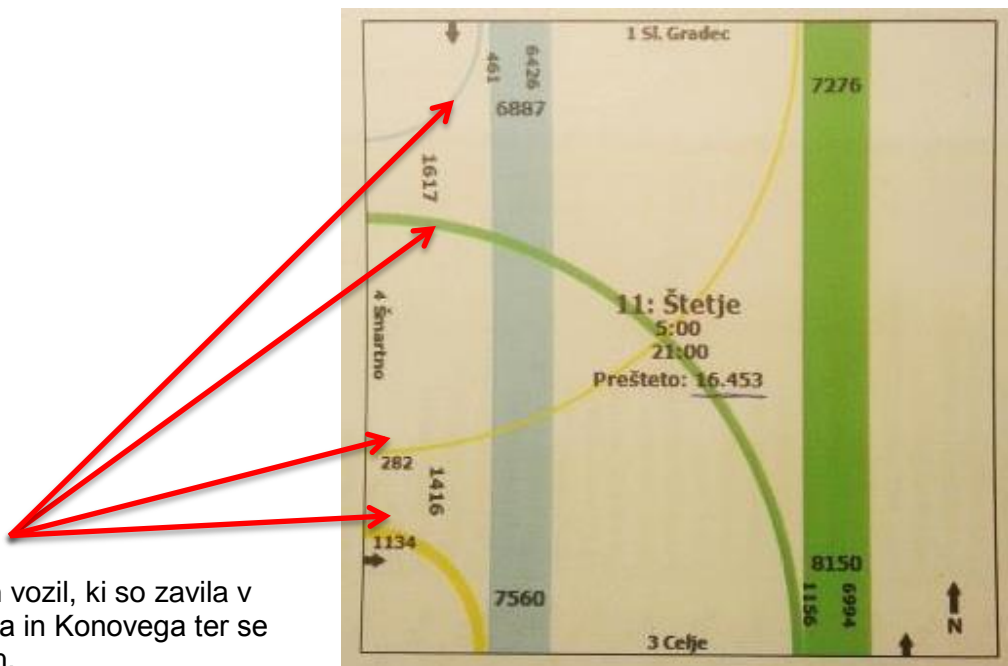


Graf 7: Število motornih vozil – Šalek

(Vir: Direkcija RS za ceste)



### 7.2.3 Konovo



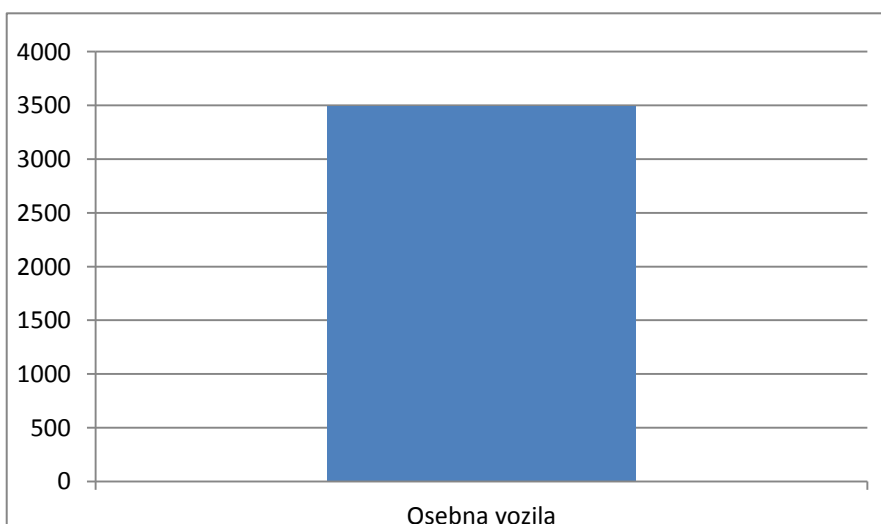
Število motornih vozil, ki so zavila v smeri Šmartnega in Konovega ter se odpeljala od tam.

Slika 7: Prikaz prometnih tokov na območju Gorice (križišče K11)

(Vir: Omega Consult, 2009)

Križišče je v času med 5. uro in 21. uro prevozilo 16.453 vozil. Delež osebnih vozil je 86 %, delež tovornih pa 13 %. Ostala vozila so minimalno udeležena. V križišču K11 je dominanten prometni tok v smeri Celje-Slovenj Gradec, ki predstavlja 82 % celotnega prometa. Smer Celje-Šmartno predstavlja 14 % celotnega prometa.

Podatki niso točni, saj ves promet ni šel do Konovega, ker so lahko nekateri zavili do blokov v Šaleku.



Graf 8: Število motornih vozil – Konovo, podatki za 2009

(Vir: Omega Consult, 2009)

### 8.3 Meritve hrupa

Hrup se močno spreminja z oddaljenostjo od vira (ceste), pomembna pa je tudi morebitna prisotnost fizičnih pregrad med virom (stavbe) in mestom merjenja.

Vse meritve so bile opravljene na prostem. Hrup ob prometnih konicah je bil merjen 2 metra od roba cestišča na višini 1,5 metra. Merjenje hrupa je potekalo ob delovnem dnevu med tednom in sicer od 10 do 15 ure. Opravljeno je bilo 193 meritev na območjih KS Šalek, Gorica in Konovo.

### 8.4 Merilna instrumenta

Za merjenje zvočnega tlaka smo uporabljali instrument znamke Brüel & Kjær - Type 2239A. Zvočni tlak nam poda glasnost v decibelih. Je enostaven prvovrsten merilec narejen posebej za merjenje okoljskega hrupa in meritve hrupa pri delu. Digitalni zaslon prikazuje zvočni tlak. Sprotne meritve je mogoče v instrumentu shranjevati in jih na koncu preko USB kabla prenesti v računalnik.

Za določanje lokacij merjenj hrupa smo uporabljali Garmin GPSMAP 60 CSx.

#### 8.4.1 Lastnosti instrumenta Brüel & Kjær-Type 2239A

- Upošteva vse mednarodne standarde (1.razred IEC in ANSI)
- Ima nameščenih pet jezikov: angleški, nemški, francoski, španski in italijanski
- En linearni AC-izhod (npr.: za izdelavo usmerjenih posnetkov)
- Omogoča prenos podatkov na računalnik preko serijskega vmesnika
- Vse meritve je mogoče prenesti na nadaljnjo analizo s programsko opremo: Hrup Explorer tipa 7815, Ocenjevalec tipa 7820 in Zaščitnika tipa 7825 (Medmrežje 6).



Slika 8: Brüel & Kjær - Type 2239A

(Vir: .Medmrežje 6)

#### 8.4.2 Lastnosti naprave Garmin GPSMAP 60 CSx

Je visoko odziven GPS sprejemnik. Ima vgrajeno quad helix anteno z MCX priklopom za zunanjo anteno. Ni velik saj diagonala zaslona ne presega 7 cm. Skupaj z baterijama tehta 213g. Vgrajena ima dva senzorja, in sicer elektronski kompas in barometrični višinomer. Vsi podatki se zbirajo na razširitveni kartici microSD. Omogoča terensko delo tudi ponoči, saj sta zaslon in tipkovnica osvetljena z LED osvetlitvijo. V uporabi je lahko do 20 ur, potem pa je treba baterije menjati ali jih napolniti. Na napravi je predhodno naložena Evropska bazna karta s »turn by turn« navigacijo. Inštaliran ima zvočni alarm za prihod na cilj, bližinske točke, izven smeri, ...Prijazen je tudi do starejših uporabnikov, ki ne vidijo najbolje, saj si lahko poljubno nastavimo velikost številok za lažje branje. Vgrajeni višinomer omogoča prikaz trenutne višine, hitrost spuščanja in dviganja ter maksimalno in minimalno višino. Zelo pomembno je tudi, da je vodoodporen in združljiv z večino izdelkov MapSource.



Slika 9: Garmin GPSMAP 60 CSx

(Vir: Medmrežje 7)

## 8.5 Rezultati meritev

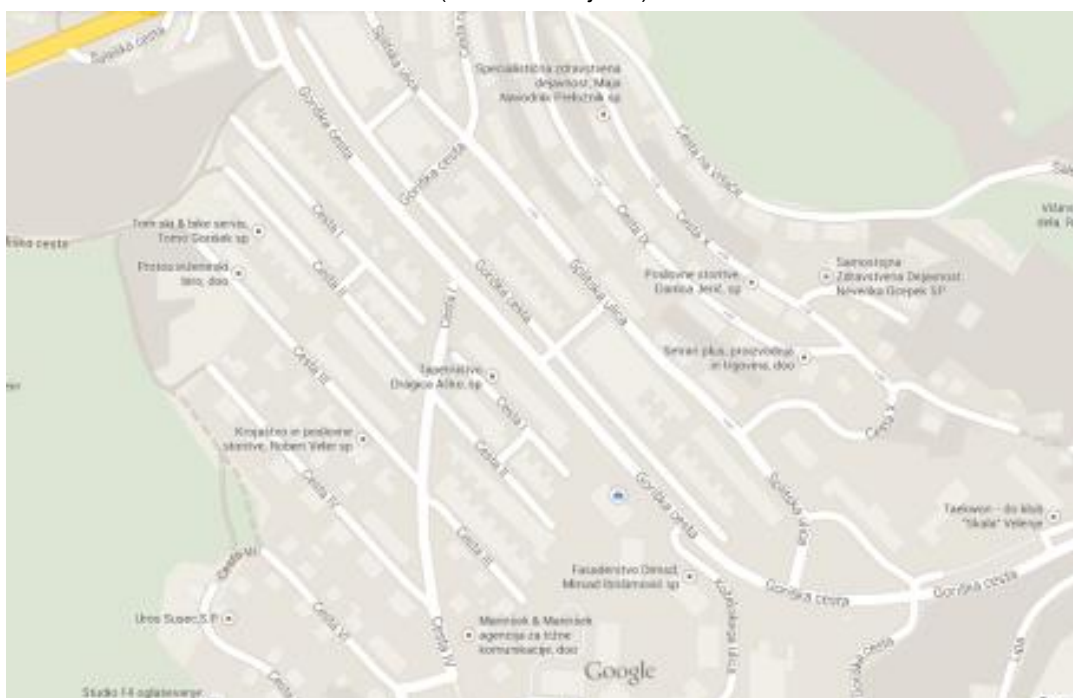
### 8.5.1 KS Gorica

V KS Gorica smo opravili skupno 134 meritev. Na spodnji sliki so meritvena merilna mesta prikazana z modrimi pikami. 16 meritev smo opravili ob državni (Goriški) cesti, vse ostale pa na stranskih cestah.



