

Mladi za napredek Maribora 2018

35. srečanje

ONESNAŽENOST S HRUPOM V ŠOLSKIH PROSTORIH

Področje : Fizika

Inovacijski predlog

Avtor: NIKA NAĐ, NEŽA MALEK

Mentor: BORIS VOLARIČ, ROMANA TANCER

Šola: OŠ BRATOV POLANČIČEV MARIBOR

Maribor, februar 2018

Kazalo

Kazalo slik	3
Kazalo tabel	4
Kazalo grafov	4
POVZETEK	5
ZAHVALA	6
1. UVOD.....	7
1.1. Namen raziskovalnega dela.....	7
2. METODOLOGIJA DELA.....	7
2.1. Predvideni postopki.....	7
3. TEORETIČNI DEL	8
3.1. Uho – čutilo za sluh	8
3.2. Zvok	9
3.2.1. Hrup.....	10
3.2.2. Razlikovanje virov hrupa	10
4. EKSPERIMENTALNI DEL	17
4.1. Idejna zasnova	17
4.2. Izdelava merilca hrupa	17
5. REZULTATI	28
5.1. Rezultati meritev po šolskih prostorih	28
6. ZAKLJUČEK.....	33
7. DRUŽBENA ODGOVORNOST	33
8. VIRI IN LITERATURA.....	34

Kazalo slik

Slika 1: Zgradba ušesa (Marina Svečko: Biologija 9, učbenik za 9.razred osnovne šole).....	8
Slika 2: Jakost zvoka (Marina Svečko: Biologija 9, učbenik za 9.razred osnovne šole, str. 67-68).....	9
Slika 3: Merilnik naprave Vollcraft SL-100 (osebni arhiv)	16
Slika 4: Enopolna shema vezave projekta	19
Slika 5: Vezava modela s senzorjem zvoka	19
Slika 6: Vezanje vseh treh led diod (osebni arhiv).....	20
Slika 7: Pregled delovanja (osebni arhiv).....	20
Slika 8: Pregled delovanja led diod (osebni arhiv).....	21
Slika 9: Testiranje delovanja, prižig rdeče led diode (osebni arhiv)	21
Slika 10: Testiranje delovanja, prižig zelene led diode (osebni arhiv).....	22
Slika 11: Testiranje delovanja, prižig rumene led diode (osebni arhiv)	22
Slika 12: Senzor zvoka (osebni arhiv).....	23
Slika 13: Skica za ohišja merilnika hrupa (osebni arhiv)	23
Slika 14: Priprava ohišja za 3D printanje v programu Slic3r (osebni arhiv).....	24
Slika 15: Priprava 3D printerja na tiskanje (osebni arhiv)	24
Slika 16: Printanje spodnjega dela ohišja na 3D printerju (osebni arhiv).....	25
Slika 17: Spodnji del ohišja merilnika hrupa (osebni arhiv).....	25
Slika 18: Printanje zgornjega dela ohišja na 3D printerju (osebni arhiv)	26
Slika 19: Printanje zgornjega dela ohišja (osebni arhiv)	26
Slika 20: Zgornji del ohišja (osebni arhiv)	27
Slika 21: Slika s vsemi lučkami ter zvočnikom v ohišju (osebni arhiv).....	27

Kazalo tabel

Tabela 1: Priporočene mejne vrednosti	13
Tabela 2: Največje dopustne ekvivalentne ravni hrupa.....	15
Tabela 3: Tehnični podatki merilca hrupa.....	16
Tabela 4: Meritve hrupa v jedilnici	28
Tabela 5: Meritve A hrupa na hodnikih starega dela šole	29
Tabela 6: Meritve C hrupa na hodnikih starega dela šole	29
Tabela 7: Meritve hrupa ob raznih dogodkih v veliki avli šole.....	30
Tabela 8: Meritve hrupa v učilnicah in šolskih prostorih.....	31
Tabela 9: Meritve hrupa v različnih prostorih šole	32

Kazalo grafov

Graf 1: Meritve hrupa v jedilnici.....	28
Graf 2: Meritve A hrupa na hodnikih starega dela šole.....	29
Graf 3: Meritve C hrupa na hodnikih starega dela šole.....	30
Graf 4: Meritve hrupa ob raznih dogodkih v veliki avli šole	30
Graf 5: Meritve hrupa v učilnicah in šolskih prostorih	31
Graf 6: Meritve hrupa v različnih prostorih šole	32

POVZETEK

Vsak neželen zvok, zlasti preglasen, imenujemo hrup. Hrup se običajno sestoji iz pokov in šumov. Dolgotrajna izpostavljenost hrupu škodljivo vpliva na naše počutje in lahko povzroči tudi trajne okvare sluha. Lahko povzroči tudi psihične motnje, zlasti razdražljivost in zmedenost. V našem inovacijskem predlogu smo merili hrup na šoli v različnih prostorih, ob različnem času in različnih dejavnostih. Meritve smo opravili z instrumentom za merjenje hrupa. Namen inovacijskega predloga je bil izdelati lasten merilnik hrupa na osnovi mikrokontrolerja arduino, ga umeriti in opremiti s svetlobnimi indikatorji. Namestili smo ga na vidno mesto v šoli. Z izdelanim merilnikom želimo zmanjšati hrup v naših šolskih prostorih.

Ključne besede: hrup, merjenje hrupa, merilnik hrupa

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi ter svetovanju se zahvaljujemo mentorici učiteljici kemije, biologije in naravoslovja. Učitelju računalništva in učitelju fizike se zahvaljujemo za pomoč pri programiranju in izdelavi merilca hrupa. Zahvaljujemo se tudi vsem, kateri so nas podpirali in pomagali.

1. UVOD

1.1. Namen raziskovalnega dela

V inovacijskem predlogu smo želeli izdelati napravo, s katero bi lahko merili hrup v šolskih prostorih. Merilec hrupa, katerega smo izdelali, bo lahko v pomoč učiteljem in učencem pri zaznavanju hrupa v prostoru. Merili smo jakost hrupa v šolskih prostorih s pomočjo naprave merilnika hrupa. S tem smo poizkušali opozoriti učence ter učitelje na previsoko jakost hrupa v določenih prostorih.

2. METODOLOGIJA DELA

2.1. Predvideni postopki

Izdelali smo načrt kje, kdaj ter kako bomo merili hrup v različnih prostorih (jedilnica, učilnice, avla...). Z merilcem hrupa smo merili hrup v različnih šolskih prostorih ob različnih šolskih dejavnostih. Meritve smo vnesli v Excelovo tabelo in naredili tabele ter grafe.

Naredili smo tudi načrt za izdelavo lastnega merilca hrupa. V šoli smo se udeležili delavnice programiranja, da smo lahko sami programirali merilnik. Večino materiala za izdelavo merilnika hrupa (led diode, žice...) smo imeli v šoli (tehnična delavnica, kabinet računalništva, kabinet fizike ...), nekatere dele smo kupili v trgovini z električnim materialom. Po sestavi vezja, smo sprogramirali, da se led lučke prižgejo ob določenih vrednostih vdecibelih (dbA). Kasneje smo led lučke nadomestili z led trakom. S 3D tiskalnikom smo natisnili ohišje naše naprave.

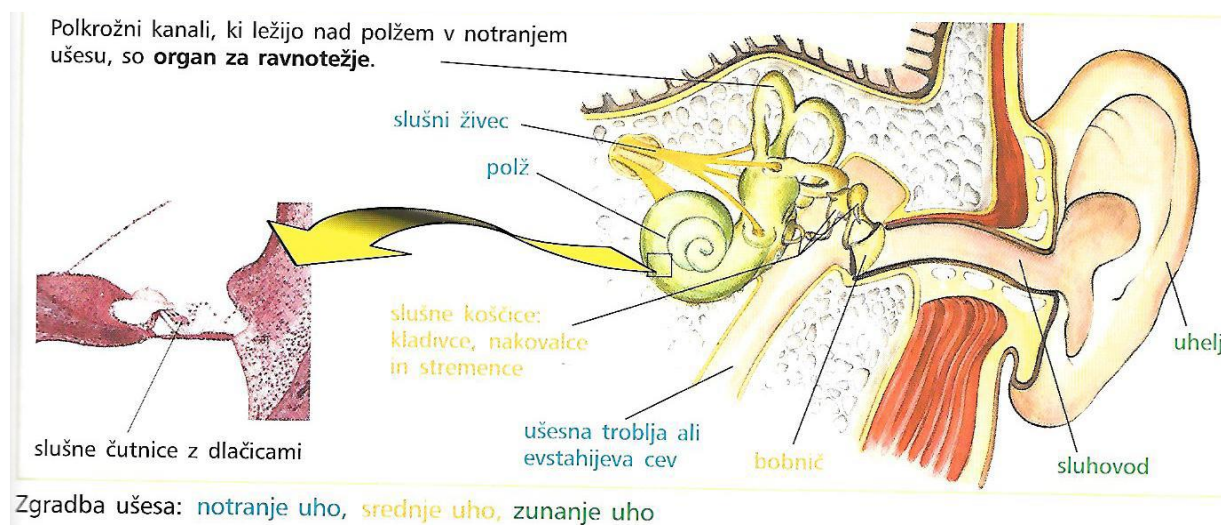
3. TEORETIČNI DEL

3.1. Uho – čutilo za sluh

Uho je čutilo za sluh, katero je sestavljeno iz:

- notranjega ušesa,
- srednjega ušesa
- zunanjega ušesa.

Zvoki, ki potujejo mimo nas zadenejo uhelj in se usmerijo po sluhovodu do bobniča.

