



# HRUPNO ONESNAŽENJE CELJA

Avtorica:

Veronika Šoster, 3. d

Mentor:

Goran Kosem, prof. fiz.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2010

## KAZALO VSEBINE

1.	UVOD .....	7
1.1.	IZBOR IN CILJI RAZISKOVALNEGA PROBLEMA .....	7
1.2.	HIPOTEZE .....	7
1.3.	PREDSTAVITEV RAZISKOVALNIH METOD .....	8
2.	LEGA IN OMEJITEV RAZISKOVANEGA OBMOČJA .....	9
3.	OSREDNJI DEL .....	11
3.1.	SPLOŠNO O ZVOKU .....	11
3.2.	FIZIKALNE OSNOVE.....	11
3.3.	ŠIRJENJE IN ZAZNAVANJE ZVOKA .....	13
3.4.	HRUP .....	15
3.4.1.	Raven hrupa.....	15
3.4.2.	Vrste hrupa .....	16
3.4.3.	Poskus - slišno območje pri dijakih.....	17
3.4.4.	Značilnosti okolja, v katerem se hrup širi.....	19
3.4.5.	Hrup prometa .....	20
3.5.	PREGLED ZAKONODAJE NA PODROČJU HRUPA .....	22
3.5.1.	Pravo Evropske unije .....	22
3.5.2.	Slovenska pravna ureditev .....	24
3.6.	VPLIV HRUPA NA ZDRAVJE .....	27
3.7.	PREPREČEVANJE HRUPA.....	27
3.8.	PREGLED OBSTOJEČIH RAZISKAV IN NAČRTOVANJA UKREPOV .....	29
3.8.1.	Karta hrupa za Celje iz leta 1982 - povzetek .....	30
3.8.2.	Raziskava za Mestno občino Celje 1998 – povzetek 2003 .....	30
3.8.3.	Trenutne aktivnosti v Mestni občini Celje.....	31
4.	IZVEDBA IN ANALIZA MERITEV.....	34
4.1.	ZBIRANJE PODATKOV IN VZOREC .....	35
4.2.	ANALIZA IN IZIDI MERITEV .....	40
4.3.	INTERVJU .....	50
4.4.	PREVERJANJE HIPOTEZ.....	56
5.	NAŠI PREDLOGI IN MOŽNE IZBOLJŠAVE .....	61
6.	ZAKLJUČEK IN RAZPRAVA.....	62
7.	LITERATURA IN VIRI.....	64
8.	PRILOGE.....	68

## **KAZALO SLIK**

Slika 1: Promet na Mariborski cesti.....	11
Slika 2: Širjenje zvočnih valov .....	11
Slika 3: Uho in njegovi sestavni deli .....	14
Slika 4: Frekvenčni generator in zvočnik, napravi za poskus .....	18
Slika 5: Dijak pri izvajanju poskusa .....	19
Slika 6: Vir zvoka, pot širjenja in sprejemnik zvoka .....	19
Slika 7: Odbiti (2), absorbirani (3), prenesen po strukturi (4) in prepuščeni (5) del vpadlega zvočnega valovanja (1) .....	20
Slika 8: Promet na Aškerčevi ulici .....	20
Slika 9: Promet mimo glavne avtobusne postaje .....	21
Slika 10: Promet v centru mesta .....	22
Slika 11: Protihrupna ograja ob avtocesti Ljubljana – Maribor (izhod Celje – center) .....	28
Slika 12: Primer zvočne izolacije .....	28
Slika 13: Pena za notranjo zvočno izolacijo akustičnih prostorov .....	28
Slika 14: Oprema za izvajanje meritev .....	35
Slika 15: Merilnik jakosti zvoka.....	36
Slika 16: Računalniški vmesnik .....	36
Slika 17: Merjenje hrupa na Starem gradu.....	37
Slika 18: Merjenje hrupa pred šolo.....	37
Slika 19: I. gimnazija v Celju .....	39
Slika 20: Podjavorškova – vezna cesta med Hudinjo in Novo vasjo.....	40
Slika 21: Del starega mestnega jedra v bližini kina Metropol.....	44
Slika 22: Promet pred zdravstvenim domom .....	44
Slika 23: Promet mimo Gimnazije Celje – Center .....	45
Slika 24: Ljubljanska cesta.....	46
Slika 25: Ob avtocesti .....	47
Slika 26: Mariborska cesta .....	48
Slika 27: Stari grad Celje .....	49

## **KAZALO TABEL**

Tabela 1: Prikaz rasti prometne obremenitve na območju Celja.....	10
Tabela 2: Pregled vrednosti hrupa v decibelih glede na njegov izvor .....	16
Tabela 3: Rezultati meritev poskusa slišnosti v razredu .....	18
Tabela 4: Mejne vrednosti hrupa na območjih varstva pred hrupom .....	26
Tabela 5: Kritične vrednosti hrupa na območjih varstva pred hrupom .....	26
Tabela 6: Podatki za 5 minutni del ene meritve .....	41
Tabela 7: Prikaz meritev 1. proučevanega območja .....	43
Tabela 8: Prikaz meritev 2. proučevanega območja .....	44
Tabela 9: Prikaz meritev 3. proučevanega območja .....	45
Tabela 10: Prikaz meritev 4. proučevanega območja .....	45
Tabela 11: Prikaz meritev 5. proučevanega območja .....	46
Tabela 12: Prikaz meritev 6. proučevanega območja .....	46
Tabela 13: Prikaz meritev 7. proučevanega območja .....	47
Tabela 14: Prikaz meritev 8. proučevanega območja .....	48
Tabela 15: Prikaz meritev 9. proučevanega območja .....	49

## **KAZALO GRAFOV**

Grafikon 1: Frekvenčno območje spektra slišnega zvoka.....	14
Grafikon 2: Primer diagrama impulznega hrupa .....	17
Grafikon 3: Grafični prikaz 20 minutne meritve .....	41

## **KAZALO KART**

Karta 1: Karta hrupa za pomembne ceste v Sloveniji.....	29
Karta 2: Karta Celja z rdeče poudarjenimi prometnicami.....	38
Karta 3: Kartiranje Meritve hrupa – Celje - 2010.....	50

## **ZAHVALA**

Za pomoč, vodenje in sodelovanje se iskreno zahvaljujem vsem, ki so mi stali ob strani pri izdelavi raziskovalne naloge.

Posebej se zahvaljujem razredničarki prof. Nataši Marčič za vse nasvete in razumevanje pri moji odsotnosti od pouka, g. Branku Bezgovšku za izposojeno računalniško opremo za izvajanje meritev na terenu in za vso podporo ter usmerjanje pri nastajanju raziskovalne naloge mentorju prof. Kosem Goranu. Zahvaljujem se prof. dr. Lojzetu Šmidu, dr. med. s Katedre za otorinolaringologijo Medicinske fakultete Ljubljana in Katji Kladnik Stabej dr. med. s Klinike za otorinolaringologijo in cervikofacialno kirurgijo na Univerzitetnem Kliničnem centru Ljubljana za njuno strokovno mnenje. Ge. Katji Podjavoršek se zahvaljujem za pomoč pri pridobitvi ortofoto karte Celja pri Geodetskem zavodu Celje, g. Gregorju Kalanu z Zavoda RS za varstvo narave za pomoč pri izdelavi karte hrupa. Za informacije o trenutnem stanju na tem področju se zahvaljujem tudi ge. Nini Mašat Strle z Oddelka za okolje in prostor ter komunalno Mestne občine Celje. Zahvalila bi se tudi vsem dijakom 3. letnika, ki so sodelovali pri izvedbi poskusa.

Iskrena hvala vsem!

## **POVZETEK**

Zvok ima v naših življenjih izjemen pomen, a se pojavlja tudi kot hrup in predstavlja tveganje za naše zdravje ter degradira okolje, v katerem prebivamo. Obremenjenost mesta Celje s prometom je velika, kar je eden izmed glavnih razlogov za njegovo visoko stopnjo hrupne onesnaženosti.

Namen moje raziskovalne naloge je ugotoviti, ali se obremenjenost s hrupom v Celju v zadnjih letih stopnjuje in kako se širi, raziskati, kateri vir hrupa ima največji vpliv na hrupno onesnaženje, preveriti, če je izpostavljenost hrupu na najbolj obremenjenih območjih že tako velika, da je za človeka škodljiva in predlagati možne ukrepe za izboljšanje trenutnega stanja.

S pomočjo dosegljive literature, dela na terenu in z nadaljnjo kvantitativno analizo zbranih podatkov sem ugotovila, da se obremenjenost Celja s hrupom v zadnjih letih stopnjuje, širitev obremenjenosti s hrupom na bivalna območja pa je odvisna od njihove prometne lege. Potrdila sem domnevo, da ima cestni promet največji vpliv na obremenjenost okolja s hrupom, delno pa sem potrdila predpostavko, da je na najbolj hrupno obremenjenih območjih izpostavljenost hrupu že škodljiva za človeka, saj je dojemanje intenzivnosti hrupa zelo odvisno od njegovih individualnih lastnosti.

Za izboljšanje problematike sem predlagala pospešeno subvencioniranje pasivne protihrupne zaščite na najbolj ogroženih območjih in preverjanje že obstoječe zaščite, ki bi bila pospremljena z izdelavo celovite karte hrupa za mesto Celje. Po mojem mnenju bi morali biti s sprotno obveščeno o dogajanju na tem področju skrbi za okolje bolj intenzivno vključeni tudi prebivalci mesta.

## **1. UVOD**

### **1.1. IZBOR IN CILJI RAZISKOVALNEGA PROBLEMA**

Življenje v mestu s seboj prinaša določene prednosti in hkrati tudi slabosti. Kot prebivalci mesta smo vedno v središču dogajanja, vse nam je hitro in preprosto dostopno in postajamo vedno bolj navajeni nekakšnega prijetnega udobja, velikokrat pa pozabljamo na vpliv naših dejanj na okolje, ki nas obkroža.

Ob obisku evropskih velemest se ob prvem stiku najprej zavemo vseobsegajočega hrupa okoli sebe. Ta sicer pritegne in daje občutek mogočnosti, množice in dogajanja, a je tudi eden izmed glavnih krivcev za stres, nemir, občutek nelagodja in zmedenosti, ob preveč intenzivni in predolgo trajajoči izpostavljenosti pa povzroča tudi trajne okvare sluha.

Mesto Celje v evropskem merilu sicer res ni velemesto in se z njimi ni zmožno primerjati na veliko področjih, kako pa je z obremenjenostjo s hrupom? Ali je možno, da je življenje v mestu s samo 50.000 prebivalci iz dneva v dan bolj pogojeno s hrupnim onesnaženjem? Ali pa smo pred takimi nevarnostmi, kot razmeroma majhno mesto, varni?

V moji raziskovalni nalogi sem želela raziskati, kako širjenje mesta, njegova izrazita tranzitna lega, odpiranje trgovskih središč ter povečevanje tovarnega in osebnega prometa vplivajo na okolje z vidika hrupne onesnaženosti, ugotoviti, v katerih primerih je za zaščito storjeno dovolj, kje pa bi lahko bilo več in zakaj to še ni bilo storjeno, na koncu pa še predlagati možne izboljšave za hitrejše reševanje problematike hrupnega onesnaženja.

### **1.2. HIPOTEZE**

Na začetku raziskovanja sem postavila naslednje tri hipoteze:

- Obremenjenost Celja s hrupom se v zadnjih letih stopnjuje in se z območij ob glavnih prometnicah širi na bivalna območja.
- Cestni promet ima največji vpliv na obremenjenost okolja s hrupom.
- Na najbolj hrupno obremenjenih območjih je izpostavljenost hrupu že škodljiva za človeka.

### **1.3. PREDSTAVITEV RAZISKOVALNIH METOD**

Pri raziskovalnem delu sem uporabila naslednje metode dela:

- delo z literaturo,
- intervju,
- delo s programom LoggerPro,
- merjenje hrupa na terenu in analiza podatkov ,
- statistična obdelava podatkov,
- poskus,
- fotografiranje in
- kartiranje.

Literaturo sem poiskala v Osrednji knjižnici Celje, v strokovnih revijah, učbenikih, priročnikih, v revijah in časopisih ter na medmrežju.

Izvedla sem intervju s profesorjem na Medicinski fakulteti Ljubljana in z otorinolaringologinjo na Univerzitetnem Kliničnem centru Ljubljana.

Merila sem hrup na območjih v Celju, ki so predvidoma različno hrupno onesnažena ter vključujejo tako središče mesta kot tudi okoliška naselja in podatke analizirala.

Fotografirala sem proučevana območja in že obstoječe načine protihrupne zaščite nekaterih krajev, opremo za merjenje hrupa ter opremo za izvedbo poskusa, ki sem ga izvedla med dijaki 3. letnika.

Kartirala sem vsa proučevana območja.



## **2. LEGA IN OMEJITEV RAZISKOVANEGA OBMOČJA**

Celje je tretje največje mesto v Sloveniji. Ker je zelo prometno obremenjeno, je tudi bolj hrupno onesnaženo, saj je prav promet eden izmed glavnih dejavnikov, ki vplivajo na hrup.

Celje leži na stiku avtocestnih in železniških koridorjev oziroma na povezavi vseh treh najpomembnejših slovenskih prometnih vozlišč: Kopra, Ljubljane in Maribora, kar postavlja Celje v ugodno prometno lego. Mestno jedro je prometno dobro dostopno, v njegovi neposredni bližini sta avtobusna in železniška postaja. V preteklih letih je število motornih vozil strmo naraslo, leta 2007 je bilo v MO Celje registriranih 30.462 vozil, kar npr. pomeni 15% povečanje glede na leto 2004. Lega mesta Celje omogoča veliko dostopnost, a to slabo vpliva na okolje, tudi na povečanje onesnaženja s hrupom (MO Celje, Poročilo o stanju okolja v mestni občini Celje – 2008, str. 19, 15.02.2010).

Direkcija Republike Slovenije za ceste opravlja štetje prometa za javne ceste in izračunani podatki povprečnega letnega dnevnega prometa (PLDP) so dostopni na <http://www.dc.gov.si/promet/promet>. Podatek PLDP pomeni število motornih vozil, ki v 24 urah peljejo mimo števnege mesta na povprečni dan v letu. Iz obstoječih podatkov za obdobje od leta 2000 do leta 2008 sem zbrala podatke o prometnih obremenitvah po posameznih odsekih, kjer se opravljajo meritve za območje Celja. Povečanje prometne obremenitve na sedmih odsekih sem prikazala v zbirni tabeli na način, da so podatki iz leta 2008 primerjani s prvim razpoložljivim podatkom za posamezen odsek.

Kat. ceste	Štev. odseka	Prometni odsek	Ime št. mesta	Leto štetja	od tega		
					Vsa vozila (PLDP)	Osebna vozila	Tovorna vozila
avtocesta	0040	CELJE-CELJE ZAHOD	Lopata AC	2008	<b>38.102</b>	27.530	10.302
avtocesta	0040	CELJE-ARJA VAS		2000	<b>22.308</b>	16.970	5.166
regional.c.III.reda	1403	LJUBEČNA-BUKOVŽLAK	Ljubečna	2008	<b>3.069</b>	2.439	614
glavna c. II.reda	1274	CEVZHODNA M.-ŠTORE	Celje Teharje	2008	<b>17.390</b>	15.602	1.645
glavna c. II.reda	1274	CEVZHODNA M.-ŠTORE		2002	<b>14.000</b>	12.845	1.010
glavna c. I.reda	0370	MEDLOG- CELJE	Celje Lava	2008	<b>14.122</b>	12.672	1.315
glavna c. I.reda	0370	MEDLOG- CELJE		2005	<b>15.000</b>	13.020	1.710
glavna c. I.reda	1401	PRIK.CELJE ZAH.-MEDLOG	Medlog	2008	<b>6.687</b>	5.883	767
glavna c. I.reda	1401	PRIK.CELJE ZAH.-MEDLOG		2005	<b>4.935</b>	4.331	573
regional.c.II.reda	0282	CELJE AC-CELJE	CE Hudinja	2008	<b>30.339</b>	26.634	3.407
regional.c.II.reda	0282	CELJE(AC)-CELJE		2000	<b>30.000</b>	27.122	2.247
glavna c. I.reda	0328	CELJE-CE(POLULE)	Polule	2008	<b>19.000</b>	17.115	1.730
glavna c. I.reda	0328	CELJE-CE(POLULE)		2000	<b>17.000</b>	15.100	1.775

**Tabela 1: Prikaz rasti prometne obremenitve na območju Celja**  
**Vir: Direkcija RS za ceste, <http://www.dc.gov.si/promet/promet>**

Kot cilj sem si zastavila izdelavo hrupne karte Celja, zato sem na osnovi strokovne literature in zemljevidov proučila predele mesta Celja, da bi ugotovila, kateri so najbolj in kateri najmanj hrupno onesnaženi.

Za potrebe raziskave sem oblikovala 9 sklopov območij in sicer:

- staro mestno jedro,
- okolico zdravstvenega doma in bolnišnice,
- okolico celjskih gimnazij,
- območja ob prometnih cestah v centru mesta,
- območja ob železniški postaji,
- območja ob avtocesti,
- območja ob mestnih vpadnicah v smeri sever-jug in vzhod-zahod,
- območje naselij Hudinja, Nova vas, Dolgo polje in Lava ter
- širšo okolico Celja.

### 3. OSREDNJI DEL

#### 3.1. SPLOŠNO O ZVOKU

Zvok ima izreden pomen za naše življenje. Že ob rojstvu smo izpostavljeni raznovrstnim zvokom, kar pa je za nas zelo koristno, saj nam je tako omogočena komunikacija z ostalimi člani družbe, uživanje ob prijetnih zvokih, spoznavanje okolja, orientacija v prostoru ter opravljanje vsakodnevnih dejavnosti, nekateri zvoki pa nas tudi opozarjajo in varujejo pred nevarnostjo. Včasih pa lahko nekateri zvoki, ki nas obdajajo, motijo našo sposobnost koncentracije in s tem tudi našo uspešnost pri delu, v skrajnih primerih pa lahko celo ogrožajo naše zdravje. Zvoki take vrste so nezaželeni in jih definiramo kot hrup. Hrup je vrsta zvoka, ki škoduje človeku tako fizično kot tudi psihično. V današnjih časih postaja hrupna onesnaženost oziroma preveč intenzivna izpostavljenost hrupu resen problem, saj se širi skupaj z naraščanjem mobilnosti in je posledica sodobnega načina življenja. Tako bi lahko trdili, da je prav masivna uporaba prevoznih sredstev krivec za kritično izpostavljenost hrupu (ARSO, Poročilo o stanju okolja v Sloveniji – hrup, 25.11.2009).



Slika 1: Promet na Mariborski cesti  
Foto: V. Šoster, marec, 2010

#### 3.2. FIZIKALNE OSNOVE

Zvok je mehansko longitudinalno valovanje, ki se širi po dani snovi. Največkrat je ta snov zrak, po katerem se zvok širi v obliki sferičnih valov. Tako se periodično razširjajo področja zraka z večjim ali manjšim tlakom. Veja fizike, ki proučuje zvok, se imenuje akustika (Hribar in drugi, 1997, str. 153 – 156).



Slika 2: Širjenje zvočnih valov  
Vir: <http://paphysicalscience.wikispaces.com/file/view/SoundWaves.jpg/77617045/SoundWaves.jpg>

Zvok ponavadi opišemo s frekvenco in jakostjo. Frekvenca zvoka pomeni število zvočnih nihajev v sekundi, jakost pa podaja tlačno amplitudo zvočnega nihanja. Glede na frekvenco ločimo:

- ton (zvok z eno samo frekvenco, nihanje je sinusno),
- zven (zvok z nekaj frekvencami, nihanje je periodično, a ni sinusno) in
- šum (zvok z velikim številom nepovezanih frekvenc, nihanje ni periodično).

Enostaven akustični sistem sestavljajo:

- vir zvočnega valovanja – zvočilo (npr. struna),
- medij, po katerem lahko zvok potuje (npr. zrak) in
- sprejemnik zvoka (npr. človeško uho).

Hitrost razširjanja zvoka je odvisna predvsem od medija, po katerem zvok potuje. Po zraku lahko zvok potuje s hitrostmi od 330 m/s do 350 m/s (odvisno od zračnega tlaka, temperature, delcev v zraku...). Ker je zvok vrsta valovanja, lahko zanj uporabimo valovno enačbo:

$$c = v \cdot \lambda ,$$

kjer je  $c$  hitrost valovanja,  $v$  frekvenca in  $\lambda$  valovna dolžina valovanja (razdalja med dvema zaporednima delcema valovanja, ki nihata v fazi).

Gostota zvočnega valovanja ( $j$ ) nam pove, kolikšna moč tlačnih zvočnih valov ( $P$ ) deluje na  $1 \text{ m}^2$  površine sprejemnika zvoka ( $S$ ), npr. na bobnič v ušesu:

$$j = \frac{P}{S} .$$

S pomočjo gostote zvočnega valovanja lahko izračunamo jakost zvoka ( $J$ ), ki je logaritemsko odvisna od gostote ( $j$ ):

$$J = 10 \cdot \log \frac{j}{j_0} .$$

Z  $j_0$  označimo spodnjo mejo slišnosti, ki za zdravega mladega človeka znaša  $j_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ . Zgornja, še dopustna meja gostote zvočnega toka znaša približno  $1 \text{ W/m}^2$ . Obe vrednosti sta seveda orientacijski, odvisni od vsakega posameznika in tudi od frekvence zvočnega valovanja.

Gostota zvočnega toka in z njo jakost zvoka sta odvisni tudi od razdalje med zvočilom in sprejemnikom. Za točkasto zvočilo, ki oddaja zvok simetrično v vse smeri, lahko za površino, po kateri se zvok razširja, uporabimo kar površino krogelne lupine s polmerom  $r$ :

$$j = \frac{P}{4\pi r^2} .$$

Za takšno zvočilo gostota zvočnega toka torej pada s kvadratom razdalje.

