

Stanovení účinnosti užití energie pro rozvod tepelné energie

A) Účinnost užití z hlediska dopravy tepelné energie je určena vztahem:

$$\eta_c = \frac{mxP_N + \sum_{i=1}^k n_i x P_{SN,i}}{P_N} \quad [-]$$

kde

$$l+m+n=l \quad [-]$$

B) Účinnost užití z hlediska tepelných ztrát je určena vztahem:

$$\eta_z = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{OD,i}}{Q_{ZD}} \quad [-]$$

kde

P_N	jmenovitý příkon čerpadla	[kW]
P_{SN}	příkon čerpadla při nižších než jmenovitých otáčkách	[kW]
$Q_{OD,i}$	teplo odebrané i-tým odběrným místem	[GJ]
Q_{ZD}	teplo dodané zdrojem	[GJ]
k	počet pevně nastavitelných stupňů otáček, na které je čerpadlo provozováno	[-]
l	poměrná část provozní doby čerpadla za otopné období, kdy čerpadlo nepracuje	[-]
m	poměrná část provozní doby čerpadla za otopné období, kdy čerpadlo pracuje se jmenovitými otáčkami	[-]
n	poměrná část provozní doby čerpadla za otopné období, kdy čerpadlo pracuje se sníženými otáčkami; u čerpadel s plynule proměnnými otáčkami se uvažuje $n=0,5$	[-]

Směrné hodnoty tepelného výkonu neizolovaného potrubí vztahžené na 1 m délky

Tabulka 1 Vertikální rozvod

Potrubí	Vnitřní	Teplota vody v trubce [°C]						
	výpočtová	90	85	80	75	70	65	60
	teplota	Tepelný výkon neizolovaného potrubí						
DN	°C	W/m						
10	20	45	40	35	30	30	25	20
15	20	60	50	45	40	35	30	30
20	20	70	65	60	50	45	40	35
25	20	90	80	70	65	55	50	40
32	20	110	100	90	80	70	60	55
40	20	125	115	100	90	80	70	60
50	20	150	140	120	110	100	85	75

Tabulka 2 Horizontální rozvod

Potrubí	Vnitřní	Teplota vody v trubce [°C]						
	výpočtová	90	85	80	75	70	65	60
	teplota	Tepelný výkon neizolovaného potrubí						
DN	t _i [°C]	W/m						
10	20	35	30	30	25	25	20	15
15	20	45	40	35	30	30	25	20
20	20	55	50	45	40	35	30	25
25	20	70	60	55	50	45	40	30
32	20	85	75	70	60	55	50	40
40	20	95	85	80	70	60	55	50
50	20	115	105	90	85	75	65	55

Stanovení součinitele prostupu tepla vztaženého na jednotku délky

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_i \cdot D} + \frac{1}{2\lambda_r} \ln \frac{d}{D} + \frac{1}{2\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d} + \frac{1}{\alpha_{iz} \cdot d_{iz}}} \quad [\text{W/mK}]$$

kde:	U	součinitel prostupu tepla vztažený na jednotku délky	[W/mK]
	D	vnitřní průměr trubky	[m]
	d	vnější průměr trubky	[m]
	d_{iz}	vnější průměr izolace	[m]
	α_{iz}	součinitel přestupu tepla na povrchu izolace	[W/m ² K]
	α_i	součinitel přestupu tepla na vnitřní straně trubky	[W/m ² K]
	λ_{iz}	součinitel tepelné vodivosti tepelné izolace	[W/m.K]
	λ_r	součinitel tepelné vodivosti materiálu trubky	[W/mK]
	t_e	teplota okolního vzduchu	[°C]
	t_{iz}	povrchová teplota tepelné izolace	[°C]

Součinitel přestupu tepla na vnitřní straně trubky se určí z odpovídajících kritériálních rovnic respektujících rychlost proudění a další fyzikální veličiny a na vnější straně tepelné izolace se ještě respektuje sálavá složka.

$$\alpha_{iz} = \alpha_{iz,K} + \alpha_{iz,S}$$

kde:	$\alpha_{iz,K}$	součinitel přestupu tepla na povrchu izolace konvekcí	[W/m ² .K]
	$\alpha_{iz,S}$	součinitel přestupu tepla na povrchu izolace sáláním	[W/m ² .K]

Určující hodnoty součinitelů prostupu tepla vztažených na jednotku délky u vnitřních rozvodů

DN	10 až 15	20 až 32	40 až 65	80 až 125	150 až 200
U [W/mK]	0,15	0,18	0,27	0,34	0,40

Určující hodnoty součinitelů prostupu tepla vztažených na jednotku délky u rozvodů uložených v zemi

DN		20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	175	200
U [W/mK]	A	0,14	0,17	0,18	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,32	0,36	0,38	0,39
	B	0,16	0,19	0,20	0,24	0,26	0,30	0,31	0,32	0,36	0,40	0,44	0,46

A – pevné potrubí; B – pružné potrubí a potrubí zdvojená (uložená vedle sebe)

Při výpočtu součinitele prostupu tepla u rozvodů uložených v zemi se ve vztahu nahradí poměr $1/\alpha_{iz}$ tepelným odporem vrstvy 1 m přilehlé zeminy R_z [m².K/W].

- sypká zemina a písek $R_z = 1,11 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

- skála $R_z = 0,42 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

- zemina nebo skála pod hladinou spodní vody $R_z = 0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Provozní metody zjišťování tepelných ztrát a zisků v zařízeních pro rozvod tepla a chladu

1) Schmidtova metoda

Gumový pásek je obložen sériovým termočlánkem měřícím rozdíl teplot na tloušťce pásku 2 mm. Pásek je zavulkanizován do pasu 60 x 5 x 600 mm. Pas se přikládá k měřenému povrchu, kterým prochází tepelný tok. Ten vyvolá změnu teplot na vnitřním i vnějším povrchu zavulkanizovaného pásku a sériové termočlánky násobící změnu signalizují napětí v závislosti na velikosti tepelného toku. Po oceňování pasu se získá konstanta pasu C. Násobením odečteného napětí na svorkovnici pasu získáme hodnotu měřeného tepelného toku. Vzhledem k oceňování pasu na rovině se tepelný tok určovaný na potrubí násobí korekčním součinitelem. Měření vyžaduje ustálený stav, povrch se chrání před prouděním okolního vzduchu, pas nelze položit na kovový povrch, k zamezení bočních ztrát se k pasu z boků přidávají další pasy a měření vyžaduje zkušenost obsluhy.

2) Termovizní metoda

Tato metoda představuje způsob měření, při kterém se termovizní kamerou snímá povrch izolovaného zařízení. Termovizní zobrazení povrchových ploch umožňuje zaznamenat rozložení povrchových teplot zařízení a tak případné vady izolace, které se projevují jako tepelné mosty. Tato metoda neumožňuje ověření součinitele tepelné vodivosti tepelných izolací.

Termovizní metoda je vhodná pro komplexní zhodnocení skutečného stavu tepelně izolovaných rozvodů a energetických zařízení.

3) Kalorimetrická metoda

Metoda vycházející z kalorimetrické rovnice a umožňuje stanovit tepelné ztráty či zisky na úseku rozvodu. Měřením se stanoví rozdíl teplot teplotonosné látky a průtok. Při využití fakturačních měřidel tepla dodavatele a součtových hodnot fakturačních měřidel na vstupu u odběratelů lze přibližně stanovit tepelné ztráty celé sítě. Naměřený rozdíl však zahrnuje kromě tepelné ztráty sítě i veškeré nepřesnosti měřidel a často tato metoda nedává věrohodné výsledky.