

## **Od preproge do keramičnih ploščic: kateri materiali najbolj učinkovito zmanjšajo hrup?**

avtorice:

Sajra Adilović, Ina Murko, Hana Žerjav

mentor:

Boštjan Štih, prof. bio. in kem.

področje: fizika

**Mestna občina Celje, Mladi za Celje**  
Celje, 2025



**Osnovna šola Hudinja, Celje**

**Od preproge do keramičnih ploščic:  
kateri materiali najbolj učinkovito zmanjšajo hrup?**

področje: fizika

avtorji:

Sajra Adilović

Ina Murko

Hana Žerjav

mentor:

Boštjan Štih, prof. bio. in kem

Murska Sobota, marec 2025

# Kazalo

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Kazalo slik .....                                                                                       | 2  |
| Kazalo grafikonov .....                                                                                 | 2  |
| Povzetek .....                                                                                          | 3  |
| 1 Uvod.....                                                                                             | 4  |
| 1.1 Teoretske osnove.....                                                                               | 4  |
| 1.2 Opis raziskovalnega problema.....                                                                   | 6  |
| 1.3 Hipoteze .....                                                                                      | 6  |
| 1.4 Raziskovalne metode .....                                                                           | 7  |
| 2 Osrednji del.....                                                                                     | 10 |
| 2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov .....                                                         | 11 |
| 2.1.1 Dušenje zvoka frekvence 440 Hz, ki se širi po zraku skozi materiale različnih debelin.....        | 11 |
| 2.1.2 Dušenje zvoka, ki se širi po zraku pri različnih frekvencah in različnih materialih .....         | 12 |
| 2.1.3 Dušenje zvoka frekvence 440 Hz, ki se širi po zraku za različnih materiale različnih debelin..... | 14 |
| 2.2 Diskusija .....                                                                                     | 16 |
| 3 Zaključek .....                                                                                       | 18 |
| 4 Viri in literatura.....                                                                               | 19 |

## **Kazalo slik**

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Zvočnik, kot vir zvoka v ovoju iz mehurčkaste folije.....   | 7  |
| Slika 2: Merilnik jakosti zvoka, s katerim smo izvajale meritve..... | 8  |
| Slika 3: Zaslonska slika aplikacije za generiranje zvoka .....       | 8  |
| Slika 4: Vzorci testiranih materialov .....                          | 9  |
| Slika 5: Postavitev tunela in merilnika .....                        | 9  |
| Slika 6: Nameščanje testiranega materiala .....                      | 10 |

## **Kazalo grafikonov**

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafikon 1: Rezultati meritev jakosti pri frekvenci 440 Hz in dušenju z različnimi materiali .....                                   | 11 |
| Grafikon 2: Rezultati meritev jakosti pri frekvencah 220 Hz, 440 Hz in 880 Hz ter dušenju z različnimi materiali debeline 5 cm ..... | 12 |
| Grafikon 3: Rezultati meritev jakosti pri frekvenci 440 Hz ter dušenju z različnimi materiali različnih debelin .....                | 14 |

## Povzetek

V naši raziskovalni nalogi smo preučevale, kako različni materiali zavirajo širjenje zvoka po zraku.

Namen naloge je bil ugotoviti, kateri materiali najbolj zmanjšajo jakost zvoka ter kako na dušenje vpliva debelina materiala.

Raziskavo smo izvedle z eksperimentom, pri katerem smo merile jakost zvoka pred in po prehodu skozi različne materiale. Preizkusile smo stiropor, stirodur, preprogo, pisarniški papir, iverne plošče in keramične ploščice. Prav tako smo preučevale vpliv debeline materiala ter učinkovitost dušenja pri različnih frekvencah zvoka.

Rezultati so pokazali, da je bil med najmanj učinkovitimi materiali stiropor, medtem ko so se kot najbolj učinkovite izkazale keramične ploščice. Preproga je bila zelo dobra pri dušenju visokih frekvenc, medtem ko so iverne plošče, keramične ploščice in pisarniški papir bolje dušili nizke tone. Ugotovile smo tudi, da debelina materiala pomembno vpliva na dušenje – debelejši materiali so vedno bolj zmanjševali jakost zvoka.

Na podlagi raziskave smo ugotovile, da je izbira materiala za zvočno izolacijo odvisna od vrste zvoka, ki ga želimo dušiti. Prav tako smo spoznale, da lahko že vsakdanji materiali, kot je preproga, učinkovito pripomorejo k zmanjšanju hrupa v prostoru.

Ključne besede: zvok, zvočna izolacija, materiali, frekvenca, dušenje zvoka, debelina material

## Summary

In our research project, we investigated how different materials impede the propagation of sound through air.

The aim of the study was to determine which materials most effectively reduce sound intensity and how material thickness affects sound attenuation.

We conducted the study through an experiment in which we measured the sound intensity before and after it passed through various materials. The materials tested included expanded polystyrene (EPS), extruded polystyrene (XPS), carpet, office paper, particle board, and ceramic tiles. We also examined the influence of material thickness and assessed the effectiveness of sound attenuation across different sound frequencies.

The results showed that expanded polystyrene was the least effective material, while ceramic tiles performed the best overall. The carpet was particularly efficient in attenuating high-frequency sounds, whereas particle board, ceramic tiles, and office paper were more effective at dampening low-frequency sounds. In all cases, increased material thickness led to greater reduction in sound intensity.

Based on our findings, we concluded that the choice of sound-insulating material should depend on the type of sound to be attenuated. Additionally, we discovered that even common materials, such as carpets, can significantly contribute to reducing noise in indoor environments.

