

Poročilo iz 2. laboratorijskih vaj :

Kundtova cev

KAZALO VSEBINE :

1	UVOD	2
2	MERILNO MESTO	2
3	IZVEDBA VAJE.....	3
3.1	PRAZNA KUNDOTVA CEV	4
3.2	POLNA KUNDTOVA CEV	6
4	ZAKLJUČEK	9
5	LITERATURA	9

KAZALO SLIK :

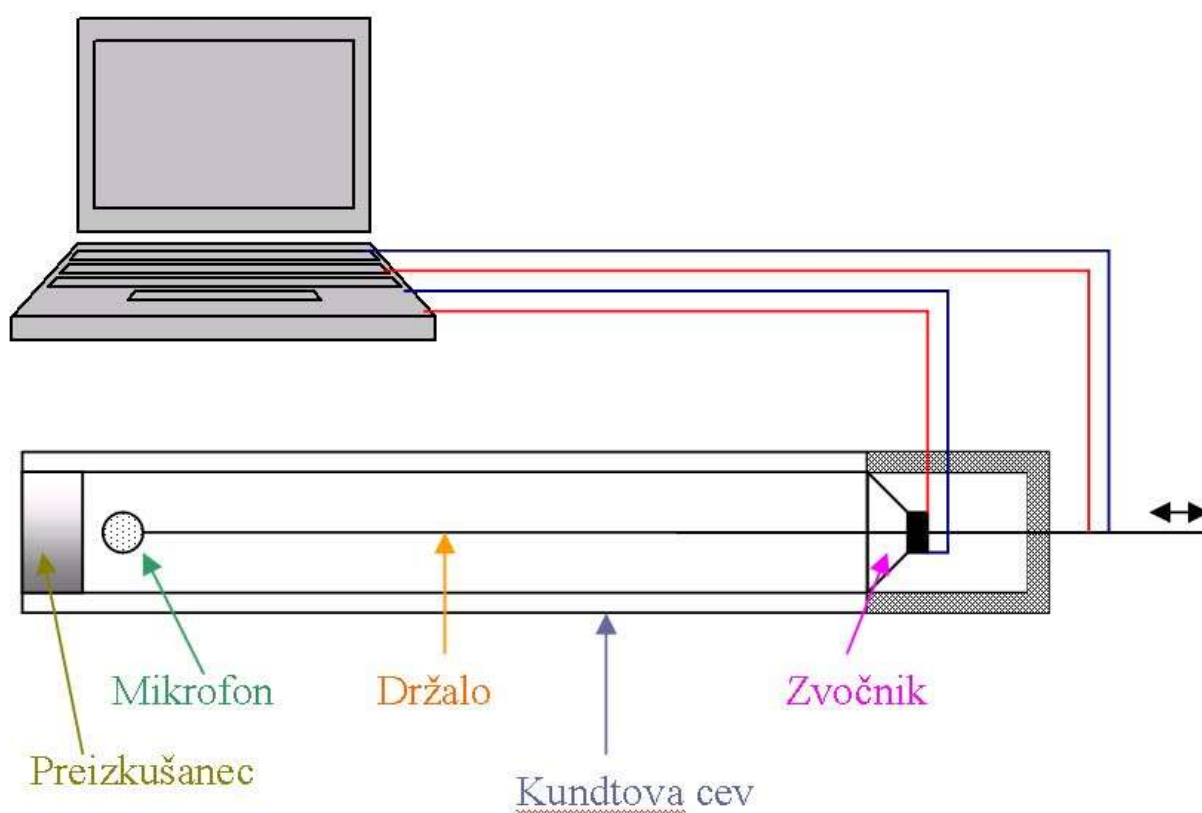
Slika 1 :	Sestav merilnega sistema	2
Slika 2 :	Fotografija merilnega mesta	3
Slika 3 :	Zvočno valovanje v Kundtovi cevi	4
Slika 4 :	Koeficient absorbcije v odvisnosti od frekvence v prazni cevi	5
Slika 5 :	Hitrost zvoka v odvisnosti od frekvence v prazni cevi	6
Slika 6 :	Koeficient absorbcije v odvisnosti od frekvence v polni cevi	7
Slika 7 :	Hitrost zvoka v odvisnosti od frekvence v polni cevi	8

1 UVOD

Namen vaje je bil seznaniti se z uporabo Kundtove cevi in z njeno pomočjo določiti koeficient absorpcije v odvisnosti od frekvence. Določilo smo koeficiente absorpcije v prazni cevi in nato še v cevi s penastim vložkom ter izračunali hitrost zvoka.