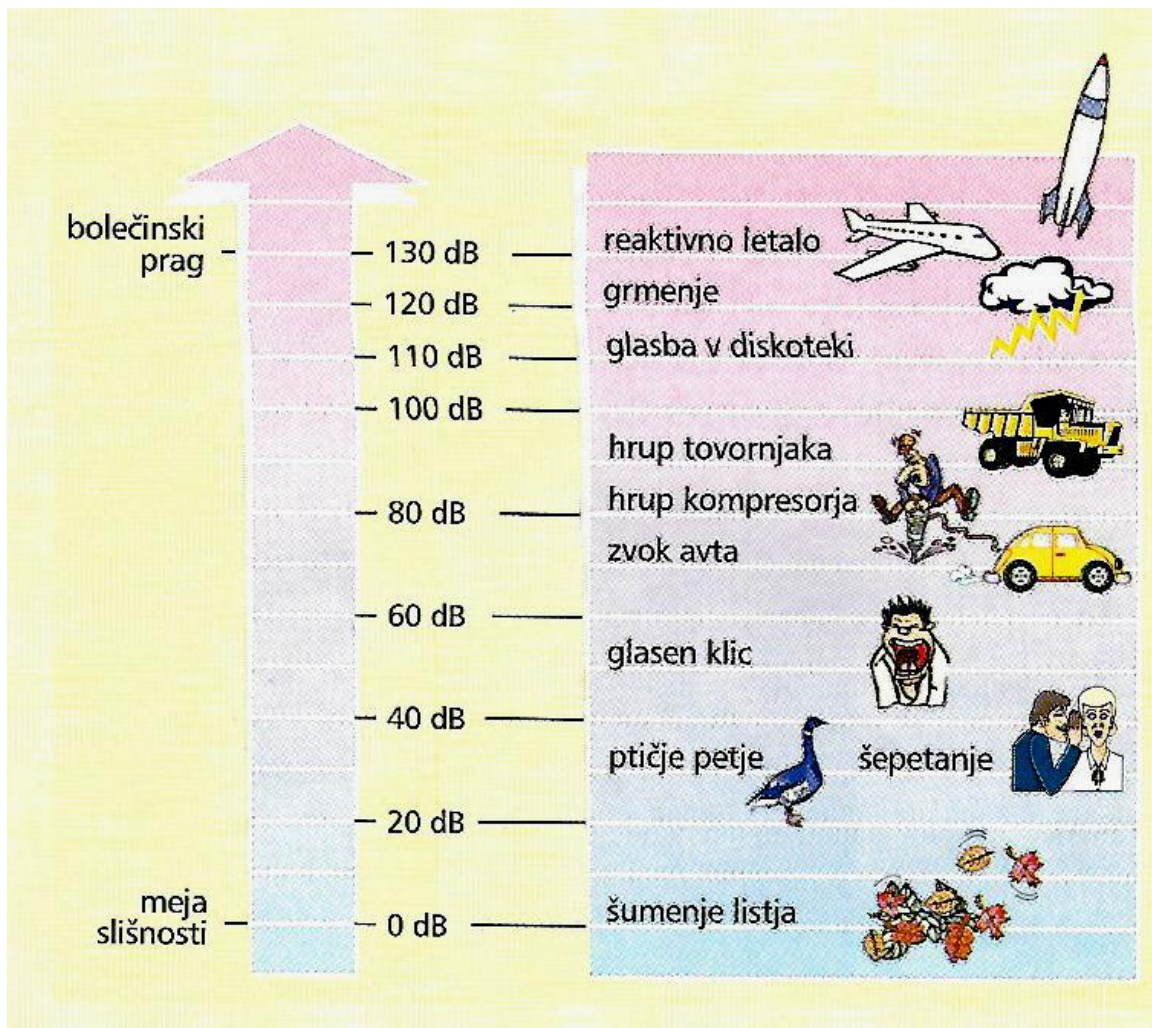


Slika 1: Zgradba ušesa (Marina Svečko: Biologija 9, učbenik za 9.razred osnovne šole)

Ko zvočne zgoščine in razredčine zanihajo bobnič, se to nihanje prenese na slušne koščice. Kladivce porine nakovalce, nato nakovalce zaniha stremence in stremence zaniha ovalno okence, ki meji na polža. Polž je koščena, polžasta zavita cevka, ki je del notranjega ušesa.

Nihanje ovalnega okenca vzvalovi tekočino, s katero je napolnjen polž. Ko vzvalovi tekočina v polžu, zaniha tudi membrana, na kateri so slušne čutnice. Nihanje zaznajo dlavice slušnih čutnic. Dražljaji se prenesejo iz slušnih čutnic na čutilna živčna vlakna. Po njih potuje informacija do središča za sluh v velikih možganih. Možgani te informacije spremenijo v tone in melodije, govor in druge zvoke.

Kadar prihajajo zvočni dražljaji od spredaj, jih uhlja levega in desnega ušesa ulovita sočasno. Kadar pa prihajajo zvočni dražljaji od strani ali od zadaj, pripotujejo do enega ušesa prej kot do drugega. (M. Svečko, Biologija 9)



Slika 2: Jakost zvoka (Marina Svečko: Biologija 9, učbenik za 9.razred osnovne šole, str. 67-68)

3.2. Zvok

Zvok je definiran kot sprememba zvočnega tlaka, ki ga je človeško uho sposobno zaznati. Z zvokom se srečujemo vsak dan in je pomemben dejavnik pri sporazumevanju. Hitrost širjenja zvoka v mediju je odvisna od snovi v kateri se širi in od temperature. V zraku je hitrost zvoka približno 340 m/s in se z višanjem temperature povečuje približno za 0,6 m/s na 1°C. (Okoljski hrup, knjižica, Brüel & Kjaer)

3.2.1. Hrup

Hrup je neželen zvok, kateri lahko pusti razne posledice. Pri veliki izpostavljenosti hrupa lahko pride do okvare sluha, do srčno – žilnih bolezni in motenega spanja. Vsak posameznik različno reagira na hrup. (Okoljski hrup, knjižica, Brüel & Kjaer)

Decibel

Decibél (okrajšava dB) je enota brez dimenzije, s katero izražamo razmerje med spremenljivo količino in fiksno referenco. Uporabljamo ga pri meritvah v akustiki, fiziki, elektrotehniki in sorodnih področjih. (Wikipedia – Decibel)

3.2.2. Razlikovanje virov hrupa

Poznamo tri vrste hrupa, ti so:

- **Celoten hrup** je hrup, ki je posledica delovanja vseh virov ne glede na njihovo naravo ali razlog delovanja-hrup tovarne, prometa...
- **Specifičen hrup** je hrup, ki je predmet obravnave. Povezujemo ga s točno določenim posameznim virom in njegovim vplivom na okolje.
- **Obstoječi hrup** je hrup izmerjen v pogojih ko specifični vir ni aktiven. Izračunamo ga tako, da od celotnega hrupa odštejemo specifični hrup.

(Okoljski hrup, knjižica, Brüel & Kjaer)

3.2.2.1. Jakost in glasnost hrupa v vsakdanjem življenju

Primeri jakosti hrupa v različnih okoliščinah:

- 20dB: mirni vrt, tiktakanje električne ure, pršenje dežja;
- 30dB: piš vetra, šepetanje na razdalji 1 m;
- 40dB: kmečka območja, mirno stanovanje, gubanje papirja;
- 50dB: pisarne, klimatske naprave;
- 60dB: alarm ure, radijski in TV sprejemnik na normalni glasnosti;
- 64dB: pralni stroji, mirni pralni stroji;
- 67dB: sušilci za lase, polna restavracija;
- 69dB: pomivalni stroj, talni čistilci;
- 70dB: glasen pogovor, hrupna ulica, radijski in TV sprejemnik na visoki glasnosti;
- 72dB: sesalci za prah
- 78dB: zvonjenje telefona, mehanska delavnica;
- 80dB: mimo vozeči tovornjaki, hrupna dvorana ali tovarna, topot;

- 90dB: mimo vozeči vlak, pnevmatsko kladivo, avto sirena;
- 95dB: velika diskoteka, krožna žaga;
- 100dB: motorno kolo brez dušilca zvoka
- 120dB: glasen koncert
- 140dB: vzlet letala

http://ims.si/documents/literatura/okoljski_hrup.pdf

3.2.2.2. Katere težave povzroča hrup?

Okoljski hrup ima na zdravje ljudi lahko več negativnih učinkov. Med temi učinki so: poškodbe sluha, motnje spanja, vznemirjenost, zmanjšanje učinkovitosti pri delu ali učenju, motnje pri pogovoru, vpliv na delovanje srčno-žilnega sistema, psihofiziološki učinki in vpliv na socialno vedenje.

Hrup na zdravje in počutje ljudi lahko vpliva na zelo različne načine. Učinki so odvisni od ravni hrupa in drugih značilnosti zvoka, od našega počutja in aktivnosti s katerimi se ukvarjamo v času, ko nas hrup zmoti ter od pomembnosti informacije, ki nam jo zvok posreduje. Učinki so odvisni tudi od našega odnosa do vira hrupa. Pri posebej ranljivih skupinah ljudi kot so starejši, otroci, slepi, ljudje s poškodbo sluha, bolj občutljivi ljudje ali osebe z duševnimi motnjami, so vplivi navadno večji.

Opisi posameznih škodljivih učinkov na zdravje in počutje so povzeti po smernicah Svetovne zdravstvene organizacije o hrupu v okolju.

Poškodbe sluha

Poškodb sluha ne pričakujemo pri stalni izpostavljenosti hrupu, katerega raven ne presega povprečne ekvivalentne vrednosti 70 dBA. Prav tako poškodb ne pričakujemo pri višji ravni hrupa in krajši izpostavljenosti na primer 75 dBA do 8 ur dnevno. Izpostavljenost 85 dBA ali dBC pa že lahko predstavlja možnost okvare sluha, če smo tako obremenjeni 8 ur vsak dan.

Motnje pri sporazumevanju

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

Motnje spanja

Nemoteno spanje je predpogoj za dobro fiziološko in mentalno zdravje. Poleg neposrednih učinkov kot so nemirno spanje, spremembe krvnega tlaka in hitrosti bitja srca so pomembni

tudi sekundarni učinki, kot so utrujenost, depresivno počutje in zmanjšana učinkovitost pri delu. Za dober spanec oziroma počitek hrupa v prostoru v nočnem času ne sme presegati 30 dBA pri stalnem hrupu ozadja, za posamezne hrupne dogodke pa ne sme biti presežena $L_{Amax} = 45$ dBA.

