kombinované způsoby

vytápění

3

OBSAH

1 – Princip oddělené a kombinované výroby elektrické a tepelné energie
2 – Kogenerační technologie
3 – Jak se technologie KVET odlišují?
4 – Kde lze KVET využít?
5 – Nová generace domácích zařízení
6 – Lze získat podporu na provoz KVET?
7 – Jaká bude hodnota příspěvku při provozu KVET?
8 – Provoz KVET pro potřeby vytápění
9 – Bude investice do KVET výhodná?
10 – Stanovení ekonomické výhodnosti KVET

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2006 – část A.

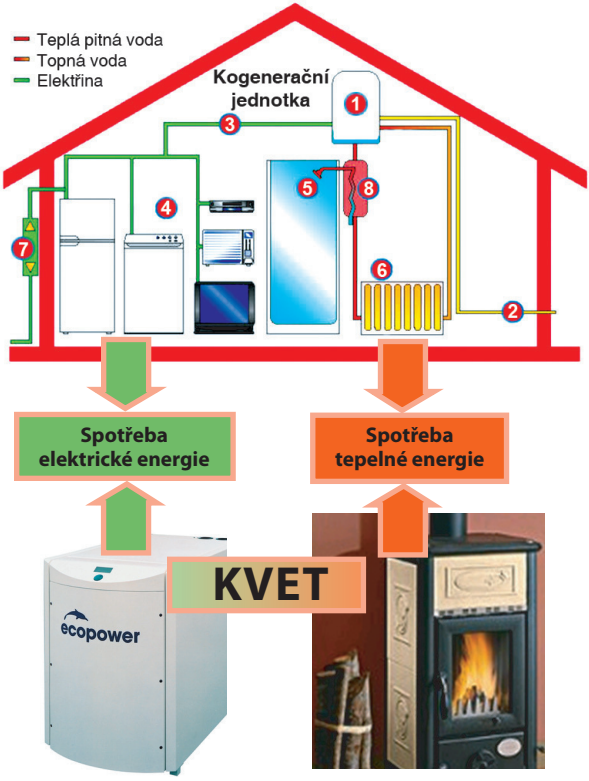
Autor: Doc. Ing. Emil Dvorský, CSc.
Počítačová sazba, redakční zpracování a grafika: Agentura ČSTZ, s.r.o.

Vydala: Agentura ČSTZ, s.r.o.

© Agentura ČSTZ, s.r.o.

KOMBINOVANÉ ZPŮSOBY VYTÁPĚNÍ

Kombinované vytápění je způsob zajištění dodávky tepelné energie při současné možnosti pokrytí požadavků na spotřebu elektrické energie prostřednictvím energetického systému, který provádí kombinovanou (společnou) výrobu elektrické a tepelné energie z jednoho energetického zařízení – kogenerační jednotky. Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie (KVET) přestavuje perspektivní možnost vytápění, která výrazně přispívá k úsporám primárních zdrojů a omezuje znečištění životního prostředí.

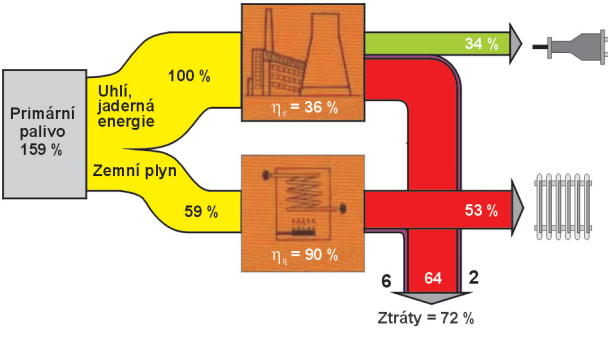


1 Kogenerační jednotka, 2 Plynová přípojka, 3 Elektrický rozvod, 4 Elektrické domácí spotřebiče, 5 Teplá voda pro domácí použití, 6 Topení, 7 Elektrická přípojka, 8 Tepelný zásobník

1 Princip oddělené a kombinované výroby elektrické a tepelné energie

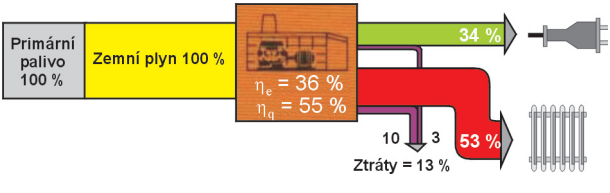
Při použití KVET dochází při výrobě a dopravě potřebného množství elektrické a tepelné energie k úspoře primárního paliva. Tato úspora je patrná, jestliže provedeme porovnání se spotřebou pro oddělenou výrobu, kdy je stejné množství elektrické energie zajištěno pomocí výroby v klasických elektrárnách s nízkou účinností a výroba tepla v kotlích na zemní plyn. Úspora paliva znamená rovněž nižší hodnotu znečištění vznikající spalováním fosilních paliv. Protože KVET je umístěna blíže k místu spotřeby jsou i nižší ztráty vznikající dopravou.

