

RAVEN ONESNAŽENOSTI S HRUPOM NA OBMOČJU BRODA

PODROČJE: Promet

Raziskovalna naloga

Jure Vrbnjak, 8. R

Mentorica: Petra Škofic Valjavec, prof.

Februar 2023

Osnovna šola Vižmarje Brod

1 KAZALO

2	POVZETEK	2
2.1	KLJUČNE BESEDE	2
3	UVOD	3
3.1	HIPOTEZE	3
4	TEORETIČNE OSNOVE	4
4.1	KAJ JE ZVOK?	4
4.2	ONESNAŽENOST S HRUPOM	5
4.2.1	KAJ JE HRUP	5
4.2.2	VPLIV HRUPA NA ZDRAVJE	7
4.3	STANJE ONESNAŽENOSTI S HRUPOM V EVROPI IN SLOVENIJI	7
4.4	ZAŠČITA PRED OKOLJSKIM HRUPOM	8
5	METODE DELA	9
6	REZULTATI	11
6.1	MERITVE NA IGRIŠČU OB AVTOCESTI	11
6.2	MERITVE PRI VRTCU MRAVLJINČEK	12
6.3	MERITVE NA ZADNJEM ŠOLSKEM PARKIRIŠČU	13
6.4	MERITVE PRI MERCATORJU NA BRODU	14
7	PRIMERJAVA IN RAZLAGA REZULTATOV	16
8	ZAKLJUČKI	18
9	VIRI	20

dB – decibel

Hz – hertz, herc

kHz – kilo hertz, herc

2 POVZETEK

Naloga proučuje onesnaženost s hrupom na Brodu. Izmerjene so vrednosti hrupa na štirih različnih lokacijah na Brodu v dnevnem in večernem času. Rezultati so predstavljeni v analizi. Narejena je primerjava meritev z modelnim izračunom na karti hrupa Mestne občine Ljubljana ter s smernicami Svetovne zdravstvene organizacije. Meritve so pokazale pomembno onesnaženost s hrupom na Brodu, zato bi morali uvesti različne ukrepe za zmanjšanje obremenjenosti okolja s hrupom.

2.1 KLJUČNE BESEDE

hrup, zvočno onesnaženje, decibel, Brod.

3 UVOD

Za raziskovanje onesnaženosti s hrupom sem se odločil, ker smo včasih živeli ob Celovški cesti, kjer je bilo hrupa zelo veliko (80dB), zdaj pa živimo na Brodu, kjer je hrupa bistveno manj (60dB). Drugi razlog je bil, da sem bil bolj pozoren na hrup po epidemiji, saj med epidemijo prometa in posledično tudi hrupa ni bilo veliko, zdaj pa ga je ponovno več.

Okoljski hrup je pomemben in pogosto spregledan dejavnik, ki onesnažuje okolje. Izpostavljenost hrupu pomembno vpliva na naše počutje, zdravje, na kakovost bivanja in življenja. Svetovna zdravstvena organizacija postavlja hrup na drugo mesto med okoljskimi povzročitelji obolenosti, takoj za onesnaženostjo zraka.

V stanovanjskih delih mesta je glavni vir okoljskega hrupa promet, ki ga je vedno več, zato se povečuje tudi raven okoljskega hrupa.

V nalogi sem predstavil, kakšna je raven hrupa na Brodu ob prometnih konicah in kakšna ob večerih. Rezultate izmerjenih meritev sem primerjal s karto hrupa Mestne občine Ljubljana.

Z nalogo želim ugotoviti, na katerih območjih Broda je ob prometni konici raven hrupa prekomerna in kje sprejemljiva, ter če je podobna ali enaka karti hrupa Mestne občine Ljubljana.

3.1 HIPOTEZE

1. Domnevam, da je raven hrupa na Brodu nekoliko manjša ali enaka vrednostim na karti hrupa Mestne občine Ljubljana (50-60 dB), saj je na Brodu prisoten lokalni promet.
2. Verjetno bo raven hrupa ob glavnih cestah večja kot v stranskih ulicah, zato lahko predvidevam, da bo največja raven hrupa ob avtocesti, nato ob Mercatorju in potem pri šoli ter vrtcu.
3. Ponoči bodo vrednosti izmerjenega hrupa nižje kot podnevi.

4. Ob glavnih in prometnih cestah bodo ob prometnih konicah meritve presegale vrednost 53 dB. To ni dobro, saj kronična izpostavljenost hrupu nad 53 dB po smernicah Svetove zdravstvene organizacije škoduje zdravju.

4 TEORETIČNE OSNOVE

4.1 KAJ JE ZVOK?

Zvok je mehansko valovanje zgoščin in razredčin zraka, ki se širi v dani snovi. Proizvedemo ga lahko z najrazličnejšimi predmeti oziroma zvočili. Telesa, ki oddajajo zvok, se tresejo. Zvok lahko opredelimo s frekvenco in amplitudo zvočnega tlaka. Frekvenca zvoka je število tresljajev, ki jih naredi zvočilo v eni sekundi. Zvok z višjo frekvenco bo višji in zvok z nižjo frekvenco nižji. Človeško uho zaznava frekvence med 20 Hz in 20 kHz. Zvočni valovi nad 20 kHz so znani kot ultrazvok, zvočni valovi pod 20 Hz pa so znani kot infrazvok.

Zvok lahko glede na lastnosti ločimo na:

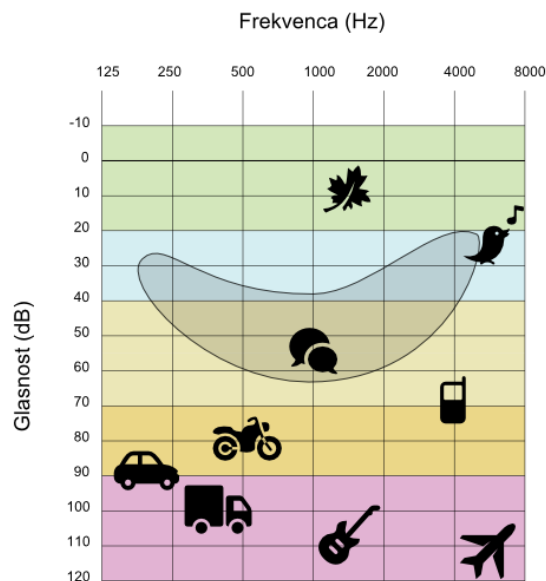
- pok – je posledica sunkovitega kratkotrajnega mehanskega nihanja z veliko amplitudo;
- šum – zmes številnih tonov, ki zelo hitro spreminjajo frekvenco in jakost;
- ton – zvok s točno določeno frekvenco;
- zven – je zvočni pojav, ki nastane ob pravilnem in ponavljajočem nihanju. Z nihanjem ne oblikuje sinusne krivulje, zato ne nastane ton, ampak obarvani ton – zven.

Glasnost (amplituda) zvoka je definirana tako, da povzročita dva tona v ušesu približno enak občutek glasnosti ne glede na frekvenco. Občutljivost ušesa za zvok je približno logaritemsko odvisna od jakosti zvoka, kar je upoštevano pri definiciji glasnosti:

$$G = 10 \log_{10} \frac{j}{j_0}$$

Enota za glasnost je fon. Običajno najdemo glasnost podano v decibelih (dB). Tako definirano glasnost dobimo, če v enačbo, s katero je določena glasnost, vstavimo

$j_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. To ustreza jakosti zvoka z glasnostjo nič fonov pri frekvenci 1000 Hz. Glasnost, izražena v decibelih, ni odvisna od frekvence zvoka.



Slika 1: Glasnost in frekvenca različnih virov zvoka. Vir:

<https://anzeljg.github.io/rin2/book2/2201/index.html#>

Na sliki 1 vidimo, da največji hrup doseže potujoče letalo (120 dB), glasba v nočnih klubih (110 dB), vozeči tovornjak (100 dB), hrup motocikla (80 do 90 dB) in glasnost avtomobila (90 dB).

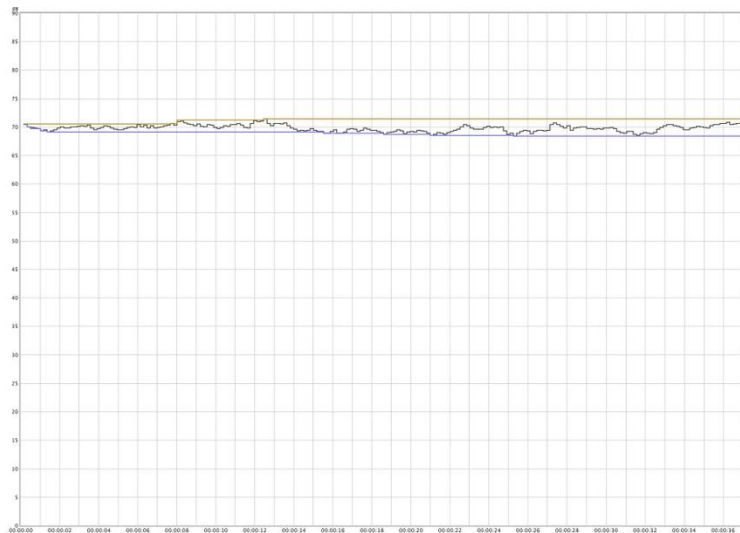
4.2 ONESNAŽENOST S HRUPOM

4.2.1 KAJ JE HRUP

Hrup je moteč zvok, ki nastaja v okolju in nam otežuje dejavnosti, pri katerih potrebujemo mir. Je vsak nezaželen ali neprijeten zvok, ki negativno vpliva na počutje in zdravje ljudi.

