

ŠOLSKI CENTER VELENJE
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA
Trg mladosti 3, 3320 Velenje
MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

UPORABNOST USMERJENEGA ZVOKA

Tematsko področje: APLIKATIVNI INOVACIJSKI PREDLOGI IN PROJEKTI

Avtorja:
Aneja Pirnat, 2. letnik
Tim Andrejc, 2. letnik

Mentorja:
Uroš Remenih, inž.
Samo Železnik, inž.

Velenje, 2021

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Šolskem centru Velenje, Elektro in računalniški šoli.

Mentorja: Uroš Remenih, inž.
Samo Železnik, inž.

Datum predstavitve: april 2021

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Šolski center Velenje, Elektro in računalniška šola, šolsko leto 2020/2021

KG zvočnik / usmerjeni zvočnik / ultrazvok

AV PIRNAT, Aneja / ANDREJC, Tim

SA REMENIH, Uroš / ŽELEZNIK, Samo

KZ

ZA ŠCV, Elektro in računalniška šola

LI 2021

IN **UPORABNOST USMERJENEGA ZVOKA**

TD Raziskovalna naloga

OP

IJ SL

JI sl / en

AI Usmerjeni zvočnik deluje tako, da z visoko frekvenco spremeni prej široke valove zvoka v ožje in bolj usmerjene. To pomeni, da lahko slišimo zvok le, če stojimo tik pred zvočnikom ali če se zvok odbije do nas preko kakšne odbojne površine. Raziskala sva učinkovitost tega zvočnika v različnih okoliščinah, da bi ugotovila, kje se ga da najbolj praktično uporabiti in v kakšnih okoliščinah deluje najbolj učinkovito. Raziskala sva različne načine, s katerimi bi si z usmerjenimi zvočniki lahko olajšali vsakdanje življenje. Poskušala sva ugotoviti, kje bi se najbolje uporabljali, npr. v razredih za učinkovitejše učenje, muzejih in galerijah za nemoteno ogledovanje umetnin, doma za gledanje televizije brez motečega vpliva na druge prisotne in še za mnoge druge različne scenarije.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Šolski center Velenje, Elektro in računalniška šola, school year 2020/2021

CX speaker/ directional speaker / ultrasound

AU PIRNAT, Aneja / ANDREJC, Tim

AA REMENIH, Uroš / ŽELEZNIK, Samo

PP

PB ŠCV, Elektro in računalniška šola

PY 2021

TI **THE USAGE OF DIRECTIONAL SOUND**

DT RESEARCH WORK

NO

LA SL

AL sl / en

AB A directional speaker functions by using high frequency to transform wide sound beams into narrower and more directed ones. Consequently, the sound can only be heard if the person is standing directly in front of the speaker within the narrow beam area, or if the beam is bounced off some sound-reflecting surface. We have researched the efficiency of the directional speaker in various circumstances to investigate its practicality and effectiveness to the fullest. We have focused our research on exploring the areas where the directional speaker could make our everyday life easier. We have tried to establish where it would be used most effectively, as for example in a classroom for a better learning experience, in museums and art galleries for an undisturbed viewing of collections, at home for watching TV without disturbing anyone else present, and many more different scenarios.

KAZALO VSEBINE

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Kaj so ultrazvočni pretvorniki?..... | 1 |
| 2. HIPOTEZE..... | 3 |
| 3. PREGLED OBJAV | 4 |
| 3.1. ZGODOVINA ULTRAZVOKA | 4 |
| 3.2. AUDIO SPOTLIGHT | 4 |
| 3.3. HYPERSONIC SOUND..... | 6 |
| 3.4. AUDIO BEAM | 7 |
| 4. UPORABA USMERJENEGA ZVOČNIKA V VSAKDANJEM ŽIVLJENJU | 8 |
| 4.1. KOMERCIALNO OGLAŠEVANJE | 8 |
| 4.2. OSEBNI ZVOK..... | 11 |
| 4.3. SIGNALIZACIJA NA ŽELEZNIŠKIH POSTAJAH | 15 |
| 4.4. POMOČ SLABOVIDNIM IN LJUDEM V STISKI..... | 16 |
| 5. IZVAJANJE PROJEKTA | 17 |
| 5.1. Kaj dela modulator?..... | 19 |
| 5.2. Kaj dela ojačevalec? | 20 |
| 5.3. Uporaba:..... | 21 |
| 5.4. Kaj je demodulacija? | 23 |
| 6. POTRJEVANJE HIPOTEZ | 27 |
| 6.1. Usmerjeni zvočnik pomaga zmanjšati motnje pri vsakodnevnih opravilih. | 27 |
| 6.2. Ultrazvočni usmerjeni zvok različno odseva od različnih površin. Bolj gladka kot je površina, bolj usmerjeno potuje zvok. | 28 |
| 6.3. Usmerjeni zvok lahko naredimo iz navadnega zvočnika..... | 29 |
| 7. ZAKLJUČEK..... | 30 |

| | |
|-----------------------------|----|
| 8. SUMMARY | 31 |
| 9. ZAHVALA..... | 32 |
| 10. VIRI IN LITERATURA..... | 33 |

KAZALO SLIK

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Ultrazvočni pretvornik (vir [3])..... | 1 |
| Slika 2: Shematika delovanja usmerjenega zvočnika (vir [4])..... | 2 |
| Slika 3: Ilustracija delovanja navadnega zvočnika..... | 2 |
| Slika 4: Joseph Pompei (vir [6])..... | 5 |
| Slika 5: Elwood Norris (vir [8]) | 6 |
| Slika 6: Audio Beam (vir [12])..... | 7 |
| Slika 7: Primer uporabe usmerjenega zvoka v muzeju (vir [14])..... | 8 |
| Slika 8: Primer uporabe usmerjenega zvoka v galeriji (vir [14]) | 9 |
| Slika 9: Primer uporabe usmerjenega zvoka v trgovini (vir [14])..... | 9 |
| Slika 10: Primer uporabe usmerjenega zvoka v restavraciji (vir [15])..... | 10 |
| Slika 11: Uporaba usmerjenega zvoka v osebni avtomobilu (vir [16]) | 11 |
| Slika 12: Primer gledanja televizije z usmerjenim zvokom (vir [17]) | 12 |
| Slika 13: Primer poslušanja glasbe brez motenj v domačem okolju (vir [19]) | 12 |
| Slika 14: Primer uporabe usmerjenega zvoka namesto budilke (vir [18]) | 13 |
| Slika 15: Primer uspavanke za otroke (vir [19])..... | 14 |
| Slika 16: Primer uporabe enosmernega zvoka v pisarni (vir [18])..... | 14 |
| Slika 17: Primer uporabe usmerjenega zvoka za opozorilo na železniški postaji (vir [14]) | 15 |
| Slika 18: Primer uporabe zvoka za pomoč pri evakuaciji (vir [20]) | 16 |
| Slika 19: Slika dokončanega usmerjenega zvočnika..... | 18 |
| Slika 20: Shematika usmerjenega zvočnika (vir [21])..... | 18 |
| Slika 21: Shematika modulatorja (vir [21])..... | 19 |
| Slika 22: Slika modulatorja | 19 |
| Slika 23: Slika ojačevalca..... | 20 |
| Slika 24: Slika učilnice | 21 |
| Slika 25: Skica odboja zvoka od stropa..... | 21 |
| Slika 26: Slika odboja zvoka od stropa. | 21 |
| Slika 27: Zadušitev usmerjenega zvoka s papirnato brisačko | 22 |
| Slika 28: Zadušitev usmerjenega zvoka z blazino..... | 22 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 29: Slika odboja zvoka od škatle | 23 |
| Slika 30: Slika razdalje prostora za raziskovanje | 24 |
| Slika 31: Slika padanja kvalitete zvočnika | 24 |
| Slika 32: Primerjava žarometa z zvokom (vir [27]) | 25 |
| Slika 33: Shema potovanja zvoka v obliki stožca | 26 |
| Slika 34: Skica odboja zvoka od različnih površin..... | 28 |
| Slika 35: Slika poskusa usmerjenega zvoka iz navadnega zvočnika..... | 29 |

1. UVOD

V tej raziskovalni nalogi je bil naš cilj ugotoviti, kje se usmerjeni zvočnik najboljše uporablja v vsakdanjem življenju in kako bi lahko v prihodnosti te zvočnike začeli uporabljati pri različnih vsakdanjih opravilih.