Fiziološke funkcije

Pri dolgotrajni izpostavljenosti visokim ravnom hrupa (bivanje v bližini letališč, industrijskih objektov, prometnih cest) lahko pri bolj občutljivih posameznikih v populaciji pričakujemo trajne posledice, kot so povišan krvni tlak in ishemične bolezni srca in ožilja. Učinki na srce in ožilje so bili dokazani po dolgotrajni izpostavljenosti zračnemu in cestnemu prometu med 65 in 70 dBA. Hrup povzroča tudi refleksne reakcije organizma, še posebej, če se pojavi nepričakovano in gre za neznano vrsto hrupa.

Duševno zdravje

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

Učinkovitost

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

Socialno vedenje in vznemirjenost

Vznemirjenost zaradi hrupa ni samo posledica ravni hrupa, temveč tudi posledica socialnih, ekonomskih in psiholoških faktorjev. Zato anketne raziskave pogosto ne pokažejo jasne povezanosti vznemirjenosti z ravno okoljskega hrupa. Hrup nad 80 dBA lahko zmanjša stopnjo pomoči drugemu in poveča agresivnost. Pri šolarjih lahko visoka raven hrupa povzroči občutek nemoči. Intenzivnejši odgovori so bili opaženi v primeru, ko hrup spremljajo vibracije ali nizke frekvence zvoka oziroma, ko je hrup impulziven (pok, strel).

Kombinirani učinki hrupa iz različnih virov

Predvsem v gosto naseljenih območjih so prebivalci istočasno izpostavljeni različnim virom hrupa. Pri oceni vpliva na zdravje in počutje prebivalcev je potrebno upoštevati vse vire hrupa in možnosti pojava različnih učinkov v celodnevem obdobju. Za zagotavljanje trajnostnega razvoja je v tem primeru potrebno upoštevati previdnostno načelo.

Občutljive skupine

Med občutljive skupine ljudi sodijo starejši ljudje, osebe s posebnimi boleznimi ali težavami (na primer povišan krvni tlak), bolniki v zdraviliščih ali rehabilitacijskih centrih, osebe, ki se ukvarjajo s posebno zahtevnimi nalogami, slepi in slabovidni, gluhi in naglušni, nosečnice, dojenčki in majhni otroci.

Tabela 1: Priporočene mejne vrednosti

Specifično okolje	Kritični učinki na zdravje	L_{Aeq} [dBA]	Čas [ure]	L_{AFmax} [dB]
Zunanje bivalno okolje	Večja vznemirjenost (podnevi, zvečer)	55	16	-
Zunanje bivalno okolje	Manjša vznemirjenost (podnevi, zvečer)	50	16	-
Stanovanje (notranji prostor)	Moten pogovor in manjša vznemirjenost (podnevi, zvečer)	35	16	
Spalnica (notranji prostor)	Motnje spanja (ponoči)	30	8	45
Spalnica (zunanost)	Motnje spanja (odprto okno) (vrednosti zunaj)	45	8	60
Šole, učilnice, vrtci (notranji prostor)	Moten pogovor, motnje povzemanja informacij in sporazumevanja	35	med poukom	-
Spalnice v vrtcih (notranji prostor)	Motnje spanja	30	čas spanja	45
Šolska igrišča, igrišča vrtcev (na prostem)	Vznemirjenost (zunanji vir)	55	med igro	-
Bolnišnica, bolniška soba (notranji prostor)	Motnje spanja (ponoči)	30	8	40
Bolnišnica, bolniška soba (notranji prostor)	Motnje spanja (podnevi, zvečer)	30	16	-
Bolnišnica, intenzivna nega (notranji prostor)	Motnje pri počitku in okrevanju	#1		
Industrijske cone, nakupovalni centri, prometna območja (notranji in zunanji prostor)	Poškodbe sluha	70	24	110
Javne prireditve, festivali, zabave	Poškodbe sluha (obiskovalec: <5 krat/leto)	100	4	110
Sistem za obveščanje javnosti (notranji in zunanji prostor)	Poškodbe sluha	85	1	110
Poslušanje glasbe/zvokov (naglavne/ušesne slušalke)	Poškodbe sluha (vrednost v prostem zvočnem polju)	85 #4	1	110
Impulzni zvok igrač, pirotehnični izdelki	Poškodbe sluha (odrasli)	-	-	140 #2

Impulzni zvok igrač, pirotehnični izdelki	Poškodbe sluha (otroci)	-	-	120 #2
Parki, zavarovana območja	Motnje miru v naravnem okolju	#3		

#1 Meja naj bo čim nižja, kolikor je možno

#2 Konične vrednosti zvočnega tlaka (ne $L_{AF,max}$) merjena 100 mm od ušesa

#3 Obstoječa, mirna zaščitena področja na prostem, kjer naj bo razmerje med hrupom in zvokom ozadja čim manjše

#4 Slušalke, prilagojeno vrednostim prostega zvočnega polja

(<http://www.nijz.si/sl/hrup-in-zdravje>)

3.2.2.3. Vir hrupa

Viri hrupa so:

- avtocesta, hitra cesta, stara cesta, regionalna cesta....,
- železniška proga, glavna železniška proga....,
- letališče,
- pristanišče,
- notranje parkirišče, odprto parkirišče, zunanjo parkirišče,
- javne prireditve, tržnice...

3.2.2.4. Zakonodaja hrupa v Sloveniji

V Sloveniji jakost hrupa ureja Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list Republike Slovenije št.105/7.11.2008), v skladu z Direktivo Evropskega parlamenta in Sveta 2001/49/ES z dne 25. junija 2002 o ocenjevanju in opravljanju okoljskega hrupa.

Tabela 2: Največje dopustne ekvivalentne ravni hrupa

Zaporedna številka	Vrsta delovnih pravil	Dopustna ekvivalentna raven hrupa na delovnem mestu v dB(A)	
		a	b
1	Najzahtevnejše mentalno delo	45	40
2	Pretežno mentalno delo, pri katerem je potrebna velika koncentracija in/ali ustvarjalno mišljenje ali so potrebne daljnosežne odločitve, sejne dvorane, pouk v šolah, zdravniški pregledi in posegi, znanstveno delo, raziskave, razvoj programov, zahtevnejša pisarniška dela, telefonske centrale	55	45
3	Enostavna pisarniška in njim primerljiva dela, prodaja, zahtevna montaža in njej primerljiva pretežno fizična dela, zahtevno krmiljenje sistemov	65	55
4	Manj zahtevno krmiljenje sistemov, manj zahtevna fizična dela, ki zahtevajo zbranost in pazljivost in njim podobna dela.	70	60
5	Pretežno rutinska fizična dela, ki zahtevajo slušno spremljanje okolja	80	75
6	Noseče ženske	80	55

a - velja za splošni hrup na delovnem mestu zaradi drugih proizvodnih virov v okolici delovnega mesta;

b - velja za hrup na delovnem mestu zaradi neproizvodnih virov (ventilacija, klimatizacija, sosednji obrati, hrup prometa ipd.);

Vir: Uradni list št.17/2006

3.2.2.5. Merilec hrupa

Merilec hrupa, s katerim smo merili hrup v šolskih prostorih: Voltcraft SL-100.

Tabela 3: Tehnični podatki merilca hrupa

Tehnični podatki

Frekvenca (maks.)	8 kHz
Frekvenca (min.)	31.5 Hz
Frekvenčni razpon	31.5 do 8 kHz
Kalibrirano	Tovarniški standardi (lastni)
Mera, dolžina	32 mm
Mera, višina	210 mm
Mera, širina	55 mm
Odstopanje glasnosti	0.1 dB
Teža	230 g

Digitalni merilnik hrupa z dvema območjema od 30 do 130 dB. Napravo lahko uporabljamo za merjenje in nadzor nad glasnostjo na prireditvah, kot so na primer koncerti, ali pa v diskotekah.

Značilnosti:

- merilno območje: 30–130 dB A/C;
- natančnost: ± 2 dB (1 kHz);
- izpolnjuje zahteve standarda ES 60651, razred 3.

Oprema

- preklapljanje karakteristik vrednotenja A/C;
- preklapljanje časovnega vrednotenja (hitro/počasi);
- shranjevanje maks. vrednosti.



Slika 3: Merilnik naprave Voltcraft SL-100 (osebni arhiv)

4. EKSPERIMENTALNI DEL

4.1. Idejna zasnova

Z leti je hrup v šolah vedno večji. Pogosto nas učitelji opozarjajo zaradi previsokega hrupa, a se učenci sploh ne zavedamo koliko je to decibelov in kakšne so lahko posledice. Če hrupa ne znižamo, ima lahko to posledice tako na učitelje kot na učence (težave z zdravjem, sluhom in glasilkami...). V današnjem času pri pouku velikokrat poteka skupinsko delo, delo v manjših učnih skupinah, kar pomeni, da učenci razpravljajo glasno po skupinah. Zvok ene skupine lahko postane hrup za ostale skupine in tudi učitelja. Tudi hrup v jedilnici, na hodnikih in drugih prostorih šole je zelo visok, saj se v času odmorov vsi učenci in tudi učitelji glasno pogovarjajo.

Zaradi tega, smo dobili idejo za izdelavo merilca hrupa, ki bo opozarjal na prevelik hrup v posameznem prostoru.

Izmerili smo jakost hrupa v šolskih prostorih z merilnikom hrupa Voltcraft SL-100.

Po šoli smo s pomočjo merilnika opravili meritve v različnih prostorih in ob različnem času ter ob različnih dogodkih. Namen meritev hrupa je bilo ugotoviti, kolikokrat se v določenem šolskem prostoru jakost zvoka poviša nad dovoljeno mejo.

V času meritev so nas na šoli obiskali tudi otroci iz vrta, katere smo vključili v naše meritve. Hrup smo prav tako merili na različnih prireditvah, ki so bile organizirane v šoli. Pri meritvi hrupa smo se osredotočili na prostore kot so jedilnica, učilnice med poukom in odmori, hodnik med odmorom in med poukom, telovadnica, velika avla šole ter ostali prostori šole.

4.2. Izdelava merilca hrupa

V okviru inovacijskega predloga smo po opravljenih meritvah jakosti zvoka, naredili načrt kako izdelati sam merilnik hrupa.

Osrednji del naše naloge je bilo izdelati merilnik, s katerim bomo opozarjali na previsoko jakost zvoka v določenih prostorih šole.