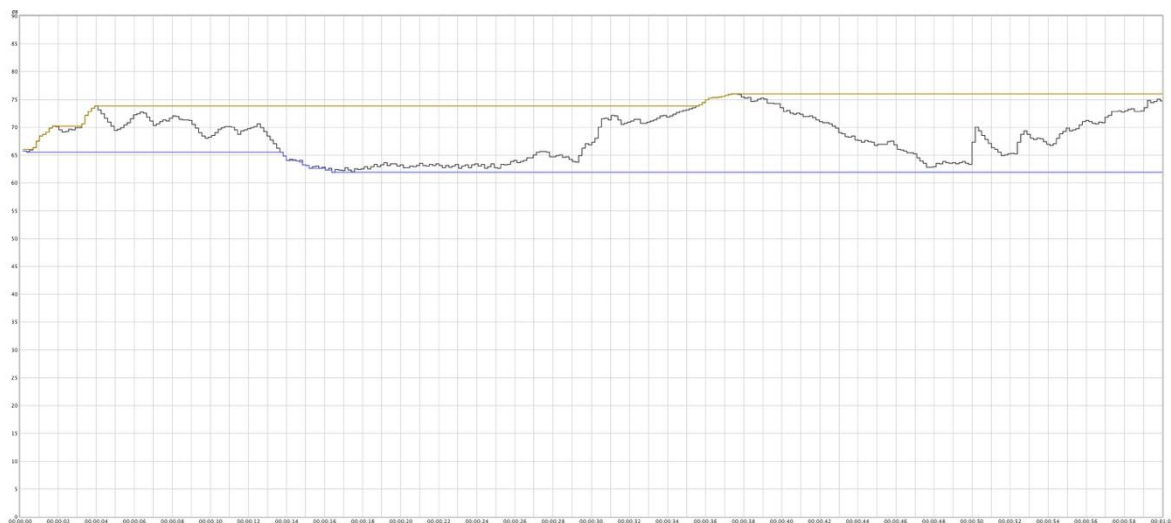
Hrup večkrat komaj zaznavamo in nas ne moti, če je zvok konstanten, zmoti nas šele, ko se pojavi dominanten ton.

Hrup lahko delimo na stalen, občasen ter impulziven hrup. Stalen ali neprekinjen hrup nastaja ob delovanju strojev, naprav, ki proizvajajo enakomeren zvok. Takšen hrup nima poudarjenih ali impulzivnih zvokov. Na meritvi ni vidnih večjih razlik v glasnosti zvoka.



Grafični prikaz 1: Stalen hrup mlina ob Savi na Brodu. Vir: lastna meritev..

Občasni hrup nastane ob preletu letala, vožnji avtomobila... Za takšen hrup je značilno hitro povečanje in zmanjšanje ravni hrupa. Na meritvi so vidne razlike v glasnosti, ko se mimo pripelje avto.



Grafični prikaz 2: Občasni hrup v križišču pri Mercatorju na Brodu. Vir: lastna meritev.

Impulzivni hrup pa je posledica udarcev, eksplozij... Traja malo časa in se začne nenadoma.

Ljudje smo največkrat v bližini stalnega in občasnega hrupa, saj se mimo naših domov in služb stalno vozijo avtomobili.

4.2.2 VPLIV HRUPA NA ZDRAVJE

Dolgotrajna izpostavljenost prekomernemu hrupu pomembno vpliva na fizično in psihično zdravje. Izpostavljenost hrupu aktivira stresni odziv v telesu in sproži negativna občutja, razdražljivost, motnje koncentracije, motnje spanja, motnje v komunikaciji, negativno vpliva na razvoj otrok. Kronična izpostavljenost hrupu je povezana z zvišanjem krvnega tlaka in hitrejšim razvojem srčno-žilnih bolezni. Zadnje raziskave kažejo, da imajo ljudje, ki živijo v bolj hrupnih območjih, manj zdrave življenjske navade, se manj gibajo in uživajo več alkohola.

4.3 STANJE ONESNŽENOSTI S HRUPOM V EVROPI IN SLOVENIJI

Po oceni Evropske okoljske direktive o ocenjevanju in upravljanju okoljskega hrupa najmanj 20% prebivalcev Evropske unije živi na območjih, kjer ravni hrupa veljajo za škodljive zdravju. Število ljudi, izpostavljenih visokim ravnam okoljskega hrupa, je ostalo nespremenjeno od leta 2012. Evropska komisija za ničelno onesnaževanje si prizadeva zmanjšati delež ljudi, ki jih kronično moti hrup prometa, do leta 2030 v primerjavi z letom 2017 za 30%.

Po oceni Evropske okoljske direktive o ocenjevanju in upravljanju okoljskega hrupa je v urbanih območjih v Sloveniji ravnom hrupa nad 55 dB izpostavljenih več kot 50 % prebivalcev. 20% nad 55 dB, 18% nad 60 dB, 10% nad 65 dB, 3% nad 70 dB in 1% nad 75 dB.

Hrupu so izpostavljeni skoraj vsi prebivalci mestne občine Ljubljana, od tega približno 47.600 prebivalcev ravnom, ki so višje od 55 dBA. Uradni list Republike Slovenije št. 105/7.11.2008, v skladu z Direktivo Evropskega parlamenta in Sveta 2002/49/ES določa, da je mejna oziroma dopustna vrednost v stanovanjskem naselju ponoči med 45 in 50 dB, ter podnevi med 55 in 65 dB. Kritična vrednost za noč je 59 dB, za dan pa 69 dB.



Slika 2: Stanje onesnaženosti s hrupom na Brodu. Vir:

<https://www.ljubljana.si/sl/moja-ljubljana/varstvo-okolja/stanje-okolja/hrup/>

Mestna občina Ljubljana ima izdelano karto hrupa, ki temelji na meritvah in modelnem izračunu. S to karto bom v nadaljevanju primerjal rezultate svojih meritev.

Področje Broda je označeno z oranžno barvo, hrup v povprečju dosega 55 do 59 dB, ob avtocesti pa 60 do 64 dB.

4.4 ZAŠČITA PRED OKOLJSKIM HRUPOM

Evropska agencija za okolje za zmanjšanje hrupa v naseljih predlaga naslednje ukrepe:

- Ukrepi za omejevanje virov hrupa:
Ceste je možno graditi s tihim asfaltom, na avtomobile bi lahko namestili tišje pnevmatike in motorje. Uvedli bi lahko prepoved vožnje za letala in težka vozila zvečer in ponoči. Zmanjšali bi lahko tudi gostoto prometa in največjo dovoljeno hitrost v poseljenih območjih.
- Ukrepi za nadzor širjenja zvoka:
Za preprečitev širjenja zvoka lahko postavimo protihrupne ograje, ki morajo biti nameščene čim bližje izvoru zvoka, da so učinkovite. Pri gradnji stavb lahko uporabimo zvočno izolirana okna in zvočno izolacijo na fasadah.
- Sprememba infrastrukture:
Infrastrukturo lahko spremenimo z zapiranjem cest v centrih mest, v blokovskih naseljih, poleg tega lahko v naseljih ustvarimo cone z manj hrupa.

- Izobraževanje

Ljudi moramo izobraževati o hrupu in njegovih učinkih na njihovo zdravje in kakovost bivanja.