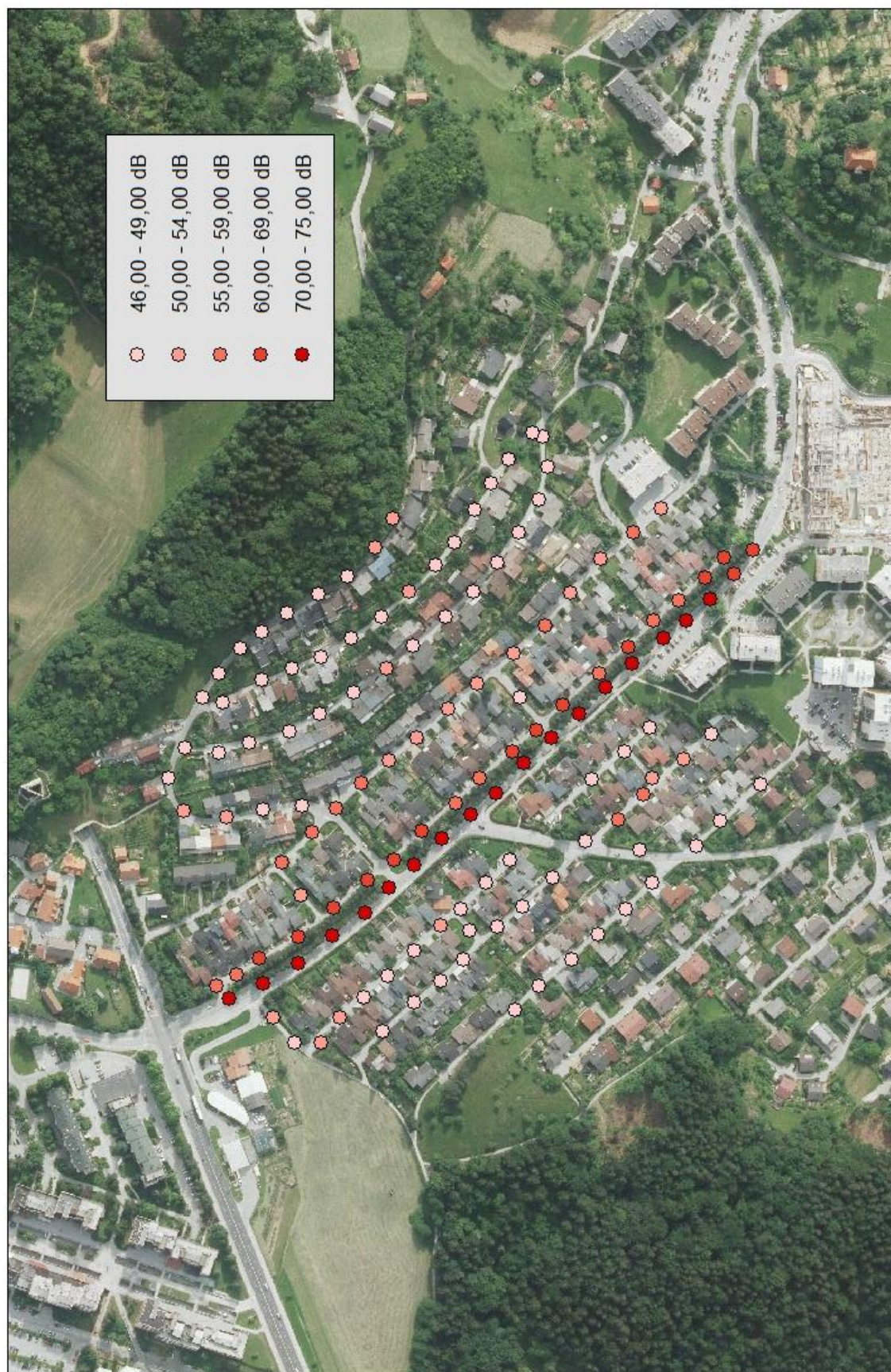
Slika 10: Razporeditev merilnih mest v KS Gorica

(Vir: Medmrežje 16)



Slika 11: Ulice v KS Gorica

(Vir: Medmrežje 16)



Slika 12: Karta meritev hrupa, območje KS Gorica, 30.7.2013

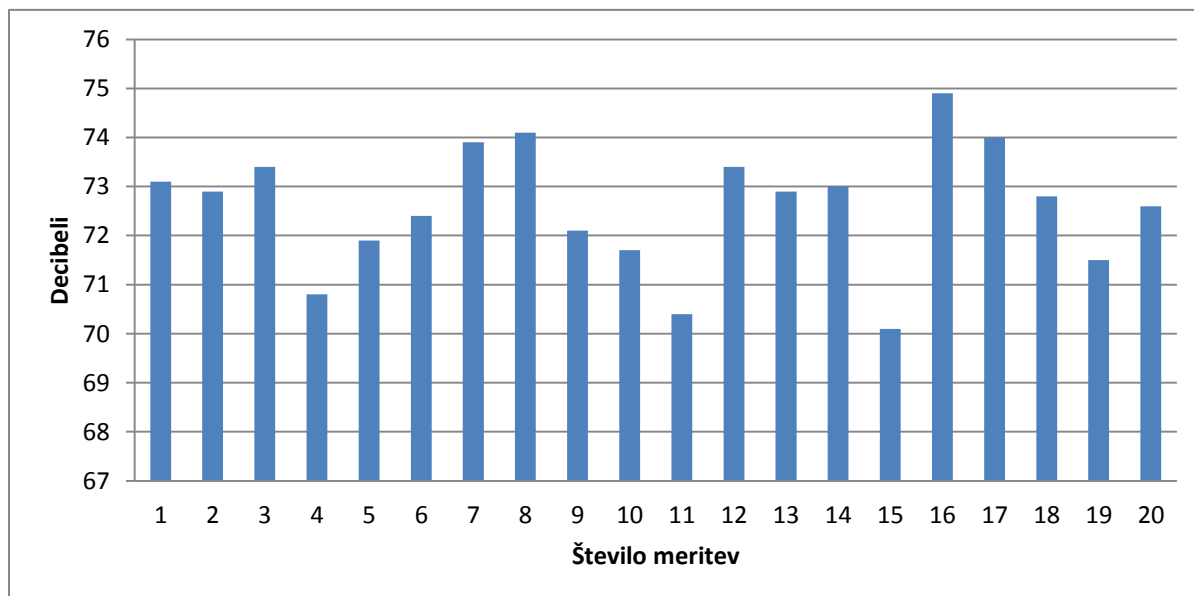
(Vir: Tilen Pišek)

Prvih 16 meritev smo opravili 2 metra od roba cestišča (na Sliki 10 označeno z modro piko 004 – 020)



Slika 13: Državna (Goriška) cesta

(Vir: Medmrežje 16)



Graf 9: Meritve tik ob državni (Goriški) cesti

(Vir: Tilen Pišek)

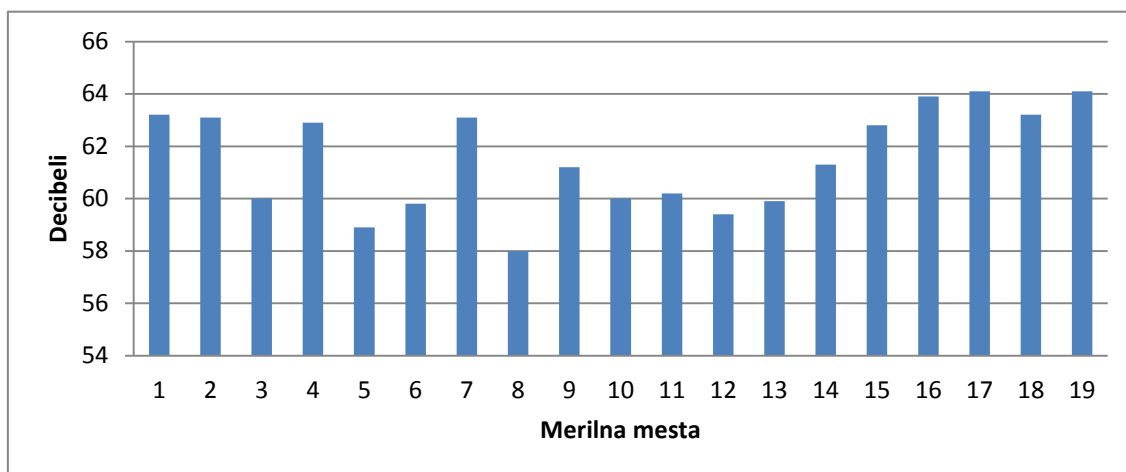
Naslednjih 19 meritev smo naredili za zeleno pregrado (na Sliki 10 označeno od 021–039)

Meritve smo izvajali na državni (Goriški) cesti za zeleno pregrado. Na spodnji levi strani slike vidimo nasajeno grmičevje in drevesa (borovci). Zelena pregrada je široka približno dva metra in je nasajena z namenom, da zmanjšanja hrup državne (Goriške) ceste. Na nekaterih predelih je grmičevje bolj redko posajeno, zato se hrup na teh mestih manj zaduši.



Slika 14: Državna (Goriška) cesta (za zeleno pregrado)

(Vir: Tilen Pišek)



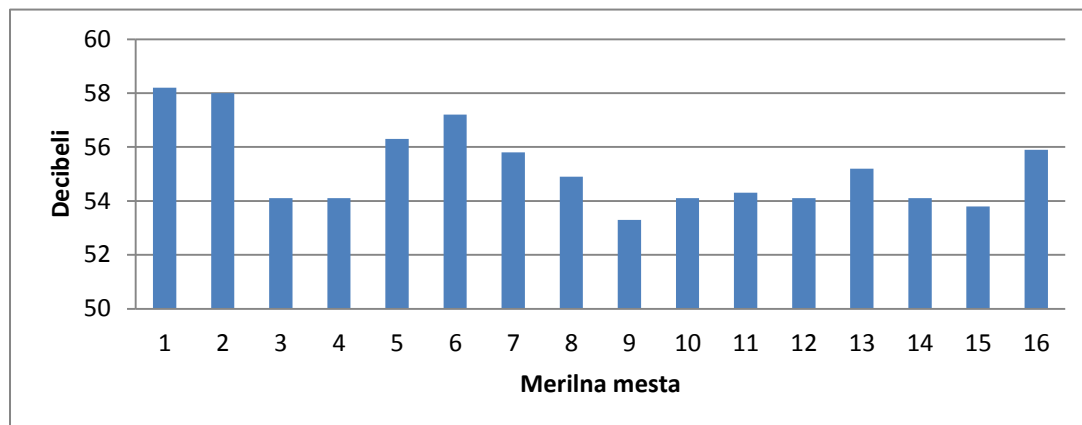
Graf 10: Hrupna obremenitev državne (Goriške) ceste (za zeleno pregrado)

(Vir: Tilen Pišek)

Iz zgornjega grafa lahko razberemo, da so meritve hrupa na državni (Goriški) cesti za zeleno pregrado znašale okoli 63 dB(A).

Potrdimo lahko, da zelena pregrada uspešno zmanjšuje hrup. V našem primeru ga zmanjša za 10 dB(A). Če bi bilo grmičevje še bolj na gosto in širše posajeno, bi se hrup še malo zmanjšal. Med opravljanjem meritev smo srečali ljudi, ki živijo teh hišah, in jih povprašali, ali jih hrup moti. Dobili smo različne odzive in sicer, da so se hrupa že navadili, ker že dolgo živijo tu, nekatere pa hrup zelo moti.

