

Zákazník:

MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR

Projekt:

Mikrokogenerace – efektivní nástroj stability a bezpečnosti dodávek energie

Stupeň:

D2 Publikace, příručky a informační materiály v oblasti úspor energie státního programu EFEKT 2011

ENERGO-ENVI

Zakázkové číslo: 1103
Označení dokumentu: 1103_01_ENS
Revize: 0

Autor: doc. Ing. Roman Povýšil, CSc. a kol.
Telefon: 251564281
E-mail: info@energo-envi.cz

Datum: prosinec 2011



Autorizace

Datum	Vypracoval	Vedoucí zakázky
	Ing. Miroslav Mareš Ing. Karel Blaschke Doc. Ing. Roman Povýšil, CSc.	Doc. Ing. Roman Povýšil, CSc.

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována s dotací Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2011 – část A – Program EFEKT.

Obsah	Strana
1 Úvod	5
2 Současný stav a vývojové trendy	6
3 Základní pojmy	8
3.1 Kogenerace, kogenerační jednotka a soustava	8
3.2 Stanovení energetických přínosů kogenerace	11
3.3 Rozdělení kogeneračních jednotek	15
3.3.1 Hlavní části kogenerační jednotky	16
3.3.2 Parametry kogeneračních jednotek	21
3.4 Trigenerace	24
3.5 Důvody pro zavádění kogenerační výroby	27
4 mikrokogenerace	28
4.1 Mikrokogenerace s nepřímou přeměnou	28
4.1.1 Mikrokogenerační jednotky se spalovacími motory	28
4.1.2 Mikrokogenerační jednotky se Stirlingovým motorem	31
4.1.3 Mikroturbíny	32
4.2 Mikrokogenerace s přímou přeměnou	35
4.3 Podklady pro návrh mikrokogeneračních jednotek	40
4.4 Potenciální oblasti využití mikrokogenerace	41
4.4.1 Rodinné domy a menší komplexy obytných budov	41
4.4.2 Hotely a penziony	42
4.4.3 Nemocnice	42
4.4.4 Internáty a vysokoškolské koleje	42
4.4.5 Administrativní budovy a školy	42
4.4.6 Obchody a obchodní centra	43
4.4.7 Plavecké bazény a sportovní střediska	43
4.5 Průmyslové podniky	43
5 Současný stav na trhu s mikrokogeneračními jednotkami	44
6 Nároky a účinky mikrokogenerace a její systémové vlivy	45
7 Případové studie implementace mikrokogeneračních jednotek	46
7.1 Využití mikrokogenerace v rodinném domě	46
7.2 Využití mikrokogenerace v bytovém domě	47
7.2.1 Případová studie využití mikrokogenerační jednotky	47
8 Závěr	61
9 Použitá literatura	63



10	Přílohy	64
10.1	Ukázky mikrokogeneračních jednotek	64
10.2	Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2011	71
10.3	Vyhláška 344/2009 Sb. ze dne 30. září 2009 o podrobnostech způsobu určení elektřiny z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla založené na poptávce po užitečném teple a určení elektřiny z druhotných energetických zdrojů	79

1 ÚVOD

Spolehlivě fungující energetický sektor je základní podmínkou bezpečnosti státu, jeho konkurenceschopné ekonomiky a potenciální prosperity obyvatelstva a jeho zabezpečení je společným zájmem jak státu, tak i podnikatelské sféry a konečných uživatelů energie.

Cílem je zejména zvýšit energetickou efektivitu při přeměně primárních energetických zdrojů včetně optimálního využití OZE, podporovat úspory energie v jednotlivých sektorech národního hospodářství s využitím efektivních a environmentálně šetrných technologií včetně obyvatelstva. Lze očekávat, že úsilí bude směřovat k optimalizaci využití všech zdrojů energie při současné podpoře decentralizace energetických zdrojů s prioritním důrazem na maximalizaci úspor energie na všech úrovních hospodářství vycházejících z inovačních procesů.

Výsledkem těchto aktivit by pak měla být maximální šetrnost k životnímu prostředí primárně založená na efektivní a k životnímu prostředí šetrné struktuře spotřeby primárních energetických zdrojů (PEZ) a na způsobech výroby elektřiny a tepelné energie

Další rozvoj české energetiky lze proto očekávat na shodných principech jako v zemích EU, které reflektují zejména:

- **zajištění energetické bezpečnosti** (spolehlivost dodávek jednotlivých forem energie i v krizových situacích),
- **dlouhodobou udržitelnost** (dlouhodobou dostupnost primárních energetických zdrojů, přijatelný vliv na životní prostředí a naplňování celosvětových závazků v oblasti snižování produkce skleníkových plynů v souvislosti s klimatickými změnami),
- **zajištění konkurenceschopnosti** (dodávky energie za přijatelné ceny pro průmysl a obyvatelstvo a s využitím exportních příležitostí dodavatelského průmyslu v energetice),

Z dostupných podkladů vyplývá, že energetická náročnost tvorby HDP v letech 2000-2009 v ČR klesla o 23 %, což svědčí o úsilí v oblasti energetické efektivity, která se však realizuje v převážné míře ve zvyšování účinnosti konečné spotřeby energie.

Bohužel však účinnost transformačních procesů v energetice naopak mírně klesla díky rostoucímu podílu elektřiny na konečné spotřebě energie. Hrubá účinnost výroby elektřiny činila v roce 2009 pouhých 36,2 % a více než třetina spotřeby primárních energetických zdrojů byla v roce 2009 ztracena v transformačních procesech / Teplárství v ČR záruka ekologického využití paliv, Ing. Jiří Vecka, Seminář Japonské čisté technologie 2011, říjen 2011 /.

V následující tabulce je prezentována současná struktura bilance energetických recesů v České republice.

Bilance energetických procesů v ČR I.

	PJ		PJ	podíl na vsázce
Elektřina	790	dodávka	286	19%
		Ztráty	504	33%
Tepllo	221	dodávka	176	12%
		Ztráty	50	3%
Ostatní	454	dodávka	442	30%
		Ztráty	52	3%
Celkem	1 465			100%

Zdroj ČSÚ (2011), Bilance energetických procesů 2009

Z uvedené bilance je zřejmé, že oblast zabezpečení potřeb národního hospodářství elektřinou a teplem je majoritní v celkové spotřebě primárních energetických zdrojů (69 %).

Proto také této oblasti je neustále věnována velká pozornost a to jak ze strany producentů tak i spotřebitelů. Současná situace na trhu zásobování energií směřuje ve světě stále častěji k implementaci tzv. mikrokogeneračních jednotek v místech spotřeby, což může pozitivně ovlivnit investice do navýšování kapacit distribučních sítí el. energie a tepla. V blízké budoucnosti lze rovněž očekávat, že tyto kombinované zdroje budou s technickým pokrokem těchto zařízení stále čteněji implementovány i v rodinných domech a bytových domech .

Cílem této publikace je seznámit širší odbornou veřejnost s problematikou mikrokogenerace, jejími výhodami ale i úskalími spojenými s realizací. Dalším cílem je prezentace možné úlohy v oblasti zvyšování stability a bezpečnosti dodávek energie, současnou nabídkou těchto zařízení na trhu, technickými charakteristikami, systémovými vlivy a nákladovosti.

Publikace rovněž obsahuje případovou studii zaměřenou na využití mikrokogenerace v rodinném domě a bytovém domě.

Vypracovaná publikace je určena pro informační a poradenská střediska EKIS a pro potenciální investory z řad vlastníků RD a bytových objektů.

Cílem publikace je rovněž propagovat nové trendy v energetice sloužící k zvyšování energetické efektivity a zabezpečení dodávek energie v spotřebitelském sektoru.

2 SOUČASNÝ STAV A VÝVOJOVÉ TRENDY

V České republice byly v minulosti budovány rozsáhlé systémy centralizovaného zásobování teplem, které v segmentu velkých zdrojů představují roční výrobu tepla cca 200 PJ (z toho je téměř 50 PJ dodávka pro domácnosti) a v dalším segmentu středních zdrojů dodávku dalších téměř 50 PJ tepla. Dosavadní potřeba primárních zdrojů je kryta ve výši cca 140 PJ dodávkami hnědého a černého uhlí.

K 1. 1. 2016 bude muset být významná část zdrojů rekonstruována pro dosažení požadovaných emisních limitů (průmyslové emise), pokud budou dále provozovány. Kromě toho většina zdrojů spalujících hnědé uhlí má nedořešeny dlouhodobé smlouvy na dodávky těchto paliv s těžebními společnostmi.

Tento stav vyvolává nejistotu na trhu s teplem zejména u velkých teplárenských společností vyrábějících teplo na bázi spalování tuhých paliv.

Soustavy CZT kromě relevantní úlohy v zásobování teplem představují rovněž významný regulační prvek elektrizační soustavy. Je proto žádoucí věnovat soustavám zásobování teplem velkou pozornost a zajistit tak optimalizaci těchto soustav na bázi uvažované politiky respektující jak disponibilní primární energetické zdroje tak i implementaci energetických zařízení vedoucích k maximalizaci energetické a ekonomické efektivity minimalizující negativní vlivy na životní prostředí a klimatické změny.

Malé zdroje ve výrobě tepla představují spotřebu primárních paliv a elektřiny nezanedbatelný podíl v úrovni cca 90 PJ a z toho cca 18 % představuje stále ještě přímé spalování uhlí v lokálních topeništích.

Z této skutečnosti vyplývá nutnost připravit se efektivně na řešení budoucí situace v oblasti zajištění potřeb tepla a elektrické energie. K tomu by měla sloužit rovněž aktualizovaná státní energetické koncepce.

Z doposud publikovaných dokumentů z oblasti státní energetické koncepce a její aktualizace je zřejmé, že tato koncepce se bude kromě jiných aspektů zaměřovat i na problematiku zabezpečení dodávek tepla a implementaci energetických efektivních technologií. Lze se domnívat, že koncepce bude v předmětné oblasti zejména zaměřena na:

- Podporu rozvoje vysoce účinné kombinované výroby elektřiny a tepla, a to ve velkých, středních i malých zdrojích tepla.
- Podporu využití zejména větších tepláren pro dodávku regulačních služeb pro elektrizační přenosovou soustavu nebo pro odběr regulační elektrické energie ze zdrojů základního výkonu.
- Tvorbu podmínek pro účast tepláren při vytváření územních koncepcí a zabezpečení jejich úlohy v ostrovních provozech jednotlivých oblastí v havarijních situacích.
- Podporu integrace menších teplárenských zdrojů do systémů inteligentních sítí a decentrálního řízení.
- Podporu výstavby a využívání malých zdrojů pro výrobu elektřiny a tepla, zvláště pak malou kogeneraci a mikrokogeneraci.
- Využívání a zavádění technologií kombinované výroby, které povedou k efektivnímu a ekonomickému využívání zejména zemního plynu v kombinaci s elektřinou v režimech regulace „demand side managementu“

- Využívání trigenerace zejména v souvislosti s novými standardy v oblasti výstavby nových obytných a veřejných objektů.
- Podporu technologicky a ekonomicky zdůvodněného zavádění prvků „smarts grids“ do vybraných lokálních a oblastních sítí pro efektivnější využívání současných i budoucích sítí umožňující významné rozšíření významu decentralizované energetiky. Zabezpečení tohoto stavu současně povede k podstatnému zvýšení bezpečnosti v zásobování elektrickou energií v případech rozpadů páteřních sítí.
- Poskytování dotací v rámci disponibilních nástrojů na pořízení energeticky úsporných systémů vytápění zejména v oblasti regulované instalace tepelných čerpadel a mikrokogenerací .

Z výše uvedeného je zřejmé, že mikrokogenerace má své místo i v naší energetice a lze očekávat, že její význam v budoucnosti poroste.

V současné době využití těchto jednotek ještě nedosáhlo takové úrovně, aby hrálo nějakou význačnější roli oproti klasickým způsobům pokrytí energetické spotřeby domácností.

Varianty energetického zásobování bytových jednotek jsou vesměs založeny na dodávce energie ze dvou nezávislých dodavatelských systémů. Elektřina je zajišťována dodavateli, provozovateli distribučních elektrických soustav (DS) a obchodníky.

Potřeba tepla je pokrývána dodávkou z centrálních, popřípadě decentralizovaných systémů zásobování teplem, nebo je prováděna výroba přímo spotřebiteli ze systému zásobování plynnými, popřípadě tuhými palivy.

Lze však očekávat, v souladu s trendy specifikovanými v aktualizované státní energetické koncepci a energetickou politikou EU, že mikrokogenerace bude mít stále větší úlohu v oblasti zabezpečování obyvatelstva tepelnou a elektrickou energií.

Tento trend bude rovněž podpořen úsilím zajistit větší bezpečnost dodávek energie.

3 ZÁKLADNÍ POJMY

3.1 Kogenerace, kogenerační jednotka a soustava

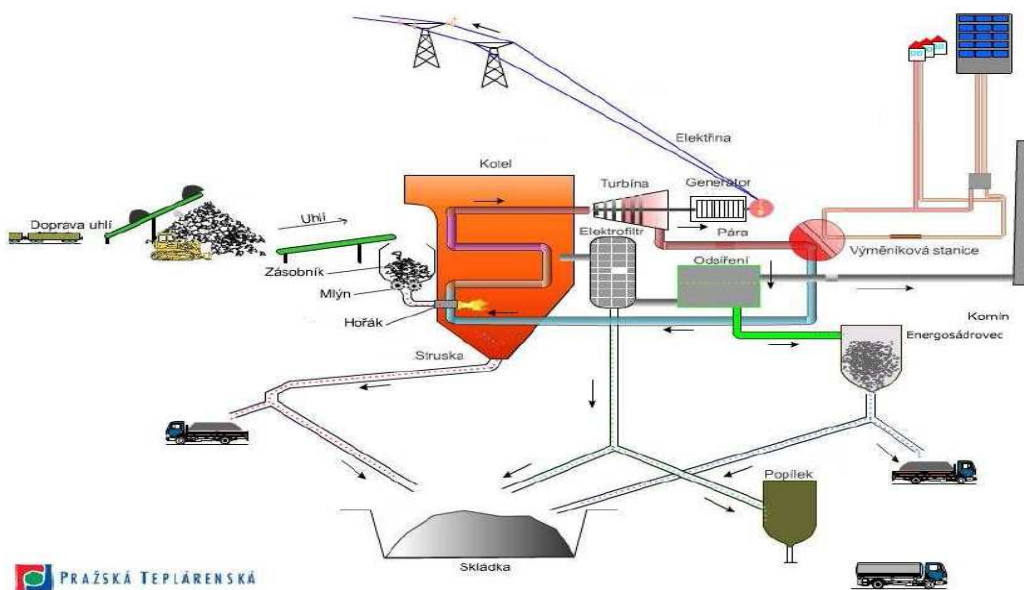
V době kdy rostou energetické nároky společnosti a zásoby primárních paliv je nutné šetřit, je víc než aktuální efektivní využití těchto paliv. Za tím účelem vystupuje stále více do popředí implementace kombinované výroby tepelné a elektrické energie, která se vyznačuje vysokou mírou využití primárního paliva a zároveň i snížením negativních vlivů na životní prostředí.

V této souvislosti se stále častěji používá pojem kogenerace. Obecně se pod pojmem **kogenerace** rozumí současná výroba více druhů energie – nejčastěji je tento pojem spojován s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla.

S tím pak je spojen pojem **kogenerační jednotka**, který zahrnuje výrobní zařízení sloužící k současné výrobě elektřiny a tepla.