Oddělená výroba
Úspora primární energie:

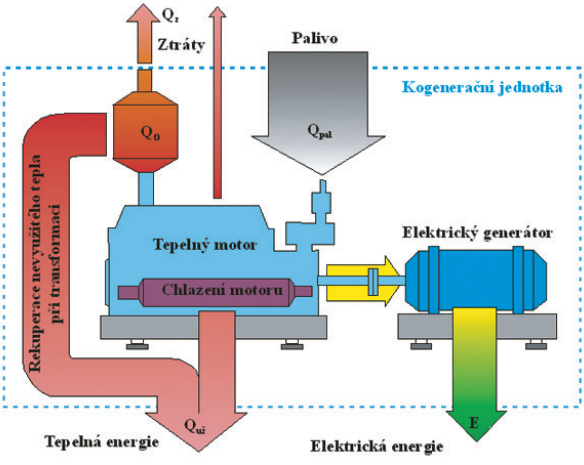


$$UPE = \left(1 - \frac{\text{spotřeba KVET}}{\text{spotřeba oddělené výroby}}\right) 100\% = \left(1 - \frac{100}{159}\right) 100 = 37\ \%$$

KVET
Kogenerační jednotky



V kogeneračních jednotkách se provádí plynulá přeměna primární energie obsažené v palivu na elektrickou. Tepelnou energii, kterou nelze přeměnit na energii elektrickou nebo vzniklou při transformaci, lze užitečně využít na dodávku tepla.
Existuje mnoho způsobů, jak transformovat energii obsaženou v palivu na elektrickou energii při doprovodném využití tepla. Tyto způsoby se nazývají kogenerační technologie.



2 Kogenerační technologie

Realizaci KVET je nutno provádět kombinací různých energetických zařízení v závislosti na technologii, která je použita. Každá technologie je založena na primární jednotce, která provádí transformaci energie obsažené v palivu na energii elektrickou, buď přímo, nebo nepřímo prostřednictvím tepelného motoru a elektrického generátoru. Pro využití tepelné energie je nezbytné, aby kogenerační jednotka měla zařízení pro rekuperaci tepla. Typ použité primární jednoty, způsob výroby elektrické a využití tepelné energie reprezentuje příslušnou kogenerační technologii, která je většinou koncentrována do modulu, který se připojuje do systému rozvodu elektrické a tepelné energie.

Typy kogeneračních technologií

Rozdělením kogeneračních technologií na jednotlivé druhy pak lze porovnávat účinnost kogeneračního procesu v realizovaných nebo navrhovaných systémech KVET. Některé technologie s vysokou dodávkou tepla jsou využívány už poměrně dlouhou dobu, další procházejí intenzivním rozvojem a zaváděním. Jejich další vývoj bude závislý na rozšiřování možností uplatnění KVET oproti oddělené výrobě.

Pro potřeby určení množství elektřiny z KVET se provádí rozdělení technologií na:

- paroplynové zařízení s dodávkou tepla,
- parní protitlaké turbíny,
- kondenzační odběrové turbíny,
- plynové turbíny s rekuperací tepla,
- spalovací pístový motor,
- mikroturbíny,
- Stirlingův motor,
- palivový článek,
- parní stroj,
- organický Rankinův cyklus,
- kombinace uvedených technologií.

palivový článek

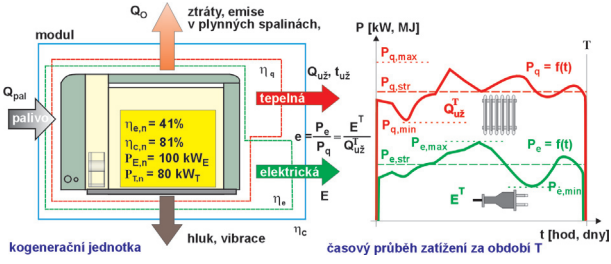
spalovací motor

Stirlingův motor

parní turbína

3 Jak se technologie KVET odlišují?

Jednotlivé kogenerační technologie vyrábí za časové období **T** elektrickou energii $\mathbf{E^T}$ [kWh_e] a tepelnou energii $\mathbf{Q^T_{už}}$ [kWh_T, MJ]. Zatím co parametry elektrické energie, kromě výkonu, lze vždy vyrobit stejné (napětí, frekvence), kvalita tepelné energie (dosažitelná teplota) a její množství je závislé na druhu použité technologie.