Naslednjih 16 meritev smo opravili na Splitski ulici. Spodnji graf prikazuje, da hrup v tej ulici znaša okoli 55 dB(A). Glede na prejšnjo ulico (državna (Goriška) cesta za zeleno pregrado) je bil hrup nekoliko manjši in sicer za približno 8 dB(A).



Graf 11: Hrupna obremenitev Splitske ulice

(Vir: Tilen Pišek)

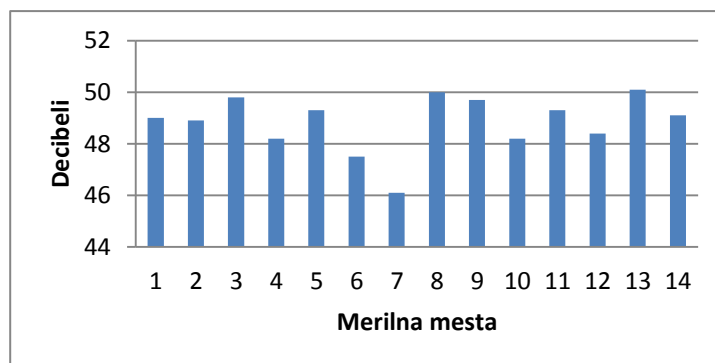


Slika 15: Splitska cesta

(Vir: Tilen Pišek)

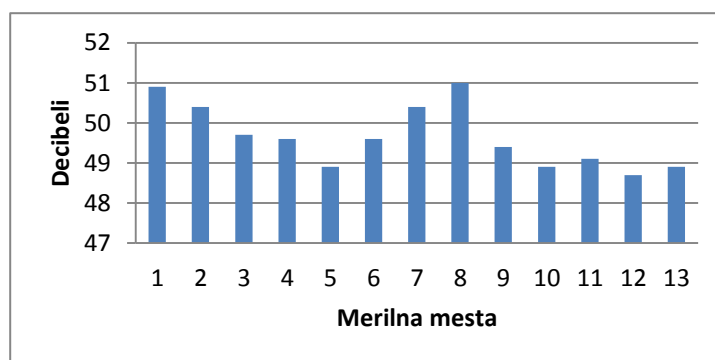


Nad Splitsko ulico so ulice IX, V in Cesta na Vrtače. Skupno smo tam opravil 42 meritev, ki so si bile zelo podobne.



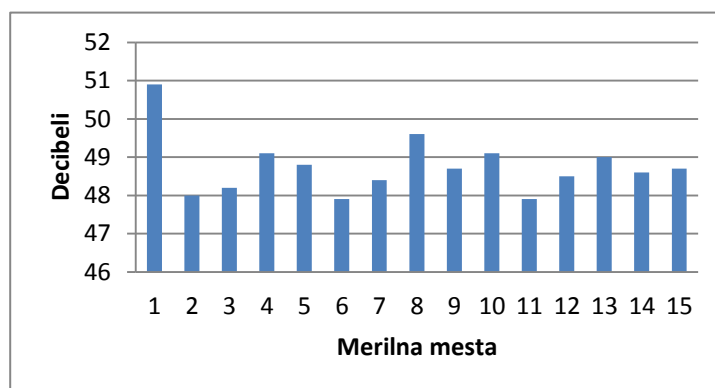
Graf 12: Hrupna obremenitev na Cesti IX

(Vir: Tilen Pišek)



Graf 13: Hrupna obremenitev na Cesti X

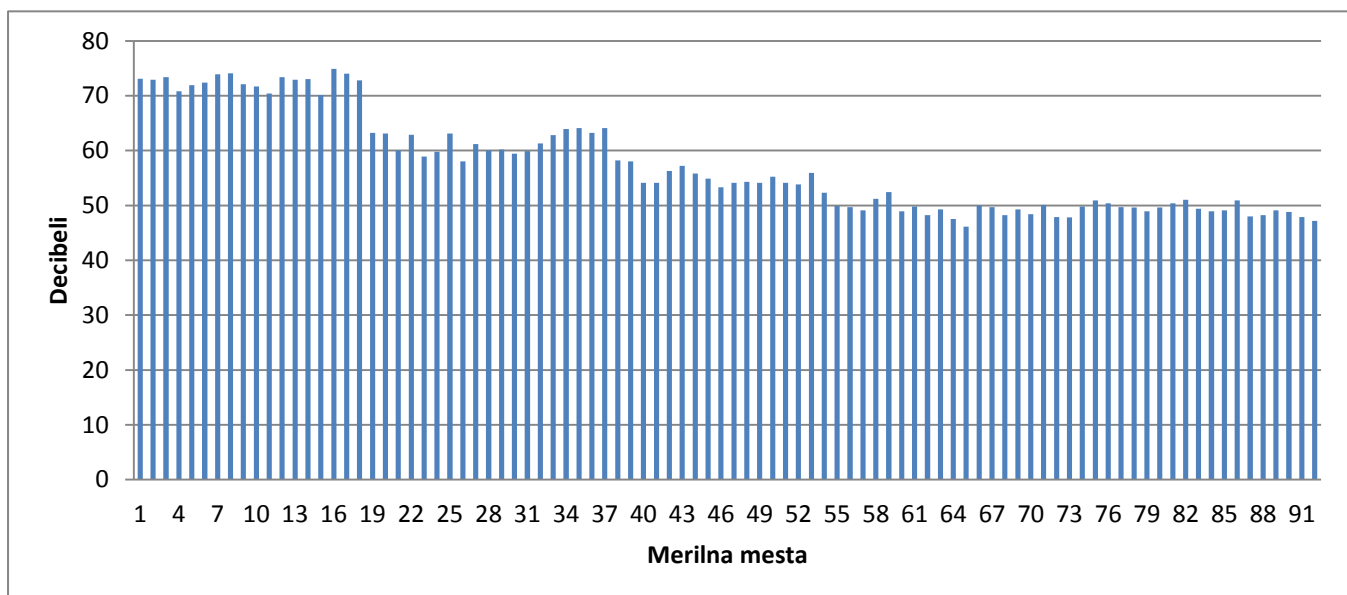
(Vir: Tilen Pišek)



Graf 14: Hrupna obremenitev na Cesti na Vrtače

(Vir: Tilen Pišek)

Te tri ceste so bolj oddaljene od državne (Goriške) ceste. Iz grafov je razvidno, da je na vseh treh približno enaka obremenjenost s hrupom. Raven hrupa s Splitske ceste se je zmanjšala za 6 db(A) in je povprečno znašala 50 db(A). Hrup državne (Goriške) ceste se komajda sliši in ni moteč.



Graf 15: Meritve hrupa na območju KS Gorice (na sliki 12 označeno od 003 - 096)

(Vir: Tilen Pišek)

Zgornji graf lepo prikazuje zmanjševanje hrupa od vira nastanka saj pri številki 1 označuje jakost hrupa ob državni (Goriški) cesti, številka 91 pa prikazuje jakost hrupa na Cesti na Vrtače. Predstavili smo podatke, izmerjene na ulicah, ki ležijo severno od državne (Goriške) ceste.

Rezultati meritev ulic, ki ležijo južno od državne (Goriške) ceste (Cesta I, Cesta II, Cesta III in Cesta VI) so imeli podobne vrednosti.

Občina Velenje je kot prvi ukrep uvedla hitrostno cono in s tem se je promet skozi državno (Goriško) cesto upočasnil.

Prav tako je za Cesto I določila, da se lahko po njej vozijo samo lokalni prebivalci. Namreč po Goriški cesti in Cesti I je bližja pot do Celjske ceste oziroma do nakupovalnega središča Velenjka (na Sliki 16 označeno rdeče). Lahko vidimo, da je rdeče obarvana pot krajša od zeleno obarvane poti. Občina je ta ukrep sprejela, ker je veliko avtomobilov ubralo krajšo pot čez KS Gorico (rdeče obarvano) in tako povečevalo raven hrupa.



Slika 16: Rdeča pot (dovoljena za lokalni promet) in zelena pot (dovoljena vsem)

(Vir: Medmrežje 16)

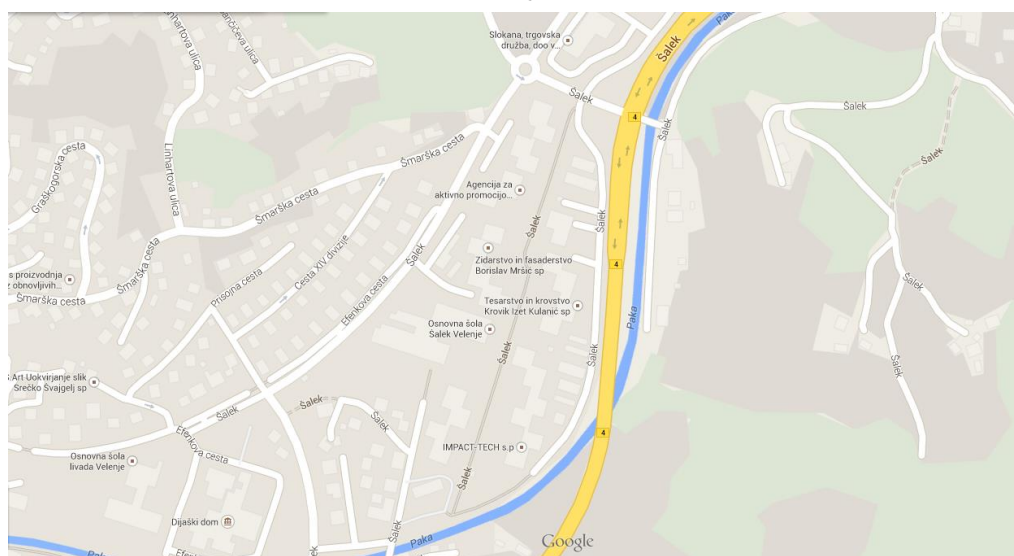
### 8.5.2 KS Šalek

V KS Šalek smo opravili skupno 31 meritev hrupa. Prvih enajst meritev smo opravili en meter od roba cestišča za odbojno ograjo (na Sliki 17 označeno kot 138–148). Naslednjih deset meritev smo opravili za zeleno pregrado, tik ob blokih (na Sliki 17 označeno kot 149–160). Zadnjih devet meritev sem opravil na pešpoti med bloki (na sliki 17 označeno kot 161–169).