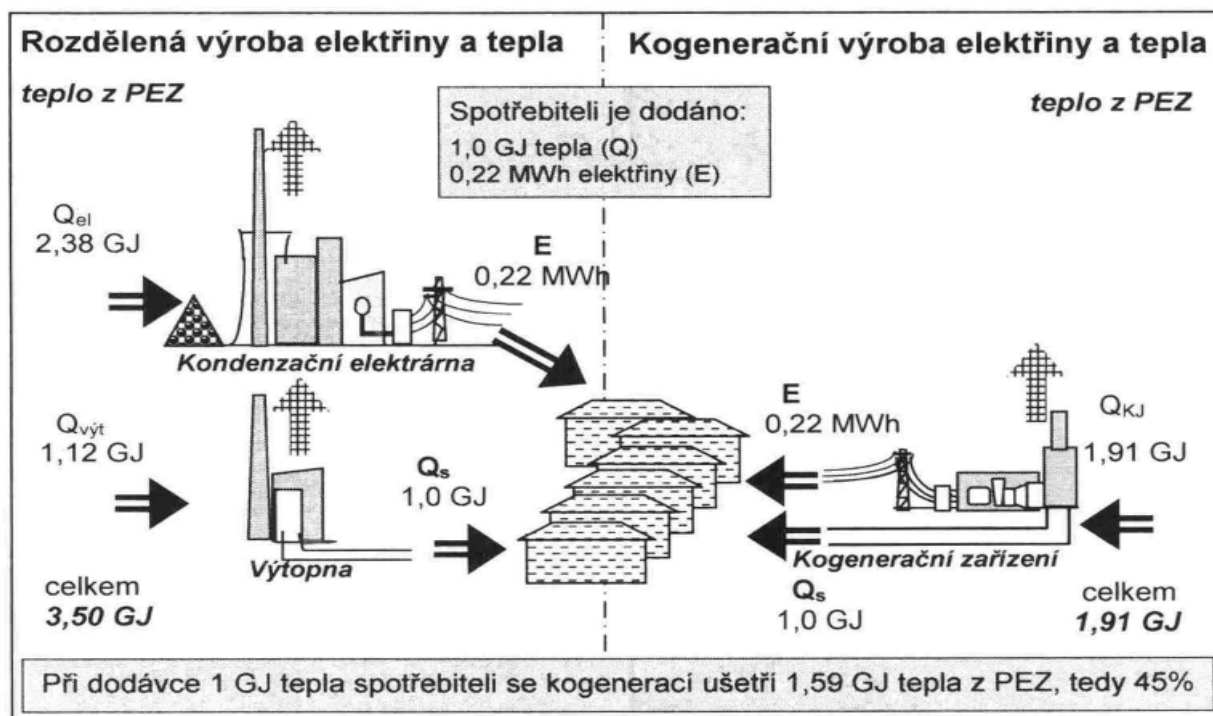
Kogenerační systém pak reprezentuje systém zajišťující **výrobu a dopravu** elektrické a tepelné energie v požadovaných parametrech

Kogenerační výroba energie a její výhody jsou prezentovány v následujících obrazových schématech



Obr. 1 Princip kogenerační výroby elektřiny a tepla

,



Obr.2 Příklad výpočtu efektu kogenerační výroby oproti oddělené výrobě /2/

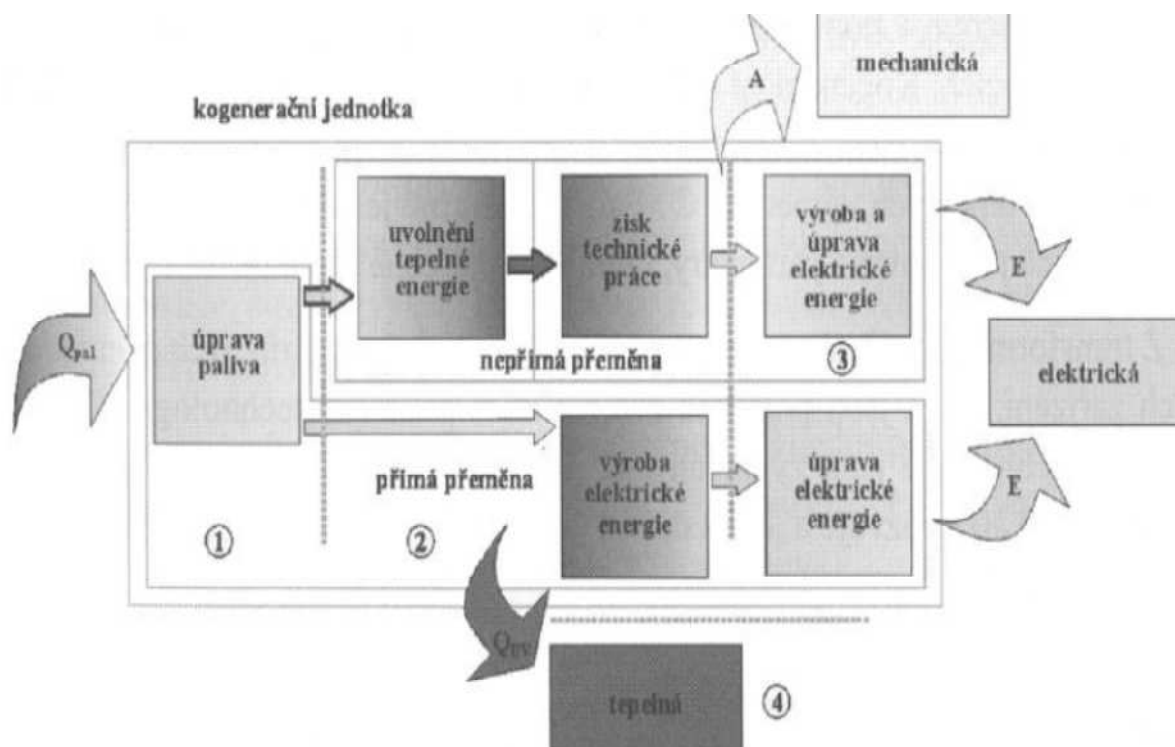
Z výše uvedené grafické prezentace je zřejmé, že kogenerační způsob výroby elektřiny a tepla vede k :

- **Úsporám primárního paliva na stejné množství vyrobené elektrické energie a tepla oproti oddělené výrobě elektřiny a tepla**
- **Snížení emisních škodlivin vlivem úspor spalovaného primárního paliva**

Přeměna energie v kogenerační výrobě je v zásadě rozdělena do dvou způsobů technologie:

- **Přímá kogenerace**
- **Nepřímá kogenerace**

Principy obou způsobů přeměn jsou znázorněny na následujícím obrázku /2 /.



Obr.3 Princip přímé a nepřímé kogenerace

Při *nepřímé kogeneraci* se provádí transformace většinou ve třech krocích přeměny.

V prvním kroku se nejprve uvolní teplo obsažené v palivu. V následném druhém kroku se uvolněné teplo přemění na technickou práci a ta se v následném kroku mění na mechanickou energii, která se pomocí generátoru přemění na elektrickou energii.

U *přímé kogenerace* dochází k přeměně energie z paliva přímo na elektrickou energii.

Přímý způsob přeměny je stále ve vývoji a v současné době se uplatňuje v zařízeních nazývaných „*palivové články*“.

3.2 Stanovení energetických přínosů kogenerace

Efekt kogenerace z pohledu snížení spotřeby primárních energetických zdrojů (PEZ) je možné vyjádřit pomocí těchto matematických vztahů, jež zahrnují předpoklad vyjádření obou druhů energie ve stejných fyzikálních jednotkách – např. v GJ .

Při monovýrobě elektřiny v kondenzační elektrárně množství energie v palivu se stanoví dle tohoto vztahu:

$$Q_{el} = \frac{E}{\eta_{el}}$$

kde **E** je množství vyrobené elektrické energie

Q_{el} je množství energie v palivu potřebné na vyrobenou el. energii **E**

η_e je energetická účinnost kondenzační elektrárny

Pro výrobu tepla ve výtopně je množství energie spotřebované z paliva dáno vztahem:

$$Q_{výt} = \frac{Q}{\eta_{výt}}$$

kde

Q je množství vyrobeného tepla výtopnou

Q_{výt} je množství spotřebované energie v palivu

η_{výt} je energetická účinnost výtopny

Při kogenerační výrobě je množství energie spotřebované z paliva na výrobu tepla a elektřiny dáno vztahem:

$$Q_{kj} = \frac{E + Q}{\eta_{kj}}$$

kde

Q_{kj} je množství spotřebované energie v palivu kogenerační jednotkou

η_{kj} je energetická účinnost kogenerační jednotky

Přijmeme-li předpoklad, že celková tepelná účinnost výtopny a kogeneračního zdroje je stejná a zavedeme pojem celková tepelná účinnost tzv. obecného zdroje η_{oz} pro který bude platit $\eta_{výt} = \eta_{kj} = \eta_{oz}$, pak tato je definovaná vztahem

$$E + Q$$

$$\eta_{oz} = \frac{E + Q}{Q_{pal}}$$

(Údaje v obr.2 jsou odvozeny na základě výše uvedených vztahů)

Na základě předchozích vztahů je pak možné provést zobecnění pro výpočet úspory energie z paliva (Qu) při sdružené výrobě elektřiny a tepla. Výše úspory energie z paliva lze stanovit z tohoto vztahu:

$$Qu = \frac{E}{\eta_{el}} + \frac{Q}{\eta_{výt}} - \frac{E + Q}{\eta_{kj}}$$

Vydeme-li opět z předpokladu, že účinnost kogeneračního zařízení a výtopny je stejná, lze energii uspořenou v palivu vztaženou na jednotku tepla dodaného spotřebiteli vypočítat z tohoto vztahu:

$$\frac{Qu}{Q} = \frac{E}{Q} \left(\frac{1}{\eta_{el}} - \frac{1}{\eta_{kj}} \right)$$

Podíl elektřiny E a tepla Q vyrobených v kogenerační jednotce se u nás většinou označuje jako **teplárenský modul**. V některých odborných publikacích je používán termín **modul teplárenské výroby elektřiny** či také **součinitel závislého elektrického výkonu**. V anglosaské literatuře se obvykle uvádí pojem **power/heat ratio**.

Označíme – li poměr E/Q symbolem **e**, pak relativní úsporu tepla, vztaženou k jednotce tepla dodaného kogeneračním zařízením lze vyjádřit tímto vzorcem

$$\frac{Qu}{Q} = e \left(\frac{1}{\eta_{el}} - \frac{1}{\eta_{kj}} \right)$$

Úspora energie z PEZ za předpokladu, že $\eta_{výt} = \eta_{kj}$, je přímo úměrná velikosti modulu teplárenské (kogenerační) výroby elektřiny. Velikost parametru **e** obecně závisí na typu a provedení kogeneračního zdroje.

V případě, že nebudeme uvažovat, že $\eta_{výt} = \eta_{kj}$, pak předchozí vzorec bude mít tento tvar:

$$\frac{Qu}{Q} = \left(\frac{1}{\eta_{výt}} - \frac{1}{\eta_{kj}} \right) + e \left(\frac{1}{\eta_{el}} - \frac{1}{\eta_{kj}} \right)$$

Z této rovnice plyne závěr, že maximální úspory primárních energetických zdrojů implementací kogeneračních zařízení je možno dosáhnout jedině při dosažení jejich největší celkové tepelné účinnosti. V případě, že chceme vyjádřit relativní úsporu tepla z PEZ dosaženou kogeneračním způsobem výroby elektřiny a tepla oproti oddělenému způsobu výroby, je třeba upravit předchozí vztah následně:

$$\frac{Q_u}{Q_{el} + Q_{výt}} = 1 - \frac{\eta_{el} \eta_{výt}}{\eta_{kj}} \frac{e + 1}{e \eta_{výt} + \eta_{el}}$$

Z tohoto vztahu je opět zřejmé, že o úspoře PEZ rozhoduje jednak velikost modulu teplotní výroby elektřiny e a jednak velikost celkové účinnosti kogeneračního zařízení η_{kj} .

Základní termodynamické veličiny různých druhů kogeneračních zařízení jsou uvedeny v následující tabulce publikovaných v [2].

Charakteristické vlastnosti základních druhů kogeneračního zařízení

Pohonná jednotka	používané palivo	rozsah výkonů (MWe)	modul teplotní výroby elektřiny	elektrická účinnost	celková účinnost	forma tepla
Odběrová parní turbína	libovolné	5 - 300	0,2 - 0,4*)	10 - 30%	78 - 88%	NT pára horká voda
Protitlaková parní turbína	libovolné	0,1 - 100	0,1 - 0,4	7 - 20%	75 - 88%	NT pára horká voda
Spalovací turbína	zemní plyn lehký topný olej bioplyn produkty zplyňování	1**) - 250	0,4 - 1,2	25 - 48%	75 - 90%	teplá voda horká voda pára NT, VT
Paroplynové zařízení	zemní plyn lehký topný olej bioplyn produkty zplyňování	10 - 400	0,8 - 2,0	35 - 60%	85 - 90%	teplá voda horká voda pára NT, VT
Spalovací motor	zemní plyn lehký topný olej bioplyn produkty zplyňování	0,01 - 10	0,5 - 1,1	25 - 45%	75 - 92%	teplá voda horká voda pára NT
Parní motor	biopaliva	0,02 - 1	0,1 - 0,3	10 - 25%	70 - 80%	teplá voda
Stirlingův motor	zemní plyn biopalivo	0,001 - 0,03	0,3 - 0,7	20 - 40%	70 - 85%	teplá voda

*) *Vztaženo jen na odběrovou páru*

**) *U mikroturbín 25 - 250 kW*

Z uvedeného přehledu je zřejmé, že nejvyšší hodnoty teplotního modulu lze dosáhnout u paroplynových zařízení a nejvyšší celkové účinnosti lze dosáhnout u spalovacích motorů.

3.3 Rozdělení kogeneračních jednotek

Oblasti, v nichž kogenerace nachází uplatnění, můžeme rozřadit do několika základních skupin. Toto třídění je prováděno podle velikosti jednotek s instalovaným elektrickým výkonem. Nejčastěji je rozdělení prováděno do tří základních skupin:

Mikrokogenerace - malá kogenerační zařízení navrhovaná převážně pro účely zásobování energií jednotlivých budov, popřípadě menších skupin budov (zde mají místo zejména spalovací motory a technologické novinky jako mikroturbíny, Stirlingovy motory, palivové články) s elektrickým výkonem **do 50 kW_e**;

Malá kogenerace - kogenerační zařízení s instalovaným elektrickým výkonem **od 50 kW_e do 1 000 kW_e**, využívaných zejména v průmyslových podnicích, ale i systémech CZT (nejčastěji spalovací motory);

Velká kogenerace – kogenerační zařízení s instalovaným elektrickým výkonem **nad 1 MW_e** využívaných v průmyslových aplikacích a tepelnými centrály (teplárnami) nebo spalovnami, zajišťující dodávku tepla do soustav centralizovaného zásobování teplem (nejčastěji parní turbíny středního i velkého výkonu, spalovací turbíny nejčastěji v paroplynovém zapojení, spalovací motory velkého výkonu).

Dále jsou kogenerační jednotky rozlišovány podle druhu paliva, neboť každá jednotka pracuje trochu jinak a má i různé nároky na kvalitu paliva.

Základní dělení kogeneračních jednotek podle používaného paliva je toto:

- Kogenerační jednotka spalující pevná paliva (uhlí, dřevo, brikety, štěpky, biomasa, atd.)
- ☐ Kogenerační jednotka spalující kapalná paliva (plynový olej, těžký topný olej, kapalné uhlovodíky, atd.)
- Kogenerační jednotka spalující plynná paliva (plynné uhlovodíky, koksárenský plyn, bioplyn, atd.)