Pred začetkom same izdelave merilnika, smo pripravili seznam potrebnih materialov katere potrebujemo za samo izdelavo. Precej materiala smo imeli v kabinetu za tehniko, računalništvo in fiziko,, nekaj stvari smo kupili v trgovinah z električnim materialom. Učitelj računalništva nam je pripravil posebno izobraževanje na temo programiranja in delovanja naše naprave.

Material, ki smo ga uporabili za sestavo merilca hrupa:

- krmilnik ARDUINO,
- tiskano vezje,
- led diode - trak,
- upori,
- žičke za povezave,
- PC (računalnik) kot vir energije za delovanje in programiranje Arduino krmilnika,
- senzor zvoka.

S pomočjo programa Arduino.cc smo programirali arduino krmilnik. Ob tem smo se naučili programskega jezika, katerega smo kasneje uporabili za programiranje našega krmilnika.

Na tiskano vezje smo pritrdili tri led diode in upore v vrednosti 100 ohmov, da smo zmanjšali napetost na diodah. Upore smo kasneje priključili na programljive izhode Arduino krmilnika. Določili smo izhode krmilnika, ki so bilipotrebni za samo izvedbo projekta. Uporabili smo izhodne priključke D10, D11 in D12 na krmilniku.

Uporabili smo še potenciometer, s katerim smo spreminjali časovne vrednosti in prožili različne izhode krmilnika Arduino. Uporabili smo RDEČO, RUMENO IN ZELENO led diodo.

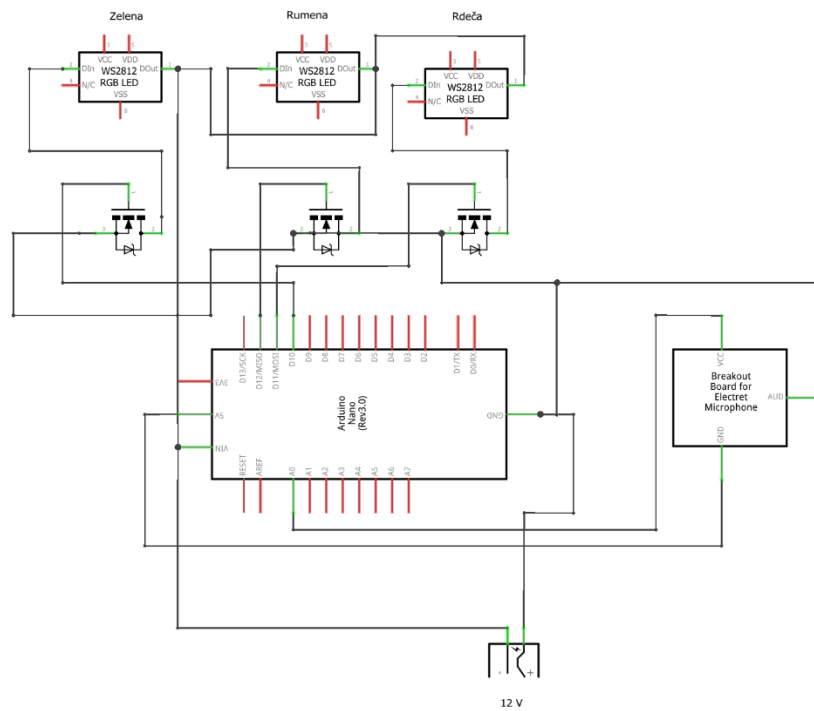
Ob pripravi programa za izvedbo projekta, smo poizkusili kako je napisati program, da bodo led diode svetile kot semafor, s časom prižiga diode in časom premora, kar pomeni, da se bodo led diode prižigale in ugašale.

Ko smo celoten program preizkusili, smo le tega nadgradili z uporabo analognih vhodov krmilnika.

Določili smo analogni vhod s spremenljivkami in preizkusili program (umerjanje merilnika). Tiskanemu vezju smo dodali potenciometer, naložili program in preizkusili delovanje.

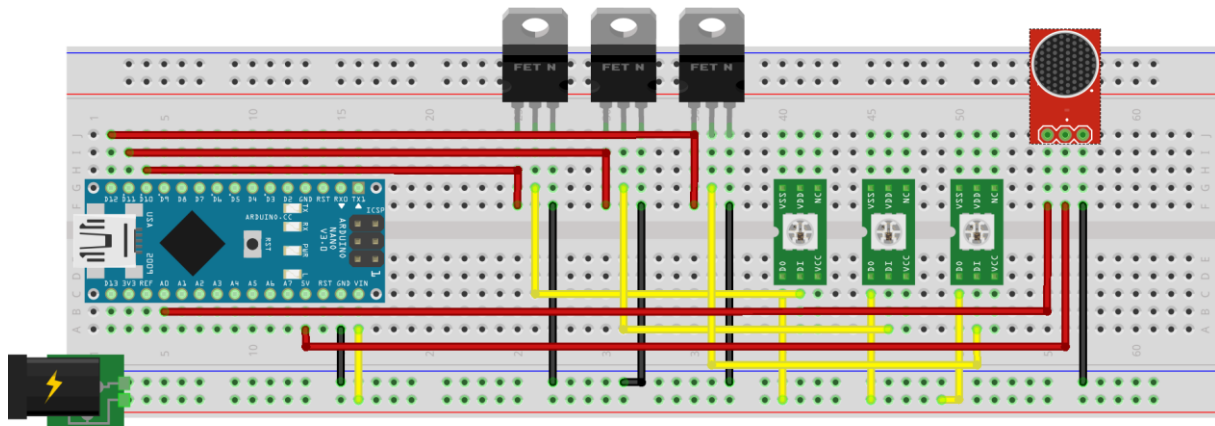
Ob priključitvi sensorja zvoka smo le tega umerili tako, da smo primerjali vhodne vrednosti z ročnim merilnikom hrupa.

Slike sheme vezja smo predhodno naredili v programu Fritzing. Spodnji sliki prikazujeta vezje merilnika hrupa.



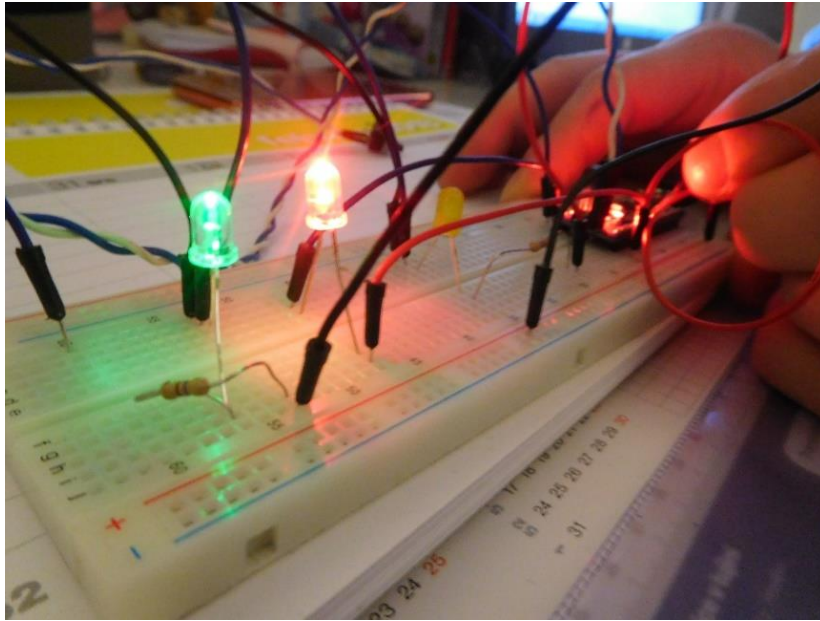
fritzing

Slika 4: Enopolna shema vezave projekta

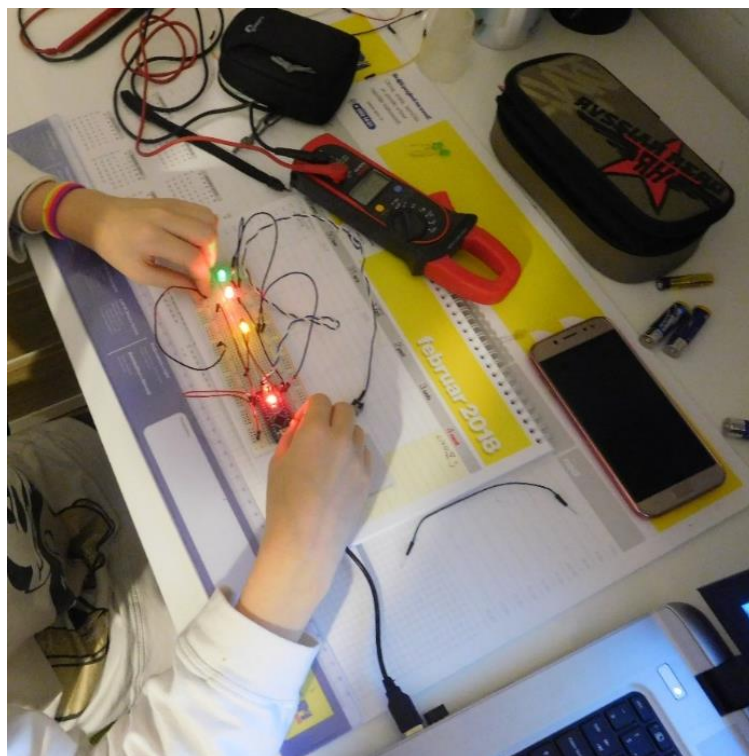


fritzing

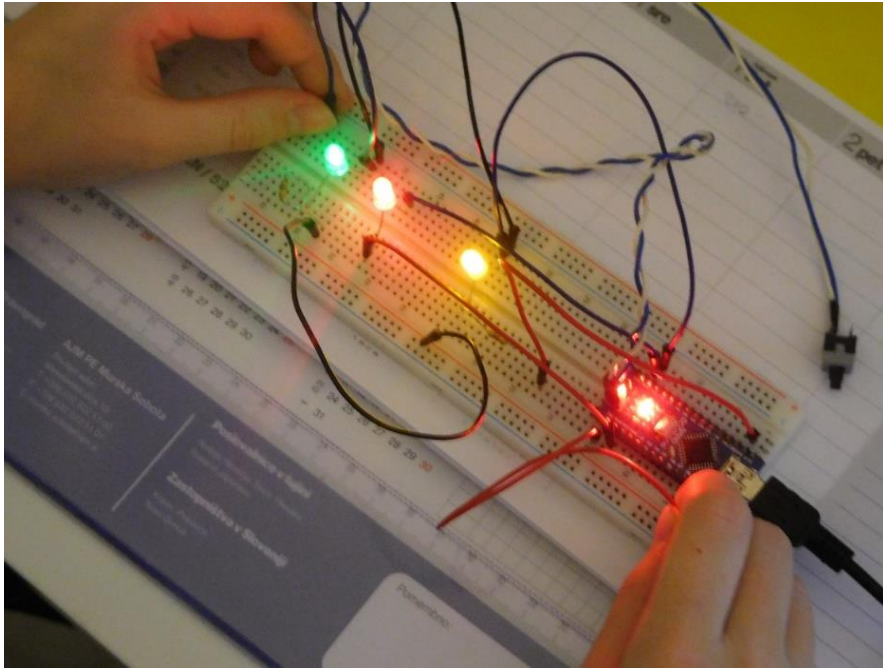
Slika 5: Vezava modela s senzorjem zvoka