Kogenerační technologie se odlišují:

- Dosažitelným elektrickým výkonem $P_{e,max}$ a dosažitelným tepelným výkonem $P_{T,max}$, který lze užitečně využít.
- Ideálním poměrem elektrické a tepelné energie, který lze využít,

$$e_i = \frac{P_{e,max}}{P_{T,max}} .$$

- Skutečným poměrem elektrické a tepelné energie za období **T** který se liší od ideálního podle množství využité energie,

$$e_s = \frac{\text{vyrobená elektrická energie}}{\text{užitečné využité teplo}} = \frac{E^T}{Q^T_{už}} .$$

- Maximální možnou teplotou, kterou lze využít – $t_{už,max}$.
- Druhy paliva, které lze pro jednotku použít.
- Formou teplonosného média užitečně využívaného tepla (voda, pára).
- Ideálními účinnostmi transformace na elektrickou a využitou tepelnou energii a celkovou účinností využití paliva

$$\eta_{ei} = \frac{P_e}{Q_{pal}} , \qquad \eta_{qi} = \frac{P_q}{Q_{pal}} , \qquad \eta_{ci} = \frac{P_e + P_q}{Q_{pal}}$$

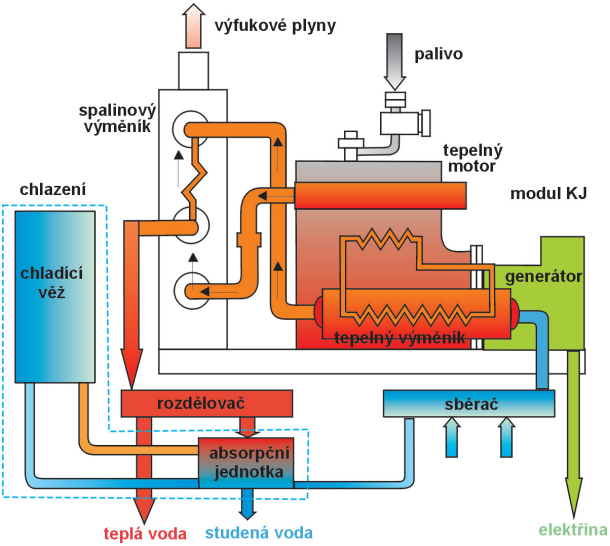
- Skutečnými účinnostmi v průběhu provozu, které jsou odlišné podle toho jaké je množství vyrobené elektrické energii a užitečně využitého tepla.
- Nároky na plochu (prostor) modulu.
- Množstvím produkovaných plynných emisí.
- Hlukem a vibracemi.
- Náklady na instalaci jednotky elektrického a tepelného výkonu.
- Náklady na provoz jednotky.

Při volbě technologie je tedy nutno především respektovat:
- jaké množství tepelné, popřípadě elektrické energie potřebujeme,
- k jakému účelu použijeme tepelnou energii,
- zda bude sloužit jednotka pro vlastní spotřebu tepla,
- jaký druh paliva je k dispozici,
- jaké požadavky máme na provoz kogenerační jednotky,
- zda bude použití kogenerační jednotky pro nás výhodné.

4 Kde lze KVET využít?

KVET lze použít všude tam, kde se společně spotřebovává elektrická a tepelná energie. Takovým rysem se vyznačují především všechny objekty pro které je nutno zajistit vytápění. Mimo to lze tepelnou energii využít pro ohřev teplé užitkové vody a pro technologické procesy, jako je například sušení, ohřev materiálů a provozních látek, sterilizace zdravotnických potřeb apod. Tepelnou energii z kogeneračních jednotek je

možno rovněž použít na výrobu chladu prostřednictvím absorpčních chladících jednotek. Chlad lze využít pro potřeby klimatizace nebo technologických procesů. Tímto způsobem je realizována výroba tří druhů užitných energií – trigenerační výroba. Zvyšuje se tím využití kogenerační jednotky.
Vhodné je i ekonomické využití a ekologická likvidace odpadního paliva vznikajícího při provozu čistíren odpadních vod, komunálních skládek nebo využití biomasy vznikající při zemědělské výrobě.