3.3.1 Hlavní části kogenerační jednotky

Kogenerační jednotka je obecně tvořena těmito hlavními částmi:

- a) zařízení pro úpravu primárního zdroje energie (paliva)
- b) primární jednotka (primární motor)
- c) zařízení pro výrobu a úpravu elektrické energie
- d) zařízení pro rekuperaci tepelné energie
- e) řídicí a kontrolní systém

Hlavní částí kogenerační jednotky je primární jednotka a její volba pak významným způsobem předefinovává volbu ostatních částí kogenerační jednotky.

Pro lepší orientaci v předemětné problematice uvedeme stručnou charakteristiku jednotlivých částí kogenerační jednotky.

Ad a) *Zařízení pro úpravu primárního zdroje energie*

Slouží k úpravě parametrů vstupní formy energie na hodnoty, se kterými pracuje primární jednotka.

Úprava paliva může být založena na požadavku:

- zušlechtění paliva pro zvýšení energetického obsahu paliva
- úpravy prvkového složení paliva - mění se hodnoty jednotlivých složek paliva
- úpravy podmínek pro použití - zabezpečují se vhodné podmínky pro dopravu paliva

Ad b) *Primární jednotka*

Reprezentuje energetické zařízení ve kterém dochází k přeměně energie obsažené v palivu nebo v pracovní látce oběhu na ušlechtlejší formu energie. Primární jednotkou může být:

- tepelný motor
- palivový článěk

Ad c) *Zařízení pro výrobu a úpravu elektrické energie*

Slouží k přeměně mechanické energie na elektrickou a změny parametrů vyrobené elektrické energie. Jedná se o

- elektrický generátor - přeměňuje mechanickou energii na elektrickou
- elektrický měnič – realizuje změnu parametrů elektrické energie (přeměna stejnosměrného proudu na střídavý, transformace úrovně elektrického napětí)

Ad d) *Zařízení pro rekuperaci tepelné energie*

Slouží k transformaci odváděného tepla z primární jednotky na požadované parametry a formu tepelné energie k dalšímu využití. Nejběžnějšími požadovanými teplonosnými médii vystupujícími z rekuperačních výměníků jsou:

- teplá voda o teplotě do 110°C
- horká voda o teplotě 120 –200°C
- vodní pára
- teplý vzduch

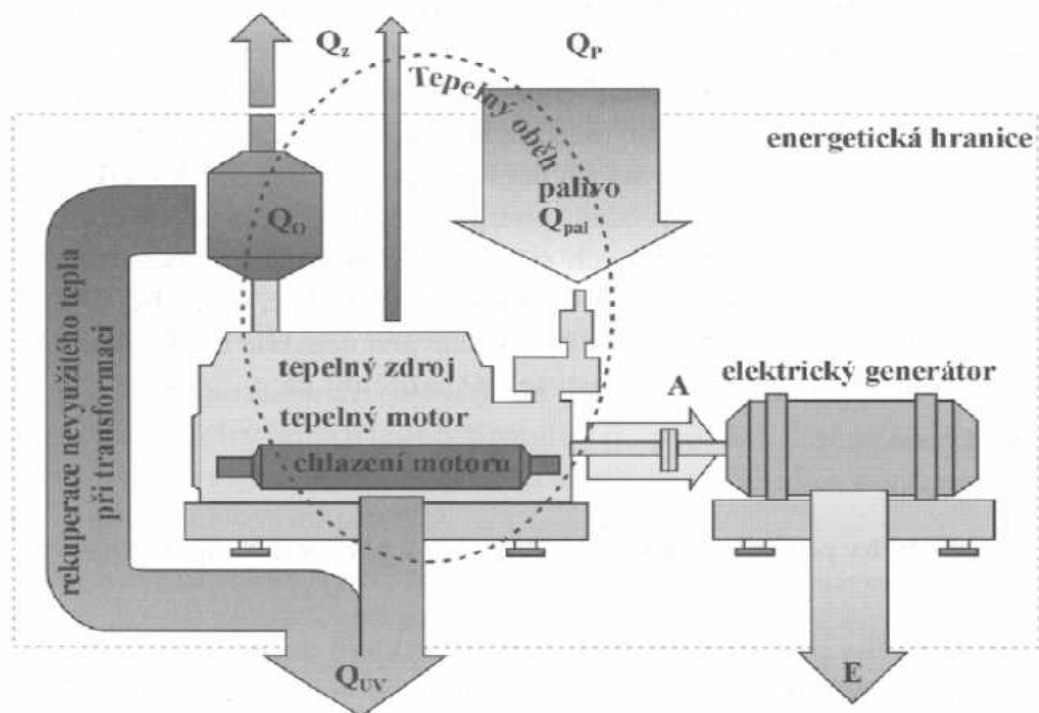
Ad e) Řídící a kontrolní systém

Slouží k automatické kontrole parametrů kogenerační jednotky a řízení jejího provozu dle zadaných pokynů a průběhu požadovaných odběrů energie.

U nepřímé kogenerace tepelná energie z paliva vzniká v tepelném zdroji. Tepelné oběhy se rozdělují na:

- otevřené**, které pracují s pracovní látkou v plynném skupenství
- uzavřené**, které pracují s pracovní látkou, ve které dochází ke změně skupenství (nejtypičtější reprezentant je voda a její plynná fáze –vodní pára)

Schematické znázornění tepelného oběhu je uvedeno na následujícím obrázku.



Obr.5 Nepřímý způsob transformace primární energie

U primárních jednotek s vnějším spalováním dochází ke spalování paliva mimo primární jednotku.

Do této skupiny primárních jednotek patří:

- Parní turbíny
 - o Kondenzační turbíny
 - o Protitlaké turbíny
- Organický Rankinův cyklus
- Plynové turbíny
- Mikroturbíny
- Paroplynový cyklus
- Stirlingův motor

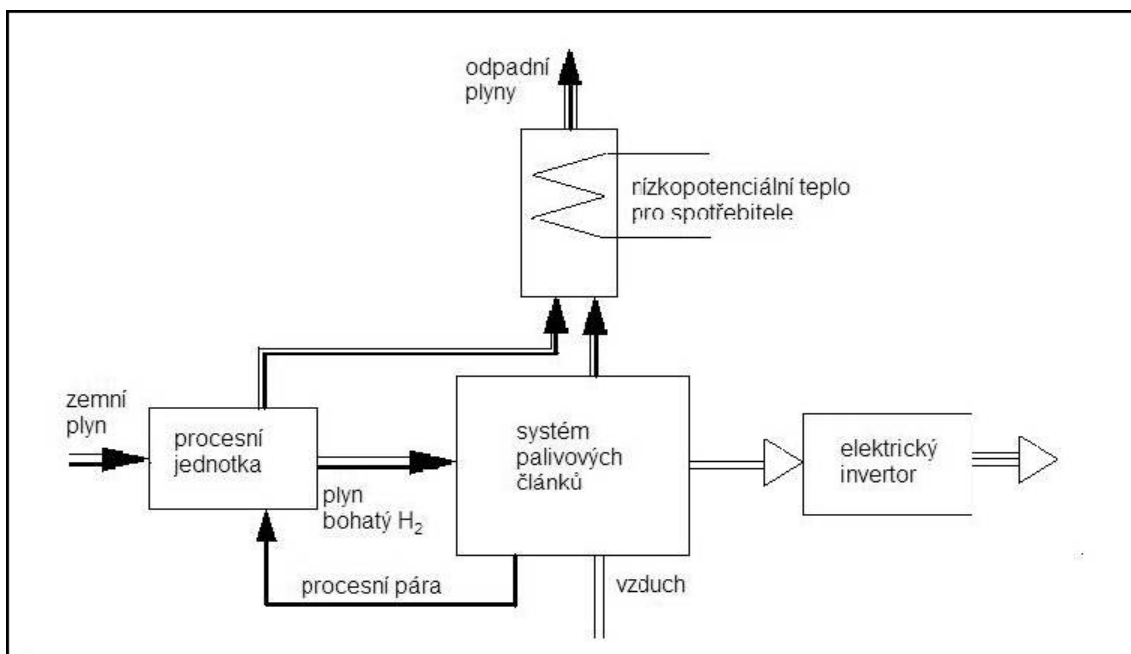
U primárních jednotek s vnitřním spalováním dochází přímo uvnitř jednotky. K hoření paliva většinou dochází ve válci motoru. Mezi primární jednotky s vnitřním spalováním patří:

- Spalovací motory
 - o Vznětový motor
 - o Zážehový motor

U přímé kogenerace je přeměna na elektrickou energii založena na využití technologie palivových článků . Palivové články jsou galvanické články, které mohou přeměňovat energii obsaženou v palivu přímo na energii elektrickou. Zdrojem energie je nejčastěji vodík, který spolu s kyslíkem (ze vzduchu) může exotermním procesem vyrábět elektrickou energii prostřednictvím elektrolytu za vzniku vody nebo vodní páry.

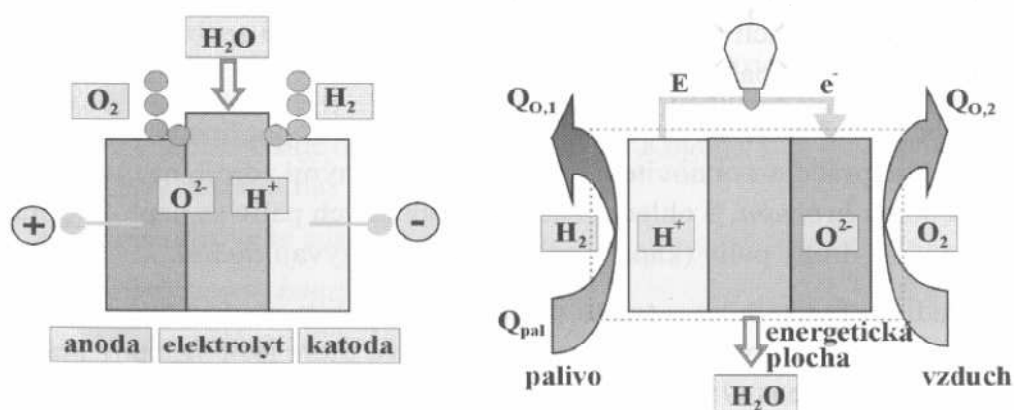
Na obrázku č.5 je prezentován princip využití palivových článků v kogenerační soustavě.

Soustava na využití palivových článků v kogeneraci, je tvořena palivovým procesorem, palivovými články, měničem proudu a systémem na rekuperaci tepla.



Obr.5 Schéma zařízení pro kogenerační využití palivových článků

Základem palivového článku jsou elektrochemické procesy. Při chemické reakci vstupních látek se chemická energie přeměňuje na elektrickou energii. Palivové články pracují na rozdíl od galvanických článků v kontinuálním režimu díky plynulé dodávce paliva k anodě a oxidačnímu katalyzátoru ke katodě. Základním typem je vodíko-kyslíkový palivový článek, jehož podstatou je slučování vodíku a kyslíku za přítomnosti katalyzátoru (např. hydroxid draselný) za vzniku elektrické a tepelné energie, kde odpadem je čistá vodní pára. Princip přeměny chemické energie na energii elektrickou je znázorněn na obrázku.



Obr.6 Princip palivového článku

Existuje několik druhů palivových článků:

- o Alkalické články (AFC)

- Články s tuhými polymery (PEMFC)
- Články s kyselinou fosforečnou (PAFC)
- Články s roztavenými uhličitany (MCFC)
- Články s tuhými oxidy (SOFC)

Další možné dělení kogenerační technologie je např.podle:

- použitého primárního paliva
- maximálního dosažitelného výkonu
- účelu využití
- samotné technologie
 - kombinovaný cyklus s rekuperací tepla
 - parní protitlaká turbína
 - kondenzační turbína s odběrem páry
 - plynová turbína s rekuperací tepla
 - motor s vnitřním spalováním
 - mikroturbíny
 - motory Stirling
 - palivové články
 - parní turbíny
 - organické Rankinovy cykly
- efektivnosti nasazení KJ

Kogenerace lze rovněž dělit podle účelu využití v energetickém systému na :

- základní
- špičkové
- pološpičkové
- záložní
- specifické

Podle účelu spotřeby je taktéž možno dělit kogenerační výrobu na:

- centralizované zásobování teplem
- průmyslovou kogeneraci
- terciární kogeneraci
- bytovou (domovní) kogeneraci

3.3.2 Parametry kogeneračních jednotek

Parametry kogeneračních jednotek popisují následující veličiny a jejich vzájemné závislosti :

- fyzikální
- konstrukční
- provozní
- ekonomické
- environmentální

Hodnoty jednotlivých parametrů lze rovněž dělit na:

- statické
- dynamické (provozní charakteristiky)

Energetické parametry kogeneračních jednotek kvantifikují údaje o parametrech transformačního řetězce, kterými jsou:

- elektrický výkon
- tepelný výkon
- poměr elektrického a tepelného výkonu
- kvalita tepelné energie
- energetická účinnost

Elektrický výkon je charakterizován :

- okamžitou hodnotou, kterou je kogenerační jednotka schopna dodávat v daném čase
- regulační pásmo dodávaného výkonu (interval mezi minimálním a maximálním výkonem kogenerační jednotky)
- jmenovitý výkon (nejvyšší trvalý elektrický výkon kogenerační jednotky na který byla konstruována)

Tepelný výkon je charakterizován :

- okamžitou hodnotou, kterou lze z kogenerační jednotky využít pro dodávku tepla při okamžité hodnotě vyráběného elektrického výkonu
- regulační pásmo dodávaného tepelného výkonu (interval mezi minimálním a maximálním tepelným výkonem kogenerační jednotky v závislosti na dodávaném elektrickém výkonu)

- jmenovitý výkon (nejvyšší trvalý tepelný výkon kogenerační jednotky na který byla konstruována)

Kvalita tepelné energie je charakterizována teplotou, která determinuje možnosti využitelnosti vyprodukovaného tepla. Produkované teplo z kogenerace se dělí na :

vysokopotenciální, jehož využití je zejména v oblasti průmyslových technologií
nízkopotenciální , jehož použití je zejména v oblasti vytápění.

Zásadním parametrem kogenerace je pak účinnost transformace primární energie. Jak již bylo uvedeno, jedná se zejména o :

- o Elektrickou účinnost kogenerace
- o Tepelnou účinnost kogenerace
- o Celkovou účinnost kogenerace

Základní porovnání parametrů jednotlivých typů kogenerace je uvedeno v následující tabulce / 2 /:

Typ PJ	Elektrický výkon [MW]	Pohotovost [%]	Elektrická účinnost		Celková účinnost [%]	Tepelárenský modul [-]
			Jmenovitý výkon [%]	Poloviční výkon [%]		
Parní turbíny	0,5 – 100	90 – 95	15 – 35	12 – 28	60 – 85	0,1 – 0,5
ORC	0,3 – 1,8	90 – 94	15 – 20	15 – 20	65 – 85	0,1 – 0,3
Plynové turbíny	0,1 – 100	90 – 95	25 – 40	18 – 30	60 – 80	0,5 – 0,8
Mikroturbína	0,025 – 0,25	90 – 95	30 – 40	20 – 30	65 – 85	0,6 – 0,85
Paroplynový cyklus	4 – 100	77 – 85	35 – 45	25 – 35	70 – 88	0,6 – 2,0
Stirlingův motor	0,003 – 1,5	85 – 90	35 – 50	34 – 49	60 – 80	1,2 – 1,7
Vznětový motor	0,07 – 50	80 – 90	35 – 45	32 – 40	60 – 85	0,8 – 1,4
Zážehový motor	0,015 – 2	80 – 85	27 – 40	25 – 35	60 – 80	0,5 – 0,7
Palivové články	0,04 – 50	90 – 92	37 – 45	7 – 45	85 – 90	0,8 – 1,0

Dalším relevantním parametrem kogenerace je ekonomická efektivnost a snížení emisí a skleníkových plynů.

Základními vstupy pro hodnocení ekonomické efektivnosti jsou výnosy a náklady spojené s pořízením a provozem kogenerace.

Náklady jsou dále členěny na investiční náklady spojené s pořízením kogenerace a jejím uvedením do provozu a napojení na odběratelské systémy elektřiny a tepla a dále pak provozní náklady.

Investiční náklady závisí především na typu kogenerační jednotky a na místních podmínkách vyvedení vyráběné elektřiny a tepla.

Investiční náklady zahrnují zejména náklady na :

- o kogenerační jednotku;
- o palivové hospodářství, zásobní nádrže a ovládací zařízení;
- o připojení na místní nebo veřejnou elektrickou síť včetně transformace;
- o připojení na distribuční soustavu tepla ;
- o všechna mechanická propojení a elektrický servis, včetně propojení a vyzkoušení;
- o nové budovy, úpravy stávajících budov;
- o vyškolení operátorů, záložní díly a jiné speciální prostředky pro údržbu a opravy;
- o měření a regulace;
- o projekty, dozory a náklady na uvedení zdroje do provozu;
- o ostatní služby požadované k jejich ovládní.

Celkové roční provozní náklady zahrnují většinou následující položky:

- o náklady na palivo;
- o mzdové náklady;
- o náklady na běžnou údržbu;
- o náklady na plánované prohlídky a opravy;
- o náklady na montážní a údržbový materiál;
- o náklady na provozní oleje, technické plyny a chemické prostředky na úpravy napájecí a chladicí vody;
- o režijní náklady.

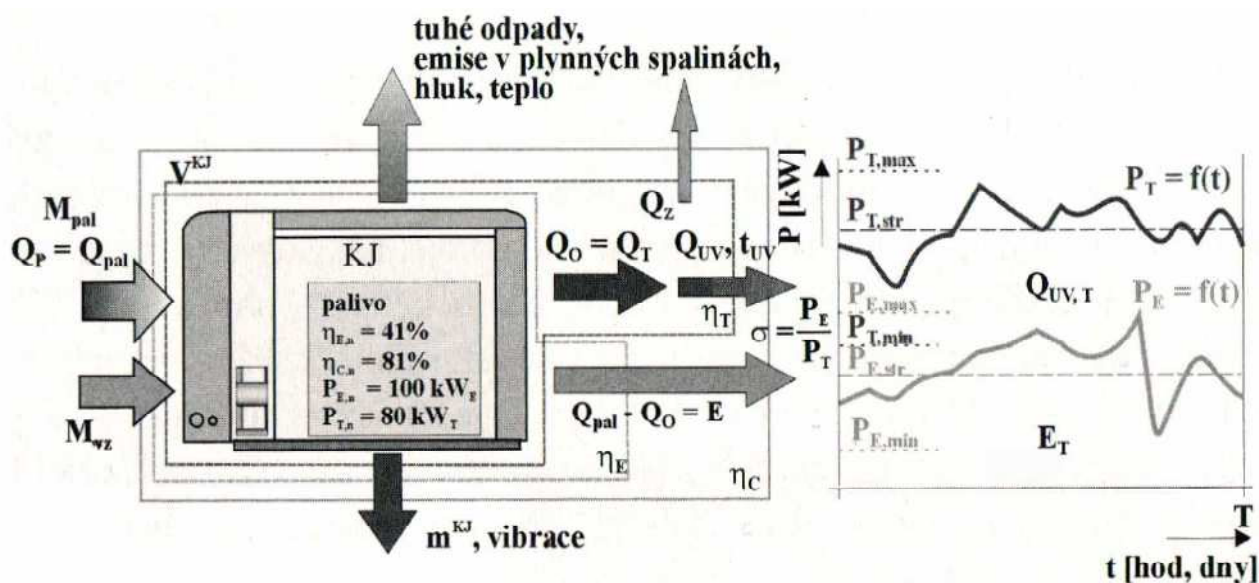
Výnosy pak představují tržby z prodeje elektřiny a tepla, resp. úspory plynoucí z nerealizovaného nákupu elektřiny či tepla resp. paliv určených k výrobě tepla.

Parametrem ekonomické efektivnosti pak může být hodnota

a) kritéria čisté současné hodnoty (NPV - Net Present Value), což je součet diskontovaného toku hotovosti (cash flow), který bude vytvořen provozovaným zařízením za dobu sledování. Hledá se varianta s nejvyšší hodnotou souhrnného diskontovaného cash-flow.

b) kritéria vnitřního výnosového procenta (Internal Rate of Return), což je hodnota úrokové míry při níž je souhrnný diskontovaný cash flow roven nule za dobu hodnocení.

c) kritéria dynamické doby návratnosti investic (Pay Back Period), což je doba kdy diskontovaný tok hotovosti je roven vynaloženým investičním nákladům.



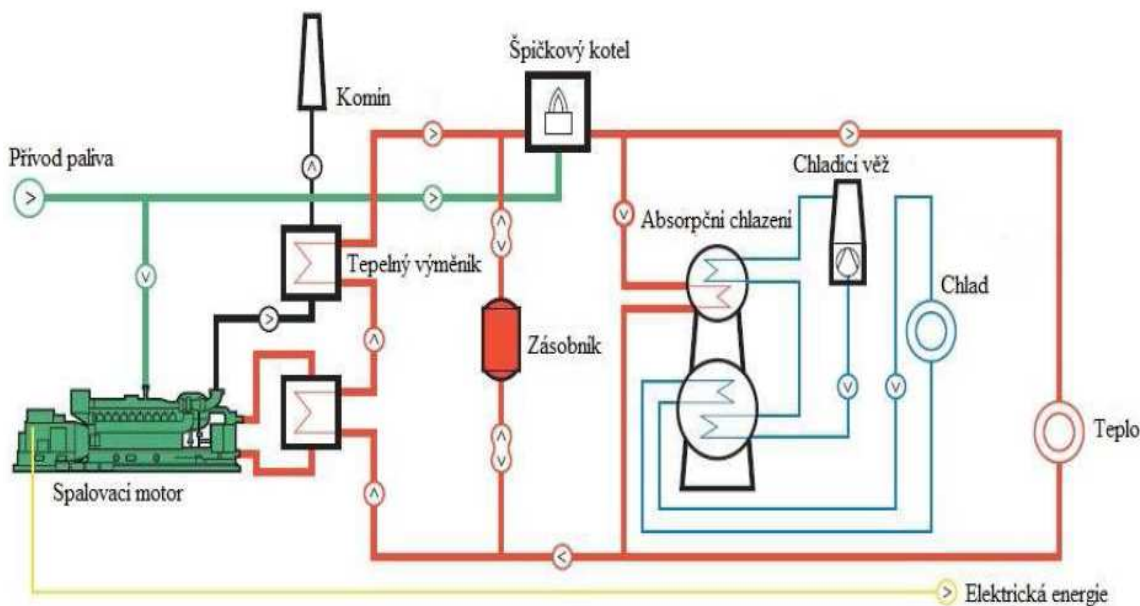
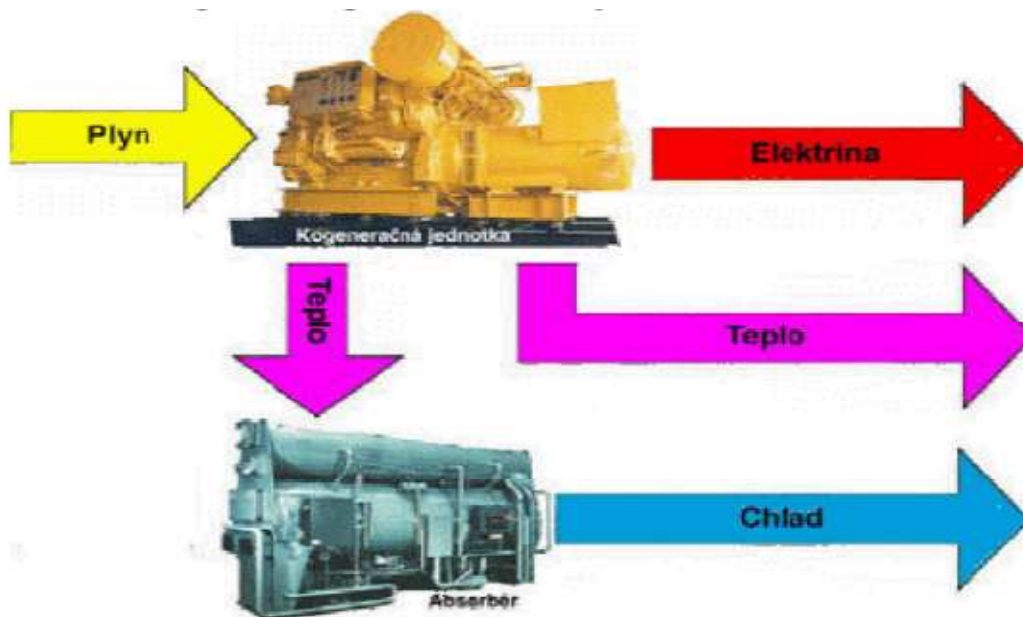
Obr.7 Vybrané parametry kogenerační jednotky

3.4 Trigenerace

Trigenerace je modifikací kogenerace. Touto modifikací je myšleno zapojení chladicí jednotky do kogenerační soustavy, která je tvořena kogenerační jednotkou, zařízením pro rekuperaci tepla a absorpční chladicí jednotkou. Z kogenerace získáváme pouze teplo a elektřinu, kdežto trigenerace kromě toho umožňuje zapojením absorpčního chlazení výrobu chladu.

Trigenerace je stále více propagovaným trendem ve využití kogenerační výroby, neboť vede k vyšší efektivnosti kogeneračních jednotek ve vztahu k možnosti výroby elektřiny. Využití tepla k výrobě chladu totiž umožňuje vyšší využití zařízení a tím prodlužuje dobu společné výroby elektřiny a tepla a tudíž k úspoře primárních energetických zdrojů.

Princip trigenerace je znázorněn na následujících obrázcích.



Obr.8 Princip trigenerace

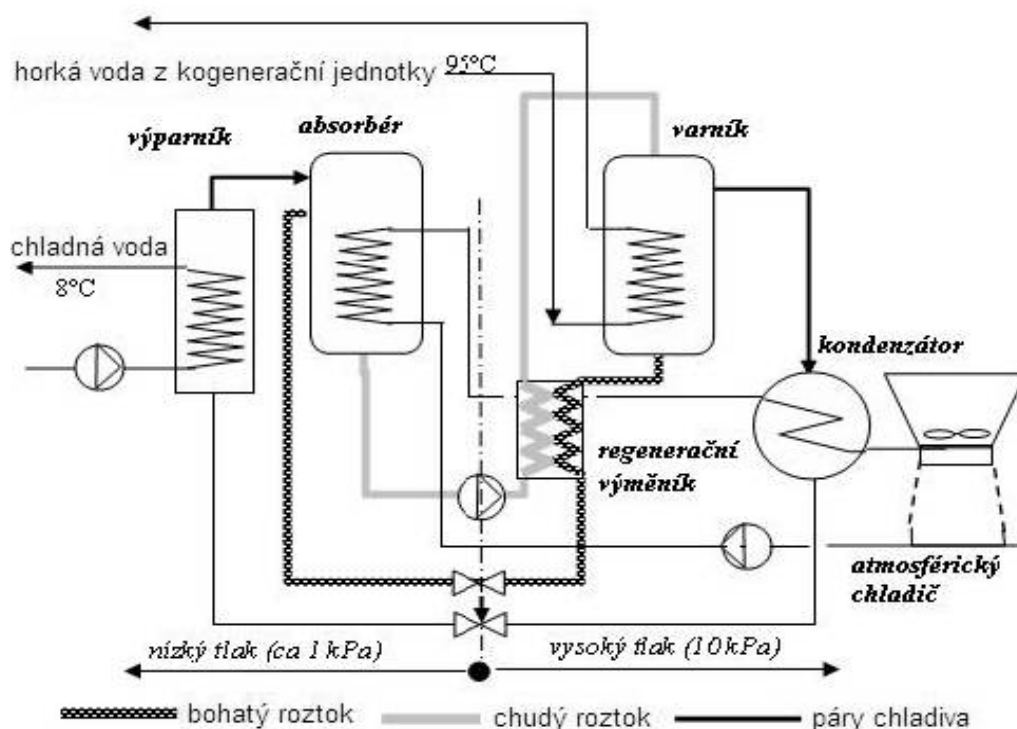
Absorpční chladicí jednotky využívají teplo jako primární zdroj energie pro výrobu chladu, na rozdíl od kompresorového chlazení. V závislosti na použité technologii je možné využívat teplo obsažené ve spalínách, v horké vodě, nebo v páře. Absorpční chlazení je obzvlášť výhodné, když je k dispozici dostatek nízkopotenciálního tepla. Teplota přiváděného tepla se pohybuje okolo 100 °C. Chladicí médium není stlačováno mechanicky, ale je absorbováno do absorpčního média při nízkém tlaku, tedy při nízké výparné teplotě. V tomto systému jsou potřeba dvě pracovní látky:

- Chladicí látka – odpařuje se a kondenzuje. Musí mít nižší bod varu jako absorbent.
- Absorbent – absorbuje páry chladicí látky

Základním principem absorpčních oběhů je nahrazení komprese tepelným pochodem, ve kterém je chladivo za nízkého tlaku pohlcováno absorbentem, které se dopravuje do dalšího výměníku pracujícího za vyššího tlaku a kde se chladivo přívodem tepla v roztoku varem znovu uvolňuje (vypuzuje). Výsledkem je chladivo s vyšším tlakem, který odpovídá podmínkám kondenzace. Děj v kondenzátoru a výparníku je podobný jako při parním oběhu. Absorpční chlazení má tři vodní okruhy. První je okruh topné vody, která je hnacím médiem vnitřní výměny tepla. Zdrojem tepla je kogenerační jednotka. Druhým okruhem je okruh studené vody, který je napojen přímo na okruh chlazení. Přiváděná studená voda pak v místnostech ochlazuje vzduch a odvádí teplo z prostoru. Třetím okruhem je okruh chladicí vody, který většinou obsahuje chladicí věže, kde dochází k vychlazení vody na požadovanou teplotu.

Na velikost chladicího zařízení, a tím i na jeho cenu, má rozhodující vliv teplota okruhu topné vody. Obecně platí, že čím vyšší je teplota topné vody, tím menší a levnější je i chladicí zařízení. Většina průmyslově vyráběných zařízení pracuje s teplotami přibližně od 90 do 135 °C. Okruh studené vody pracuje s teplotami potřebnými pro odvod tepla z prostoru, které se pohybují od 6 do 15 °C. Okruh chladicí vody, která odvádí teplo z chladicího zařízení, pracuje většinou s teplotami 20 až 45 °C. Jako chladiva a kapalného absorbentu se nejčastěji používá buď kombinace voda-lithium bromid nebo čpavek-voda. Princip práce tohoto zařízení je patrný z obr.9.