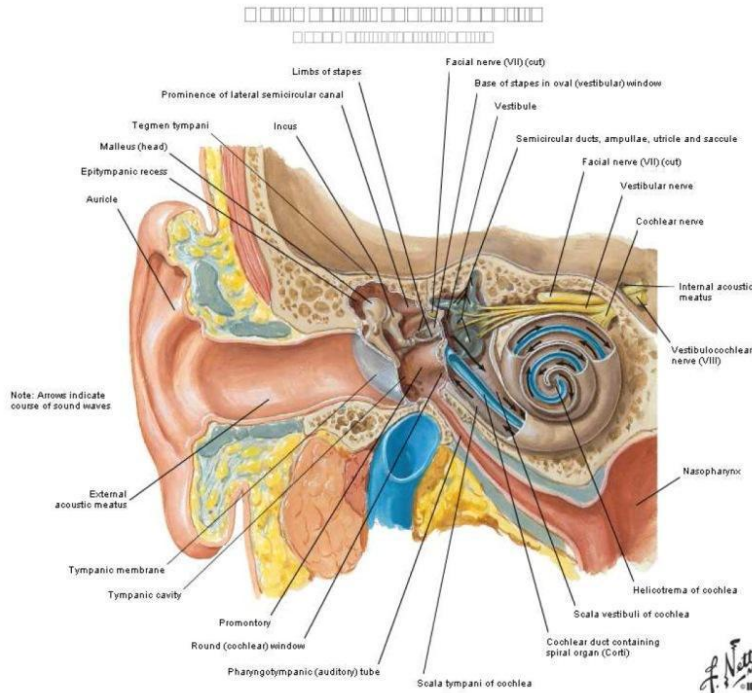
Čeprav je jakost zvoka vpeljana kot brezdimenzijska količina, jo ponavadi opremimo z mersko enoto decibel (dB), ki je poimenovana po A. G. Bellu, izumitelju telefona. Tako prag slišnosti opredelimo z 0 dB, zvočni tlak, pri katerem je jakost zvoka moteča (prag bolečine), pa s 120 dB (ŠC Novo mesto, Osnove gradbene fizike z vidika toplotne in zvočne zaščite, 25.11.2009 in FGG, Zvok in zvočna zaščita, 25.11.2009).

### **3.3. ŠIRJENJE IN ZAZNAVANJE ZVOKA**

Človek dojema svet, ki ga obkroža, s čutili. Naše uho je specifični receptor, ki sprejema longitudinalno valovanje zraka. Zvok se širi v obliki sferičnih valov, tako da potisne oziroma pritegne zrak v svoji okolici in tako ustvarja plasti z različnim tlakom, kar je zvočni val (Craig in Rosney, 1997, str. 64).

Zunanje uho sprejema zvočno valovanje, ki nato potuje po sluhovodu do bobniča. Ta posreduje tresljaje slušnim koščicam (kladivce, nakovalce in stremence), te pa jih skozi membrano ovalnega okenca posredujejo v notranje uho, natančneje v tekočino, ki se nahaja v polžu. Zatresejo se membrane osrednjega kanala, še zlasti osnovna membrana, na kateri so slušne celice. Ob stiku dlačic teh celic s krovno membrano se sproža električni impulz, ki ga slušni živec prenese do slušnega središča v velikih možganih. Sluh je torej proizvod usklajenega delovanja zunanjega, srednjega in notranjega ušesa, živčnega sistema ter možganov (Korošak, 2001, str. 72 in Tratnik, 2006, str. 3).

Plate 87



©2003 Icon Learning Systems All Rights Reserved.

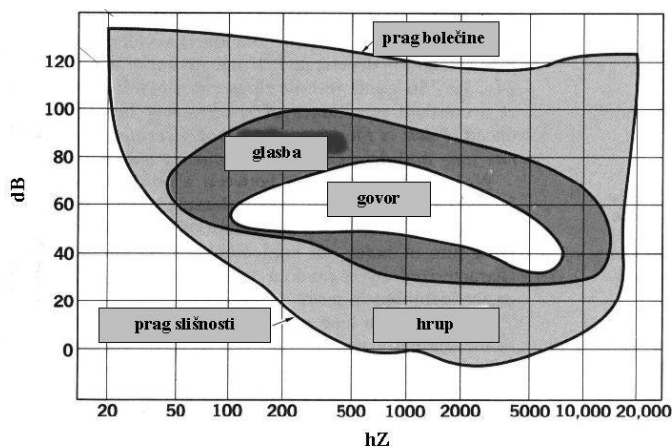
**Slika 3: Uho in njegovi sestavni deli**

Vir: Frank H. Netter, M. D., Atlas of Human Anatomy, Third Edition 2003, ICON Learning System Carlstand USA

Človeško uho lahko zazna najrazličnejše zvoke in njihove lastnosti, vendar samo v določenem obsegu frekvenc in gostote zvočnega valovanja.

Povprečen človek sliši zvoke od 20 Hz do 20 000 Hz. Pod 20 Hz je območje infra zvoka, nad 20 000 Hz pa območje ultra zvoka, ki ju nekatere živali (npr. žuželke, netopirji, delfini, sloni, psi...), za razliko od človeka, še zaznavajo (Čudina, 2001, str. 5).

Najboljši sluh imajo otroci, saj se z leti frekvenčni obseg oži, ker prožnost



Grafikon 1: Frekvenčno območje spektra slišnega zvoka

Vir: Čudina, 2001, str. 5

membrane slabi. Uho kot tako najbolje zaznava zvoke v frekvenčnem območju med 1000 Hz in 4000 Hz. Najbolj občutljivo je pri frekvenci 1000 Hz, tu je definirana tudi meja slišnosti ( $10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>), meja bolečine pa je pri 1 W/m<sup>2</sup>. (Hribar in drugi, 1997, str. 153).

### 3.4. HRUP

Hrup je raznovrstno zvočno nihanje, ki je sestavljeno iz množice tesno si sledečih zvokov. Ti so si različni po frekvenci, jakosti in faznem premiku (Wedam, 1991, str. 68). V življenjskem okolju povzroča nemir, škoduje človekovemu zdravju ali kakorkoli drugače škodljivo vpliva na okolje. Povzročajo ga najrazličnejši stroji in naprave, transportna sredstva in ljudje. Pri raziskavah o obremenjenosti prebivalstva s hrupom je ugotovljeno, da največ motenj povzroča hrup cestnega prometa (več kot 60%), po zadnjih virih pa je v EU okoli 20% ljudi izpostavljenih nesprejemljivim ravnem hrupa (Berčič, 2000, str. 6). Prebivalstvo, predvsem tisto, ki se nahaja v bližini mestnih vpadnic in ob cestah v mestnih središčih, je s hrupom zelo obremenjeno, zato je protihrupna zaščita eden izmed ključnih ukrepov ter se ji zato posveča veliko pozornosti. Ker hrup na splošno ni zaželen, ga poskušamo zmanjšati na najnižjo možno raven, če je to mogoče.

Škodljivi vplivi hrupa na človeka so odvisni od naslednjih dejavnikov:

- kraja in časa
- ravni hrupa,
- vrste hrupa,
- frekvence hrupa,
- trajanja izpostavljenosti,
- oddaljenosti od vira hrupa,
- značilnosti okolja, v katerem se hrup širi,
- dejavnosti, ki jo človek izvaja,
- značilnosti vsakega posameznika in drugih dejavnikov (Čudina, 2001, str. 1 in Tratnik, 2006, str. 8).

#### 3.4.1. Raven hrupa

Imenovana je tudi »glasnost hrupa« in jo izražamo v enoti dB. V literaturi se velikokrat pojavljajo oznake dB(A), dB(B) in dB(C), pri čemer pa gre samo za območje večje občutljivosti na določeno frekvenco. Torej dB(C) zajema vse frekvence enako in se manj uporablja, dB(B) je redko uporabljen in je nekje med dB(A) in dB(C), **dB(A)** pa prilagodi zajeti zvok v slišno območje človeka (najbolj natančno zajema zvok okoli 1 kHz, manj natančno zajema zelo nizke ali zelo visoke frekvence) in se najbolj uporablja, uporabljala pa sem ga tudi sama, saj je bil poudarek stopnje hrupa s stališča človeškega slišnega območja (The Engineering ToolBox, [http://www.engineeringtoolbox.com/decibel-d\\_59.html](http://www.engineeringtoolbox.com/decibel-d_59.html), 15.02.2010).

Da bi prikazala približne vrednosti določenih pojavov in naprav, ki povzročajo hrup, sem izdelala tabelo, ki vsebuje nekatere vrednosti hrupa v decibelih in izvor tega hrupa.

	dB(A)	izvor	občutek
<b>BOBNIČ POČI</b>	<b>160</b>		
	<b>140</b>	vojaško nadzvočno letalo	nevzdržno
	<b>130</b>	reaktivno letalo	
<b>MEJA BOLEČINE</b>	<b>120</b>	pnevmatsko kladivo, potniško letalo	
	<b>110</b>	petarda, diskoteka	zelo glasno
	<b>100</b>	avtomobilska hupa, sirena	
<b>MEJA NEVARNOSTI</b>	<b>90</b>	tovornjak	
<b>MEJA TVEGANJA</b>	<b>85</b>	motorno kolo	
	<b>80</b>	promet na cesti, krik	glasno
	<b>70</b>	kosilnica	
	<b>65</b>	restavracija, budilka	
<b>MEJA MOTNJE</b>	<b>60</b>	pogovor, pisarna	tiho
	<b>50</b>	potok	
	<b>40</b>	pritajen pogovor	
	<b>35</b>	tiho stanovanje	
	<b>20</b>	šepetanje	
	<b>10</b>	sneženje, šelestenje listja	
<b>MEJA SLIŠNOSTI</b>	<b>0</b>	zvočna komora	

Tabela 2: Pregled vrednosti hrupa v decibelih glede na njegov izvor

Vir 1: [http://www.renault.si/financiranje-in-storitve/renault-svetovanje/trajnostni-razvoj/att00056922/graf\\_hrupa.gif](http://www.renault.si/financiranje-in-storitve/renault-svetovanje/trajnostni-razvoj/att00056922/graf_hrupa.gif)

Vir 2: [http://osha.europa.eu/fop/slovenia/sl/et2005/PDF/drBilban\\_Spremljevalec\\_sodobnega\\_zivljenja.pdf](http://osha.europa.eu/fop/slovenia/sl/et2005/PDF/drBilban_Spremljevalec_sodobnega_zivljenja.pdf)

Vir 3: [http://fizika.scpet.net/5obdelu/25\\_vodila.doc](http://fizika.scpet.net/5obdelu/25_vodila.doc)

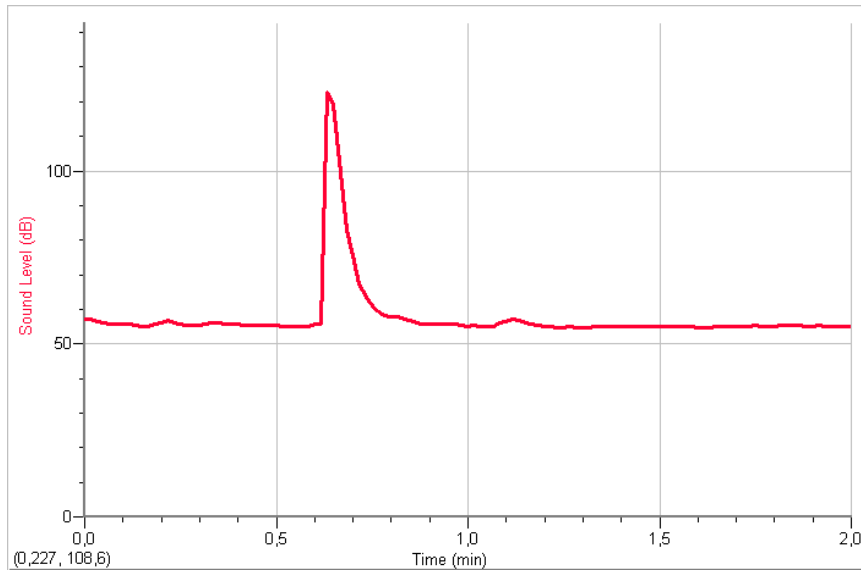
Vir 4: Tratnik, 2006, str. 20, 22

### 3.4.2. Vrste hrupa

Poznamo več različnih vrst hrupa:

- **aerodinamični hrup** je hrup, ki ga povzroča vrtinčenje zračnega toka preko površine kakega objekta;
- **impulzni/kratkotrajni hrup** traja zelo kratek čas in ima hiter porast jakosti zvoka, ki mu sledi hiter padec. Zaradi oblike na grafu mu pravimo tudi iglast zvočni pojav. Uho zazna tak hrup kot šok, možgani pa kot zvočni udar, kar lahko povzroči stres, nezbranost, motnje v spominu, lahko tudi fizične poškodbe sluha (MO Ljubljana, <http://www.ljubljana.si/si/mol/mestna-uprava/oddelki/varstvo-okolja/projekti/9339/detail.html>, 15.01.2010).





**Grafikon 2: Primer diagrama impulznega hrupa**

**Vir: Program LoggerPro**

- **občasni hrup** je hrup, ki se pojavlja v enakomernih ali neenakomernih presledkih;
- **trajni hrup** se v opazovanem časovnem obdobju ne spreminja in se ponavlja v večjih časovnih presledkih;
- **nepretrgan hrup** je nenehen dolgotrajen hrup;
- **hrup po trdnih strukturah** je zvok, ki se z vibracijami širi po zgradbah;
- **hrup ozadja** je hrup, ki ima izvor drugje kot pa tam, kjer ga merimo;
- **hrup avtomobilskih pnevmatik** je globoko odmevajoč hrup, ki ga povzroči trenje med avtomobilskimi pnevmatikami in površino ceste
- in drugo.

(Viri: ARSO, katalog podatkovnih virov, 18.01.2010 in Tratnik, 2006, str. 18).

### 3.4.3. Poskus - slišno območje pri dijakih

Zanimalo me je, če podatek o slišnem območju drži (slišno območje povprečnega zdravega človeka naj bi bilo med 20 in 20 000 Hz), zato sem izvedla poskus med dijaki tretjega letnika. Za to sem uporabila frekvenčni generator, s katerim sem lahko poljubno spreminjala frekvence v tem območju. Nanj sem priključila zvočnik, s pomočjo katerega sem zvok predvajala dijakom.



Slika 4: Frekvenčni generator in zvočnik, napravi za poskus  
Foto: V. Šoster, januar, 2010

Preizkusila sem sluh 23 dijakov in svoje ugotovitve prikazala v tabeli.

	Zaznavanje frekvence v Hz	
	najmanj	največ
A1	14	18.000
B2	16	16.000
C3	13	15.000
Č4	15	14.000
D5	14	16.000
E6	13	17.000
F7	18	16.000
G8	16	18.000
H9	18	16.000
I10	14	18.000
J11	15	16.000
K12	13	17.000
L13	15	15.000
M14	14	17.000
N15	13	14.000
O16	14	15.000
P17	15	16.000
R18	14	16.000
S19	16	17.000
Š20	14	14.000
T21	16	18.000
U22	18	18.000
V23	15	15.000
<b>min.</b>	<b>13</b>	
<b>max.</b>		<b>18.000</b>
<b>povp.</b>	<b>14,9</b>	<b>16.174</b>

Tabela 3: Rezultati meritev poskusa slišnosti v razredu

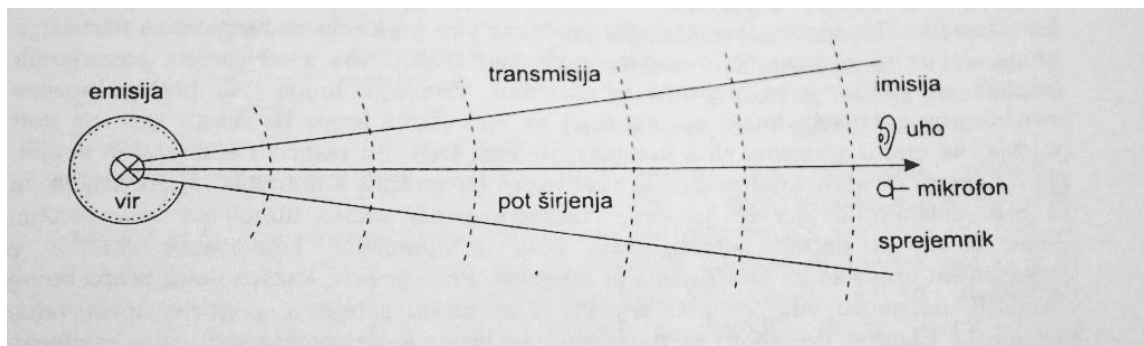
Ugotovila sem, da je slišno območje dijakov večinoma v mejah pričakovanih vrednosti. Povprečna spodnja meja slišnosti je znašala približno 15 Hz, zgornja pa dobrih 16 000 Hz (tabela 3). Na rezultat spodnje meje je vplivala tudi membrana zvočnika - nekateri dijaki so namreč lahko slišali njeno vibriranje, ko še ni oddajala dejanskega zvoka. Za bolj natančne rezultate bi morala uporabiti zelo kakovostno avdio opremo, poskus pa izvajati v zvočno izoliranem prostoru.



Slika 5: Dijak pri izvajanju poskusa  
Foto: V. Šoster, januar, 2010

#### 3.4.4. Značilnosti okolja, v katerem se hrup širi

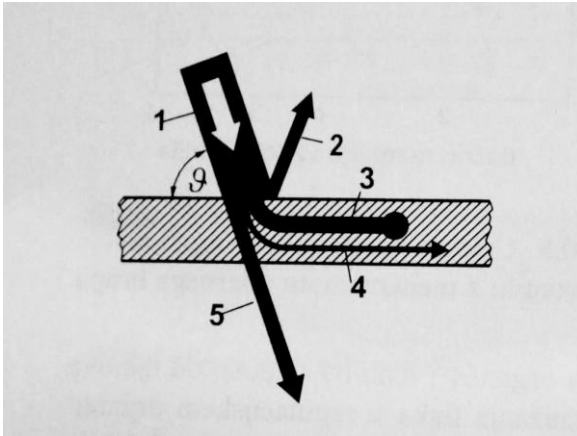
Okolje, v katerem zvočno valovanje nastaja ali se širi, imenujemo zvočno polje.



Slika 6: Vir zvoka, pot širjenja in sprejemnik zvoka  
Vir: Čudina, 2001, uvod

Hrup, ki se širi in ga na nekem mestu lahko izmerimo, je odvisen od karakteristike zvočnega vira in akustične okolice okoli vira oz. sprejemnika.

Če zvočno valovanje zadene ob steno, se del valovanja odbije, del absorbira, del prenaša naprej po steni, del pa gre skozi. Medsebojni delež med odbito, absorbirano, preneseno in prepuščeno komponento je odvisen od strukture stene in od zvočnega valovanja, predvsem njegove frekvence (Čudina, 2001, str. 54).



Slika 7: Odbiti (2), absorbirani (3), prenesen po strukturi (4) in prepuščeni (5) del vpadlega zvočnega valovanja (1)

Vir: Čudina, 2001, str. 54

### 3.4.5. Hrup prometa

Proces nastajanja hrupa je podoben pri vseh prometnih sredstvih. To so:

- cestna vozila (osebni avtomobili, tovornjaki, avtobusi, motocikli),
- tirna vozila (železniška vozila, tramvaji) ter
- zračna plovila (letala, helikopterji).

Prometna sredstva so glavni vir komunalnega hrupa in so praktično eden večjih problemov na področju zmanjševanja hrupa v okolju. Od vseh prometnih sredstev je hrup cestnih vozil najbolj moteč, predvsem zaradi velikega števila letih, razmeroma majhne bližine poslušalcev in zaradi njihove precej enakomerne porazdelitve časovno in krajevno. Cestni hrup je nadležen predvsem v središčih večjih mest. Čeprav je raven hrupa, ki ga povzročajo tirna in zračna vozila, višja, je obremenjenost okolja s hrupom zelo krajevno in časovno omejena, zato je tudi manj kritična (razen v neposredni bližini letališč in postaj).



Slika 8: Promet na Aškerčevi ulici

Foto: V. Šoster, marec, 2010

Motorni promet na cestah ustvarja hrup:

- s pogonskim sistemom motornih vozil (vir hrupa je obratovanje pogonskega sklopa)
- s premikanjem vozil oziroma z interakcijo med pnevmatikami in podlago ter
- z aerodinamičnim hrupom zaradi upora zraka (Henigman in drugi, 2002, str. 7).

Raven povzročene hrupa je odvisna od:

- vrste prometnega sredstva,
- njegove konstrukcijske zgradbe (npr. pogonskega motorja),
- voznih razmer,
- lege prometnega sredstva glede na poslušalca,
- okolice,
- hitrosti vozila,
- vrste vožnje itd.



**Slika 9: Promet mimo glavne avtobusne postaje**  
Foto: V. Šoster, marec, 2010

Komunalni hrup se nanaša na zunanji hrup okolja v mestih in naseljih. Je posledica razvoja industrije, zato je večji v razvitejših državah. Karakteristika in jakost se spreminjata s krajem in časom (čez dan, med letom...), zato pri opisu komunalnega hrupa in njegovega učinka na ljudi upoštevamo njegovo časovno in krajevno porazdelitev in spremembo. Med vsemi viri komunalnega hrupa je hrup cestnega prometa prevladujoč, predvsem zaradi velikega števila vozil, goste cestne infrastrukture in velike zvočne moči v primerjavi z drugimi viri hrupa (Čudina, 2001, str. 84, 116, 119).

Hrup, ki ga povzroča promet na cestah, je zaradi navezanosti poselitve na omrežje cest potrebno omejevati. Zaščito okolja pred hrupom je potrebno

zagotoviti na osnovi proučitve številnih vplivov na raven hrupa in uveljavljenih ukrepov (Henigman in drugi, 2002, str. 7).

