

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

**Poročilo vaje**

Vaja 13 - Bernulijeva enačba

Luka Orlič

Ljubljana, 8. januar 2023

# Kazalo

Seznam uporabljenih simbolov	2
1 Teoretični uvod	3
2 Naloga	4
3 Potrebščine	4
4 Skica	4
5 Meritve	5
6 Obdelava meritev	5
7 Analiza rezultatov	7

## Seznam uporabljenih simbolov

Oznaka	Pomen
$\Delta$	TEXT, enota: <i>UNIT</i>

# 1 Teoretični uvod

Pri stacionarnem gibanju nestisljive tekočine v cevi gibanje pojema zaradi viskoznosti in upora vsote tlakov ter povprečne gostote potencialne in kinetične energije v smeri toka. Za približen izračun si predstavljamo, da je hitrost po vsem preseku enaka in zapišemo:

$$p_1 + \rho g z_1 + \frac{1}{2} \rho v_{s1}^2 > p_2 + \rho g z_2 + \frac{1}{2} \rho v_{s2}^2 \quad (1)$$

Povprečna hitrost  $v_s$  je enaka  $\Phi/S$ , kjer je  $\Phi$  prostorninski tok, ki se vzdolž cevi ne spreminja,  $S$  pa je presek cevi na določenem mestu. Če mesti 1 in 2 med seboj nista preveč oddaljeni, smemo za približek račune neenačbe nadomestiti z Bernulijevo enačbo:

$$p_1 + \rho g z_1 + \frac{1}{2} \rho v_{s1}^2 = p_2 + \rho g z_2 + \frac{1}{2} \rho v_{s2}^2, \quad (2)$$

ki je posebna oblika izreka o kinetični energiji. Za vodoravno cev ( $z_1 = z_2$ ) veljav takem primeru:

$$\begin{aligned} p_1 - p_2 &= \frac{1}{2} (\rho v_{s2}^2 - \rho v_{s1}^2) \\ &= \frac{1}{2} \rho \left( \frac{1}{S_2^2} - \frac{1}{S_1^2} \right) \Phi^2 \\ &= k \Phi^2 \end{aligned} \quad (3)$$

Razlika tlakov je torej sorazmerna s kvadratom prostorninskega toka. Cev s spremenljivim presekom (Venturijeva cev) zato s pridom rabimo za merjenje prostorninskega toka. Pri tem merimo tlačno razliko, medtem ko konstanto  $k$  za dano Venturijevo cev enkrat za vselej izračunamo ali izmerimo. Pri naši vaji merimo tlačno razliko z živosrebrnim manometrom:  $\Delta p = (\rho' - \rho_v) g \Delta h$ , kjer je  $\Delta h$  razlika gladin živega srebra v krakih manometra,  $\rho'$  gostota živega srebra in  $\rho_v$  gostota vode. Zato zapišemo:

$$\Phi = K \sqrt{\Delta h}, \quad (4)$$

kjer je  $K^2 = (\rho' - \rho_v) \frac{g}{k}$ .

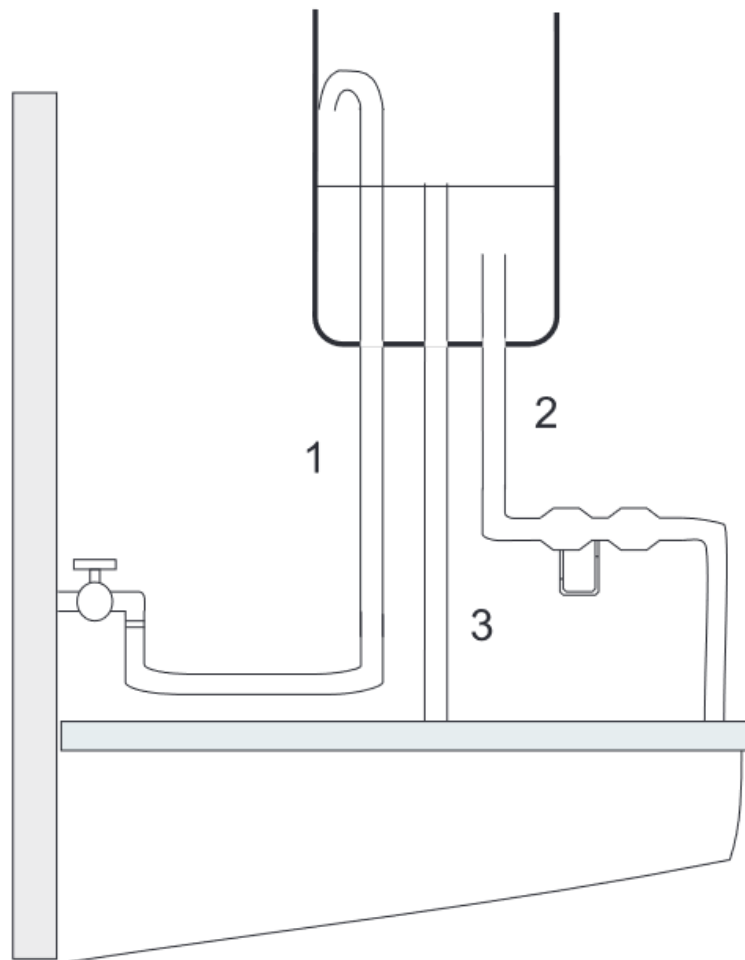
## 2 Naloga

- i.) Določi prostorninski tok vode z Venturijevo cevjo
- ii.) Primerjaj irračunan tok s tokom direktno izmerjenim

## 3 Potrebščine

- Premična posoda (rezorvar) z dovodno in dvema odvodnima cevma,
- Venturijeva cev ( $d_1 = 6,0 \text{ mm}$ ,  $d_2 = 12,8 \text{ mm}$ ) z dvema manometroma
- Steklana menzura
- Štoparica

## 4 Skica



Slika 1: Shema poskusa

## 5 Meritve

Meritv 1	
Indeks	Čas [s]
1	14
2	13.9
3	13.7
4	13.9
5	14.1
6	13
Avg. čas	13.8
$\Delta h$ [cm]	3.1
Meritv 2	
Indeks	Čas [s]
1	18.2
2	18
3	18
4	17.9
5	18.3
6	17.9
Avg. čas	18.1
$\Delta h$ [cm]	2.0
Meritv 3	
Indeks	Čas [s]
1	25.6
2	25.4
3	25.2
4	25.3
5	25.5
6	25.3
Avg. čas	25.4
$\Delta h$ [cm]	1

## 6 Obdelava meritev

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{1}{2} \rho \left( \frac{1}{S_2^2} - \frac{1}{S_1^2} \right) \\
 K &= \sqrt{(\rho' - \rho_v) \frac{g}{k}} \\
 \Phi &= \sqrt{\Delta h * \frac{g(\rho' - \rho_v)}{\frac{1}{2} \rho' \left( \frac{1}{S_2^2} - \frac{1}{S_1^2} \right)}} \\
 \Phi &= \frac{V}{\bar{t}}
 \end{aligned} \tag{5}$$

Rezultati			
Indeks	Pretok (Izr.) [ $m^3/s$ ]	Pretok (Izm.) [ $m^3/s$ ]	Napaka
1	7.66E-05	7.26E-05	0.05
2	6.16E-05	5.54E-05	0.10
3	4.35E-05	3.94E-05	0.09

## 7 Analiza rezultatov

Določili smo prostorninski pretok vode z Venturijevo cevjo ter to primerjali z direktno izmerjenimi vrednostmi. V povprečju dobimo napako okoli 8%.