Stručný popis funkce je proveden pro systém s vodou jako chladivem a lithium bromidem jako absorbentem. Tato kombinace je vhodná pro teploty ochlazované látky nad +4 °C (klimatizační systém), obě látky jsou inertní a netoxické. Do varníku vstupuje bohatý roztok absorbentu a chladiva. Tlak je zde kolem 0,01 MPa, čemuž odpovídá teplota varu asi 46 °C. Teplem přiváděným z topné vody vystupující z kogenerační jednotky dochází k odpařování chladiva (vody). Odpařená voda se vede do kondenzátoru, kde předává své výparné teplo chladicí vodě a kondenzuje. Vytvořený kondenzát protéká do oblasti nízkého tlaku přes škrťací ventil, za nímž se jeho teplota snižuje na hodnotu odpovídající tlaku něco pod 1 kPa (asi 6 °C). Ve výparníku chladivo odebírá teplo z chladné vody vracující se z okruhu klimatizace, odpařuje se a současně tuto vodu ochlazuje na požadovaných cca 8 °C. Odpařená voda je převáděna do absorbéru. Zde je pohlcována absorbentem, za vývinu tepla, které se musí odvádět chladicí vodou. Vytváří se tak bohatý roztok, který je přečerpáván zpět do varníku. Chudý roztok, který zůstává ve varníku po odpaření chladiva, se přepouští do absorbéru, aby tam pohlcoval páry chladiva. Oba proudy bohatého a chudého roztoku prochází regeneračním výměníkem, v němž je teplo převáděno z teplejšího chudého roztoku do chladnějšího bohatého roztoku, který je tak předehříván. Tento výměník zlepšuje termodynamické parametry oběhu.



Obr.9 Princip absorpčního chladicího zařízení

3.5 Důvody pro zavádění kogenerační výroby

Na otázku „ Jaké jsou důvody pro zavádění kogenerační výroby?“ lze odpovědět takto:

1. Společnou produkcí tepelné a elektrické energie v kogeneračních soustavách zvyšujeme účinnost využití primárního paliva.
2. Kogenerační výroba dává možnost umístit výrobu do místa spotřeby a tedy snižuje ztráty energie vznikající přenosem energie do místa spotřeby.
3. Kogenerační jednotky umožňují snadné připojení na existující technologie.
4. Kogenerační výroba vede k úsporám využívání omezených primárních energetických zdrojů.
5. Kogenerační výroba vede k omezení znečištění životního prostředí a k účinnější ochraně klimatu Země.

Samozřejmě je třeba vždy se přesvědčit o vhodnosti instalace kogenerace, zejména oproti oddělené výrobě elektrické a tepelné energie. Hodnocení je třeba vždy provádět podle základních ukazatelů, které charakterizují základní vlastnosti kogenerace.

Hlavními ukazateli jsou:

- účinnost transformace primárního zdroje
- náklady na výrobu konečných forem energie
- vliv na životní prostředí

4 MIKROKOGENERACE

Jak již bylo konstatováno, kogenerační technologie představují způsob, kterým je provedena transformace primárního paliva na elektrickou energii při užitečném využití zbytkového (odpadního) tepla. Některé technologie jsou využívány poměrně dlouho zvláště v oblasti vyšších výkonů u centrálního zásobování teplem. Další oblastí, kde našly kogenerační jednotky uplatnění, byly případy potřeby mobilních jednotek nebo zajištění pokrytí spotřeby odlehlého místa či mobilních spotřebitelských systémů jako jsou např. lodě apod., kdy dodávka z centrálních systémů nepřípadá do úvahy.

Pro technické umístění kogenerační jednotky do obytných prostorů je především nutné splnit požadavky na malou prostorovou náročnost, nízkou hlučnost, vibrace a schopnost nekomplikovaně provádět transformaci. Převážně se jedná o využití plyného paliva, ale stále se vyvíjejí nové technologie využívající i jiné způsoby.

Základní charakteristika současného stavu jednotlivých technologií v oblasti mikrokogenerace s přihlédnutím k blízké budoucnosti je v souladu s uvedeným základním dělením kogenerace podle počtu transformačních kroků nutných k výrobě elektřiny.

Mikrokogeneraci lze tedy rozdělit na ty, které provádí transformaci:

- nepřímou přeměnou – prováděnou pomocí tepelných oběhů (TO).
- přímou přeměnou - palivové články,

4.1 Mikrokogenerace s nepřímou přeměnou

4.1.1 Mikrokogenerační jednotky se spalovacími motory

Spalovací motory jako primární jednotky kogeneračních jednotek lze v současné době považovat za nejčtenější implementaci.

Spalovací motory, používané v kogeneraci, jsou pístové motory s vnitřním spalováním, odvozené od klasických mobilních spalovacích motorů. Ty se podle způsobu zapálení směsi vzduchu a paliva ve válci rozdělují do dvou skupin:

vznětové motory;

zážehové motory.

U *vznětových motorů* dochází k zapálení paliva ve válci samovznícením při vstřiku do horkého stlačeného vzduchu. Účinnost těchto motorů na hřídle je v rozpětí 35% až 45% a jejich jednotkový výkon může být od několika kW až po desítky MW. Moderní vznětové motory mají vysoký kompresní poměr a používají zpožděné zapalování a hoření, aby dosáhly snížení emisí NO_x, přičemž zůstává zachován vysoký výkon a účinnost. Tyto požadavky vynucují dokonalejší provedení vstřiku paliva a řídicího systému motoru.

Zážehové motory se vyznačují zapalováním směsi paliva a vzduchu elektrickou jiskrou. Mají spojovou účinnost nižší než je účinnost vznětových motorů a to mezi 27% a 43%, a také jejich výkonové rozpětí je menší. Moderní zážehové motory užívající předkomůrku dosahují účinnost až 43%, tedy obdobně jako velké vznětové motory.

Využití spalovacích motorů pro mikrokogeneraci, je žádoucí je rekonstruovat pro spalování zemního plynu resp. pro bioplyn. Tuto úpravu je možné provést jak u vznětových, tak u zážehových motorů. Rekonstrukce se týká především palivového systému a spalovacího prostoru. V palivovém systému se připravuje směs plynu a vzduchu o požadovaném složení, která se ve válci zapaluje obvykle elektrickou jiskrou. Provozem spalovacích motorů vznikají vibrace a také hluk. Motory je proto nutné vybavit kvalitní hlukovou izolací a opatřeními eliminujícími vibrace.

Spalovací motory obsahují mnoho součástí s posuvným pohybem v oblasti vysokých teplot. Mazání jejich třecích ploch je obtížné, proto se tyto součásti opotřebovávají mnohem více, než u čistě rotačních strojů. Důsledkem jsou vyšší požadavky na údržbu a častější odstavení z provozu. Maximálního výkonu a účinnosti motory dosahují při spalování v oblasti mírného přebytku vzduchu. Přitom však produkují poměrně velké množství NO_x. Použije-li se velký přebytek vzduchu emise NO_x se podstatně sníží. Takovýto provoz má ale za následek zvýšení obsahu CO a nespálených uhlovodíků ve spalinách a někdy vede ke spalovací nestabilitě.

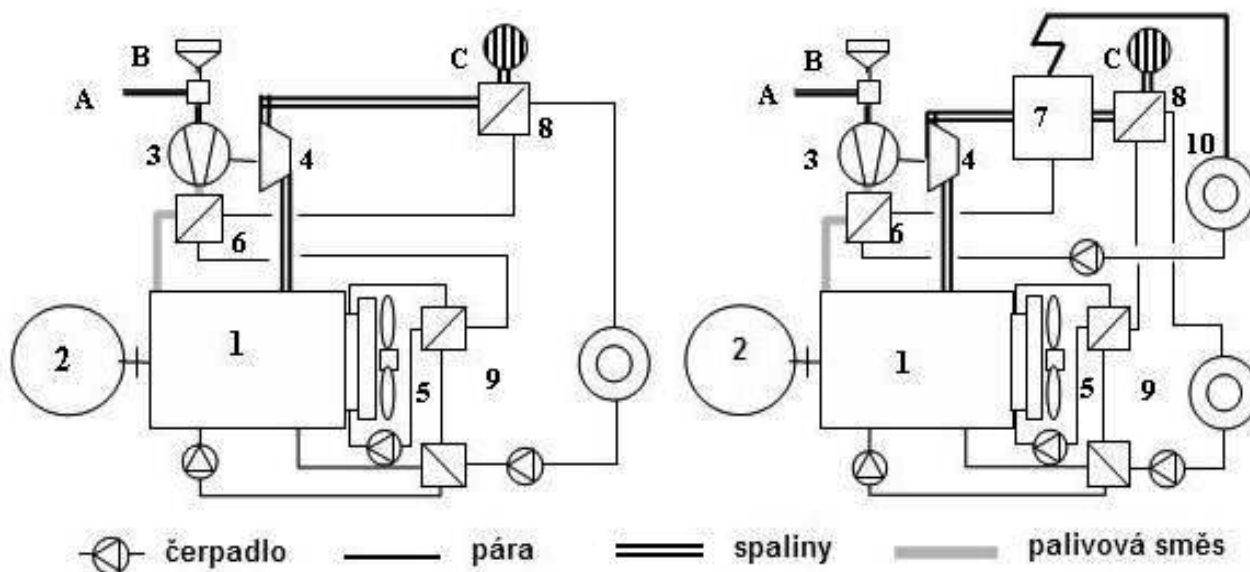
Motor jako primární jednotka kogenerační jednotky ve spojení s elektrickým generátorem pak produkuje elektrickou energii a současně odpadní teplo. Jedná se o teplo chlazení motoru (blok válců a hlava motoru), chlazení mazacího oleje a o teplo výfukových plynů. Chlazení oleje je prováděno pomocí vodního chladicího okruhu, z něhož je teplo odváděno topnou vodou. Ohřev této vody může být proveden nanejvýš na teplotu kolem 80 °C. Využívá-li se ve zvláštním výměníku chladicí teplo bloku motoru a hlav válců, může výstupní teplota topné vody dosahovat i 100 až 110 °C, jestliže je primární okruh proveden jako tlakový. Vzhledem k tlakovým poměrům v primárním chladicím okruhu motoru je ovšem výhodnější, je-li požadováno ohřátí topné vody jen na 90 až 100 °C. Ve výměníku využívajícím tepla výfukových plynů, jejichž teplota je nejčastěji v rozmezí 400 až 540 °C, je možné ohřát tlakovou vodu na teploty vyšší než 110 °C (omeze ní je dáno tlakem v okruhu ohřívání vody) nebo vyrábět v něm páru. Principiální uspořádání kogenerační jednotky se spalovacím motorem a toky energie jsou nakresleny na následujícím obrázku.



Obr. 10 Toky energie u kogenerační jednotky se spalovacím motorem

(kde 1 - spalovací motor; 2- elektrický generátor; 3 - výměník tepla spaliny/topná voda; 4 - výměník tepla chladicí voda/ topná voda)

Nejvýhodnějším využitím odpadního tepla u mikrokogenerace je ohřev topné vody na teplotu do 90 °C. V případě využití mikrokogenerace pro výrobu páry představuje jisté technické obtíže a může být efektivní při současné potřebě tepla v páře a v teplé vodě. V takovém případě může být teplo chlazení oleje, bloku a hlav válců a chlazení vzduchu za turbodmychadlem použito pro ohřev topné vody a teplo výfukových spalin pro výrobu páry. Tlak páry by neměl být příliš velký, aby se mohlo dosáhnout dostatečného vychlazení spalin. Výroba páry v případě implementace mikrokogeneračních jednotek může být nejlépe uskutečněna dle technologického schématu uvedeného na obrázku 11 a je vhodná pro průmyslové účely.



a) dodávka tepla ve formě teplé nebo horké vody

b) dodávka tepla ve formě páry a horké vody

Obr. 11 Základní zapojení spalovacích motorů pro kogenerační účely/ /

(kde 1- spalovací motor; 2- elektrický generátor; 3 - kompresor přepřívovacího turbodmychadla; 4- turbína turbodmychadla; 5- okruh chlazení oleje a bloku válců motoru s ohřívákem topné vody; 6- chladič stlačeného vzduchu; 7- parní kotel; 8 - spalínový ohřívák topné vody; 9- okruh topné vody; 10- spotřebiče páry)

4.1.2 Mikrokogenerační jednotky se Stirlingovým motorem

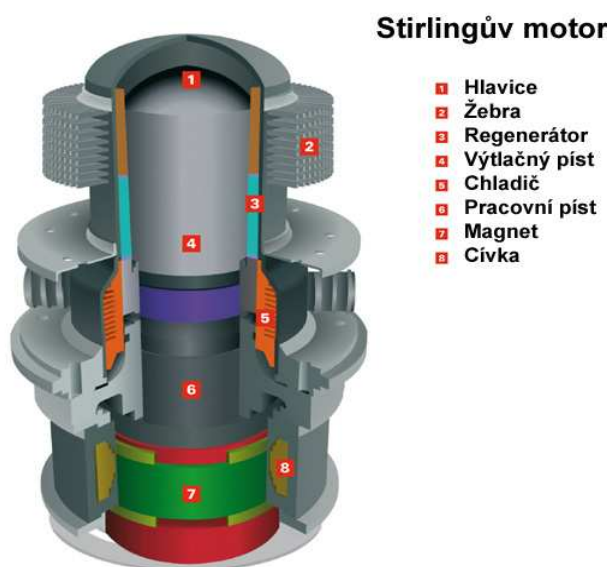
Stirlingův motor má dvě komory o stejném tlaku a různé teplotě pracovní látky, které jsou odděleny písty. Plyn v obou komorách motoru je střídavě ohříván a chlazen vnějším ohříváčem a chladičem. Mezi ohříváčem a chladičem se pro zvýšení účinnosti zařazuje regenerátor, který akumuluje teplo plynu přecházejícího z ohříváče do chladiče a naopak. Pohyb pístu se v integrovaném generátoru přeměňuje na elektrickou energii, odpadní teplo se využívá k vyhřívání místností a přípravě teplé vody.

Na rozdíl od spalovacích motorů, se pracovní látka Stirlingova motoru nevyměňuje. V pracovních prostorách motoru je uzavřeno stálé množství pracovního plynu, které je opakovaně přemísťováno mezi horkou a studenou komorou. Je proto možné zvolit plyn s nejlepšími vlastnostmi pro daný účel. V současné době bývá nejčastěji použito helium nebo vodík. Teplo je u Stirlingova motoru přiváděno k pracovnímu plynu z vnějšku, jedná se tedy o motor s vnějším spalováním. Tato velká výhoda však zároveň představuje značné konstrukční úskalí.

Skutečný Stirlingův motor je navrhován v několika typových modifikacích. Maximální pracovní tlak

u realizovaných motorů se pohybuje v mezích 15 až 20 MPa, maximální teplota plynu 630 až 730 °C (vyžaduje speciální žáruvzdorné materiály). Tyto parametry dovolí dosažení elektrické účinnosti 30 až 33%, což je účinnost u motorů o jednotkovém výkonu 8 až 25 kW vynikající.

Teplo pro topné účely je v kogeneračním zapojení získáváno odváděním tepla z chladiče prostřednictvím např. topné vody a dále ochlazením spalin vnějšího spalování, vystupujících z motoru.



Obr.12 Schéma Stirlingova motoru (firemní podklady společnosti Viessmann)

Moderní Stirlingův motor se vyznačuje dobrou účinností, spolehlivostí, tichým chodem a nižšími emisemi škodlivých plynů. Hlavní výhodou je skutečnost, že tento motor může pracovat s nejrůznějšími zdroji tepla počínaje sluneční energií a konče libovolným fosilním palivem a biomasou. Lze využít i odpadního tepla technologických procesů. Motor má nulovou spotřebu oleje, výrazně nižší servisní náklady, dané dlouhými intervaly mezi údržbovými odstávkami (až 10000 hodin) a dlouhou životnost.

Nevýhodou těchto typů motorů je složitost zařízení, vyšší měrná hmotnost na jednotku výkonu, technická náročnost těsnění tlakového prostoru válců a vyšší cena daná dosud malou sériovostí výroby a náročnou montáží, nutností použití speciálních materiálů a technologických postupů.

