

**»Mladi za napredek Maribora 2014«**

**31. srečanje**

**MERJENJE HRUPA V ŠOLSKIH PROSTORIH**

Raziskovalno področje Varstvo okolje

---

Raziskovalna naloga

**Maribor, februar 2014**

**»Mladi za napredek Maribora 2014«**

**31. srečanje**

**MERJENJE HRUPA V ŠOLSKIH PROSTORIH**

Raziskovalno področje Varstvo okolje

---

Raziskovalna naloga

Maribor, februar 2014

## Vsebina:

POVZETEK .....	4
1 UVOD .....	5
1.1 Predstavitev problema .....	5
1.2 Cilj naloge .....	5
1.3 Metodologija empirične raziskave .....	5
2 ZVOK.....	6
2.1 Frekvenca zvoka.....	8
2.2 Zvočni tlak.....	8
2.3 Moč zvoka .....	8
3 HRUP V BIVALNIH IN DELOVNIH PROSTORIH .....	9
3.1 Vpliv hrupa na človeka.....	9
4 HRUP V ŠOLSKEM OKOLJU .....	13
6 EMPIRIČNA RAZISKAVA.....	19
6.1 Metodologija dela.....	19
6.2 Grafični prikaz in komentar izsledkov raziskave .....	20
Graf 1: Merjenje hrupa v razredu med ogledom filma .....	20
Graf 2: Merjenje hrupa na hodniku v času odmora .....	21
Graf 3: Merjenje hrupa na hodniku pred začetkom odmora .....	22
Graf 4: Merjenje hrupa v razredu v času pouka .....	23
Graf 5: Hrup v prvih desetih minutah odmora .....	24
Graf 6: Eksperimentalni graf.....	25
6.3 Razprava.....	26
6 ZAKLJUČEK.....	27
7 VIRI IN LITERATURA .....	28

## **POVZETEK**

Hrup kot okolijski problem pridobiva vedno večjo pomembnost predvsem v delovnem in učnem okolju. V našem primeru to okolje predstavljajo predavalnice, v katerih dijaki preživijo veliko časa, pa tudi šolski hodniki, skupni prostori in podobno. V seminarski nalogi predstavlja, kolikšna je raven hrupa v študijskih prostorih in kakšen je njegov vpliv na zaznavanje in osredotočenost dijakov in, ali je raven izmerjenega hrupa previsoka.

Seminarska naloga je sestavljena iz teoretičnega in empiričnega dela. V teoretičnem delu sva se osredotočila na zvok in hrup, opredelila ti dve fizikalni lastnosti, opisala vpliv hrupa na človeka in se osredotočila na to težavo predvsem v šolskih prostorih. V empirični del pa sva zajela metodo merjenja hrupa z merilnikom ravni hrupa. Izsledki raziskave so nadaljnje prikazani v seminarski nalogi.

Ključne besede:

- zvok
- hrup
- merjenje hrupa
- prostor

# **1 UVOD**

## ***1.1 Predstavitev problema***

Osrednji problem seminarske naloge predstavlja hrup v prostoru, ki negativno vpliva na ljudi, ki so v prostoru prisotni. Hrup dovolj visoke jakosti in trajanja lahko okvari notranje uho in povzroča začasno ali trajno okvaro sluha v katerikoli starosti.

Agencija za zdravje in varnost pri delu postavlja mejo povprečne 8-urn izpostavljenosti hrupu na 85 dB. Naglušnost zaradi hrupa 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 izgubijo.

## ***1.2 Cilj naloge***

Naloga prikazuje vpliv hrupa na človeka in predstavlja izsledke raziskave, ki sva jo opravila v šolskem okolju. Temeljni cilj naloge je ugotoviti, ali hrup na izbrani šoli presega meje dovoljenega oziroma zakonsko predpisanega zvočnega stanja, ter splošen prikaz ravni zvoka v povprečnem šolskem okolju.

## ***1.3 Metodologija empirične raziskave***

Empirično raziskavo sva izvedla na Srednji gradbeni šoli v Mariboru, v času šolskih odmorov. Zvočno stanje sva merila z merilnikom, pridobljenim pri podjetju Romiks. Gre za senzor za merjenje glasnosti, z oznako SLM-BTA. Območje merjenja senzorja zaobjema od 35 do 130 dB,

Izsledke merilnika sva analizirala in jih prikazujemo v poglavju Empirična raziskava. Poglavje vsebuje tako grafični oziroma slikovni prikaz izmerjenih rezultatov, ter opise in izsledke merjenja.

## 2 ZVOK

Zvok je najpomembnejši dejavnik za komunikacijo med ljudmi ter je za orientacijo in spoznavanje okolja nujno potreben. Fizikalno gledano je zvok prenos gibanja osnovnih delcev. Ko govorimo se glasilke v grlu tresejo in ustnice trepetajo. Podobno se tresejo strune na kitari ali v klavirju. Tresenje se prenese na zrak, tako, da delci zanihajo. Njihovo nihanje se razširja skozi prostor v vse smeri. Nihajoči zrak zadeva ob bobnič ušesa ali ob membrano mikrofona. Ta se zatrese, ker se preko občutljivega sistema koščic v srednjem ušesu prenese v notranje uho, kjer nastanejo električni tokovi. Ti potujejo po slušnih živcih v slušni del velikih možganov, kjer končno slišimo zvok.

Vsako zvočno valovanje nosi določeno informacijo. Glede na vrste informacij poznamo želeno, ki j koristna, razumljiva ali prijetna, imenujmo pa jo signal ali melodija. Ko informacija postane nerazumljiva, nekoristna ali moteča, jo pojmujejo kot nezaželeno in jo imenujemo hrup, trušč ali šum. Hrup kot nezaželena oblika zvoka ni odvisna samo od jakosti ali frekvence zvoka, temveč tudi od poslušalca samega in njegovega trenutnega razpoloženja, utrujenosti, zdravstvenega stanja in podobno. Lahko bi torej rekli, da je hrup subjektivna kategorija, ki negativno vpliva na ljudi, njihovo zdravje in počutje ter na dejavnost, ki jo opravljajo.

Na prisotnost hrupa postanemo pozorni in nas začne motiti šele takrat, ko vir preneha delovati ali pa se v njem pojavi poudarjen, dominanten ton. Značilnost našega sluha je prepoznavanje informacij v zvoku, ki ga slišimo, zato zvočne informacije, ki jih ne potrebujemo ali ne želimo, dojemamo kot hrup. Bolj kot j dominantni ton izrazit, ali tonska sprememba nenadna, bolj je hrup za človeka opazen.

Ob merjenju hrupa je potrebno poznati vse vrste hrupa, saj lahko le tako vzpostavimo parametre za meritve, izberemo pravo opremo in primeren čas trajanja meritve.

Tako ločimo:

- stalen ali neprekinjen hrup (ventilatorji, črpalke, procesne naprave),
- občasni hrup (viri delujejo ciklično, npr. vožnja mimo stavbe, prelet letala, ...)
- impulzivni hrup (udarci, eksplozije, ...)
- poudarjeni toni (naprav z vrtečimi deli, npr. motorji, ventilatorji in črpalke),

- nizkofrekvenčni hrup v frekvenčnem pasu od 8 do 100 Hz (motorji na vlakih, ladjah, ...)

Zaznavanje hrupa je posledica dejavnega odnosa telesno-duševnega organizma do ustreznih vplivov iz notranjega ali zunanjega okolja. Proces čutnega zaznavanja poteka v treh osnovnih stopnjah:

1. delovanje dražljajev na čutila,
2. zaznava oz. recepcija dražljajev,
3. doživljanje oz. percepcija dražljajev.

Glede na prostorsko razširjenost hrupa in glede na človekove življenjske navade ter potrebe je človek izpostavljen hrupu na prostem in tudi v naravnem okolju (življenjsko in delovno okolje, okolje oddiha, zabave in razvedrila), v zaprtih prostorih ali v bivalnem okolju.

Človek od 85 % do 90 % svojega časa preživi v notranjih prostorih. Prav zaradi tega je nujno, da ustvarimo pogoje bivanja, ki so najbolj podobni naravnim, pri čemer moramo upoštevati temperaturo, osvetljenost, kakovost zraka in akustično okolje.



Slika 1: Notranje okolje in njegov vpliv na človeka. Vir: (Balantič, 2000)

Pri hrupu ni pomembna samo glasnost zvoka, zato ne smemo zanemariti ostalih lastnosti, ki povzročajo škodljive vplive na človeka. Pomembne lastnosti hrupa so:

- frekvenca,
- zvočni tlak,
- moč zvoka,
- časovna porazdelitev,
- raven hrupa.

## **2.1 Frekvenca zvoka**

Telo, ki vibrira oziroma niha, ustvarja zvok. Pri tem nastajajo spremembe v zračnem tlaku, ki potujejo po zraku kot valovi in povzročajo zvok. Frekvenca zvoka nam pove, kolikokrat na sekundo vibrirajoče telo dokonča en cikel gibanja, ki pomeni spremembo zračnega tlaka od največje vrednosti do najmanjše in nato spet do največje vrednosti. Frekvenca zvoka je z drugimi besedami tudi število zvočnih valov na sekundo in jo zaznavamo kot višino tona. Enota za frekvenco je herc, pri čemer Hz pomeni en nihajni cikel na sekundo. Pri frekvencah ločimo nizko frekvenco, ki jo ima zvok z nizko višino tona in visoko frekvenco, ki jo ima zvok z visoko višino tona.

## **2.2 Zvočni tlak**

Zvočni tlak je količina spreminjanja zračnega tlaka, ki ga povzroča vir zvoka, le-to pa zaznavamo kot glasnost zvoka. Zračni tlak je odvisen od okolice, v kateri je vir in od oddaljenosti poslušalca od vira. Zvočni tlak je običajno izražen v paskalih (Pa), pogosteje pa se kot enota za merjenje ravni zvočnega tlaka uporablja decibel (dB).

## **2.3 Moč zvoka**

Moč zvoka je energija zvoka, ki se širi (na sekundo) od vira zvoka na neko sredstvo. Vir zvoka ima določeno moč zvoka, ki se ne spreminja glede na različno postavitev v okolico. Moč zvoka je izražena v vatih (W), na osnovi podatkov o moči za neko delovno opremo pa je mogoče izračunati zvočni tlak na določenem mestu in razdalji. Ko govorimo o moči zvoka na enoto ploskve, uporabljamo izraz intenziteta zvoka ( $W/m^2$ ). Povprečni človek, ki šepeta, proizvaja moč zvoka  $0,0000001$  W, medtem ko reaktivni motor proizvaja  $100.000$  W. Za merjenje ravni moči zvoka (W) se pogosteje uporablja enota decibel (dB).



### 3 HRUP V BIVALNIH IN DELOVNIH PROSTORIH

Zaprti prostori se delijo na bivalne ter delovne prostore. V našem primeru smo se osredotočali na slednje, ki se delijo na delovne kabinete, poslovne in pisarniške prostore, učilnice, knjižnice, laboratorije, telovadnice, ambulate, ordinacije in operacijske dvorane. Tako pri bivalnih kot delovnih prostorih razlikujemo zunanje in notranje vire hrupa. Zunanji viri so različni komunalni viri hrupa, katerih raven ni stalna, njihov učinek na stanovalce pa je razmeroma majhen, če so prostori zvočno izolirani. Dovoljena in tipična raven hrupa je različna glede na namembnost prostorov in vrsto dela, ki se v teh prostorih izvaja. Značilna raven zvoka v študijskih prostorih znaša od 30 do 40 dB. V Sloveniji pravilnik o zvočni zaščiti stavb predpisuje, da najvišja raven hrupa v šolskih prostorih ne presega 40 dB.

Namembnost prostora	Maksimalne mejne ravni hrupa ( $L_{AF,max}$ ) v bivalnih in delovnih prostorih [dB(A)]	
	Dan	Noč
Bivalni prostori	35	30
Ambulate, ordinacije, operacijski prostori	35	35
Učilnice, predavalnice, študijski kabineti, knjižnice, čitalnice, sejne sobe	40	40

Tabela 1: Mejne ravni hrupa v prostorih

#### 3.1 Vpliv hrupa na človeka

Domači in tuji avtorji navajajo veliko različnih delitev učinkov hrupa, ki se nanašajo tako na človeka samega, njegovo zdravje, delo ter sposobnosti kot tudi na trajanje in raven hrupa.

Poznamo tri načine, kako lahko hrup vpliva na organizem in na delo oziroma na študijski proces:

- okvari slušni organ (človek oglušiti);
- škodljivo deluje kot stresni dejavnik na kardiovaskularni in nevrovegetativni sistem (nervoza, razdražljivost, moteno spanje, utrujenost, obolenja prebavil in obtočil, povečana hitrost dihanja in srčnega utripa);

- moti ali onemogoča opravljanje vrst dela (moti koncentracijo, študij, sposobnost razumevanja, signalizacijo itd.).

