

Cvičení – Výpočet tlakových a tepelných ztrát TN Mělník - Praha

Potrubí DN 1200	
vnitřní průměr - di [mm]	1200
tloušťka trubky - ti [mm]	10
izolace přívod - tpřív [cm]	30
izolace vrat [cm]	20
délka [m]	34000

PROVOZ	zima max	zima střed	léto
To [°C]	-10	0	20
průtok [t/h]	7500	6000	3000
Tp [°C]	145	135	97
Tv [°C]	70	66	65

Hydraulic parametry	
drsnost [mm]	0.1
dp zdr [kPa]	200
dp spot [kPa] v1	200
dp spot [kPa] v2	0
dp spot [kPa] v3	-200
Eta č [%]	65

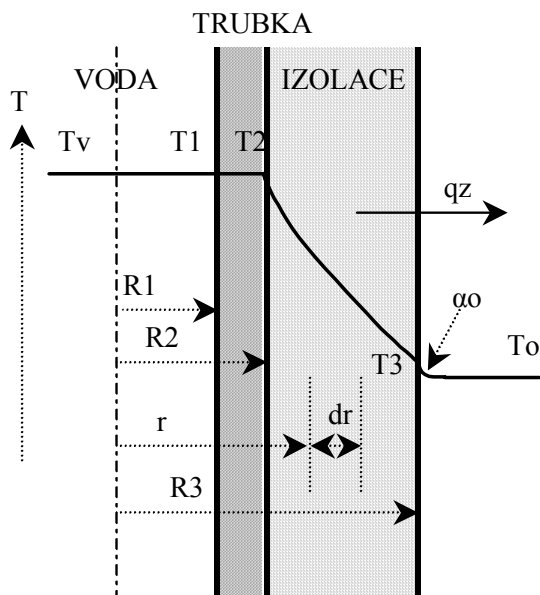
Ro [kg/m3] přív	922.0	930.8	960.1
Ro [kg/m3] vrat	977.0	979.3	979.8
w [m/s] přív	2.00	1.58	0.77
w [m/s] vrat	1.89	1.51	0.75
ny [m2/s] přív	2.0846E-07	2.225E-07	3.011E-07
ny [m2/s] vrat	4.0588E-07	4.283E-07	4.344E-07
Re [-] přív	1.151E+07	8.541E+06	3.060E+06
Re [-] vrat	5.577E+06	4.218E+06	2.079E+06
Lambda [-] přív	0.01180571	0.0118746	0.012287
Lambda [-] vrat	0.01200725	0.0121217	0.0125442
Lambda.L/d [-] přív	334.495165	336.44729	348.13072
Lambda.L/d [-] vrat	340.205465	343.44819	355.41988
Dzet [1/m] přív	0.00659	0.00659	0.00659
Dzet [1/m] vrat	0.00659	0.00659	0.00659
Dzet*L [-] přív	224.06	224.06	224.06
Dzet*L [-] vrat	224.06	224.06	224.06

dp [kPa] přív	1028.8	654.5	161.9
dp [kPa] vrat	980.9	629.9	160.7

dPč [kPa] v1	2409.7	1684.4	722.7
dPč [kPa] v2	2209.7	1484.4	522.7
dPč [kPa] v3	2009.7	1284.4	322.7
Yč [J/kg] v1	2466.3	1720.1	737.6
Pč [kW] v1	7904.9	4410.6	945.6
Pč [kW] v2	7248.8	3886.9	683.9
Pč [kW] v3	6592.7	3363.2	422.2

Q tření [kW] přív	2324.6	1172.0	140.6
Q tření [kW] vrat	2091.5	1072.1	136.7
Q tření [kW] celk	4416.1	2244.1	277.3

