

Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

redakce nakladatelství BEN – technická literatura
redakce@ben.cz



12.15 Instalace mikroturbíny v blokové plynové výtopně



Instalace mikroturbíny v blokové plynové výtopně

ZADÁNO:

Zjistěte:

1. Zda je ekonomicky výhodné instalovat v blokové plynové výtopně mikrokogenerační jednotku (dále jen MK).
2. Jaká je citlivost výrobních nákladů MK na hlavní technické a ekonomické parametry.

Bližší údaje

Technicko-ekonomické údaje MK jsou uvedeny v tab. 12.2. MK je tvořena plynovou turbínkou na zemní plyn na společném hřídeli se vzduchovým kompresorem a elektrickým generátorem. Výkon MK je volen tak, že jednotka dodává elektřinu i teplo pouze do systému blokové výtopny. Její elektrický výkon je menší než minimální vlastní spotřeba elektřiny výtopny, takže nedodává elektřinu do sítě. Servisní služba vykonává jednou ročně běžnou revizi MK v době odstávky celé výtopny (14 dní), takže MK je v provozu 8400 h/r.

Tab. 12.2 Hlavní technicko-ekonomické parametry mikrokogenerace

Veličina	Symbol	Rozměr	Hodnota
Elektrický výkon MK	P_e	MWe	0,028
Tepelný výkon MK	P_q	MWt	0,056
Teplárenský modul MK	e	l	0,5
Stupeň využití paliva MK	η_c	l	0,88
Ekonomická doba životnosti MK	$T_{\dot{z}}$	r	15
Měrné investiční náklady MK	n_i	Kč/MWe	82000000
Cena paliva (zemního plynu)	C_{pv}	Kč/m ³	8,7
	C_{pv}	Kč/MWh	921,18
Cena nakupované elektřiny	C_e	Kč/MWh	3500
Diskontní míra	p	l	0,07
Měrná anuita	a	1/r	0,1098
Součinitel variabilních nákladů	k_{var}	l	1,05
Součinitel fixních nákladů	k_{fix}	l	0,040
Doba využití inst. výkonu MK	T_i	h/r	8400
Účinnost plynových kotlů	η_{kt}	l	0,9
Cena prodáváného tepla	C_q	Kč/GJ	380
	C_q	Kč/MWh	1368

Poznámky: Součinitel variabilních nákladů zahrnuje kromě palivových nákladů také ostatní variabilní náklady (provozní hmoty, nákup energie apod.). Součinitel fixních nákladů zahrnuje všechny ostatní fixní náklady kromě investiční složky. Investiční náklady zahrnují kromě technologického zařízení také přípravné a stavební práce (tj. odpovídají dodávce „na klíč“).

1. Ekonomická výhodnost instalace MK se posuzuje pomocí ekonomických kritérií doba návratnosti investic a vnitřní úroková míra. Nejdříve je však nutno se přesvědčit, zda vůbec budou výrobní náklady na vyrobené teplo a elektřinu v MK menší než součet nákladů na nákup stejného množství elektřiny ze sítě a výrobních nákladů na teplo ve výtopenských kotlích.

Pomocné výpočty.

Výrobní náklady na teplo a elektřinu v MK (náklady jsou vztaženy na 1 MWh tepla dodaného z MK) jsou dány součtem nákladů variabilních a fixních

$$n_v = n_{var} + n_{fix} \quad [\text{Kč/MWh}] \quad (1)$$

Náklady variabilní

$$n_{var} = k_{var} * (e + 1) * C_{pv} / \eta_c = 1648,70 \quad [\text{Kč/MWh}] \quad (2)$$

Náklady fixní

$$n_{fix} = (k_{fix} + a) * e * \eta_i / T_i = 731,14 \quad [\text{Kč/MWh}] \quad (3)$$

Náklady výrobní

$$n_v = 2379,84 \quad \text{Kč/MWh} \quad (4)$$

Náklady na zakoupenou elektřinu a teplo vyrobené ve výtopenských kotlích (porovnává se stejné množství energie, jaké vyrobí MK, vše opět vztaženo na 1 MWh tepla)

$$n_z = e * C_e + C_{pv} / \eta_{kt} = 2773,53 \quad [\text{Kč/MWh}] \quad (5)$$

Protože $n_v < n_z$, je instalace MK v prvním přiblížení výhodná. Ušetřené roční náklady jejím provozem jsou

$$N_{ušetř.} = P_q * T_i * (2773,53 - 2379,84) = 185\,192,93 \quad [\text{Kč/r}] \quad (6)$$

Instalaci MK se tedy roční zisk zvětší o cca 185 000 [Kč/r].

Pro výpočet ekonomických kritérií je třeba vypočítat další pomocné hodnoty.

Tok hotovosti (cash flow) v provozním roce

$$CF = V - N_{var} - N_{fix} \quad [\text{Kč/r}] \quad (7)$$

kde V [Kč/r] jsou tržby za elektřinu a teplo z MK

$$V = P_e * T_i * C_e + P_q * T_i * C_q = 809\,365 \quad [\text{Kč/r}] \quad (8)$$

Diskontovaný cash flow

$$DCF_{Tz} = \sum_{T=1}^{Tz} CF \cdot (1 + p)^{-T} = 3\,102\,309 \quad [\text{Kč}] \quad (9)$$

Doba vyrovnání nákladů se počítá z podmínky

$$N_i - DCF_T = 0 \tag{10}$$

Předchozí vztah je pro jednotlivé provozní roky T vynesena na obr. 12.12. Z grafu je patrné, že investiční náklady se zaplatí přibližně za 10 let, což je na hranici přijatelnosti.