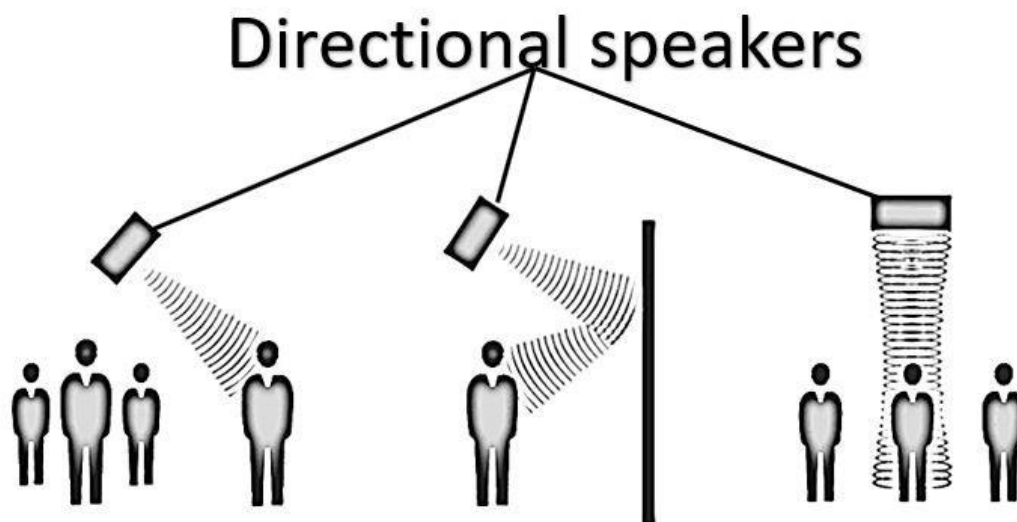
Največja razlika usmerjenih zvočnikov od navadnih je v tem, da ne proizvajajo običajnih, slišnih zvočnih valov. Namesto tega ustvarjajo ultrazvočne valove (visokofrekvenčne zvoke, ki so previsoki, da bi jih slišala naša ušesa) s pomočjo vrste električnih naprav, imenovanih ultrazvočni pretvorniki. Ultrazvok se uporablja, ker imajo njegovi visokofrekvenčni valovi ustrezno krajšo valovno dolžino in se, medtem ko potujejo, manj razširijo, kar pomeni, da ostanejo skupaj v žarku dlje kot pa navaden zvok. Zaradi nabora številnih ultrazvočnih pretvornikov se zvok manj lomi kot pri enem samem velikem pretvorniku. [1]

1.1. Kaj so ultrazvočni pretvorniki?

Ultrazvočni pretvorniki ali piezoelektrični pretvorniki so komponente, ki električno energijo pretvarjajo v mehansko. [2]

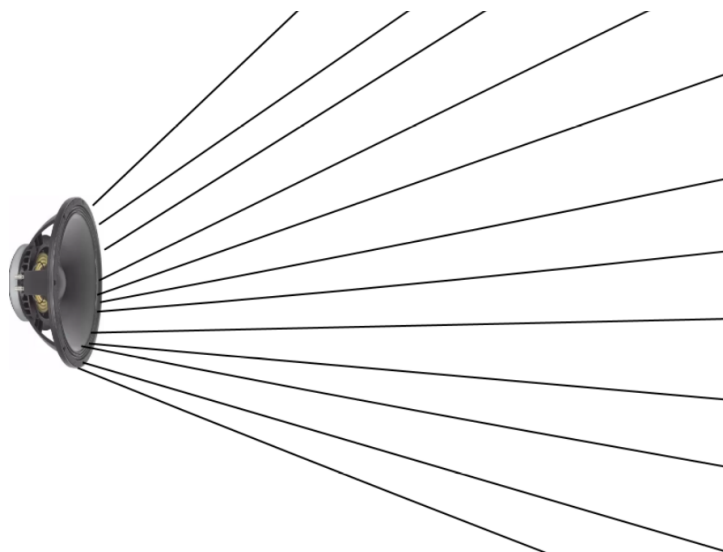


Slika 1: Ultrazvočni pretvornik (vir [3])



Slika 2: Shematika delovanja usmerjenega zvočnika (vir [4])

- Navaden zvočnik je narejen tako, da širi zvok čez cel prostor: ima papirnati ali plastični stožec, ki se premika naprej in nazaj in s tem pošilja zvok naprej. Več ko gre energije v zvočnik, dlje lahko potujejo zvočni valovi in glasnejši zvok je. [1]



Slika 3: Ilustracija delovanja navadnega zvočnika

2. HIPOTEZE

1. Ultrazvočni usmerjeni zvočnik pomaga zmanjšati motnje pri vsakodnevni opravi.
2. Usmerjeni zvok lahko naredimo iz navadnega zvočnika
3. Ultrazvočni usmerjeni zvok različno odseva od različnih površin. Bolj gladka kot je površina, bolj usmerjeno potuje zvok.

3. PREGLED OBJAV

3.1. ZGODOVINA ULTRAZVOKA

Tehnologijo ultrazvoka sta ameriška in sovjetska mornarica prvotno razvili za podvodni sonar sredi šestdesetih let prejšnjega stoletja. Pred tem so jo japonski raziskovalci na kratko raziskali v začetku osemdesetih let, vendar so z raziskavo prenehali zaradi izredno slabe kakovosti zvoka. Prihajalo je do velikega popačenja pa tudi strošek raziskave je bil zelo visok. Težave s popačenjem niso rešili, dokler ni leta 1998 dr. F. Joseph Pompei z Massachusetts Institute of Technology objavil članek, ki v celoti opisuje delujočo napravo, ki je zvočno popačenje zmanjšala na enakega kot pri navadnem zvočniku. [5]

Produkti

Od leta 2014 je znanih pet naprav, ki so na trgu in uporabljajo ultrazvok za ustvarjanje zvočnega žarka.