Nejvíce používaným palivem na výrobu tepla s velice dobrou plynulou distribucí do místa spotřeby je zemní plyn. Rozsáhlá síť plynovodů dává předpoklady pro efektivní využití tohoto paliva a tím i pro omezení vlivu znečistění. Plynová kogenerace v tomto případě je vystavena konkurenci oddělené výroby tepla z plynových kotlů, které mají vysokou účinnost a jejichž technologie vlivem dlouhé doby využívání je na

vysoké úrovni. Vysoká poptávka po plynových kotlích rovněž umožňuje jejich produkci za vyhovující ceny.
Doposud se kogenerační technologie především uplatňovaly při vysoké výrobě tepla, kdy ekonomie provozu využívá přednosti velkovýrobní produkce. V současnosti KVET začíná vítězit v oblasti středních výkonů a začíná pronikat do oblasti nízkých výkonů, tj. do oblasti mini-kogenerace a mikro-kogenerace. Potenciál pro uplatnění KVET v těchto oblastech je obrovský. Jeho využití je podmíněno vhodnou realizací podpory, rozvojem produkce kogeneračních jednotek, jejich intenzivním vývojem a vhodnou a jednoduchou legislativou při instalaci a provozu KVET.

5 Nová generace domácích zařízení

Dosavadní vytápění domácností je prováděno buď dodávkou tepla od distributora tepelné energie, nebo si provádíme výrobu tepla sami prostřednictvím kotlů.
Dodávka elektrické energie je zajištěna distributorem elektrické energie.

Lze realizovat energetické potřeby našich domácností jedním zařízením?

Velká Británie předpokládá, že do čtyř let bude mít 200 000 domácností vlastní kogenerační jednotku.
Domácí kogenerační jednotky jsou nyní v pozici jako byly osobní počítače před 20 lety.

Kogenerační jednotky se stanou zcela běžnou součástí našich domovů.

Proč má KVET předpoklady aby tuto předpověď splnila?

- Plynofikace v ČR je velmi vysoká.
- Domácí kogenerační jednotky procházejí rychlým vývojem tak, aby splnily požadavky kladené na domácí zařízení:
  - nízká hlučnost,
  - nenáročná obsluha a údržba,
  - automatický provoz,
  - odpovídající cena.
- Existuje legislativní i ekonomická podpora při zavádění KVET.

Co je třeba vyřešit?

- Legislativu v oblasti výroby elektrické energie (nutnost licence na výrobu elektrické energie, při dodávce do sítě).
- Efektivní a snadné připojení k distribučním elektrickým sítím.

6 Lze získat podporu na provoz KVET?

KVET jakožto energetický zdroj šetřící primární zdroje a omezující vliv znečištění je podporována. Je třeba ovšem prokázat, že KVET takovéto parametry má. To znamená, že je skutečně výhodnější než klasické způsoby vytápění a dodávky elektrické energie a lze ji zařadit do kategorie

VYSOCE ÚČINNÁ KOGENERACE.

Podpora je založena na poskytování příspěvku na vyrobenou elektrickou energii prostřednictvím KVET, přičemž nerozhoduje, zda byla elektrická energie použita pro vlastní spotřebu nebo byla dodána jinému spotřebiteli.

Vyplacení příspěvku je podmíněno získáním osvědčení o schopnosti zařízení provádět KVET.

Na vyrobenou elektrickou energii pomocí KVET lze získat příspěvek

Osvědčení vydává Ministerstvo průmyslu a obchodu na základě žádosti, která musí prokázat, že KVET:

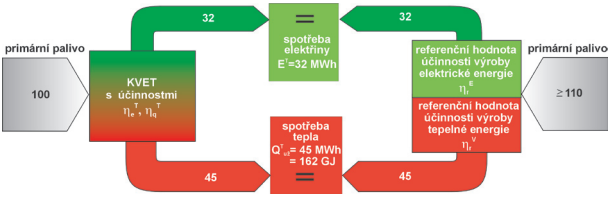
1. splňuje požadavky minimální celkové účinnosti,
2. má schopnost provádět úsporu primárního paliva v hodnotě 10 % oproti oddělené výrobě,
3. je provozována na základě oprávněnosti provádět příslušnou podnikatelskou činnost.