Cvičení – Výpočet tlakových a tepelných ztrát TN Mělník - Praha



Stacionární vedení tepla

$$Q_{zdr} [W] = F * c_p * (T_{pzdr} - T_{vzdr})'$$

$$q_z = 2\pi r \alpha \Delta T \dots \text{přestup tepla (Newtonův zákon)}$$

$$q_z = -2\pi r \lambda \frac{dT}{dr} \dots \text{vedení tepla (Fourierův zákon)}$$

$$T_i(r) = T_v - (T_v - T_o) A_i \ln \frac{r}{R_2}; A_i = \frac{1}{2\pi \lambda_i R_c}$$

$$R_c [mK/W] = \frac{1}{2\pi \lambda_i} \ln \frac{R_3}{R_2} + \frac{1}{2\pi R_3 \alpha_o}$$

$$q_z [W/m] = \frac{T_v - T_o}{R_c}$$

$$q_z^* [W/m] = k_z q_z$$

$$Q_{ztr} [W] = q_z^* L$$

$$\Delta T_{ochl} [^\circ C] = \frac{(Q_{ztr} - Q_{tření})}{c_p * F}$$

Nestacionární přenos tepla

obecná Fourier-Kirchhoffova rovnice – tepelná bilance proudící látky

$$\rho c \left(\frac{\partial T}{\partial t} + w \nabla T \right) = \nabla (\lambda \nabla T) + q_i - \frac{\partial}{\partial t} \left(\rho \frac{w^2}{2} \right) + \Delta P_v$$

+ ΔP teplo ΔP_v vznikající termodynamickou změnou objemu - zanedbáme

- $\frac{\partial}{\partial t} \left(\rho \frac{w^2}{2} \right)$ časová změna kinetické energie a - zanedbáme

q_i vnitřní zdroje tepla - např. teplo vznikající třením při proudění

$\nabla (\lambda \nabla T)$ člen charakterizující přenos tepla vedením

$w \nabla T$ člen charakterizující přenos tepla prouděním

Nestacionární rovnice vedení tepla

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla (\lambda \nabla T) \dots \text{pro válcovou geometrii} \dots \rho c \frac{\partial T}{\partial r} (r, t) = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} (r, t) + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} (r, t) \right)$$

Nestacionární rovnice proudící vody

$$C_v \left(\frac{\partial T_v}{\partial t} (z, t) + w \frac{\partial T_v}{\partial z} (z, t) \right) = Q_s (z, t) + Q_i (z, t)$$

$C_v = c_v \rho_v \pi R_1^2$ tepelná kapacita vody vztažená na jednotkovou délku potrubí

$Q_s = 2\pi R_1 q_s$ tepelný tok přecházející ze stěny trubky do vody

$Q_i = \pi R_1^2 q_i$ tepelný tok vznikající (např. třením) ve vodě uvnitř trubky

Cvičení – Výpočet tlakových a tepelných ztrát TN Mělník - Praha

PROVOZ	zima max	zima střed	léto
To [°C]	-10	0	20
průtok [t/h]	7500	6000	3000
Tp [°C]	145	135	97
Tv [°C]	70	66	65

Tepelné parametry	
cpv [J/kg.K]	4227
lamda izolace [W/mK]	0.065
lamda trubky [W/mK]	56.9
alfa okolí [W/m ² K]	27
alfa voda [W/m ² K]	10000
koef.zvyš.ztrát	1.2

Q zdr [MW]	660.5	486.1	112.7
Rc [mK/W] přív	0.9864	0.9864	0.9864
Rc [mK/W] vrat	0.7020	0.7020	0.7020
qz [W/m] přív	157.1	136.9	78.1
qz [W/m] vrat	114.0	94.0	64.1
qz* [W/m] přív	188.6	164.2	93.7
qz* [W/m] vrat	136.8	112.8	76.9
Qztr [MW] přív	6.411	5.584	3.185
Qztr [MW] vrat	4.650	3.836	2.615
Qztr celk [MW]	11.061	9.420	5.801

dT ochl [°C] přív	0.46	0.63	0.86
dT ochl [°C] vrat	0.29	0.39	0.70