Misli in razmišljanje v hrupnem okolju so nižje, na kar kaže veliko vsakodnevnih primerov, pri katerih hrup slabi uspešnost in proizvodnost. Negativni učinki hrupa v vsakodnevem življenju se kažejo kot:

- pogosto motenje zahtevne miselne dejavnosti in nekaterih drugih, ki zahtevajo ogromno znanja in razlago informacij;
- oteževanje učenja nekaterih vrst spretnosti, ki zahtevajo hitrost in učinkovitost;
- impulziven ali nepričakovan hrup (nad 90 dB) lahko škoduje miselnim sposobnostim.

Hrup nas moti, obremenjuje, ogroža, škodi ter ima različne učinke na procese pri človeku, ki jih razdelimo na:

- psihološke učinke – vodijo do vznemirjenja, stresa in jeze (posledica so manjše delovne sposobnosti);
- zaznavne učinke – vodijo do zmanjšane sposobnosti zaznav, ker hrup ovira naš sluh (zaznavanje besed in signalov) in s tem narašča tveganje za nezgode;
- fiziološke učinke – so najobčutljivejši, ker povzročajo nepopravljive okvare notranjega ušesa.

Ločimo tudi učinke hrupa na zdravje tudi glede na trajanje oziroma glede na to, kdaj se učinki pojavijo:

- primarni učinki (pojavijo se med obdobjem, ko smo izpostavljeni hrupu): zbujanje iz spanja;
- sekundarni učinki (posledica primarnih): običajno se pojavijo le med izpostavljenostjo hrupu in trajajo še po prenehanem delovanju (razdražljivost) ali se pojavijo šele po prenehanem delovanju (utrujenost zaradi motenj spanja);

- terciarni učinki: primarne in sekundarne učinke lahko nekaj časa prenašamo, po daljšem obdobju pa povzročijo pojav različnih bolezni, kronične razdražljivosti in sprememb v obnašanju.

Vplive, ki jih povzroča moteči zvok, povezujemo tudi s stopnjo ravni hrupa, ki v nekem trenutku vpliva na človeka. Te škodljive učinke hrupa delimo na ekstraauralne, ki se pojavljajo pri hrupu do 79 dB, in auralne učinke, ki se pri bolj občutljivih pojavljajo že med 71 in 90 dB, nad 90 dB pa so zelo verjetni.

Ekstraauralni učinki hrupa se lahko kažejo v zvišanem krvnem tlaku, koronarni bolezni, motnjah periferne cirkulacije, ravnotežja in vidnih funkcij. Privedejo lahko do razdražljivosti, nejevoljnosti, občutka ogroženosti, povzročajo tudi hormonske motnje, intoleranco za glukozo, nedelovanje ščitnice in težave s prebavo.

Škodljive učinke hrupa razdelimo na štiri ravni:

**1. raven od 40 do 65 dB (A):**

lahko pride do psihičnih motenj: v odvisnosti od vrste in zahtevnosti dela delavci postanejo utrujeni, razdražljivi, počutijo se nelagodno, delo je moteno;

**2. raven od 65 do 90 dB (A):**

poleg navedenih motenj pride do neskladnega delovanja posameznih organskih sistemov: zveča se celična presnova in poraba kisika (zvišan simpatikotonus z zvišano srčno frekvenco, krvnim tlakom in ravnjo krvnega sladkorja, zvišan bazalni metabolizem in tonus mišičja);

**3. raven od 90 do 110 dB (A) (močan hrup, ki ga najpogosteje spremljajo tudi vibracije):**

poleg prej omenjenih motenj povzročačasne ali trajne okvare sluha, naglušnost ali popolno gluhost;

**4. raven od 110 do 130 dB (A):**

pride do neposrednega delovanja na ganglijske celice; po krajšem času povzroča nelagodnost in bolečine, neznosno zvonjenje, izgubo sluha in druge težave. Nad hrupom 130 dB pride v trenutku do okvar sluha in drugih težav. Najbolj moteč hrup je stalen hrup nad 90 dB (A),

hrup pod 90 dB (A) z visokofrekvenčnimi komponentami ter nepričakovan, nenadzorovan in ponavljajoč se hrup.

Zvok je prisoten na vsakem koraku, ne glede na to, ali gre za delovno okolje ali za zasebno. Hrup, ki je prisoten na delovnem mestu, zmanjšuje delovno sposobnost in pazljivost ter zmanjša osredotočenost pri delu. Pri 60 dB se zbranost pri delu s skoraj 94 odstotkov zmanjša na približno 90 odstotkov in se šele 120 minut po koncu izpostavljanja vrne na začetno raven, kar kaže na to, da so učinki hrupa še dolgo prisotni.

## 4 HRUP V ŠOLSLEM OKOLJU

Številne raziskave nakazujejo, da je miselno delo v sklopu intelektualnih dejavnosti ter pozornost pri teh dejavnostih v negativni odvisnosti s hrupnim okoljem, kar je posebej moteč dejavnik pri izobraževalnem delu. Mnogi raziskovalci (Laird, Sandres, Brabton) so objavili rezultate raziskav, v katerih so prikazali laboratorijske izsledke, ki nakazujejo, da ima hrup pomemben vpliv na delovno učinkovitost. Po drugi strani so nekateri drugi avtorji (Tarmiere in Wisner) prišli do nasprotnih ugotovitev, da je pozornost pri delu slabša v tistem delovnem okolju kot v hrupnem. Na splošno velja, da imajo lahko posledice hrupa na učinkovitost učenčevega dela posebne vzroke, pri katerih moramo vedeti:

- nepričakovan in impulziven hrup je veliko hujši od stalnega;
- hrup z dominantnimi frekvencami je bolj vznemirjujoč kakor z nižjimi frekvencami;
- dejavnosti, ki zahtevajo globljo in podaljšano pozornost, so veliko bolj občutljive na hrup kot tiste pri rutinskem delu

V učilnicah obstajata dva glavna vidika akustičnega okolja, in sicer hrup in odmev. Hrup v učilnicah lahko povzroča več dejavnikov, kot na primer zunanji hrup, hrup znotraj stavbe (prezračevalni sistemi, razsvetljava in ogrevanje), hrup učnih pripomočkov (grafoskop, računalnik) in hrup, ki ga povzročajo učenci sami.

Slabo akustično okolje v šolah na splošno povzroča slabšanje govornih signalov, kar lahko vpliva na učenčevo slabše reševanje nalog in vedenje, obenem pa prispeva k učiteljevim težavam z glasom in utrujenostjo. Vsi učenci in učitelji, predvsem tisti, ki imajo težave s sporazumevanjem, so deležni negativnih vplivov zaradi slabih akustičnih razredov. Otroci so v vlogi slušateljev veliko bolj občutljivi na hrup in odmevnost kot odrasli. V raziskavi sta Klatte in Hellbruck v ta namen želela preučiti učinke odmevnosti v učilnicah na otroke drugih razredov, in sicer na zaznavanje govora, fonološke zaznave, ocene hrupa in odnosa šole. Rezultati kažejo na to, da so se otroci, ki so bili v razredu z daljšim odmevnim časom, odrezali slabše na področju glasoslovne predelave kot v razredu s krajšim odmevnim časom. Stalna izpostavljenost neugodnim slušnim razmeram v učnem okolju lahko škoduje slušno-

verbalnim nalogam, ki so pomembne pri učenju, branju in pri izgovarjavi.

