

## VEŽBA 2.1

Naziv vežbe	KALIBRACIJA SONDI ZA PRITISAK
Trajanje vežbe	20'
Potrebno predznanje	Osnove regresione analize
Broj studenata	2
Cilj vežbe	U ovoj vežbi studenti se upoznaju sa merenjem hidrotehničkih veličina mernim pretvaračima. Pored toga, obavlja se kalibracija DRUCK sonde za pritisak pomoću eksperimentalne instalacije. Rezultat vežbe je kalibraciona kriva koja se dobija linearnom regresijom od izmerenih parova napona i visine vodenog stuba.

### TEORIJSKE OSNOVE

U ovoj vežbi je potrebno kalibrisati sondu (merni pretvarač) za merenje pritiska. Kao rezultat kalibracije je potrebno odrediti karakteristike kalibracione krive u obliku:

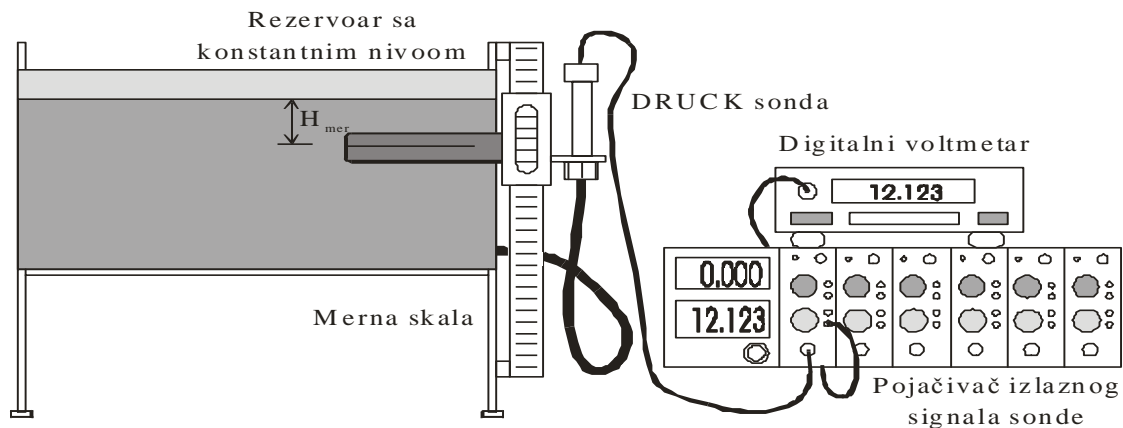
$$H[cm] = f(U[V])$$

Ukoliko se prepostavi linearna zavisnost visine vodenog stuba i napona na izlazu pretvarača, u pitanju je funkcija oblika:

$$H = A \times U + B$$

Kalibracijom sonde se određuju koeficijent nagiba (A) i nula (B) zavisnosti merenog pritiska i registrovanog napona na izlazu mernog pretvarača. Za potrebe kalibracije se koristi eksperimentalna instalacija koja omogućava precizno zadavanje poznate visine vodenog stuba, merna sonda, uređaj za pojačanje izlaznog napona merne sonde (pojačivač) i uređaj za merenje izlaznog napona merne sonde (voltmetar).

## POSTUPAK IZRADE VEŽBE



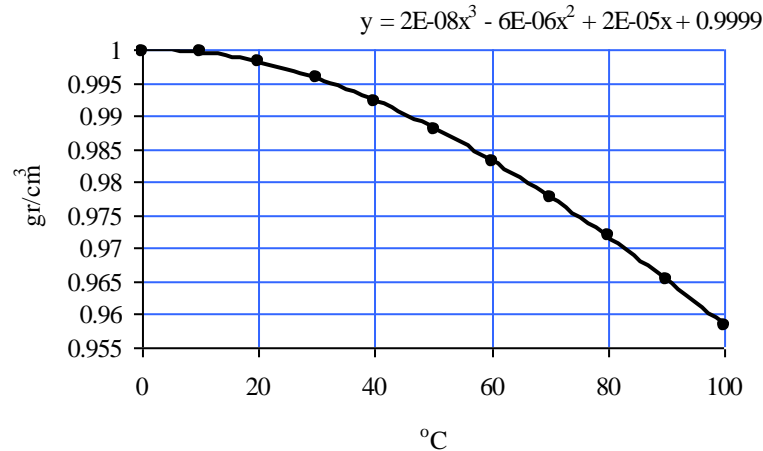
Za potrebe kalibracije sonde za pritisak se koriste:

1. Odgovarajuća sonda za pritisak (sonda sa odgovarajućim opsegom pritiska)
2. Pojačivač izlaznog napona sonde
3. Digitalni voltmetar

Vežba se radi u sledećim koracima:

1. Ušrafiti sondu u za to predviđen navoj
2. Ispustiti vazduh iz sonde
3. Priključiti konektor na sondu, pojačivač i iz pojačivača u voltmetar
4. Pokazivač na mernoj skali (ujedno i sondu) postaviti u nivou sa površinom i na pojačivaču podesiti nulu sonde
5. Postaviti pokazivač na mernoj skali na poziciju  $H_{mer} \approx 40\text{cm}$  (maksimalnu vrednost merenog pritiska) i na pojačivaču podesiti pojačanje tako da se pokrije ceo opseg pokaivanja na digitalnom voltmetru
6. U **10** tačaka za  $H_{mer} \approx [1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40]$  cm izmeriti napon (pokazivanje na digitalnom voltmetru) i izmerene vrednosti upisati u za to predviđenu tabelu
7. Vrednosti visine vodenosg stuba **H [cm]** transformisati u pritisak **p [Pa]** i odrediti koeficijente **C** i **D** transformisane kalibracione krive:  $p = C \times U + D$

Zavisnost gustine vode od temperature



Temperatura	Gustina
[°C]	[g/cm <sup>3</sup> ]
0	0.99984
10	0.9997
20	0.99821
30	0.99565
40	0.99222
50	0.98803
60	0.9832
70	0.97778
80	0.97182
90	0.96535
100	0.9584

### OBRADA REULTATA MERENJA

Rezultate merenja je potrebno obraditi u Excel programskom paketu i izračunati sledeće karakteristike niza rezultata:

1. Dokumentovati podatke o sondi i mernom okruženju (broj sonde, temperatura vode, gustina vode, itd.)
2. Dokumentovati podatke o mernim uređajima (izlazni napon sonde, maksimalno pokazivanje voltmetra, itd.)
3. Dokumentovati podešavanja na pojačivaču (nula i potrebno pojačanje)
4. Priložiti tabelu sa kalibracionim podacima
5. Odrediti vrednosti apsolutnih i relativnih grešaka (u odnosu na trenutno izmerenu vrednost i u odnosu na maksimalnu izmerenu vrednost), kao i vrednost

standardnog odstupanja relativne greške: 
$$\sigma = \sqrt{\frac{\varepsilon_{tren}}{N}}$$

Potrebno je nacrtati sledeće dijagrame:

1. Kalibracionu krivu u odnosu na visinu vodenog stuba  $H$  [cm]
2. Kalibracionu krivu u odnosu na pritisak  $p[Pa] = \rho gH$
3. Dijagrame izračunatih grešaka

*Napomena:* Imena excel fajlova formirati na sledeći način – **v21xxx-xx\_yyy-yy.xls**, gde su **xxx-xx** i **yyy-yy** brojevi indeksa studenata koji rade vežbu

**Prilozi:**

1. Radne tabele za upisivanje rezultata merenja
2. Excel file za obradu rezultata
3. Uputstvo za obradu rezultata

Ime i prezime:		br. indeksa
<b>Podaci o vodi</b>		
Temperatura vode [°C]:		
Gustina vode [kg/m <sup>3</sup> ]:		
<b>Podaci o sondi</b>		
Sonda broj:		
Nominalni radni pritisak sonde [mVs]		
Nominalni izlazni napon sonde [mV]		
<b>Pojačanje signala</b>		
$H_{MAX}$ = ..... m	$U_{IZL,MAX}$ = ..... V	
Potrebno pojačanje je $G$ = ..... puta		

### Rezultati merenja

Redni broj	H (cm)	U (V)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

$$H[\text{cm}] = A \times U[\text{V}] + B$$

A=....., B=.....

$$p[\text{Pa}] = C \times U[\text{V}] + D$$

C=....., D=.....

Maksimalno standardno odstupanje relativne greške:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\frac{\varepsilon_{\text{tren}}}{N}} =$$