Minimální hodnoty celkové účinnosti KVET jsou podle energetického zákona č.91/2005 Sb. stanoveny vyhláškou MPO 150/2001 Sb.

jmenovitý elektrický výkon $P_{e,n}$	teplota vody $t_{už}$	celková účinnost η_c	měrná spotřeba paliva na výrobu elektrické energie S^e_{pal}	účinnost výroby KVET s kotlem η_{ko}
[KW]	[C]	[%]	[GJ/MWh]	[%]
do 100	90	75	4,8	75 + Z
nad 100	90	80	4,5	80 + Z
nad 100	91 – 100	75	4,8	80 + Z
nad 100	101 – 110	69	5,22	69 + Z
nad 100	111 – 120	64	5,62	64 + Z
nad 100	121 – 130	59	6,1	59 + Z
nad 100	130	54	6,67	54 + Z

Tabulka udává požadované minimální hodnoty celkové účinnosti pro kogenerační technologii, která je v současnosti nejrozšířenějším v ČR, spalovací pístový motor pracujícího se zemním plynem. V případě, že KVET spolupracuje při dodávce tepla s kotlem je celková účinnost využití paliva ve výrobně úměrná využití paliva KVET a samostatné výrobě tepla v kotlích:

$$Z = \frac{K}{K+1}, \; K = \frac{\text{energie paliva spáleného kotlem}}{\text{energie paliva spáleného KVET}} = \frac{Q^{ko}_{pal}}{Q^{KVET}_{pal}}$$



Schopnost provádět účinnou KVET se prokazuje na základě provozované nebo předpokládané výroby elektrické a tepelné energie stanovené za období T (1 rok).

To znamená, že v případě kdy je tepelná spotřeba 4,5 GWh a elektrická 3,2 GWh zajištěna KVET s elektrickou účinností 35 % a tepelnou účinností 50 % (celková účinnost je 85 %), je potřeba k této výrobě energie 10 GWh (100 %) obsažené v palivu.

Oddělená výroba při referenčních hodnotách účinnosti dodá stejné množství energií. Potřebná hodnota stejného paliva, jaké používá kogenerace, musí být minimálně 11 GWh, tj. minimálně o 10 % větší. Při stanovení se používá vztah pro úsporu primárního paliva, kdy vyhláškou MPO (č. 439/ /2005 Sb.) jsou stanoveny referenční hodnoty účinnosti η_r^E oddělené výroby elektrické a tepelné η_r^V energie pro použitý typ paliva:

$$UPE = \left(1 - \frac{1}{\dfrac{\eta_q^T}{\eta_r^V} - \dfrac{\eta_e^T}{\eta_r^E}}\right) 100 \geq 10\ \%$$

Tepelná a elektrická účinnost se pro provozované KVET stanoví na základě naměřených hodnot $Q^T_{už}$ a E^T za hodnotící období **T** nebo předpokládané výroby u nově instalovaných. Pokud není provedeno měření množství elektrické energie, lze účinnosti spočítat podle poměru elektrického a tepelného výkonu **e** udávaného výrobcem.

palivo	technologie	zařízení KVET vybudované					
		do 1995		1996 – 2005		2006 – 2010	
		η_r^E [%]	η_r^V [%]	η_r^E [%]	η_r^V [%]	η_r^E [%]	η_r^V [%]
uhlí	**parní turbíny**	33	78	35	79	40	80
TTO			80	36	84		86
plyn			85		89		90
zemní plyn	**plynová turbína**	33	85	36	89	40	90
	paroplynový cyklus	–	–	42	89	50	90
olej	**spalovací motor**	33	85	36	87	38	88
zemní plyn					89		90
biomasa	**parní turbíny**	–	–	24	78	26	80
				35	79	35	

Tabulka udává referenční hodnoty účinností definované vyhláškou.

KVET do jmenovitého elektrického výkonu 1 MWe nemusí prokazovat, že ji lze zařadit do vysoce účinné kogenerace.