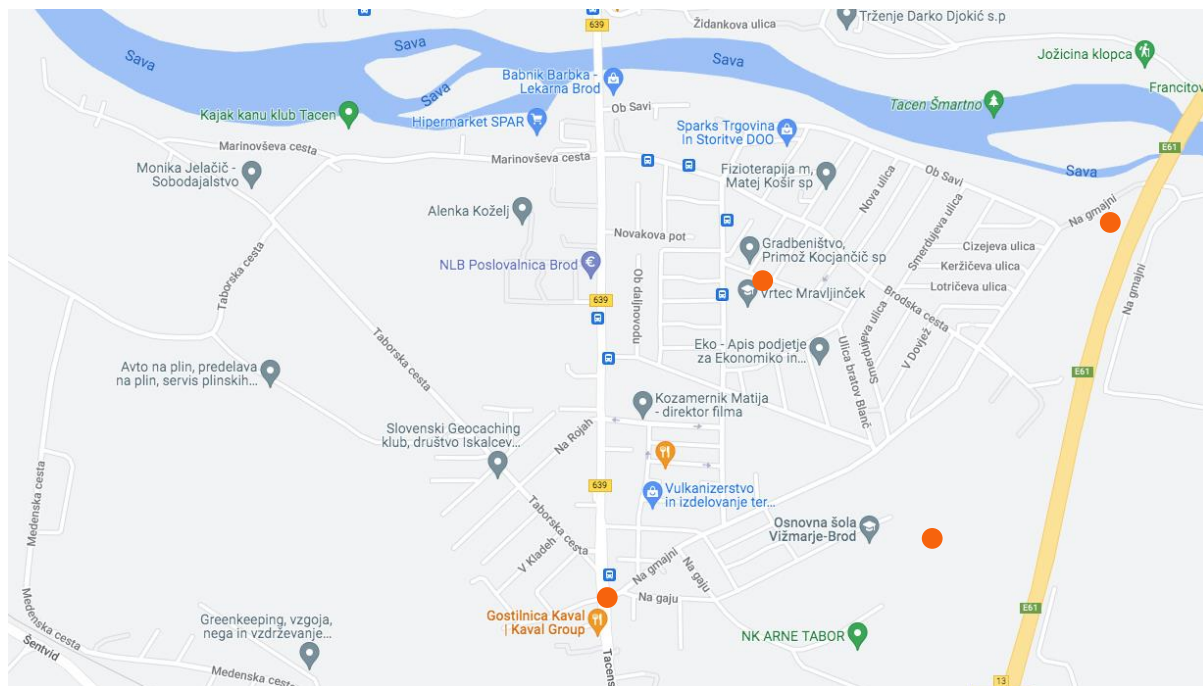
5 METODE DELA

Raven hrupa lahko merimo z različnimi mikrofoni ali aplikacijami. Pri uporabi mikrofonov so meritve bistveno natančnejše kot meritve z aplikacijami. Merimo lahko nekaj minut, ur, tednov ali let, odvisno od namena meritev. Navadno se raven hrupa meri z L_{eq} . To je ekvivalentna stalna raven hrupa in je v svetu sprejeta kot najbolj sprejemljiv parameter za opis povprečne ravni hrupa. Predstavlja količino energije prisotne v izmerjeni ravni zvočnega tlaka v času meritve. L_{eq} je merjena neposredno z mikrofonom. Priporočeno je, da je mikrofonski senzor 3 m od različnih ovir, in 1,5 m od tal. Prav tako mora biti vreme suho in brezvetrno. V primeru temperaturne inverzije se zvok v višjih plasteh odbija proti tlom in ojača, zato lahko takrat izmerimo večje vrednosti, kot so ob običajnih dneh brez temperaturne inverzije.

Za svoje meritve sem uporabljal profesionalni kalibriran mikrofonski senzor MiniDSP UMIK-1 in programsko opremo REW - Room EQ Wizard Room Acoustics Software.

Raven hrupa sem meril na zadnjem šolskem parkirišču OŠ Vižmarje-Brod, pri Mercatorju na Brodu, pri vrtcu Mravljiniček ter na igrišču ob avtocesti. Dnevne meritve sem opravljal med 15. in 16. uro, večerne pa med 20. in 21. uro. Meril sem trenutno raven zvoka, povprečno, največjo in najmanjšo vrednost. Meritve so trajale 1 minuto.

Povprečne vrednosti meritev bom primerjal z vrednostmi na karti hrupa Mestne občine Ljubljana (MOL).



Slika 3: Kraji merjenja. Vir:

<https://www.google.com/maps>

● =kraj merjenja

6 REZULTATI

Rezultati so prikazani po mestih, kjer sem izvajal meritve hrupa.

Črna črta na grafu prikazuje trenutno raven zvoka, modra najmanjšo vrednost, vijolična povprečno in rumena največjo vrednost.

6.1 MERITVE NA IGRIŠČU OB AVTOCESTI



Grafični prikaz 3: Dnevna raven hrupa pri igrišču ob avtocesti. Vir: lastna meritev.

Iz grafa dnevne vrednosti razberemo, da vrednost ravni hrupa naraste vsakič, ko se mimo pripelje avto. Vrednost ravni hrupa se ves čas giblje med 70 in 80 dB.

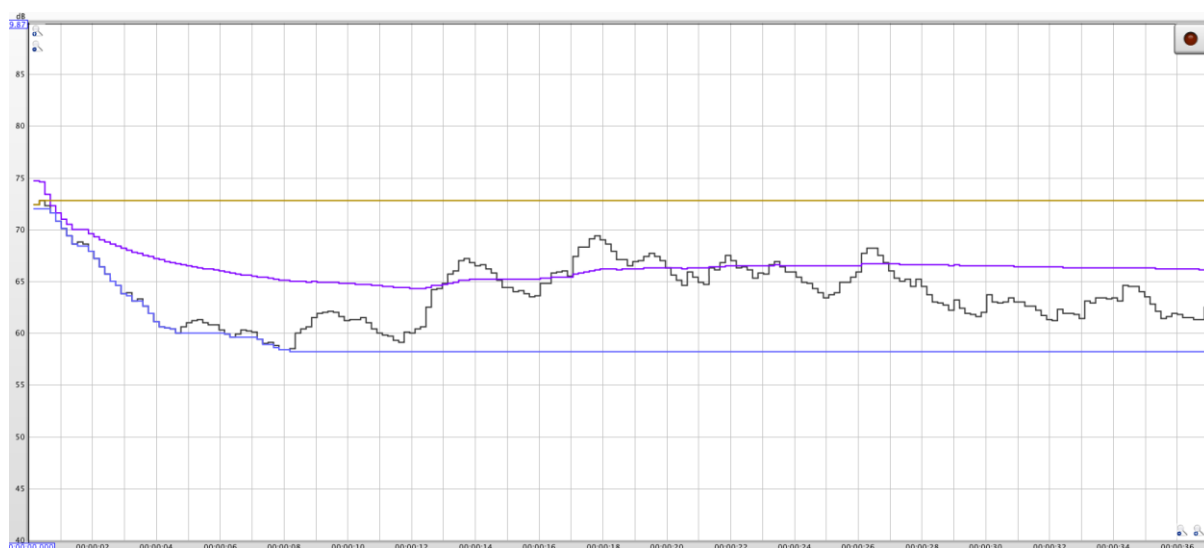


Grafični prikaz 4: Večerna raven hrupa pri igrišču ob avtocesti. Vir: lastna meritev.