3.2. AUDIO SPOTLIGHT

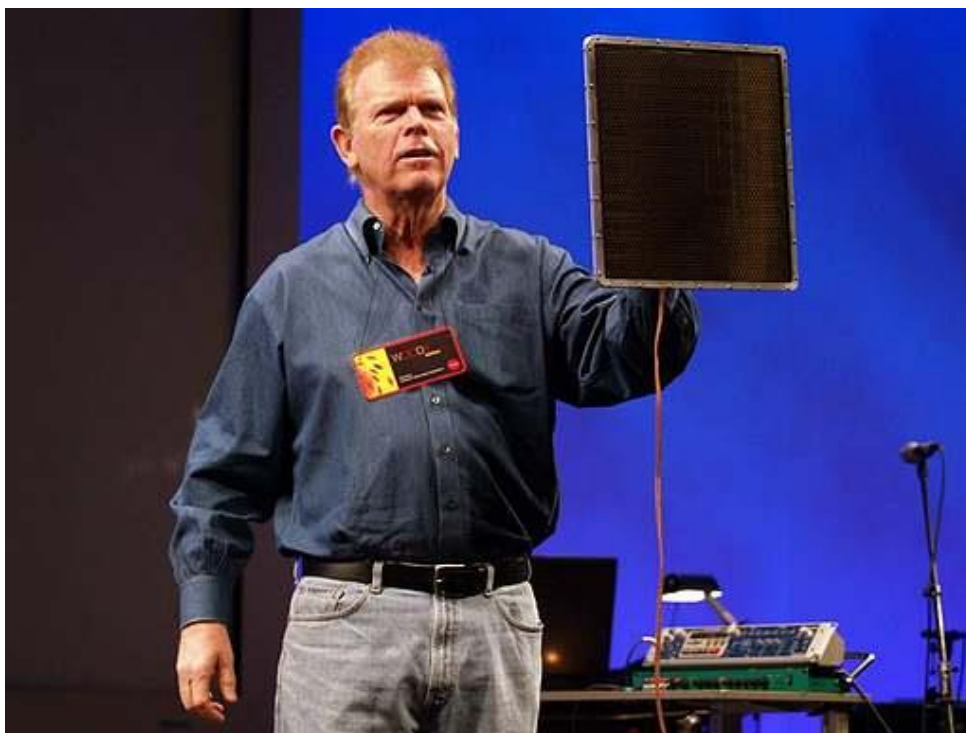
- F. Joseph Pompei iz MIT-a je razvil tehnologijo, ki se imenuje Audio Spotlight, leta 2000 pa jo je komercialno objavilo njegovo podjetje Holosonics, ki trdi, da je prodalo "na tisoče" svojih sistemov Audio Spotlight. Disney je bil med prvimi velikimi korporacijami, ki ga je sprejel za uporabo v Epcot Center, številni drugi primeri uporabe pa so prikazani na spletni strani Holosonics. Audio Spotlight je ozek žarek zvoka, ki ga je mogoče nadzorovati s podobno natančnostjo kot svetlobo žaromet. Uporablja ultrazvočni žarek, ki omogoča nadzor porazdelitve zvoka. Ultrazvok ima le nekaj milimetrov valovne dolžine, ki je veliko manjša od vira in zato naravno potuje v izredno ozkem žarku. Ultrazvok, ki vsebuje frekvence daleč zunaj obsega človeškega sluha, je popolnoma neslišen. Ko pa ultrazvočni žarek potuje po zraku, njegove značilne lastnosti povzročajo, da ultrazvok spremeni obliko na predvidljiv način. Tako nastanejo frekvenčne komponente v zvočnem pasu, ki jih je mogoče predvideti in nadzorovati. [6] [7]



Slika 4: Joseph Pompei (vir [6])

3.3. HYPERSONIC SOUND

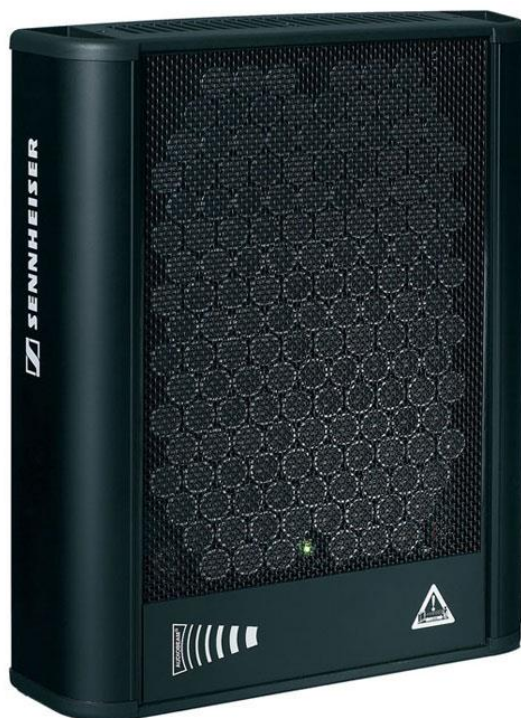
- Elwood "Woody" Norris, ustanovitelj in predsednik American Technology Corporation (ATC), je uspešno ustvaril napravo, ki je leta 1996 dosegla ultrazvočni prenos zvoka. Ta naprava je s piezoelektričnimi pretvorniki poslala dva ultrazvočna vala z različnimi frekvencami proti točki, kar ustvarja iluzijo, da v tej točki izvira zvočni vir. ATC je svojo napravo poimenoval in zaščitil kot HyperSonic Sound (HSS). Decembra 1997 je bil HSS eden izmed prispevkov v oddaji Popular of Science Best of What's New. Decembra 2002 je Popular Science HyperSonic Sound razglasil za najboljši izum leta 2002. Norris je leta 2005 prejel nagrado Lemelson-MIT za izum "hipersoničnega zvoka". ATC (zdaj imenovan LRAD Corporation) je septembra 2010 tehnologijo ločil od podjetja Parametric Sound Corporation, da bi se osredotočil na njihove izdelke Long Range Acoustic Device (LRAD). [8] [9]



Slika 5: Elwood Norris (vir [8])

3.4. AUDIO BEAM

- Nemško avdio podjetje Sennheiser Electronic je objavilo svoj izdelek na trg za približno 4.500 ameriških dolarjev.[11] Nič ne nakazuje na to, da je bil izdelek uporabljen v kateri javni aplikaciji. Izdelek je bil od takrat ukinjen. [10]



Slika 6: Audio Beam (vir [12])

4. UPORABA USMERJENEGA ZVOČNIKA V VSAKDANJEM ŽIVLJENJU

4.1. KOMERCIALNO OGLAŠEVANJE

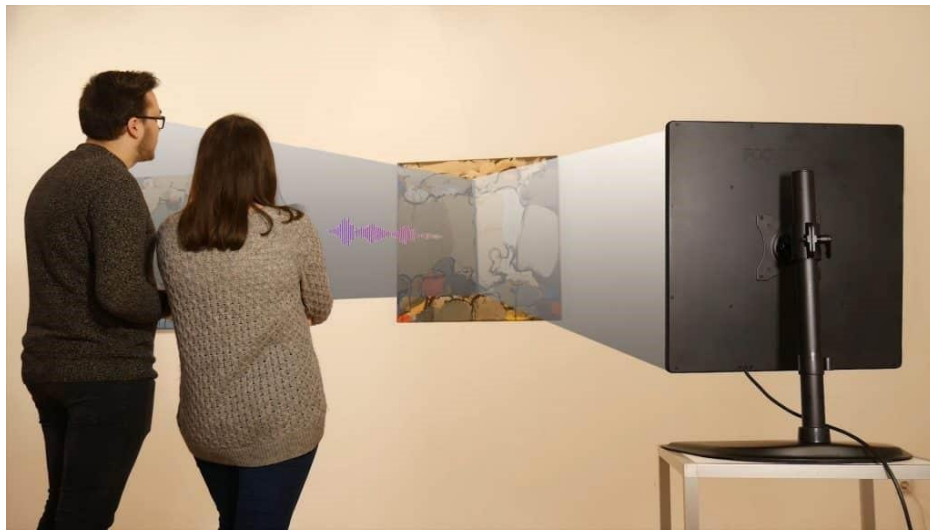
Zvočni signal je lahko usmerjen tako, da ga lahko sliši le določen mimoidoči ali nekdo zelo blizu. V komercialnih aplikacijah lahko usmerja zvok na eno osebo brez zunanjega zvoka. [13]

Primeri

- Uporaba v muzejih, galerijah, konvencijah, trgovinah ... za nemoteno ogledovanje predstavljenih predmetov.