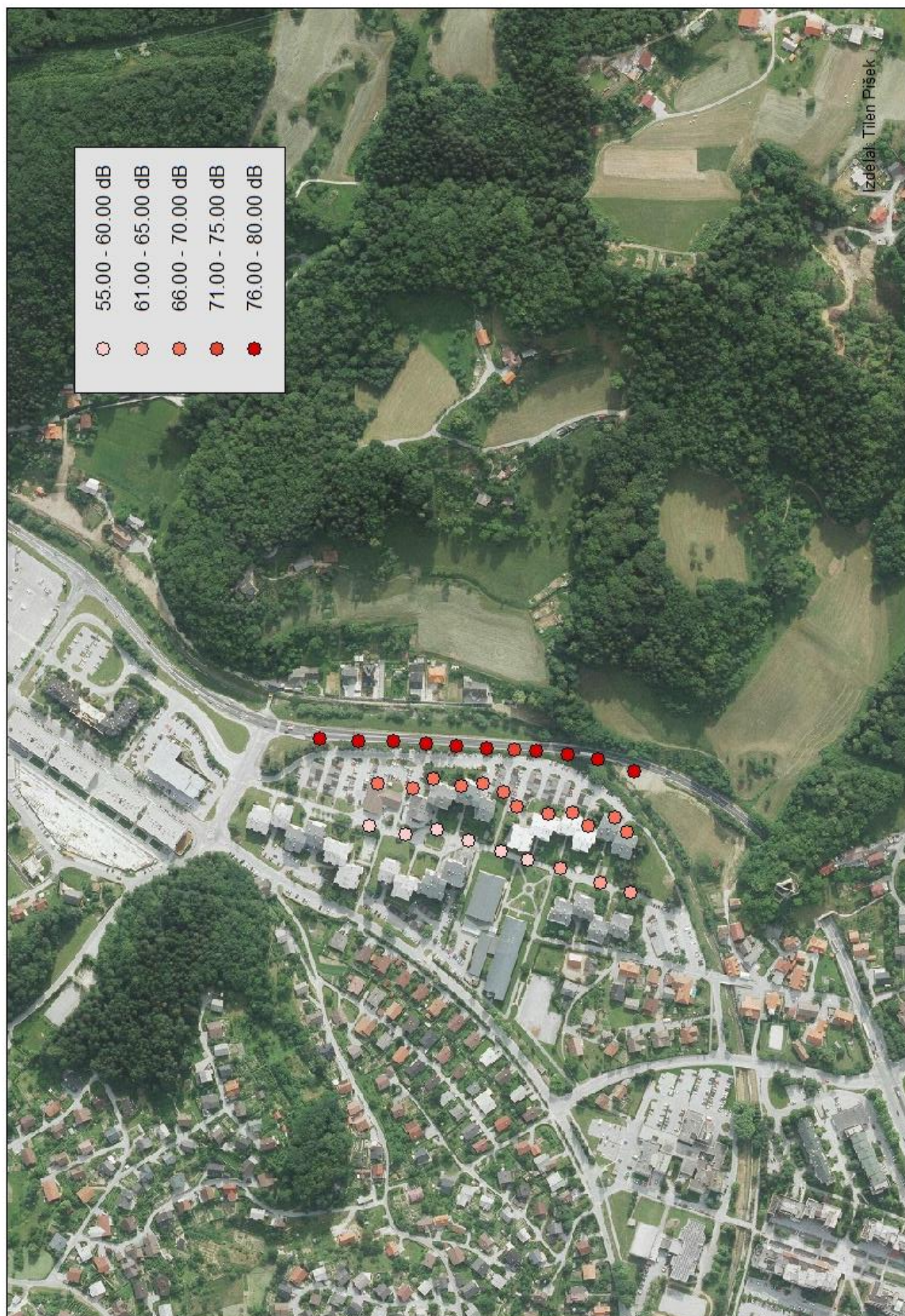
Slika 17: Razporeditev merilnih mest v KS Šalek

(Vir: Medmrežje 16)



Slika 18: Ulice v KS Šalek

(Vir: Medmrežje 16)



Slika 19: Karta meritev hrupa, območje KS Šalek, 30.7.2013

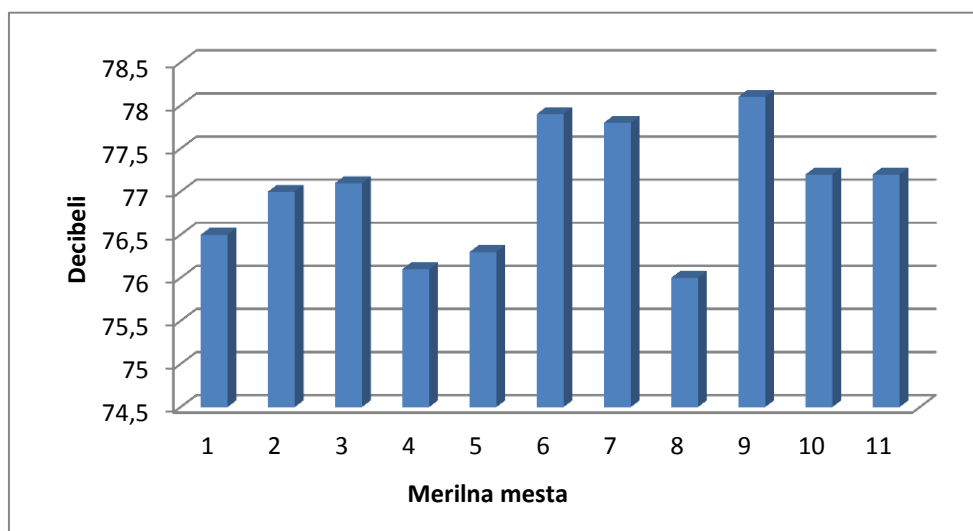
(Vir: Tilen Pišek)

Prvih enajst meritev smo opravili za odbojno ograjo, en meter od roba cestišča (na Sliki 17 označeno z 138–148).



Slika 20: Regionalna cesta Velenje (Šalek)-Slovenj Gradec

(Vir: Tilen Pišek)



Graf 16: Hrupna obremenitev ob regionalni cesti Velenje (Šalek)-Slovenj Gradec

(Vir: Tilen Pišek)

Kot je razvidno iz zgornjega grafa, so se vrednosti hrupa gibale od 76 do 78 db(A). Te vrednosti so visoke. Upoštevati moramo, da je ta cesta zelo obremenjena s prometom in nenehna izpostavljenost takšnemu hrupu je moteča.

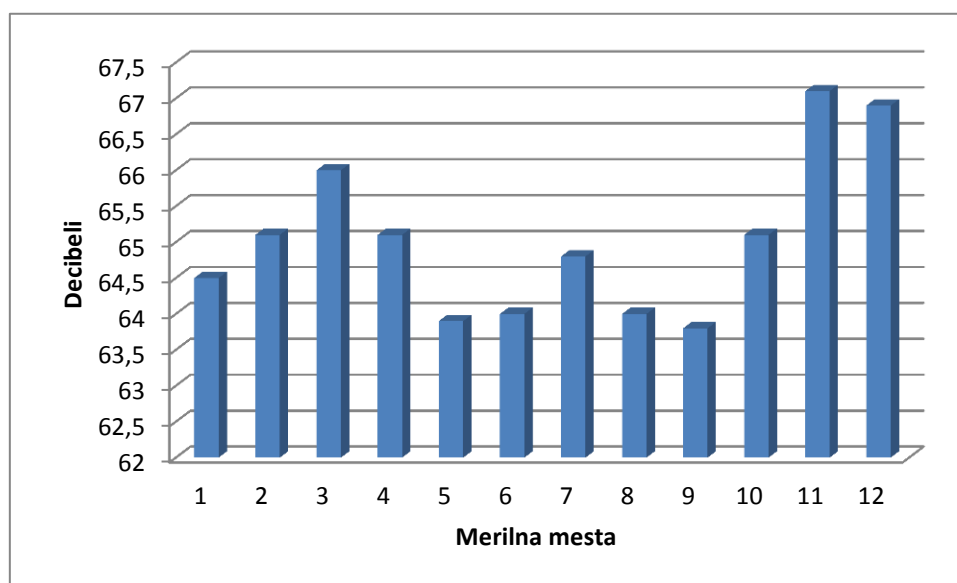
Pišek, T., Hrup kot kazalec kakovosti bivalnega okolja v Mestni občini Velenje. VŠVO, 2014, Velenje.

Naslednjih dvanajst meritev smo opravili ob vznožju stanovanjskih blokov, ki so od glavne ceste oddaljeni približno 50 metrov. Vmes je posajeno grmovje, ki v majhni meri zmanjšuje hrup. Vendar je ta zelena pregrada (grmovje) preozka, da bi hrup dušila do te mere, da ne bi bil več moteč za stanovalce, ki živijo v blokih.



Slika 21: Zelena pregrada med regionalno cesto in stanovanjskimi bloki

(Vir: Medmrežje 16)

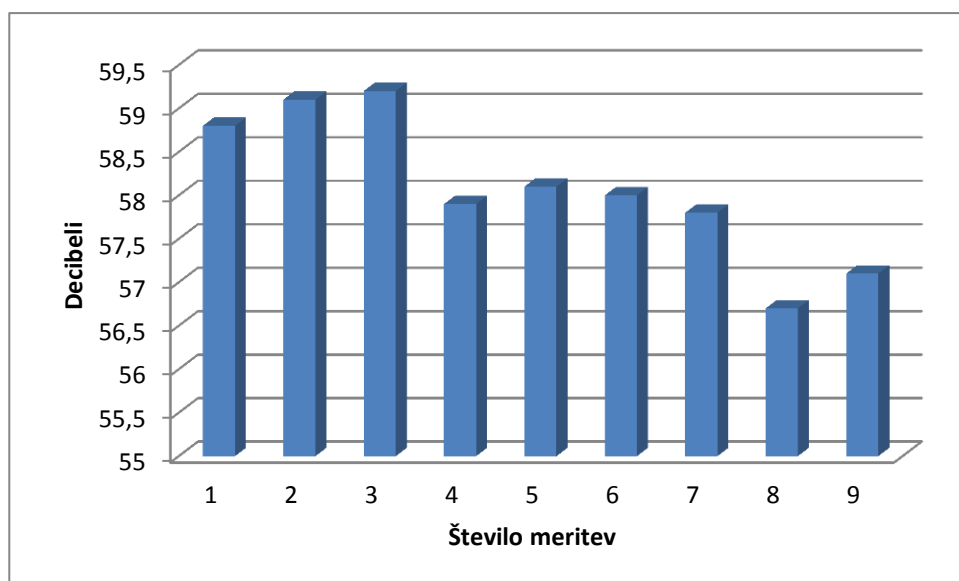


Graf 17: Hrupna obremenitev ob vznožju stanovanjskih blokov

(Vir: Tilen Pišek)

Iz grafa je razvidno, da je hrup ob blokih padel na približno 66 db(A). Razlika v vrednostih hrupa, izmerjenih ob glavni cesti, in hrupa, izmerjenega ob vznožju blokov, znaša 10 db(A).

Zadnjih devet meritev v KS Šalek smo opravili med bloki.



