

## Příklady - stanovení optimální izolace

### **Příklad 3.**

Pro měděné potrubí cirkulace TV 15x1mm ( $d_e = 15 \text{ mm} = 0,015 \text{ m}$ ) vedené ve sklepě rodinného domu o průměrné celoroční teplotě  $t_e = 13^\circ\text{C}$  navrháme optimální tloušťku tepelné izolace (PE návlek,  $\lambda_{iz} = 0,044 \text{ W/mK}$ ). Maximální teplota teplonosné látky je  $t_w = 50^\circ\text{C}$ , cirkulace TV je v provozu 16 hodin denně. Současná cena tepla je 340 Kč/GJ, z průběhu předchozích let je patrný průměrný nárůst ceny tepla o 10% ročně a průměrná inflace v následujících letech se očekává ve výši 3%.

### **Řešení:**

Protože se jedná o potrubí teplé vody s celoročním přerušovaným provozem, uvažujeme pro výpočet následující hodnoty:

Pro návrh optimální izolace zvolíme období  $n=1$  rok

Teplota teplonosné látky je stálá:

$$t_m = t_w = 50^\circ\text{C}$$

Nabídka izolačních pouzder z polyethylenu pro potrubí 15x1mm se pohybuje v následujících variantách:

Tloušťka izolace	$C_{is}$ – cena izolace
6 mm	$C_{is1} = 3,20 \text{ Kč/m}$
9 mm	$C_{is3} = 5,80 \text{ Kč/m}$
13 mm	$C_{is4} = 10,50 \text{ Kč/m}$
20 mm	$C_{is5} = 21,80 \text{ Kč/m}$
25 mm	$C_{is5} = 39 \text{ Kč/m}$

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

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

Po dosazení hodnot:

Součinitel tepelné vodivosti materiálu potrubí	$\lambda_t = 372 \text{ W/m.K}$
Součinitel tepelné vodivosti izolace	$\lambda_{iz} = 0,044 \text{ W/m.K}$
Součinitel přestupu tepla z povrchu izolace do okolí (uvnitř objektu)	$\alpha_e = 10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
Vnější průměr potrubí	$d = 0,015 \text{ m}$
Tloušťka stěny potrubí	$s_t = 0,001 \text{ m}$
Vnější průměr izolovaného potrubí	$D = 0,027 \text{ m}$

Po dosazení:

$$U_o = 0,3026 \text{ W/m K}$$

Výpočet ztráty tepla jednotkové délky izolovaného potrubí pro izolaci tloušťky s1:

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

Po dosazení:

$$q_{s1} = 0,3026 \cdot (50 - 13)$$

$$q_{s1} = 11,1948 \text{ W/m}$$

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

$$z = 0,10$$

Předpokládaná míra inflace

$$i = 0,03$$

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

$$C_{tp} = 1,2240 \text{ Kč/kWh}$$

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

$$C_{ts} = 1,2240 \cdot ((1+0,10-0,03) - 1) / (1 \cdot (0,10-0,03))$$

$$C_{ts} = 1,2240 \text{ Kč/kWh}$$

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

$$N_{ps1} = q_{s1} \cdot C_{ts} \cdot 16 \cdot d_{12} \cdot n / 1000 \text{ [Kč/m]}$$

Po dosazení hodnot:

Roční délka provozního období

$$d_{12} = 365 \text{ dnů/rok}$$

Počet posuzovaných let

$$n = 1 \text{ rok}$$

$$N_{ps1} = 11,1948 \cdot 1,2240 \cdot 16 \cdot 365 \cdot 1 / 1000$$

$$N_{ps1} = 80,00 \text{ Kč/m}$$

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 s1 z platného ceníku výrobce

$$C_{is1} = 3,20 \text{ Kč/m}$$

$$N_{s1} = 80,00 + 3,20$$

$$N_{s1} = 83,20 \text{ Kč}$$

Stejným postupem pro izolace tloušťky 9, 13, 20 a 25mm obdržíme výsledky:

$$N_{s2} = 75,10 \text{ Kč (pro izolaci tl. 9 mm)}$$

$$N_{s3} = 70,40 \text{ Kč (pro izolaci tl. 13 mm)}$$

$$N_{s4} = 71,90 \text{ Kč (pro izolaci tl. 20 mm)}$$

Z uvedených výsledků vyplývá, že optimální izolace pro zvolené období jednoho roku a při zadaných parametrech vychází 13 mm.