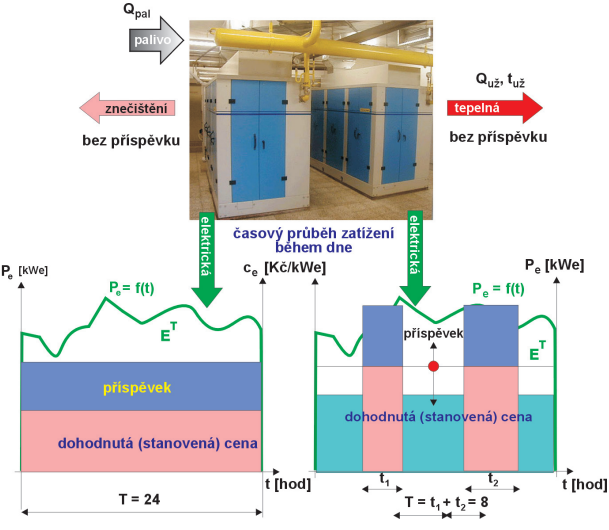
Prokázání právnické oprávněnosti provádět podnikatelskou činnost v oblasti energetické výroby je nutno doložit výpisem z obchodního rejstříku nebo listinou o zřízení nebo založení právnické osoby. Je možné zastoupení jinou právnickou nebo fyzickou osobou, která má oprávnění.
Vlastní příspěvek poskytuje příslušná distribuční elektrizační soustava ke které je KVET připojena (případně přenosová elektrizační soustava), přičemž provozovatelé KVET musí o této skutečnosti provozovatele soustavy informovat.
Vlastní příspěvek podporuje produkci elektrické energie z KVET, a tím umožňuje její snadnější rozvoj v konkurenci ostatních energetických zdrojů. Cena tepelné energie je vystavena plně konkurenci oddělených zdrojů tepla. Ocenění přínosu omezení vlivu na životní prostředí není v ceně respektováno. Přínos je různý pro jednotlivé technologie. Záleží na typu použitého paliva, zatímco použití uhlí pro potřeby KVET nepředstavuje praktický přínos, použití zemního plynu je vysoce přínosné k omezení vlivu energetiky na životní prostředí.

Dobře navržená KVET má schopnosti se uplatnit i bez příspěvku.

7 Jaká bude hodnota příspěvku při provozu KVET?

Výrobce elektrické energie z KVET účtuje příslušné regionální distribuční společnosti odpovídající hodnotu příspěvku, který je dán cenovým rozhodnutí ERU (č. 10/2005). V případě, že elektřinu nevyužívá pro vlastní spotřebu je příslušná regionální distribuční soustava povinna elektrickou energii odebrat za stanovenou cenu (SC) pro kalendářní rok. V tabulce jsou ceny pro rok 2006. Výrobce si může sám nelézt odběratele své elektrické energie, a pak je cena stanovena jejich dohodou (DC).

U jednotek do elektrického výkonu 5 MW, lze dodávat do sítě základní (silovou) elektřinu, nebo špičkovou a silovou elektřinu.



základní provoz			špičkový provoz			
cena	příplatek	P_{en}	palivo	příplatek	cena	cena
Kč/MWh	Kč/MWh	MWe		Kč/MWh	Kč/MWh	Kč/MWh
900	580	do 1	–	1740	1200	750
1200	500	1 – 5	–	1500	1200	750
DC	130	5 – 10	zemí plyn	–	–	–
DC	45	nad 5	–	–	–	–
PC nebo (DC+ZB)	45	–	obnovitelné	–	–	–
PC nebo (DC+ZB)	45	–	druhotné	–	–	–
PC nebo (DC+ZB)	1030	–	degazační plyn	–	–	–

Příspěvek na KVET u špičkového provozu se poskytuje pouze na elektrickou energii v době platnosti vysokého tarifu (8 hodin denně).

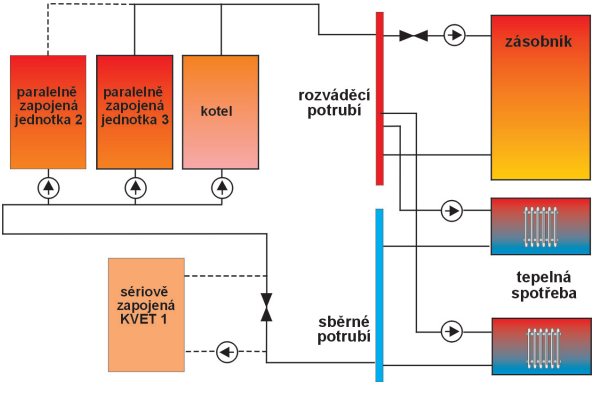
KVET využívající palivo ve formě obnovitelných zdrojů může dodávat elektřinu do sítě za vyhláškou pevně stanovené ceny, nebo může opět dodávat odběrateli za dohodnutou cenu, a pak účtuje distribuční společnosti příspěvek za zelené bonusy (ZB). Zelený bonus a příspěvek za KVET účtuje