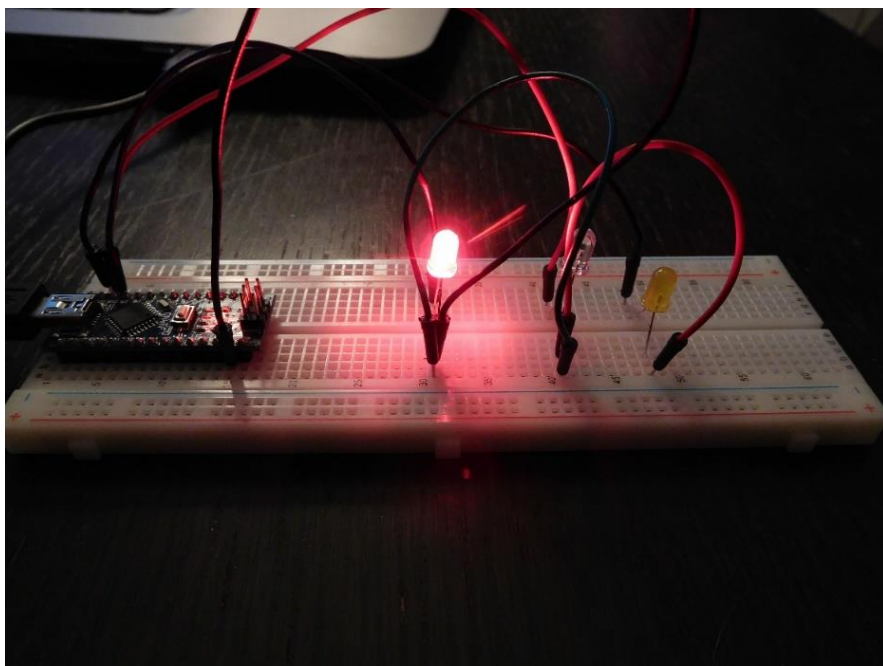
Slika 6: Vežanje vseh treh led diod (osebni arhiv)



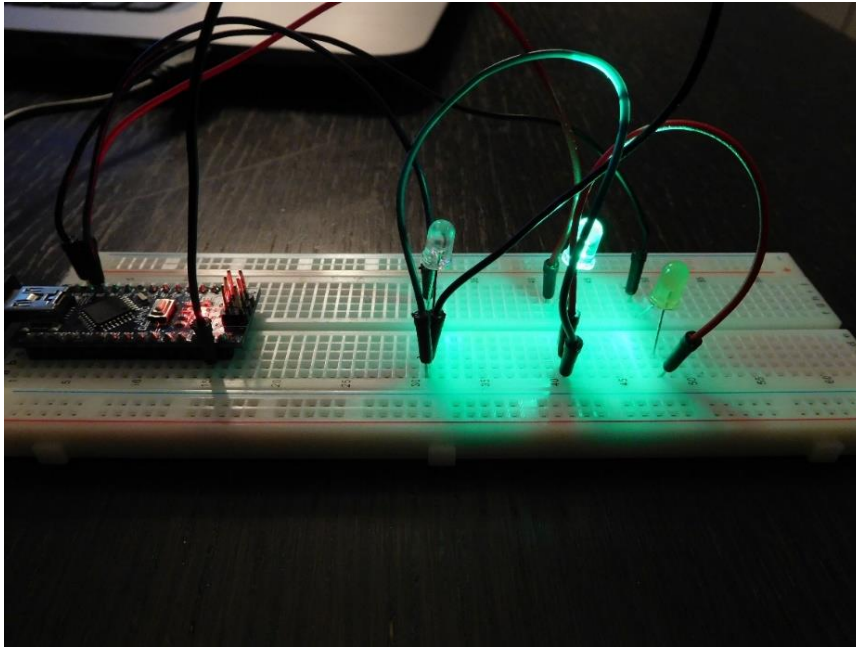
Slika 7: Pregled delovanja (osebni arhiv)



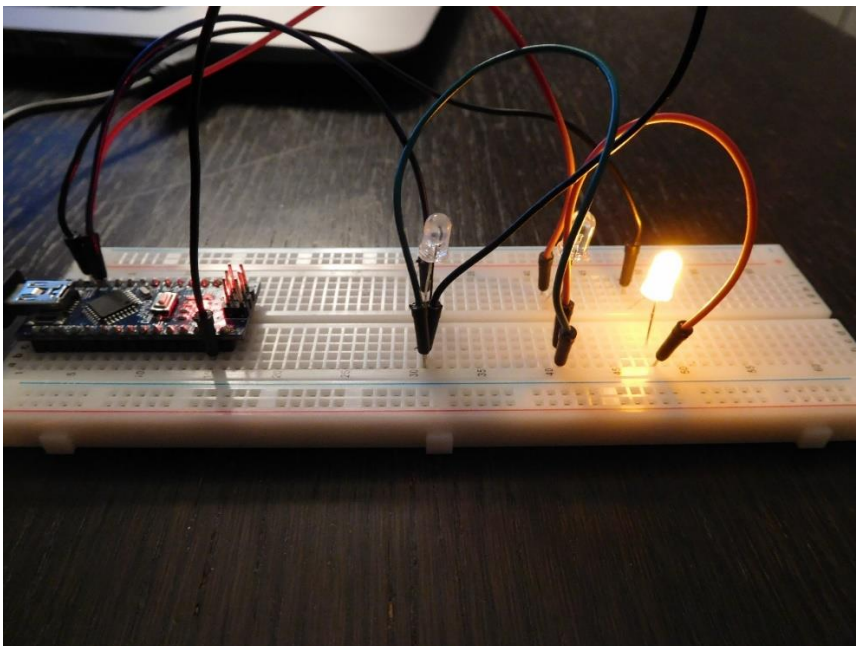
Slika 8: Pregled delovanja led diod (osebni arhiv)



Slika 9: Testiranje delovanja, prižig rdeče led diode (osebni arhiv)

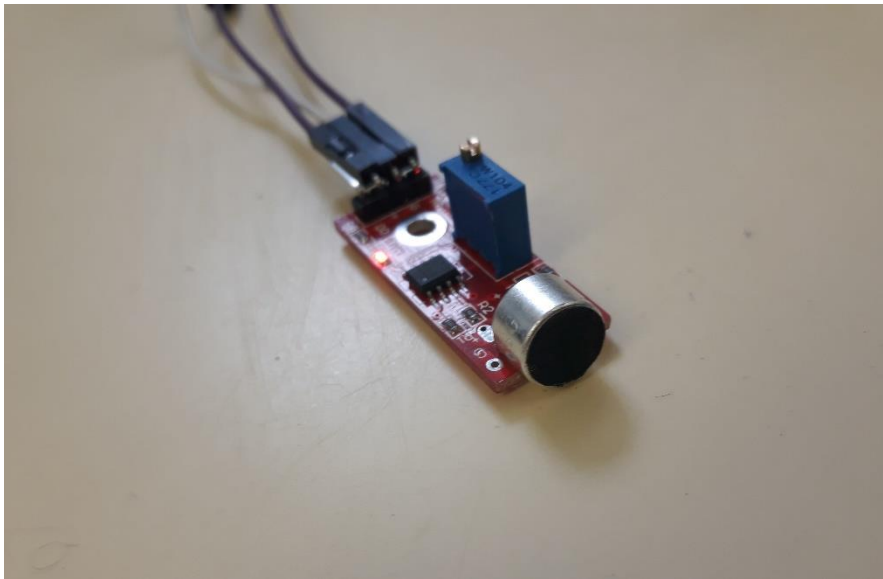


Slika 10: Testiranje delovanja, prižig zelene led diode (osebni arhiv)



Slika 11: Testiranje delovanja, prižig rumene led diode (osebni arhiv)

Po preizkusu delovanja, smo potenciometer odstranili in priključili senzor za zvok.

