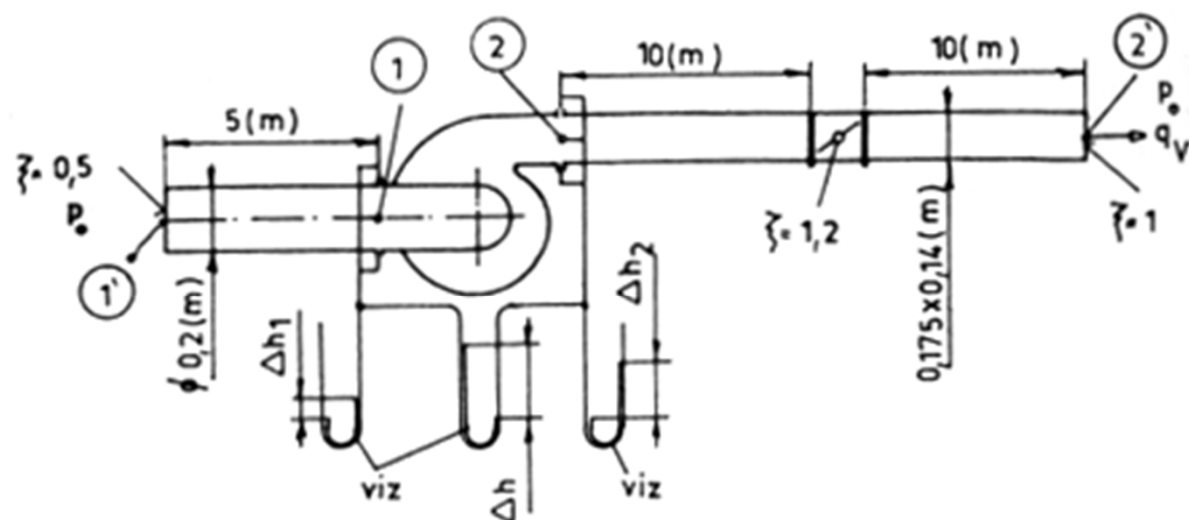


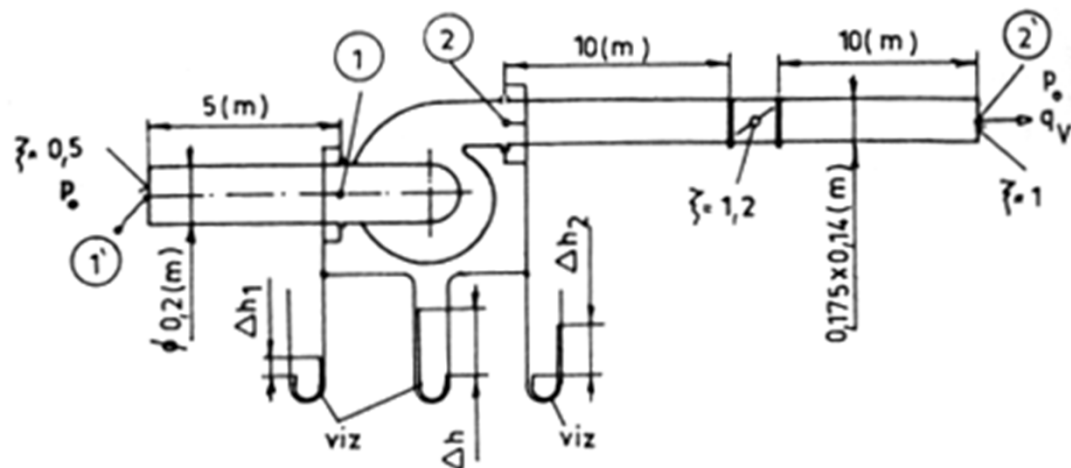
Az ábrán látható csővezeték rendszeren a ventilátor  $q_v = 0,314 \text{ [m}^3/\text{s]}$  levegőt szállít.



A szállított közeg jellemzői  $\rho_1 = 1,206 \text{ [kg/m}^3]$ ;  $\nu = 14,7 \cdot 10^{-6} \text{ [m}^2/\text{s]}$   
 A nyomásmérőkben levő víz sűrűsége:  $\rho_v = 999,7 \text{ [kg/m}^3]$

Határozza meg:

- a feltüntetett nyomásmérők ( $\Delta h_a$ ;  $\Delta h_2$ ;  $\Delta h$ ) kitérését,
- a ventilátor statikus ( $\Delta p_{st}$ ) és össznyomás ( $\Delta p_0$ ) növekedését,
- a ventilátor hajtásához szükséges teljesítményt, ha az összhatásfok 75 [%].