Keywords: sound, sound insulation, materials, frequency, sound attenuation, material thickness

# 1 Uvod

## 1.1 Teoretske osnove

Zaznavanje zvoka pomembno vpliva na življenje ljudi in živali. Z zvokom se sporazumevamo in spoznavamo okolje, v katerem živimo. V različnih okoljih prevladujejo različni zvoki. V mestu zaznavamo popolnoma drugačne zvoke kot v gozdu, na travniku, na morju, v gorah ... Zvok lahko proizvedemo z najrazličnejšimi predmeti oziroma zvočili (oddajniki zvoka). Zvočila, ki se tresejo hitreje, oddajajo višje zvoke kot zvočila, ki se tresejo počasneje. Število tresljajev (nihajev), ki jih naredi zvočilo v eni sekundi, imenujemo frekvenca zvoka. Zvok točno določene frekvence imenujemo ton. (Godec, Grubelnik, Glažar, Jamšek, & Zmazek, 2015)<sup>3</sup>

Ko zvočilo zaniha, se tresljaji prenašajo na okoliško snov. Nastanejo zgoščine in razredčine, ki se širijo po zraku v vse smeri. To širjenje imenujemo širjenje zvoka. Zvok se ne širi samo po zraku, širi se lahko po različnih snoveh (vodi, železu, lesu, steklu ...). Tresljaji, ki jih povzroča zvočilo, se lahko prenašajo po snoveh tako, da gradniki snovi (atomi, molekule) trkajo drug ob drugega. Če snovi nimamo, se zvok ne more širiti, saj nimamo gradnikov snovi, da bi prenašali tresljaje, ki jih povzroča zvočilo. (Godec, Grubelnik, Glažar, Jamšek, & Zmazek, 2015)<sup>3</sup>

Zvoki se razlikujejo med seboj tudi po jakosti. Glasen in za ušesa neprijeten zvok imenujemo hrup. Glasnejši je zvok, večja energija se prenaša z zvokom. Večja energija pa pomeni močnejše tresljaje. Pri tem se lahko bobnič tako močno zatrese, da nastanejo trajne okvare ušesa. Še posebej je škodljivo, če smo dlje časa izpostavljeni glasnemu zvoku. (Godec, Grubelnik, Glažar, Jamšek, & Zmazek, 2015)<sup>3</sup>

Tudi pri nekaterih opravilih in na delovnih mestih (košnja trave, železarstvo, kovaštvo, gozdarstvo, delo na cesti ...) moramo biti pozorni, da nismo izpostavljeni dolgotrajnemu glasnemu zvoku. Zaščititi se moramo z ustreznimi čepki oziroma zaščitnimi slušalkami za ušesa. Moteč je tudi zvok ob prometnih cestah, tako za ljudi kot živali. Ob prometne ceste zato postavljamo zvočne pregrade. (Godec, Grubelnik, Glažar, Jamšek, & Zmazek, 2015)<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Godec, G., Grubelnik, L., Glažar, S., Jamšek, S., & Zmazek, B. (2015). Naravoslovje 7. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno 18. 2. 2025 iz <https://eucbeniki.sio.si/nar7/1221/index.html>

Zvočno onesnaženje, opredeljeno kot nezaželen ali škodljiv zvok, ki moti človekove dejavnosti ali naravno ravnovesje, predstavlja resen problem v sodobni družbi. Glavni viri tovrstnega onesnaženja so promet, industrijska dejavnost in slabo načrtovana urbana območja, kjer so stanovanjski in industrijski objekti preblizu drug drugemu. (Zvočno onesnaževanje, 2024)<sup>6</sup>

Glede na način nastajanja zvočne motnje prehaja zvok po stenah in medetažnih konstrukcijah v stavbi na dva načina. Pri prvem nastajajo moteči zvoki v prostoru in se razširjajo po zraku. Govorimo o tako imenovanem zvoku v zraku, pri katerem zvočno valovanje udarja ob stene prostora in se skozi širi v sosednje prostore. Sem spadajo glasen govor, zvoki, ki jih oddajajo avdio-vizualne naprave, gospodinjski aparati, hišne naprave in napeljave, tudi hrup iz okolja. Zvok, ki nastane z neposrednim »vzbujanjem« gradbene konstrukcije, pa je udarni zvok. Povzročamo ga s hojo ali premikanjem pohištva, na primer, sem spadajo tudi vibracije, ki nastajajo zaradi delovanja naprav. Udarni zvok se širi po tleh, stenah in drugih konstrukcijah, tudi po napeljavah za centralno ogrevanje in vodovodni napeljavi. (Primc, 2017)<sup>4</sup>

Jakost zvoka se lahko meri v decibelih (dB), pri čemer višje vrednosti pomenijo večjo intenzivnost zvoka. Za zmanjševanje vpliva zvočnega onesnaženja je ključna uporaba ustreznih zvočno izolacijskih materialov, ki preprečujejo prenos zvoka med prostori ali iz zunanjega okolja v notranjost stavb.

Zvočna izolacija je proces zmanjševanja prenosa zvoka z uporabo materialov, ki absorbirajo ali odbijajo zvočne valove. Učinkovitost zvočne izolacije je odvisna od lastnosti uporabljenih materialov, kot so masa, gostota in debelina. Težji in gostejši materiali običajno bolje preprečujejo prehod zvoka, saj večja masa materiala pomeni manjši prenos zvoka in zato boljšo zvočno zaščito. (Primc, 2017)<sup>4</sup>

---

<sup>6</sup> Zvočno onesnaževanje. (16. 7. 2024). Pridobljeno 18. 2. 2025 iz Wikipedija: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Zvo%C4%8Dno\\_onesna%C5%BEevanje](https://sl.wikipedia.org/wiki/Zvo%C4%8Dno_onesna%C5%BEevanje)

<sup>4</sup> Primc, B. (18. 9. 2017). Stari bloki pogosto z boljšo zvočno zaščito. Delo in dom. Pridobljeno 18. 2. 2025 iz <https://deloindom.delo.si/energija-in-okolje/energijska-ucinkovitost/stari-bloki-pogosto-z-boljso-zvocno-zascito>

## 1.2 Opis raziskovalnega problema

V raziskovalni nalogi smo želele ugotoviti, kako nekateri materiali dušijo zvok, ki se širi po zraku. Testirale smo naslednje materiale poroznejše in gostejše materiale.