## 5 PREGLED ZAKONODAJE NA PODROČJU HRUPA

Ker je hrup pereč problem v sodobni družbi, se glede njega sprejema tudi zakonodaja. Zato se v tem poglavju osredotočava na raziskavo in kratek opis različnih zakonodaj, njihovih učinkih, namenih in posledicah, ki jih imajo na dano problematiko.

### 5.1 Zakonodaja Evropske unije

Pred približno štiridesetimi leti so v Evropi izšli prvi predpisi s področja omejevanja emisij hrupa. Članice Evropske unije so k problemu pristopile parcialno, le Nemčija in Nizozemska sta problematiko uredili celostno. Skupnostno pravo se je na začetku ukvarjalo predvsem z omejitvami hrupa v posameznih sektorjih, kot so npr. proizvodnja strojne opreme, motornih vozil, letal in vlakov.

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

Sicer se je delež hrupne tehnologije res zelo zmanjšal, a se hrupna onesnaženost nenehno povečuje zaradi naraščanja vseh vrst 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. Bistvena elementa evropske politike varstva okolja sta nadzorovanje okoljske obremenjenosti s hrupom in priprava načrtov za hrupno obremenjena okolja.

Pomembnejše predpise evropske zakonodaje s področja hrupa predstavljajo:

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 vrednostnih kazalcev hrupa in prepušča državam, da uredijo vrednosti, kot želijo, vendar morajo obveščati Evropsko komisijo o veljavni ureditvi in predvidenih spremembah. Velik poudarek daje tudi posvetovanju in sodelovanju z javnostjo. Glavni namen direktive je poenotenje pristopa držav članic k preprečevanju in zmanjšanju škodljivih učinkov okolijskega hrupa. Končni cilj direktive je dolgoročno zmanjševanje števila Evropejcev, ki so izpostavljeni prevelikim emisijam hrupa. Bistveni element evropske politike varstva okolja pred hrupom je torej nadzorovanje okolijske obremenjenosti z rednim pripravljanjem strateških kart hrupa za večja poselitvena območja, ceste, železnice in letališča ter spodbujanje držav članic, da same pripravijo akcijske načrte za območja, kjer so mejne vrednosti kazalcev hrupa presežene. Do julija 2007 so morale države članice tako pripraviti strateške karte hrupa za:

- poselitvena območja z več kot 250.000 prebivalci,
- ceste z več kot šestimi milijoni prevozov letno,
- železniške proge, ki imajo več kot 60.000 prevozov vlakov letno,
- večja letališča z več kot 50.000 premiki letno

Na podlagi teh strateških kart so morale do julija 2008 izdelati tudi operativne programe za varstvo pred hrupom, in do julija 2012 še strateške karte hrupa za:

- poselitvena območja z več kot 100.000 prebivalci,
- ceste z več kot tremi milijoni prevozov letno,
- železniške proge z več kot 30.000 prevozi vlakov letno.

### 5.1 Zakonodaja na območju Slovenije

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 (Ul 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).

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, javnih parkov in zelenih površin, namenjenih rekreaciji, drugih mirnih območij na poselitvenih območjih, na mirnih območjih na prostem, ter na območju šol, bolnišnic in ostalih stavb, ki so zaradi svoje namembnosti občutljive 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 označena z L (Ldan in Lvečer), vrednost ne sme biti presežena, če pa je, je treba izvajati ukrepe za zmanjšanje hrupa.

Mejne vrednosti kazalcev hrupa so določene z Uredbo 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 glede na namembnost površin:

I. stopnja velja za vse površine na prostem, ki potrebujejo povečano varstvo pred hrupom, vendar ne na območju prometne infrastrukture, na območju gozdov, na površinah za izvajanje gozdarske dejavnosti, za potrebe obrambe in na območju za potrebe varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Na območju II. Stopnje ni dopusten noben poseg v okolje, ki je moteč zaradi povzročanja hrupa. Gre za območja bolnišnic, zdravilišč in na območjih, namenjenih turizmu. Na območju III. Stopnje so dovoljeni manj moteči posegi, kjer se nahajajo stanovanjske površine, izobraževalni in športni objekti in vodna zemljišča. IV. Stopnja pa je namenjena nakupovalnim središčem, sejmiščem in objektom za zabavo, površinam za

industrijo, proizvodnjo in površinam, namenjenim prometni, energetski in komunikacijski infrastrukturi.

Mejne vrednosti hrupa:

<b>Območje varstva pred hrupom</b>	<b>Lnoč (dB)</b>	<b>Ldan (dB)</b>
<b>IV. stopnja</b>	65	75
<b>III. stopnja</b>	50	60
<b>II. stopnja</b>	45	55
<b>I. stopnja</b>	40	50

Kritične vrednosti hrupa:

<b>Območje varstva pred hrupom</b>	<b>Lnoč (dB)</b>	<b>Ldan (dB)</b>
<b>IV. stopnja</b>	80	80
<b>III. stopnja</b>	59	69
<b>II. stopnja</b>	53	63
<b>I. stopnja</b>	47	57