2 MERILNO MESTO

Merilno mesto je Kundtova cev. Na eni strani je cev zaprta z vzorcem materiala preizkušanja, na drugi pa z oddajnikom zvoka – zvočnikom. Tak sestav je prikazan na naslednji sliki :



Slika 1 : Sestav merilnega sistema

Cev ima na strani zvočnika manjšo luknjico, ki dopušča vhod in premik mikrofona na daljši ročici. Mikrofon je nato povezan z računalnikom, kjer opazujemo izmerjeno raven zvoka. Mikrofon je na začetku v največji možni oddaljenosti od zvočnika, nato ga počasi premikamo proti zvočniku in opazujemo maksimume in minimume ravni zvoka ter merimo razdalje, na kateri se pojavljajo. Meritev ponovimo za šest različnih frekvenc in dva primera; enkrat je cev polna, drugič pa prazna.

Naslednja slika prikazuje fotografijo iz merilnega mesta :



Slika 2 : Fotografija merilnega mesta

Praviloma bi naj bila stena Kundtove cevi čimbolj masivna (npr. iz kovine ali betona), da jo zvočno valovanje ne vzbuja. V našem primeru je iz stekla zaradi lažjega nadziranja preizkusa.

3 IZVEDBA VAJE

Kot sem že omenil, izvedemo vajo v dveh primerih pri različnih frekvencah. V prvem primeru opravljamo meritve v prazni cevi zaprti z masivnim kovinskim batom. Drug primer so opravljali pri naslednji skupini in sicer v polni cevi, kjer je bil pred batom vstavljen penasti vzorec.

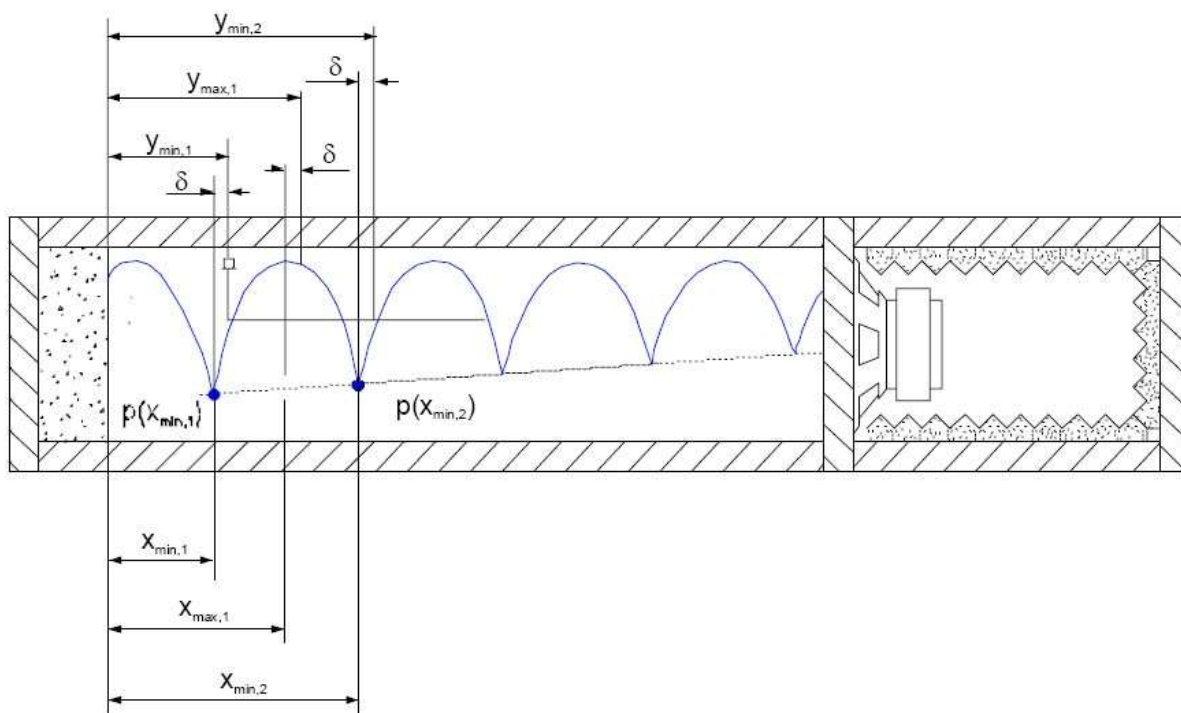
Cev deluje na principu vpadnega in od preizkušanca odbitega valovanja, zaradi katerega se pojavi stojno valovanje z najbližjim hrbtom.