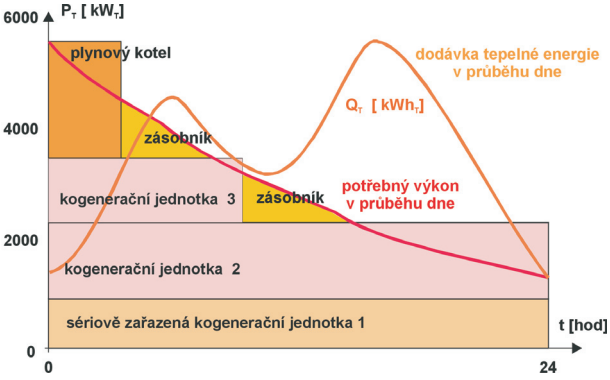
distribuční společnosti i v případě, že elektřinu používá pro vlastní spotřebu.
Časovým úsekem pro vyhodnocení pro vyhodnocení množství elektřiny s příspěvkem k ceně elektřiny je 1 měsíc. Výrobce na základě měření vypočte příspěvek a úsporu primárního paliva. Pokud není elektrická energie měřena, použije pro stanovení výpočet směrných hodnot vzájemného poměru elektrické a tepelné energie definovaného vyhláškou.

Příspěvek na výrobu elektřiny z KVET ekonomicky zvýhodňuje uplatnění KVET pro potřeby vytápění oproti klasickému způsobu a rozšiřuje možnosti při provozování dodávky tepla tak, aby KVET byla výhodná.

8 Provoz KVET pro potřeby vytápění

Z technického hlediska lze kogenerační jednotkou nahradit jakýkoli zdroj tepla (kotel) srovnatelného výkonu. Aby však byla instalace kogenerační jednotky ekonomicky výhodná, je potřeba, aby během roku běžela co nejvíce hodin. Proto bude KVET pracovat nejefektivněji tam, kde je celoročně stálý odběr tepla. Problém je, že potřeba elektrické a tepelné energie nejsou mezi sebou provázány – neexistuje vzájemná závislost (soudobost) a je tedy nutno zvolit optimální provoz kogenerační jednotky, popřípadě spolupráci více jednotek a akumulačních zařízení.





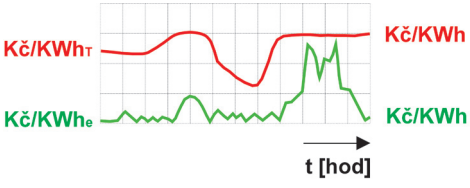
Velikost kogenerační jednotky se nejčastěji odvozuje od spotřeby tepla v daném subjektu. Kogenerační jednotka může pokrývat základní spotřebu tepla, špičky pak pokrývá jiný zdroj, např. plynový kotel. Jinou možností může být volba výkonnější jednotky v kombinaci s akumulací tepla. Pak lze kogenerační jednotku provozovat tak, aby dodávala proud v době, kdy je nejvýhodnější tarif výkupních cen elektřiny. Je vhodné provést výběr optimální varianty s různými zdroji a s různými provozními variantami.

Pro potřeby mini a mikro-kogenerace je však nejvýhodnější varianta pouze s jednou kogenerační jednotkou. Varianty s více energetickými zdroji by byly téměř vždy ekonomicky nevýhodné oproti samostatné výrobě tepla v kotlích. Regulace je možná prováděním nabíjení a vybíjení akumulátoru pro TUV.

9 Bude investice do KVET výhodná?

Z fyzikálního principu je zřejmé, že použití KVET pro potřeby vytápění je energeticky výhodnější oproti oddělené výrobě tepla. To ovšem zákonitě neznamená, že realizace energetické výroby pomocí KVET bude ekonomicky přijatelná. Ekonomická výhodnost pokrytí spotřeby tepelné energie je založena na posouzení různých variant, které jsou schopny dodávku tepla zajistit. Nezáleží zda výroba je prováděna jako podnikatelská aktivita (realizace zisku) nebo slouží k pokrytí vlastní spotřeby tepla s minimálními náklady. Dodávku tepla lze vždy realizovat pomocí samostatné výroby s vysokou

účinností, což pro KVET nastává za předpokladu, že můžeme zajistit spotřebu elektrické energie nebo její dodávku jinému odběrateli ve vyhovující návaznosti na výrobu tepla. Ideální případ je odběr jmenovitého tepelného a elektrického výkonu KVET po celý rok.