Poroznejši materiali so:

- plošče iz stirodurja
- plošče iz stiropora
- tekstilno preprogo

Gostejši materiali:

- pisarniški papir
- iverne plošče
- keramične ploščice

Zanimalo nas je:

1. Kateri od naštetih materialov bolje dušijo zvok frekvence 440 Hz, ki se širi po zraku?
2. Ali naštetni materiali enako učinkovito dušijo zvoke frekvenc 220, 440 in 880 Hz.
3. Kako debelina materiala vpliva na dušenje zvoka frekvence 440 Hz, ki se širi po zraku?

## 1.3 Hipoteze

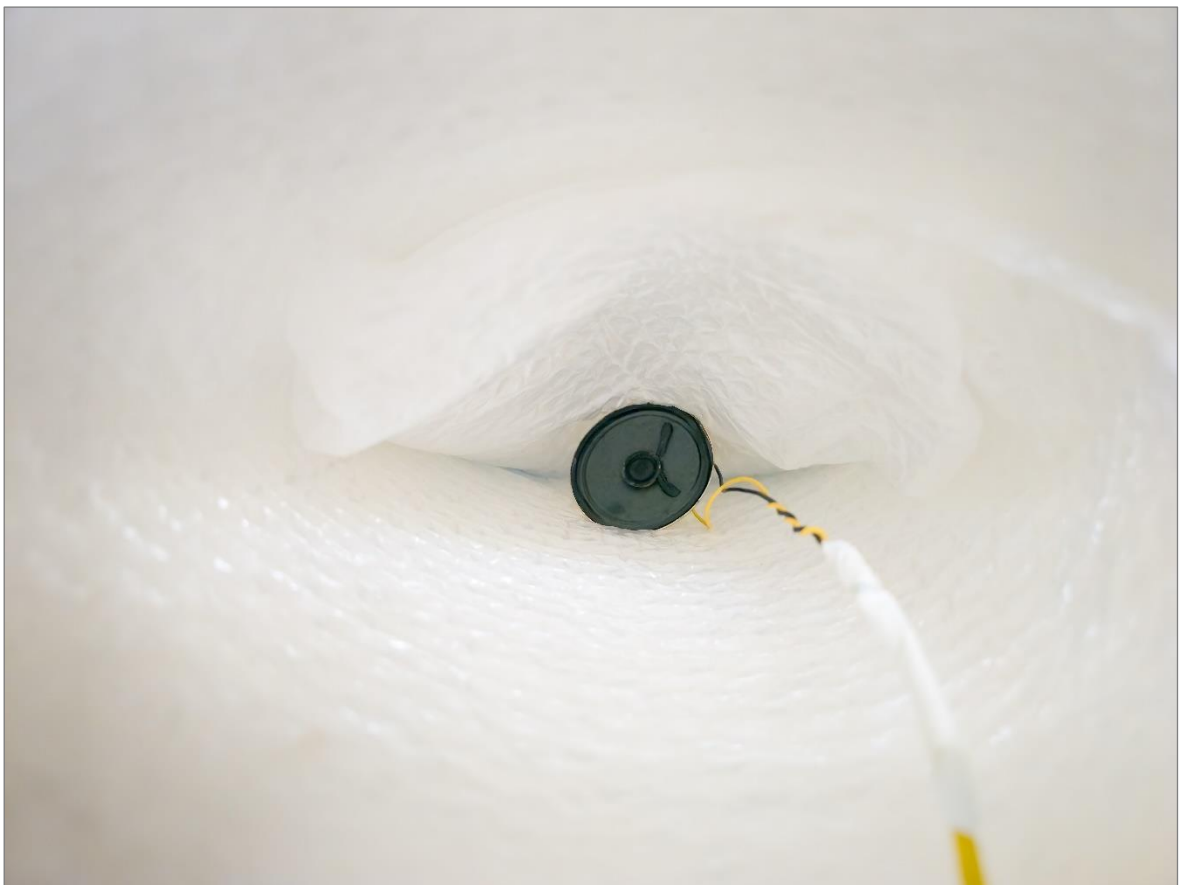
Postavile smo tri hipoteze:

1. Poroznejši materiali slabše dušijo zvok frekvence 440 Hz, ki se širi po zraku, v primerjavi z gostejšimi materiali.
2. Materiali različno učinkovito dušijo zvoke frekvenc 220, 440 in 880 Hz, ki se širijo po zraku.
3. Debelejši kot je material, bolj učinkovito duši zvok, ki se širi po zraku.

## 1.4 Raziskovalne metode

Za izvedbo meritev smo potrebovale čim bolj tih prostor, da smo zmanjšale vpliv zunanjih zvokov. Za najbolj ustrezno lokacijo se je izkazala učilnica v šolski kleti, saj je bila dobro izolirana od zunanjega hrupa in motenj. Meritve smo izvajale v času, ko na šoli ni bilo pouka, da bi zagotovile čim bolj natančne rezultate. Zato smo meritve izvajale v soboto dopoldne, ko na šoli ni bilo nikogar.

Izdelale smo preprost generator zvoka, sestavljen iz majhnega zvočnika, ki smo ga vstavile v debel ovoj iz mehurčkaste folije ter priključile na računalnik. S tem smo dosegle, da se je zvok od zvočnika širil v glavnem v smeri proti merilniku in smo lahko med merilnik in zvočnik postavljale testirane materiale. Debelina ovoja iz mehurčkaste folije je bila okoli 25 cm okoli zvočnika in 100 cm za zvočnikom.