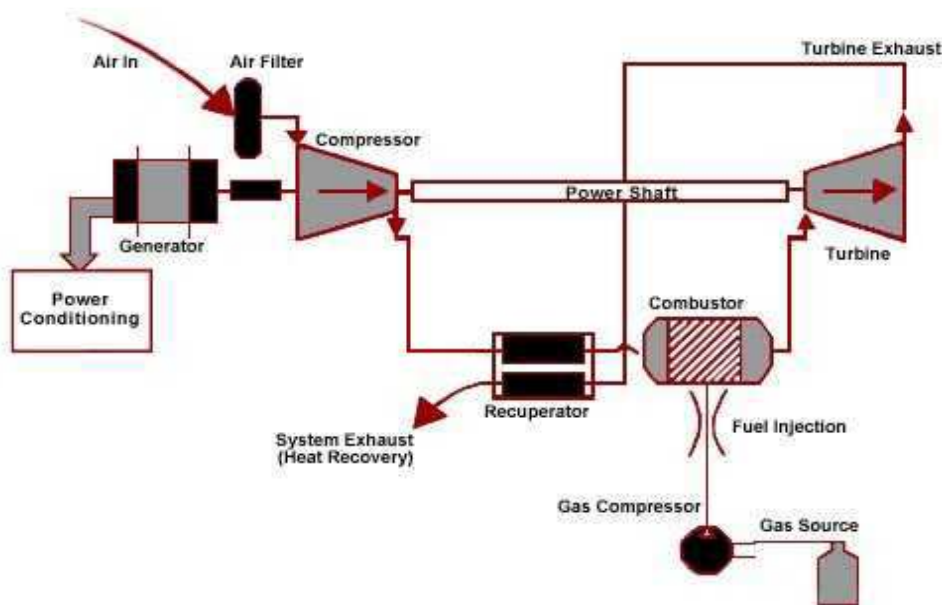
4.1.3 Mikroturbíny

Doposud převládá názor, že spalovací turbíny o výkonu menším než 1 MW jsou neekonomické, což bylo dokládáno ukazateli ekonomické analýzy. Postupně se však ukazuje, že v současnosti technologický vývoj tuto bariéru překonává a implementace zařízení na bázi mikroturbín se stávají ekonomicky zajímavými.

Výrobci již dokázali vyvinout konkurenceschopné mikroturbíny o výkonu dokonce jen 25 kW. Mikroturbíny tak mohou být navrhovány v celém rozsahu elektrického výkonu od 25 kW až po 250 kW a stávají se zajímavými i pro oblast mikrokogenerace a malé kogenerace.

Mikroturbíny reprezentují velmi kompaktní malé vysokootáčkové stroje obsahující kompresor, spalovací komoru, regenerační výměník, turbínu a generátor. Všechny jsou jednohřídelové a mají převod výkonu do sítě pomocí frekvenčního měniče. Mikroturbíny mají pouze jednu rotační část, užívají vzduchem chlazená ložiska a nepotřebují mazací olej. Jako palivo používají především zemní plyn, mohou však pracovat i s naftou, benzinem, nebo jinými vysoce výhřevnými čistými palivy. Probíhá i vývoj možného použití bioplynu. Pro účely kogenerace se mikroturbíny zapojují obdobným způsobem jako malé spalovací turbíny. Dodávku tepla je vhodné uskutečnit pomocí teplé nebo horké vody. Mikroturbíny jsou menší než konvenční spalovací motory a nižší jsou rovněž jejich investiční náklady a náklady na údržbu. Mají také environmentální výhody, včetně nižších emisí NO_x v rozpětí 10 až 25 ppm i nižší (při O₂ 15% ekvivalentu).

Mikroturbíny mohou být použity jako decentralizované zdroje elektřiny pro výrobce i spotřebitele vč. průmyslu a obchodu a v budoucnu pravděpodobně i pro pokrývání potřeby elektřiny a tepla v bytové a komunální sféře. Své místo nacházejí také jako nouzové zdroje elektřiny. Mikroturbíny vyvíjí a vyrábí ve světě několik firem, z nichž nejznámější je americká firma Capstone.



Obr.13 Schéma mikroturbíny

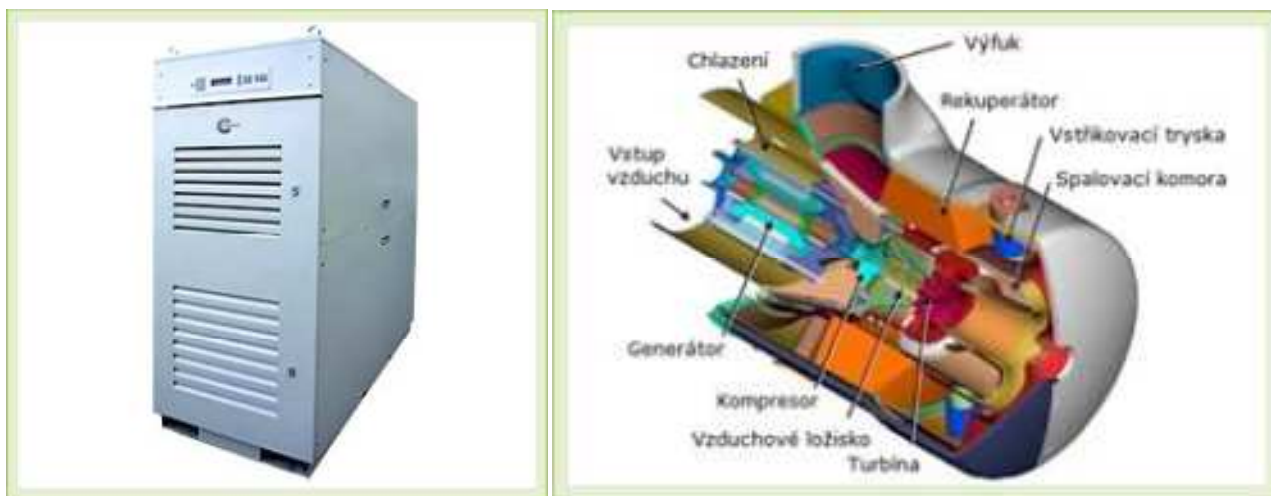
Technické parametry kogeneračních jednotek s mikroturbínami / 2 /

Výrobce		Capstone		Turbec	IR Powerworks	
Typ		C30	C60	T100	MT70	MT250
elektrický výkon	kW	30	60	100	70	250
elektrická účinnost	%	26	28	33	26	30
tepelný výkon	kW	40-60	90-110	155	90-110	250-320
průtok spalin	kg/s	0,31	0,49	0,8	0,73	2,0
výstupní teplota spalin	°C	275	305		232	249
hmotnost	kg	405*)	758*)	2770	2200	5307
rozměry	m	1,5x0,75x1,93	2,1x0,76x1,96	1,8x0,9x2,77	1,8x1,1x2,2	3,2x2,2x2,3

Kogenerační jednotky s mikroturbínami jsou koncipovány jako balená zařízení, kde v jedné nebo více skříních je umístěna jak vlastní turbína, tak všechna pomocná zařízení. Skříně mají protihlukové provedení a tepelnou izolaci. Uspořádání dovoluje jednoduchou montáž, kdy se provede připojení jednotky k elektrické rozvodně, přívodu zemního plynu, rozvodům teplé vody. Sání kompresoru se připojí k sacímu traktu a výstup z turbíny k výfukovému potrubí.

Mikroturbíny se vyznačují vysokou spolehlivostí dovolující dlouhý provoz bez nutnosti provozních odstávek; dostupnost vysokopotenciálního tepla, dovolujícího dodávku tepla ve všech požadovaných formách; rychlé najíždění a změna výkonu; možnost každodenního odstavování; při daném výkonu malá hmotnost a rozměry; malá spotřeba vody; nízké měrné investiční náklady; kompaktnost provedení a malé požadavky na zastavěnou plochu a obestavěný prostor; krátká doba výstavby zařízení; možnost automatizace provozu včetně bezobslužného provozu; malé požadavky na chladicí nebo přídavnou vodu.

Naopak nevýhodou těchto zařízení je požadavek na relativně kvalitní a čisté palivo (nejlépe zemní plyn nebo lehká kapalná paliva); při využití plynného paliva nutnost jeho vysokého tlaku nebo výstavba zvláštní plynové kompresorové stanice. Další nevýhodou je vysoká hluková hladina, horší účinnost při nízkých zatíženích a vyšších teplotách okolí; nižší účinnost ve srovnání se spalovacími motory; při malých jednotkových výkonech nižší účinnost a větší měrné investiční náklady.



Obr.14 Schematický řez mikroturbinou firmy Capstone C35

4.2 Mikrokogenerace s přímou přeměnou

Kogenerační zařízení využívající palivové články

Princip práce palivových článků

Palivové články jsou galvanické články, které mohou přeměňovat energii obsaženou v palivu přímo na energii elektrickou. Zdrojem energie je nejčastěji vodík, který spolu s kyslíkem (ze vzduchu) může exotermním procesem vyrábět elektrickou energii prostřednictvím elektrolytu za vzniku vody nebo vodní páry.

Na porézní anodě pokryté vrstvou katalyzátoru dochází ke štěpení vodíku na protony a elektrony.

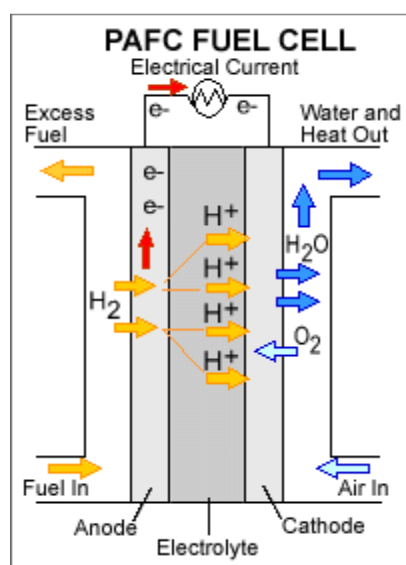
Protony procházejí elektrolytem ke katodě rovněž pokryté katalyzátorem a reagují tam s adsorbovanými kyslíkovými atomy na vodní páru, zatímco elektrony protékají elektricky vodivou anodou a uzavřeným okruhem jako elektrický proud.

Palivem palivových článků by mohl být nejlépe přímo vodík. V současné době je však možno počítat jen se zemním plynem, který je tvořen převážně metanem. Zemní plyn musí být před použitím v palivovém článku rozložen na vodík a oxidy uhlíku (CO₂ a CO). To se děje v procesní jednotce (v konvertoru), v níž metan reaguje s vodní parou (parní reforming). Vedle konvertoru a palivového článku je systém doplněn elektrickým invertorem pro přeměnu stejnosměrného proudu na střídavý.

Výzkum palivových článků probíhá již velmi dlouho, v poslední době velmi intenzivně i v oblasti stacionární teplárenské energetiky. Kogenerační jednotky s palivovými články již přešly do stádia komerčního využívání. Kyslíko-vodíkové palivové články je možno rozdělit podle pracovní teploty a podle druhu elektrolytu do pěti skupin. Z nich tři jsou vhodné pro použití v kogeneračních zařízeních.

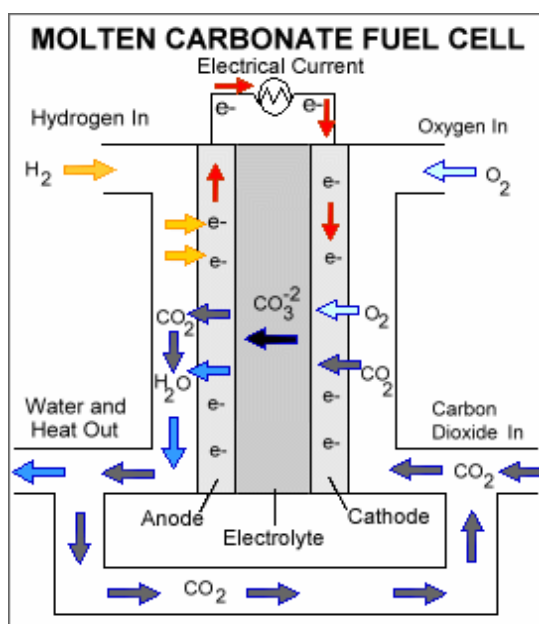
Nejrozvinutějším typem palivových článků, které jsou již komerčně využívány, jsou články s kyselinou

fosforečnou jako elektrolytem, zkráceně označované PAFC (Phosphoric Acid Fuel Cells). Tyto články nesou označení teplé články. Rozsah jejich pracovních teplot je 170 – 250 °C. Jejich technologie je v současnosti velmi dobře zvládnutá. Elektrolytem je koncentrovaná kyselina fosforečná v pórovité mřížce karbidu křemičitého (iontoměničná membrána). Ve většině článcích je jako palivo na anodovou část článku přiváděn methan (např. Fuel Cells Corp. v USA – 200 kW s použitím jako lokální zdroje energie pro skupiny domácností) a na katodovou část je přiváděno okysličovadlo. Methan CH₄ je nutno zpracovat na procesní plyn s cca 80% obsahem vodíku. Energetická účinnost základního článku je poměrně nízká (42 %), lze však zvýšit recyklací odpadové páry jakožto vedlejšího produktu reakce až na 80 %. Tato zařízení jsou vhodná pro budování blokových kogeneračních jednotek, kde se využívá i odpadní provozní teplo. Vyvinuté teplo lze rovněž využít pro ohřev užitkové vody nebo pro vytápění domácností. Cena takto vyrobené energie je však dosti vysoká. Chemické reakce uvnitř článku jsou prakticky totožné s reakcí uvnitř PEMFC. Při provozu musíme doplňovat elektrolyt, který z mřížky uniká. Při nesprávně zvolené pracovní teplotě dochází k rozkladu elektrolytu nebo k pohlcování vodní páry a to elektrolyt degraduje. Jednotka je schopna naběhnout do 3 hodin. Tyto články řadíme mezi nejspolehlivější.



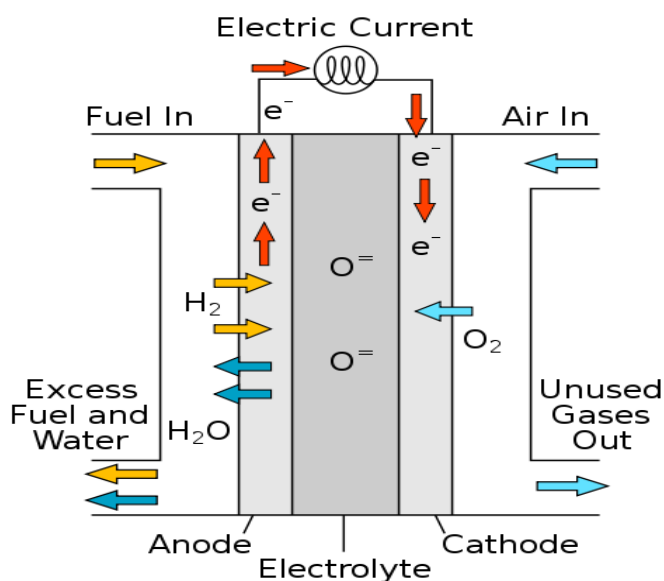
Obr.15 Schéma palivového článku PAFC

Palivové články s taveninou, tvořené tavenými uhličitany, značené MCFC (Molten Carbonate Fuel Cells) pracují při teplotách kolem 600 °C. V důsledku intenzivních vývojových prací je komerční využití těchto článků očekáváno v nejbližší budoucnosti. Vzhledem k vysokým nákladům na pomocná zařízení je však s nimi možno počítat pouze pro větší výkony. Účinnost těchto zařízení může dosahovat až 60%. Kogenerační jednotka může dosahovat účinnosti více než 85%.