Preko računalnika zajemamo naslednje podatke pri določenih frekvencah :

- $L_{p,max}$ [dB] ... maksimalna raven zvočnega tlaka,
- $L_{p,min}$ [dB]... minimalna raven zvočnega tlaka,
- l [cm] ... razdalja do minimalne ravni zvočnega tlaka.

Če se zaradi načina valovanja v Kundtovi cevi minimalne ravni zvočnega tlaka pojavijo večkrat, kar smo opazili predvsem pri višjih frekvencah, izmerimo »zadnje« tri minimume ter razdalje do njih.

Skica zvočnega valovanja v Kundtovi cevi je prikazana na naslednji sliki :



Slika 3 : Zvočno valovanje v Kundtovi cevi

Iz zajetih podatkov je potrebno določiti koeficient absorpcije materiala preizkušnja ter zvočno hitrost.

3.1 Prazna Kundotva cev

Na laboratorijski vaji smo zajeli naslednje podatke :

f [Hz]	Lp max [dB]	Lp min [dB]	l ₁ [cm]	l ₂ [cm]	l ₃ [cm]	Lp min ₂ [dB]	Lp min ₃ [dB]
125	89,5	59,1	68,9				
250	95	62,5	34,2				
500	100,5	65,5	17,1	51,7		71,5	
1000	86,5	55,5	8,6	25,6	43	59	61
2000	84	50,5	4,7	13	30,1	54	58
4000	93	58	2,5	6,6	10,8	63	65

Najprej izračunam razliko med ravnema zvočnega tlaka : $\Delta L_p = L_{p \max} - L_{p \min}$

Koeficient absorbcije α določim po naslednji enačbi : $\alpha = 4 \cdot \frac{10^{\frac{\Delta L_p}{20}}}{\left(1 + 10^{\frac{\Delta L_p}{20}}\right)^2}$

Valovno dolžino določim po enačbi : $\lambda = \frac{2}{n - m} \cdot (x_{\min,n} - x_{\min,m})$

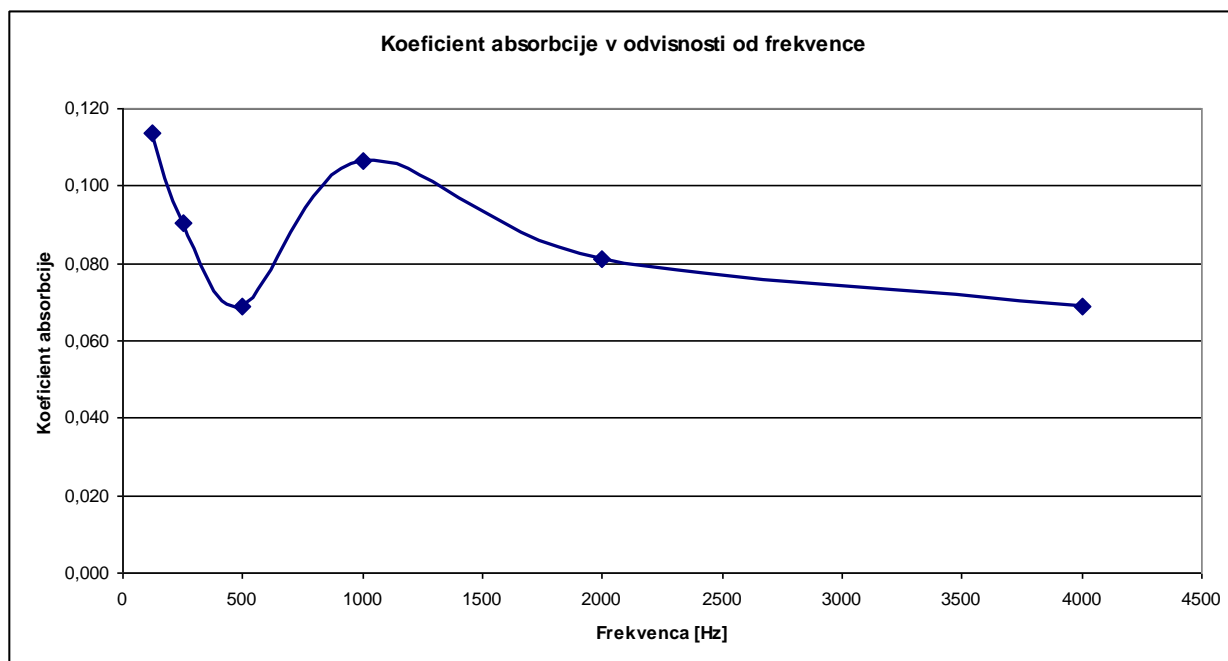
V primeru, ko poznam le razdaljo l_1 pa jo določim po enačbi : $\lambda = 4 \cdot l_1$