*Slika 1: Zvočnik, kot vir zvoka v ovoju iz mehurčkaste folije*

Pred tako izdelan tunnel smo na razdalji 50 cm namestile merilnik jakosti zvoka Voltcraft SL-100, s katerim smo izvajale meritve. Merilno območje merilnika je bilo med 30 in 130 dB. Ločljivost merilnika je bila 0,5 dB. Vrednost meritve smo odčitale, ko se je ta ustalila.

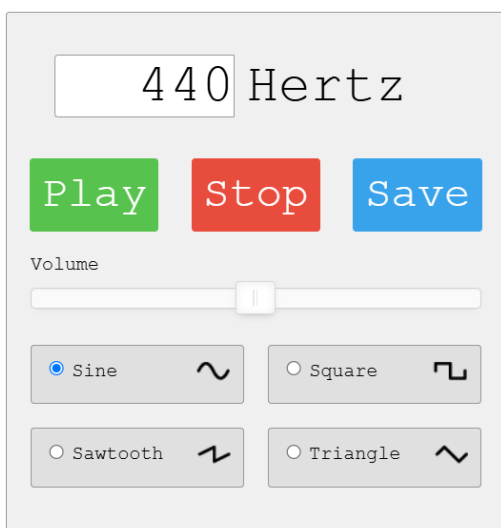


Slika 2: Merilnik jakosti zvoka, s katerim smo izvajale meritve

Morale smo ugotoviti primerno začetno jakost. Jakost na računalniku smo nastavile na srednjo vrednost, pri tem pa je merilnik pokazal izmerjeno jakost, ki se je gibala okoli 57 dB. To je bila naša izhodiščna vrednost.

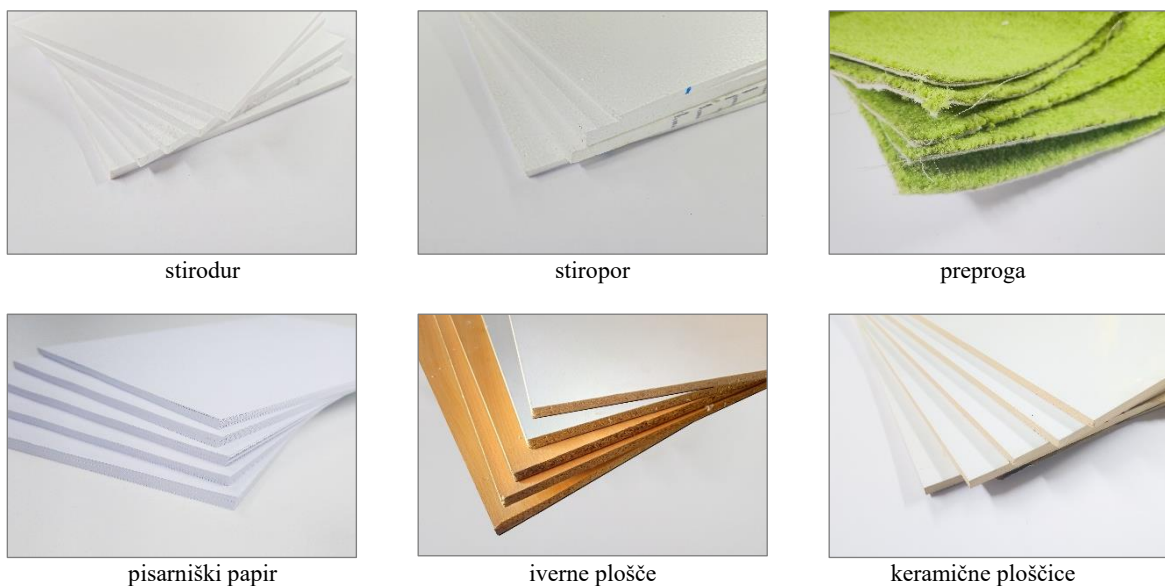
Zvok smo generirale s spletno aplikacijo Online Tone Generator (<https://onlinetonegenerator.com/>), ki omogoča generiranje tonov različnih frekvenc in nastavljanje stopnje jakosti, kar nam je omogočilo, da je bila začetna jakost pred vsako meritvijo vedno enaka.

Za vsako meritev smo izračunale razliko med začetno in končno vrednostjo.



Slika 3: Zaslonska slika aplikacije za generiranje zvoka

Za potrebe testiranja smo materiale razrezale na plošče enakih velikosti, ki smo jih postavljale na odprtino tunela in tako dušile zvok. Testirale smo naslednje materiale:



Slika 4: Vzorci testiranih materialov

Meritve smo izvajale v dveh sklopih. V prvem sklopu smo zvok dušile s 5 cm debelim slojem testiranega materiala. Frekvenco zvoka smo nastavile na 440 Hz, začetno jakost pa na 57 dB. Na odprtino tunela smo tesno namestile testiran material in ponovno izmerile jakost. Celoten postopek smo nato ponovile še pri frekvencah 220 Hz in 880 Hz.

V drugem sklopu smo začetno frekvenco nastavile na 440 Hz, začetno jakost pa na 57 dB. Na odprtino tunela smo tesno namestile testiran material debeline 1 cm in ponovno izmerile jakost. Nato smo postopek ponovile pri debelinah 2 cm, 3 cm, 4 cm in 5 cm.



