

Příklady - stanovení optimální izolace

Příklad 1.

Pro ocelové potrubí ústředního vytápění DN 40 ($d_e = 48,3 \text{ mm} = 0,0483 \text{ m}$) vedeném v technickém podlaží objektu se střední teplotou v topném období $t_e = 10^\circ\text{C}$ navrhne optimální tloušťku tepelné izolace minerální vlnou s hliníkovou fólií ($\lambda_{iz} = 0,038 \text{ W/mK}$). Maximální teplota teplotonosné látky je $t_w = 75^\circ\text{C}$. Objekt pro bydlení se nachází v Mělníku a je napojen na centrální zásobování tepla. Současná cena tepla je 400 Kč/GJ, z průběhu předchozích let je patrný průměrný nárůst ceny tepla o 8% ročně a průměrná inflace v následujících letech se očekává ve výši 3%.

Řešení:

Protože se jedná o vytápění, pro oblast Mělníka je možné použít dle ČSN 73 0540 z roku 2005 následující hodnoty:

Venkovní výpočtová teplota	$t_e = -13^\circ\text{C}$
Počet dnů v topném období	$d_{12} = 219$
Průměrná teplota v topném období	$t_v = 3,7^\circ\text{C}$
Průměrná teplota vytápěných prostor (bydlení)	$t_i = 20^\circ\text{C}$

Pro návrh optimální izolace zvolíme období $n=2$ roky

Pro výpočet střední teploty teplotonosné látky v posuzovaném období použijeme vztah:

$$t_m = (t_w - t_i) \cdot (t_v - t_e) / (t_i - t_e) + t_i$$

Po dosazení

$$t_m = (75-20) \cdot (3,7-(-13)) / (20 - (-13)) + 20$$

$$t_m = 47,83^\circ\text{C}$$

Vybraný výrobce izolačních pouzder z minerální vlny s hliníkovou fólií dodává pro potrubí DN40 následující izolace:

<u>Tloušťka izolace</u>	<u>C_{is} – cena izolace</u>
20 mm	$C_{is1} = 79 \text{ Kč/m}$
25 mm	$C_{is2} = 86 \text{ Kč/m}$
30 mm	$C_{is3} = 95 \text{ Kč/m}$
40 mm	$C_{is4} = 106 \text{ Kč/m}$
50 mm	$C_{is5} = 118 \text{ Kč/m}$

Součinitel prostupu tepla izolovaným potrubím (při zanedbání přestupu tepla z teplotonosné látky na vnitřní stěnu potrubí):

$$k = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d-2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} - \frac{1}{\alpha_\epsilon \cdot D}} \quad [\text{W/mK}]$$

Po dosazení hodnot:

Součinitel tepelné vodivosti materiálu potrubí

$$\lambda_t = 50 \text{ W/m.K}$$

Součinitel tepelné vodivosti izolace

$$\lambda_{iz} = 0,038 \text{ W/m.K}$$

Součinitel přestupu tepla z povrchu izolace do okolí (uvnitř objektu)	$\alpha_e = 10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
Vnější průměr potrubí	$d = 0,0483 \text{ m}$
Tloušťka stěny potrubí	$s_t = 0,00325 \text{ m}$
Vnější průměr izolovaného potrubí	$D = 0,0683 \text{ m}$

Po dosazení:

$$U_o = 0,3463 \text{ W/m K}$$

Výpočet měrné ztráty tepla jednotkové délky izolovaného potrubí pro izolaci tloušťky s_1 :

$$q_{s1} = U_o \cdot (t_m - t_e) \text{ [W/m]}$$

Po dosazení:

$$q_{s1} = 0,3463 \cdot (47,83 - 10)$$

$$q_{s1} = 13,1005 \text{ W/m}$$

Výpočet střední reálné ceny tepla v posuzovaném období:

$$C_{ts} = C_{tp} \cdot ((1+z-i)^n - 1) / (n \cdot (z-i))$$

Po dosazení hodnot:

Počáteční cena tepla v posuzovaném období

$$C_{tp} = \text{Kč/kWh}$$

Předpokládaný roční nárůst ceny tepla

$$z = 0,08$$

Předpokládaná míra inflace

$$i = 0,03$$

$$C_{tp} \text{ [Kč/kWh]} = C_{tp} \text{ [Kč/GJ]} / 277,78$$

$$C_{tp} = 1,440 \text{ Kč/kWh}$$

$$C_{ts} = C_{tp} \cdot ((1+z-i)^n - 1) / (n \cdot (z-i))$$

$$C_{ts} = 1,440 \cdot ((1+0,08-0,03)^2 - 1) / (2 \cdot (0,08-0,03))$$

$$C_{ts} = 1,4760 \text{ Kč/kWh}$$

Výpočet nákladů na provoz jednotkové délky izolovaného potrubí za stanovené období:

$$N_{ps1} = q_{s1} \cdot C_{ts} \cdot 24 \cdot d_{12} \cdot n / 1000 \text{ [Kč/m]}$$

Po dosazení hodnot:

Roční délka provozního období

$$d_{12} = 219 \text{ dnů/rok}$$

Počet posuzovaných let

$$n = 2 \text{ roky}$$

$$N_{ps1} = 13,1005 \cdot 1,4760 \cdot 24 \cdot 219 \cdot 2 / 1000$$

$$N_{ps1} = 203,30 \text{ Kč/m}$$

Součet nákladů na izolaci a provoz izolovaného potrubí za zvolené období:

$$N_{s1} = N_{ps1} + N_{is1}$$

Po dosazení hodnot:

Investiční náklady na izolaci tloušťky s_1 z platného ceníku výrobce $C_{is1} = 79 \text{ Kč/m}$

$$N_{s1} = 203,30 + 79$$

$$N_{s1} = 282,30 \text{ Kč}$$

Stejným postupem pro izolace tloušťky 25,30,40 a 50mm obdržíme výsledky:

$$N_{s2} = 263,90 \text{ Kč (pro izolaci tl. 25mm)}$$

$$N_{s3} = 254,70 \text{ Kč (pro izolaci tl. 30mm)}$$

$$N_{s4} = 241,20 \text{ Kč (pro izolaci tl. 40mm)}$$

$$\mathbf{N_{s5} = 237,50 \text{ Kč (pro izolaci tl. 50mm)}}$$

$$N_{s6} = 250,30 \text{ Kč (pro izolaci tl. 60mm)}$$

Z uvedených výsledků vyplývá, že optimální izolace pro zvolené období dvou let a při zadaných parametrech vychází 50 mm.