Slika 7: Primer uporabe usmerjenega zvoka v muzeju (vir [14])



Slika 8: Primer uporabe usmerjenega zvoka v galeriji (vir [14])



Slika 9: Primer uporabe usmerjenega zvoka v trgovini (vir [14])

- Uporaba v gostilnah in restavracijah za vsako mizo posebej, kjer si lahko stranke vrtijo svojo glasbo samo pri svoji mizi.



Slika 10: Primer uporabe usmerjenega zvoka v restavraciji (vir [15])

4.2. OSEBNI ZVOK

Uporablja se lahko za osebni zvok, tako da ga sliši samo ena oseba ali skupina ljudi. [4]

Primeri

- Navodila za navigacijo, saj jih mora poslušati le voznik v avtomobilu, ne pa tudi potniki.

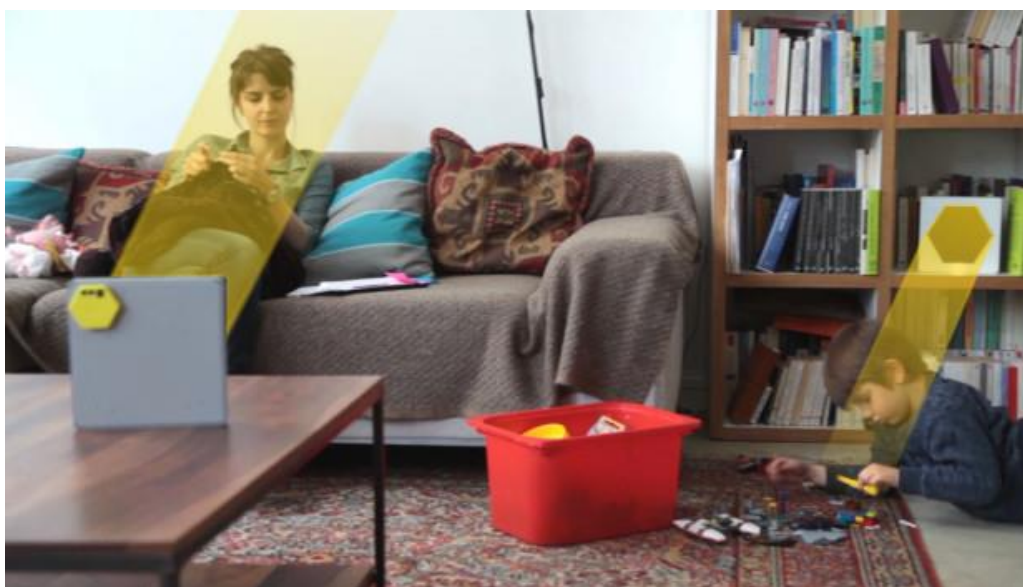


Slika 11: Uporaba usmerjenega zvoka v osebem avtomobilu (vir [16])

- Gledanje televizorja brez motenja drugih v sobi.



Slika 12: Primer gledanja televizije z usmerjenim zvokom (vir [17])



Slika 13: Primer poslušanja glasbe brez motenj v domačem okolju (vir [19])

- Budilka, ki zbudi le tistega, v katerega je usmerjena.



Slika 14: Primer uporabe usmerjenega zvoka namesto budilke (vir [18])

- Uspavanke za otroke.



Slika 15: Primer uspavanke za otroke (vir [19])

- V pisarnah in učilnicah za nemoteno delo.



Slika 16: Primer uporabe enosmerne zvoka v pisarni (vir [18])

4.3. SIGNALIZACIJA NA ŽELEZNIŠKIH POSTAJAH

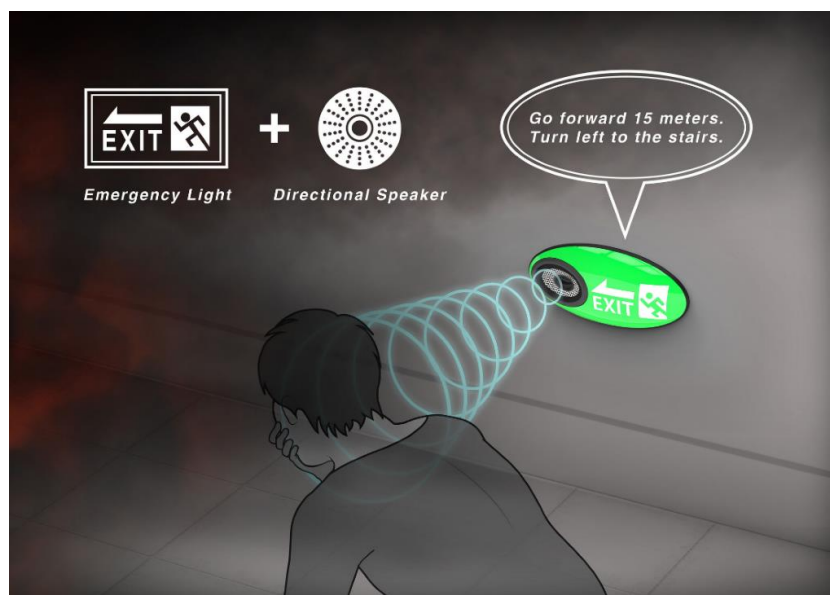
- Usmerjeno zvočno signaliziranje vlaka je mogoče doseči z uporabo ultrazvočnega žarka, ki bi opozoril na približevanje vlaka, hkrati pa se izognil motečim zvokom vlakovnega signala za okoliške domove in podjetja. [4]



Slika 17: Primer uporabe usmerjenega zvoka za opozorilo na železniški postaji (vir [14])

4.4. POMOČ SLABOVIDNIM IN LJUDEM V STISKI

- Usmerjeni zvočniki bi lahko pomagali tudi slabovidnim ljudem pri vsakdanjih opravilih pa tudi ljudem, ki se znajdejo v situacijah, v katerih je njihov vid poslabšan.



