

Obliczenia hydrauliczne

Podstawa: PN-76/M-34034 "Rurociągi. Zasady obliczeń hydraulicznych"

Dla $Q_{g \max} = 9,2 \text{ dm}^3/\text{s} = 0,0092 \text{ m}^3/\text{s}$ (wg programu ogólnego- początek)

przy przepływie gospodarczym: $w_g = \frac{0,0092}{0,7854 * 0,16^2} = 0,46 \text{ m/s}$

Dla $Q_{g \max} = 2,7 \text{ dm}^3/\text{s} = 0,0027 \text{ m}^3/\text{s}$ (wg programu ogólnego- koniec)

przy przepływie gospodarczym: $w_g = \frac{0,0027}{0,7854 * 0,16^2} = 0,13 \text{ m/s}$

przy przepływie ppoż: $w_p = \frac{0,01}{0,7854 * 0,16^2} = 0,50 \text{ m/s}$

przy: $\nu = 1,306 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$k = 0,02 \text{ mm}$

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$R_e = 0,23 \frac{0,16}{1,306 * 10^{-6}} = 28091$$

- chropowatość względna $k/d = 0,02/160 = 0,000125$

- ze wzoru Altszul'a: $\lambda = (68/28091 + 0,000125)^{0,25} = 0,225$

- sprawdzenie z nomogramu: $\lambda = 0,224$

- strata na długości przy $L = 1,0 \text{ m}$:

$$h_s = 0,08266 * 0,224 * 0,0047^2 / 0,16^5 = 0,0038$$

- wg nomogramu producenta $h_s = 0,004$

W dalszych obliczeniach przyjęto straty wg nomogramu producenta.

Uderzenia hydrauliczne

- dodatnie: $\Delta w = 0,23 \text{ m/s}$

- dla rur PE szereg SDR 17 (PN10): $c = 108\sqrt{10} = 341 \text{ m/s}$

$$\Delta p = 1000 * 341 * 0,23 = 78430 \text{ kg/m}^2 = 7,84 \text{ kg/cm}^2$$

$$p_{\max} = 5,2 + 7,84 = 13,05 < 1,5 \text{ PN}$$

Dla ograniczenia dodatniego jak i ujemnego uderzenia hydraulicznego zasuwę odcinkowe należy zamykać i otwierać powoli do czasu całkowitego wypełnienia rurociągu.

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

Zestawienie obciążeń:

- gruntem suchym: $19,0 * 0,16 * 0,80 * 1,0 = 2,43 \text{ kN}$

- gruntem nawodnionym: $11,0 * 0,16 * 0,80 * 1,0 = 1,41 \text{ kN}$

- parcie hydrostatyczne: $10,0 * 0,16 * 0,8 = 1,28 \text{ kN}$

$$\begin{array}{rcl} \text{- ruch kołowy: } 130 * 0,30 * 0,16 & & = 6,24 \text{ kN} \\ \text{Razem} & q & = 11,36 \text{ kN} \end{array}$$

- ugięcie krótkotrwałe dla pustej rury:

$$I = s^3/12 = 0,00118^3/12 = 1,37 \cdot 10^{-10} \text{ m}^4/\text{m}$$

$$E_{\text{ISO}} = 3000 \text{ MPa}$$

$$\text{- sztywność obwodowa} \quad S_R = \frac{3000000 * 1,37 \cdot 10^{-10}}{0,16^3} = 0,1 \text{ kN/m}^2$$

- przy $E'_s = 1000 \text{ kN/m}^2$:

$$(\delta/D)_q = \frac{0,083 * 11,36}{16 * 0,1 + 0,122 * 1000} = 0,008$$

$$(\delta/D)_M = 0,008 + 0,02 + 0,02 = 0,048 < 0,09$$

- ugięcie długotrwałe:

$$(\delta/D)_{qL} = 2,0 * 0,008 + 0,02 + 0,03 = 0,066 < 0,15$$

- odkształcenia dla ciśnienia wewn. do 1,0 MPa:

- przy $p = 0,6 \text{ MPa}$ i $E_{\text{długotrwa.}} = 1200 \text{ MPa}$:

$$\epsilon_p = \frac{0,6 * 0,16}{2 * 0,00118 * 1200} = 0,034 < 0,05$$

- wyboczenie ogólne przy wsp. bezp. $F = 2,0$ i $E'_t = 2 E'_s$:

$$q_{\text{dop}} = 5,63/2,0 \sqrt{0,1} * 2000 = 39,8 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{wyb}} = 8 * 0,1 * (5^2 - 1) = 19,2 < q_{\text{dop}}$$

Projektował: