

## Příklady - stanovení optimální izolace

### **Příklad 2.**

Pro ocelové potrubí centrálního zásobování teplem DN 50 ( $d_e = 60,2 \text{ mm} = 0,0602 \text{ m}$ ) vedeném vně objektu navrhne optimální tloušťku tepelné izolace (minerální vlna s oplechováním,  $\lambda_{iz} = 0,04 \text{ W/mK}$ ). Maximální teplota teplotnosné látky je  $t_w = 105 \text{ °C}$ . Systém centrálního zásobování teplem se nachází v Kladně a je využíván pouze pro vytápění objektů. Současná cena tepla je 370 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 vytápění, pro oblast Kladna je možné použít dle ČSN 73 0540 z roku 2005 následující hodnoty:

Venkovní výpočtová teplota	$t_e = -14 \text{ °C}$
Počet dnů v topném období	$d_{12} = 243$
Průměrná teplota v topném období	$t_v = 4,0 \text{ °C}$
Průměrná teplota vytápěných prostor (bydlení)	$t_i = 20 \text{ °C}$

Pro návrh optimální izolace zvolíme období  $n=5$  let

Pro výpočet střední teploty teplotnosné 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

$$t_m = (105-20) \cdot (4,0-(-14)) / (20 - (-14)) + 20$$

$$t_m = 65 \text{ °C}$$

Nabídka izolačních pouzder z minerální vlny s oplechováním hliníkovým plechem pro potrubí DN50 se pohybuje v následujících variantách:

<u>Tloušťka izolace</u>	<u><math>C_{is}</math> – cena izolace</u>
50 mm	$C_{is1} = 168 \text{ Kč/m}$
60 mm	$C_{is3} = 219 \text{ Kč/m}$
80 mm	$C_{is4} = 270 \text{ Kč/m}$
100 mm	$C_{is5} = 350 \text{ Kč/m}$

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

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

Po dosazení hodnot:

Součinitel tepelné vodivosti materiálu potrubí	$\lambda_t = 50 \text{ W/m.K}$
Součinitel tepelné vodivosti izolace	$\lambda_{iz} = 0,038 \text{ W/m.K}$
Součinitel přestupu tepla z povrchu izolace do okolí (vně objektu)	$\alpha_e = 25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Vnější průměr potrubí  
Tloušťka stěny potrubí  
Vnější průměr izolovaného potrubí

$d = 0,0602 \text{ m}$   
 $s_t = 0,00365 \text{ m}$   
 $D = 0,0702 \text{ m}$

Po dosazení:

$$U_o = 0,2393 \text{ W/m K}$$

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

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

Po dosazení:

$$q_{s1} = 0,2393 \cdot (65 - 4)$$

$$q_{s1} = 14,5962 \text{ W/m}$$

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  
Předpokládaný roční nárůst ceny tepla  
Předpokládaná míra inflace

$C_{tp} = \text{Kč/kWh}$   
 $z = 0,10$   
 $i = 0,03$

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

$$C_{tp} = 1,3320 \text{ Kč/kWh}$$

$$C_{ts} = C_{tp} \cdot ((1+z-i)^n - 1) / (n \cdot (z-i))$$
$$C_{ts} = 1,3320 \cdot ((1+0,10-0,03)^5 - 1) / (5 \cdot (0,10-0,03))$$

$$C_{ts} = 1,5320 \text{ Kč/kWh}$$

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  
Počet posuzovaných let

$d_{12} = 243 \text{ dnů/rok}$   
 $n = 5 \text{ let}$

$$N_{ps1} = 14,5962 \cdot 1,5320 \cdot 24 \cdot 243 \cdot 5 / 1000$$

$$N_{ps1} = 652,10 \text{ Kč/m}$$

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  $C_{is1} = 79$  Kč/m

$$N_{s1} = 652,10 + 168$$

$$N_{s1} = 820,10 \text{ Kč}$$

Stejným postupem pro izolace tloušťky 60,80 a 100mm obdržíme výsledky:

$$N_{s2} = 803,40 \text{ Kč (pro izolaci tl. 60mm)}$$

$$N_{s3} = \mathbf{766,40 \text{ Kč (pro izolaci tl. 80mm)}}$$

$$N_{s4} = 790,90 \text{ Kč (pro izolaci tl. 100mm)}$$

Z uvedených výsledků vyplývá, že optimální izolace pro zvolené období pěti let a při zadaných parametrech vychází 80mm.