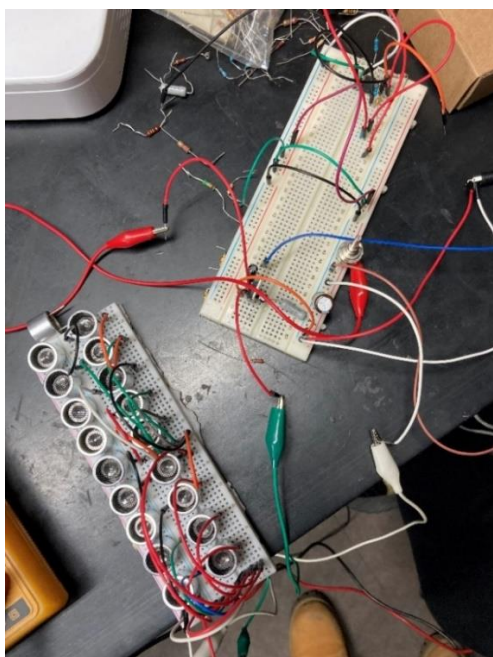
Slika 18: Primer uporabe zvoka za pomoč pri evakuaciji (vir [20])

5. IZVAJANJE PROJEKTA

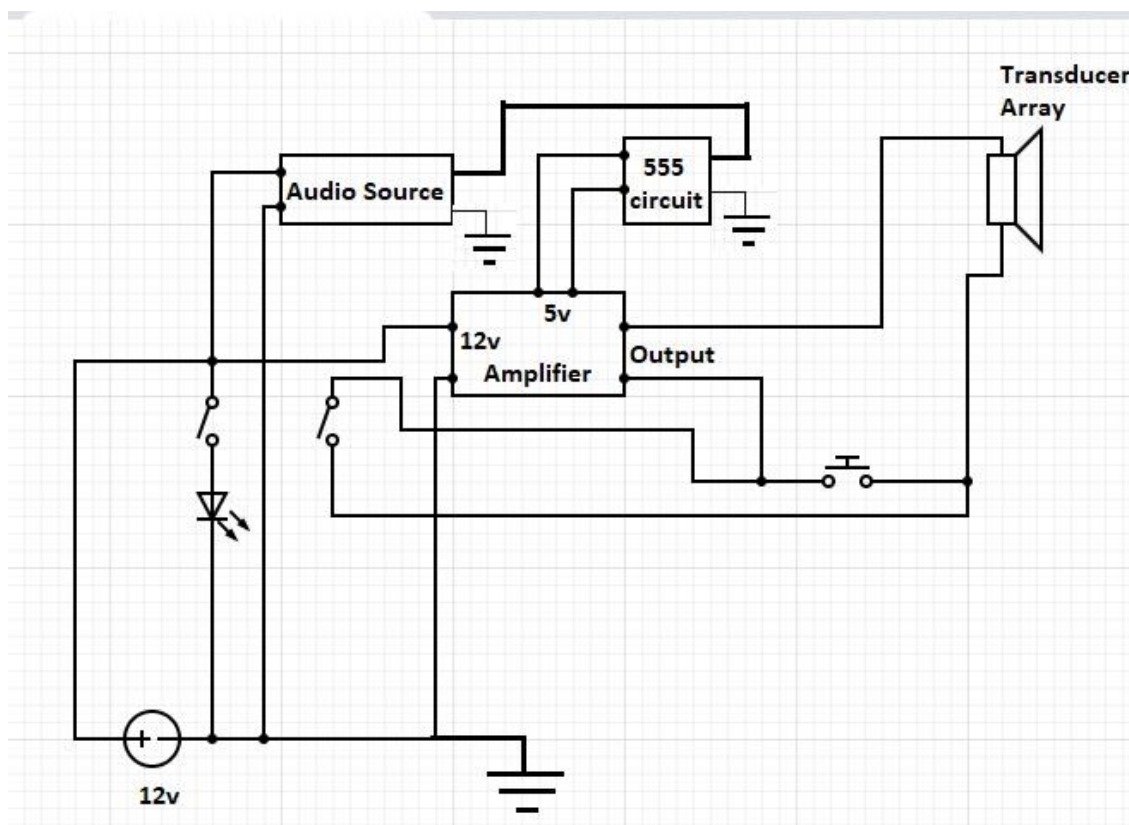
Cilj projekta je bil testiranje usmerjenega zvoka, zato sva na spletu našla preprost usmerjeni zvočnik, ki sva ga lahko izdelala s svojim omejenim znanjem elektrotehnike. Najprej sva na spletni strani Youtube preizkusila kodo od avtorja Meana Genea [24], a je imela težave s knjižnicami, za katere bi potrebovala več znanja, kot ga imava, zato sva se odločila za drugega avtorja, in sicer avtorja Shanea iz omenjene spletne strani. [25]

Ker najin glavni cilj pri tej nalogi ni bil izdelovanje zvočnika, ampak njegovo testiranje, se na ta del najine raziskovalne naloge nisva preveč podrobno osredotočila, čeprav se je izkazalo, da je bil to v nalogi najtežji del. S pomočjo mentorjev sva sestavila enostaven prototip usmerjenega zvočnika, ki je bil sestavljen iz piezoelektričnih pretvornikov, protoboarda, tranzistorja, kondenzatorjev, potenciometra in žic.

Pri sestavljanju smo morali paziti na pravilne vrednosti, saj pri nepravilnih razmerjih zvočnik ne bi najbolj učinkovito deloval, oz. sploh ne bi delal, torej smo morali vse upornike izmeriti na pravilne vrednosti. Velika težava je bila pri potenciometru, saj bi ga morali imeti v vrednosti 100 k ohm, a smo imeli dolgo časa samo 1 M ohm, ki smo ga kasneje tudi zamenjali. Zaradi tega je bil veliko manj natančen in smo porabili več časa za uravnavanje napetosti na tranzistorju.



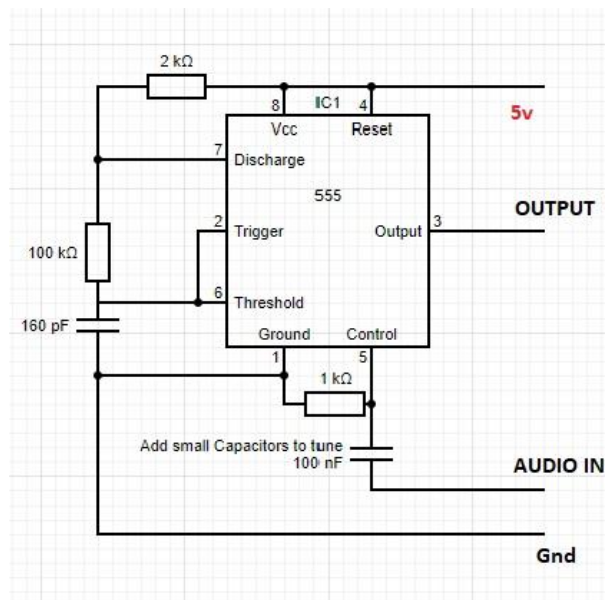
Slika 19: Slika dokončanega usmerjenega zvočnika



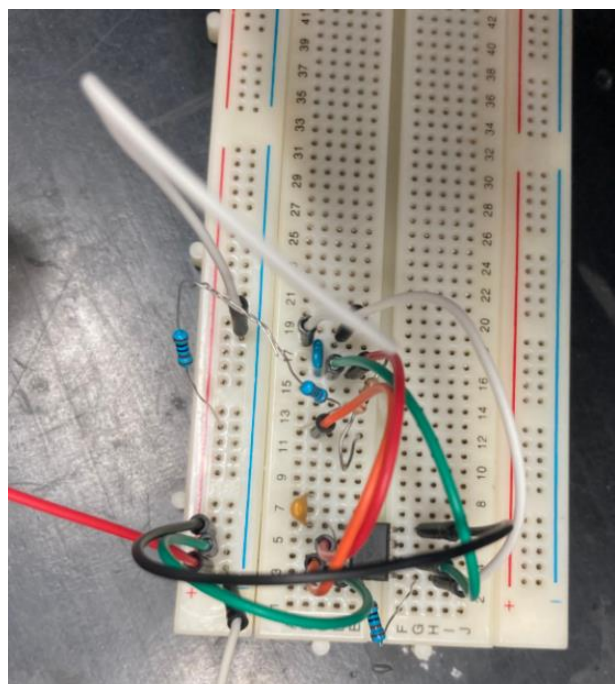
Slika 20: Shematika usmerjenega zvočnika (vir [21])

5.1. Kaj dela modulator?

Modulator spreminja frekvenco zvoka, preden ta pride do ojačevalca, saj zvok sam ni na tako visoki frekvenci. Z modulacijo žal izgubimo veliko basa. [22]



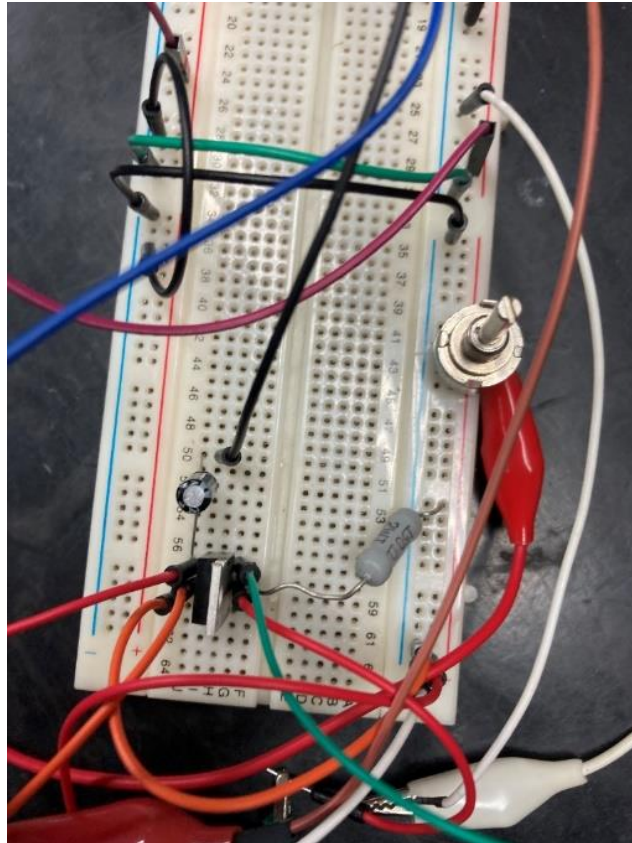
Slika 21: Shematika modulatorja (vir [21])



Slika 22: Slika modulatorja

5.2. Kaj dela ojačevalec?

Ojačevalec z dodatnim napajanjem ojača to frekvenco, ki potem pride do ultrazvočnih pretvornikov, ti pa nato naredijo zvok. [23]



Slika 23: Slika ojačevalca

5.3. Uporaba:

Soba, v kateri sva raziskovala.



Slika 24: Slika učilnice

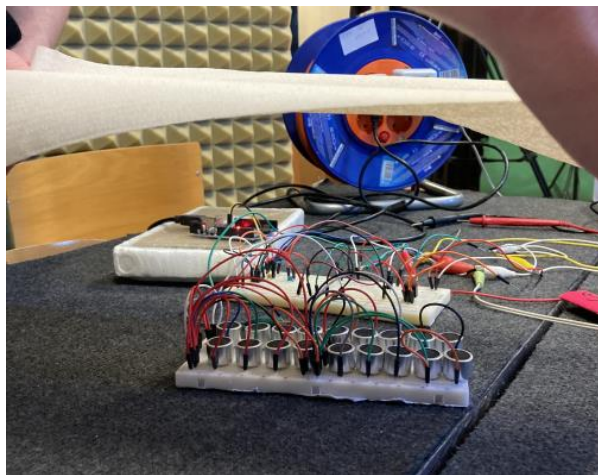
Soba je studijsko izolirana in nima skoraj nič odmeva, zato sva sklenila, da je dobro mesto za raziskovanje. Kmalu sva ugotovila, da zvok potuje kar daleč, saj se je odbijal od stropa, ki ni zvočno izoliran.



Slika 25: Skica odboja zvoka od stropa

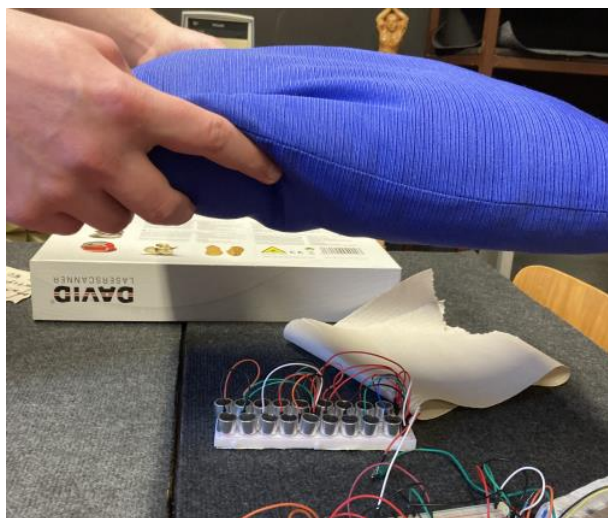
To, da se je zvok odbijal od stropa, je bilo nepričakovano, vendar sva se odločila, da bova to izkoristila za testiranje načinov, kako bi lahko zvok zadušila.

Najprej sva preizkusila zvok zadušiti s papirnato brisačko. Na najino presenečenje, je delovalo, vendar ne popolnoma. Zvok se je slišal manj in bolj šumeče, vendar ga je bilo še vedno možno razločiti.



Slika 27: Zadušitev usmerjenega zvoka s papirnato brisačko

Po poskusu z brisačko sva uporabila nekaj debelejšega, ki bolj vpije zvok, in sicer blazino. Čez blazino se zvok niti malo ni slišal, kar je bilo zelo presenetljivo, saj to deluje precej drugače kot pri uporabi navadnega zvočnika. Tam se je zvok kljub prepreki odbijal od drugih površin in se je slišal povsod po sobi.



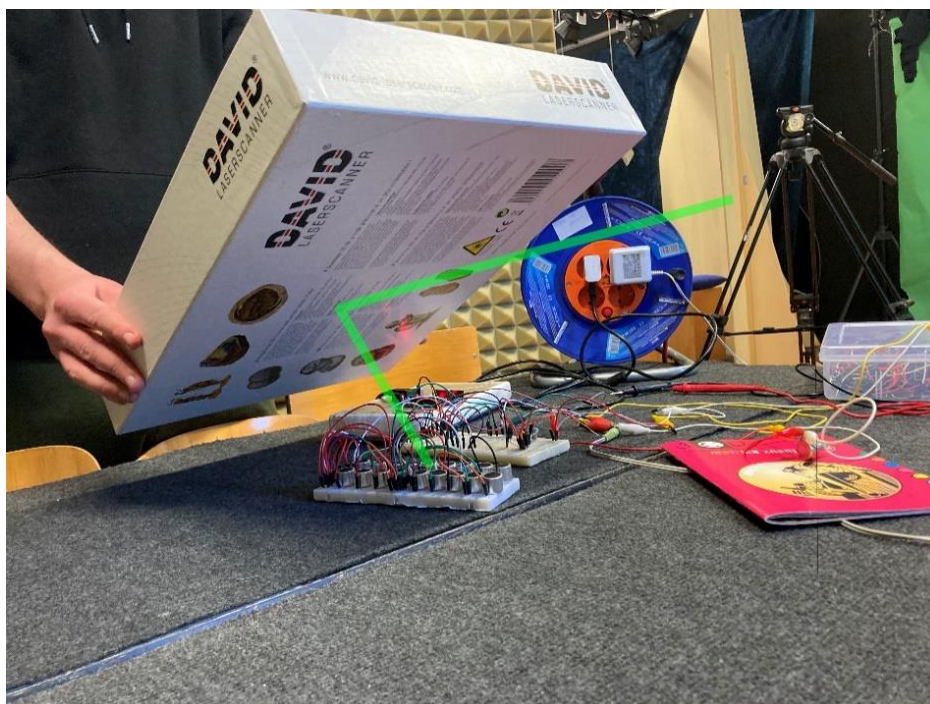
Slika 28: Zadušitev usmerjenega zvoka z blazino