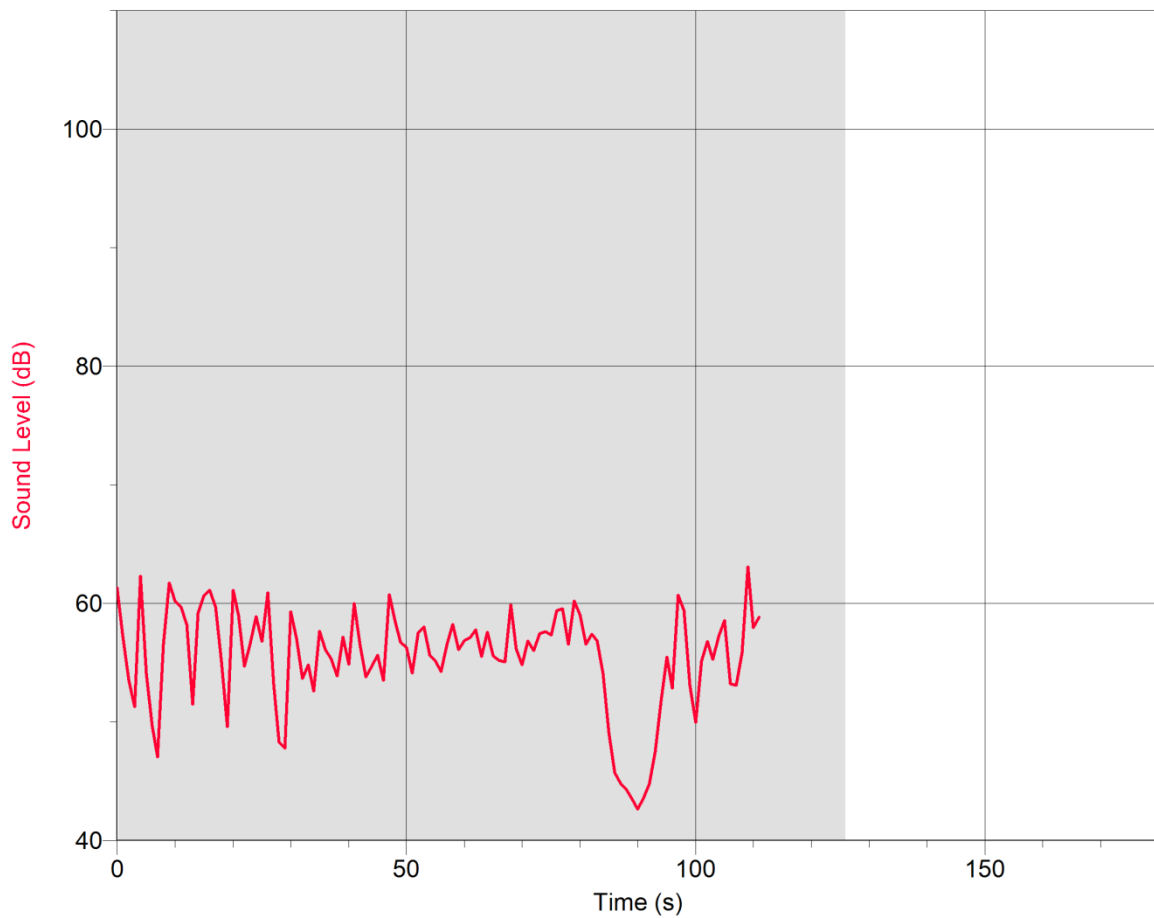
Ukrepi za zmanjševanje emisije hrupa v okolje, kjer je vir hrupa cesta, železnica ali letališče, se določijo v operativnih programih, za ostale vire hrupa pa ukrepe odredi pristojni inšpektor. Za posamezna območja varstva pred hrupom, ki zaradi trajnega preseganja kritične vrednosti pridobijo status degradiranega okolja, ukrepe določi Vlada Republike Slovenije v sodelovanju z občino, kjer se ta območja nahajajo.

## **6 EMPIRIRČNA RAZISKAVA**

### ***6.1 Metodologija dela***

Empirični del je potekal na Srednji gradbeni šoli v Mariboru, kjer sva merila hrup v učilnicah in na hodnikih v času pouka in v času odmorov. Delo je potekalo tako, da sva izbrala ugodno pozicijo, s katere sva lahko najboljše zaobjela meritveni prostor, nato pa sva z merilnikom zvoka preverjala grafične vrednosti hrupa. Grafične prikaze izsledkov sva nato prenesla na računalnik in jih vstavila v empirični del raziskovalne naloge.

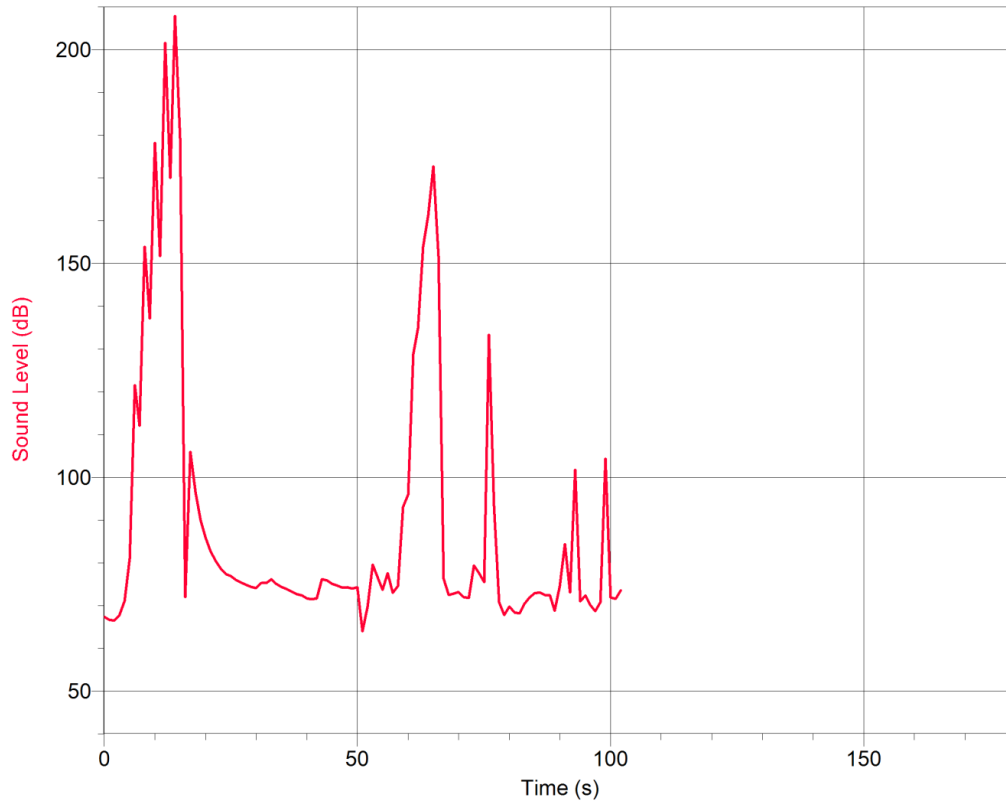
## 6.2 Grafični prikaz in komentar izsledkov raziskave