V večernem grafu izmerjene vrednosti bolj nihajo. Zaradi manjšega prometa je vsaka vožnja avtomobila zelo opazna. Večja odstopanja od povprečja se pojavljajo ob vožnji tovornjaka. Vrednost je ves čas med 60 in 75 dB.

Profila se močno razlikujeta, saj je podnevi šum avtomobilov stalno prisoten, ponoči pa šuma zaradi majhnega prometa ni.

6.2 MERITVE PRI VRTCU MRAVLJINČEK



Grafični prikaz 5: Dnevna raven hrupa pri vrtcu. Vir: lastna meritev.

Na grafu dnevne vrednosti je vidno, da raven hrupa ves čas niha, saj se mimo sprehajajo starši z otroci, mimo se vozijo avtomobili.... Vrednost je ves čas med 58 in 72 dB.

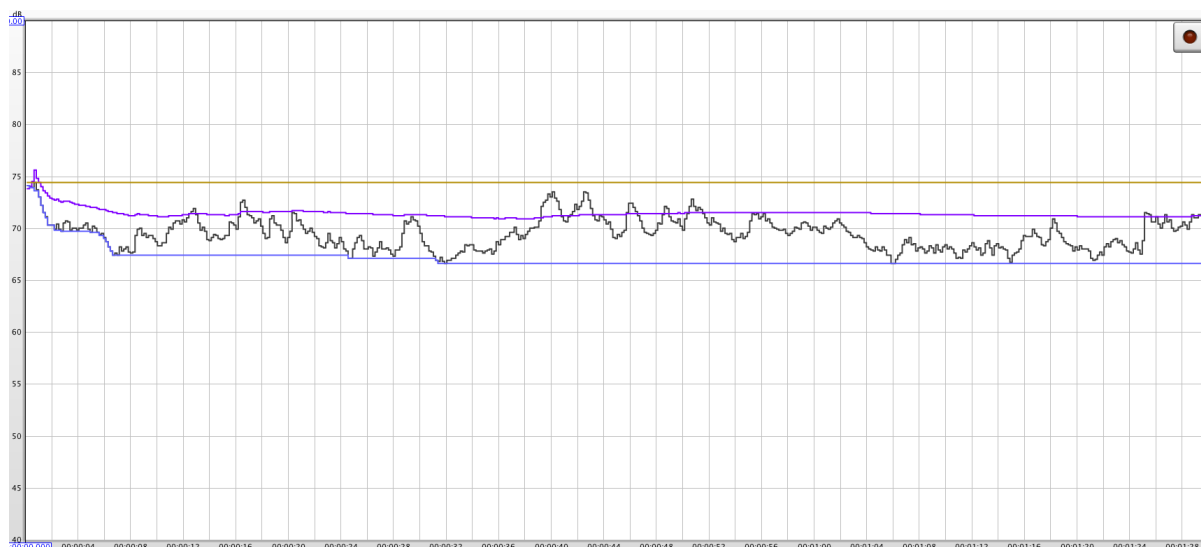


Grafični prikaz 6: Večerna raven hrupa pri vrtcu. Vir: lastna meritev.

V večernem grafu se vrednost ves čas malo spreminja, saj je zaradi tišine skoraj vsak šum opazen. Vrednost je ves čas med 50 in 57 dB.

Grafa se po videzu ne razlikujeta, razlikujeta se le v jakosti, saj je zvečer okolica tiha podnevi pa glasna.

6.3 MERITVE NA ZADNJEM ŠOLSKEM PARKIRIŠČU



Grafični prikaz 7: Dnevna raven hrupa pri šoli. Vir: lastna meritev.



Grafični prikaz 8: Večerna raven hrupa pri šoli. Vir: lastna meritev.