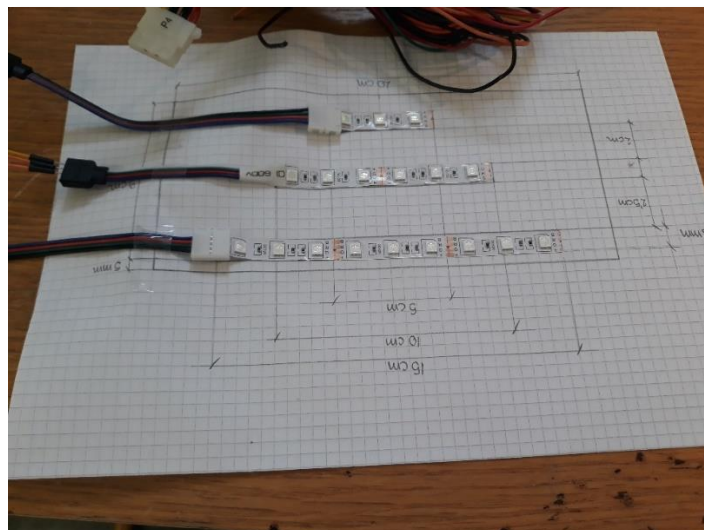


Slika 12: Senzor zvoka (osebni arhiv)

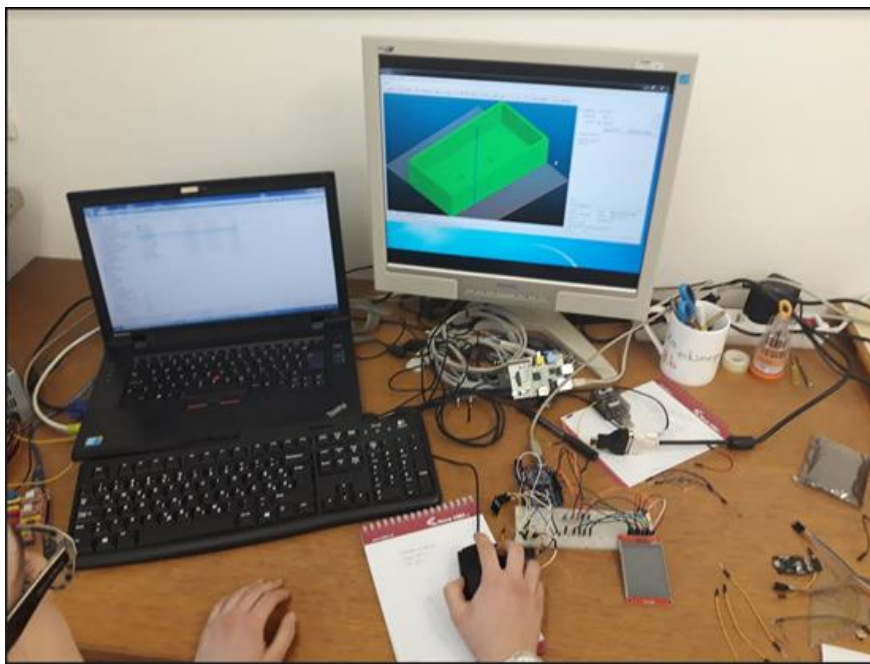
Za ohišje smo natisnili s 3D tiskalnikom.

Ohišje smo narisali v SketchUp-u. Prvotno smo si narisali skico z merami ohišja, katere smo vstavili v program SketchUp. Ko smo v tem programu dokončno oblikovali ohišje, smo ga prenesli v program Slic3r, preko katerega smo lahko natisnili ohišje na 3D printerju.

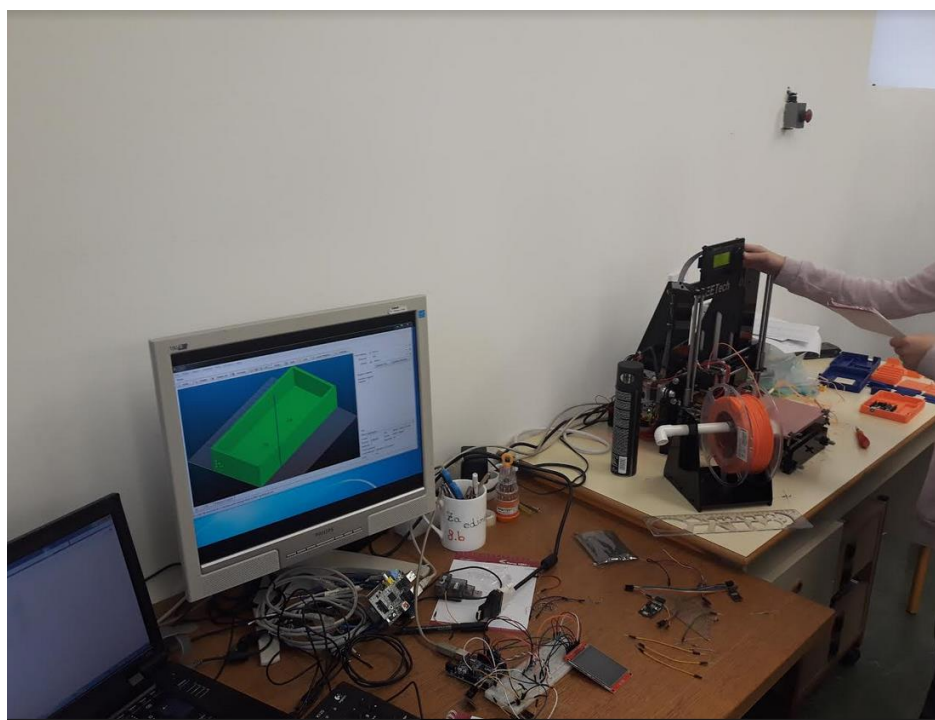
Pri tem smo uporabili PLA plastiko (v našem primeru je plastika oranžne barve).



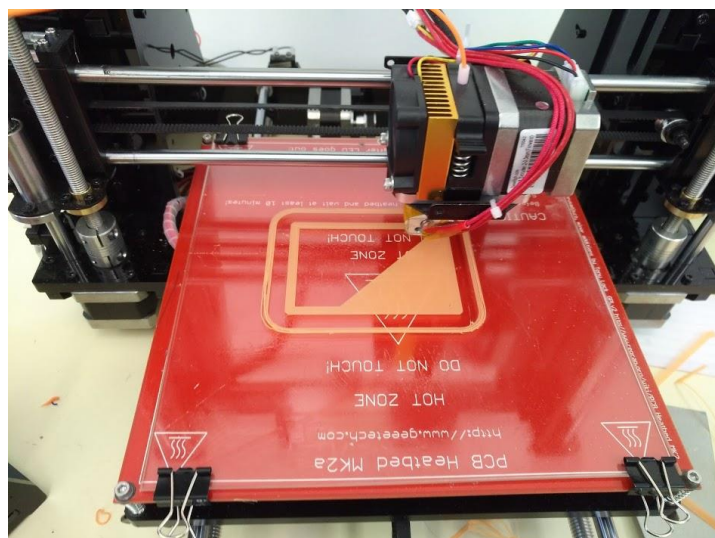
Slika 13: Skica za ohišja merilnika hrupa (osebni arhiv)



Slika 14: Priprava ohišja za 3D printanje v programu Slic3r (osebni arhiv)



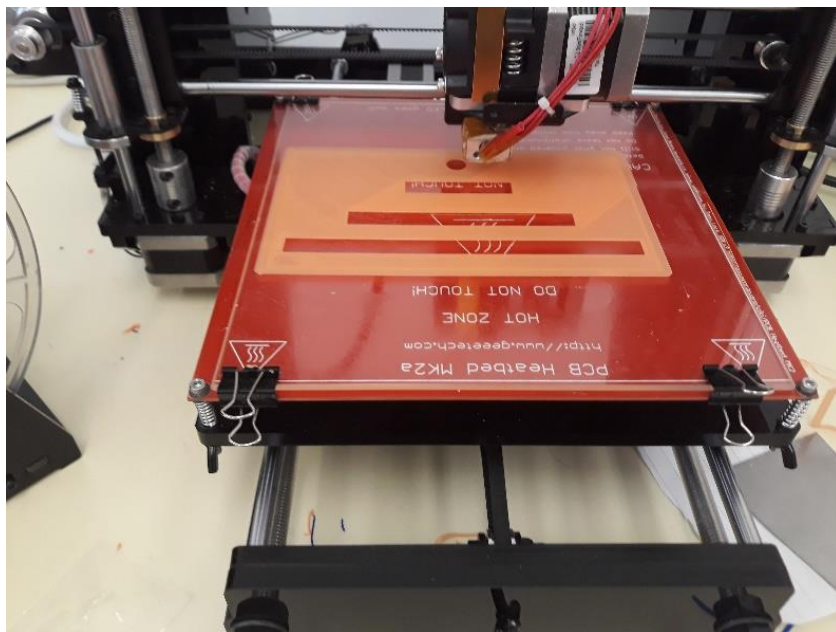
Slika 15: Priprava 3D printerja na tiskanje (osebni arhiv)



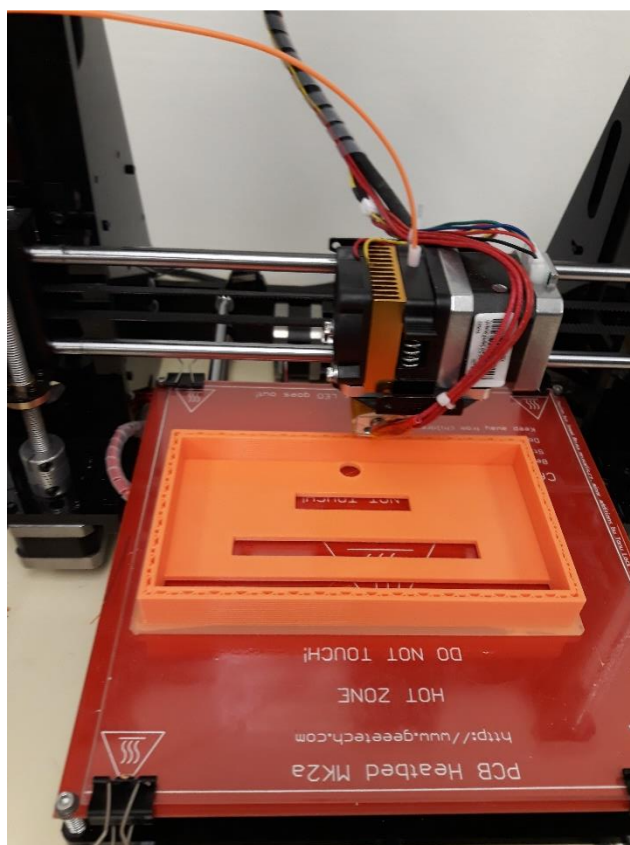
Slika 16: Printanje spodnjega dela ohišja na 3D printerju (osebni arhiv)



Slika 17: Spodnji del ohišja merilnika hrupa (osebni arhiv)



Slika 18: Printanje zgornjega dela ohišja na 3D printerju (osebni arhiv)



Slika 19: Printanje zgornjega dela ohišja (osebni arhiv)



Slika 20: Zgornji del ohišja (osebni arhiv)



Slika 21: Slika s vsemi lučkami ter zvočnikom v ohišju (osebni arhiv)