**Graf 1: Merjenje hrupa v razredu med ogledom filma**

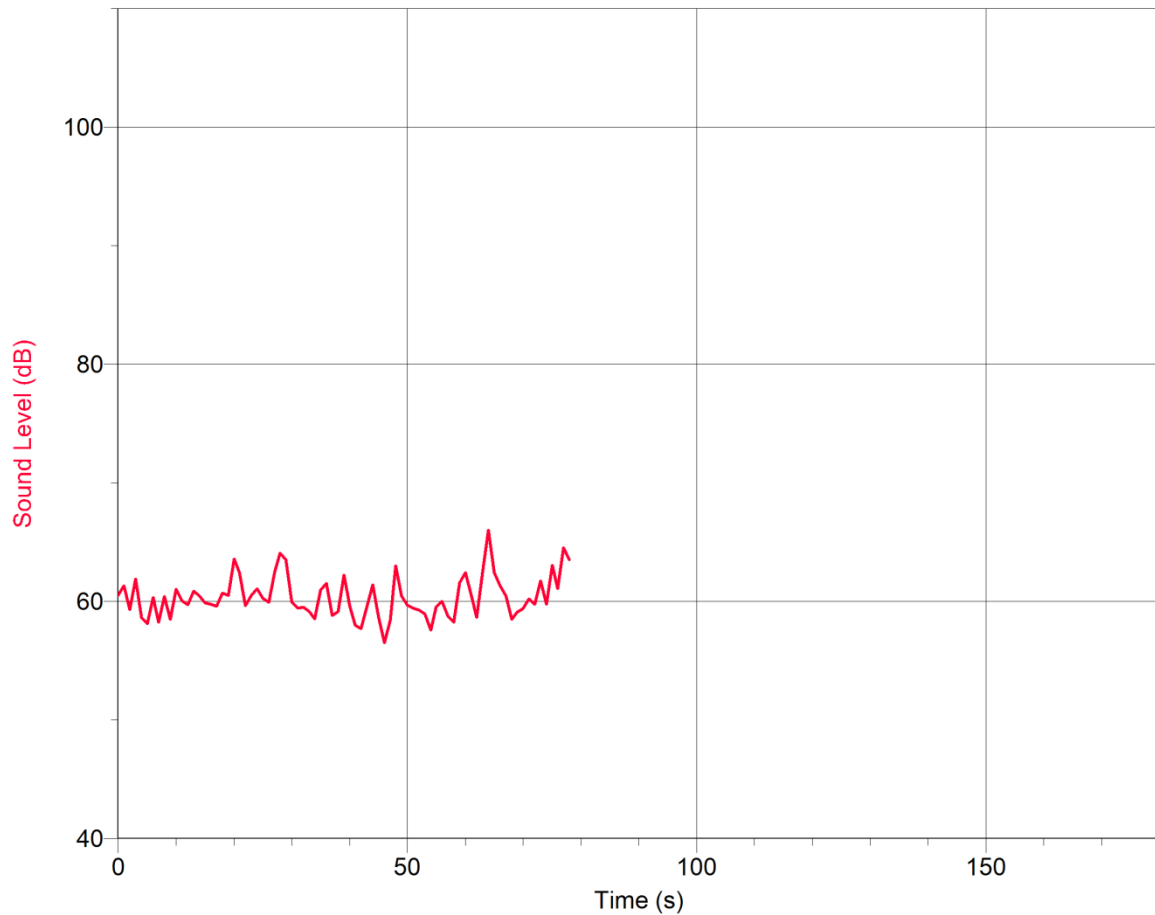
Merjenje hrupa v razredu je potekalo med ogledom filma. Hrup v razredu je nihal med vrednostmi od 40 dB do 65 dB. V tem območju hrupa lahko pride do psihičnih motenj, utrujenosti, razdraženosti ter nelagodnega počutja.

Možen ukrep za zmanjšanje prisotnosti hrupa je utišanje zvočnikov in umiritev učencev, ki so povzročali hrup.



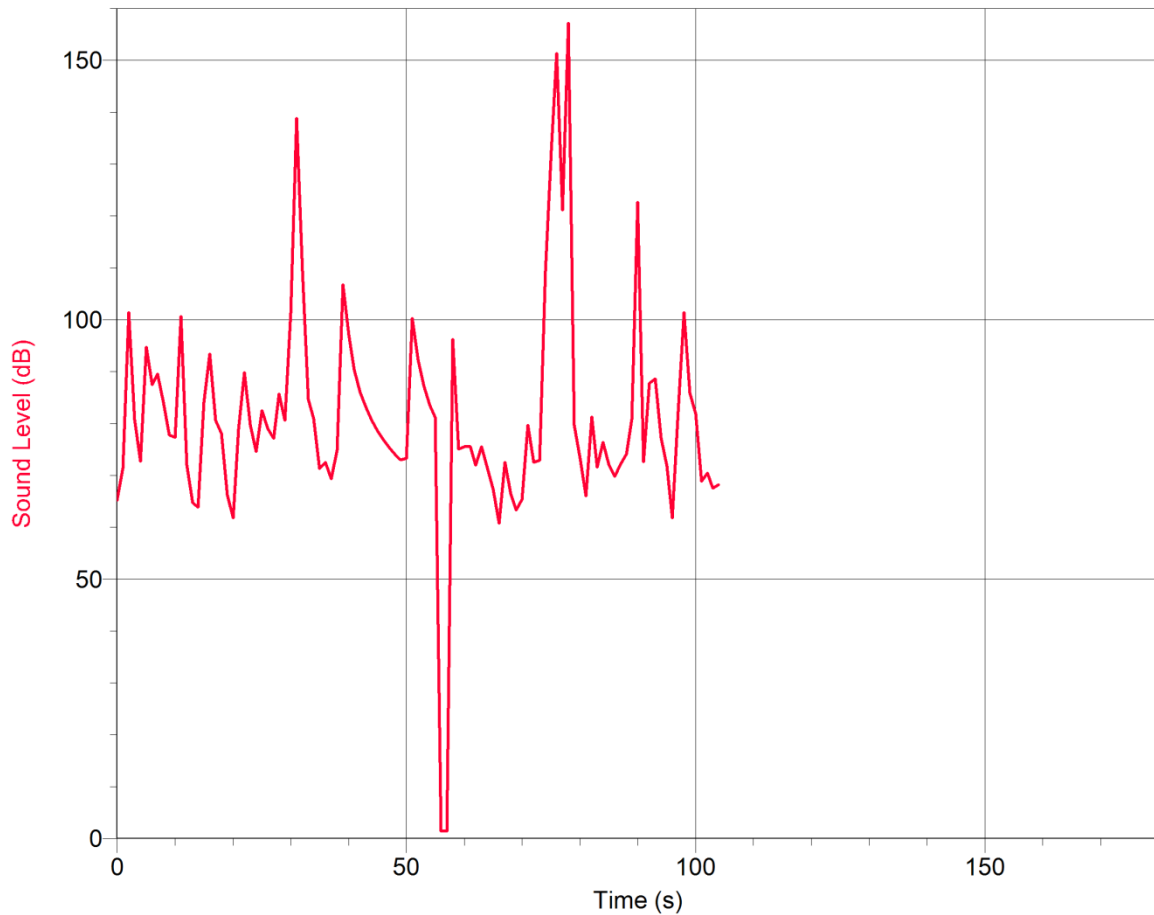
**Graf 2: Merjenje hrupa na hodniku v času odmora**

Merjenje je potekalo na hodniku v času odmora, kjer je prevladoval hrup, nastal z premikanjem stolov in pogovarjanjem učencev. Verjetno je, da senzor na merilniku v tem primeru ni deloval pravilno, saj bi hrup, ki presega 130 dB takoj povzročil takojšnjo izgubo sluha. Hrup je nihal med vrednostmi od 55 dB in nad vrednost 200 dB, kar je v tem primeru absolutno previsoko. Izmerjena vsebnost hrupa v tem primeru ni realna.