Kljub ukrepom, storjenim na tem področju, je cestni promet še vedno pereč problem, saj se je kljub ukrepom:

- povečal obseg prometa,
- povečal čas obremenitve s hrupom in
- povečala velikost področja, v katerega prodira promet (Berčič, 2000, str. 6).



**Slika 10: Promet v centru mesta**

Foto: V. Šoster, marec, 2010

### **3.5. PREGLED ZAKONODAJE NA PODROČJU HRUPA**

Hrup je pereč problem v sodobni družbi, zato se glede njega sprejemajo tudi zakonodaje. To poglavje je zato posvečeno kratkemu opisu različnih zakonodaj, njihovih učinkih in namenih ter posledicah, ki jih imajo na dano problematiko.

#### **3.5.1. Pravo Evropske unije**

V Evropi so pred štiridesetimi leti izšli prvi predpisi s področja omejevanja emisij hrupa. Članice Evropske unije so k problemu pristopile parcialno, Nemčija in Nizozemska pa sta uredili problematiko hrupnega onesnaževanja celostno. Skupnostno pravo se je na začetku ukvarjalo predvsem z omejitvami hrupa v posameznih sektorjih (v proizvodnji strojne opreme, motornih vozil, letal, vlakov...).

Prvi pomemben premik k enotni evropski politiki omejitve emisij hrupa se je zgodil, ko je Evropska komisija leta 1996 izdala Zeleno knjigo Komisije glede bodoče politike glede varstva okolja pred hrupom. Ugotovili so namreč, da je 20% evropskega prebivalstva izpostavljeno nesprejemljivim vrednostim hrupa.



Sicer se je delež hrupne tehnologije res zelo zmanjšal, a se hrupna onesnaženost povečuje zaradi naraščanja količine prometa.

Evropska komisija je ustanovila sedem stalnih delovnih skupin, ki pripravljajo enotno politiko omejevanja hrupa, usklajuje pa jih enoten odbor, katerega delovanje ureja Evropska komisija.

Bistveni elementi evropske politike varstva okolja je nadzorovanje okoljske obremenjenosti s hrupom. To pomeni tudi pripravljanje kart hrupa ter spodbujanje držav članic, da zaupajo strokovnjakom pripravo načrtov za hrupno zelo obremenjena območja.

Najpomembnejše predpise evropske zakonodaje s področja okoljskega hrupa predstavljajo (ARSO, Predpisi s področja hrupa, 25.11.2009):

1. Direktiva 2002/49/ES o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju
2. Priporočilo komisije 2003/613/EC v zvezi z navodili o revidiranih začasnih metodah za izračun industrijskega hrupa, hrupa letališč, hrupa cestnega in železniškega prometa ter s hrupom povezanih emisijskih podatkov
3. Vodič dobre prakse za strateško kartiranje hrupa in pripravo spremljevalnih podatkov o izpostavljenosti hrupu
4. Direktiva 2000/14/EC o emisijah hrupa strojev, ki se uporabljajo na prostem

**Direktiva 2002/49/ES** je okvirna direktiva na področju varovanja okolja pred hrupom, ki ne določa mejnih vrednosti kazalcev hrupa in prepušča državam, da uredijo vrednosti, kot želijo, vendar morajo obveščati Evropsko komisijo o veljavni ureditvi in predvidenih spremembah. Prav tako daje velik poudarek obveščanju in posvetovanju z javnostjo. Njen glavni namen je poenotiti pristop držav članic k preprečevanju in zmanjšanju škodljivih učinkov okoljskega hrupa. Njen končni cilj je, da bi se na dolgi rok zmanjšalo število tistih Evropejcev, ki so izpostavljeni prevelikim emisijam hrupa. Bistveni element evropske politike varstva okolja pred hrupom je torej nadzorovanje okoljske obremenjenosti z rednim pripravljanjem strateških kart hrupa za večja poselitvena območja, ceste, železnice in letališča ter s spodbujanjem držav članic, da zaupajo strokovnjakom pripravo akcijskih načrtov za območja, ki so obremenjena s poselitvijo ali prometom in za območja, kjer so mejne vrednosti kazalcev hrupa presežene. Direktiva določa roke, v katerih morajo biti strateške karte hrupa in akcijski načrti pripravljani. Države članice so morale direktivo implementirati v svojo zakonodajo do leta 2004. Do 30. julija leta 2007 so morale pripraviti strateške karte hrupa za:

- poselitvena območja z več kot 250.000 prebivalci,
- pomembne ceste z več kot 6 milijoni prevozov vozil letno,

- pomembne železniške proge, ki imajo več kot 60.000 prevozov vlakov letno in za
- večja letališča z več kot 50.000 premiki (vzleti in pristanki) letno.

Na podlagi strateških kart hrupa so morale do 18. julija 2008 izdelati tudi operativne programe za varstvo pred hrupom. Do 30. julija 2012 bodo morale članice pripraviti strateške karte hrupa še za:

- poselitvena območja z več kot 100.000 prebivalci,
- pomembne ceste z več kot 3 milijoni prevozov letno,
- pomembne železniške proge z več kot 30.000 prevozi vlakov letno in za
- večja letališča z več kot 50.000 premiki (vzleti in pristanki) letno,

do 18. julija 2013 pa pripraviti še akcijske načrte, vendar samo za tista poselitvena območja, ceste in železnice, kjer je bilo zaznano, da so bile sprejete mejne vrednosti kazalcev za hrup presežene.

### **3.5.2. Slovenska pravna ureditev**

Leta 1995 je bila izdana Uredba o hrupu v naravnem in življenjskem okolju, ki je bila izdelana na podlagi Zakona o varstvu okolja iz leta 1993 in republiškega Zakona o varstvu pred hrupom v naravnem in bivalnem okolju iz leta 1976, katerega določila so veljala do sprejetja novih predpisov, kot so bile Uredba o hrupu zaradi cestnega in železniškega prometa (UI RS, št. 45/95), Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire hrupa in o pogojih za njegovo izvajanje (UI RS, št. 70/96) in Pravilnik o zvočni zaščiti stavb (UI RS, št. 14/99).

Z vstopom v Evropsko Unijo pa je Slovenija sprejela novo zakonodajo, ki je skladna z evropskimi direktivami (ARSO, Predpisi s področja hrupa, 25.11.2009):

1. Uredba o ocenjevanju in omejevanju hrupa v okolju (UI RS, št. 121/04),
2. Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (UI RS, št. 105/05, 34/08),
3. Uredba o načinu uporabe zvočnih naprav, ki na shodih in prireditvah povzročajo hrup (UI RS, št. 118/05),
4. Pravilnik o emisijah hrupa strojev, ki se uporabljajo na prostem (UI RS, št. 106/02, 50/05, 49/06),
5. Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu hrupa za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje (UI RS, št. 70/96, 45/02).



Skladno s sprejetimi določili pa so bile do 1.1.2006, ko je stopila v veljavo Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju, ki je določila nove mejne vrednosti za kazalce hrupa, še vedno veljavne mejne vrednosti, kot so jih določale predhodne uredbe in pravilniki.

V skladu z direktivo 2002/49/ES je bila leta 2004 sprejeta **Uredba o ocenjevanju in omejevanju hrupa v okolju**. Namenjena je nadziranju hrupa v okolju, ki so mu ljudje izpostavljeni na pozidanih območjih naselij, območjih javnih parkov in zelenih površin v naseljih, namenjenih rekreaciji, drugih mirnih območjih na poselitvenih območjih, na mirnih območjih na prostem ter na območju šol, bolnišnic in drugih stavb, ki so občutljiva na hrup v okolju.

Uredba določa vrste kazalcev hrupa in način njihove uporabe za pripravo strateških kart hrupa, za akustično planiranje prostora in za določanje območij varstva pred hrupom. Določene so metode ocenjevanja vrednosti kazalcev hrupa in škodljivih učinkov ter zahteve pri izdelavi strateških kart hrupa in izdelavi operativnih programov varstva pred hrupom. Kartiranje hrupa je prikaz podatkov o obstoječi ali predvideni obremenjenosti območij s hrupom, pri čemer so navedena preseganja katerekoli mejne vrednosti kazalcev hrupa, strateška karta hrupa pa je karta, namenjena splošni oceni o izpostavljenosti hrupu na posameznem območju zaradi različnih virov hrupa ali oceni celotne obremenjenosti s hrupom na tem območju.

Mejna vrednost je po tej uredbi vrednost za  $L_{dvn}$  in  $L_{noč}$  in kjer je to primerno tudi  $L_{dan}$  ali  $L_{večer}$ , ki ne sme biti presežena, če pa je, je treba izvajati ukrepe za zmanjšanje hrupa.

Definicija L:

Za oceno obremenitve okolja s hrupom določa END Direktiva uporabo harmoniziranih kazalcev hrupa  $L_{dvn}$  in  $L_{noč}$ .

- $L_{dvn}$  je izražen kot kazalec hrupa dan-večer-noč in predstavlja dolgoročno celodnevno povprečno raven hrupa z dodatkom 5 dB(A) za večerno obdobje med 18.00 in 22.00 uro ter dodatkom 10 dB(A) za nočno obdobje med 22.00 in 6.00 uro.
- $L_{noč}$  predstavlja dolgoročno povprečno raven hrupa za vsa nočna obdobja v letu.

Mejne vrednosti so različne za različne vrste hrupa (hrup cestnega, železniškega in zračnega prometa, industrijski hrup, itd.), za različne namenske rabe prostora in različno občutljivost prebivalstva na hrup. Lahko so različne tudi za obstoječe vire hrupa oziroma obstoječe namenske rabe prostora in za nove vire hrupa oziroma spremenjene namenske rabe prostora.

Mejne vrednosti kazalcev hrupa določa **Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju** iz leta 2005, in sicer glede na stopnjo varstva pred hrupom, ki se določi glede na občutljivost območja za škodljive učinke hrupa. Uredba predvideva štiri različna območja varstva gleda na namembnost površin.

**I. stopnja** (območje) varstva pred hrupom velja za vse površine na mirnem območju na prostem, ki potrebujejo povečano varstvo pred hrupom, vendar ne 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.

Na območju **II. stopnje** varstva pred hrupom ni dopusten noben poseg v okolje, ki je moteč zaradi povzročanja hrupa. Gre za območja bolnišnic in zdravilišč, čistih stanovanjskih površin in površin počitniških hiš in na območjih, namenjenih turizmu.

Na območju **III. stopnje** varstva pred hrupom, kjer se nahajajo splošne stanovanjske površine, izobraževalne ustanove in športni objekti ter zelene rekreacijske površine, vodna zemljišča, so dovoljeni manj moteči posegi. Območje **IV. stopnje** varstva pred hrupom je namenjeno za nakupovalna središča, sejmišča in zabaviščne objekte, površinam za industrijo, površinam z objekti za kmetijsko proizvodnjo in površinam za proizvodnjo, površinam namenjenim prometni, energetski in komunikacijski infrastrukturi, površinam namenjenim gozdarski dejavnosti in dejavnostim za potrebe obrambe in varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami.

Območje varstva pred hrupom	$L_{noč}$ dB(A)	$L_{dvn}$ dB(A)
IV. stopnja varstva	65	75
III. stopnja varstva	50	60
II. stopnja varstva	45	55
I. stopnja varstva	40	50

Tabela 4: Mejne vrednosti hrupa na območjih varstva pred hrupom

Območje varstva pred hrupom	$L_{noč}$ dB(A)	$L_{dvn}$ dB(A)
IV. stopnja varstva	80	80
III. stopnja varstva	59	69
II. stopnja varstva	53	63
I. stopnja varstva	47	57

Tabela 5: Kritične vrednosti hrupa na območjih varstva pred hrupom

Ukrepi za zmanjševanje emisije hrupa v okolje, kjer je vir hrupa cesta, železnica ali letališče, se določijo v operativnih programih, za ostale vire hrupa pa ukrepe odredi pristojni inšpektor. Za posamezna območja varstva pred hrupom, ki

zaradi trajnega preseganja kritične vrednosti pridobijo status degradiranega okolja, ukrepe določi Vlada Republike Slovenije v sodelovanju z občino, kjer se ta območja nahajajo.

### **3.6. VPLIV HRUPA NA ZDRAVJE**

Zvok je koristen in pomemben za naše življenje, hrup pa je za človeka skoraj vedno škodljiv, čeprav se posamezniki nanj odzivamo različno. Povzroči lahko nepopravljivo okvaro sluha, poleg tega pa je eden ključnih vzrokov za stres (Tratnik, 2006, str. 2). Tako v bivalnem okolju povzroča stresne reakcije ter moti koncentracijo, na delovnem mestu pa povzroča razne poklicne bolezni (Čudina, 2001, predgovor).

Nekateri vplivi hrupa na zdravje:

- povišan krvni tlak, frekvenca srčnega utripa in hitrost dihanja,
- močno obremenjen živčni sistem,
- neugodno počutje,
- slabša sposobnost koncentracije,
- zmanjšana storilnost,
- začasno ali trajno spremenjen slušni prag,
- začasna naglušnost,
- oglušelost (zaradi dolgotrajne izpostavljenosti hrupu),
- poškodbe bobniča (povzročajo jih npr. močni poki) in
- v najhujšem primeru tudi trajna izguba sluha (Korošak, 2001, str. 73).

### **3.7. PREPREČEVANJE HRUPA**

Glavni namen varstva pred hrupom je preprečevanje širjenja hrupa v okolje, a velikokrat predstavlja velik tehnični problem, predvsem na tistih področjih, kjer je poselitev zelo neenakomerna in gosta (Berčič, 2000, str. 21, 23).

Protihrupne ukrepe delimo na aktivne in pasivne.

Aktivni ukrepi so:

- protihrupne ograje,
- zasloni
- nasipi,
- cestni ukopi,
- predori, itd.

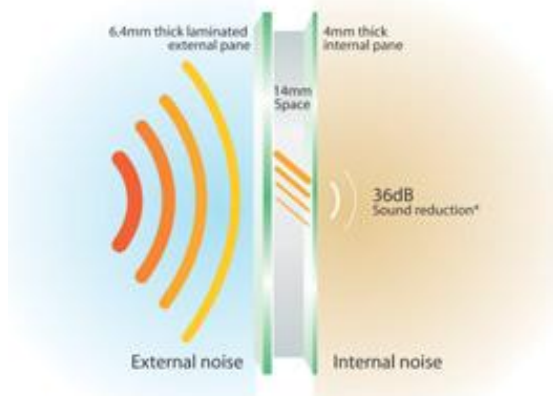
in so namenjeni zmanjšanju emisije hrupa iz vira (Henigman in drugi, 2002, str. 6, 7).

Vsekakor imajo prednost pred pasivnimi, saj so največkrat najlažje dosegljivi in je za njihovo uresničitev potrebno izvajati najmanjše posege (Križaj, Protihrupna zaščita, 15.02.2010). Cesta je npr. linijski vir hrupa, oddaljenost med virom in sprejemnikom pa je v vsaki točki obcestnega prostora drugačna. Zato se ob večjih cestah najpogosteje srečujemo z zvočnimi ovirami, kot so npr. zaščitne ograje. Z njimi se bolj oddaljimo od izvora hrupa, kar pa je problem zaradi tega, ker omejujejo prostor ceste in lahko za voznika začnejo predstavljati vase zaprto okolje, kar lahko pripelje do občutka utesnenosti. V Sloveniji se z njimi sicer srečujemo samo od časa do časa (in to večinoma ob avtocesti in nekaterih večjih cestah), postopno večanje obsega protihrupnih ograj pa nakazuje povečano skrb za okolje, v katerem živimo (Berčič, 2000, str. 23, 30).



**Slika 11: Protihrupna ograja ob avtocesti Ljubljana – Maribor (izhod Celje – center)**  
Foto: V. Šoster, marec, 2010

Zgradb v mestih pa z aktivnimi protiukrepi praktično ni mogoče zaščititi, zato za njihovo zaščito uporabljamo pasivne ukrepe. Z njimi omejimo prehod hrupa v stanovanjske in druge bivalne prostore. Najpogostejši način za zavarovanje pred hrupom je pravilna izbira gradnje in ustrezna izolacija sten ter oken. Zvočna izolacija pomeni preprečevanje prenosa zvoka med prostori, za kar uporabljamo različne zvočno izolacijske materiale in postopke (ŠC Novo mesto, Osnove gradbene fizike z vidika toplotne in zvočne zaščite, 25.11.2009).



**Slika 12: Primer zvočne izolacije**



**Slika 13: Pena za notranjo zvočno izolacijo akustičnih prostorov**

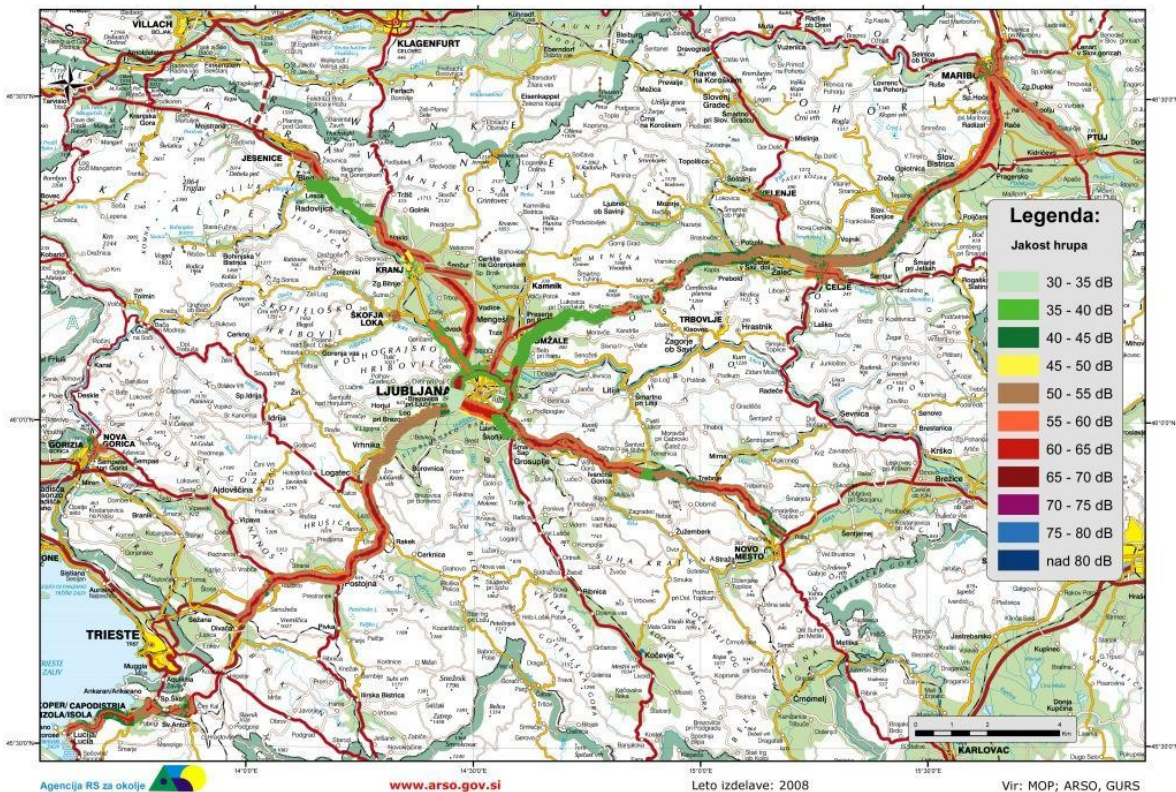
Vir 12: <http://www.anglianhome.co.uk/img/products/windows/soundproofing.jpg>

Vir 13: <http://www.itechnews.net/wp-content/uploads/2009/07/iBUYPOWER-Harmony-SRS-Sound-Reduction-System-special-material.jpg>

### 3.8. PREGLED OBSTOJEČIH RAZISKAV IN NAČRTOVANJA UKREPOV

Ob pregledu obstoječih podatkov na področju emisij hrupa so pri Agenciji za varstvo okolja (ARSO, Strateške karte hrupa, 25.11.2009) dostopne karte hrupa za:

- pomembne ceste v Sloveniji,
- pomembne železniške proge v Sloveniji in
- Mestno občino Ljubljana.



**Karta 1: Karta hrupa za pomembne ceste v Sloveniji**

Vir: <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/hrup/karte/POMEMBNE%20CESTE.pdf>

Osnovni cilj za izdelavo teh kart je bilo izpolnjevanje obveznosti iz naslova določil zakonodaje, kjer je bil v prvi fazi kriterij območje z več kot 250.000 prebivalci. Za Mestno občino Celje sta dostopni dve starejši raziskavi o stanju obremenjenosti okolja s hrupom in sicer:

- »Karta hrupa za mesto Celje za leto 1982«, ki jo je leta 1983 po naročilu Občine Celje izdelal Inštitut za varstvo pri delu in varstvo okolja Maribor (Vidovič, Rezec in Samec, 1983) in
- »Posnetek imisijskega stanja hrupa na območju Občine Celje – leto 1998, ki ga je za Zavod in planiranje in izgradnjo Občine Celje pripravil Zavod za zdravstveno varstvo Celje (Antončič, Mastnak in Glažer, 1999 in ZZV Celje, Tabela 3, 15.02.2010) in ki ga povzema tudi »Končno poročilo o



stanju okolja v Mestni občini Celje, 1. del – Naravno okolje«, ki ga je leta 2003 prav tako za naročnika Mestno občino Celje izdelalo podjetje Erico d.o.o., Velenje (Janžovnik, Šterbenk in Pavšek, 2003).

### **3.8.1. Karta hrupa za Celje iz leta 1982 - povzetek**

Meritve so se opravljale na 16 merilnih mestih v razdalji 8, 10, 15 in 25 m od sredine voznega pasu in v višini 1,2 m od tal, rezultati so prikazani na karti hrupa z ustreznimi preračuni. Izdelana karta hrupa ne pokriva celotnega mestnega področja, ampak le glavne ceste in ulice.