Nevýhodou kogeneračních jednotek je že jsou komerčně využívány relativně málo a jejich investiční náklady jsou vysoké. Na rozdíl od stacionárních zdrojů tepla obsahují rotující části, a proto je jejich výroba nákladnější. Rovněž tak ceny paliv (zemního plynu) jsou poměrně vysoké.

Kritériem uplatnění KVET by měla vždy být výsledná hodnota nákladů (cena) tepelné [Kč/kWh$_T$, Kč/GJ] a elektrické energie [Kč/kWh$_e$] na zajištění roční energetické dodávky, přičemž celková cena se stanovuje jako:

$$\text{cena energie [Kč/kWh]} = \frac{\text{roční náklady – roční příjmy}}{\text{množství energie vyrobené za rok}}$$

Je tedy nutno provádět tento ekonomický výpočet pro jednotlivé varianty při respektovaní možných scénářů vývoje nákladových a výnosových položek. Rovněž se bere v úvahu časová závislost nákladů a příjmů. Takovéto výpočty jsou relativně komplikované a je lépe je svěřit nezávislé odborné firmě, která dokáže rovněž vyhodnotit možné provozní varianty KVET. Pro kogenerační jednotky od nízkých výkonů výše je tento postup vhodný vždy. Domácí spotřebitelé využívající mini a mikro výrobu většinou spoléhají na prokázanou výhodnost už realizovaných variant.

Orientačním kritériem, které může dát představu o možnosti nasazení KVET pro komerční účely, je hodnota vzájemného poměru realizované ceny elektrické energie z KVET a ceny paliva:

$$k = \frac{\text{cena elektrické energie z KVET [Kč/kWh]}}{\text{cena paliva [Kč/kWh]}} > 3$$

Cena elektrické energie je závislá na její výkupní ceně.

10 Stanovení ekonomické výhodnosti KVET

Pro ilustraci stanovení vhodnosti použití KVET použijeme příklad ideálního provozu v průběhu roku pro samostatnou kogenerační jednotku dodávající elektrickou a tepelnou energii při jmenovitých parametrech. Jednotka ECOPOWER pracuje s kogenerační technologií na bázi pístového motoru.

Parametry kogenerační jednotky	
Tepelný výkon [kW_T]	12,5
Elektrický výkon [kW_E]	4,7
Celková účinnost [%]	90
	zemní plyn
Hluk [dB]	56
Váha [kg]	395
Cena [Kč]	300 000

Porovnání bude provedeno se stávající variantou pokrytí spotřeby tepla dodávkou z centrálního zásobení za cenu 400 Kč/ /GJ a elektrické energie od distributora za cenu 3 Kč/kWh_e. Cena paliva pro KVET od distributora plynu bude 1 Kč/kWh. Roční spotřeba elektrické a tepelné energii je právě rovna jmenovité výrobě realizované kogenerační jednotkou.

Množství vyrobené (spotřebované) energie

Energie	Výkon	Počet provozních hodin	Celkem [MWh]
elektrická	4,7	8760	41
tepelná	12,5	8760	110
celkem	17,2	8760	151

Náklady na pokrytí spotřeby

Centrální rozvod tepla, elektřina z elektrizační soustavy

Energie	Cena [Kč/MWh]	Množství [MWh]	Celkem [Kč]
elektrická	3000	41	123 000
tepelná	400 . 3,6	110	158 000
celkem	–	151	281 000

KVET s příspěvkem 500 Kč/MWh

Energie	Cena [Kč/MWh]	Množství [MWh]	Celkem [Kč]
elektrická	-500	41	-20 500
palivo	1000	151/0,9	167 000
celkem	–	–	146 500

$$\textbf{cena energie z KVET} = \frac{146\,500}{151\,000} = 0{,}97\ \textbf{Kč/kWh}$$

Kogenerační jednotka by měla být zaplacena do tří let při roční úspoře nákladů na energie 281 000 – 146 500 = 134 500 Kč.

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována
v rámci Státního programu na podporu úspor energie
a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2006 – část A.
Vydala Agentura ČSTZ, s.r.o.
© Agentura ČSTZ, s.r.o.