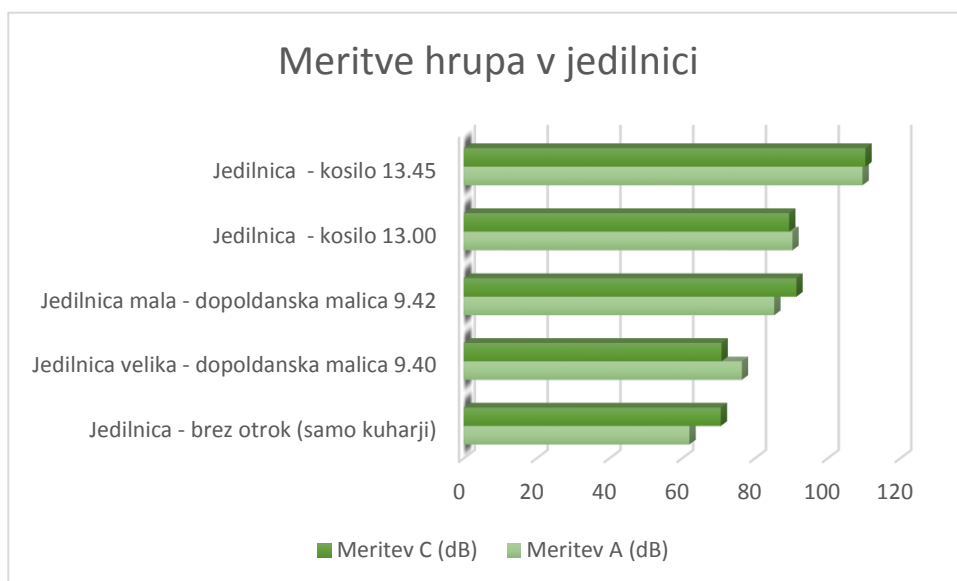
5. REZULTATI

5.1. Rezultati meritev po šolskih prostorih

Tabela 4: Meritve hrupa v jedilnici

Prostor	Meritev A (dB)	Meritev C (dB)
Jedilnica - brez otrok (samo kuharji)	62	70,6
Jedilnica velika - dopoldanska malica 9.40	76,4	70,8
Jedilnica mala - dopoldanska malica 9.42	85,3	91,4
Jedilnica - kosilo 13.00	90,3	89,4
Jedilnica - kosilo 13.45	109,6	110,4

Graf 1: Meritve hrupa v jedilnici



V tabeli 4 in grafu 1 so prikazane meritve zvoka v jedilnici v kateri se vsaki dan nahaja veliko učencev in učiteljev, predvsem v času kosila. Prikazana je razlika jakosti zvoka, ko v jedilnici ni učencev, samo delavci kuhinje. Meritve smo opravili ob različnih dnevih, ob različnih urah.

Iz tabele je razvidno, da je v času kosila in dopoldanske malice jakost zvoka previsoka. V tem času je v jedilnici veliko otrok, kateri se glasno pogovarjajo. Predvidevamo, da bi lahko hrup v jedilnici povzročal razne glavobole, motnje hranjenja, nekvalitetno prehranjevanje v jedilnici in drugo.

Tabela 5: Meritve A hrupa na hodnikih starega dela šole

Prostor	Meritve A v času pouka (dB)	Meritve A v času odmora (dB)
Hodnik - 1.nadstropje	56,6	72,7
Hodnik - 2.nadstropje	49,4	72,9
Hodnik - 3.nadstropje	44,1	65,7

Graf 2: Meritve A hrupa na hodnikih starega dela šole

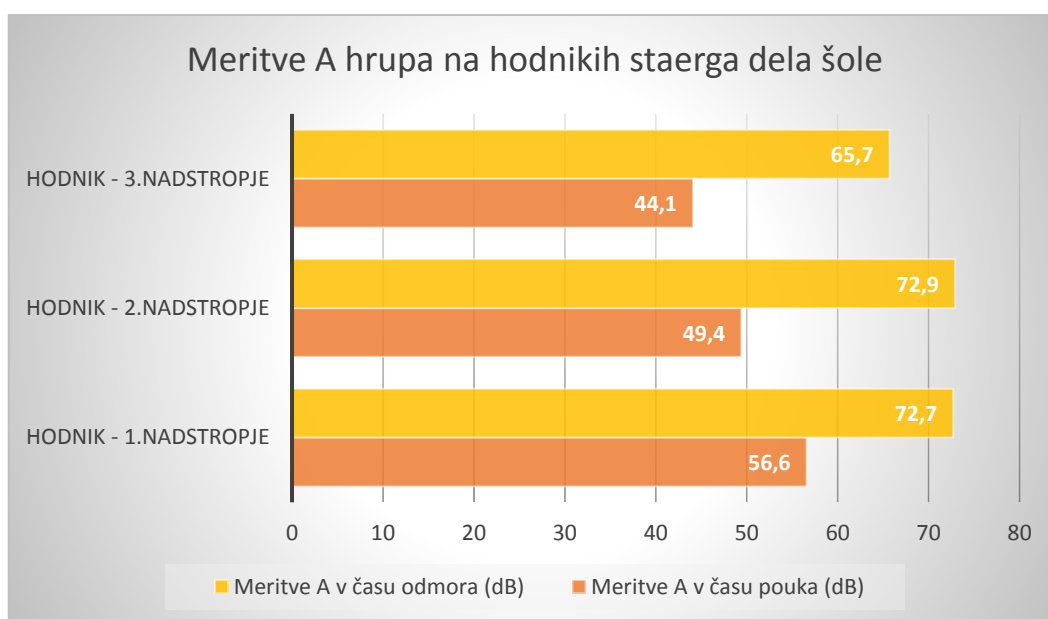
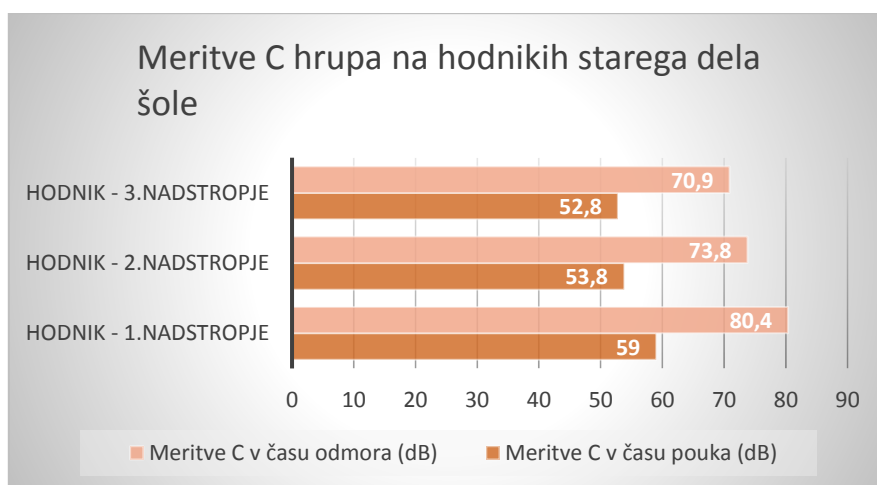


Tabela 6: Meritve C hrupa na hodnikih starega dela šole

Prostor	Meritve C v času pouka (dB)	Meritve C v času odmora (dB)
Hodnik - 1.nadstropje	59	80,4
Hodnik - 2.nadstropje	53,8	73,8
Hodnik - 3.nadstropje	52,8	70,9

Graf 3: Meritve C hrupa na hodnikih starega dela šole

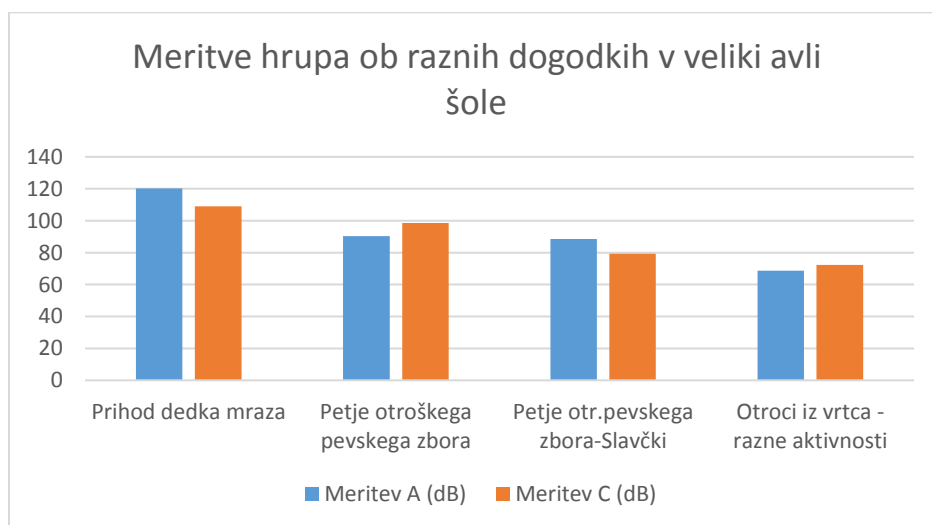


V tabeli 5 in tabeli 6 ter grafih 2 in 3 so prikazane meritve zvoka na različnih hodnikih šole med poukom in med odmorom, ko učenci II. in III. triade zamenjajo učilnice. Med odmorom je učencev na hodniku največ in posledično je jakost zvoka visoka, saj se otroci med seboj pogovarjajo, nekateri kričijo...