Graf 18: Hrupna obremenitev med stanovanjskimi bloki v KS Šalek

(Vir: Tilen Pišek)

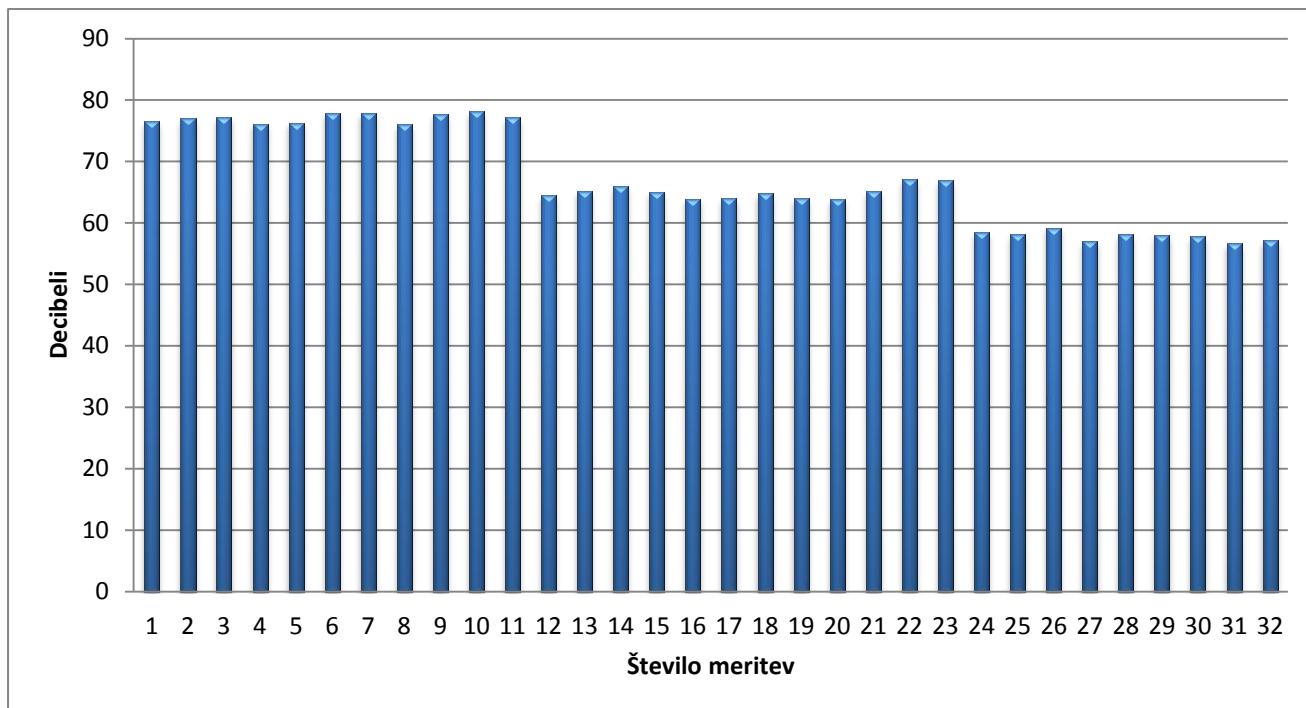
Predel med bloki je od regionalne ceste oddaljen okoli 100 metrov. Vmes sta zelena pregrada in bloki. Vsak od teh dveh elementov zmanjšuje hrup. Če je bila prej hrupna obremenjenost ob vznožju blokov, ki gledajo proti regionalni cesti, okoli 66 db(A), se hrupna obremenjenost med bloki zniža za 10 db(A) in se giblje okoli 58 db(A). Hrupa s ceste se skoraj ne sliši. Ljudje, ki živijo na tej strani oziroma nimajo stanovanja obrnjenega proti regionalni cesti, so veliko manj izpostavljeni hrupu, kot prebivalci, ki imajo stanovanje obrnjeno proti regionalni cesti.



Slika 22: Predel med stanovanjskimi bloki v KS Šalek

(Vir: Tilen Pišek)





Graf 19: Meritve hrupa KS Šalek

(Vir: Tilen Pišek)

Zgornji graf prikazuje vseh 32 meritev, ki smo jih opravili v KS Šalek. Razvidno je, kako hrup z oddaljenostjo od ceste pada. Prvih 11 meritev je bilo opravljenih ob glavni cesti (od mostu do prvega križišča), naslednje ob vznožju blokov in na koncu med bloki. Vidimo lahko, da se hrup manjša z razdaljo od vira hrupa in zaradi vmesnih pregrad (zelena pregrada in blok). V tem primeru je bila zelena pregrada ozka, široka več kot 1 meter. Za boljšo učinkovitost bi morala biti zelena pregrada dosti širša. Na sliki 21 je zelena pregrada lepo vidna.

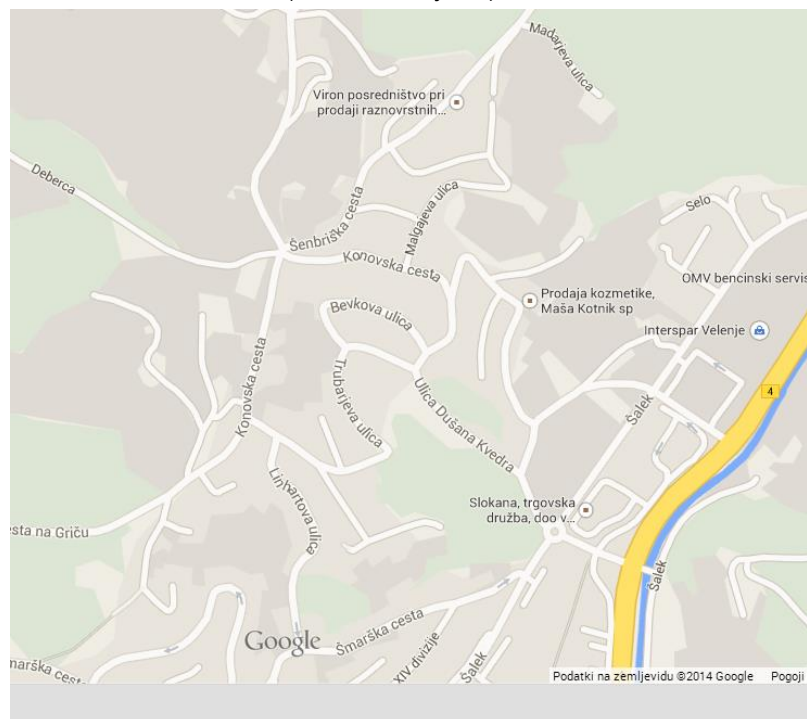
### 8.5.3 KS Konovo

KS je tretje območje, v katerem smo opravljali meritve hrupa. Prvih devet meritev smo opravili dva metra od roba cestišča (na Sliki 23 označeno z 170-178). Naslednjih enajst meritev smo prav tako opravili dva metra od roba cestišča (na Sliki 23 označeno z 179–189). Zadnjih šest meritev smo opravili na Malgajevi cesti (na Sliki 23 označeno z 190–195).



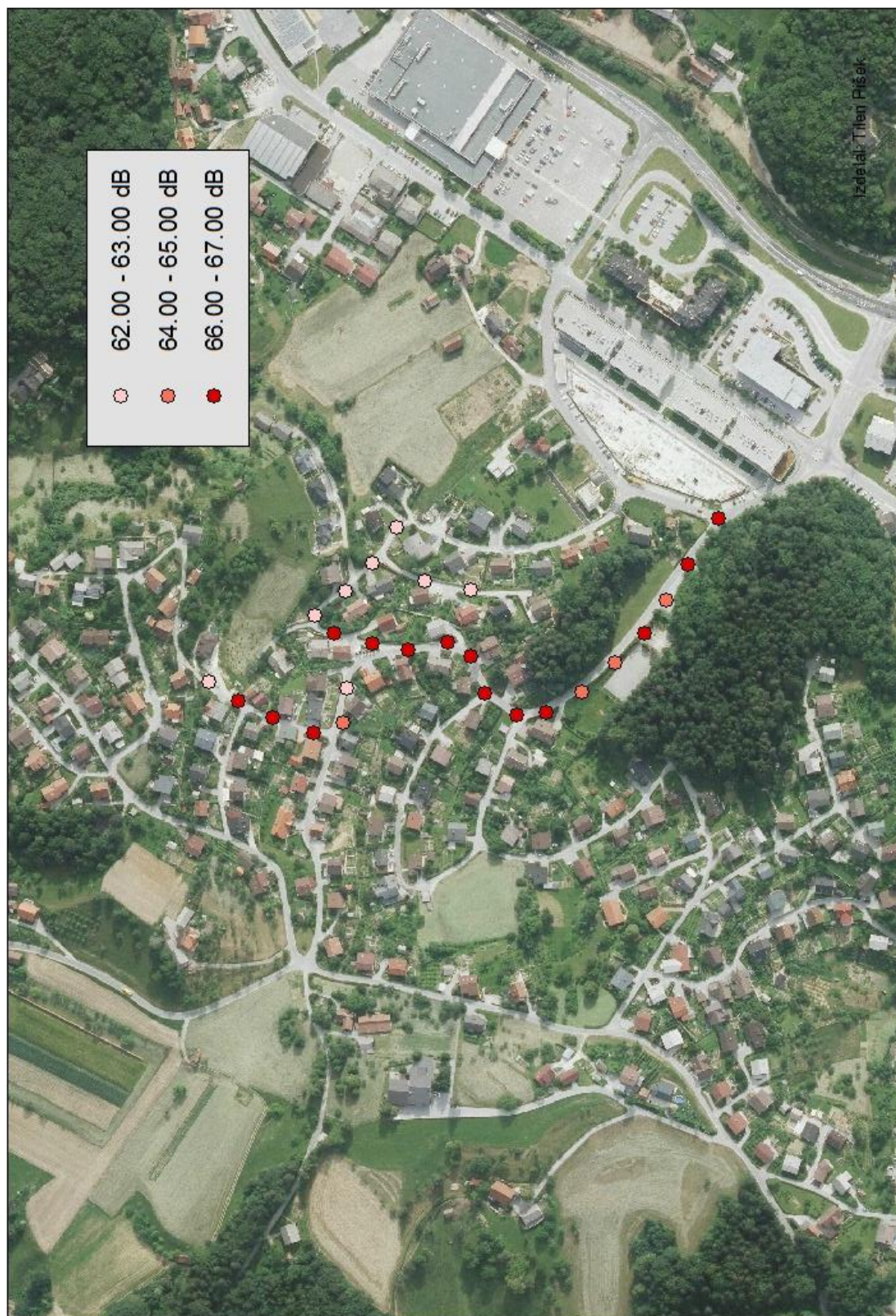
Slika 23: Razporeditev merilnih mest v KS Konovo

(Vir: medmrežje 16)



Slika 24: Ulice v KS Konovo

(Vir: Medmrežje 16)