Največji hrup je bil izmerjen na Kidričevi ulici, vzrok je bil cestni tovorni promet. Izmerjeni nivo hrupa je bil zaznan v izrazito stanovanjskih območjih (Kopitarjeva in Plečnikova ulica), ki nimajo tranzitnih ali večjih dovoznih cest (Vidovič, Rezec in Samec, 1983, str. 7, 9, 10, 15).

### **3.8.2. Raziskava za Mestno občino Celje 1998 – povzetek 2003**

V občini Celje so bile meritve hrupa opravljene med novembrom 1997 in junijem 1998, in sicer med delovnim tednom 24 ur na dan, v dnevnem času med 6:00 in 22:00 uro in v nočnem času med 6:00 in 22:00 uro. Meritve so bile opravljene v 18 krajevnih skupnostih občine na 78 lokacijah. Merilna mesta so bila izbrana na osnovi občutljivosti območja na hrup, njegove reliefne značilnosti in prisotnost obstoječih virov hrupa. Prednost so imela bolj občutljiva območja, kot so bolnice, izobraževalne ustanove, stanovanjska naselja... Na večini lokacij, kjer so se meritve izvajale, je največji vir hrupa predstavljal cestni promet. Najbolj obremenjena so bila območja, ki se nahajajo v neposredni bližini tranzitnih prometnic v smeri sever-jug in v smeri vzhod-zahod, s hrupom pa so bila obremenjena tudi vsa naselja, skozi katera se po lokalnih cestah promet preusmerja z glavnih prometnic. V meritve se bile vključene tudi celjske šole, kjer največji hrup ponovno predstavlja cestni promet bližnjih prometnic, enako velja za predele v bližini bolnišnice in zdravstvenega doma. V ugodnejšem položaju je edino dom upokojujencev. Za strnjena naselja v celjski občini je bilo značilno, da tam razen prometnih objektov ni bilo drugih večjih virov hrupa, s hrupom so bili obremenjeni le objekti, ki se nahajajo v neposredni bližini cest in drugih prometnic. Tako se je hrup znotraj naselij gibal na meji mejnih ravni. Glede na vse izvedene meritve so bile ugotovitve, da so z vidika hrupa najbolj problematične glavne prometnice, za kar so napovedali, da se bo z leti glede na povečevanje prometa še poslabšalo, spodbudno pa je bilo dejstvo, da objekti, kot so šole, bolnice itd. niso bili obremenjeni s hrupom nad dovoljeno mejo, ki jo določa zakon (Antončič, Mastnak in Glažer, 1999; ZZV Celje, Tabela 3, 15.02.2010; Janžovnik, Šterbenk in Pavšek, 2003).

### 3.8.3. Trenutne aktivnosti v Mestni občini Celje

Na področju programov varstva okolja, ki vključuje tudi ugotavljanje obremenitve okolja s hrupom, je v septembru 2009 izdelan »Občinski program varstva okolja za MO Celje za obdobje 2009-2013«, ki ga je za naročnika Mestno občino Celje pripravil Inštitut za promocijo varstva okolja Maribor (MO Celje, OPVO, str. 21, 60, 66, 70, 71, 75; 15.02.2010).

V povzetku o stanju okolja na področju hrupa ugotavlja, da je pri zadnji meritvi hrupa v letu 1998 največji vir hrupa predstavljal cestni promet, nivo hrupa je v mnogih meritvah presegal kritično raven. Na področju obvladovanja hrupa in zagotavljanja zakonske ustreznosti, po kateri je do 30.7.2012 potrebno pridobiti stanje obremenjenosti okolja s hrupom, program MO Celje kot potrebne ukrepe predvideva:

- izdelavo strateške karte hrupa in
- pripravo operativnega program varstva pred hrupom.

Na podlagi teh ukrepov je v programu za obdobje 2009-2013 kot eden izmed 7. strateških ciljev sprejet tudi strateški cilj »Trajnostno usmerjen razvoj prometa in varstvo pred hrupom«. Za izpolnjevanje tega strateškega cilja je izdelan načrt:

Okoljski cilj: zmanjšanje hrupne obremenitve na območjih, kjer hrup presega 55 dB,

- sistemski ukrepi (rok 2011, 2012, 2013, vrednost 80.000€):
  - operativni program varstva pred hrupom in izdelava strateške karte hrupa,
  - izdelava katastra virov hrupa,
  - izdelava strokovnih podlag za določitev lokacij prireditev z uporabo zvočnih naprav.

Operativni cilj: zniževanje prekomernih ravni hrupa na območjih, kjer karte hrupa nakazujejo, da hrup presega dovoljene vrednosti (rok: stalna naloga),

- operativni ukrep:
  - vključevanje varstva pred hrupom v vse faze prostorskega načrtovanja.

Kot operativni ukrep po letu 2013 pa program navaja zmanjševanje obremenitve s hrupom na preobremenjenih območjih s pasivno in aktivno zaščito stanovanjskih objektov.

Za spremljanje učinkovitosti izvedbe načrtovanih ukrepov do leta 2013 za ta strateški cilj so predlagani kazalniki:

- izdelan Operativni program varstva pred hrupom in strateška karta hrupa,

- izdelane strokovne podlage za določitev lokacij prireditev z uporabo zvočnih naprav,
- izločen tranzitni cestni promet iz smeri S-J in V-Z – z gradnjo obvoznic,
- vzpostavljena prometna pisarna za aktivno vodenje prometa,
- vzpostavljena območja za parkiranje avtomobilov in uporabo javnega prometa na dveh lokacijah (Nova vas in pri bazenu),
- nameščena parkirišča za kolesa na pomembnih točkah v mestu,
- vzpostavljen kataster virov hrupa in spletna aplikacija za prikazovanje podatkov o obremenitvah s hrupom na območju MOC,
- izdelane strokovne podlage za operativni program varstva pred hrupom s strateško karto hrupa.

Ugotovitve v »Poročilu o stanju okolja v Mestni občini Celje – 2008«, ki ga je v okviru projekta Programa varstva okolja za Mestno občino Celje prav tako po naročilu Mestne občine Celje v septembru 2009 izdelal Inštitut za promocijo varstva okolja Maribor (MO Celje, Poročilo o stanju okolja v mestni občini Celje – 2008, str. 60, 61, 109, 15.02.2010) so:

- da so bile zadnje meritve opravljene leta 1998 in sicer na 78 lokacijah,
- da promet postaja vedno pomembnejši vir hrupa,
- da občina nima izdelanega katastra virov hrupa.

Za ozaveščanje javnosti ima MO Celje za področje varstva okolja izdelan komunikacijski načrt »Celostno komuniciranje Mestne občine Celje za odgovorno ravnanje z okoljem - EKORG« in v okviru tega vzpostavljen spletni portal [www.ekorg.si](http://www.ekorg.si), kjer so poleg podatkov o dnevni kakovosti zraka objavljeni tudi podatki o stanju posameznih segmentov okolja ter objavljene opravljene raziskave in poročila, ki se nanašajo na okolje. Del teh podatkov se nanaša tudi na področje hrupa (MO Celje, Ekorg - spletni portal, 15.01.2010).

Odbor za okolje in prostor ter komunalno gospodarstvo je na svoji seji 27.10.2009 predlagal mestnemu svetu MO Celje, da kljub omejenim proračunskim sredstvom sprejme predlagan »Program varstva okolja za MO Celje za obdobje 2009-2013« in je v razpravi na delu, ki se nanaša na področje obremenjenosti s hrupom, dodatno poudaril, da je:

- cilj zmanjšanje hrupne obremenitve, tako na področju prometa kot tudi nekaterih industrijskih panog,
- potrebna izdelava karte hrupa, ki bi bila ena od podlag za sprejemanje podrobnejših občinskih prostorskih načrtov, saj so zadnji podatki stari več kot desetletje,
- potrebno zlasti na vpadnicah v mesto z določenimi ukrepi umiriti promet (Kidričeva, severna obvoznica, vpadnica iz Laškega),
- potreben aktiven pristop občine pri zahtevah do države, da se z izgradnjo cestnih obvoznic spelje tranzitni tovorni promet iz centra mesta, ki bi



skupaj z ukrepom izgradnje parkirišč ob vpadnicah v povezavi z mestnim lokalnim prometom (poleg lokacije Nova vas in zahodnega dela mesta še za promet iz smeri Štor in Laškega) pripomogel tudi k zmanjšanju hrupa (MO Celje, Zapisnik o poteku 27. seje Odbora za okolje in prostor ter komunalno gospodarstvo, str. 2-3; 27.10.2009).

## **4. IZVEDBA IN ANALIZA MERITEV**

Iz zbranih podatkov sem ugotovila, da so obstoječi podatki o obremenjenosti mesta Celje s hrupom zelo stari, vendar že te raziskave opozarjajo na hrupno onesnaženje Celja na splošno in seveda na to, kako so hrupnem onesnaženju prekomerno izpostavljeni določeni predeli mesta.

Glede na to, da je izdelava karte hrupa za MO Celje šele v fazi planiranja, sem se odločila, da izvedem lastne meritve hrupa na terenu in zbrane podatke analiziram. S tem sem skušala ugotoviti, ali se hrupno onesnaženje stopnjuje in v kakšni meri še veljajo ugotovitve starih raziskav ter kakšno prioriteto je potrebno nameniti urejanju tega področja v občinskem programu varstva okolja.

Ob odločanju za opredelitev raziskovalnega problema je bil moj prvotni namen, da za del Celja izdelam karto hrupa na podoben način, kot je na ARSO predstavljena strateška karta hrupa za MO Ljubljana (ARSO, Strateške karte hrupa, 25.11.2009), kjer so z različnimi barvami na karti prikazane različne ravni hrupa in s tem obremenjenost okolja. Seveda podatki na strateški karti prikazujejo dolgoročno povprečno raven hrupa tekom celega leta na širšem območju, za namen natančnejše analize obremenjenosti okolja s hrupom pa je potrebno pridobiti in pravilno oceniti natančnejše podatke.

Ker za zbiranje in ocenjevanje podatkov veljajo zelo visoki strokovni standardi in so z uredbami predpisane mednarodno primerljive metode ocenjevanja kazalcev hrupa, je za izdelavo celovite karte hrupa, ki bo lahko podlaga za ukrepanje občinskih in državnih organov, kompetentno samo specializirano podjetje, ki je pooblaščenec Ministrstva za okolje in prostor za izvajanje ocenjevanja hrupa (ARSO, Seznam pooblaščenih izvajalcev meritev hrupa, 15.02.2010). Ne glede na to pa so lahko aktualni podatki dobra podlaga za splošno oceno ogroženosti posameznih območij, za katere še niso izdelane nove karte hrupa.

Dejstvo je, da je območje Celja precej obsežno, zato sem za potrebe moje raziskave morala omejiti svoje področje raziskovanja in se odločiti, ali se natančneje posvetim točno določenemu ožjemu območju (npr. naselju, posamezni cesti,...) ali pa poskusim zajeti kar največje področje z meritvami na specifičnih območjih.

Odločila sem se za razširitev točk merjenja na širše območje Celja, saj je na ta način omogočena boljša primerjava s preteklimi raziskavami. Hkrati pa s tem

lahko preverim mojo hipotezo, da se obremenjenost Celja s hrupom v zadnjih letih stopnjuje in se z območij ob glavnih prometnicah širi na bivalna območja.

Prednosti moje raziskave so tako zagotovo ažurni podatki in njihova večja natančnost, saj je tehnologija v tem času zelo napredovala. Pri samem delu na terenu pa sem se soočila tudi z nekaterimi slabostmi in nevarnostmi, ki bi lahko ogrozile mojo raziskavo. Za pridobitev ustrezne računalniške opreme je bilo potrebno kar nekaj časa in sredstev, zato je empirična raziskava potekala v neugodnem delu leta, kar pomeni, da sem se morala sprti prilagajati vremenskim razmeram (sneg, dež, veter), saj so morali biti vsi podatki pridobljeni v enakih oz. podobnih razmerah in čim bolj skladno s predpisi, ki urejajo področje merjenja hrupa. Zaradi praktičnih razlogov so bile vse meritve izvedene samo za dnevno obdobje, saj bi za celodnevne in stalne meritve potrebovali veliko ekipo s profesionalno opremo. Omejitev raziskave je tudi ta, da sem za svoje raziskovanje izbrala mesto Celje, kar je relativno veliko območje za neprofesionalno opremo in parcialne meritve, zato sem z izbiro merilnih točk poskušala doseči čim boljši kompromis med kvantiteto in kvaliteto raziskave.

#### **4.1. ZBIRANJE PODATKOV IN VZOREC**

Za potrebe raziskave sem se zbiranja podatkov lotila s pomočjo metode meritev hrupa na terenu. Meritve sem razdelila glede na dan v tednu, da sem tako lahko naredila primerjavo jakosti hrupa med vikendom in ostalimi dnevi v tednu. Uporabila sem tri pripomočke, ki sem jih med seboj povezala:

- prenosni računalnik s programom LoggerPro,
- merilnik jakosti zvoka in
- računalniški vmesnik.

Na prenosnem računalniku sem s programom LoggerPro določila dolžino meritve ter podatke, ki naj jih zajema. Z računalnikom je bil preko vmesnika Vernier LabPro® povezan merilnik jakosti zvoka, ki je meril stopnjo hrupa v okolju v merski enoti decibel (dB) in je bil vedno usmerjen preko možnih ovir (kot so npr. ograje in pregrade) ter vedno prbl. 1,5 metra od tal.



**Slika 14: Oprema za izvajanje meritev**  
Foto: V. Šoster, marec, 2010

Podroben opis uporabljene opreme:

## **1. Merilnik jakosti zvoka – Vernier Sound Level Meter**



**Slika 15: Merilnik jakosti zvoka**  
Foto: V. Šoster, marec, 2010

Merilnik jakosti zvoka meri jakost zvoka v decibelih. Lahko ga uporabimo za aktivnosti, kot so:

- študije hrupa v okolju,
- primerjave zvočnih jakosti,
- ugotavljanje akustičnosti prostorov,
- modeliranje zvočne izolacije, itd.

Tehnična specifikacija:

Senzor: mikrofonski, polmer membrane 13.2 mm

Zaslon: 3,5 palčni LCD

Frekvenčno območje: 31,5 Hz - 8000 Hz

Resolucija: 0,1 dB

Natančnost: 1,5 dB (pri 94 dB in 1 kHz)

Odziv: počasen (500 ms); hiter (200 ms)

Več informacij je možno pridobiti na: <http://www.vernier.com/probes/slm-bta.html>.

## **2. Računalniški vmesnik Vernier LabPro®**



**Slika 16: Računalniški vmesnik**  
Foto: V. Šoster, marec, 2010

Tehnična specifikacija:

Dimenzije: (214 x 84 x 31) mm

Masa: 280 g (brez baterij)

Napajanje: 6 V enosmerni usmernik ali 4 AA baterije 1,5 V

Analogni kanali: 4 x 6 – pinski (desni)

Digitalni kanali: 2 x 6 – pinski (levi)

Več informacij je možno pridobiti na: <http://www.vernier.com/mbl/labpro.html>.

Empirično raziskavo sem izvedla v januarju, februarju in deloma tudi marcu 2010, vse meritve sem izvedla v dnevnem času med 9.00 in 18.00 uro. Posamezna meritev je trajala po 20 minut z nastavitvijo, da je program beležil podatke vsako sekundo. To pomeni, da je vsaka meritev zajemala 1200 zaporednih podatkov.



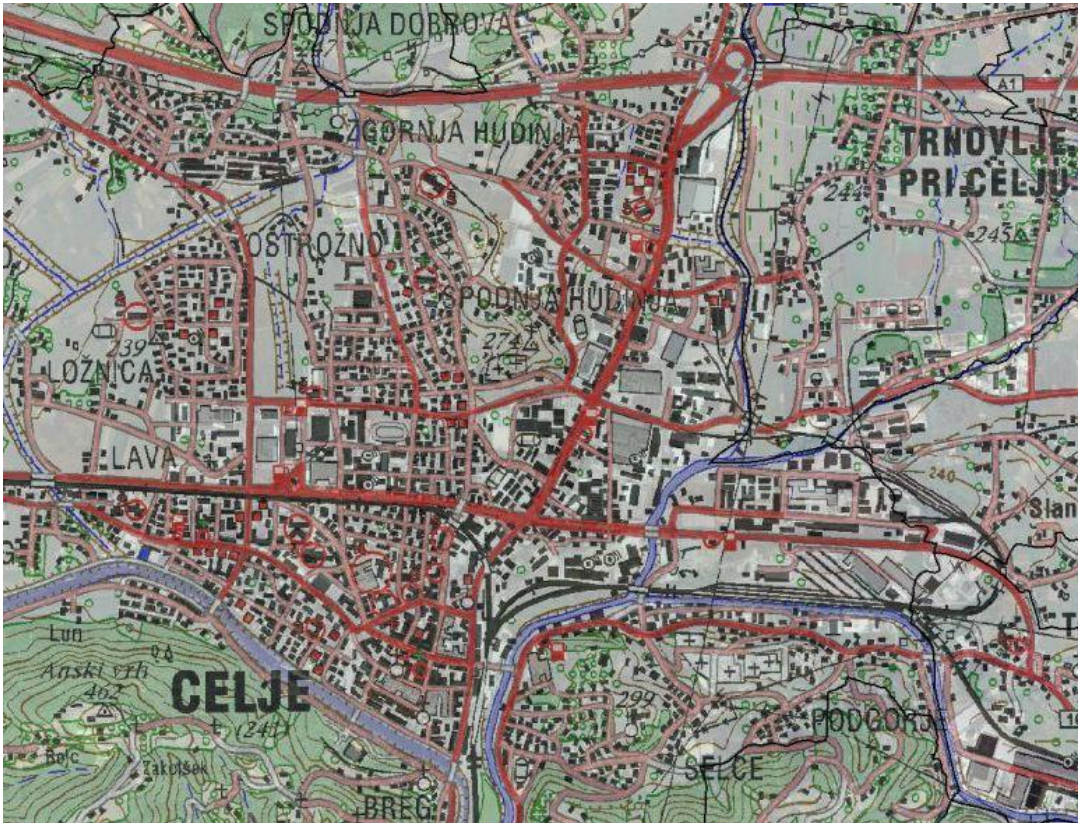
**Slika 17: Merjenje hrupa na Starem gradu**  
**Foto: V. Šoster, januar, 2010**



**Slika 18: Merjenje hrupa pred šolo**  
**Foto: V. Šoster, marec, 2010**

Pri načrtovanju vzorca točk zajema podatkov sem izvzela industrijsko območje, zanimal me je predvsem hrup na stanovanjskih in trgovskih območjih, prav tako območja ob izobraževalnih in zdravstvenih ustanovah in stanje neposredno ob prometnicah. Prav območja ob večjih prometnih cestah so bila kot najbolj obremenjena navedena že v preteklih raziskavah. Posebno pozornost sem namenila tudi območju starega mestnega jedra. S tako oblikovanim vzorcem so upoštevana tudi prej navedena zakonska določila, katerih namen je zaznati in ukrepati z namenom zmanjšanja obremenjenosti okolja s hrupom na poselitvenem območju.





**Karta 2: Karta Celja z rdeče poudarjenimi prometnicami**

**Vir:** Atlas okolja, [http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso)

Zaradi obsežnosti prostora in omejenega časa za izvajanje meritev celotnega območja Celja v raziskavo ni bilo moč zajeti, delo na terenu pa je zahtevalo sprotno prilagajanje. Vseeno sem pazila, da zajeto področje ne bi bilo preobsežno ali preozko in da bi se kljub posameznim podatkom dalo ustvariti širšo sliko.

Opravila sem 61 ustreznih meritev na 50 lokacijah, ki sem jih razdelila na 9 posameznih sklopov in sicer:

**A11-** na območju **starega mestnega jedra** so bile meritve opravljene na 11. lokacijah (navedba najbližjega naslova):

- 3 lokacije na območju med Krekovim trgom, Gubčevo ulico in Prešernovo ulico,
- 3 lokacije na Stanetovi ulici od križišča z Vodnikovo ulico proti Miklošičevi ulici,
- 3 lokacije na območju med Gosposko ulico, Trgom celjskih knezov in Ljubljansko cesto,
- 2 lokaciji na območju med Glavnim trgom ter Slomškovi trgom,

**B3-** pri **zdravstvenem domu in bolnišnici** so bile opravljene meritve na 3. lokacijah:

- ob Gregorčičevi ulici pred zdravstvenim domom,
- na parkirišču za zdravstvenim domom,
- pred glavnim vhodom v bolnišnico,

**C4-** pri celjskih **gimnazijah** so bile opravljene meritve na 4. lokacijah:

- I. gimnazija v Celju na Kajuhovi 2,
- I. gimnazija v Celju ob Trubarjevi ulici,
- Gimnazija Celje – Center ob Gregorčičevi ulici,
- Šolski center Celje na parkirišču iz smeri Oblakove ulice,



**Slika 19: I. gimnazija v Celju**  
**Foto: V. Šoster, marec, 2010**

**Č6-** v **centru mesta** so bile **ob prometnih cestah** še opravljene meritve na 6. lokacijah:

- 3 lokacije na Levstikovi ulici od glavne avtobusne postaje do Gregorčičeve ulice,
- 3 lokacije na Ljubljanski cesti:
  - Ljubljanska 18,
  - Ljubljanska 20,
  - Ljubljanska 35,

**D2-** na območju **železniške postaje** so bile opravljene meritve na 2. lokacijah:

- ob stavbi glavne železniške postaje,
- ob tirih na vzhodu železniške postaje pri Teharski cesti,

**E3-** na območju **avtoceste** so bile opravljene meritve na 3. lokacijah.

- pri avtocestnem izvozu Celje-center,
- ob avtocesti na Jakopičevi ulici,
- ob avtocesti pri Spodnji Dobravi,

**F8-** ob mestnih vpadnicah v **smeri sever-jug in vzhod-zahod** so bile opravljene meritve na 8. lokacijah:

- ob **Mariborski cesti** – severna vpadnica na 3. lokacijah:
  - ob Mariborski 162,
  - ob Mariborski 128,

- ob Mariborski 100,
- ob **Kidričevi cesti** – vpadnica v smeri vzhod-zahod na 4. lokacijah:
  - ob Kidričevi pri Lavi v smeri proti Medlogu,
  - ob Kidričevi 19,
  - ob Kidričevi 25,
  - ob Kidričevi cesti 30,
- ob **Ulici XIV. divizije** – južna vpadnica - je bila opravljena 1 meritev,

**G9-** v naseljih **Hudinja, Nova vas, Dolgo polje in Lava** so bile opravljene meritve na 9. lokacijah:

- na 2. lokacijah na Hudinji ob Podjavorškovi ulici 3 in 5 ,
- na 1. lokaciji ob vezni cesti med Hudinjo in Novo vasjo,
- na 3. lokacijah v Novi vasi, ob Ulici mesta Grevenbroich 9, pri Novem trgu 18 ter ob Ulici bratov Vošnjakov 12,
- na 1. lokaciji na Dolgem polju ob Dečkovi cesti 41,
- na 2. lokacijah na Lavi, ob Iršičevi ulici 16 in Cesti na Ostrožno 29,



**Slika 20: Podjavorškova – vezna cesta med Hudinjo in Novo vasjo**  
Foto: V. Šoster, marec, 2010

**H4-v okolici** in predvidoma mirnejšem območju so bile opravljene meritve na 4. lokacijah:

- na parkirišču v mestnem parku (vključeno v zadnji sklop zaradi mirnejšega območja),
- na celjskem Starem gradu,
- v Šmarjeti pri Celju,
- ob Trnoveljski cesti.