Slika 5: Postavitev tunela in merilnika

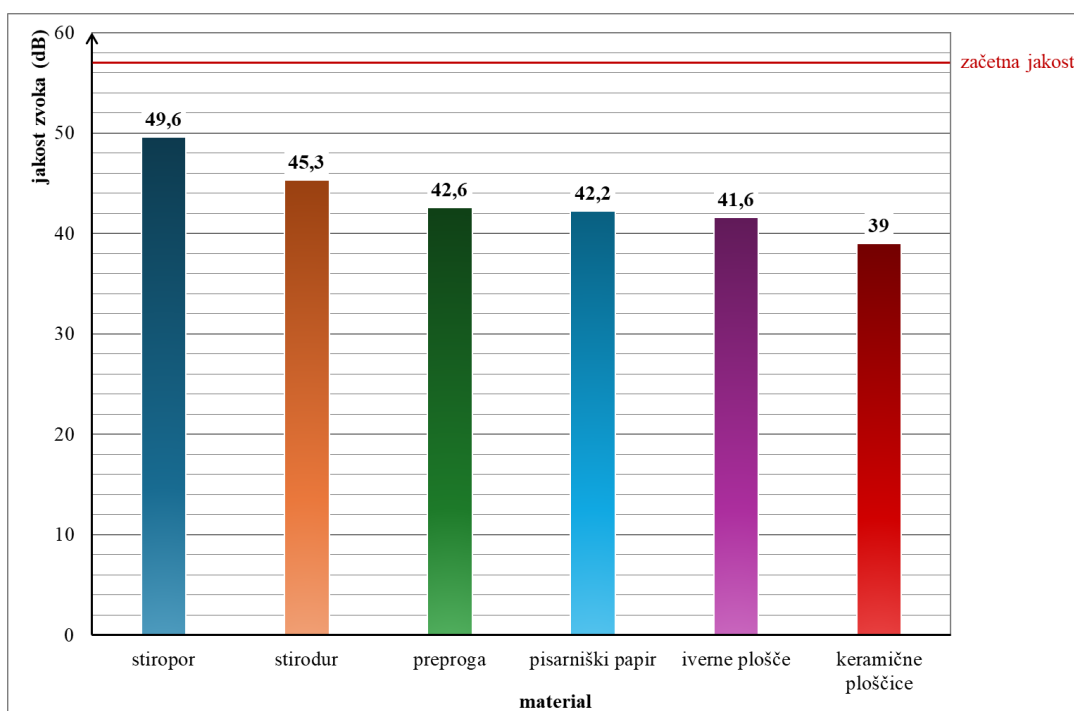


*Slika 6: Nameščanje testiranega materiala*

## 2 Osrednji del

### 2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov

#### 2.1.1 Dušenje zvoka frekvence 440 Hz, ki se širi po zraku skozi materiale različnih debelin

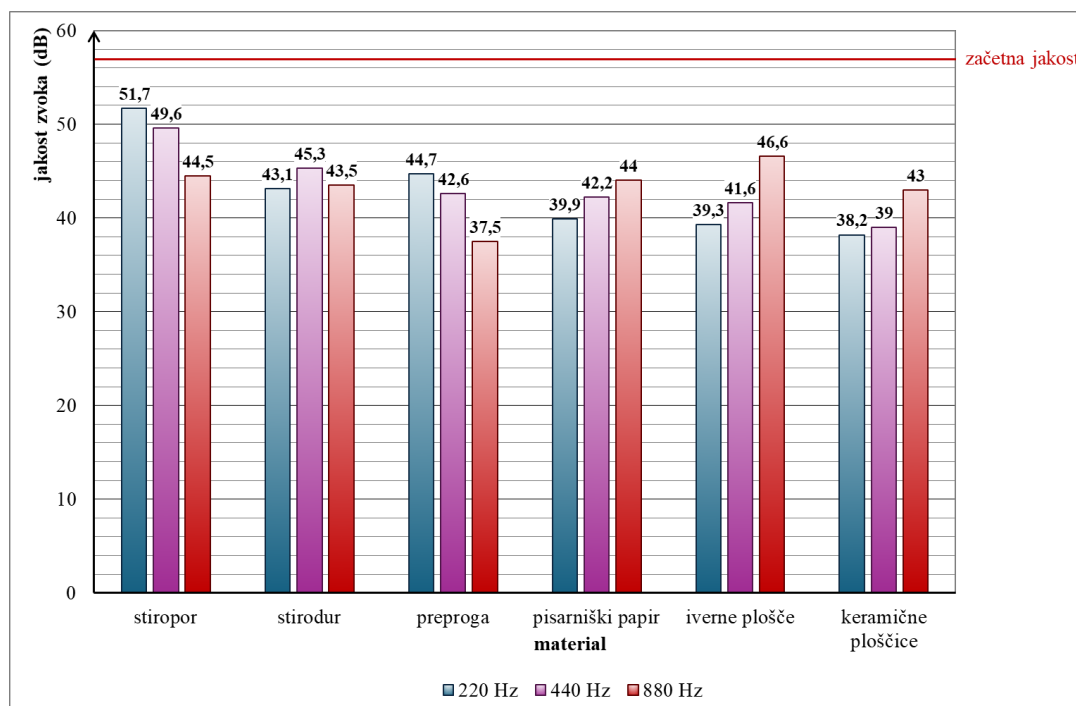


Grafikon 1: Rezultati meritev jakosti pri frekvenci 440 Hz in dušenju z različnimi materiali različnih debelin

Grafikon prikazuje zmanjšanje jakosti zvoka, ki se širi po zraku (v decibelih) po dušenju z različnimi materiali v primerjavi z začetno vrednostjo, ki znaša 57 dB. Predstavljeni so rezultati meritev za šest različnih materialov, debeline 5 cm, pri čemer je za vsak material prikazana jakost po dušenju.

- Stiropor: končna jakost znaša 49,6 dB, kar pomeni zmanjšanje za 7,4 dB.
- Stirodur: jakost po dušenju je 45,3 dB, kar predstavlja zmanjšanje za 11,7 dB.
- Preproga: izmerjena jakost 42,6 dB, kar ustreza zmanjšanju za 14,4 dB.
- Pisarniški papir: jakost je padla na 42,2 dB, kar pomeni zmanjšanje za 14,8 dB.
- Iverne plošče: jakost znaša 41,6 dB, kar je zmanjšanje za 15,4 dB.
- Keramične ploščice: končna jakost je najnižja, in sicer 39 dB, kar pomeni največje zmanjšanje za 18 dB.