Az ① pontban bekötött nyomásmérő egyensúlyi egyenlete:

$$p_0 = p_1 + \rho_v \cdot g \cdot \Delta h_1$$

ahol

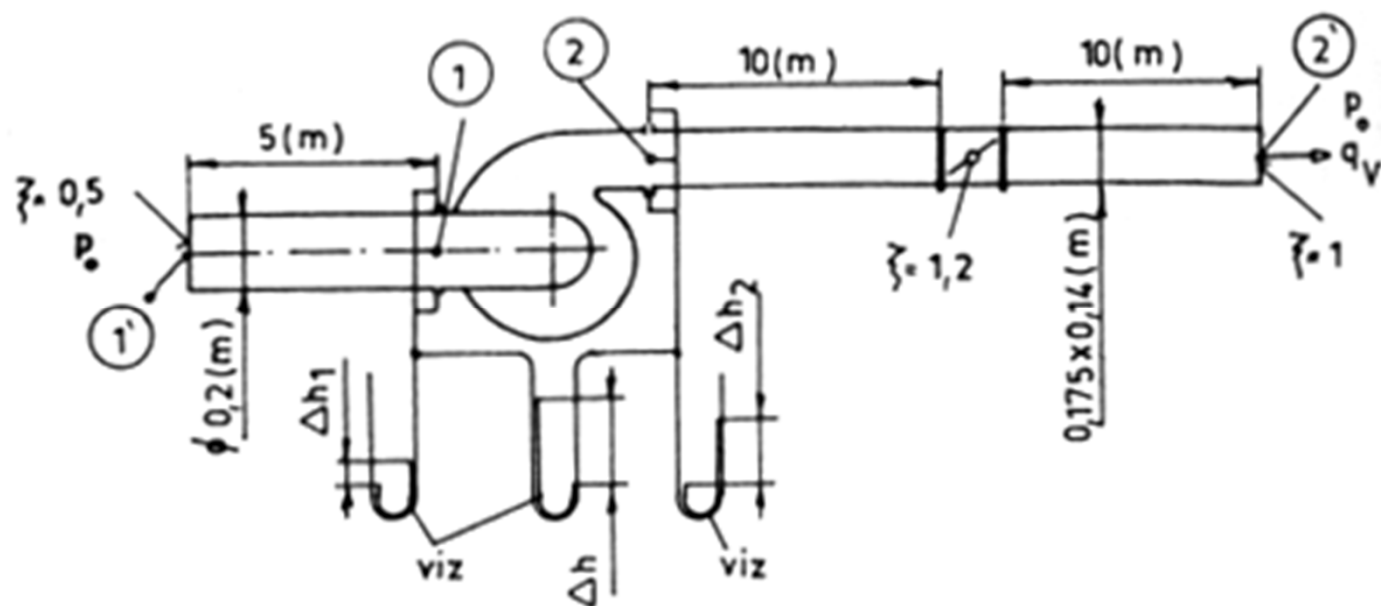
$$p_0 = p_1 + \Delta p_1$$

E két egyenlet alapján a mérőfolyadék kitérése:

$$\Delta h_1 = \frac{1}{\rho_v \cdot g} \cdot \Delta p_1$$

ahol  $\Delta p_1$  az (1' - 1) csővezeték szakasz áramlási vesztesége:

$$\Delta p_1 = \frac{\rho_1}{2} \cdot v_1^2 \left( \frac{1}{d} \cdot \lambda_1 + \zeta \right).$$



Ezzel a keresett kitérés:

$$\Delta h_1 = \frac{l}{\rho_v \cdot g} \cdot \frac{\rho_1}{2} \cdot v_1^2 \cdot \left( \frac{l}{d} \cdot \lambda_1 + \zeta \right).$$

A szükséges számítási részeredmények a következők:

- az áramlási sebesség:

$$v_1 = \frac{q_v}{A_1} = \frac{0,314}{3,14 \cdot 10^{-2}} = 10 \text{ [m/s]}.$$

- a Reynolds szám:

$$R_{e_1} = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{10 \cdot 0,2}{14,7 \cdot 10^{-6}} = 0,136 \cdot 10^6$$

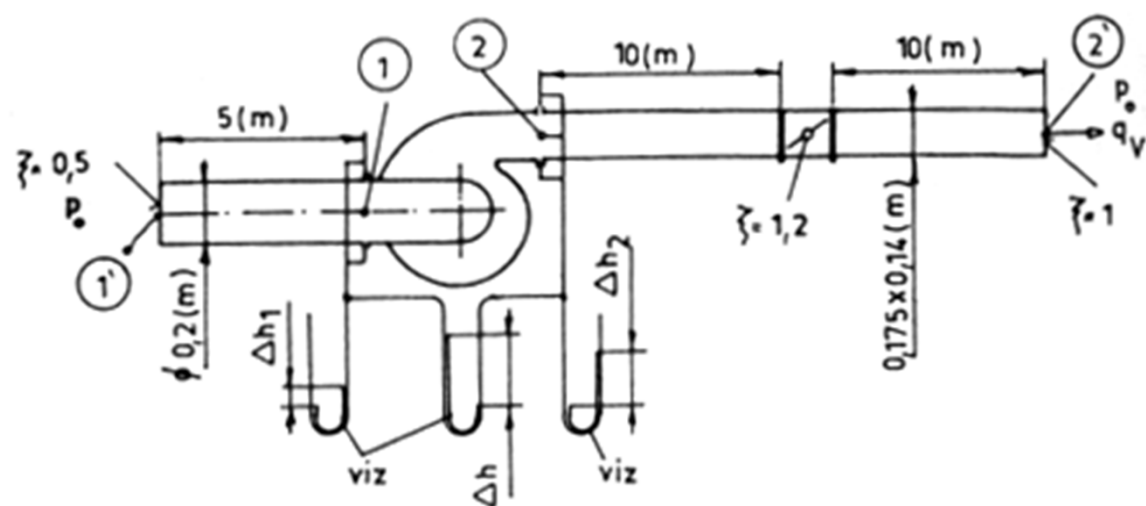
- a csőúrlódási tényező:

$$\lambda = \frac{0,316}{R_e^{1/4}} = \frac{0,316}{(13,6 \cdot 10^4)^{1/4}} = 0,0165$$

$$\Delta h_1 = \frac{l}{\rho_v \cdot g} \cdot \frac{\rho_1}{2} \cdot v_1^2 \cdot \left( \frac{l}{d} \cdot \lambda_1 + \zeta \right).$$

A keresett kitérés

$$\begin{aligned} \Delta h_1 &= \frac{1}{999,7 \cdot 9,81} \cdot \frac{1,206}{2} \cdot 10^2 \left( \frac{5}{0,2} \cdot 0,0165 + 0,5 \right) = \\ &= 5,61 \cdot 10^{-3} \text{ [m]} = 5,61 \text{ [mm]} \end{aligned}$$



A ② pontban bekötött nyomásmérő egyensúlyi egyenlete:

$$p_2 = p_0 + \rho_v \cdot g \cdot \Delta h_2$$

ahol

$$p_2 = p_0 + \Delta p_2.$$

E két egyenlet alapján a mérőfolyadék kitérése:

$$\Delta h_2 = \frac{1}{\rho_v \cdot g} \cdot \Delta p_2.$$

ahol  $\Delta p_2$  a (2 – 2') csővezetékszakasz áramlási vesztesége:

$$\Delta p_2 = \frac{\rho_l}{2} \cdot v_2^2 \cdot \left( \frac{\Sigma l}{4 \cdot r'} \cdot \lambda_2 + \Sigma \zeta \right).$$

Ezzel a keresett kitérés:

$$\Delta h_2 = \frac{l}{\rho_v \cdot g} \cdot \frac{\rho_l}{2} \cdot v_2^2 \cdot \left( \frac{\Sigma l}{4 \cdot r'} \cdot \lambda_2 + \Sigma \zeta \right).$$

A szükséges számítási részeredmények a következők:

- az áramlási sebesség

$$v_2 = \frac{q_v}{A_2} = \frac{0,314}{2,45 \cdot 10^{-2}} = 12,82 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right].$$