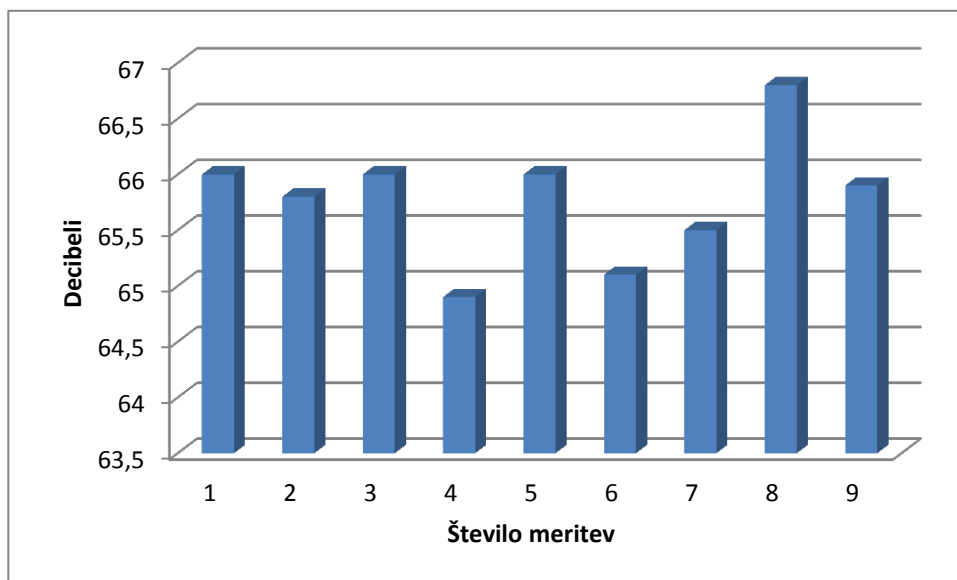


Slika 25: Karta meritev hrupa, območje KS Konovo, 30.7.2013

(Vir: Tilen Pišek)

V KS Konovo smo opravili prvih devet meritev na ulici Dušana Kvedra. To je glavna cesta, ki vodi iz Šaleka na Konovo in je najbolj prometna. Dnevno se pelje po njej približno 3500 osebnih vozil, kot je prikazano v Grafu 6. Povprečna hrupna obremenjenost na tej ulici je 65,5 db(A).

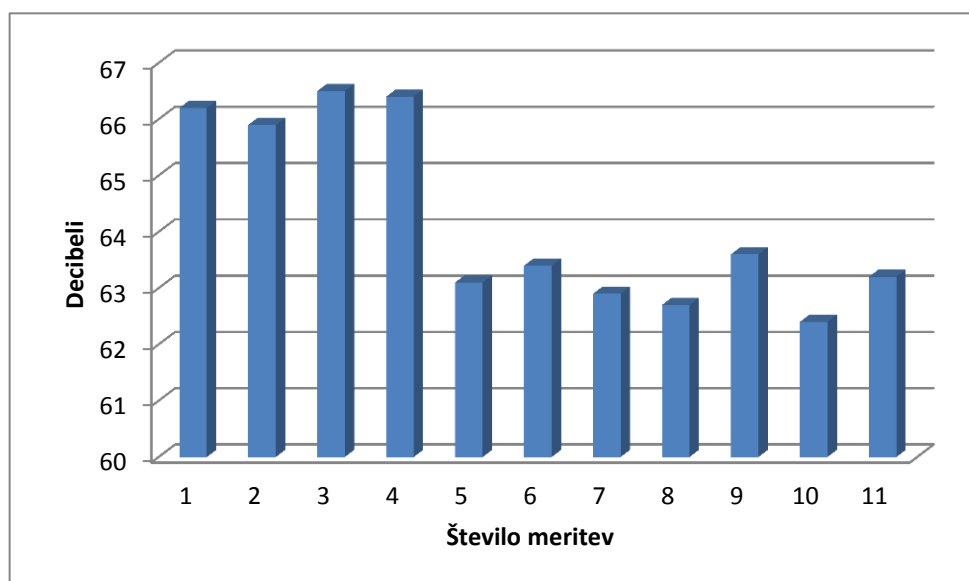
Po ulici Dušana Kvedra se vozijo hitro, saj se cesta proti Šaleku spušča in ima dobrih 200 metrov ravnine.



Graf 20: Hrupna obremenitev na ulici Dušana Kvedra

(Vir: Tilen Pišek)

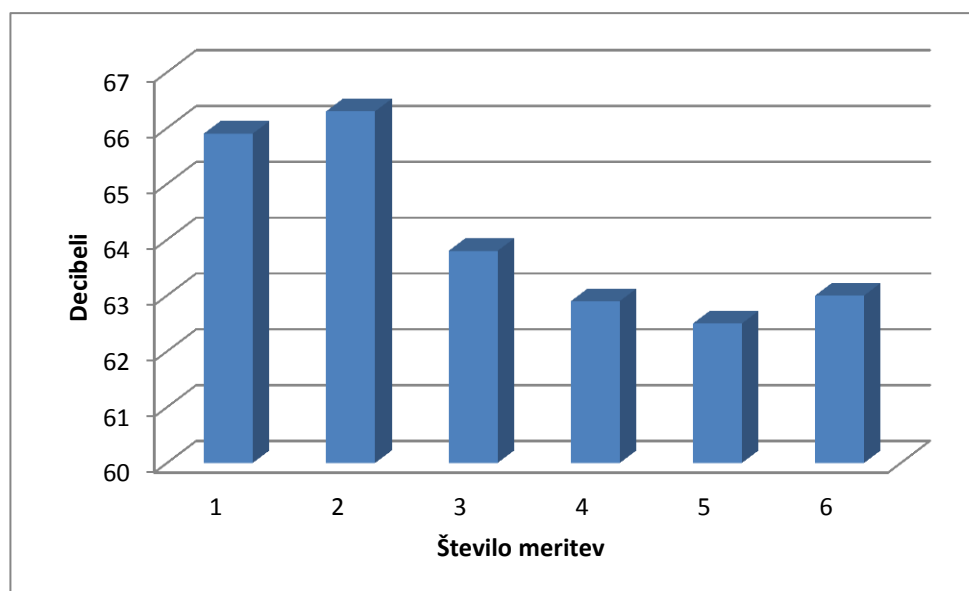
Ulica Dušana Kvedra se nadaljuje v Konovsko cesto. Na tej cesti smo opravili enajst meritev. Povprečna hrupna obremenjenost je bila približno ista kot na ulici Dušana Kvedra in sicer 64 db(A).



Graf 21: Hrupna obremenitev Konovske ceste

(Vir: Tilen Pišek)

Zadnjih šest meritev smo opravili na Malgajevi cesti. Hrupna obremenjenost je povprečno znašala 64 db(A).



Graf 22: Hrupna obremenitev Malgajeve ceste

(Vir: Tilen Pišek)

Pišek, T., Hrup kot kazalec kakovosti bivalnega okolja v Mestni občini Velenje. VŠVO, 2014, Velenje.

Maksimalna izmerjena vrednost, ki smo jo izmerili, je bila 67 db(A). KS Konovo je od regionalne ceste Velenje–Slovenj Gradec oddaljena ravno toliko, da hrup, ki nastaja na regionalni cesti (povprečno 77 db(A)), do Konovega zmanjša za dobrih 10 db(A).

Med opravljanjem meritev smo srečevali domačine in jih povprašali, ali jih hrup moti, ali je Konovska cesta po njihovem mnenju obremenjena ali ne. Odzivi so bili večinoma podobni, in sicer, da jih hrup ne moti ter da promet po Konovem ni problematičen. Tudi mi smo dobili občutek, da je to mirna soseska in nismo slišali hrupa regionalne ceste Velenje–Slovenj Gradec. Vendar je vse to relativno, saj imajo ljudje različen prag zaznave in nekatere moti že zelo majhen hrup, nekatere pa ne. Nekaj jih je bilo, ki so se pritožili, da nekateri avtomobili, divjajo po Ulici Dušana Kvedra.



Slika 26: Ulica Dušana Kvedra

(Vir: Tilen Pišek)

## **9. Rešitve in izboljšave**

Točke 9. do 9.1.5 so povzete po viru Medmrežje 8:

### **9.1 Protihrupna ograja in tipi**

Protihrupna ograja je konstrukcija, ki ščiti naseljeno okolje pred prekomernim hrupom vozil iz smeri prometnice (ceste, železnice). Z njimi preprečimo onesnaževanje bivalnega okolja s hrupom. Protihrupne ograje so narejene iz materialov, ki absorbirajo za določeno lokacijo predpisano količino hrupa, lahko pa jo tudi odbijajo. Oblika protihrupne ograje se določi na osnovi izvedenih meritev hrupa in tudi matematičnega modeliranja širjenja hrupa. Običajno se uporablja kombinacijo različnih materialov in sestavnih delov (oblik). Ena od možnih kombinacij je protihrupni nasip, ki služi kot absorber in nadgradnja iz materiala, ki služi kot reflektor.

Za aktivno zmanjšanje prenosa hrupa med prometnico in okoljem se najpogosteje uporabljajo protihrupni nasipi, ograje in kombinacija obeh, redkeje pa pokriti vkopi. Izbira je odvisna predvsem od: okolja, v katerem poteka prometnica, vzdolžnega poteka prometnice in višine okoljskega terena, vrste pozidave in predvidenih odbojev od objektov in načrtovane protihrupne zaščite. Protihrupne ograje so neprozorne ali prozorne. Neprozorne so cenejše in nudijo boljšo zaščito, vendar včasih premočno posegajo v okolje. Tudi na voznike vplivajo slabše, saj jim dajejo občutek utesnenosti, lahko tudi dezorientacije.

V praksi se uporabljajo naslednji tipi protihrupne zaščite:

#### **9.1.1 Nasipi**

Protihrupni nasipi so ena najstarejših oblik uporabe, ki pa se danes uporablja vse manj. Zgrajeni so iz zemljin. Uporabljajo se tam, kje je prostor za izgradnjo dovolj. Za ojačitev se uporabljajo različno oblikovani elementi iz betona. Nasipi zahtevajo veliko prostora za izgradnjo, njihovo vzdrževanje pa je problematično in drago.

#### **9.1.2 Kovinske ograje**

V Sloveniji so pogoste. Sprednja stran (kjer je izvor hrupa) je običajno iz perforirane pločevine (aluminija, jekla ali pocinkane železne pločevine). Zadnja stran je iz neperforirane pločevine. Med obe plošči se običajno vgradijo plošče iz mineralne volne ali drugih ustreznih materialov. Uporabljeni materiali morajo biti korozijsko obstojni, vse površine iz kovin morajo biti zaščitene. So enostavne za vgradnjo, imajo dolgo življenjsko dobo in, so varne pred požarom. Njihovi slabosti sta podvrženost koroziji in težja prilagodljivost okolici v smislu estetskega oblikovanja.

#### **9.1.3 Betonske ograje**

V Sloveniji so zelo razširjene. Uporabljajo se tako odbijajoči kot absorpcijski materiali. Lahko so različno oblikovane in raznih barv. Lahko se jih namesti kot element med stebre, lahko pa je samostojna konstrukcija. So zelo obstojne in jih ni težko vklopiti v okolje.