Kot že prej omenjeno zvočnik ustvarja zelo ozke žarke, to pomeni, da moramo stati direktno pred njim oz. zelo blizu površine, kjer se zvok demodulira. Če postavimo med osebo in zvočnik nek predmet, kot npr. list papirja, oseba zvoka ne bo slišala. Pri načrtovanih odbojih zvoka zaradi načina demodulacije nastane učinek, pri katerem naši možgani mislijo, da zvok izvira iz odbite površine in ne iz zvočnika.

5.4. Kaj je demodulacija?

Demodulacija je pridobivanje informacijskih signalov (slike ali zvoka) od nosilnega vala. [26]

Preizkusila sva odboj zvoka od škatle in sva ugotovila, da se potem sliši, kot da vir zvoka prihaja iz škatle, ne iz zvočnika.



Slika 29: Slika odboja zvoka od škatle

Preizkusila sva, kako daleč zvok dejansko potuje, a sva bila omejena z velikostjo sobe.



Slika 30: Slika razdalje prostora za raziskovanje

Lahko pa sva preizkusila, kako oddaljenost učinkuje na kvaliteto in jakost zvoka. Opazila sva, da se glasnost po dolžini ni spreminjala veliko, ampak se je spreminjal šum. Po približno 1,5 metra je začel zvok stopnjujoče vedno bolj šumeti.



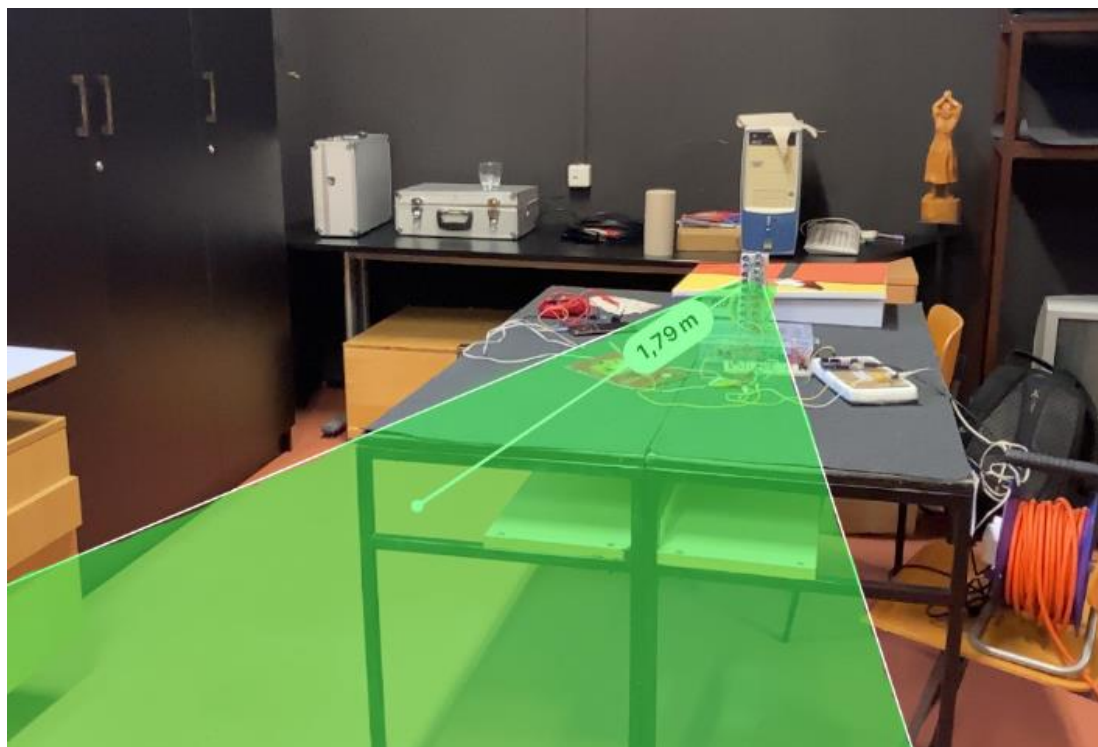
Slika 31: Slika padanja kvalitete zvočnika

Opazila sva, da se zvok drugače obnaša kot pa pri navadnem zvočniku. Namesto da se zvok širi v vse smeri, bolj potuje v obliki stožca, ki se postopoma širi. To pomeni, da ima zvok podoben efekt kot žarometna luč.



Slika 32: Primerjava žarometa z zvokom (vir [27])

Če stojimo zelo blizu zvočnika, ampak ne direktno pred njim, zvok ne bo pripotoval do nas. Če stopimo nekaj korakov nazaj od zvočnika, bomo zvok slišali vedno bolje, saj se žarek, v katerem potuje, širi (potuje v obliki stožca).



Slika 33: Shema potovanja zvoka v obliki stožca

6. POTRJEVANJE HIPOTEZ

6.1. Usmerjeni zvočnik pomaga zmanjšati motnje pri vsakodnevnih opravilih.

V vsakdanjem življenju opravljamo veliko opravil, na katera se moramo osredotočiti. Zaradi tega so lahko vrste zvoka okoli nas zelo moteče. Ta problem se lahko hitro razreši z usmerjenim zvokom, saj bo oseba, ki gleda različne filme, opravlja svoje delo, posluša glasbo ..., lahko počela to nemoteno, hkrati pa ne bo motila drugih oseb okoli sebe.

To sva dokazala z raziskovanjem v dobro izolirani studijski sobi, kjer sva ugotovila, da če imamo zvočnik pred sabo, stojimo, oz. sedimo v njegovem »stožcu«, slišimo zvok le mi. Da ta hipoteza velja za potrjeno, potrebujemo zelo dobro izolirano sobo, saj sva odkrila tudi, da je zvok zelo občutljiv na neravne površine (strop) in se že od njih lahko odbija na druge strani.

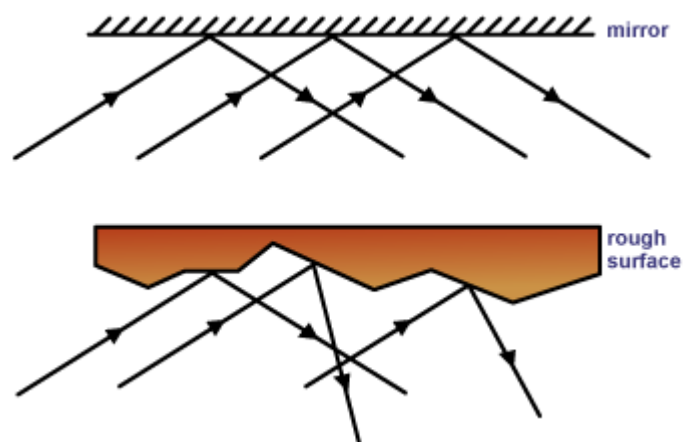
- Ta hipoteza je potrjena.