## **4.2. ANALIZA IN IZIDI MERITEV**

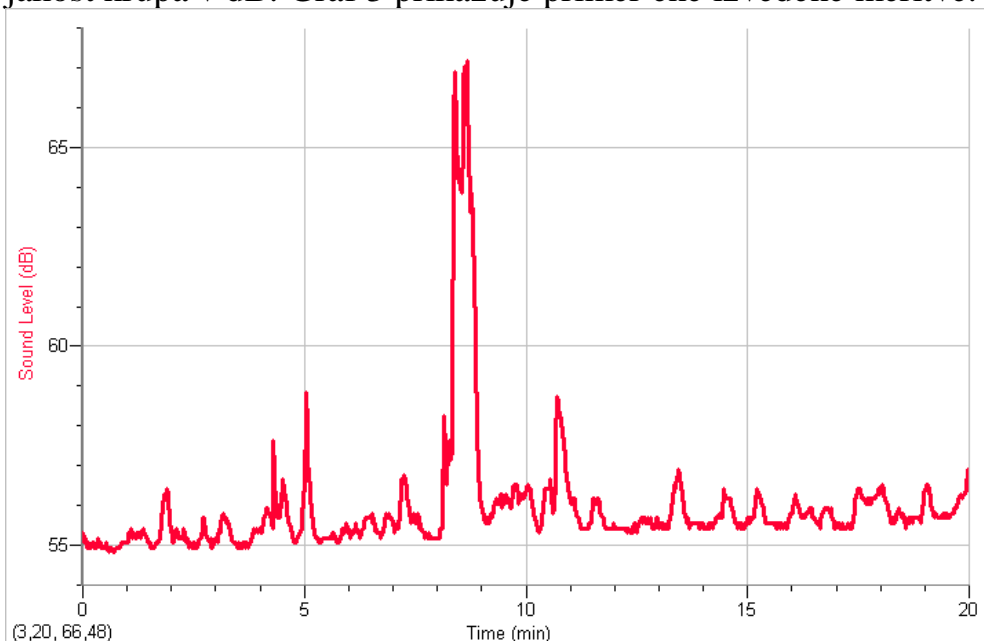
Raziskava je zasnovana kot kvantitativna metoda zbiranja podatkov. V časovnem zaporedju 20 minut je na posameznem merilnem mestu merjena raven hrupa v dB. V Programu LoggerPro se za vsako meritev takoj izdelata tabela in graf. Tabela 6 kot primer zajema podatkov prikazuje nabor izmerjenih podatkov za 5 minutni del ene meritve, kjer je prikazanih 300 od 1200 podatkov.



Latest		Latest		Latest		Latest		Latest		Latest		Latest		Latest	
Time (min)	Sound level (dB)	Time (min)	Sound level (dB)	Time (min)	Sound level (dB)	Time (min)	Sound level (dB)	Time (min)	Sound level (dB)	Time (min)	Sound level (dB)	Time (min)	Sound level (dB)	Time (min)	Sound level (dB)
0,000	65,69	0,500	65,20	1,000	66,06	1,500	66,42	2,000	70,21	2,500	66,42	3,000	66,18	4,000	65,93
0,017	65,93	0,517	65,57	1,017	66,06	1,517	66,42	2,017	72,89	2,517	66,54	3,017	66,06	4,017	65,93
0,033	66,42	0,533	65,69	1,033	66,06	1,533	66,18	2,033	75,58	2,533	66,79	3,033	66,18	4,033	65,57
0,050	66,91	0,550	65,93	1,050	66,18	1,550	65,93	2,050	79,24	2,550	66,79	3,050	66,30	4,050	65,45
0,067	66,30	0,567	65,93	1,067	66,06	1,567	65,69	2,067	84,00	2,567	66,79	3,067	66,54	4,067	66,18
0,083	66,18	0,583	65,93	1,083	66,18	1,583	65,69	2,083	84,49	2,583	67,03	3,083	66,06	4,083	66,06
0,100	67,03	0,600	66,06	1,100	66,30	1,600	65,69	2,100	83,03	2,600	66,79	3,100	65,69	4,100	66,42
0,117	66,91	0,617	66,06	1,117	66,30	1,617	65,81	2,117	78,75	2,617	66,67	3,117	65,81	4,117	67,03
0,133	66,30	0,633	65,81	1,133	66,18	1,633	66,42	2,133	75,70	2,633	66,79	3,133	65,93	4,133	66,67
0,150	65,81	0,650	66,06	1,150	66,18	1,650	66,30	2,150	73,02	2,650	66,67	3,150	66,18	4,150	66,67
0,167	65,20	0,667	66,30	1,167	66,30	1,667	66,42	2,167	71,67	2,667	66,42	3,167	66,18	4,167	66,67
0,183	66,91	0,683	66,67	1,183	66,18	1,683	66,54	2,183	69,11	2,683	66,18	3,183	66,42	4,183	66,42
0,200	68,62	0,700	66,79	1,200	66,42	1,700	66,42	2,200	68,13	2,700	66,18	3,200	66,67	4,200	66,54
0,217	66,91	0,717	66,54	1,217	66,42	1,717	66,18	2,217	67,28	2,717	66,42	3,217	66,67	4,217	66,18
0,233	66,67	0,733	66,30	1,233	66,18	1,733	68,13	2,233	66,91	2,733	66,67	3,233	66,42	4,233	66,42
0,250	66,42	0,750	66,79	1,250	66,30	1,750	67,77	2,250	66,79	2,750	66,54	3,250	66,30	4,250	66,54
0,267	66,18	0,767	67,03	1,267	66,42	1,767	66,91	2,267	66,91	2,767	66,54	3,267	66,30	4,267	66,91
0,283	65,45	0,783	67,52	1,283	66,30	1,783	66,91	2,283	66,54	2,783	66,67	3,283	66,18	4,283	66,91
0,300	65,20	0,800	67,16	1,300	66,30	1,800	66,67	2,300	66,30	2,800	66,54	3,300	66,06	4,300	66,67
0,317	65,69	0,817	66,79	1,317	66,30	1,817	66,54	2,317	66,18	2,817	66,54	3,317	66,06	4,317	66,67
0,333	65,32	0,833	66,67	1,333	66,30	1,833	66,30	2,333	66,30	2,833	66,54	3,333	66,06	4,333	66,42
0,350	65,32	0,850	66,67	1,350	66,18	1,850	66,42	2,350	66,54	2,850	67,03	3,350	66,06	4,350	68,13
0,367	65,32	0,867	66,54	1,367	66,30	1,867	66,91	2,367	66,42	2,867	66,91	3,367	66,06	4,367	66,91
0,383	65,08	0,883	66,30	1,383	66,06	1,883	66,67	2,383	66,54	2,883	68,86	3,383	66,06	4,383	66,79
0,400	65,69	0,900	66,30	1,400	66,18	1,900	66,67	2,400	66,42	2,900	67,28	3,400	66,30	4,400	66,79
0,417	65,45	0,917	68,74	1,417	66,18	1,917	66,67	2,417	66,54	2,917	66,67	3,417	66,30	4,417	66,30
0,433	65,45	0,933	67,28	1,433	66,42	1,933	66,67	2,433	66,54	2,933	66,54	3,433	66,06	4,433	66,06
0,450	65,32	0,950	66,42	1,450	66,18	1,950	66,91	2,450	66,67	2,950	66,42	3,450	66,42	4,450	65,93
0,467	65,32	0,967	66,18	1,467	66,18	1,967	67,52	2,467	66,54	2,967	66,30	3,467	65,93	4,467	66,54
0,483	65,20	0,983	66,18	1,483	66,67	1,983	68,38	2,483	66,54	2,983	66,30	3,483	65,93	4,483	66,54
0,500	65,20	1,000	66,06	1,500	66,42	2,000	70,21	2,500	66,42	3,000	66,18	3,500	66,06	4,500	66,54
														5,000	66,67

Tabela 6: Podatki za 5 minutni del ene meritve

Sočasno z meritvijo računalniški program izdela tudi grafično predstavitev, kjer je na abscisi izbran časovni interval (v našem primeru 20 min) in na ordinati jakost hrupa v dB. Graf 3 prikazuje primer ene izvedene meritve.



Grafikon 3: Grafični prikaz 20 minutne meritve

Na osnovi zbranih podatkov sem v okviru ponujene možnosti računalniške obdelave podatkov programa LoggerPro za potrebe te raziskovalne naloge izbrala obdelavo podatkov s pomočjo osnovnih statističnih metod.

Z dodatnim vrednotenjem rezultatov s statistično analizo posamezne meritve je zmanjšano tveganje napak pri ovrednotenju vzorca, saj je število meritev za vsako proučevano območje relativno majhno, čeprav se je za vsako meritev v 20 minutah realiziralo 1200 posamičnih podatkov.

Za vsako meritev so v analizi iz posameznih podatkov poleg minimalne in maksimalne vrednosti izračunane in prikazane še aritmetična sredina, mediana in standardni odklon.

**Aritmetična sredina** ali povprečna vrednost ( $\bar{Y}$ ) je najpogosteje uporabljana srednja vrednost, izračunana je iz vseh vrednosti vzorca. Njena uporaba je primerna za številske podatke, ki imajo lastnosti homogene populacije, kjer je variiranje posameznih vrednosti okoli te srednje vrednosti le rezultat posamičnih vplivov (Pfajfar in Arh, 2005, str. 112). Slabost uporabe aritmetične sredine je v tem, da je močno odvisna od skrajnih vrednosti (min. in max. vrednosti) proučevanih podatkov. V našem primeru je izračunana iz posameznih podatkov, pri čemer je vrednost vseh podatkov o jakosti hrupa sešteta in nato deljena s številom meritev.

**Mediana** ali središčnica ( $Me$ ) pa je srednja vrednost, ki razdeli proučevani vzorec podatkov na polovico, kar pomeni, da je polovica proučevanih podatkov večja od nje in polovica manjših (Pfajfar in Arh, 2005, str. 120). Vrednost mediane je določena z lego vrednosti in je neobčutljiva za skrajne vrednosti podatkov.

V primeru simetrične porazdelitve podatkov sta ti dve srednji vrednosti enaki (Pfajfar in Arh, 2005, str. 121).

Osnovna značilnost množičnih pojavov je tudi ta, da posamezne vrednosti bolj ali manj variirajo okoli srednje vrednosti. Ta pojav merimo z merami variabilnosti, ki večjim odklonom od srednje vrednosti dajejo večjo težo in manjšim manjšo. Pogosto uporabljana mera variabilnosti je standardni odklon (Pfajfar in Arh, 2005, str. 147, 148).

**Standardni odklon** ali standardna deviacija ( $\sigma$ ) posredno določa primernost uporabe aritmetične sredine kot ustrezne srednje vrednosti proučevanega vzorca podatkov. Nizka vrednost standardnega odklona v primerjavi z aritmetično sredino odraža bolj homogeno populacijo in obratno. V primeru dveh vzorcev s

približno enakima aritmetičnima sredinama je uporaba aritmetične sredine primernejša pri vzorcu, ki ima manjši standardni odklon. Ob predpostavki normalne (Gaussove) porazdelitve podatkov leži v območju aritmetične sredine, povečane ali zmanjšane za eno, dve ali tri vrednosti standardnega odklona približno 68,27% oz. 95,45% oz. 99,73% vseh vrednosti proučevanega vzorca. (Pfajfar in Arh, 2005, str. 156, 158). V prikazani statistični analizi vzorcev meritev pomeni, da je aritmetična sredina jakosti hrupa v decibelih tem bolj ustrezen pokazatelj srednje vrednosti, čim manjši standardni odklon v decibelih ji pripada. Na konkretnem primeru to pomeni, da npr. pri standardnem odklonu 1 dB in aritmetični sredini 78 dB ob predpostavki Gaussove porazdelitve 68,27% oz. 819 od 1200 izmerjenih podatkov v posamezni meritvi zavzame vrednost med 77 dB in 79 dB (+/- 1dB), kar 99,73% vrednosti vseh podatkov posamezne meritve (oz. 1197 podatkov) pa se nahaja v območju med 75 dB in 81 dB (+/- 3dB).

Na podlagi pridobljenih vzorcev meritev hrupa v nadaljevanju prikazujem tabelarične preglede statistično obdelanih podatkov za 9 proučevanih območij.

**A11-** na območju starega mestnega jedra so bile meritve opravljene na 11. lokacijah:

Sklop območij meritev	Opis lokacije meritve (najbližji naslov)	Meritev št.	Obdobje meritev (med tednom / med vikendom)	Ocenjena razdalja (v m) od sredine voznega pasu	Podatki o opravljeni meritvi (v dB)				
					Minimalna meritev (min.dB)	Maksimalna meritev (max.dB)	Aritmetična sredina ( $\bar{Y}$ )	Mediana (Me)	Standardni odklon ( $\sigma$ )
staro mestno jedro	Krekov trg	1	teden	30	76,2	82,2	78	78,5	0,980
staro mestno jedro	Krekov trg / Gubčeva ulica	2	teden	30	72,9	83,3	78	77,5	1,292
staro mestno jedro	Krekov tg / Prešernova ulica	3	teden	40	76,0	82,4	78	77,4	1,097
staro mestno jedro	Stanetova ulica 14	4	teden	20	58,0	75,2	63	63,3	2,610
staro mestno jedro	Stanetova uliva / Vodnikova ulica	5	teden	15	65,0	82,8	72	71,2	3,353
staro mestno jedro	Stanetova uliva / Vodnikova ulica	6	teden	15	68,0	82,8	72	71,9	2,584
staro mestno jedro	Trg celjskih knezov / Ljubljanska cesta	7	teden	5	69,6	87,8	77	77,1	2,736
staro mestno jedro	Trg celjskih knezov	8	teden	5	70,1	86,2	77	77,4	2,910
staro mestno jedro	Trg celjskih knezov / Gosposka ulica	9	teden	5	70,9	92,1	77	76,7	3,032
staro mestno jedro	Glavni trg	10	teden	25	56,0	85,4	60	59,8	2,314
staro mestno jedro	Glavni trg / Slomškov trg	11	teden	15	62,4	78,5	67	66,4	0,968
staro mestno jedro	Glavni trg / Slomškov trg	11	teden	15	62,0	76,6	66	66,8	2,715

**Tabela 7: Prikaz meritev 1. proučevanega območja**

Opravljenih je bilo 11 meritev. Vse so bile izvedene med delovnim tednom in v oddaljenosti od 5 do največ 40 m od sredine voznega pasu. Minimalne vrednosti so se gibale od 56 do 76 dB, maksimalne pa od 75 do 92 dB. Povprečna vrednost znaša od 63 do 78 dB. Po moji presoji ta predel spada v III. ali IV. območje stopnje varstva pred hrupom, kjer je za III. območje določena mejna

celodnevna raven hrupa 60 dB in kritična vrednost 69 dB, za IV. pa mejna 75 in kritična 80 dB.



Slika 21: Del starega mestnega jedra v bližini kina Metropol  
Foto: V. Šoster, marec, 2010

**B3-** pri zdravstvenem domu in bolnišnici so bile opravljene meritve na 3. lokacijah:

Sklop območij meritev	Opis lokacije meritve (najbližji naslov)	Meritev št.	Obdobje meritev (med tednom / med vikendom)	Ocenjena razdalja (v m) od sredine voznega pasu	Podatki o opravljeni meritvi (v dB)				
					Minimalna meritev (min.dB)	Maksimalna meritev (max.dB)	Aritmetična sredina ( $\bar{y}$ )	Mediana (Me)	Standardni odklon ( $\sigma$ )
zdrav.dom in bolnica	Gregorčičeva 5	12	teden	5	70,3	85,5	76	76,2	2,427
zdrav.dom in bolnica	Gregorčičeva 5	12	teden	5	70,1	88,4	76	76,2	2,593
zdrav.dom in bolnica	Gregorčičeva 5a	13	teden	80	41,0	76,0	53	53,0	6,764
zdrav.dom in bolnica	glavni vhod v bolnico	14	teden	130	48,6	81,6	63	62,6	4,997

Tabela 8: Prikaz meritev 2. proučevanega območja



Slika 22: Promet pred zdravstvenim domom  
Foto: Veronika Šoster, marec 2010

Opravljene so bile 4 meritve. Vse so bile izvedene med delovnim tednom in v oddaljenosti od 5 do 130 m od sredine voznega pasu. Minimalne vrednosti so se gibale od 41 do 70 dB, maksimalne pa od 76 do 88 dB. Povprečna vrednost znaša od 53 do 76 dB. Po moji presoji ta predel spada v II. območje stopnje varstva pred hrupom, kjer je določena mejna celodnevna raven hrupa 55 dB in kritična vrednost 63 dB.

**C4-** pri celjskih **gimnazijah** so bile opravljene meritve na 4. lokacijah:

Sklop območij meritev	Opis lokacije meritve (najbližji naslov)	Meritev št.	Obdobje meritev (med tednom / med vikendom)	Ocenjena razdalja (v m) od sredine voznega pasu	Podatki o opravljeni meritvi (v dB)				
					Minimalna meritev (min.dB)	Maksimalna meritev (max.dB)	Aritmetična sredina (Ȳ)	Mediana (Me)	Standardni odklon (σ)
šole	I. gimnazija - Kajuhova 2	15	teden	30	54,1	69,6	58	56,8	2,898
šole	I. gimnazija - Kajuhova 2	15	teden	30	56,5	71,1	60	59,1	2,282
šole	I. gimnazija - Kajuhova 2/ Trubarjeva	16	teden	15	64,6	86,5	68	68,0	2,371
šole	Gimnazija Celje-Center - Gregorčičeva ul.	17	vikend	15	65,2	82,8	70	70,2	2,782
šole	Šolski center Celje - parkirišče Oblakova ul.	18	teden	80	63,1	92,1	73	72,7	5,435

**Tabela 9:** Prikaz meritev 3. proučevanega območja

Opravljenih je bilo 5 meritev. Vse razen ene so bile izvedene med delovnim tednom in v oddaljenosti od 15 do 80 m od sredine voznega pasu. Minimalne vrednosti so se gibale od 54 do 65 dB, maksimalne pa od 71 do 92 dB. Povprečna vrednost znaša od 60 do 73 dB. Po moji presoji ta predel spada v III. območje stopnje varstva pred hrupom, kjer je določena mejna celodnevna raven hrupa 60 dB in kritična vrednost 69 dB.



**Slika 23:** Promet mimo Gimnazije Celje – Center  
Foto: Veronika Šoster, marec 2010

**Č6-** v centru mesta so bile **ob prometnih cestah** opravljene meritve na 6. lokacijah:

Sklop območij meritev	Opis lokacije meritve (najbližji naslov)	Meritev št.	Obdobje meritev (med tednom / med vikendom)	Ocenjena razdalja (v m) od sredine voznega pasu	Podatki o opravljeni meritvi (v dB)				
					Minimalna meritev (min.dB)	Maksimalna meritev (max.dB)	Aritmetična sredina (Ȳ)	Mediana (Me)	Standardni odklon (σ)
prometnice - center	Levstikova ul. / Mariborska cesta	19	teden	10	72,2	90,8	77	76,9	2,470
prometnice - center	Levstikova ul./ Vrunčeva ul.	20	teden	10	70,6	87,1	75	74,6	2,268
prometnice - center	Levstikova ul.8	21	teden	10	70,2	84,7	75	74,6	2,203
prometnice - center	Ljubljanska c. 18	22	teden	10	69,1	79,6	74	73,4	1,785
prometnice - center	Ljubljanska c. 20	23	teden	10	69,1	90,2	75	74,6	3,002
prometnice - center	Ljubljanska c. 35	24	vikend	15	61,1	80,0	68	68,0	3,211

**Tabela 10:** Prikaz meritev 4. proučevanega območja





Slika 24: Ljubljanska cesta  
Foto: V. Šoster, marec, 2010

Opravljenih je bilo 6 meritev. Vse razen ene so bile izvedene med delovnim tednom in v oddaljenosti od 10 do 15 m od sredine voznega pasu. Minimalne vrednosti so se gibale od 61 do 72 dB, maksimalne pa od 79 do 90 dB. Povprečna vrednost znaša od 68 do 77 dB. Po moji presoji ta predel spada v III. ali - IV. območje stopnje varstva pred hrupom, kjer je za III. območje določena mejna celodnevna raven hrupa 60 dB in kritična vrednost 69 dB, za IV. pa mejna 75 in kritična 80 dB.