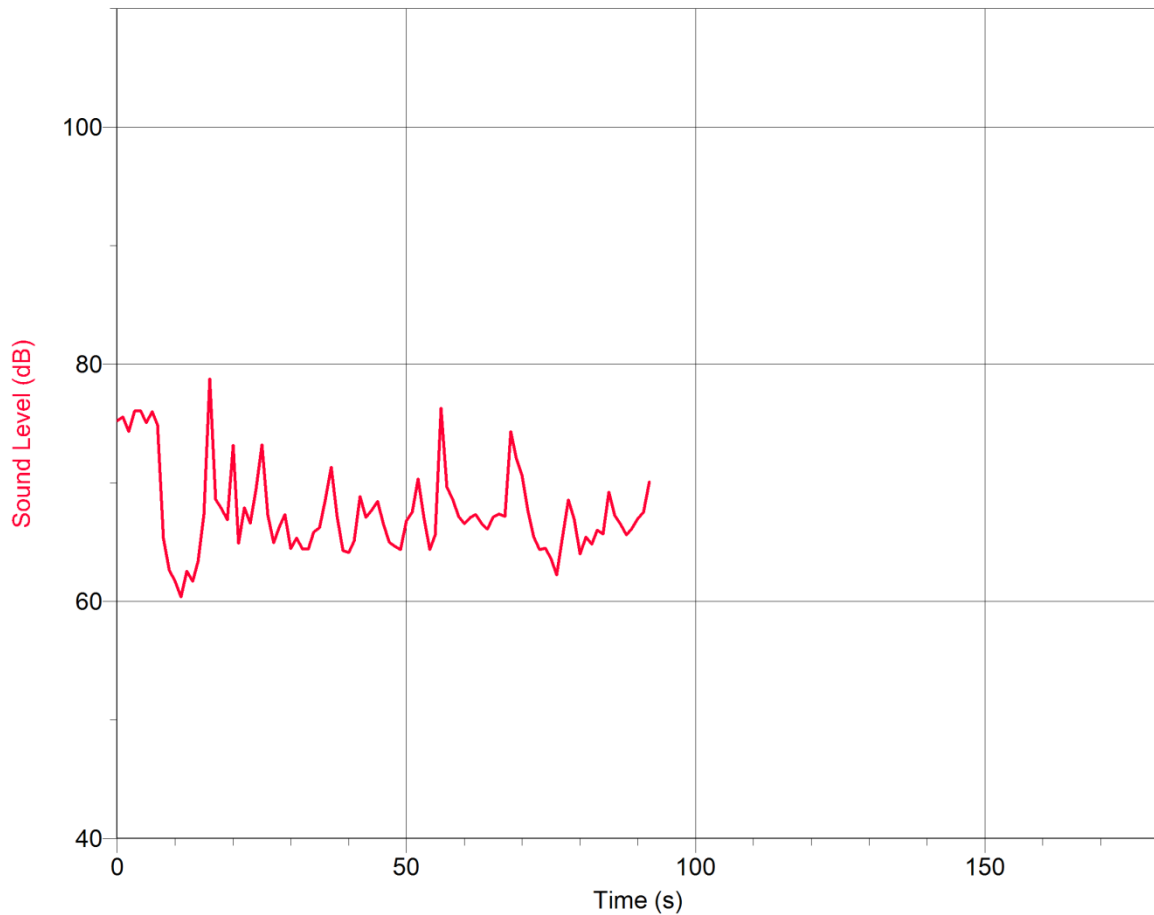
**Graf 3: Merjenje hrupa na hodniku pred začetkom odmora**

Merjenje je potekalo na hodniku pred začetkom odmora. Vrednosti hrupa nihajo med 55 dB in 70 dB, največ hrupa pa povzročajo zvonci ki oznanjajo začetek odmora ter šolsko osebje, ki se sprehaja po hodniku.



**Graf 4: Merjenje hrupa v razredu v času pouka**

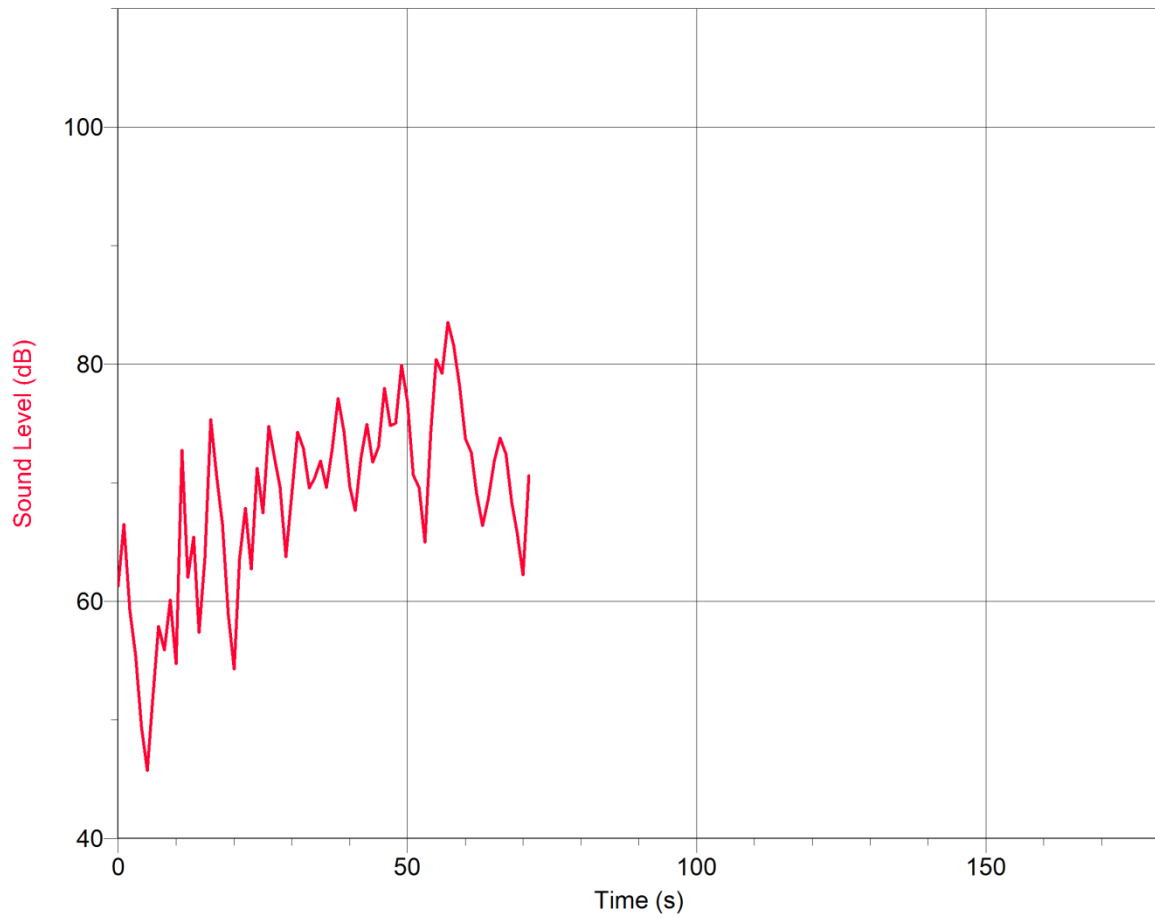
Merjenje je potekalo v učilnici za kemijo v času učne ure. Kot je razvidno iz grafa je hrup previsok za normalen potek pouka in nemoteno pedagoško dejavnost. Nihanja se pojavljajo predvsem zaradi poskusov, ki so jih izvajali učenci. Najvišja vsebnost hrupa se pojavi v času, ko so vsi učenci govorili in celo kričali.