Nato lahko določim še hitrost zvoka : $c = \lambda \cdot f$

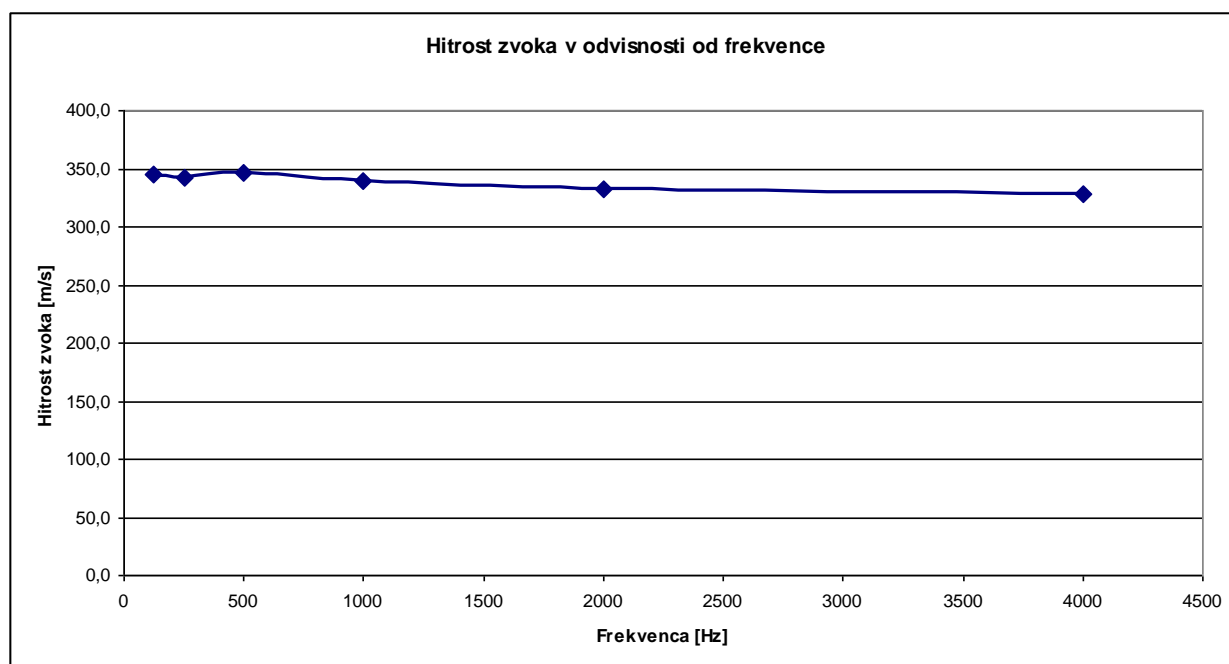
Tabelarično predstavljeni rezultati :

f [Hz]	ΔL_p [dB]	α	c [m/s]	λ
125	30,4	0,114	344,5	2,756
250	32,5	0,091	342,0	1,368
500	35,0	0,069	346,0	0,692
1000	31,0	0,107	340,0	0,340
2000	33,5	0,081	332,0	0,166
4000	35,0	0,069	328,0	0,082

Naslednji sliki pa prikazujeta grafično predstavitev rezultatov :



Slika 4 : Koefficient absorbcije v odvisnosti od frekvence v prazni cevi



Slika 5 : Hitrost zvoka v odvisnosti od frekvence v prazni cevi

Povprečno hitrost zvoka izračunam kot povprečje zvočnih hitrosti in dobim : $c_{izr} = 338,8 \text{ m/s}$