**D2-** na območju **železniške postaje** so bile opravljene meritve na 2. lokacijah:

Sklop območij meritev	Opis lokacije meritve (najbližji naslov)	Meritev št.	Obdobje meritev (med tednom / med vikendom)	Ocenjena razdalja (v m) od sredine voznega pasu	Podatki o opravljeni meritvi (v dB)				
					Minimalna meritev (min.dB)	Maksimalna meritev (max.dB)	Aritmetična sredina ( $\bar{Y}$ )	Mediana (Me)	Standardni odklon ( $\sigma$ )
železniška postaja	ob stavbi glavne postaje	25	teden	( )	65,1	101,8	68	67,3	2,909
železniška postaja	ob stavbi glavne postaje	25	teden	( )	65,7	91,8	73	69,1	6,438
železniška postaja	ob tirih na vzhodu glavne postaje	26	teden	( )	63,1	81,4	67	66,3	2,093

Tabela 11: Prikaz meritev 5. proučevanega območja

Opravljene so bile 3 meritve. Vse so bile izvedene med delovnim tednom. Minimalne vrednosti so se gibale od 63 do 65 dB, maksimalne pa od 81 do 101 dB. Povprečna vrednost znaša od 67 do 73 dB. Po moji presoji ta predel spada v območje IV. stopnje varstva pred hrupom, kjer je za železniško območje določena mejna celodnevna raven hrupa 70 dB.

**E3-** na območju **avtoceste** so bile opravljene meritve na 3. lokacijah:

Sklop območij meritev	Opis lokacije meritve (najbližji naslov)	Meritev št.	Obdobje meritev (med tednom / med vikendom)	Ocenjena razdalja (v m) od sredine voznega pasu	Podatki o opravljeni meritvi (v dB)				
					Minimalna meritev (min.dB)	Maksimalna meritev (max.dB)	Aritmetična sredina ( $\bar{Y}$ )	Mediana (Me)	Standardni odklon ( $\sigma$ )
avtocesta	ob izvozu Celje - center	27	teden	15	68,4	85,4	77	77,1	2,687
avtocesta	ob AC na Jakopičevi ulici	28	teden	15	72,7	96,1	81	81,1	3,842
avtocesta	ob AC na Jakopičevi ulici	28	teden	15	72,2	90,1	79	79,0	3,018
avtocesta	ob AC pri Spodnji Dobravi	29	teden	15	73,4	86,7	78	77,7	2,368

Tabela 12: Prikaz meritev 6. proučevanega območja

Opravljenе so bile 4 meritve. Vse so bile izvedene med delovnim tednom. Minimalne vrednosti so se gibale od 68 do 73 dB, maksimalne pa od 85 do 96 dB. Povprečna vrednost znaša od 77 do 81 dB. Po moji presoji ta predel spada v IV. območje stopnje varstva pred hrupom, kjer je določena mejna celodnevna raven hrupa 75 dB in kritična vrednost 80 dB.



Slika 25: Ob avtocesti  
Foto: V. Šoster, marec, 2010

**F8-** ob mestnih vpadnicah v smeri sever-jug in vzhod-zahod so bile opravljene meritve na 8. lokacijah:

Sklop območij meritev	Opis lokacije meritve (najbližji naslov)	Meritev št.	Obdobje meritev (med tednom / med vikendom)	Ocenjena razdalja (v m) od sredine voznega pasu	Podatki o opravljeni meritvi (v dB)				
					Minimalna meritev (min.dB)	Maksimalna meritev (max.dB)	Aritmetična sredina (Ȳ)	Mediana (Me)	Standardni odklon (σ)
mestne vpadnice	severna - Mariborska c. 162	30	teden	10	67,3	95,5	78	77,4	5,143
mestne vpadnice	severna - Mariborska c. 128	31	teden	10	70,3	93,9	79	78,6	4,228
mestne vpadnice	severna - Mariborska c. 128	31	vikend	10	56,0	86,6	65	64,2	5,672
mestne vpadnice	severna - Mariborska c. 100	32	teden	10	70,9	97,7	78	77,8	4,142
mestne vpadnice	severna - Mariborska c. 100	32	vikend	10	67,9	82,2	74	74,1	2,302
mestne vpadnice	zahodna - Kidričeva proti Medlogu	33	vikend	10	59,3	81,9	67	67,5	4,267
mestne vpadnice	zahodna - Kidričeva proti Medlogu	33	teden	10	70,1	88,5	76	76,2	2,592
mestne vpadnice	vzhodna - Kidričeva 19	34	teden	15	67,9	100,9	78	78,0	4,957
mestne vpadnice	vzhodna - Kidričeva 25	35	teden	15	70,2	111,5	76	75,2	3,103
mestne vpadnice	vzhodna - Kidričeva 30	36	teden	15	67,9	86,1	75	74,5	2,939
mestne vpadnice	južna - Ul. XIV. Divizije	37	teden	10	68,7	96,0	79	78,6	4,353

Tabela 13: Prikaz meritev 7. proučevanega območja

Opravljenih je bilo 11 meritev. Vse razen treh so bile izvedene med delovnim tednom. Minimalne vrednosti so se gibale od 56 do 70 dB, maksimalne pa od 81 do 111 dB. Povprečna vrednost znaša od 65 do 79 dB. Po moji presoji ta predel spada v IV. območje stopnje varstva pred hrupom, kjer je določena mejna celodnevna raven hrupa 75 dB in kritična vrednost 80 dB .



Slika 26: Mariborska cesta  
Foto: V. Šoster, marec, 2010

G9- v naseljih Hudinja, Nova vas, Dolgo polje in Lava so bile opravljene meritve na 9. lokacijah:

Sklop območij meritev	Opis lokacije meritve (najbližji naslov)	Meritev št.	Obdobje meritev (med tednom / med vikendom)	Ocenjena razdalja (v m) od sredine voznega pasu	Podatki o opravljeni meritvi (v dB)				
					Minimalna meritev (min.dB)	Maksimalna meritev (max.dB)	Aritmetična sredina (Ȳ)	Mediana (Me)	Standardni odklon (σ)
naselje	Hudinja - naselje - Podjavorškova 5	38	teden	80	59,3	65,1	61	60,9	0,846
naselje	Hudinja - naselje - Podjavorškova 5	38	teden	80	59,2	67,9	61	60,7	1,228
naselje	Hudinja - naselje - Podjavorškova 5	38	vikend	80	54,6	61,2	56	56,2	0,809
naselje	Hudinja - ob cesti - Podjavorškova 3	39	teden	10	64,5	81,3	70	69,6	2,258
naselje	Opekarniška cesta - vezna cesta Hudinja -	40	teden	10	66,3	75,3	70	70,0	1,646
naselje	Nova vas - Ul. mesta Grevenbroich 9	41	teden	10	65,1	76,8	70	69,6	1,828
naselje	Nova vas - Ul. Bratov Vošnjakov 12	42	teden	80	60,1	75,0	62	61,7	2,079
naselje	Nova vas - Ul. Bratov Vošnjakov 12	42	vikend	80	59,1	81,8	65	64,2	3,453
naselje	Nova vas - Novi trg 18	43	vikend	10	62,9	78,4	68	67,5	2,626
naselje	Dolgo polje - Dečkova cesta 41	44	teden	15	65,5	82,2	71	70,9	2,605
naselje	Lava - Iršičeva 16	45	teden	30	59,3	64,5	61	61,3	0,912
naselje	Lava - Cesta na Ostrožno 29	46	vikend	50	60,8	84,7	70	69,6	4,578

Tabela 14: Prikaz meritev 8. proučevanega območja

Opravljenih je bilo 12 meritev. Štiri so bile izvedene med vikendom, ostale pa med delovnim tednom. Minimalne vrednosti so se gibale od 54 do 66 dB, maksimalne pa od 61 do 82 dB. Povprečna vrednost znaša od 56 do 71 dB. Po moji presoji ta predel spada v II. (čiste stanovanjske površine) ali III. območje stopnje varstva pred hrupom, kjer je določena mejna celodnevna raven hrupa za II. območje 55 dB in kritična vrednost 63 dB, za III. območje pa mejna 60 in kritična 69 dB.



**H4- v okolici** in predvidoma mirnejšem območju so bile opravljene meritve na 4. lokacijah:

Sklop območij meritev	Opis lokacije meritve (najbližji naslov)	Meritev št.	Obdobje meritev (med tednom / med vikendom)	Ocenjena razdalja (v m) od sredine voznega pasu	Podatki o opravljeni meritvi (v dB)				
					Minimalna meritev (min.dB)	Maksimalna meritev (max.dB)	Aritmetična sredina ( $\bar{Y}$ )	Mediana (Me)	Standardni odklon ( $\sigma$ )
okolica	parkirišče- Mestni park	47	vikend	90	54,8	67,2	56	55,6	1,527
okolica	Stari grad	48	vikend	( )	54,8	79,1	56	55,9	1,178
okolica	Šmarjeta - naselje	49	vikend	170	55,8	61,4	57	56,8	0,773
okolica	Trnoveljska cesta 3	50	teden	20	58,4	82,2	65	64,2	3,737

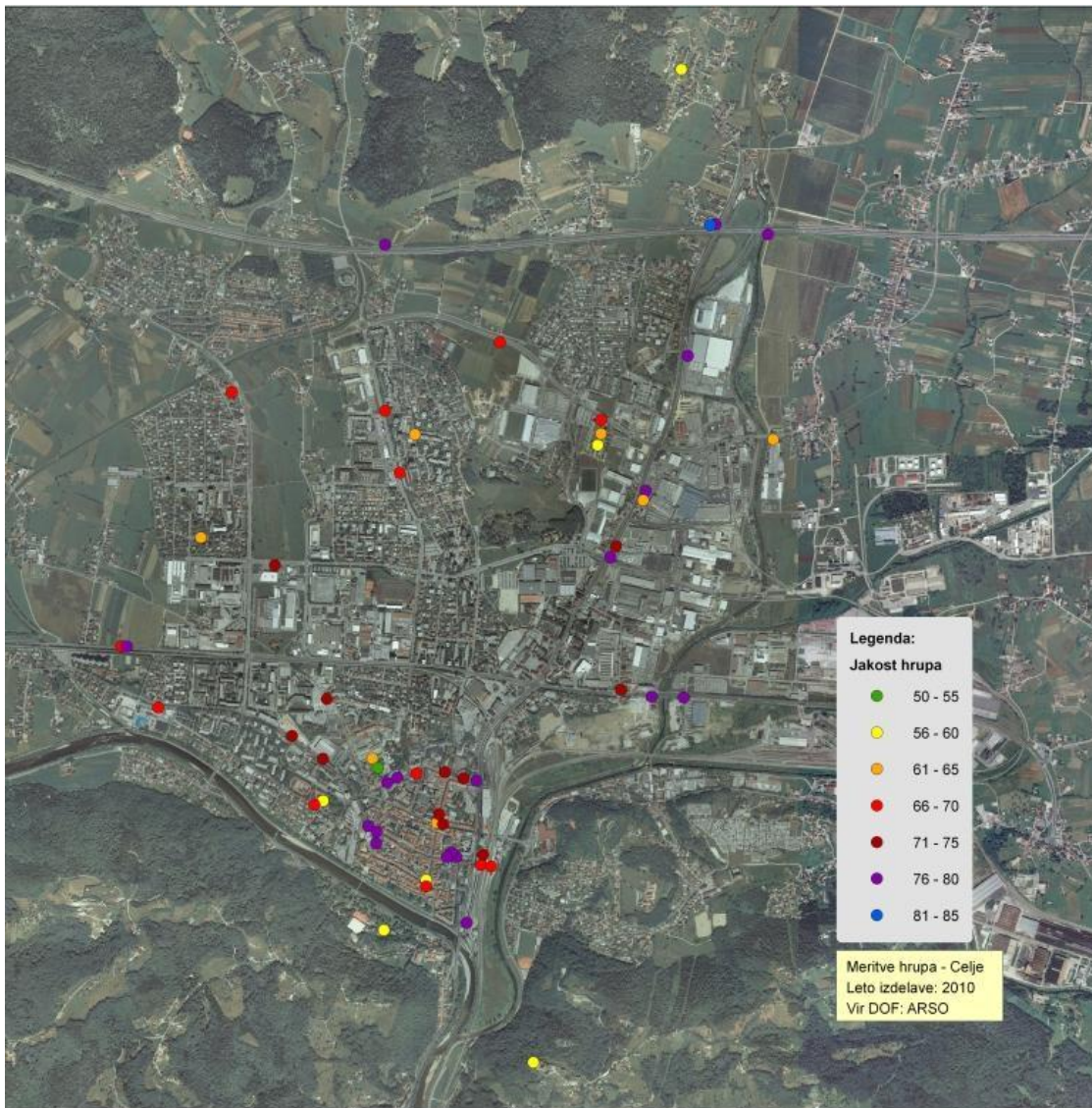
**Tabela 15: Prikaz meritev 9. proučevanega območja**

Opravljene so bile 4 meritve. Vse razen ene so bile izvedene med vikendom. Minimalne vrednosti so se gibale od 54 do 58 dB, maksimalne pa od 61 do 82 dB. Povprečna vrednost znaša od 56 do 57 dB. Po moji presoji ta predel spada v I. ali II. območje stopnje varstva pred hrupom, kjer je za I. območje določena mejna celodnevna raven hrupa 50 dB in kritična vrednost 57 dB, za II. pa mejna 55 in kritična 63 dB.



**Slika 27: Stari grad Celje**  
Foto: V. Šoster, marec, 2009

Za bolj pregledno predstavitev rezultatov sem vse meritve tudi kartirala. Prikazane vrednosti na priloženi karti in označene točke pomenijo aritmetično sredino jakosti hrupa na vseh merilnih mestih v dB. Vrednosti so razvrščene v razrede od 50 dB do 85 dB v razmakih po 5 dB in označene z različnimi barvami.



**Karta 3: Kartiranje Meritve hrupa – Celje - 2010**  
**Vir: ARSO in podatki meritev**

### 4.3. INTERVJU

Na podlagi teoretičnih ugotovitev o vplivih hrupa na zdravje sem v raziskovalno nalogo želela vključiti tudi mnenje strokovnjakov s tega področja, ki se s tem problemom srečujejo v praksi. Zato sem se obrnila na Katedro za otorinolaringologijo Medicinske fakultete Ljubljana, kjer sta mi odgovore na moja vprašanja prijazno posredovala prof. dr. Lojze Šmid, dr. med. in Katja Kladnik Stabej, dr. med. s Klinike za otorinolaringologijo in cervikofacialno kirurgijo na Univerzitetnem Kliničnem centru Ljubljana.

## **1. Kako hrup vpliva na naše zdravje? Katera vrsta hrupa je najbolj škodljiva?**

Hrup vpliva na izgubo sluha (avralni učinki), kot tudi na organizem v celoti (ekstraavralni učinki).

Hrup je zvok, ki je glasen, neprijeten ali neželen. V naravnem in življenjskem okolju vzbuja nemir, moti človeka in škoduje njegovemu zdravju ali počutju ali škodljivo vpliva na okolje. Hrup ni enolično definiran, ker vsebuje poleg definirane fiziološke tudi osebno noto, torej odnos posameznika do določenega zvoka.

Zdravje je stanje popolne fizične, duševne in družbene dobrobiti in ne le odsotnost bolezni ali slabega počutja (SZO, 1948). 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,
- motnje spanja ali počitka,
- povišanje krvnega tlaka,
- poškodbe srca in ožilja,
- motnje pri koncentraciji, učenju in pogovoru,
- zmanjšano učinkovitost pri delu,
- vznemirjenost,
- psihofizične motnje,
- agresija in antisocialno obnašanje.

## **2. Je po Vašem mnenju bolj kritičen vpliv na psihično ali na fizično stanje človeka in zakaj?**

Pomemben je vpliv hrupa na psihično in fizično stanje človeka. In nasprotno, stopnja okvare sluha zaradi hrupa je v povezavi s človekovim psihičnim in fizičnim stanjem. Naglušnost zaradi izpostavljenosti hrupu je izrazito individualna. Nekateri ljudje lahko prenašajo hrup visoke jakosti dlje časa brez kakršnihkoli posledic, medtem ko drugi, ki so izpostavljeni enakemu hrupu v istem okolju, lahko sluh hitro izgubljajo.

Naglušnost zaradi hrupa lahko pospeši ali poglobi istočasna izpostavljenost vibracijam, infrazvoku, industrijskim kemikalijam (kot npr. težkim kovinam, organskim topilom, dušljivcem), jemanje t.i. ototoksičnih zdravil (tj. zdravil, ki so škodljiva za sluh), dedna obremenjenost in starost.

### **3. S katerimi problemi oz. poškodbami, povezanimi s posledicami hrupa, se pri Vašem delu največkrat srečujete? Kako se med seboj razlikujejo?**

Pri svojem delu se najpogosteje srečujemo z avralnimi učinki hrupa.

- Akutna poškodba sluha zaradi hrupa nastane takoj zaradi izpostavljenosti nenadnemu zelo visokemu hrupu (več kot 120 dB nekaj minut ali več kot 135 dB nekaj trenutkov). Posledica take izpostavljenosti je zaznavna ali mešana naglušnost, večinoma enostranska, delno povratna po prenehanju izpostavljenosti. Prvi znak izpostavljenosti večjemu hrupu je šumenje in/ali piskanje v ušesih. Trajni znak izpostavljenosti visokemu hrupu je trajna naglušnost in trajno šumenje ali piskanje v ušesih.

- Poškodba bobniča, srednjega ali notranjega ušesa nastane zaradi izpostavljenosti nenadnemu zelo visokemu hrupu (več kot 120 dB nekaj minut ali več kot 135 dB nekaj trenutkov). Pride do raztrganine bobniča, poškodbe slušnih koščic ali pa mehanske okvare notranjega ušesa. Posledica je prevodna ali mešana naglušnost.

- Kronična naglušnost zaradi hrupa je najpogostejša poklicna naglušnost. Nastane, če smo dlje časa, najmanj 3 leta, običajno pa 6 do 10 let izpostavljeni osem ur dnevno hrupu 85 dB(A) (predpisani mejni hrup), izjemoma 75 dB(A)! Začetne spremembe na ADG se pokažejo pri visokih frekvencah (pri 6 ali 4 kHz) skoraj enako na obeh ušesih, nato so postopoma prizadete še druge frekvence. Delavec sprva pri pogovoru nima subjektivnih težav, ker nastaja naglušnost počasi in postopoma, nato ne sliši visokih tonov in šele pozno opazi, da postaja naglušen. Okvara sluha je zaznavna, trajna, po prenehanju izpostavljenosti hrupu ne napreduje. Za kronično naglušnost ni zdravila, zato so bistveni in edini učinkoviti ukrepi varovanja sluha pri delu, za kar obstajajo učinkovita varovalna sredstva.

### **4. Kakšna je priporočljiva zaščita pred hrupom (na delovnem mestu/v vsakdanjem življenju)?**

Pred hrupom se zaščitimo tako, da najprej zmanjšamo nivo hrupa ali glasnosti pri samem viru, če je to mogoče. Na primer, zmanjšamo glasnost zvoka na prenosniku. V primeru, ko to ni mogoče, primer je hrup zaradi prometa, je potrebno poskrbeti za primerne protihrupne ograje, ki zmanjšajo nivo hrupa, preden ta doseže bivalna področja. V skrajnem primeru, kar je pogosto na delovnem mestu, je potrebno uporabiti osebno zaščitno opremo kot so zaščitne slušalke in ušesni čepki.

Tako evropski kriteriji kot tudi kriteriji ameriške Agencija za zdravje in varnost pri delu postavljajo mejo povprečne 8-urne izpostavljenosti hrupu na 85 dB(A). Meja 85 dB(A) predstavlja kompromis med potrebo po zaščiti posebej občutljivih delavcev in tehnološko-finančnimi zmožnostmi industrije, to

pomeni, da je izpostavljenost hrupu pod 85 db(A) tudi že lahko škodljiva za človeka.

Zakon o varstvu okolja je namenjen spodbujanju in usmerjanju družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti. Naloge države in občin so spodbujanje ozaveščanja, informiranja in izobraževanja o varstvu okolja ter preprečevanje čezmerne obremenjevanja okolja, kamor sodi tudi onesnaževanje s hrupom.

Pristojni organi za izvajanje predpisov:

- Ministrstvo za notranje zadeve
- Policija (MNZ)

Z zakonom o varnosti in zdravju pri delu se določajo pravice in dolžnosti delodajalcev in delavcev v zvezi z varnim in zdravim delom ter ukrepi za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu. Pomembno področje za ohranitev zdravja in varnosti pri delu je tudi zaščita pred hrupom.

Pristojni organi za izvajanje predpisov:

- Inšpektorat RS za delo (MDDSZ)
- Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve
- Urad RS za varnost in zdravje pri delu

## **5. Ali obstaja ločena evidenca poškodb oz. težav zaradi izpostavljenosti hrupu na delovnem mestu in v vsakdanjem življenju?**

Ljudje smo hrupu lahko izpostavljeni na delovnem mestu ali v drugačnem okolju, na primer v mestu ob glavnih prometnih cestah, v bližini industrijskih obratov, železniških prog ali letališč, na javnih prireditvah, v diskotekah in gostinskih lokalih ali pa doma, kjer hrup povzročajo različni gospodinjski aparati, televizijski in radijski sprejemniki in tudi otroške igrače. Predvsem mladi so pogosto izpostavljeni čezmernemu nivoju zvoka pri uporabi prenosnikov za poslušanje glasbe. Zaznavanje hrupa je v veliki meri subjektivno. Z modernimi merilnimi napravami in metodami lahko nivo hrupa ocenimo objektivno. Svetovna Zdravstvena Organizacija (SZO) je v Smernicah o hrupu v okolju določila mejne vrednosti. V nočnem času jakost hrupa ne sme presežati vrednosti 30 dB(A), če želimo zagotoviti mirno in kvalitetno spanje (v bivalnem okolju). Mejne vrednosti so različne za različna bivalna področja in za določen čas dneva. Meritve in vrednotenje hrupa je zato odvisno od primera do primera, primerjave zato pogosto sploh niso možne.