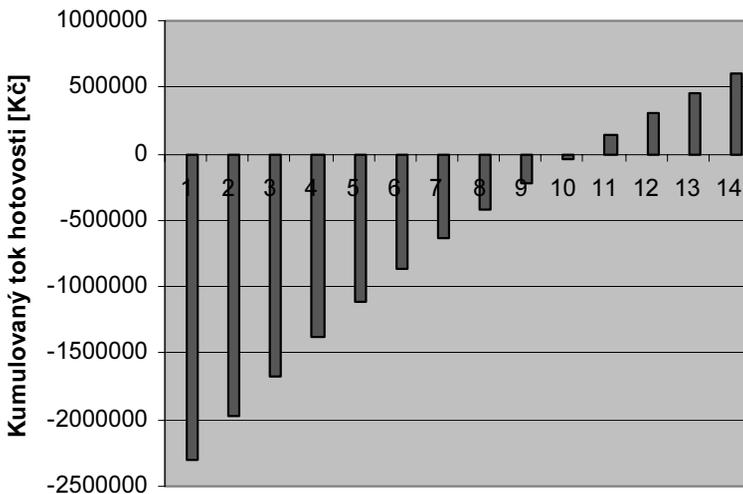
Vnitřní úroková míra se počítá rovněž ze vztahu (10), kde se však diskontovaný tok hotovosti počítá pro ekonomickou dobu životnosti $T_{\bar{z}}$ a hledá se vnitřní úroková míra p_i , která by vyhověla podmínce (10). Grafické řešení je patrné z obr. 12.13. Nalezená vnitřní úroková míra se pohybuje kolem 12,6 %, což je příznivé.

2. Citlivost výrobních nákladů MK na hlavní technické a ekonomické parametry.

Citlivost určují součinitelé citlivosti, které jsou definovány vztahem

$$\varphi = \frac{\partial n}{\partial x} \cdot \frac{x}{n} \quad [1] \tag{11}$$

kde n jsou výrobní náklady a x parametr, pro který se citlivost počítá.



Obr. 12.12 Doba vyrovnání nákladů

Citlivostní součinitele pro parametry

Cena zemního plynu

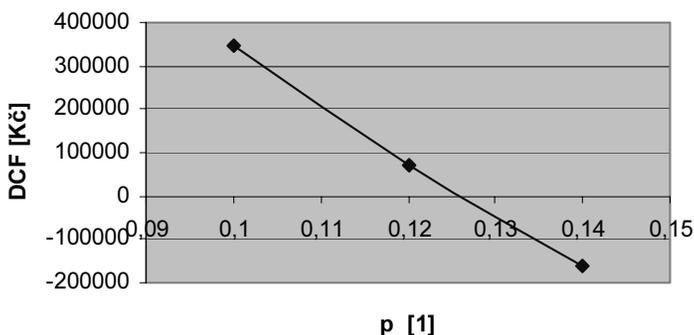
$$C_{pv} : (k_{var} * (e + 1) / \eta_c) * C_{pv} / n = 0,6928$$

Měrné investiční náklady

$$n_i : (k_{fix} + a) * e / T_i * n_i / n = 0,3072$$

Teplárenský modul

$$e : (k_{var} * C_{pv} / \eta_c + (k_{fix} + a) * n_i / T_i) * e / n = 0,5381$$



Obr. 12.13 Grafické řešení vnitřní úrokové míry

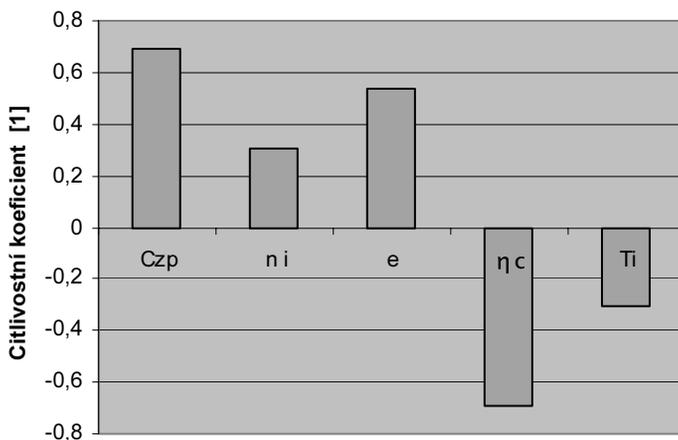
Celková účinnost

$$\eta_c : -(k_{var} * (e + 1) / \eta_c) * C_{pv} / n = -0,6928$$

Doba využití inst. výkonu

$$T_i : -((k_{fix} + a) * e / T_i) * n_i / n = -0,3072$$

Součinitele citlivosti jsou graficky znázorněny na obr. 12.14. Největší citlivost výrobních nákladů MK je na cenu paliva a na energetickou účinnost jednotky. Na druhém místě je teplotní modul, jehož velikost nelze přímo ovlivňovat. Na dalších místech jsou překvapivě investiční náklady na MK a doba využití instalovaného výkonu. Při provozu MK je tedy především nutno dbát na to, aby se nezhoršovala účinnost jednotky (např. znečištěním výhřevných ploch apod.).



Obr. 12.14 Součinitel citlivosti