#### 9.1.4 Lesene ograje

Konstrukcija je lahko v celoti lesena ali kombinacija z betonom ali jeklom. Lahko je izdelana iz panelov. Les mora biti kakovosten (zračno sušen les iglavcev) in dvojno globinsko zaščiten pred zunanjimi vplivi. Paneli so dvoslojni in napolnjeni z mineralnimi vlakni. Prednost je naravni videz, ki se vklaplja v okolje, pomanjkljivost pa so veliki stroški vzdrževanja in slaba protipožarna zaščita.



Slika 27: Lesena protihrupna ograja

(Vir: Medmrežje 8)

#### 9.1.5 Transparentne ograje

Transparentne protihrupne ograje so izdelane iz prozornih (akrilnih) materialov. Predvsem se priporoča postavitev tam, kjer cesta poteka v neposredni bližini stanovanjskih oz. poslovnih objektov. Voznik nima občutka bočne ovire, kar povečuje prepustnost cestnega odseka in tudi prometno varnost. Predstavljajo nekakšno povezavo z okoljem in, se dobro vključujejo tudi v različne kombinacije materialov. Zlasti so potrebne za zaščito pred hrupom, pluženjem snega, vetrom in zagotavljanje transparentnosti na izpostavljenih mestih v okolju. To so glavne prednosti transparentnih protihrupnih ograj.



Slika 28: Transportna protihrupna ograja

(Vir: Medmrežje 9)

#### 9.1.6. Nove funkcionalne rešitve

Ena od rešitev je namestitev sončnih modulov na vrh protihrupnih ograj. Tako optimalno izkoristimo prostor, vendar pa se lahko sončni moduli tudi bleščijo in motijo voznike, so tudi izpostavljeni kamenju, ki leti od vozil. Zato ni pametno nameščati sončnih modulov do tal, cestišča ampak jih je bolje namestiti na vrh protihrupnih ograj. S tem niso toliko izpostavljene kamenju in sencam vozil, ki se vozijo mimo. S takšnim načinom se nam investicija v protihrupne ograje tudi povrne (Medmrežje 10).



Slika 29: Sončni moduli na protihrupni ograji

(Vir: Medmrežje 10)



V vseh treh krajevnih skupnostih, ki smo jih opisali v diplomski nalogi bi protihrupne ograje lahko uporabili na glavni cesti Velenje–Slovenj Gradec na območju Šaleka. Tu je prometa največ in ljudje so posledično najbolj izpostavljeni hrupu. Seveda je postavitev točno določene protihrupne ograje odvisna od objekta, ki ga želimo zavarovati pred izvorom hrupa in od dostopnosti terena. Pri načrtovanju same postavitve moramo upoštevati veliko dejavnikov, ki so pomembni pri izdelavi protihrupnih ograj. Najpomembnejši so smer bočnega vetra, teža posameznih panelov, udarci kamenja in delov, ki odpadejo od vozil, ter in možni udarci ob pluzenju cest. Veliko vlogo imata tudi estetski in ekonomski vidik. Na primer, če ne izberemo pravilne protihrupne ograje za določeno mesto, je lahko to velik estetski problem, saj lahko protihrupna ograja izstopa. Večinoma se vse protihrupne ograje narejene iz obstojnih materialov. Po odsluženi dobi jih moramo v čim večji meri reciklirati.

## 9.2 Zelene pregrade

Ena izmed oblik zaščite pred hrupom je tudi posaditev rastlin oziroma žive meje, tako imenovana zelena pregrada. Živo mejo običajno postavimo ob cesto, saj nas varuje pred hrupom in izpušnimi plini. Prav tako je idealno, da jo postavimo na mejo s sosedom, saj tako sporoča, da vsaka družina potrebuje svoj osebni prostor.

Najboljša izbira rastlin za živo mejo so vednozelenne grmovnice. Spodaj smo našli nekaj vrst vednozelenih grmovnic.

Vednozelenne grmovnice (Medmrežje 12):

- pušpan,
- kalina,
- kosteničevje,
- trdoleska,
- lovorikovec,
- aukuba,
- tisa,
- smreka,
- pacipresa,
- ameriški in azijski klek,
- kroglasti klek ter
- ognjeni trn.

Lovorikovec je že nasajen na območju KS Gorica, vendar ne dovolj gosto. Dodati bi morali še nekaj novih sadik lovorikovca ali kakšne druge zimzelene rastline, ki bi se dobro vrasla in bi hrup še bolj dušila.



Slika 30: Navadni lovrikovec

(Vir: Medmrežje 11)

### 9.3 Omejitve hitrosti

To je eden izmed ekonomsko najugodnejših ukrepov za zmanjševanje hrupa. Hitreje kot se avtomobili vozijo, več hrupa proizvedejo. Tu upoštevamo več dejavnikov, kot so hrup kotalkanja, ki ga ustvarjajo pnevmatike, hrup motorja, značilnosti vozne površine in zračni upor avtomobila. Najbolje je, da se na najbolj obremenjenih predelih, uvede hitrostna cona. Na nekaterih predelih KS Gorica je hitrostna cona 30 kilometrov na uro že uvedena, a na državni (Goriški) cesti, kjer je hrupna obremenjenost največja, cone za enkrat še ni.

### 9.4 Zvočna zaščita stavb (zelene fasade)

Še vedno je veliko število hiš, blokov, ki niso dobro zvočno izolirani. Z boljšo izolacijo lahko zmanjšamo hrup, ki prodira skozi stene. Pred kratkim so razvili novo revolucionarno rešitev, in sicer zelene fasadne izolacije (paneli ASCO EKEN).

Prednosti panela ASCO-EKEN so v enotnem videzu fasade tudi, ko rastline čez zimo odvržejo liste, ali ko del rastlin propade oziroma se lastnik odloči, da ne bo več imel ali vzdrževal rastlin v panelih. Rastline rastejo na izbočenih površinah in niso vertikalno vraščene v panel, kar omogoča boljše preraščanje in odpornost proti lomljenju zaradi snega, ledu in vetra (Medmrežje 17).

Uporaba zelenih sten še ni povsem uveljavljena in njihova uporaba v arhitekturi je še izredno redka. Potrebno je še dosti raziskav na področju uporabe pravih rastlin, načina vzdrževanja ter, prilagajanja ekstremnim klimatskim razmeram in drugim pogojem. Glavne prednosti zelenih sten se izražajo v zmanjševanju hrupa in prahu, izboljšanju mikroklimе, psihološkem učinku na ljudi, možnosti pridelave najnujnejše zelenjave, začimb in dišavnic na neizkoriščenem vertikalnem prostoru urbanih naselij, privabljanje koristnih žuželk in ptic ter širjenje prijetnejših vonjav ob cvetenju določenih aromatskih rastlin (Medmrežje 17).



Slika 31: Humko zelena stena

(Vir: Medmrežje 17)

## 11. Ugotovitve

H1: Hrup se z razdaljo od izvora (cestišča) zmanjšuje.

Hipotezo lahko potrdimo, saj meritve v območjih v KS Gorica in KS Šalek, kažejo na to, da se hrup z razdaljo od vira zmanjšuje. Meritve, ki to hipotezo podpirajo, so prikazane v Grafih 13 in 17. V KS Konovo so meritve hrupa pokazale, da hrupna obremenjenost ni visoka (najvišja izmerjen vrednost hrupa je bila 67 db(A)), zato ni tako vidnega zmanjšanja hrupa od izvora nastanka kot v KS Gorica in KS Šalek.

H2: Zelena pregrada, ki je nasajena med cestiščem in hišami na območju Gorice, zmanjšuje hrup, ki nastaja na cestišču

Hipotezo lahko potrdimo saj smo z meritvami hrupa ugotovili, da zelena pregrada na območju Gorice zmanjšuje hrup, ki nastaja na cestišču. Zelena pregrada hrup zaduši za približno 10 decibelov. Če bi bila širša in bolj zaraščena bi hrup še bolj zadušila.

H3: Na območju Šaleka bodo meritve, opravljene 1 m od cestišča regionalne ceste Velenje-Slovenj Gradec za odbojno ograjo, povprečno dosegale nad 75 db(A) (zelo moteče).

Hipotezo lahko potrdimo. Povprečne meritve hrupa so dosegale 77 db(A).

## 12. Razprava in sklepi

Vsako naselje, mesto ali vas, ki ima vsaj eno prometno cesto, je izpostavljeno cestnemu hrupu. Lahko zaključimo, da je hrup cestnega prometa eden večjih problemov bivalnega okolja. Rezultati meritev hrupa, so pokazali, da so vrednosti ob glavnih cestah visoke in zelo moteče. V našem primeru so najvišje vrednosti izmerjene ob državni (Goriški) cesti in regionalno cesto Velenje–Slovenj Gradec pri Šaleku. Ugotovili smo, da se hrup z oddaljenostjo od vira zmanjšuje. Ljudje, ki živijo blizu prometnih cest, so veliko bolj izpostavljeni hrupu kot tisti, ki so oddaljeni od cest. Tudi ljudje, ki živijo blizu prometnih cest, imajo pravico do umirjenega življenja brez prekomernega hrupa. Zato bi morali za prebivalce, ki živijo blizu državne (Goriške) ceste in prebivalce v blokih, ki imajo stanovanja obrnjena proti regionalni cesti, sprejeti nekaj ukrepov za zmanjšanje hrupa. Hrup bi morali zmanjšati že pri njegovem izvoru, kar bi pomenilo najboljši, najbolj ekološki in najugodnejši finančni način. Zmanjšanje hitrosti motornih vozil bi posledično vodilo k zmanjšanju hrupa v cestnem prometu. Na stanovanjskih objektih, ki so obremenjeni s hrupom, bi veliko naredili tudi s pasivnimi ukrepi, ki omogočajo boljšo zvočno izolacijo objektov. Vgradnja boljših oken, vrat in boljša izolacija fasade, bi veliko pripomogli k zmanjšanju cestnega hrupa in posledično k mirnejšemu življenju prebivalcev na teh območjih. Če ti ukrepi ne bi zadostovali, lahko ob cesti postavimo protihrupne ograje ali nasipe. Navsezadnje ni pomembna samo učinkovitost protihrupnih zaščit, ampak tudi njen videz in, vpliv njene uvedbe na podobo urbanega okolja. V stik bi morale stopiti lokalne skupnosti in občina ter skupaj s strokovnjaki najti najbolj ustrezne rešitve za trenutne razmere.

### 13. Sklep

Hrup je problem, s katerim se srečujemo večinoma vsi ljudje v sodobnem svetu. Bolj pereč je v večjih mestih, ker smo z njim obkroženi na vsakem koraku. Velikokrat se njegovega vpliva, ki je večinoma negativen, sploh ne zavedamo več. Hrup lahko tudi slabo vpliva na zdravje in počutje ljudi. Za hrup je včasih veljalo, da je le vprašanje udobja, vendar temu ni več tako. Najbolj vpliva na ljudi, ki živijo ob zelo prometnih cestah, saj je promet eden glavnih virov hrupa. Upoštevati moramo tudi strukturo prometa, saj tovorna vozila v primerjavi z osebnimi vozili povzročajo veliko večji hrup.