Tabela 7: Meritve hrupa ob raznih dogodkih v veliki avli šole

Dogodek	Meritev A (dB)	Meritev C (dB)
Prihod dedka mraza	120,3	109,1
Petje otroškega pevskega zbora	90,3	98,6
Petje otr.pevskega zbora-Slavčki	88,5	79,4
Otroci iz vrtca - razne aktivnosti	68,7	72,2

Graf 4: Meritve hrupa ob raznih dogodkih v veliki avli šole

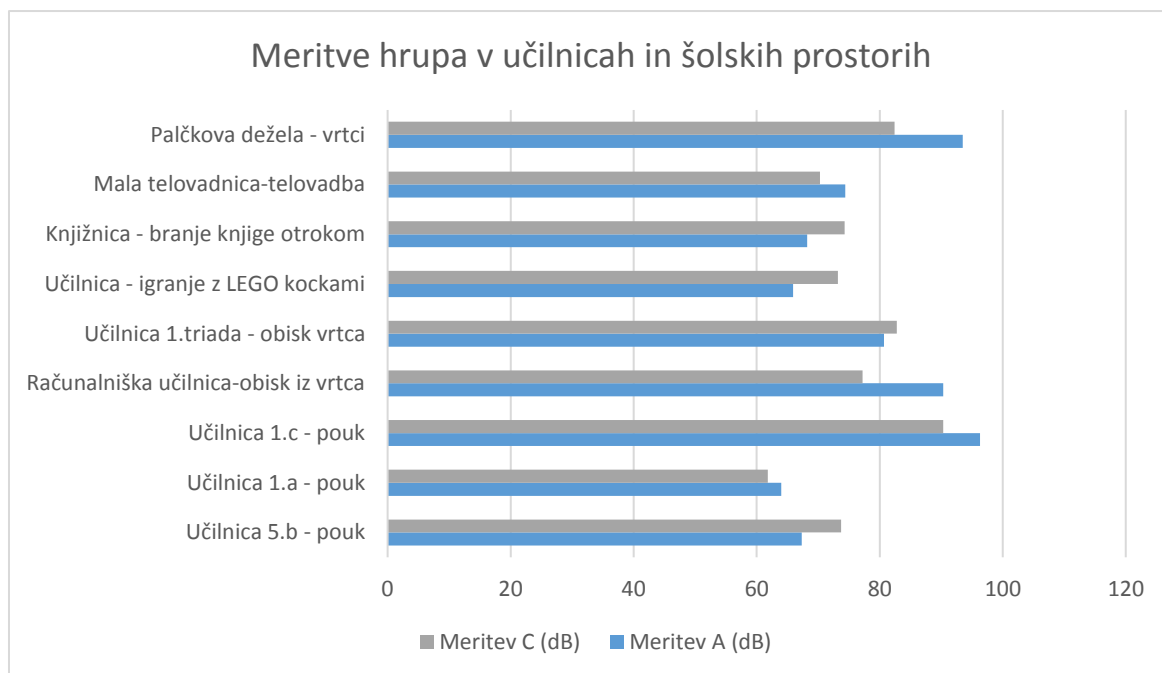


V tabeli 7 in grafu 4 so prikazane meritve jakosti zvoka v veliki avli na raznih prireditvah šole. Jakost zvoka smo merili pri prihodu dedka mraza za učence 1. triade. Učenci so glasno klicali dedka mraza in to je povzročilo visoko jakost zvoka. Meritev smo prav tako opravili pri petju otroškega pevskega zbora, kjer sodelujejo učenci od 3. do 5. razreda in otroškega pevskega zbora, kjer sodelujejo učenci od 1. do 2. razreda. Šolske prireditve lahko ustvarijo slab vtis, če je jakost hrupa previsoka v času same prireditve.

Tabela 8: Meritve hrupa v učilnicah in šolskih prostorih

Prostor - dogodek	Meritev A (dB)	Meritev C (dB)
Učilnica 5.b - pouk	67,3	73,7
Učilnica 1.a - pouk	64	61,8
Učilnica 1.c - pouk	96,3	90,3
Računalniška učilnica-obisk iz vrtca	90,3	77,2
Učilnica 1. triada - obisk vrtca	80,7	82,8
Učilnica - igranje z LEGO kockami	65,9	73,2
Knjižnica - branje knjige otrokom	68,2	74,3
Mala telovadnica-telovadba	74,4	70,3
Palčkova dežela - vrtci	93,5	82,4

Graf 5: Meritve hrupa v učilnicah in šolskih prostorih

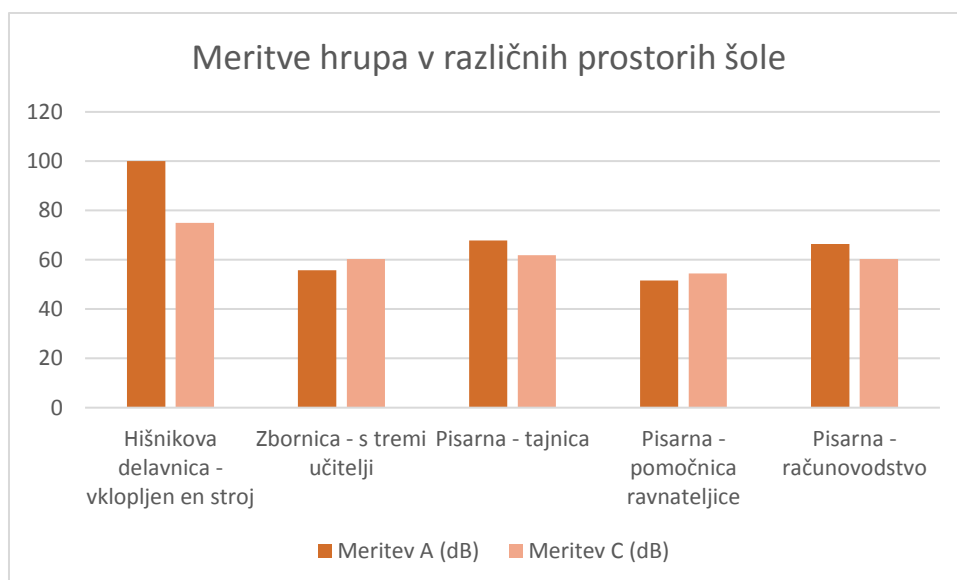


V tabeli 8 in grafu 5 so prikazane meritve jakosti zvoka med poukom v različnih razredih. Kot je razvidno iz tabele, je v določenih učilnicah pri pouku bila jakost zvoka previsoka. Jakost hrupa lahko vpliva na slabšo zbranost učencev kot tudi učiteljev, lahko povzroči glavobol, učenci in učitelji so posledično bolj nemirni...

Tabela 9: Meritve hrupa v različnih prostorih šole

Prostor	Meritev A (dB)	Meritev C (dB)
Hišnikova delavnica - vklopljen en stroj	100	75
Zbornica - s tremi učitelji	55,8	60,3
Pisarna - tajnica	67,8	61,9
Pisarna - pomočnica ravnateljice	51,6	54,4
Pisarna - računovodstvo	66,4	60,3

Graf 6: Meritve hrupa v različnih prostorih šole



V tabeli 9 in grafu 6 so predstavljene meritve jakosti zvoka v različnih prostorih šole, kot je pisarna za računovodstvo, tajništvo, pomočnice ravnateljice, zbornica, hišnikova delavnica kjer se zadržujejo samo zaposleni šole in ne učenci. Iz tabele je razvidno da je jakost hrupa previsoka v hišnikovi delavnici, vendar je v tistem času bil vklopljen en stroj.

6. ZAKLJUČEK

Hrup zelo vpliva na koncentracijo pri delu, na razumljivo komunikacijo, ki pa je zelo pomembna v šoli pri delu in učenju. Učenci in učitelji težje delujejo v prostoru, kjer je jakost hrupa previsoka. Zato smo izdelali napravo, katera bo opozorila na jakost hrupa v določenem prostoru.

Merilnik, katerega smo naredili v sklopu inovacijskega predloga, bomo lahko uporabljali v različne namene skozi vso leto. Povežemo ga lahko z računalnikom, kateri bo beležil meritve hrupa v določenem šolskem prostoru in nam posredoval podatke v realnem času. Podatki bodo dostopni na spletnem naslovu. Jakost hrupa lahko primerjamo poleti, jeseni, pozimi in pomladi. Merilec hrupa smo namestili v jedilnico, saj menimo, da je tam najvišji hrup in sicer med kosilom ter malico. S časom bomo merilce hrupa nastavili tudi v druge prostore šole, na primer v avlo, učilnice, hodnike ter s tem opozarjali na previsoko jakost hrupa.

7. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Hrup ima na nas vse različne možne posledice. Na nas vpliva fizično (naglušnost, poškodbe ušesa, izguba sluha,...) in tudi mentalno (slabo počutje, nespečnost, glavoboli,...). Dan danes smo vsakodnevno izpostavljeni preveliki količini hrupa, ki na nas, brez da bi se zavedali, močno vpliva. Najmočnejši hrup je v mestih, kjer nas pogosto obdajajo velike množice ljudi, glasna glasba, promet, različne industrije, itd. Na mlade še posebej vpliva tudi poslušanje glasbe s slušalkami, zaradi katere tudi slabše slišimo. Čeprav smo z nekaterimi temi stvarmi že obveščeni in se zavedamo, kako slabo vpliva na nas, še vedno nismo pripravljeni ničesar storiti za naše zdravje, zato se moramo sprijazniti s posledicami, ki jih trajna izpostavljenost preveliki količini hrupa povzroča, torej naglušnost, slabo počutje (glavoboli, nespečnost, slabost,...), nervoza in stres, ki ga vsakodnevno doživljamo in drugo. Pred hrupom se lahko vsaj malo zaščitimo z ušesnimi čepki ali pa se za nekaj dni umaknemo iz hrupnega mesta. S tem namenom smo izdelali merilec hrupa, saj smo želeli učence naše šole seznaniti s hrupom, kateremu so redno izpostavljeni in posledično ga želimo zmanjšati.

8. VIRI IN LITERATURA

Marina Svečko: Biologija 9, učbenik za 9.razred osnovne šole

Uradni list št.17/2006

Okoljski hrup, knjižica, Brüel & Kjaer, (http://ims.si/documents/literatura/okoljski_hrup.pdf)
(citirano: januar 2018)

<http://www.nijz.si/sl/osnovne-informacije-o-hrupu> (citirano: januar 2018)

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Decibel> (citirano: januar 2018)

<http://www.nijz.si/sl/hrup-in-zdravje> (citirano: januar 2018)

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED3653> (citirano: januar 2018)

https://www.conrad.si/Merilnik-hrupa-SL-100.htm?websale8=conrad-slowenien&ref=adwords&pi=100804&ci=SHOP_AREA_17633_0508010&gclid=EAIaIQobChMIo5_x0oab2QIVxLvtCh0SLw4HEAAYASAAEgI2JPD_BwE (citirano: januar 2018)

<https://www.arduino.cc/> (citirano: januar 2018)

Program: SketchUp Make 2017

Program: Fritzing

Program: Slic3er