

4.4.1. Debitul unei conducte sub presiune

Debitul unei conducte sub presiune se determină utilizând **dispozitivul Venturi** pentru măsurarea diferenței de **presiune hidrostatică** ($\Delta h = (p_1 - p_2)/\gamma$) dintre două tronsoane ale unei conducte cu diametre diferite (**Fig.4.12.**).

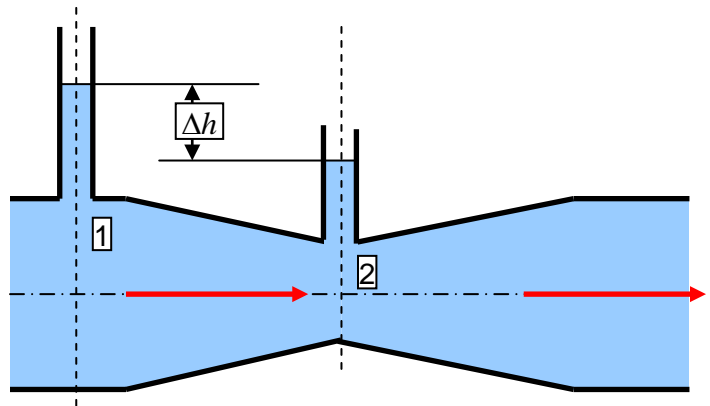


Fig. 4.12. Tub Venturi

Model de lucru

Relația de calcul pentru **debit** rezultă prin rezolvarea sistemului format din:

- **ecuația lui Bernoulli** (conservarea energiei);
- **ecuația de continuitate** (conservarea masei)

scrise pentru secțiunile 1 și 2, cu **suprafețele** A_1 respectiv A_2 și cu **vitezele medii** V_1 respectiv V_2 :

$$\begin{cases} \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \\ V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{p_1 - p_2}{\gamma} = \frac{V_1^2}{2g} \left[\left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1 \right] = \Delta h$$

Soluțiile sistemului sunt:

$$V_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta h}{\left[\left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1 \right]}} \quad \text{și} \quad Q = A_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta h}{\left[\left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1 \right]}}$$

Între secțiunile 1 și 2 sunt **pierderi de sarcină** care reduc **debitul real** (Q_{real}) în raport cu **debitul calculat** (Q). Pentru corectarea acestei subestimări se introduce **coeficientul de corecție** (μ) care se determină experimental prin operațiunea de **calibrare** a dispozitivului:

$$Q_{real} = \mu \cdot Q$$

Formula debitului devine:

$$Q_{real} = C \cdot \sqrt{\Delta h}$$

în care **constanta** C este proprie fiecărui dispozitiv, ea fiind cea care se determină în operațiunea de calibrare:

$$C = \mu \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\left[\left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1 \right]}}$$

Sucesiunea prelucrărilor pentru

calculul **debitului real** (Q_{real}) al unei conducte de **diametru** cunoscut ($D=10inch$) pe baza **diferenței de presiune hidrostatică** ($\Delta h = 13.42cm_col_Hg$) măsurată cu un manometru cu **mercur**, ($\rho_{Hg} = 13545.9 \frac{g}{cm^3}$) știindu-se raportul secțiunilor ($\frac{A_1}{A_2} = 4$) și o serie de 20 de măsurători experimentale pentru calibrarea dispozitivului Venturi (**tabelul 1**).

1. Calculul constantei (C):

a. Reprezentarea grafica a măsurătorilor pentru calibrarea dispozitivului Venturi într-un sistem de coordonate $Q_{mas} = f(\sqrt{\Delta h})$

b. Stabilirea pantei corelației liniare $Q_{mas} = f(\sqrt{\Delta h})$, adică valoarea **constantei** C din ecuația:

$$Q_{real} = C \cdot \sqrt{\Delta h}$$

2. Calculul **coeficientului de corecție** (μ) cu relația:

$$\mu = \frac{C}{A_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}}$$

3. Calculul **debitului real** (Q_{real}) pentru **diferența de presiune hidrostatică**:

$$\Delta h = 13.42cm_col_Hg :$$

a. Calculul **diferenței de presiune hidrostatică** exprimate în $[m_col_H_2O]$:

$$\Delta h_{[m_col_H_2O]} = \frac{\rho_{Hg}}{\rho_{H_2O}} \cdot \Delta h_{[m_col_Hg]}$$

b. Calculul **debitului real** (Q_{real}) cu formula:

$$Q_{real} = \mu \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta h}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}$$

Tabelul 1. Măsurători pentru calibrarea dispozitivului Venturi

Δh [m]	Q_{mas} [m3/s]
0.1	0.0155
0.2	0.0220
0.3	0.0300
0.4	0.0311
0.5	0.0330
0.6	0.0381
0.7	0.0412
0.8	0.0400
0.9	0.0467
1	0.0510
1.1	0.0500
1.2	0.0539
1.3	0.0570
1.4	0.0570
1.5	0.0580
1.6	0.0630
1.7	0.0670
1.8	0.0660
1.9	0.0600
2	0.0696

NOTA: Problematika extrapolării valabilității **coeficientului de corecție** (μ) pentru valori ale **diferenței de presiune hidrostatică** mai mari de 2m (valoarea maximă experimentală!!!; **Tabelul 1**) este în funcție de debitul maxim pentru diametrul dat în regim de curgere laminar, și vor fi abordate la studiul curgerii fluidelor reale în conducte.