V Sloveniji nimamo natančne ocene o tem, koliko delavcev je izpostavljenih škodljivemu hrupu. Inšpektorji za delo le izjemoma ugotavljajo prekoračevanja izpostavljenosti nevarnemu hrupu. Tudi specialisti medicine dela praviloma ne odkrivajo poklicne naglušnosti. V vsakdanji praksi se sicer zelo pogosto srečujemo z okvarami sluha, ki bi lahko bile povezane s poklicem.

**6. Ali obstajajo kakšne raziskave v Sloveniji? So na razpolago kakšni podatki o posledicah hrupa, ki niso povezane z delovnim mestom, npr. mesta - se pozna vpliv prometa na sluh?**

Med omenjenimi viri hrupa v okolju predstavlja hrup zaradi prometa največji problem za prebivalce. Zato je prioriteta reševanja okoljskega hrupa v Evropski Uniji namenjena področju hrupa zaradi cestnega, železniškega in letalskega prometa ter industrijskih obratov. Cilji so opredeljeni v Direktivi 2002/49/ES o ocenjevanju in upravljanju okoljskega hrupa:

- strateško določanje izpostavljenosti prebivalstva hrupu s kartiranjem poseljenih območij,
- zagotavljanje javnosti do dostopa informacij o hrupu v okolju,
- priprava operativnega programa varstva pred hrupom na osnovi rezultatov kartiranja z namenom preprečevanja in zmanjševanja hrupa v okolju in
- priprava programa ukrepov na območjih poselitve, ki so zaradi obremenjenosti s hrupom razvrščena v razrede največje obremenjenosti in zaradi izpostavljenosti hrupu določena kot degradirano okolje.

Strateške karte hrupa strokovnjaki izdelajo na podlagi podatkov iz poročil o obratovalnem monitoringu hrupa (industrijski viri), ki ga morajo izvajati upravljavci virov hrupa v skladu s predpisi, ki urejajo obratovalni monitoring hrupa za vire hrupa. Strateške karte hrupa zaradi cestnega, železniškega in letalskega prometa, pa se izdelata na podlagi letnega pretoka vozil. Za izdelavo kart hrupa je pristojno Ministrstvo, pristojno za okolje in prostor, ki pripravi program varstva pred hrupom v sodelovanju z Ministrstvom pristojnim za promet, Ministrstvom pristojnim za zdravje in Upravo mestne občine, na območju katere je poselitveno območje.

**7. Kakšno je Vaše mnenje, ali se obseg in stopnja problemov ljudi s težavami, ki so posledica prekomernega hrupa, stopnjuje? Ali je kaj pomembnega narejeno na področju preventive?**

Vsekakor se obseg in stopnja problemov ljudi s težavami, ki so posledica prekomernega hrupa, večja. Menim, da je najpomembnejša preventiva in ozaveščanje prebivalstva, predvsem mladih o škodljivih učinkih hrupa na zdravje ljudi.

**8. Kaj je bilo na Vašem področju že doseženo pri uspešni povrnitvi okvar sluha?**

Danes lahko dokaj uspešno zdravimo oziroma rehabilitiramo osebe z okvaro sluha.

- Okvare bobniča in srednjega ušesa:



Raztrganine bobniča, ki se spontano ne zacelijo in poškodbe slušnih koščic, se običajno zdravijo z operativnim posegom, timpanoplastiko oziroma osikuloplastiko.

- Okvare notranjega ušesa

Ko sluha ne moremo izboljšati z zdravili in/ali s kirurškim posegom, socialni kontakt pa je nezadovoljiv, predpišemo slušni aparat.

Slušni aparat je miniaturni ojačevalnik zvoka v frekvenčnem območju 300 do 5000 Hz. Sodobni slušni aparati so zgrajeni iz mikrofona, analogno digitalnega pretvornika, digitalnega procesorja, digitalno analognega pretvornika in sprejemnika-slušalke. Večina sodobnih slušnih aparatov je danes digitalnih, kar pomeni, da električnoakustične lastnosti nastavlja računalnik, ki je vgrajen v slušni aparat. Tako lahko natančno prilagodimo ojačitev zvoka stanju sluha posameznika. Akustična stimulacija s pomočjo slušnega aparata je možna le, če so slušne celice Cortijevega organa vsaj delno ohranjene.

Okoli prostora, kjer se naglušni s slušnim aparatom večino časa zadržuje, je moč napeljati indukcijsko zanko, ki se uveljavlja predvsem na javnih mestih. Uporabnik slušnega aparata tako sliši govornika jasno in čisto.

Aparat s frekvenčno modulacijo omogoča brezžični prenos govorne glasnosti od mikrofona, ki ga ima govorec obešenega okoli vratu, do sprejemnika pri osebi z okvaro sluha s pomočjo radio valov.

Zvoke radia, televizije in drugih tehničnih izvorov zvoka lahko prenašajo naprave za brezžični prenos zvoka, s pomočjo infrardeče svetlobe. Tudi pri tem prenosu zvoka je hrup okolice zanemarljiv.

Osebe s težko okvaro sluha lahko uporabljajo za sporazumevanje pisalni telefon ali faks. Velike komunikacijske možnosti nudi tudi internet.

V pomoč gluhim obstajajo tudi pretvorniki zvočnih signalov v vidne signale.

Vibrotaktilni stimulatorji, ki koristijo predvsem slepo-gluhim osebam, omogočajo zaznavo vibracij okolja ter ritem lastnega in sogovornikovega govora.

Polžev vsadek se uporablja pri osebah s hudo okvaro sluha, pri katerih ni pričakovati izboljšanja ne z zdravili, ne z operacijo in nimajo koristi pri uporabi drugih slušnih pripomočkov. Ta medicinski pripomoček imitira funkcijo notranjega ušesa in prenaša zvočno informacijo s pomočjo električnega toka direktno do akustičnega živca. Je elektronska proteza, ki nadomesti delovanje okvarjenih slušnih celic v notranjem ušesu tako, da spreminja zvočne valove v

kodirane električne signale, ki jih slušni živec sprejme preko ganglijskih celic in jih nato prevaja po centralni slušni poti do centra v možganski skorji. Polžev vsadek opravi transdukcijo in tako nadomesti nedelujoči del slušne poti. Vstavev polževega vsadka v notranje uho je varna in uspešna metoda, ki pa je uporabna le, če je ohranjen slušni živec.

## **9. Katero je Vaše področje specializacije?**

Otorinolaringologija.

*Katja Kladnik Stabej, dr. med.*

*Klinika za ORL in CFK*

## **4.4. PREVERJANJE HIPOTEZ**

Na podlagi proučene literature in virov sem z izvedeno raziskavo in opravljenim intervjujem preverjala tri hipoteze.

**Hipoteza 1:** Obremenjenost Celja s hrupom se v zadnjih letih stopnjuje in se z območij ob glavnih prometnicah širi na bivalna območja.

Hipotezo lahko preverimo s pregledom ugotovitev po posameznih proučevanih področjih s primerjavo povprečnih izmerjenih vrednosti jakosti hrupa iz moje analize s podatki preteklih raziskav iz leta 1982 in 1998.

Staro mestno jedro je dejansko preobremenjeno s hrupom, ki ga poleg prometa povečuje tudi strnjena pozidava. Moje izmerjene povprečne vrednosti jakosti hrupa od 63 dB do 78 dB pomenijo na nekaterih mestih tudi prekoračitev mejnih dnevnih vrednosti za IV. območje stopnje varstva pred hrupom (75 dB). Po karti hrupa iz leta 1982 so bile izmerjene vrednosti na teh območjih od 50 dB do 65 dB, po raziskavi iz leta 1998 pa je v primerjavi s podatkom iz leta 2010 (72 dB) na primerljivem merilnem mestu izmerjena vrednost 66 dB.

Moje meritve v bližini bolnišnice in zdravstvenega doma prikazujejo vrednosti od 53 dB do 63 dB na »notranjem« območju, kar pomeni, da stanje še ni kritično, in 76 dB ob Gregorčičevi ulici, kjer prekoračitve mejnih in kritičnih vrednosti ugotavljajo že predhodne analize. S podatki meritev od 65 dB do 70 dB v letu 1982, 68 dB v letu 1998 in 76 dB v letu 2010 ugotavljam stopnjevanje hrupne onesnaženosti tega območja.

V okolici I. gimnazije v Celju moja primerljiva meritev (68 dB) z letom 1998 (62 dB) in letom 1982 (55-60 dB) izkazuje minimalno povečanje hrupne



obremenitve, je pa presežena mejna raven za III. območje 60 dB. Okolje Gimnazije Celje-Center je na delu ob Gregorčičevi enako hrupno obremenjeno kot kažejo ugotovitve za zdravstveni dom. Podatki za Šolski center Celje, merjeni na parkirišču pri OŠ Glazija (73 dB) prikazujejo povečanje hrupa glede na podatke iz leta 1998 (56 dB) in leta 1982 (50-55 dB), glede na velik standardni odklon (5,4 dB), ki kaže na velika posamična odstopanja, pa za podatek nisem prepričana, da je povečanje hrupa tako veliko. Vseeno pa verjamem, da se hrup na tem območju povečuje, saj se je tam zaradi zelo velikega parkirišča zelo povečal tudi promet.

Če podatke za mestno območje dopolnim še z meritvami na ostalih glavnih prometnicah notranjega dela mesta (Levstikova ul., Ljubljanska c.), podatki mojih meritev prikazujejo povprečne vrednosti jakosti hrupa od 74 dB do 77 dB in prav tako pomenijo povečanje glede na podatke iz leta 1982 (65-70 dB) in leta 1998 (69 dB). Ob vseh prometnicah so prekoračene mejne dnevne vrednosti, ki so določene za IV. območje (75 dB).

Meritve na območju železniških prog prikazujejo povprečno vrednost jakosti hrupa 67-73 dB, zaradi prihodov vlaka so tudi posamezna odstopanja velika, na tem mestu je bila izmerjena druga največja maksimalna vrednost (101,8 dB). Največja maksimalna vrednost vseh meritev je bila izmerjena na vzhodni mestni vpadnici – Kidričevi cesti in sicer 111,5 dB.

Povečanje jakosti hrupa ob avtocestnem odseku na območju Celja je pričakovano, problem pa vidim v tem, da se na tem območju nahajajo številna bivalna območja, ki so bila zgrajena že pred časom. V raziskavi iz leta 1982 meritev za to območje ni bila izvedena, tudi primerljiv podatek raziskave iz leta 1998 v višini 63 dB je znatno nižji od moje meritve (77-81 dB), povečanje hrupne onesnaženosti je nedvomno potrjeno.

Podatki meritev na območju glavnih mestnih vpadnic (Mariborska cesta, Ul. XIV. divizije in Kidričeva cesta) v primerjavi z predhodnimi raziskavami potrjujejo stopnjevanje obremenjenosti teh območij s hrupom. To izhaja iz primerjave mojih izmerjenih povprečni dnevnih podatkov (od 75-79 dB oz. med vikendom od 65-74 dB) s predhodnimi meritvami (iz leta 1982 od 65-70 dB in iz leta 1998 od 66-74 dB).

Vrednosti mojih opravljenih meritev v okoliških naseljih (Hudinja, Nova vas, Dolgo polje, Lava) se razlikujejo glede na oddaljenost od lokalnih prometnic. V bližini prometnic se stopnja jakosti hrupa povečuje, nasprotno velja za osrednje dele naselij, ki niso »v prvi vrsti«. Tam izmerjene vrednosti ne prikazujejo povečanja, bolj je prisoten vpliv posameznih občasnih izvorov hrupa, kar

prikazuje meritev št. 46, kjer povprečna vrednost jakosti hrupa med vikendom znaša kar 70 dB. Primerjava z raziskavo iz leta 1982 za vsa ta območja ni možna, saj jih raziskava ni vključevala, podatki so na voljo samo za Dečkovo cesto, kjer so meritve pokazale od 65-70 dB. Podatki za Dečkovo cesto iz raziskave iz leta 1998 znašajo 60 dB, moja izmerjena povprečna vrednost je 71 dB, kar na tem delu pomeni povečanje hrupa. Podatki meritev za naselja Nova vas, Hudinja ter Lava izkazujejo, da se je jakost hrupa ob lokalnih prometnicah od leta 1998 do 2010 povečala z vrednosti od 56-61 dB na povprečno 70-71 dB, z oddaljenostjo od prometnih cest pa nivo hrupa v obeh raziskavah ostaja na približno 60 dB. Zanimiva je tudi moja meritev (70 dB na oddaljenosti 10 m) na vezni cesti med Hudinjo in Novo vasjo, ki poteka mimo OŠ Frana Roša, kjer je bila v raziskavi iz leta 1998 ugotovljen podatek 53 dB na razdalji 58m. Podatka sicer zaradi različne oddaljenosti od prometne ceste nista neposredno primerljiva, vsekakor pa je izkazano povečanje hrupne onesnaženosti zaradi odprtja nove vezne ceste med naseljema.

Še bolj oddaljena naselja v mojo raziskavo niso bila vključena v celoti, v zadnjem sklopu je podanih samo nekaj primerjalnih podatkov za Trnovlje in Šmarjeto, kjer primerljive vrednosti z raziskavo iz leta 1998 (66-68 dB) ne prikazujejo povečanja jakosti hrupa.

Zadnji sklop meritev sem namenoma naredila med vikendom na mirnem območju Mestnega parka in na Starem gradu, da bi bile tako pridobljene vrednosti dober pokazatelj, kakšno bi bilo zeleno stanje. Izmerjene vrednosti (56 dB) so nizke, so pa še vedno nad 55 dB, očitno je, da se povečan hrup po zraku širi zelo daleč.

Iz navedenih podatkov izhaja, da lahko prvo hipotezo v delu, ki se nanaša na stopnjevanje hrupa, potrdimo. Za del teze, ki navaja širitev obremenjenosti s hrupom na bivalna naselja, se na osnovi omejenega števila podatkov do te trditve ne morem z gotovostjo opredeliti. Potrebna bi bila podrobnejša študija teh okolij. Na podlagi soodvisnosti med obsegom cestnega prometa in jakostjo hrupa pa po mojem mnenju ni zaznano povečanje povsod, ampak predvsem na območjih, kjer so zgrajene nove prometne povezave (najbolj očiten primer je nova vezna cesta pri OŠ Frana Roša), znotraj naselij pa stopnjevanja hrupne obremenjenosti ne morem potrditi.

Prvi del trditve je torej potrjen, drugi del pa ne v celoti. Prva hipoteza je tako deloma potrjena.

**Hipoteza 2:** Cestni promet ima največji vpliv na obremenjenost okolja s hrupom.

Meritve na območju avtocestnega odseka, glavnih mestnih vpadnic (Mariborska cesta, Ul. XIV. divizije in Kidričeva cesta), kot tudi ob večjih mestnih cestah notranjega dela mesta (Levstikova, Kidričeva, Gregorčičeva) potrjujejo veliko obremenjenost teh območij s hrupom, zato lahko na podlagi razpoložljivih podatkov o povečanju prometne obremenitve na spremljanih odsekih v smeri sever - jug ter vzhod - zahod (tabela 1) trdim, da je povečanje hrupne onesnaženosti teh predelov Celja neposredno odvisno od obsega cestnega prometa.

To tezo potrjuje tudi primerjava meritev med tednom in med vikendom, kjer je na istih odsekih med vikendom izmerjena nižja jakost hrupa. Izmerjeni podatki so na Mariborski cesti med tednom 78-79 dB in med vikendom 65-74 dB. Na Kidričevi cesti ti podatki znašajo med tednom 76 dB in med vikendom 67 dB. Vzrok je manjša prometna obremenitev med vikendom, še posebej s tovornim prometom.

Za območja ožjega in širšega mestnega središča iz podatkov vseh razpoložljivih analiz izhaja, da je največja obremenitev s hrupom izmerjena v bližini prometnic. Iz mojih meritev je razviden podatek, da se vrednost meritve jakosti hrupa na lokaciji Zdravstvenega doma ob Gregorčičevi ulici z oddaljenostjo od prometnice zelo zmanjšuje (iz 76 dB na 53 dB). Enako zmanjšanje hrupa sem ugotovila tudi z meritvami pri I. gimnaziji (z 68 dB na 58 dB s povečanjem oddaljenosti za 15 m). Podobno velja za meritve, ki so bile opravljene med vikendom, ko je prometna obremenitev manjša. Meritev pri Gimnaziji Celje-Center ob Gregorčičevi ulici prikazuje znižanje iz 76 dB med tednom na 70 dB med vikendom in meritev na Ljubljanski cesti iz 75 dB na 68 dB.

Tudi v starem mestnem jedru, ki je obdano s prometnicami, je zaradi relativne majhnosti površine vpliv cestnega hrupa velik, saj se izmerjene vrednosti jakosti hrupa z oddaljenostjo od cest zmanjšujejo.

Nasprotno pa na območjih, kjer ni zaznano veliko povečanje prometa, tudi ni opaziti velikega povečanja obremenjenosti okolja s hrupom.

Iz tega izhaja, da je druga hipoteza potrjena.

**Hipoteza 3:** Na najbolj hrupno obremenjenih območjih je izpostavljenost hrupu že škodljiva za človeka.

V raziskovalni nalogi sem ugotovila, da je jakost hrupa na nekaterih območjih Celja že precej visoka in na nekaterih območjih že presega predpisane omejitve.

Vseeno večina izmerjenih povprečnih vrednosti ni nad kritičnimi omejitvami, po drugi strani so prekoračitve mejnih vrednosti kazalcev hrupa pogoste, posamezne maksimalne izmerjene vrednosti jakosti hrupa pa so še veliko večje. Izpostavljenost hrupu nad 80 dB pa že predstavlja mejno tveganje za zdravje. Stanje je zaskrbljujoče, še posebej zaradi dejstva, da se hrup nezadržno stopnjuje in se tudi širi z vsako novo prometno povezavo, kar sem potrdila v prvi hipotezi. Pomeni, da je na teh območjih še mogoče, in tudi nujno, izvesti veliko ukrepov za izboljšanje stanja. Ob večjih cestah je za zaščito poskrbljeno z različnimi aktivnimi ukrepi, kot so npr. ograje, večja pa se tudi uporaba pasivne zaščite, npr. na območjih, ki postajajo vedno bolj hrupno onesnažena, kjer je stanovalcem omogočena zamenjava oken z bolj izoliranimi, s tem pa je preprečen prehod hrupa v notranje prostore. Kot prebivalci Celja torej smo izpostavljeni hrupu, kar lahko privede do določenih škodljivih posledic.

Ne glede na zakonska določila je iz predstavljenega intervjuja razviden mednarodno sprejet kriterij, da je dolgotrajna izpostavljenost hrupu nad 85 dB(A) meja, pri kateri je hrup lahko že škodljiv za človekovo zdravje. Glede na to, da so kakršnekoli poškodbe sluha in zdravja nasploh zaradi hrupa v veliki meri odvisne od psihofizičnega stanja vsakega posameznika, je torej škodljiv vpliv na zdravje ljudi na najbolj hrupno obremenjenih območjih tudi že možen.

Na podlagi tega torej tretjo hipotezo delno potrdim.

## **5. NAŠI PREDLOGI IN MOŽNE IZBOLJŠAVE**

Iz raziskave izhaja, da je obremenjenost okolja s hrupom na območju Celja iz leta v leto vedno večja. Pričakovati je, da se bo tudi število prebivalcev s težavami, povezanimi s hrupom, intenzivno povečevalo.

Zato predlagam, da strokovne službe na Ministrstvu za okolje in prostor, ki je pristojno za opravljanje strokovnih in upravnih nalog na področju varstva okolja, nemudoma razmislijo o možnosti učinkovite pasivne zaščite pred hrupom in čim prej pripravijo načrte ter zagotovijo sredstva, da se zainteresiranim meščanom omogoči subvencionirana zamenjava starih oken in vrat, ki so usmerjena proti prometnicam ali kakorkoli drugače izpostavljena hrupnem onesnaženju, s sodobnimi, ki bodo nudila bolj kakovostno zvočno izolacijo, seveda pod pogojem, da izpolnjujejo dodatno določene kriterije, kot so oddaljenost od vira hrupa, že obstoječa protihrupna zaščita itd.

Prav tako predlagam, da se hkrati s pripravo celovite karte hrupa za Celje preveri tudi ustreznost in učinkovitost že obstoječe protihrupne zaščite, predvsem v naseljenih območjih poleg avtoceste.

Reševanje okoljske problematike ni samo domena občinskih in državnih institucij. Prepričana sem, da aktivna vključenost javnosti lahko prispeva pomemben delež k varovanju okolja. Kljub morda drugim bolj perečim okoljskim problemom v Celju ne smemo zanemariti pomembnosti hrupnega onesnaženja in njegovega vpliva na kakovost življenja ljudi. Pomembno se mi zdi, da imajo prebivalci na razpolago ažurne informacije tudi na tem okoljevarstvenem področju in so z njimi redno seznanjeni. Zato predlagam, da se večjo skrb nameni posodabljanju informacij povezanih s hrupom na obstoječi internetni strani [www.ekorg.si](http://www.ekorg.si). Glede na pomembnost internetnih virov je moj predlog, da se kot prvi ukrep izvede odmevnejša promocija celotne internetne strani. To je možno realizirati s sprotnimi objavami v drugih medijih, pa tudi s tem, da bi se stran uvrstila med »top zadetke« pod iskalni pojem Celje.

## **6. ZAKLJUČEK IN RAZPRAVA**

Mesto Celje leži na stiku avtocestnih in železniških koridorjev, kar pomeni v slovenskem merilu izvrstno dostopnost, s tem pa tudi povečan pretok prometa skozenj. To vpliva tudi na njegovo hrupno onesnaženje, ki se iz leta v leto stopnjuje. Hrup pa ne vpliva slabo le na okolje, ampak tudi na človekovo počutje in zdravje, zato je njegovemu preprečevanju potrebno nameniti čim več pozornosti in tudi sredstev.

