

UNIVERZA V LJUBLJANI

Fakulteta za strojništvo

POROČILA LABORATORIJSKIH VAJ

Mehanika fluidov

Miha Zibelnik

Ljubljana, 2005

# 1. laboratorijska vaja – merjenje gostote vode

Rezultati:

Meritev i	h (mm)	$\Delta h$ (mm)	V (m <sup>3</sup> )	m <sub>ut</sub> (g)	$\rho_v$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	8	8	$9,063 \cdot 10^{-5}$	0	0
2	27	19	$2,146 \cdot 10^{-4}$	100	968,92
3	46	38	$4,292 \cdot 10^{-4}$	200	968,92
4	64	56	$6,325 \cdot 10^{-4}$	300	986,23
5	82	74	$8,358 \cdot 10^{-4}$	400	995,12

Višino telesa h smo izmerili v laboratoriju, za volumen pa vemo, da se izračuna:

$$V = a \cdot b \cdot \Delta h,$$

kjer je:

$$\begin{aligned} a &= 101,3 \text{ mm} && \text{dolžina telesa} \\ b &= 111,5 \text{ mm} && \text{širina telesa} \end{aligned}$$

Gostoto  $\rho$  pa sem izračunal po enačbi:

$$\rho_v = \frac{m_{ut} \cdot r_{ut}}{V \cdot r_t}$$

kjer je

$$\begin{aligned} r_{ut} &= 301,5 \text{ mm} && \text{ročica uteži} \\ r_t &= 145 \text{ mm} && \text{ročica vzgona} \end{aligned}$$

Izračunal sem še srednjo gostoto vode:

$$\bar{\rho}_v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} p_i = \frac{968,92 + 968,92 + 986,23 + 995,12}{4} = 979,8 \text{ kg/m}^3$$

ter relativno odstopanje napake:

$$\delta\sigma = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|\rho_i - \bar{\rho}|}{\bar{\rho}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{4} \cdot (0,0111 + 0,0111 + 0,00656 + 0,0156) = 7,39 \cdot 10^{-4} = 0,74\%$$

Zaključek:

Rezultat gostote vode ne morem primerjati z nobeno vrednostjo, saj nam niso povedali, kakšna je bila približna temperatura vode. Napake pri meritvah so se pojavile, ko smo odčitavali vrednost h v posodi, kdaj je bil sistem v ravnotežju in naredili smo premalo meritev za točno določanje. Če pa upoštevamo, da je imela voda približno 20°C, ( $\rho_v = 998 \text{ kg/m}^3$ ) pa lahko rečemo, da naše meritve niso tako slabe.

## 2. laboratorijska vaja – merjenje izgub v cevovodu

Rezultati:

Meritev i	Q (l/min)	h (mm)	v (m/s)	Re	$\lambda$	$\sum_{i=1}^8 \zeta_{lok,i}$	$\zeta$
1	3	84	0,266	4082	0,049	15,2	1,9
2	4,5	137	0,398	5970	0,043	9,9	1,24
3	6	205	0,531	8150	0,039	7,8	0,98
4	7,5	310	0,664	10200	0,0325	8,4	1,05

Postopek:

Višino h smo izmerili v laboratoriju in predstavlja razliko statičnih tlakov. Hitrost sem izračunal po enačbi:

$$Q = v \cdot A \Rightarrow v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}$$

Reynoldsovo število sem izračunal po formuli:

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

kjer je  $\nu = 1,01 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  kinematična viskoznost vode pri 20°C.

Koeficient linijskih izgub sem izbral iz tabele v odvisnosti od Reynoldsovega števila in razmerja  $\frac{\epsilon}{d} = 0,006$ .

Količnik lokalnih izgub pa sem izračunal po formuli:

$$\zeta_{lok} = \frac{2gh}{v^2} - \lambda \frac{l}{d}$$

kjer je:

l = 2560 mm                      dolžina cevovoda  
d = 15,5 mm                     premer cevi

To sem dobil seštevek vseh izgub. Izgubo na enem kolenu pa sem dobil, ko sem količnik lokalnih izgub delil z 8.

Zaključek:

Dobljeni rezultati se še kar ujemajo z rezultati v literaturi. Napake, ki so se pojavile pri meritvah so, da nismo upoštevali pravilne hrapavosti, saj ni povsod enaka, ko smo merili razliko višin v stolpcih vode smo se lahko zmotili, neko napako pa tudi napravim sam z zaokroženjem števil.

### 3. laboratorijska vaja – merjenje zračnega upora krogle

Rezultati:

Položaj stik.	$U_v$ (V)	$v$ (m/s)	Re	$U_F$ (V)	F (N)	$C_x$
0	0,991	0	0	0,043	0	//
3	1,151	5,78	22531	0,09	0,0324	0,5544
4	1,476	10,08	39293	0,185	0,0979	0,5508
5	1,778	12,84	50051	0,26	0,1496	0,5187
6	1,86	13,49	52585	0,285	0,1668	0,5239
7	2,023	14,7	57302	0,321	0,1916	0,5069

Postopek:

V laboratoriju smo izmerili  $U_v$  in  $U_F$ . Iz podatka  $U_v$  sem izračunal hitrost po enačbi:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$$

pri čemer je  $\Delta p = (U_{v,i} - U_{v,0}) \cdot 124,6 Pa$  in  $\rho$  gostota zraka.

Iz izračunane hitrosti zraka pa sem po tej enačbi izračunal Reynoldsovo število:

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

kjer je  $\nu = 15,7 \text{ mm}^2/\text{s}$  kinematična viskoznost zraka pri  $20^\circ\text{C}$ .

Iz izmerjenega podatka  $U_F$  sem izračunal silo F. Uporabil sem priloženo tabelo in iz nje izrazil koeficient pretvorbe iz vate v njutne:

$$1 \text{ V} = 0,7786 \text{ N}$$

Upošteval sem še, da je sila uteži delovala ne koncu ročice nosilca, sila upora pa v centru krogle, ter razliko  $U_{F,i} - U_{F,0}$ .

$$F = \frac{0,7786 \cdot \Delta U_F \cdot l}{l + r}$$

kjer je:

$$\begin{aligned} l &= 236 \text{ mm} && \text{dolžina nosilca} \\ d &= 61,2 \text{ mm} && \text{premer krogle} \end{aligned}$$

Ko sem imel vse znano sem izračunal še koeficient upora:

$$C_x = \frac{2 \cdot F}{\rho \cdot v^2 \cdot A}$$

A je velikost prečnega prereza.

Zaključek:

Največje napake so se dogajale pri prebiranju iz inštrumentov, saj so se podatki hitro spreminjali. Napake so lahko bile tudi v samem vetrovniku.

V primerjavi z teoretičnim koeficientom upora smo kar dobro izračunali.