## 2.1.2 Dušenje zvoka, ki se širi po zraku pri različnih frekvencah in različnih materialih



Grafikon 2: Rezultati meritev jakosti pri frekvencah 220 Hz, 440 Hz in 880 Hz ter dušenju z različnimi materiali debeline 5 cm

Grafikon prikazuje, kako različni materiali zmanjšajo jakost zvoka, ki se širi po zraku, pri frekvencah 220 Hz, 440 Hz in 880 Hz. Začetna jakost je bila 57 dB, debelina materiala pa 5 cm.

Pri stiroporu se je pri najnižji frekvenci 220 Hz zmanjšala jakost za nekaj več kot 5 dB, pri srednji frekvenci 440 Hz se je jakost zmanjšala za približno 7 dB, pri najvišji frekvenci 880 Hz pa se je zvok najbolj zadušil, saj je jakost padla za več kot 12 dB. Iz tega sklepamo, da je stiropor učinkovitejši pri dušenju višjih frekvenc.

Pri stirodurju se je pri najnižji frekvenci jakost zmanjšala za skoraj 14 dB, pri srednji frekvenci za približno 12 dB, pri najvišji pa za približno 13,5 dB. Ta material približno enako duši zvok pri vseh frekvencah, pri čemer je nekoliko manj učinkovit pri srednjih tonih.

Preproga je pri frekvenci 220 Hz zmanjšala jakost za dobrih 12 dB, pri 440 Hz za približno 14,5 dB, pri 880 Hz pa za kar 19,5 dB. To pomeni, da preproga najbolj duši zvok višjih frekvenc, ki se širi po zraku.

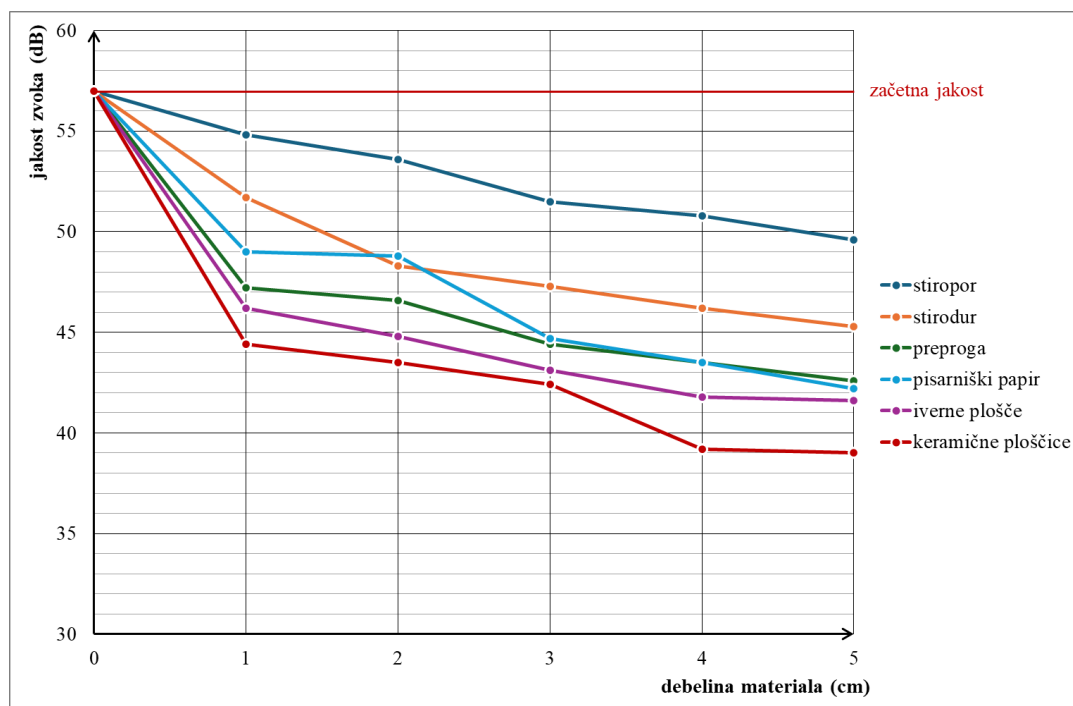
Pisarniški papir je jakost zvoka, ki se širi po zraku pri najnižji frekvenci zmanjšal za približno 17 dB, pri srednji za skoraj 15 dB, pri najvišji pa za približno 13 dB.

Iverne plošče so jakost pri frekvenci 220 Hz zmanjšale za skoraj 18 dB, pri 440 Hz za približno 15,5 dB, pri 880 Hz pa za približno 10,5 dB. To kaže, da so iverne plošče bolj učinkovite pri dušenju zvoka nižje frekvence, pri višji pa manj.

Keramične ploščice so najbolj dušile zvok pri nizki frekvenci, kjer je jakost padla za skoraj 19 dB. Pri srednji frekvenci se je jakost zmanjšala za 18 dB, pri najvišji pa za 14 dB. To pomeni, da so ploščice zelo učinkovite pri dušenju zvoka nizkih in srednjih frekvenc, ki se širi po zraku.

Če primerjamo vse materiale, vidimo, da preproga najbolj zmanjša zvok pri visoki frekvenci t.j. 880 Hz, keramične ploščice pa pri nizki in srednji – 220 Hz in 440 Hz. Stirodur ima precej enakomerno sposobnost dušenja pri vseh treh frekvencah, medtem ko stiropor bolje duši zvok višje frekvence. Pisarniški papir in iverne plošče sta bolj učinkovita pri dušenju zvoka nižje frekvence, a manj pri dušenju zvoka visoke frekvence.