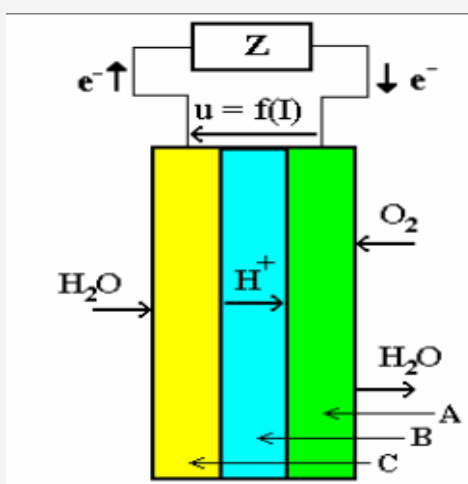
Obr. 16 Schéma palivového článku MCFC

Při nejvyšších teplotách pracují články s pevným elektrolitem označované SOFC (Solid Oxide Fuel Cells). Elektrolit je tvořen keramickým materiálem jehož základní složkou je ZrO_2 . Pracovní teploty jsou 900-1000 °C. Tyto články mohou využívat nejen vodík ale i plyn vzniklý zplyněním uhlí a toto zařízení je proto velmi zajímavé i pro ČR jako pro zemi s vlastními zásobami uhlí. V důsledku vysokých teplot mohou být jako palivo přímo použity i procesně nezpracované uhlovodíky (např. metan). Katalyzátory v kanálech distribuujících plyn rozloží plyn na vodík a CO_2 při použití tepla získaného reakcí v palivovém článku. Úsilí firem je zaměřeno na dosažení většího výkonu, lepší stability procesu a samozřejmě na snížení investičních nákladů.



Obr. 17 Schéma palivového článku SOFC

Kogenerační jednotky na bázi palivových článků jsou o velikosti od 0,5 kWe do 10 kWe. Používají se nejvíce články PEM, nebo SOFC technologie. Celkové účinnosti těchto kogeneračních soustav se dosahuje od 80 do 95%. Obytné kogenerační jednotky byly rozšířeny značně v Japonsku s více než 10.000 jednotkami do konce roku 2010. Jižní Korea rovněž podporuje tyto systémy pro domácí použití. V obou zemích je implementace podporována státními dotacemi. Poměrně velké zastoupení nacházejí palivové články v UPS systémech, které zajišťují funkci záložních zdrojů elektřiny.



Obr.18 Princip palivového článku s polymerní membránovou elektrodou PEMFC
A – katoda, B – iontoměničná membrána, C – anoda, Z – vnější elektrická zátěž

Následující tabulka shrnuje nejzákladnější parametry výše uvedených palivových článků (teplota ve °C, pohyblivý iont, typ elektrolytu, horní hranici používaných výkonů, elektrickou účinnost, typ používaného

paliva, nejčastější aplikace a velikost svorkového napětí naprázdno elementárního článku).

Druh	Nízkoteplotní			Středněteplotní	Vysokoteplotní	
	AFC	PEMFC	DMFC		PAFC	MCFC
Název	AFC	PEMFC	DMFC	PAFC	MCFC	SOFC
Teplota [°C]	60-100	20-80	60-130	170-250	600-650	600-1050
Elektrolyt	KOH	Iontoměničná membrána	Iontoměničná membrána	HPO ₃	Tavené karbonáty Li, H, K	ZrO ₂ s dotací Ytria
Pohyblivý iont	OH ⁻	H ⁺	H ⁺	H ⁺	CO ₃ ²⁻	O ²⁻
Účinnost elektr. [%]	45-60	40-60	40	38-45	45-60	50-65
Výkon [kW]	Do 20	Do 250	Do 10	50 – stovky kW	Jednotky MW	Jednotky MW
Palivo	H	H, reformovaná paliva	Methanol, ethanol	H, reformovaná paliva	Vodík, nepřímá paliva	Všechny druhy, bez reformování
Napětí elementár. článku	1,1 – 1,2 V	1,1 V	1,1 V	1,1 V	0,7 – 1,0 V	0,8 – 1,0 V
Aplikace	Kosm. lodě, lodě, ponorky	Univerzální	Přenosné články	Výroba energie	Výroba energie	Výroba energie

Použití palivového článku s pevným elektrolytem (SOFC) již využívají v praxi firmy Sulzer Hexis AG, Vaillant, Panasonic, Ebbara Ballard. Nejvhodnějším palivem je vodík, který se však obtížně získává, transportuje a skladuje. Dnes se jako palivo pro stacionární palivové články využívá především zemního plynu, který lze použít u některých typů palivových článků přímo, u jiných s tzv. reformerem.



Mikrokogenerační jednotky Panasonic a Ebbara Ballard využívající palivové články

4.3 Podklady pro návrh mikrokogeneračních jednotek

Teoreticky všude tam, kde se spotřebovává tepelná energie, je potenciál pro instalaci kogeneračních zařízení. Nejinak to mu je i pro potenciální uplatnění mikrokogenerace.

Návrh takového zařízení probíhá minimálně ve dvou krocích, jejichž rozsah se liší především v závislosti na velikosti navrhovaného kogeneračního zdroje. Značný vliv pro rozhodování má také skutečnost, zda je kogenerační zařízení budováno jako nový energetický zdroj nebo zda kogenerační jednotka rozšiřuje či substituuje zdroj stávající.

Těmito postupovými kroky v rámci rozhodovacího procesu jsou:

- a) předběžné posouzení vhodnosti a možnosti použití kogenerace;
- b) podrobný rozbor požadavků na dodávku tepla a elektřiny ve spotřebitelské soustavě a z toho vyplývající návrh typu, velikosti a počtu kogeneračních jednotek.

Obsahem prvního kroku je posouzení zejména těchto aspektů:

- posouzení přiměřenosti požadavků na teplo a elektřinu v předemné lokalitě jak z hlediska výkonů, tak i doby ročního využití;
- posouzení dostupnosti vhodného paliva a možností připojení k veřejné elektrické síti;
- posouzení prostorových dispozic pro výstavbu zařízení ;
- posouzení nebrání-li výstavbě energetického zdroje legislativní požadavky (hluk, emise, veřejný zájem);
- odhad finančních nároků spojených s instalací energetického zdroje
- posouzení dopadů instalace kogeneračního zdroje na stávající energetické systémy.

Pro zpracování druhého kroku je nutné získat v co nejpodrobnější podobě řadu podkladů mezi něž patří:

- situační plán spotřebitelské lokality resp. generel objektů investora;
- kompletní údaje o stávajícím tepelném zdroji vč. stavební dokumentace;
- roční spotřebu tepelné a elektrické energie a její rozpis po měsících, nejlépe za několik předchozích roků a předpokládaný vývoj spotřeb v budoucnosti;
- denní diagramy průběhu potřeby tepla v typických dnech roku (topná sezóna, přechodné období, letní období);
- denní diagramy průběhu potřeby elektřiny v typických dnech (pracovní, soboty, neděle a svátky).

Získání uvedených podkladů bude různě obtížné, neboť nejsou vždy předemné parametry monitorovány. Největší problémy se lze očekávat u obytných objektů, kde se v převážné většině provádí odečty spotřeb energie jednou za měsíc resp. jednou za pololetí či rok. V těchto případech bude nutné některé údaje odborně odhadovat. U průmyslových objektů je již používána moderní řídicí a monitorovací technika s centrální evidencí, takže všechny potřebné podklady jsou velmi dobře přístupné a to i v elektronické podobě. Na základě shromážděných podkladů se provede návrh technického řešení včetně dimenzování kogeneračního zdroje. Úloha určení velikosti kogeneračních jednotek je však variabilní v závislosti na typu kogeneračního zařízení a druhu potřeby tepla a elektřiny.

Při posuzování projektu využití kogeneračního zdroje v dané lokalitě je třeba si uvědomit rozdíl významu pro diagram *potřeby* (tepla, elektřiny), který představuje okamžitý výkon (kWe, kWt), kdežto diagram *spotřeby* (tepla, elektřiny) je vyrobené resp. dodané množství příslušné energie (GJ, kWh atd.)

Při rozhodování o velikosti kogeneračních jednotek pracujeme ponejvíce s těmito diagramy:

- denní diagramy potřeby tepla;
- roční diagram trvání potřeby tepla.

Přičemž rozhodující pro návrh a dimenzování kogeneračního zařízení je třeba považovat diagramy potřeby tepla, neboť kogenerační jednotky mohou pracovat bez dodávky tepla jen zcela výjimečně a musely by mít pro tento účel instalováno speciální přídavné zařízení (např. venkovní chladiče). Kromě toho činnost kogeneračních jednotek jen pro výrobu elektřiny, bez využití odpadního tepla, je nežádoucí, neboť při této výrobě nemohou konkurovat velkým elektrárenským zdrojům vzhledem k nižší energetické účinnosti výroby elektřiny.

Elektrická energie vyrobená v kogenerační jednotce se může využít pro:

1. dodávku celé výroby do veřejné rozvodné sítě;
2. pokrytí vlastní spotřeby elektřiny provozovatele;
3. krytí vlastní spotřeby a prodej přebytků do rozvodné sítě.

První případ je obvyklý v těch případech, kdy potřeba elektřiny je velmi malá oproti potřebě tepla (např. u rodinných domků a pod.). Harmonogram výroby elektřiny je nutno projednat s rozvodnými závody. Je-li možné provoz kogenerační jednotky řídit tak, aby byla dodávka energie uskutečněna vždy v oblasti pásma špičkového tarifu a dále přednostně v pásmu vysokého tarifu, lze nepochybně dosáhnout vyšší smluvní výkupní ceny elektřiny a lepších hospodářských výsledků. Za tímto účelem se často do kogeneračních zdrojů instalují vhodné tepelné akumulátory.

Ve druhém případě je pro určení jmenovitého výkonu kogeneračních jednotek, pro stanovení způsobu jejich provozu a pro výpočty ročních ekonomických bilancí potřebné znát typické denní průběhy vlastní spotřeby elektřiny. Tento stav je charakteristický pro průmyslové závody.

Třetí případ nastává zejména při instalaci mikrokogenerací v objektech terciární sféry a průmyslových objektech.

4.4 Potenciální oblasti využití mikrokogenerace

4.4.1 Rodinné domy a menší komplexy obytných budov

Tyto objekty potřebují teplo pro vytápění a přípravu teplé užitkové vody. Roční doba využití maximální potřeby tepla (vytápění) je poměrně malá. Potřeba tepla pro přípravu teplé vody je však celoroční, stejně tak jako potřeba elektřiny. Hodnoty potřeb pro teplou vodu a elektřinu je vůči potřebě tepla poměrně malá.

Kogenerační jednotku je proto vhodné instalovat s poměrně nízkým jmenovitým elektrickým výkonem a tepelným výkonem potřebným pro ohřev teplé vody. Rovněž je třeba mít zajištěn prodej vyrobené elektřiny za příznivou cenu. Jako kogenerační zařízení se mohou uplatnit především malé spalovací motory a v

budoucnu i nové druhy kogeneračních zařízení jako jsou Stirlingova motory, mikroturbíny a palivové články. Aplikací kogeneračních zařízení u takovýchto spotřebitelů je doposud málo. Jejich počet však v budoucnu nepochybně značně poroste.

4.4.2 Hotely a penziony

Hotely a penziony mají většinou dostatečně velkou potřebu tepla pro vytápění a klimatizaci a rovněž celoročně trvající potřebu teplé užitkové vody. Mají také již dostatečně velkou vlastní spotřebu elektřiny, která je poměrně rovnoměrně rozložená během dne. Často mají potřebu tepla a elektřiny pro různé služby, jako je sauna, bazén, prádelna, žehlárna a pod. Tato potřeba dovoluje účelné nasazení větších mikrokogeneračních jednotek s elektrickým výkonem od 15 kW až 50kW. Pro tento účel jsou nejvhodnější kogenerační jednotky se spalovacími motory.

4.4.3 Nemocnice

Poptávka po elektrické energii i po teple je v nemocnicích poměrně vysoká a rovnoměrná během dne, týdne i roku. To dává předpoklad dlouhé roční doby využití jmenovitého výkonu zařízení. Všechna vyrobená elektrická energie se zpravidla dá využít pro pokrytí vlastní spotřeby. Tepelná a elektrická energie je potřebná i v letním období nejen pro výrobu relativně velkého množství TUV, ale také pro klimatizaci a chlazení. S výhodou je možné využít trigenerační technologii. Jednotky s plynovými spalovacími motory se synchronními generátory vybavenými zařízeními pro ostrovní provoz mohou navíc sloužit i jako nouzové zdroje elektřiny.

4.4.4 Internáty a vysokoškolské koleje

Tyto objekty mají poměrně vysokou potřebu tepla i elektřiny během všech dnů týdne a jsou proto vhodné pro instalaci mikrokogeneračních jednotek se spalovacími motory. Nevýhodou je výrazné omezení provozu v období školních prázdnin.

4.4.5 Administrativní budovy a školy

Faktorem limitujícím jmenovitý výkon možných kogeneračních jednotek bývá u těchto objektů potřeba elektrické energie. Nevýhodou je skutečnost, že potřeba tepla je velká v období otopné sezóny, avšak velmi malá v letním období neboť celoročně trvající potřeba tepla pro ohřev TV je malá. Většina těchto budov také není v provozu během víkendových dnů a svátků, školy pak mají velmi omezený provoz během prázdninového období. To jsou všechno okolnosti, které snižují roční dobu využití mikrokogeneračních jednotek. Při rozhodování o jejich použití lze doporučit pečlivou ekonomickou analýzu. Podmínky uplatnění mikrokogenerace u administrativních budov se mohou výrazně zlepšit, jestliže je během letního období potřebná chladicí kapacita pro klimatizaci. V těchto případech se opět nabízí využití trigenerace v podobě spalovacích motorů ve spojení s absorpčním chlazením.

4.4.6 Obchody a obchodní centra

Tyto objekty mají značnou potřebu tepla pro vytápění a klimatizaci. Během 10ti až 12ti hodin denně je rovněž velká potřeba elektřiny pro osvětlení a technologická zařízení . Pro nasazení mikrokogeneračních jednotek jsou velmi vhodné.

4.4.7 Plavecké bazény a sportovní střediska

Potřeba elektrické energie i tepla je vysoká během celého dne po převážnou dobu celého roku.

Teplo je potřebné i pro ohřev vody v bazénu, pro sprchy, ventilaci, vytápění i pro některé další služby.

Elektrická energie se využívá pro osvětlení, pohon čerpadel, saunu a pod. Tato zařízení jsou rovněž velmi vhodné pro uplatnění mikrokogenerace.

4.5 Průmyslové podniky

Podmínky pro instalaci kogeneračních jednotek jsou v průmyslové sféře velmi různorodé. Pro mikrokogeneraci jsou vhodné podmínky zejména v menších závodech s vícesměnným provozem a s potřebou tepla pro technologii. Dimenzování výkonu kogeneračních jednotek by mělo být takové, aby elektrická energie byla v závodě z co největší části spotřebovaná. Přitom musí být zcela využit jejich tepelný výkon. Mikrokogenerační agregáty lze bez větších problémů zařadit paralelně k plynovým kotlům nebo sériově jako stupeň předehřevu otopné vody. Pro určení velikosti agregátů je nutno uvážit celoročně trvající potřebu TV a také způsob provozu otopného zařízení. Jestliže teplovodní systém se v otopné sezóně provozuje nepřetržitě, lze volit větší jednotkové výkony agregátů. V závodech s parním systémem dodávky tepla mohou být kogenerační jednotky použity pro předehřev napájecí vody parních kotlů, po případě pro výrobu páry, jestliže je možno najít i současnou potřebu tepla ve formě teplé vody.