Namen diplomske naloge je, da s podatki o vrednostih hrupa, ki smo jih pridobili tekom pisanja diplomske naloge, prikažemo obremenjenost s hrupom na območjih KS Gorica, KS Šalek in KS Konovo v Mestni občini Velenje. Cilj je predstaviti problematiko hrupa na teh območjih in najprimernejše tehnološke rešitve za zmanjšanje negativnih vplivov hrupa. Podatki so pokazali, da so ljudje, ki živijo ob prometnih cestah, najbolj izpostavljeni visokim vrednostim hrupa. Dolgoročno izpostavljenost hrupu ni zdrava in lahko ljudem škoduje. V diplomskem delu so prikazani podatki in rezultati meritev hrupa. Ker smo obravnavali območja v Mestni občini Velenje, smo izvedli primerjavo s podobno velikima mestoma v Sloveniji. Primerjali smo dnevno število motornih vozil na relaciji Kranj–zahod in Celje–Celje (Polule). Ugotovili smo, da so vse relacije, obravnavane v diplomski nalogi, najbolj obremenjene z osebnimi avtomobili in tovornimi vozili. V Mestni občini Velenje je največji problem relacija Velenje–Slovenj Gradec na območju KS Šalek. To je glavna povezava Šaleške doline s Koroško in je zelo obremenjena tako s tovornimi kot tudi z osebnimi vozili. Meritve hrupa so presegale 80 dB(A), kar je že zelo moteče in ljudje, ki živijo v blokih blizu regionalne ceste, so močno izpostavljeni vsakodnevnemu hrupu. V diplomski nalogi smo ugotovili, da je od treh obravnavanih območij KS Konovo najmanj obremenjena s hrupom, saj meritve niso presegale 67 dB(A). V KS Gorica so meritve ob državni (Goriški) cesti presegale 75 dB(A), kar je tudi moteče. Vendar se je hrup z oddaljenostjo od regionalne/državne ceste zmanjševal. Ljudje na severni in južni strani KS Gorice, ki so oddaljeni od državne (Goriške) ceste, niso obremenjeni s hrupom. Med opravljanjem meritev smo se tudi pogovarjali z domačini, ki so povedali, da je hrup moteč, a so se nanj nekako privadili.

Na koncu smo ugotovili, da bi morali sprejeti nekaj ukrepov za zmanjšanje obremenjenosti s hrupom. Tik ob prometne ceste bi lahko namestili protihrupne ograje, izboljšali izolacijo fasad, zamenjali stara okna z novimi, zvočno boljše izoliranimi, in uvedli hitrostne cone. S takšnimi ukrepi bi pripomogli k zmanjšanju hrupa in k večjemu zadovoljstvu ter boljšemu zdravju prebivalcev.

## 14. Summary

Loud noise is an issue almost everyone in the modern world encounters. It grows in proportions in bigger cities, where it is almost omnipresent, surrounding everyone at each step. Most of the time one is unaware of the mostly negative effect noise has on a person. Loud noise negatively affects health and well-being. Loud noise used to be just a matter of comfort and discomfort, but this perception of it is changing. It affects people living next to very busy traffic routes the most, as the traffic is one of the biggest sources of loud noise. When measuring loudness, the structure of the traffic must be taken into account, as transport vehicles produce much more noise than personal vehicles.

The aim of this diploma paper is to show, with the help of the data gathered during the writing of this paper, the strain loud noise puts on local communities KS Gorica, KS Šalek and KS Konovo, all being a part of the town municipality of Velenje. The aim was to present the issue of loud noise in those areas and possible technological solutions, which would be the most suitable for decreasing the negative effects the noise has on the residents. The data has shown that people living next to busy traffic lines are exposed to highest quantities and volume of noise. Long-term exposure to loud noise is unhealthy and can be harmful. The diploma paper shows the data and results of noise measurements conducted in the areas mentioned above. As the research was conducted in the area of the town municipality of Velenje, a comparison was made with two similarly-sized towns. The data acquired in Velenje was compared with the daily number of vehicles on the route Kranj–zahod and Celje–Celje (Polule). It was ascertained that the routes researched in the paper were overburdened by personal and transport vehicles. In the municipality of Velenje, the most problematic is the route Velenje–Slovenj Gradec in the area of local community of Šalek. This route is the main connection between Šaleška dolina and Koroška region and is especially burdened by personal and transport vehicles. The noise measurements were over 80 dB(A), which already exceeds the level of comfort and the residents of blocks of flats next to the regional road are very exposed to everyday noise. The research of this paper showed that KS Konovo is among the three researched areas the least exposed to loud noise, the measurements not exceeding 67 dB(A). In KS Gorica the measurements next to the state road exceeded 75 dB(A), which is also at the level causing discomfort, but the strength of the noise decreased with the increased distance away from the road. Residents of the southern and northern parts of KS Gorica living at a distance from the state road are not burdened by the loud noise. During the conducting of measurements, the locals expressed the noise was irritating, but they have grown used to it.

Eventually, it was ascertained that some steps should be undertaken to decrease the exposure to noise. These steps include building anti-noise road barriers along the loud traffic routes, improving facade insulations, replacing old windows with new ones, which are better insulated against sound, and with the introduction of speed zones. These measures would decrease the volume of the noise and would increase the contentment and health of the residents.

## 15. Viri in literatura

1. Direkcija Republike Slovenije za ceste. <http://www.dc.gov.si>. 15.11.2013.
2. Čudina, M. (2001). Tehnična akustika: merjenje, vrednotenje in zmanjševanje hrupa in vibracij. Fakulteta za strojništvo. Ljubljana.
3. Gspan, P. (2006). Hrup v naravnem in bivalnem okolju. Opomnik k seminarju.
4. Hrup cestnega. (2000). Hrup cestnega prometa - projektiranje in gradnja ukrepov za protihrupno zaščito ob cestah. Društvo za ceste. Ljubljana.
5. Korošak, B. (2001). Biologija Človeka. Mohorjeva založba. Ljubljana.
6. Medmrežje 1: Velenje.si. 18.9.2013.
7. Medmrežje 2: Decibel.si. [www.decibel.si/slovarcek-pojmov](http://www.decibel.si/slovarcek-pojmov). 15.12.2013.
8. Medmrežje 3: Zavod za zdravstveno varstvo Nova Gorica. [www.zzv-go.si](http://www.zzv-go.si). 15.12.2013.
9. Medmrežje 4: Joint Environmental Decision-support Information System. [www.jedis.eu/zzvgo/27\\_tinitus.pdf](http://www.jedis.eu/zzvgo/27_tinitus.pdf). 15.12.2013.
10. Medmrežje 5: Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije. [http://www.ivz.si/Mp.aspx?ni=119&pi=5&\\_5\\_id=1779&\\_5\\_PageIndex=0&\\_5\\_groupId=261&\\_5\\_newsCategory=&\\_5\\_action>ShowNewsFull&pl=119-5.0](http://www.ivz.si/Mp.aspx?ni=119&pi=5&_5_id=1779&_5_PageIndex=0&_5_groupId=261&_5_newsCategory=&_5_action>ShowNewsFull&pl=119-5.0). 15.12.2013.
11. Medmrežje 6: Bruel and Kjaer creating sustainable value. <http://www.bksv.com/Products/handheld-instruments/sound-level-meters/sound-level-meters/type-2239-a?tab=overview> 1.2.2014.
12. Medmrežje 7: Garmin. [http://www.garmin.si/view\\_product.php?product=010-00422-01](http://www.garmin.si/view_product.php?product=010-00422-01). 2.4.2014.
13. Medmrežje 8: Wikipedia.org. [http://sl.wikipedia.org/wiki/Protihrupna\\_ograj](http://sl.wikipedia.org/wiki/Protihrupna_ograj). 27.4.2014.
14. Medmrežje 9: Svea. [http://www.svea.si/filelib/pc\\_plastika/inovacija.pdf](http://www.svea.si/filelib/pc_plastika/inovacija.pdf). 27.4.2014.
15. Medmrežje 10: Multifunkcionalne vetrne in protihrupne ograje. <http://fizika.fnm.uni-mb.si/files/seminarji/08/MultifunkcionalneProtiveterneInProtihrupneOgraje.pdf>. 10.8.2014.
16. Medmrežje 11: Vrtni inženiring Bilban. <http://www.okolica-bilban.si/zive-meje/>. 27.4.2014.
17. Medmrežje 12: Vrtnarstvo Stanovnik. <http://www.vrtnarstvostanonik.si/primerne-lesnate-rastline-za-zive-meje/>. 27.4.2014.
18. Medmrežje 13: Zakon o varstvu okolja. Uradni list RS, 2004, 41, str. 4817. 27.4.2014.
19. Medmrežje 14: Uredba o mejnih vrednosti kazalcev hrupa v okolju, Uradni list RS, 2005, 105, str. 11025. 27.4.2014.

20. Medmrežje 15: Mejne in kritične vrednosti kazalcev hrupa. [http://www.uradni-list.si/files/RS\\_-2005-105-04558-OB~P001-0000.PDF](http://www.uradni-list.si/files/RS_-2005-105-04558-OB~P001-0000.PDF). 27.4.2014.
21. Medmrežje 16: Google maps. 15.8.2014.
22. Medmrežje 17: Na strehi. Na strehi. <http://nastrehi.net/strokovni-prispevki/zelene-strehe/182-zelene-fasade-in-protihrupne-ograje.html>. 27.4.2014.
23. Medmrežje 18: Kvardabra.si. [www.kvardabra.net/article.php/Kako-deluje-sluh](http://www.kvardabra.net/article.php/Kako-deluje-sluh). 10.8.2014.
24. Medmrežje 19: [www.hindawi.com](http://www.hindawi.com). [hindawi.com/journals/afs/2012/828593/](http://hindawi.com/journals/afs/2012/828593/). 20.8.2014.
25. Medmrežje 20. [http://www.siol.net/avtomoto/novice/2013/09/slovenija\\_kriza\\_regije.aspx](http://www.siol.net/avtomoto/novice/2013/09/slovenija_kriza_regije.aspx). 25.10.2014.
26. Medmrežje 21. <http://www.census.gov/population/international/data/idb/worldpopgraph.php>. 25.10.2014.
27. Medmrežje 22. Agencija RS za okolje. [http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind\\_id=426](http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=426). 10.12.2014.
28. Medmrežje 23: Agencija za civilno letalstvo. <http://www.caa.si/index.php?id=103>. 10.12.2014.
29. Podatki MOV (2012). Ostruh, K. ustni vir, 20.6.2012.
30. Sodobna tehnika1: kako deluje?: Ljubljana, Narodna in univerzitetna knjižnica, 1986, str. 68.
31. Omega Consult d.o.o.(2009). Terenske raziskave. Prometna študija.
32. Tratnik, E. (2009). Prenehajte s tem hrupom – priročnik z osnovnimi in informacijami in navodili. Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve. Narodna in univerzitetna knjižnica. Ljubljana.