### 2.1.3 Dušenje zvoka frekvence 440 Hz, ki se širi po zraku za različne materiale različnih debelin



Grafikon 3: Rezultati meritev jakosti pri frekvenci 440 Hz ter dušenju z različnimi materiali različnih debelin

Podatki v grafikonu prikazujejo, kako različni materiali z različnimi debelinami vplivajo na zmanjšanje jakosti zvoka. Začetna jakost zvoka je bila 57 dB, nato pa se ta zmanjšala glede na vrsto materiala in njegovo debelino.

Najmanj učinkovit pri zvočnem dušenju je bil stiropor. Pri debelini 1 cm se je jakost zmanjšala na 54,8 dB, pri 2 cm na 53,6 dB, pri 3 cm na 51,5 dB, pri 4 cm na 50,8 dB in pri 5 cm na 49,6 dB. To pomeni, da tudi pri največji debelini zvok, ki se širi po zraku ostaja precej glasen v primerjavi z drugimi materiali.

Stirodur je bil nekoliko bolj učinkovit, saj je že pri debelini 1 cm zmanjšal zvok na 51,7 dB, pri 2 cm na 48,3 dB, pri 3 cm na 47,3 dB, pri 4 cm na 46,2 dB in pri 5 cm na 45,3 dB. Čeprav je bolje dušil zvok, ki se širi po zraku kot stiropor, je bil še vedno manj učinkovit od nekaterih drugih materialov.

Preproga se je izkazala za še boljše sredstvo za dušenje zvoka, ki se širi po zraku. Že pri debelini 1 cm se je jakost zmanjšala na 47,2 dB, pri 2 cm na 46,6 dB, pri 3 cm na 44,4 dB,

pri 4 cm na 43,5 dB in pri 5 cm na 42,6 dB. To kaže, da je preproga učinkovitejša od stiropora in stirodura ter bistveno boljše preprečuje širjenje zvoka po zraku.

Pisarniški papir je prav tako dobro absorbiral zvok, ki se širi po zraku. Pri debelini 1 cm se je jakost zmanjšala na 49 dB, pri 2 cm na 48,8 dB, pri 3 cm na 44,7 dB, pri 4 cm na 43,5 dB in pri 5 cm na 42,2 dB. Rezultati so bili podobni kot pri preprogi, kar kaže, da lahko tudi papirni materiali prispevajo k zmanjšanju hrupa.

Iverne plošče so bile še bolj učinkovite pri dušenju zvoka. Pri debelini 1 cm se je jakost zvoka zmanjšala na 46,2 dB, pri 2 cm na 44,8 dB, pri 3 cm na 43,1 dB, pri 4 cm na 41,8 dB in pri 5 cm na 41,6 dB. To pomeni, da že pri manjših debelinah dobro zmanjšujejo hrup in so boljše od večine prej omenjenih materialov.

Za najboljše pri dušenju so se izkazale keramične ploščice. Pri debelini 1 cm so zmanjšale zvok na 44,4 dB, pri 2 cm na 43,5 dB, pri 3 cm na 42,4 dB, pri 4 cm na 39,2 dB in pri 5 cm na 39 dB. Pri največji debelini so imele najnižjo končno vrednost, kar pomeni, da so najbolj zmanjšale jakost zvoka, ki se širi po zraku.

Če primerjamo vse materiale, vidimo, da je stiropor najslabši pri dušenju zvoka, ki se širi po zraku, keramične ploščice pa najboljše. Debelina materiala ima pomembno vlogo pri zmanjšanju jakosti, saj večja debelina pomeni boljše dušenje pri vseh materialih. Kljub temu pa se nekateri materiali že pri manjših debelinah bolje obnesejo kot drugi pri večjih, na primer iverne plošče in keramične ploščice v primerjavi s stiroporom ali stirodurom.

## 2.2 Diskusija

V naši raziskovalni nalogi smo preučevale vpliv različnih materialov na dušenje zvoka, ki se širi po zraku. Postavile smo tri hipoteze.

V prvi hipotezi smo napovedale, da poroznejši materiali slabše dušijo zvok s frekvenco 440 Hz, ki se širi po zraku, v primerjavi z gostejšimi materiali. Hipoteza se je izkazala za pravilno.

Kot je razvidno iz grafikona 1, keramične ploščice najbolj dušijo zvok s frekvenco 440 Hz, ki se širi po zraku, saj so zmanjšale jakost za kar 18 dB. Iverne plošče so prav tako učinkovito zmanjšale začetno jakost za 15,4 dB. Na drugi strani je stiropor dosegel najmanjši učinek dušenja, saj je začetno jakost zmanjšal za 7,4 dB. To kaže na njegovo omejeno sposobnost dušenja zvoka.

Ugotovile smo, da poroznejši materiali, kot so preproga, stiropor in stirodur, manj učinkovito zmanjšujejo jakost zvoka, ki se širi po zraku v primerjavi z gostejšimi materiali, kot so keramične ploščice ali iverne plošče.

Zvočno absorpcijski materiali absorbirajo (vpijajo) zvok. V kakšnem odstotku se zvok absorbira, nam pove koeficient absorpcije zvoka, ki ima vrednosti med 0 (popolnoma reflektiven oz. odbojen material) do 1 (popolnoma absorpcijski oz. vpojen material). Porozni in mehkejši materiali bolje absorbirajo zvok. Porozni materiali, kot so tekstilne preproge, absorbirajo zvok s trenjem znotraj svoje celične strukture, kar vodi do zmanjšanja zvočne energije. Trši materiali, kot so keramične ploščice, imajo nižji absorpcijski koeficient (0,01), saj zvok bolj odbijajo kot absorbirajo (Flander, 2025).<sup>2</sup>

Druga hipoteza pravi, da materiali različno učinkovito dušijo zvoke frekvenc 220, 440 in 880 Hz, ki se širijo po zraku. Hipotezo lahko potrdimo.