Referenčna vrednost pri temperaturi 293 K : $c_{ref} = 343,3 \text{ m/s}$

Povprečna vrednost koeficienta absorpcije v prazni cevi : $\alpha_{izr} = 0,088$

3.2 Polna Kundtova cev

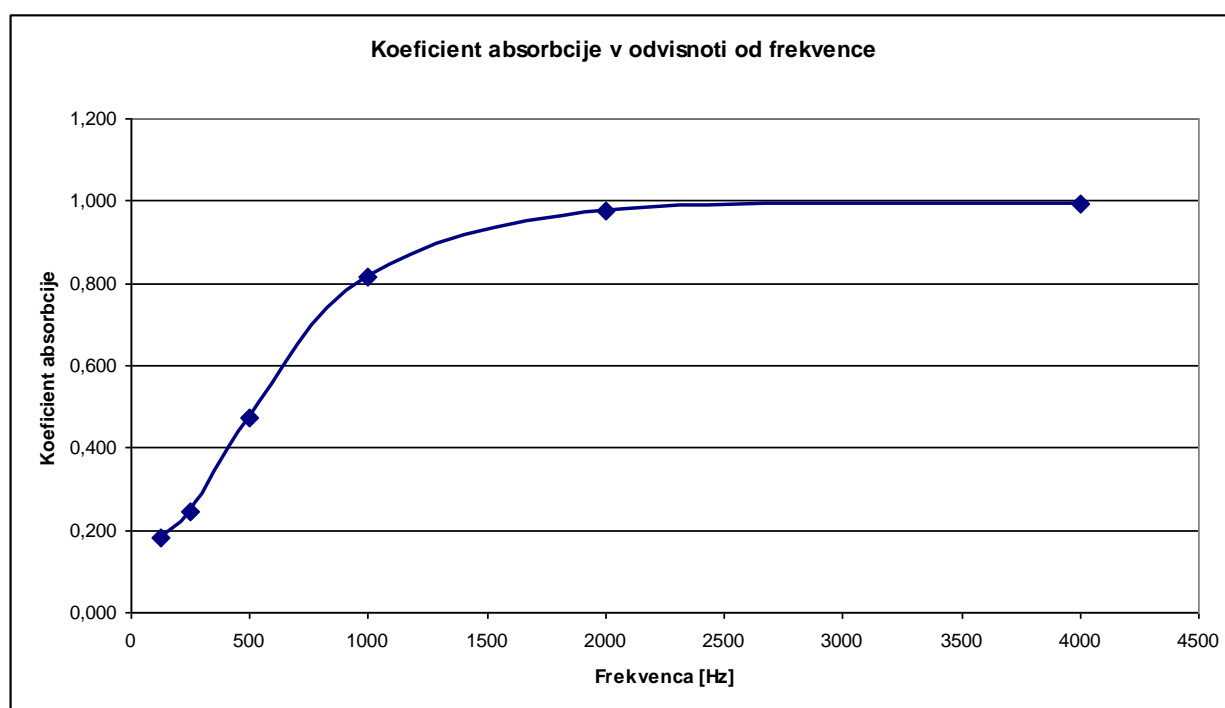
Meritve so izvajali pri drugi skupini, kjer so zajeli naslednje vrednosti :

f [Hz]	Lp max [dB]	Lp min [dB]	l ₁ [cm]	l ₂ [cm]	l ₃ [cm]	Lp min ₂ [dB]	Lp min ₃ [dB]
125	100	74	66,6				
250	95,5	72,5	33,6			75	
500	95,5	79,5	16,5	51		80,5	
1000	93	85	7,5	24,5		85,5	
2000	88,5	85,8	11	19		85,5	
4000	100,5	99	9	13,5		99	