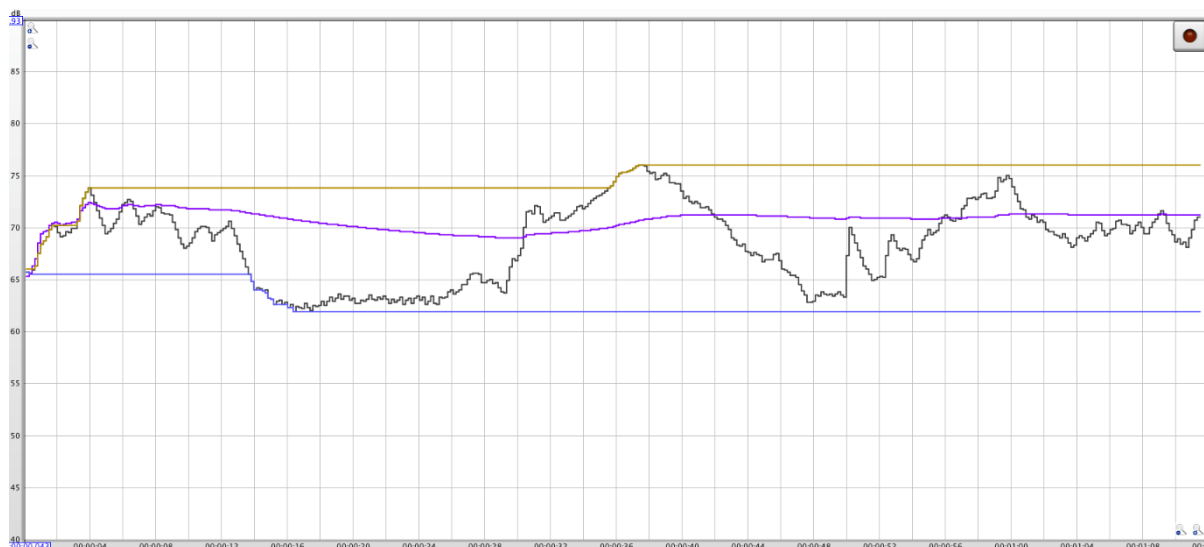
Profil obeh grafov je zelo podoben profiloma grafov na igrišču ob avtocesti, saj se tudi tukaj sliši avtocesta. Razlikujeta se le v ravni hrupa, saj je šola bolj oddaljena od avtoceste. Vrednost se giblje med 66 in 74 dB podnevi, ter med 60 in 70 dB zvečer.

6.4 MERITVE PRI MERCATORJU NA BRODU



Grafični prikaz 9: Dnevna raven hrupa pri Mercatorju. Vir: lastna meritev.

V grafu dnevne vrednosti je vidno, da se vrednost ves čas spreminja zaradi mimovozečih se avtomobilov. Vrednost je ves čas med 68 in 87 dB.



Grafični prikaz 10: Večerna raven hrupa pri Mercatorju. Vir: lastna meritev.

V nočnem grafu se vrednost močno spreminja, zaradi malo prometa je vrednost majhna, ko avtomobilov ni in naraste, ko se mimo pripelje avto. Vrednost je ves čas med 61 in 76 dB.

Profila se razlikujeta, saj je podnevi šum avtomobilov stalno prisoten, ponoči pa je hrup slišen samo ob vožnji avtomobila.

7 PRIMERJAVA IN RAZLAGA REZULTATOV

Primerjal sem svoje izmerjene vrednosti z vrednostmi karte hrupa Mestne občine Ljubljana, ki temelji na meritvah in modelnem izračunu. S to karto sem v nadaljevanju primerjal rezultate svojih meritev. Izmerjene vrednosti in vrednosti iz karte hrupa so navedene v spodnjih tabelah.

Tabela 1: Primerjava vrednosti mojih meritev in karte hrupa.

	Avtocesta	Vrtec	Šola	Mercator
karta hrupa dnevna	65-69 dB	50-54 dB	60-64 dB	70-74 dB
povprečna izmerjena dnevna	72 dB	64 dB	69 dB	76 dB
karta hrupa večerna	65-69 dB	50-54 dB	60-64 dB	65-69 dB
povprečna izmerjena večerna	65 dB	52 dB	64 dB	68 dB
karta hrupa nočna	60-64 dB	45-49 dB	55-59 dB	60-64 dB

Vidimo lahko, da izmerjene vrednosti pri dnevni meritvi močno odstopajo od vrednosti na karti hrupa. Za to obstaja več razlogov. Prvi razlog je, da sem meritve izvajal ob najbolj prometnem delu dneva. Drugi razlog je lahko, da je model iz leta 2019 in se je od takrat število avtomobilov povečalo, zato je raven hrupa večja.

Pri večernih meritvah pa se vrednosti mojih meritev in vrednosti na karti hrupa ujemajo.

Tabela 2: Razlike med meritvami

	Avtocesta	Vrtec	šola	Mercator
razlike med večerno in dnevno meritvijo	7 dB	12 dB	5 dB	8 dB

Razlike med dnevnimi in večernimi meritvami so zelo opazne, zvečer je občutno tišje kot podnevi. Največja razlika je pri vrtcu, saj podnevi starši prihajajo po otroke in je tako okoli vrtca veliko prometa. Zvečer pa vrtec ne deluje in je okolica mirna, saj vrtec ni ob prometni cesti. Tako nastane razlika 12 dB, ki je za človeško uho zelo občutna.

Tabela 3: Največje vrednosti.

	Avtocesta	Vrtec	Šola	Mercator
največja vrednost	80dB	71dB	73dB	85dB

Največje vrednosti so zaskrbljujoče visoke. Vrednosti izmerjenega hrupa pri šoli in vrtcu bi morale biti za vsaj 10 dB nižje glede na standarde Svetovne zdravstvene organizacije. Tudi pri Mercatorju in ob avtocesti izmerjene vrednosti močno presegajo še sprejemljive, zato bi morali uveljaviti različne ukrepe za zmanjšanje hrupa.