- a hidraulikai sugár:

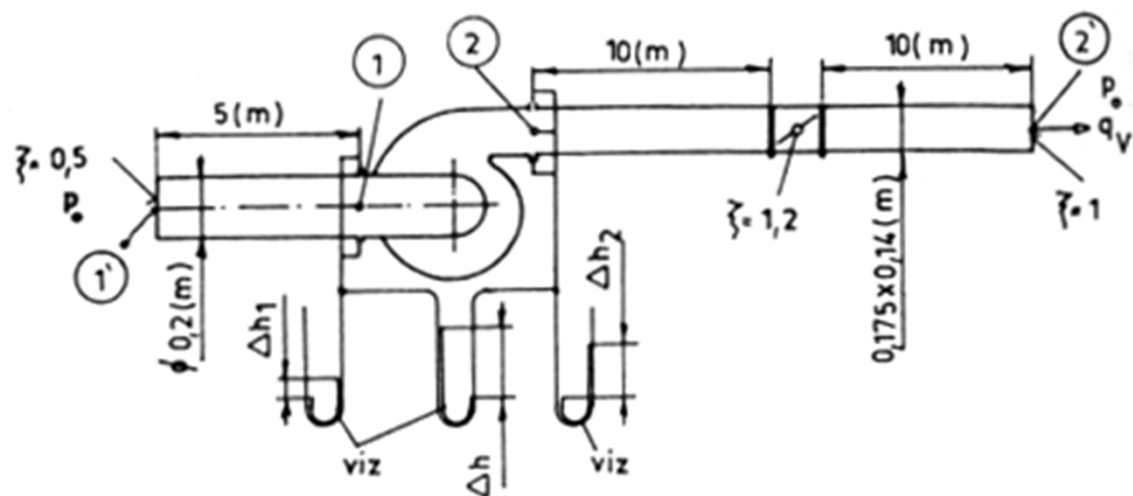
$$r' = \frac{A_2}{K_2} = \frac{2,45 \cdot 10^{-2}}{0,63} = 3,88 \cdot 10^{-2} \left[ \text{m} \right].$$

- Reynolds szám:

$$R_{e_2} = \frac{v_2 \cdot 4 \cdot r'}{\nu} = \frac{12,82 \cdot 3,88 \cdot 10^{-2}}{14,7 \cdot 10^{-6}} = 13,53 \cdot 10^4.$$

- a csősúrlódási tényező:

$$\lambda_2 = \frac{0,316}{R_{e_2}^{1/4}} = \frac{0,316}{(13,53 \cdot 10^4)^{1/4}} = 0,0165.$$



A keresett kitérés

$$\Delta h_2 = \frac{1}{999,7 \cdot 9,81} \cdot \frac{1,206}{2} \cdot 12,82^2 \cdot \left( \frac{20}{4 \cdot 3,88 \cdot 10^{-2}} \cdot 0,0165 + 2,2 \right) =$$

$$= 4,372 \cdot 10^{-2} \text{ [m]} = 43,72 \text{ [mm]}$$

Az ① és ② pontok közé bekötött nyomásmérő kitérése

$$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 = 5,61 \cdot 10^{-3} + 4,372 \cdot 10^{-2} = 4,933 \cdot 10^{-2} \text{ [m]} = 49,33 \text{ [mm]}$$

A ventilátor statikus nyomásnövekedése:

$$\Delta p_{st} = \rho_v \cdot g \cdot \Delta h = 999,79 \cdot 9,81 \cdot 4,933 \cdot 10^{-2} = \mathbf{483,78 \text{ [Pa]}}$$

Az össznyomás növekedése pedig:

$$\begin{aligned} \Delta p_{\delta} &= \Delta p_{st} + \frac{\rho_l}{2} \cdot (v_2^2 - v_1^2) = \\ &= 483,78 + \frac{1,206}{2} \cdot (12,82^2 - 10^2) = \mathbf{522,74 \text{ [Pa]}} \end{aligned}$$

A ventilátor hajtásához szükséges teljesítmény:

$$P = \frac{1}{\eta_{\delta}} \cdot q_v \cdot \Delta p_{\delta} = \frac{1}{0,75} \cdot 0,314 \cdot 522,74 = \mathbf{218,8 \text{ [W]}}$$