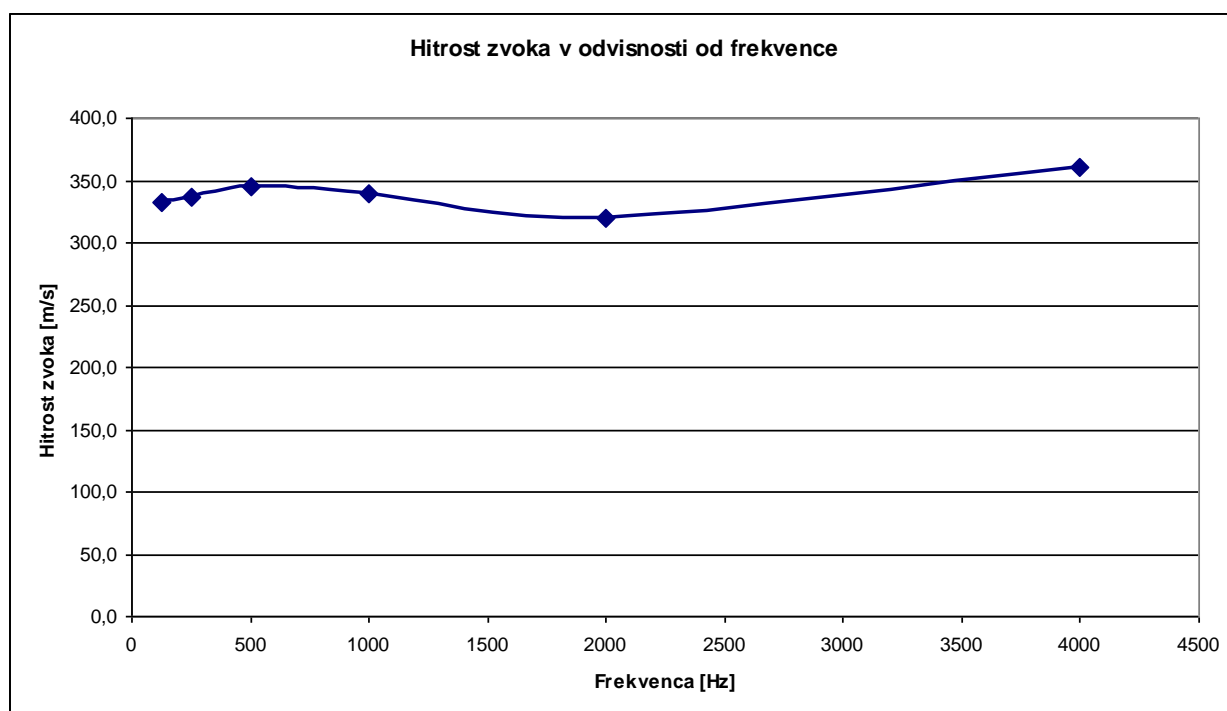
Potrebne vrednosti izračunam po enakih enačbah, kot v prazni Kundtovi cevi in dobim :

f [Hz]	ΔL_p [dB]	α	c [m/s]	λ
125	26,0	0,182	333,0	2,664
250	23,0	0,247	336,0	1,344
500	16,0	0,472	345,0	0,690
1000	8,0	0,815	340,0	0,340
2000	2,7	0,976	320,0	0,160
4000	1,5	0,993	360,0	0,090

Grafična predstavitev rezultatov je upodobljena na naslednjih slikah :



Slika 6 : Koeficient absorpcije v odvisnosti od frekvence v polni cevi



Slika 7 : Hitrost zvoka v odvisnosti od frekvence v polni cevi

Povprečno hitrost zvoka izračunam kot povprečje zvočnih hitrosti in dobim : $c_{izr} = 339,0 \text{ m/s}$

Referenčna vrednost pri temperaturi 293 K : $c_{ref} = 343,3 \text{ m/s}$

Povprečna vrednost koeficienta absorbcije v prazni cevi : $\alpha_{izr} = 0,614$

4 ZAKLJUČEK

Izvedba vaje je bila zanimiva in poučna. Najbolj zanimivo je bilo opazovanje majhnih delčkov v Kundtovi cevi, ki so posledično zaradi vzbujanja z zvokom pričeli pri določenih frekvencah poskakovati. Sicer sem pa z rezultati vaje zadovoljen.

V prvem primeru smo merili koeficient absorbcije v prazni cevi. Le ta je bila na zadnji strani zapolnjena z kovinsko batnico. Pričakovali smo vrednost 0, dosegli smo pa nekoliko višje vrednosti. Podobno smo v drugem primeru pričakovali vrednost absorpcijskega koeficienta vstavljene pene okoli 1, dobili smo pa povprečno vrednost okoli 0,6. Napaka se lahko pojavi zaradi nepravilno izdelane Kundtove cevi, kjer so stene cevi premalo masivne in jih zato lahko zvočno valovanje vzbuja. Prav tako je posledica za napako zračnost med batnico in cevjo ter neidealna vpadna površina batnice.

Z meritvijo hitrosti zvoka sem zadovoljen, saj so odstopanja od referenčnih vrednosti manjša, še posebej v drugem primeru. Čeprav diagrami prikazujejo spreminjanje velikosti zvočne hitrosti vemo, da hitrost zvoka ni odvisna od frekvence. Napaka se pojavi zaradi frekvenc, ki v sistemu spreminjajo vrsto zvočnega valovanja.

5 LITERATURA

Pri izdelavi poročila sem uporabljal naslednjo literaturo :

1. Smernice podane na vajah.