Iz rezultatov, ki jih prikazuje grafikon 2, je razvidno, da so keramične ploščice najbolj zmanjšale jakost zvoka, zlasti pri nizkih in srednji frekvenci, preproga pa je najbolj učinkovito zmanjšala zvok višje frekvence. Na drugi strani pa je bil stiropor najmanj

---

<sup>2</sup> Flander, A. (2025). Decibel, akustični inženiring. Pridobljeno 23. 2. 2025 iz Absorberji zvoka: <https://www.decibel.si/prostorska-akustika/produkti/absorberji-zvoka>

učinkovit, saj je zmanjšanje jakosti pri vseh frekvencah bistveno manjše v primerjavi z drugimi materiali.

Razlike med materiali in frekvencami nakazujejo, da je izbira materiala ključna glede na vrsto zvoka in specifične potrebe za dušenje. Gradbene konstrukcije imajo majhno zvočno absorptivnost, zato jo uravnavamo z različnimi oblogami – zvočnimi absorberji. Za absorpcijo visokih frekvenc se uporabljajo porozne (vlaknaste) snovi, vezane in iverne plošče pa omogočajo absorpcijo nižjih frekvenc (Avbreht, 2015).<sup>1</sup>

V zadnji hipotezi smo napovedale, da debelejši kot je material, bolj učinkovito duši zvok, ki se širi po zraku. Tudi to hipotezo lahko potrdimo.

Naše meritve, ki jih prikazuje grafikon 3, so pokazale, da se z naraščajočo debelino materiala zmanjšuje jakost zvoka. Razlika med najmanjšo in največjo debelino pa je odvisna tudi od vrste materiala, saj le-ti različno prepuščajo zvok.

Kot navaja Seddeq (2009)<sup>6</sup>, se absorpcija zvoka povečuje le pri nizkih frekvencah, ko se material zgosti. Vendar pa ima debelina pri višjih frekvencah zanemarljiv vpliv na absorpcijo zvoka.

---

<sup>1</sup> Avbreht, S. (2015). Akustične lastnosti panelnih sistemov. Ljubljana: Biotehniška fakulteta. Pridobljeno 23. 2. 2025 iz [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/lesarstvo/du2\\_avbreht\\_simon.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/lesarstvo/du2_avbreht_simon.pdf)

<sup>6</sup> Seddeq, H. (2009). Factors influencing acoustic performance of sound absorptive materials. Australian journal of basic and applied sciences. Pridobljeno 23. 2. 2025 iz <http://ajbasweb.com/old/ajbas/2009/4610-4617.pdf>

### **3 Zaključek**

Med raziskovanjem smo naleteli na nekaj težav. Pri meritvah smo opazile, da so lahko rezultati nekoliko različni, odvisno od okolja, v katerem smo izvajale poskuse. Tudi natančnost merilne naprave bi lahko vplivala na rezultate. Poleg tega smo pri nekaterih materialih težko zagotavljale enako debelino in enakomerno postavitvev, kar bi lahko vplivalo na končne vrednosti.

Če bi imele več časa in boljšo opremo, bi lahko izboljšale natančnost meritev, na primer z uporabo bolj občutljivih merilnikov zvoka ali izoliranega prostora za poskuse. Prav tako bi lahko preizkusile še več različnih materialov in jih med seboj kombinirale, da bi ugotovile, kateri so najbolj učinkoviti pri dušenju zvoka.

Naše ugotovitve bi lahko uporabili v različnih situacijah. Zvočna izolacija je pomembna v stanovanjih, pisarnah, šolah in drugih prostorih, kjer želimo zmanjšati hrup. Prav tako so naši rezultati koristni pri snemanju glasbe ali pri oblikovanju avtomobilskih notranjosti. Ugotovile smo, da lahko že vsakdanji materiali, kot so preproge, pomagajo pri zmanjšanju hrupa v prostoru.

## 4 Viri in literatura

1. Avbreht, S. (2015). Akustične lastnosti panelnih sistemov. Ljubljana: Biotehniška fakulteta. Pridobljeno 23. 2. 2025 iz [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/lesarstvo/du2\\_avbreht\\_simon.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/lesarstvo/du2_avbreht_simon.pdf)
2. Flander, A. (2025). Decibel, akustični inženiring. Pridobljeno 23. 2. 2025 iz Absorberji zvoka: <https://www.decibel.si/prostorska-akustika/produkti/absorberji-zvoka>
3. Godec, G., Grubelnik, L., Glažar, S., Jamšek, S., & Zmazek, B. (2015). Naravoslovje 7. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno 18. 2. 2025 iz <https://eucbeniki.sio.si/nar7/1221/index.html>
4. Primc, B. (18. 9. 2017). Stari bloki pogosto z boljšo zvočno zaščito. Delo in dom. Pridobljeno 18. 2. 2025 iz <https://deloindom.delo.si/energija-in-okolje/energijska-ucinkovitost/stari-bloki-pogosto-z-boljso-zvocno-zascito>
5. Seddeq, H. (2009). Factors influencing acoustic performance of sound absorptive materials. Australian journal of basic and applied sciences. Pridobljeno 23. 2. 2025 iz <http://ajbasweb.com/old/ajbas/2009/4610-4617.pdf>
6. Zvočno onesnaževanje. (16. 7. 2024). Pridobljeno 18. 2. 2025 iz Wikipedija: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Zvo%C4%8Dno\\_onesna%C5%BEEvanje](https://sl.wikipedia.org/wiki/Zvo%C4%8Dno_onesna%C5%BEEvanje)

Vse fotografije in ostalo slikovno gradivo so last avtoric naloge.