V raziskovalni nalogi sem opisala, kaj hrup sploh je, ugotovila, kaj je najbolj problematični vir hrupa v Celju, zakaj in kam se hrup v Celju širi, kateri protihrupni ukrepi so že bili izvedeni ter kolikšna je njihova učinkovitost, izpostavila pa sem tudi, kaj bi še lahko bilo storjeno in predlagala ukrepe za izboljšavo stanja. Izvedla sem meritve v predelih Celja, za katera me je zanimalo, kakšna je njihova stopnja hrupne ogroženosti in na podlagi pridobljenih podatkov izdelala delno karto meritev hrupa.

Na podlagi pridobljenih podatkov sem preverila pravilnost treh na začetku zastavljenih hipotez.

Moja prva hipoteza je bila, da se obremenjenost Celja s hrupom v zadnjih letih stopnjuje in se z območij ob glavnih prometnicah širi na bivalna območja. Z lastnimi meritvami pridobljene podatke o jakosti hrupa na posameznih območjih sem primerjala s podatki preteklih analiz iz leta 1982 in 1998, ki sta za območje Celja na razpolago. Ugotavljam, da se hrup na vseh območjih Celja v zadnjih letih stopnjuje, širitev hrupa na bivanjska območja pa lahko potrdim le deloma, saj sem povišane vrednosti hrupa na teh območjih zaznala ob območjih, ki se nahajajo v neposredni bližini prometnic, na bolj odmaknjenih delih naselij pa povečanja hrupa nisem ugotovila. Za dokončno strinjanje s tem delom trditve bi bila potrebna podrobnejša študija okolja, zato sem to hipotezo le delno potrdila.

V drugi hipotezi sem testirala trditev, da ima v Celju največji vpliv na obremenjenost okolja s hrupom cestni promet. Z raziskavo in primerjavo podatkov o pretoku prometa skozi Celje od leta 2000 do leta 2008 sem ugotovila, da je število osebnih in transportnih vozil v celotnem časovnem obdobju ves čas raslo. Prav tako sem postavljeno domnevo podprla z izvedbo meritev in primerjavo podatkov s preteklimi analizami o obremenjenosti okolja s hrupom ob prometnicah, zato sem to hipotezo potrdila.

V tretji hipotezi pa sem preverjala, če je na najbolj hrupno obremenjenih območjih izpostavljenost hrupu že škodljiva za človeka. Ugotavljam, da so vrednosti hrupa na nekaterih območjih sicer že presegle mejne vrednosti kazalcev hrupa, ponekod tudi kritične vrednosti, ki so zakonsko določene. Preseganje teh zakonsko določenih vrednosti pomeni obvezo za izvajanje ukrepov za zmanjševanje hrupa, ne bi pa še smelo pomembno vplivati na zdravje ljudi. Iz intervjuja pa je razvidno, da je vpliv hrupa na človeka odvisen predvsem od njegovega psihofizičnega stanja, kar poenostavljeno pomeni, da vsakemu posamezniku različne vrednosti hrupa predstavljajo kritično mejo za njegovo zdravje. Zato sem to hipotezo delno potrdila.

Na podlagi teh rezultatov je mogoče pričakovati, da se bo obremenjenost mesta Celja s hrupom še naprej povečevala. Občina ima izdelan načrt, a velik problem predstavljajo denarna sredstva, zato je moj predlog, da bi bilo potrebno temu problemu nameniti več pozornosti tudi s strani Ministrstva za okolje in prostor, ki bi moralo pospešeno subvencionirati pasivno protihrupno zaščito. Prav tako predlagam, da se res čim prej izdelava celovita karta hrupa za mesto Celje, pri čemer bi morali sproti ugotavljati tudi učinkovitost obstoječe protihrupne zaščite in opredeliti število in stopnjo ogroženosti prebivalcev, ki živijo na najbolj hrupno onesnaženih območjih.

V premislek dajem tudi idejo, da bi se z večjo promocijo in posodabljanjem informacij na obstoječem Ekorgovem portalu v programe skrbi za okolje bolj intenzivno vključili tudi meščani Celja.

Prispevek moje naloge vidim v tem, da sem s pregledom obstoječega stanja in s svežimi meritvami jakosti hrupa prikazala širšo sliko obremenitve okolja na področju hrupne onesnaženosti. S tem želim spodbuditi nadaljnje dejavnosti na tem področju, kar pomeni predvsem izdelavo celovite karte hrupa za Celje in pospešeno izvajanje protihrupnih ukrepov tam, kjer so ti najbolj potrebni.



## 7. LITERATURA IN VIRI

Antončič, J., Mastnak, N. in Glažer, S., *Posnetek imisijskega stanja hrupa na območju Občine Celje – leto 1998*. Celje: Zavod za planiranje in izgradnjo Občine Celje in Zavod za zdravstveno varstvo, 1999.

ARSO, Agencija RS za okolje, *Katalog podatkovnih virov*. [http://kpv.arso.gov.si/welcome/Gemet\\_search/Gemet\\_report/report\\_gemet\\_term?ID\\_CONCEPT=5658&L1=302&L2=94](http://kpv.arso.gov.si/welcome/Gemet_search/Gemet_report/report_gemet_term?ID_CONCEPT=5658&L1=302&L2=94) (uporabljeno 18.01.2010).

ARSO, Agencija RS za okolje, *Poročilo o stanju okolja v Sloveniji - hrup*. <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poro%c4%8dila/poro%c4%8dila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/hrup.pdf> (uporabljeno 25.11.2009).

ARSO, Agencija RS za okolje, *Predpisi s področja hrupa*. <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/hrup/predpisi/> (uporabljeno 25.11.2009).

ARSO, Agencija RS za okolje, *Seznam pooblaščenih izvajalcev ocenjevanja hrupa*. [http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/hrup/okoljski%20hrup/Poobla%c5%a1%c4%8denci\\_Hrup\\_28.1.2010.pdf](http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/hrup/okoljski%20hrup/Poobla%c5%a1%c4%8denci_Hrup_28.1.2010.pdf) (uporabljeno 15.02.2010).

ARSO, Agencija RS za okolje, *Strateške karte hrupa*. <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/hrup/karte/> (uporabljeno 25.11.2009).

Berčič, A., *Zbornik referatov. Strokovni posvet Hrup cestnega prometa - projektiranje in gradnja ukrepov za protihrupno zaščito ob cestah, 2000, Ljubljana, Otočec*. Ljubljana : Društvo za ceste : DRC, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije, 2000.

Craig, A. in Rosney, C., *Mladinska enciklopedija znanosti*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1994.

Čudina, M., *Tehnična akustika : merjenje, vrednotenje zmanjševanje hrupa in vibracij*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2001.

FGG, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, *Zvok in zvočna zaščita – predavanja*. <http://kske.fgg.uni-lj.si/Predavanja/zvok.pdf> (uporabljeno 25.11.2009).

- Henigman, S., Černe, S., Drmota, E., Eržen, K., Kalan, J., Kavčič, L., Kovačič, S., Likar, B., Sečkar, I., Šajna, A., Žagar, F., Žmavc, J. in Švarc, D., *Smernice za načrtovanje, graditev in ohranitev konstrukcij za zaščito pred hrupom cestnega prometa (ZPH) : predlog, december 2002*. Celje: DARS, Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji, 2003.
- Hribar, M., Kocjančič, S., Likar, A., Oblak, S., Pajk, B., Petruna, V., Razpet, N., Roblek, B., Tomažič, F. in Trampuš, M., *Elektrika, svetloba in snov : fizika za 3. in 4. letnik srednjih šol*. Ljubljana: Modrijan, 1997.
- Janžovnik, A., Šterbenk, E. in Pavšek, Z., *Končno poročilo o stanju okolja v Mestni občini Celje. Del 1, Naravno okolje*. Velenje: Erico, 2003.
- Korošak, B., *Biologija človeka*. Celovec, Ljubljana, Dunaj: Mohorjeva založba, 2001.
- Križaj, K., *Protihrupna zaščita – seminarska naloga*. Fakulteta za matematiko in fiziko, <http://www-f1.ijs.si/~ziherl/ProtihrupnaZascita.pdf> (uporabljeno 15.02.2010).
- Mestna občina Celje, *Ekorg – spletni portal*. <http://www.ekorg.si/?p=7&s=1&id=%201&cat=1;%20> (uporabljeno 15.02.2010).
- Mestna občina Celje, *OPVO - Občinski program varstva okolja za mestno občino Celje (2009 – 2013)*. Celje, september 2009, [http://moc.celje.si/uprava/documents/gradiva/2009-28seja/28seja\\_opvo3.pdf](http://moc.celje.si/uprava/documents/gradiva/2009-28seja/28seja_opvo3.pdf) (uporabljeno 15.02.2010).
- Mestna občina Celje, *Poročilo o stanju okolja v mestni občini Celje - 2008*. Celje, september 2009, [http://moc.celje.si/uprava/documents/gradiva/2009-28seja/28seja\\_opvo4.pdf](http://moc.celje.si/uprava/documents/gradiva/2009-28seja/28seja_opvo4.pdf), (uporabljeno 15.02.2010).
- Mestna občina Celje, Mestni svet, Odbor za okolje in prostor ter komunalno gospodarstvo, *Zapisnik o poteku 27. seje Odbora za okolje in prostor ter komunalno gospodarstvo*. Celje, 27.10.2009, [http://moc.celje.si/uprava/documents/gradiva/2009-28seja/28seja\\_zapisnik4.pdf](http://moc.celje.si/uprava/documents/gradiva/2009-28seja/28seja_zapisnik4.pdf) (uporabljeno 24.11.2009).
- Mestna občina Ljubljana, *Problematika impulznega hrupa v Sloveniji. Impulzni hrup v mestni občini Ljubljana*. <http://www.ljubljana.si/si/mol/mestna-uprava/oddelki/varstvo-okolja/projekti/9339/detail.html> (uporabljeno 15.01.2010).
- Pfajfar, F. in Arh, F., *Statistika I*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2005.

ŠC Novo mesto, *Osnove gradbene fizike z vidika toplotne in zvočne zaščite*. <http://fizika.sc-nm.si/Projekti/okna/Porocilo2.htm> (uporabljeno 25.11.2009).

Tratnik, E., *Prenehajte s tem hrupom! : priročnik z osnovnimi informacijami in navodili*. Ljubljana: Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, 2006.

The Engineering ToolBox, *Decibel A, B and C*. [http://www.engineeringtoolbox.com/decibel-d\\_59.html](http://www.engineeringtoolbox.com/decibel-d_59.html) (uporabljeno 15.02.2010).

Vernier Software & Technology Global Gateway. *Specifikacije merilnika zvoka in računalniškega vmesnika*.

<http://www.vernier.com/choosecountry.html?path=/probes/slm-bta.html>.

<http://www.vernier.com/mbl/labpro.html>. (uporabljeno 25.10.2009).

Vidovič, J., Rezec, D., Samec, H., *Karta hrupa za mesto Celje za leto 1982*. Maribor: Inštitut za varstvo pri delu in varstvo okolja, 1983.

Wedam, A., *Kako deluje?. Sodobna tehnika I*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1991.

ZZV Celje, *Posnetek imisijskega stanja hrupa na območju občine Celje – leto 1998. Tabela 3: Mikrolokacije izvedenih 24-urnih meritev hrupa v urbanem okolju na območju občine Celje*. <http://www.ekorg.si/UserFiles/File/Porocilo%20-%20hrup.pdf>, (uporabljeno 15.02.2010)

#### Viri zakonskih določil:

Direktiva 2000/14/EC o emisijah hrupa strojev, ki se uporabljajo na prostem. *Directive 2000/14/EC relating to the noise emission in the environment by equipment for use outdoors*. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0014:EN:HTML> (uporabljeno 25.11.2009).

Direktiva 2002/49/ES o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju. *Directive 2002/49/EC relating to the assessment and management of Environmental noise*. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0049:EN:HTML> (uporabljeno 25.11.2009).

Pravilnik o emisijah hrupa strojev, ki se uporabljajo na prostem. *Uradni list Republike Slovenije 106/2002, 50/2005, 49/2006*. Ljubljana.

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu hrupa za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje. *Uradni list Republike Slovenije* 70/1996, 45/2002. Ljubljana.

Priporočilo komisije 2003/613/EC v zvezi z navodili o revidiranih začasnih metodah za izračun industrijskega hrupa, hrupa letališč, hrupa cestnega in železniškega prometa ter s hrupom povezanih emisijskih podatkov. *Commission Recommendation 2003/613/EC concerning the guidelines on the revised interim computation methods for industrial noise, aircraft noise, road traffic noise and railway noise, and related emission data.* <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003H0613:EN:HTML> (uporabljeno 25.11.2009).

Vodič dobre prakse za strateško kartiranje hrupa in pripravo spremljevalnih podatkov o izpostavljenosti hrupu. *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data of Noise Exposure – Version 2.* <http://ec.europa.eu/environment/noise/mapping.htm> (uporabljeno 25.11.2009).

Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju. *Uradni list Republike Slovenije* 105/2005, 34/2008. Ljubljana.

Uredba o načinu uporabe zvočnih naprav, ki na shodih in prireditvah povzročajo hrup. *Uradni list Republike Slovenije* 118/2005. Ljubljana.

Uredba o ocenjevanju in omejevanju hrupa v okolju. *Uradni list Republike Slovenije* 121/2004. Ljubljana.

Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o varstvu okolja. *Uradni list Republike Slovenije* 1/1996, 20/2006, 70/2008, 108/2009. Ljubljana.

Zakon o varstvu okolja. *Uradni list Republike Slovenije* 32/1993, 41/2004, 39/2006. Ljubljana.

## **8. PRILOGE**

Priloga 1: Zbirni seznam opravljenih meritev hrupa

Priloga 2: Ortofoto posnetek - Meritve hrupa - Celje -2010

Priloga 1: Zbirni seznam opravljenih meritev hrupa

Št.	Sklop območij meritev	Opis lokacije meritve (najbližji naslov)	Meritev št.	Obdobje meritev (med tednom / med vikendom)	Ocenjena razdalja (v m) od sredine voznega pasu	Podatki o opravljeni meritvi (v dB)				
						Minimalna meritev (min.dB)	Maksimalna meritev (max.dB)	Aritmetična sredina (Ȳ)	Mediana (Me)	Standardni odklon (σ)
1	staro mestno jedro	Krekov trg	1	teden	30	76,2	82,2	78	78,5	0,980
2	staro mestno jedro	Krekov trg / Gubčeva ulica	2	teden	30	72,9	83,3	78	77,5	1,292
3	staro mestno jedro	Krekov tg / Prešernova ulica	3	teden	40	76,0	82,4	78	77,4	1,097
4	staro mestno jedro	Stanetova ulica 14	4	teden	20	58,0	75,2	63	63,3	2,610
5	staro mestno jedro	Stanetova uliva / Vodnikova ulica	5	teden	15	65,0	82,8	72	71,2	3,353
6	staro mestno jedro	Stanetova uliva / Vodnikova ulica	6	teden	15	68,0	82,8	72	71,9	2,584
7	staro mestno jedro	Trg celjskih knezov / Ljubljanska cesta	7	teden	5	69,6	87,8	77	77,1	2,736
8	staro mestno jedro	Trg celjskih knezov	8	teden	5	70,1	86,2	77	77,4	2,910
9	staro mestno jedro	Trg celjskih knezov / Gosposka ulica	9	teden	5	70,9	92,1	77	76,7	3,032
10	staro mestno jedro	Glavni trg	10	teden	25	56,0	85,4	60	59,8	2,314
11	staro mestno jedro	Glavni trg / Slomškov trg	11	teden	15	62,4	78,5	67	66,4	0,968
12	staro mestno jedro	Glavni trg / Slomškov trg	11	teden	15	62,0	76,6	66	66,8	2,715
13	zdrav.dom in bolnica	Gregorčičeva 5	12	teden	5	70,3	85,5	76	76,2	2,427
14	zdrav.dom in bolnica	Gregorčičeva 5	12	teden	5	70,1	88,4	76	76,2	2,593
15	zdrav.dom in bolnica	Gregorčičeva 5a	13	teden	80	41,0	76,0	53	53,0	6,764
16	zdrav.dom in bolnica	glavni vhod v bolnico	14	teden	130	48,6	81,6	63	62,6	4,997
17	šole	I. gimnazija - Kajuhova 2	15	teden	30	54,1	69,6	58	56,8	2,898
18	šole	I. gimnazija - Kajuhova 2	15	teden	30	56,5	71,1	60	59,1	2,282
19	šole	I. gimnazija - Kajuhova 2/ Trubarjeva ul.	16	teden	15	64,6	86,5	68	68,0	2,371
20	šole	Gimnazija Celje-Center - Gregorčičeva ul.	17	vikend	15	65,2	82,8	70	70,2	2,782
21	šole	Šolski center Celje - parkirišče Oblakova ul.	18	teden	80	63,1	92,1	73	72,7	5,435
22	prometnice - center	Levstikova ul. / Mariborska cesta	19	teden	10	72,2	90,8	77	76,9	2,470
23	prometnice - center	Levstikova ul. / Vruncčeva ul.	20	teden	10	70,6	87,1	75	74,6	2,268
24	prometnice - center	Levstikova ul.8	21	teden	10	70,2	84,7	75	74,6	2,203
25	prometnice - center	Ljubljanska c. 18	22	teden	10	69,1	79,6	74	73,4	1,785
26	prometnice - center	Ljubljanska c. 20	23	teden	10	69,1	90,2	75	74,6	3,002
27	prometnice - center	Ljubljanska c. 35	24	vikend	15	61,1	80,0	68	68,0	3,211
28	železniška postaja	ob stavbi glavne postaje	25	teden	( )	65,1	101,8	68	67,3	2,909
29	železniška postaja	ob stavbi glavne postaje	25	teden	( )	65,7	91,8	73	69,1	6,438
30	železniška postaja	ob tirih na vzhodu glavne postaje	26	teden	( )	63,1	81,4	67	66,3	2,093
31	avtocesta	ob izvozu Celje - center	27	teden	15	68,4	85,4	77	77,1	2,687
32	avtocesta	ob AC na Jakopičevi ulici	28	teden	15	72,7	96,1	81	81,1	3,842
33	avtocesta	ob AC na Jakopičevi ulici	28	teden	15	72,2	90,1	79	79,0	3,018
34	avtocesta	ob AC pri Spodnji Dobravi	29	teden	15	73,4	86,7	78	77,7	2,368
35	mestne vpadnice	sevna - Mariborska c. 162	30	teden	10	67,3	95,5	78	77,4	5,143
36	mestne vpadnice	sevna - Mariborska c. 128	31	teden	10	70,3	93,9	79	78,6	4,228
37	mestne vpadnice	sevna - Mariborska c. 128	31	vikend	10	56,0	86,6	65	64,2	5,672
38	mestne vpadnice	sevna - Mariborska c. 100	32	teden	10	70,9	97,7	78	77,8	4,142
39	mestne vpadnice	sevna - Mariborska c. 100	32	vikend	10	67,9	82,2	74	74,1	2,302
40	mestne vpadnice	zahodna - Kidričeva proti Medlogu	33	vikend	10	59,3	81,9	67	67,5	4,267
41	mestne vpadnice	zahodna - Kidričeva proti Medlogu	33	teden	10	70,1	88,5	76	76,2	2,592
42	mestne vpadnice	vzhodna - Kidričeva 19	34	teden	15	67,9	100,9	78	78,0	4,957
43	mestne vpadnice	vzhodna - Kidričeva 25	35	teden	15	70,2	111,5	76	75,2	3,103
44	mestne vpadnice	vzhodna - Kidričeva 30	36	teden	15	67,9	86,1	75	74,5	2,939
45	mestne vpadnice	južna - Ul. XIV. Divizije	37	teden	10	68,7	96,0	79	78,6	4,353
46	naselje	Hudinja - naselje - Podjavorškova 5	38	teden	80	59,3	65,1	61	60,9	0,846
47	naselje	Hudinja - naselje - Podjavorškova 5	38	teden	80	59,2	67,9	61	60,7	1,228
48	naselje	Hudinja - naselje - Podjavorškova 5	38	vikend	80	54,6	61,2	56	56,2	0,809
49	naselje	Hudinja - ob cesti - Podjavorškova 3	39	teden	10	64,5	81,3	70	69,6	2,258
50	naselje	Opekarniška c. - vezna cesta Hudinja - Nova vas	40	teden	10	66,3	75,3	70	70,0	1,646
51	naselje	Nova vas - Ul. mesta Grevenbroich 9	41	teden	10	65,1	76,8	70	69,6	1,828
52	naselje	Nova vas - Ul. Bratov Vošnjakov 12	42	teden	80	60,1	75,0	62	61,7	2,079
53	naselje	Nova vas - Ul. Bratov Vošnjakov 12	42	vikend	80	59,1	81,8	65	64,2	3,453
54	naselje	Nova vas - Novi trg 18	43	vikend	10	62,9	78,4	68	67,5	2,626
55	naselje	Dolgo polje - Dečkova cesta 41	44	teden	15	65,5	82,2	71	70,9	2,605
56	naselje	Lava - Iršičeva 16	45	teden	30	59,3	64,5	61	61,3	0,912
57	naselje	Lava - Cesta na Ostrožno 29	46	vikend	50	60,8	84,7	70	69,6	4,578
58	okolica	parkirišče- Mestni park	47	vikend	90	54,8	67,2	56	55,6	1,527
59	okolica	Stari grad	48	vikend	( )	54,8	79,1	56	55,9	1,178
60	okolica	Šmarjeta - naselje	49	vikend	170	55,8	61,4	57	56,8	0,773
61	okolica	Trnoveljska cesta 3	50	teden	20	58,4	82,2	65	64,2	3,737

Priloga 2: Ortofoto posnetek - Meritve hrupa - Celje -2010