**Graf 5: Hrup v prvih desetih minutah odmora**

V nasprotju z prejšnjim grafom lahko vidimo, da so vsebnosti hrupa v tem primeru znosnejše, a vseeno moteče, saj hrup niha med 60 dB in 80 dB. Za različne rezultate je lahko kriva dotrajanost senzorja uporabljene naprave. Hrup izmerjen v prvih desetih minutah odmora je sicer moteč, vendar ne ogroža psihofizičnega zdravja posameznika.





**Graf 6: Eksperimentalni graf**

Vrednosti prikazane na grafu predstavljajo vsebnost hrupa v razredu, ko so učenci prvotno popolnoma tiho, nato se začnejo glasno pogovarjati in nato spet znižajo jakost govora. Hrup niha med vrednostmi pod 45 dB, do nad 80 dB.

### **6.3 Razprava**

Ob pregledu grafičnih izsledkov merilnika zvoka lahko ugotovimo, da izmerjene vrednosti marsikdaj prestopijo priporočeno vrednost hrupa. Predvsem se to dogaja v času odmorov, ko največ hrupa povzroči premikanje stolov, glasno govorjenje, kričanje in ostali dejavniki, ki so prisotni v času odmora. Vrednosti se zmanjšajo v času učnih ur in kadar se učenci nekoliko umirijo in znižajo jakost govora.

Pridobljeni rezultati nakazujejo na to, da se nahajamo v območju hrupa, kjer ima le-ta psihološke posledice v smislu motenj koncentracije in oteženo dojetanje učne snovi. Zaradi dotrajanosti merilne naprave so bili izmerjeni tudi rezultati, pri katerih bi morali učenci občutiti tudi fizično nelagodje zaradi hrupa, vendar realno gledano meniva, da vsebnost hrupa na šoli ni dovolj visoka, da bi poleg psiholoških povzročala tudi telesne oz. fizične težave pri posamezniku.

## 6 ZAKLJUČEK

Zvok je naš vsakdanji spremljevalec in brez njega si življenje le težko predstavljamo. Zvoka ne moremo videti ali otipati, vendar še tako nevidna lastnost lahko močno vpliva na človeka. Danes še vedno premalo pozornosti posvečamo ergonomskemu oblikovanju prostorov, saj besedo ergonomija preveč povezujemo le z ergonomskimi stoli in mizami, ki se prilagajajo človeškemu telesu, hrup pa je pri tem oblikovanju pogosto izvzet. S hrupom se ukvarjajo večinoma v tistem okolju, kjer je zelo visok in delo brez zaščitnih sredstev postane nevzdržno. Premalo se zavedamo, da ima že manjši hrup na nekatere zelo močan vpliv ter lahko povzroči kar nekaj nezaželenih učinkov.

Tudi na šoli se dijaki srečujejo z različnimi hrupnimi okoliščinami, ki prav gotovo niso tako kritične kot v nekem industrijskem obratu, v katerem je delavec izpostavljen zelo visokim ravnom hrupa. Kljub temu hrupa na šolah ne smemo kar zanemariti in spregledati, saj je prisoten in povzroča nemalo težav. Dijaki se pri študijskih dejavnostih doma ali v predavalnicah spopadajo z miselnim delom, ki zahteva visoko pozornost in osredotočenost, kar je mogoče vzpostaviti v popolnoma umirjenem okolju. Vsaka motnja iz okolja lahko poruši ravnovesje. Še posebej se to opazi pri opravljanju obveznosti, kot so pisne naloge, saj je pri tem dogodku prisoten tudi stres, ki povzroča še večjo dovzetnost za dojetanje motenj.

## 7 VIRI IN LITERATURA

Bilban, M. (2005) Hrup kot spremljevalec sodobnega življenja, Delo in varnost, 50(5), str. 8–12.

Bilban, M. (2005a) Vplivi hrupa na človeka, Delo in varnost, 50(5), str. 13–22

Cigale, D., Lampič, B. (2005) Hrup kot okoljski problem, Gospodarski obzornik, 52(2), str. 19–23.

Fošnarič, S. (2001) Učenci in šolsko delovno okolje, Založba PeF, Maribor.

Tratnik, E. (2005) Prenehajte s tem hrupom!: priročnik z osnovnimi informacijami in navodili, Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, Ljubljana.

<http://www.zzv-lj.si/promocija-zdravja-in-zdravstvena-statistika/zdrave-sole/okoljski-hrup-in-zdravje02032010.pdf> (zadnjič gledano: 29. 1. 2014)

[http://www.arhiv.mop.gov.si/si/delovna\\_podrocja/hrup/](http://www.arhiv.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/hrup/) (zadnjič gledano: 29. 1. 2014)

<http://www.ljubljana.si/si/zivljenje-v-ljubljani/okolje-prostor-bivanje/hrup/> (zadnjič gledano: 29. 1. 2014)