6.2. Ultrazvočni usmerjeni zvok različno odseva od različnih površin.

Bolj gladka kot je površina, bolj usmerjeno potuje zvok.

Zvočni valovi potujejo v skoraj ravni črti, ob zadetku neke površine se odbijajo, zato se pri hrapavih površinah zvok bolj odbija kot pa pri gladkih.

To hipotezo sva potrdila s tem, ko sva zvočnik postavila navpično navzgor in se je zvok odbijal od stropa v vse smeri, saj strop ni čisto gladka površina. Pri odboju od škatle, ki je bila bolj gladka od stropa, pa se je zvok odbijal veliko bolj usmerjeno.



Slika 34: Skica odboja zvoka od različnih površin

- Ta hipoteza je potrjena.

6.3. Usmerjeni zvok lahko naredimo iz navadnega zvočnika

Odgovor ni enostranski, saj deluje in ne deluje na enak čas. Zvoka ne usmeri, temveč ojača v določeno smer. To pomeni, da se zvok vseeno sliši, kadar stojimo npr. za telefonom, na strani telefona itd., vendar se iz vseh drugih strani sliši slabše in nekoliko izkrivljeno. Ko stojimo pred zvočnikom, (se pravi v smeri, v kateri je zvok ojačan), se zvok sliši glasneje in povzroči »iluzijo« usmerjenega zvoka, vendar vseeno ne zveni enako kot najin usmerjeni zvočnik.

Pri usmerjenem zvočniku se zvok ne sliši na nobeno drugo stran, kot pa v tisto, v katero je obrnjen. To pomeni, da zvoka ne bomo slišali, če stojimo za zvočnikom (razen če se zvok do nas odbije iz druge smeri). Poskus z navadnim zvočnikom je vseeno kar dober primer usmerjenega zvoka, če nimamo usmerjenega zvočnika, vendar vseeno ni enako.

- Ta hipoteza je delno potrjena.



Slika 35: Slika poskusa usmerjenega zvoka iz navadnega zvočnika

7. ZAKLJUČEK

Usmerjeni zvočnik deluje tako, da z visoko frekvenco spremeni prej široke valove zvoka v tanjše in bolj usmerjene. To pomeni, da lahko slišimo zvok le, če stojimo tik pred zvočnikom ali pa če se zvok odbije do nas preko kakšne odbojne površine. Raziskala sva učinkovitost tega zvočnika v različnih okoliščinah, da bi ugotovila, kje se da najbolj praktično uporabiti in v kakšnih okoliščinah deluje najbolj učinkovito. Raziskala sva različne načine, s pomočjo katerih bi si lahko z usmerjenim zvočnikom olajšali vsakdanje življenje. Poskušala sva ugotoviti, kje bi se usmerjeni zvočniki najbolj uporabljali kot npr. v razredih za bolj učinkovito učenje, muzejih in galerijah za nemoteno ogledovanje umetnin, doma za gledanje televizorja brez motenja drugih v sobi in še v mnogo več različnih scenarijih.

8. SUMMARY

A directional speaker functions by using high frequency to transform wide sound beams into narrower and more directed ones. Consequently, the sound can only be heard if the person is standing directly in front of the speaker within the narrow beam area, or if the beam is bounced off some sound-reflecting surface. We have researched the efficiency of the directional speaker in various circumstances to investigate its practicality and effectiveness to the fullest. We have focused our research on exploring the areas where the directional speaker could make our everyday life easier. We have tried to establish where it would be used most effectively, as for example in a classroom for a better learning experience, in museums and art galleries for an undisturbed viewing of collections, at home for watching TV without disturbing anyone else present, and many more different scenarios.

9. ZAHVALA

Za pomoč pri raziskovalni nalogi bil se zahvalila:

- mentorjema Samu Železniku in Urošu Remenihu za pomoč pri izdelavi prototipa in celotni izvedbi projekta,
- profesorici Sonji Lubej za lektoriranje slovenskega besedila,
- profesorici Beti Tomic za lektoriranje angleškega besedila.

10. VIRI IN LITERATURA

Vir[1]<https://www.explainthatstuff.com/directional-loudspeakers.html>

(27. 1. 2021)

Vir[2]<https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=109380&lang=slv&prip=dkum:8714658:d2>

(3.4.2021)

Vir[3]<https://www.megashop.si/kpus-40t-16r-k769-ultrazvo-ni-sprejemnik-40-khz-premer-xv-16x12mm-507764>

(27.1.2021)

Vir[4]<https://www.how2shout.com/what-is/what-are-directional-speakers-how-directional-sounds-can-be-useful.html>

(30.1.2021)

Vir[5]105th AES Conv, Preprint 4853, 1998

(3.4.2021)

Vir[6]<https://www.holosonics.com/press-release-may-8-2019>

(9.10.2020)

Vir [7]<https://www.holosonics.com/what-makes-a-sound-source-directional>

(10.11.2020)

Vir[8]https://www.ted.com/speakers/woody_norris

(3.1.2021)

Vir[9]<https://web.archive.org/web/20120322230621/http://www.parametricsound.com/AboutUs/HistoryandBackground.aspx>

(3.4.2021)

Vir[10]https://archive.is/20120914121437/http://www.sennheiserusa.com/professional_tour-guide-systems_audiobeam_009859

(5.2.2021)

Vir[11]https://en.wikipedia.org/wiki/Sound_from_ultrasound

(13.1.2021)

Vir[12]<https://av.loyola.com/products/audio/sennheiser-speaker-audiobeam.html>

(5.2.2021)

Vir[13]https://www.ted.com/talks/woody_norris_hypersonic_sound_and_other_inventions

(13.1.2021)

Vir[14]<https://www.focusonics.com/applications/>

(15.1.2021)

Vir[15]<https://www.browninnovations.com/news/2017/10/11/10-applications-for-directional-speakers>

(21.1.2021)

Vir[16]<https://www.indiegogo.com/projects/sray-world-s-smallest-directional-speaker#/>

(10.11.2020)

Vir[17]<https://www.holosonics.com/>

(15.1.2021)

Vir[18]<https://www.indiegogo.com/projects/a-speaker-the-speaker-that-only-you-can-hear/>

(11.11.2020)

Vir[19]<https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3496987/No-annoying-music-New-speaker-projects-sound-straight-listener-without-nearby-overhearing.html>

(13.2.2021)

Vir[20]<https://ifworlddesignguide.com/entry/156485-saving-whisper>

(16.1.2021)

Vir[21]<https://www.hackster.io/ShaneB/ultrasonic-sound-gun-parametric-speaker-56381c>

(12.1.2021)

Vir[22]<https://www.taitradioacademy.com/topic/how-does-modulation-work-1-1/>

(22.2.2021)

Vir[23]<https://www.explainthatstuff.com/amplifiers.html>

(22.2.2021)

Vir[24]<https://www.youtube.com/watch?v=9hD5FPVSsV0>

(10.11.2020)

Vir[25]<https://www.youtube.com/watch?v=TQOabMOMGoE&t=4s>

(10.11.2020)

Vir[26]<https://www.dictionary.com/browse/demodulate>

(2.4.2021)

Vir[27]<https://depositphotos.com/stock-photos/flashlight-beam.html>

(25.3.2021)

Vir[28]<https://www.daviddarling.info/encyclopedia/R/reflection.html>

(1.4.2021)