8 ZAKLJUČKI

Meritve, ki sem jih opravil v raziskovalni nalogi, in podatki meritev iz karte hrupa Mestne občine Ljubljana, presegajo za zdravje še sprejemljive vrednosti ravni hrupa, saj presegajo mejno še dopustno vrednost v stanovanjskem naselju, ki je med 55 in 65 dB. Ob avtocesti so vrednosti višje za skoraj 7 dB, ob Mercatorju, kjer vodi šolska pot, pa za 11 dB. Samo ob vrtcu so vrednosti znotraj meja, ki jih določa Svetovna zdravstvena organizacija.

Iz rezultatov lahko zaključimo, da je raven onesnaženosti s hrupom na Brodu vsaj ob glavnih cestah moteča, sploh ob večerih, ko si želimo počitka.

V uvodu sem domneval, da bodo vrednosti mojih meritev enake ali manjše kot na karti hrupa Mestne občine Ljubljane. To hipotezo moram zavreči, saj so vrednosti mojih meritev večje kot vrednosti na karti hrupa Mestne občine Ljubljana. Rezultati so pokazali, da so na vseh merilnih mestih na Brodu rezultati meritev hrupa višji od 50-60 dB.

Drugo hipotezo, da bo raven hrupa ob glavnih cestah večja kot v stranskih ulicah, lahko potrdim, saj sem z meritvami dokazal, da je ob glavni cesti vrednost hrupa večja, torej 76 dB, v stranskih ulicah pa 64 dB. Po drugi strani pa hipotezo lahko le delno potrdim, saj so pri šoli in vrtcu izmerjene vrednosti res nižje kot ob glavni cesti, pri Mercatorju pa je raven hrupa večja kot pri avtocesti.

Tretja hipoteza je potrjena, saj je podnevi več prometa kot zvečer, zato je tudi hrup ponoči manjši.

Četrto hipotezo, da bodo ob glavnih in prometnih cestah ob prometnih konicah meritve presegale vrednost 53 dB, tudi lahko potrdim, saj moje meritve povsod presegajo vrednost 53 dB. Največji hrup, ki je bil izmerjen pri Mercatorju, 85 dB, ali ob avtocesti, 80 dB, kjer se dalj časa zadržujejo tudi taborniki, sprehajalci psov in še kdo, po smernicah Svetovne zdravstvene organizacije škoduje zdravju.

Ker vrednosti meritev v raziskavi presegajo mejo 53 dB, bi morali uveljaviti ukrepe, ki bi zmanjšali raven hrupa. Ob avtocesti bi lahko postavili zvočne ovire, v večerih bi zmanjšali omejitev hitrosti za avtomobile, ljudem bi predlagali vožnjo s kolesi, mestnim prevozom ali električnimi avtomobili. Posledično bi se zmanjšalo število avtomobilov na cesti in raven hrupa.

Zaskrbljujoče je, da so vrednosti mojih meritev višje od 53 dB, kljub temu da Brod velja za mirnejše območje v Ljubljani oziroma primestno okolje.

9 VIRI

Anželj, G., dr. Bell, T., dr. Brodnik, A., Čelan, M., dr. Divjak, S., mag. Krapež, A., Lasič, N., mag. Lokar, M., Morgan, J., Newton, H. in Zver, R. (2015). *Računalništvo in informatika 2: E-učbenik za informatiko v gimnaziji*, 64-65
<https://anzeljg.github.io/rin2/book2/2201/index.html#>

Brüel&Kjaer Sound&Vibration Measurement A/S. (2009). *Okoljski hrup*.
https://ims.si/documents/literatura/okoljski_hrup.pdf

Decibel akustični inženiring d.o.o. (d. b.) *Slovarček pojmov*.
<https://www.decibel.si/slovarcek-pojmov>

European Environment Agency. (2020). Environmental noise in Europe — 2020.
<https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>

Godec, G., Grubelnik, L., Glažar, S., Jamšek, S. in Zmazek, B. (2015). *Naravoslovje 7: i-učbenik za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole*, 91-94.
<https://eucbeniki.sio.si/nar7/1221/index.html>

Innovatif (d. b.) *Hrup*. <https://www.ljubljana.si/sl/moja-ljubljana/varstvo-okolja/stanje-okolja/hrup/>

Prislan, U. in Kvasič, T. (2021). Izpostavljenost hrupu zaradi prometa.
<http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/izpostavljenost-hrupu-zaradi-prometa-0?tid=14>

Rakovec, J. (2001). Včasih se s ceste promet močno sliši. *Presek: list za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje*, 29(1), 40-46.

Wikipedia (24. 4. 2008). *Pok*. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Pok>

Wikipedia (22. 6. 2019). *Zven*. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Zven>

Wikipedia (8. 3. 2021). *Glasnost zvoka*. https://sl.wikipedia.org/wiki/Glasnost_zvoka

Wikipedia (30. 10. 2022). *Sound*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Sound>

Wikipedia (30. 11. 2022). *Zvok*. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Zvok>