5 SOUČASNÝ STAV NA TRHU S MIKROKOGENERAČNÍMI JEDNOTKAMI

Stručný přehled mikrokogeneračních jednotek dostupných na trhu, ne všechny značky a všechny modely jsou dostupné na českém trhu. Zájem o jednotky zatím není tak velký, aby se výrobcům vyplatilo dovážet všechny modely a školit své zaměstnance pro jejich pozdější servis.

Výrobce	Jednotka	Výkon tep	Výkon el
		[kW _{tep}]	[kW _{el}]
Wäta	EPS 4	22	3
Honda	ECOWILL	3,2	1
Gensys blue	Plug Power	9	4,6
Tedom	Micro T7 AP	18	7
Tedom	T30 AP	62	30
Tedom	T30 SPE	62	30
Viesmann	Vitobloc 200 EM 18/36	36	18
Viesmann	Vitobloc 200 EM 50/81	81	50
Buderus	Loganova E08 EN20	34	19
Buderus	Loganova E0834 EN50	80	50

6 NÁROKY A ÚČINKY MIKROKOGENERACE A JEJÍ SYSTÉMOVÉ VLIVY

Mikrokogenerační jednotka je svou velikostí a hmotností srovnatelná s běžným plynovým kotlem. Co se týká umístění, nemá žádné speciální požadavky na umístění a většinou je možno ji instalovat přímo na místo stávajícího kotle.

Interval údržby je podle typu výrobce od cca 4500-6000 provozních hodin. To znamená, že při normálním provozu je pro domácí mikrokogenerace servisní interval doporučen jednou ročně. Spadá do něj výměna oleje, svíček a kontrola elektroinstalace. Náklady na roční údržbu se pohybují na úrovni 10% úspor energie.

Hlučnost mikrokogeneračních jednotek používajících spalovací motory je menší než cca 55dB ve vzdálenosti 1m. Již ve vzdálenosti 2m klesá pod 45dB. Je tedy méně hlučná než klasická myčka na nádobí. Hlučnost je srovnatelná např. s ledničkou. Mikrokogenerační jednotky jsou tedy navrženy pro vnitřní použití, nikoli venkovní umístění.

Mikrokogenerace využívající Stirlingův motor či palivové články jsou vhodné i pro umístění ve venkovním prostoru vzhledem k velmi nízké hlučnosti.

Za situace kdy vyprodukovanou elektřinu na rozdíl od tepla nelze spotřebovat ve vlastním systému, předává se vyrobená elektrická energie do rozvodné elektrické sítě distributora. Podle smlouvy s distributorem za tuto dodanou energii provozovatel mikrokogenerace dostane zapláceno dle aktuálního cenového rozhodnutí ERÚ, jako podporu za využívání kombinované výroby elektřiny a tepla. Nicméně, s přebytečným teplem je to trochu složitější. Pokud je minimální spotřeba tepla (letní měsíce), přístroj se přepne do režimu "Letní Výroba". Tím se změní poměr vyrobeného tepla a elektřiny a zařízení se využívá pouze pro ohřev teplé vody. Pokud investor vlastní například bazén může toto teplo využít na jeho vyhřívání. Provoz ale není optimální.

V současné době je většina mikrokogeneračních jednotek určena pro práci s napojením k distribuční síti. Několik předních výrobců připravují do prodeje zařízení nazývané ecoisland a to bude zcela nezávislé na síti, velmi podobně pracují i ostrovní fotovoltaické systémy se speciálními typy střídačů. Potom lze jednotku používat i jako záložní zdroj napájení.

Z hlediska systémových vlivů lze mikrokogeneraci považovat přínosnou z hlediska úspor primárních paliv a dále pak zvýšení bezpečnosti dodávek energie. Implementace mikrokogeneračních jednotek v bytové sféře a terciární sféře bude mít rovněž pozitivní vliv na snižování produkce skleníkových plynů i absolutní produkce emisí vypouštěných do ovzduší.

7 PŘÍPADOVÉ STUDIE IMPLEMENTACE MIKROKOGENERAČNÍCH JEDNOTEK

7.1 Využití mikrokogenerace v rodinném domě

Přínos malých kogeneračních jednotek spočívá v tom, že teplo a notná část elektrické energie mohou být spotřebovány přímo v místě jejich výroby. Odpadají tedy i ztráty vznikající při transportu energie na delší vzdálenost. Vzájemné provázání výroby tepla a elektřiny ovšem přináší i jisté omezení - potřebu zajistit pokud možno trvalý odběr tepla. Kdyby provozovatel konvenční kogenerační jednotky nebyl schopen po většinu roku smysluplně využívat teplo vznikající jejím provozem, výroba elektřiny by po zapojení tepelného výměníku sice byla možná ale nešetrná.

S využitím elektřiny vyrobené kogenerační jednotkou na rozdíl od tepla obtíže nenastávají. Její nespotebované přebytky lze na základě smlouvy uzavřené s příslušným distributorem elektřiny (ČEZ, EON, PRE) odprodávat do elektrické sítě. Při splnění podmínek stanovených platnými předpisy má provozovatel kogenerační jednotky právo na příspěvek k ceně elektřiny ve výši stanovené cenovým rozhodnutím Energetického regulačního úřadu, a to jak pro elektřinu dodanou do sítě, tak pro elektřinu, kterou sám spotřebovává. Aktuální výše příspěvku pro jednotky o výkonu do 1 MWe činí 470 – 1 800 Kč / MWh.

Nabídka kogeneračních jednotek s výkonem odpovídajícím reálným podmínkám běžného rodinného domu, tzn. s elektrickým výkonem cca 1 – 2 kWe a tepelným výkonem do 10 kW.

Investiční náklady v přepočtu na jednotku instalovaného výkonu v případě malých kogeneračních jednotek strmě rostou. Zatímco u velkých zařízení o výkonu kolem 500 kWe pořizovací cena strojů na evropském trhu vychází na cca 750 euro/ kWe jmenovitého elektrického výkonu, u 50 kWe jednotek je to již 1 200 euro/ kWe a u malých jednotek s výkonem 5 kWe už přes 3 000 euro/ kWe. Cena za instalovaný kilowatt může být u nejmenších jednotek ještě podstatně vyšší. Z toho pak vychází delší návratnost investice, která je činí méně atraktivními pro zákazníky – a tím i pro výrobce. Současný stav uplatnění mikrokogenerace lze charakterizovat slovy zástupce firmy vyrábějící a dodávající mikrokogenerační jednotky na trh v ČR:

„Většímu využití mikrokogeneračních jednotek k vytápění rodinných domů brání poměrně nízká výkupní cena elektrické energie pro nejmenší stroje a v případě běžného rodinného domu také velké rozdíly ve spotřebě tepla v průběhu letních a zimních měsíců. Použití kogenerační jednotky ale může být výhodné například pro luxusní rodinné domy, které mají velký odběr energie i v létě. Pokud bude takový dům vybaven například bazénem, saunou, klimatizací a dalšími spotřebiči energie, je možné dosáhnout vcelku zajímavé osmileté návratnosti“.

Potenciální zájemce o malou kogenerační jednotku využitelnou pro vytápění běžného rodinného domu byl až dosud nucen volit jiná technická řešení. Prakticky všechna v Česku nabízená zařízení totiž byla pro tento způsob použití příliš výkonná a nákladná. Nejmenší kogenerační jednotkou na českém trhu je nová jednotka řady Micro o elektrickém výkonu 7 kW, jejíž prodej firma TEDOM plánuje zahájit v průběhu letošního března. Jako zdroj tepla a elektrické energie má nalézt uplatnění zejména v malých provozovnách a penzionech.

7.2 Využití mikrokogenerace v bytovém domě

Tyto objekty potřebují teplo pro vytápění a přípravu teplé užitkové vody. Roční doba využití maximální potřeby tepla (vytápění) je poměrně malá. Potřeba elektřiny je vůči potřebě tepla velmi malá. Kogenerační jednotku je proto možno instalovat jen tehdy, je-li legislativně dlouhodobě zajištěn prodej vyrobené elektřiny za příznivou cenu. Jako kogenerační zařízení se mohou uplatnit především malé spalovací motory a v budoucnu i nové druhy kogeneračních zařízení jako jsou Stirlingovy motory, mikroturbíny a palivové články. Aplikací kogeneračních zařízení u takovýchto spotřebitelů je doposud málo. Jejich počet však v budoucnu nepochybně značně poroste.

7.2.1 Případová studie využití mikrokogenerační jednotky

Jako příklady využití kogenerační jednotky jsou použity typické situace instalací jednotek. V případové studii č. 1 je ukázána aplikace v bytovém domě odpojeného od soustavy CZT. Objektová předací stanice coby původní zdroj tepla bytového domu a její následná substituce mikrokogenerační jednotkou doplněnou plynovým kotlem a dalšími potřebnými zařízeními kotelny. Případová studie č.2 prezentuje stav kdy stávající plynová kotelna je doplněna mikrokogenerační jednotkou opět v bytovém domě. Případová studie č.3 pak prezentuje uplatnění mikrokogenerace v rodinném domě, který rovněž disponuje stávajícím plynovým kotlem.

7.2.1.1 Případová studie č.1 – Substituce dodávkového tepla z CZT objektovým kogeneračním zdrojem bytového domu

Objekt, který je použitý jako příklad se nachází ve Středočeském kraji. Jedná se o panelový bytový dům s 48 bytovými jednotkami. Objekt je napojen na městskou soustavu CZT a distribuční soustavu el.energie. Vlastníci se rozhodují možnosti instalace vlastního mikrokogeneračního zdroje na bázi plynového spalovacího motoru a instalace plynového teplovodního kotle. Dále bude realizována plynová přípojka, komín a stavební úpravy suterénu pro potřeby nového energetického zdroje. Po realizaci objektového zdroje bude objekt odpojen od soustavy CZT a předací stanice bude demontována a přívod teplovodu bude opatřen uzavíracími armaturami. Příklad uvažuje s dvojitým využitím mikrokogenerace a to s 8 hodinovým a 12 hodinovým provozem. Roční spotřeba objektu je 1980 GJr⁻¹ tepla a 100,2 MWhr⁻¹. Pro tuto energetickou

náročnost byla zvolena kogenerační jednotka o výkonu 30MW_{el} a 62MW_{tep} . Pro případ 8 hodinového provozu se veškerá vyrobená elektrická energie spotřebuje. V případě 12 hodinového provozu se 2MWhr^{-1} prodají do sítě.

Parametry energetických zařízení, účinky a nároky projektu jsou uvedeny v následující tabulce.

Příklad výpočtu ekonomické návratnosti kogenerační jednotky - Substitute dodávkového tepla z CZT objektovým kogeneračním zdrojem bytového domu

Parametr	Měrná jednotka	Stávající stav	Bytový dům s KJ 30/62 8 hod	Bytový dům s KJ 30/62 12 hod
Cena nakupované el. energie (s DPH)	Kč.MWh ⁻¹	5 210,0	5 210,0	5 210,0
Cena nakupovaného paliva - teplo (s DPH)	Kč.GJ ⁻¹	542,0	0,0	0,0
Cena nakupovaného paliva - ZP (s DPH)	Kč.GJ ⁻¹	0,0	400,0	390,0
Příspěvek na výrobu el. en. z KJ (8 hod, do 1,0 MW)	Kč.MWh ⁻¹	1 820,0	1 820,0	1 820,0
Příspěvek na výrobu el. en. z KJ (12 hod, do 1,0 MW)	Kč.MWh ⁻¹	1 340,0	1 340,0	1 340,0
Cena vykupované el. en. (s DPH)	Kč.MWh ⁻¹	800,0	800,0	800,0

Výchozí energetická bilance				
Potřeba tepla na vytápění	GJ.r ⁻¹	1 300,0	1 300,0	1 300,0
Potřeba tepla pro VZT	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Potřeba tepla na přípravu TV	GJ.r ⁻¹	680,0	680,0	680,0
Potřeba tepla na ztráty	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Potřeba tepla pro technologii	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Potřeba tepla celkem	GJ.r⁻¹	1 980,0	1 980,0	1 980,0

Potřeba el. energie celkem	MWh.r⁻¹	100,2	100,2	100,2
Délka topného období (TO)	dny	234	234	234
Délka mimotopného období	dny	131	131	131
Min. denní potřeba tepla mimo TO	GJ.den ⁻¹	1,5	1,5	1,5
Prům. tepelný výkon mimo TO	MW	0,017	0,017	0,017
Podíl dodávky tepla za 8, resp. 12 hod mimo TO	%		50,0	60,0
Dodávka tepla KJ	GJ.den ⁻¹	0,0	0,8	0,9
Prům. tepelný výkon v době provozu KJ (bez aku.)	MW		0,026	0,021

Prům. tepelný výkon v době provozu KJ (s aku.)	MW		0,052	0,035
--	----	--	-------	-------

Parametry KJ				
Elektrický výkon	MW _e	0	0,030	0,030
Tepelný výkon	MW _t	0	0,062	0,062
Elektrická účinnost	%	0	34,0	34,0
Tepelná účinnost	%	0	59,0	59,0
Celková energetická účinnost	%	0	93,0	93,0
Délka provozu KJ	hod	0	8	12
Měrné náklady na údržbu KJ	Kč.MWh	0	300	300

Parametry kotlů				
Tepelná účinnost	%	100,0	91,0	91,0
Měrná potřeba el. energie na výrobu tepla	MWh.GJ ⁻¹	0,0004	0,0004	0,0004
Využití tepelného výkonu KJ v TO	%	0,0	90,0	90,0
Využití tepelného výkonu KJ mimo TO	%	0,0	84,0	56,0
Denní vyrobené teplo KJ	GJ.den ⁻¹	0,00	1,50	1,50
Denní akumulace tepla	GJ.den ⁻¹	0,00	0,75	0,60
Objem akumulátoru (dt = 25 °C)	m ³	0,0	7,2	5,7

Energetická bilance				
Výroba el. energie v KJ	MWh.r ⁻¹	0,0	77,0	102,2
Výroba el. energie v KJ	GJ.r ⁻¹	0,0	277,0	368,0
Výroba tepla v KJ	GJ.r ⁻¹	0,0	572,5	760,6
Výroba tepla v kotlích	GJ.r ⁻¹	0,0	1 407,5	1 219,4
Nakupované teplo	GJ.r ⁻¹	1 980,0	0,0	0,0
Celková potřeba paliva pro KJ	GJ _p .r ⁻¹	0,0	913,5	1 213,5
Potřeba paliva pro kotle	GJ _p .r ⁻¹	0,0	1 546,7	1 340,0
Celková potřeba paliva (ZP)	GJ_p.r⁻¹	0,0	2 460,2	2 553,6
Celková potřeba paliva (ZP)	MWh.r⁻¹	0,0	759,3	788,1
Celková potřeba paliva (ZP - výhřevnost 34,2)	tis.m³.r⁻¹	0,0	71,9	74,7
Celková potřeba paliva (teplo, ZP,..)	GJ_p.r⁻¹	1 980,0	2 460,2	2 553,6

Úspora (+), nárůst (-) potřeby paliva	GJ_{p,r}.r⁻¹	-	-480,2	-573,6
--	--	----------	---------------	---------------

Spotřeba el. energie na výrobu tepla	MWh.r ⁻¹	0,9	0,9	0,9
Potřeba nákupu el. energie	MWh.r ⁻¹	101,1	24,1	-1,2
Úspora (+), nárůst (-) potřeby nákupu el. energie	MWh.r⁻¹	-	77,0	102,2
Úspora (+), nárůst (-) potřeby nákupu el. energie	GJ.r⁻¹	-	277,0	368,0
Celková úspora (+), nárůst (-) potřeby energie	GJ.r⁻¹	-	-203,1	-205,6

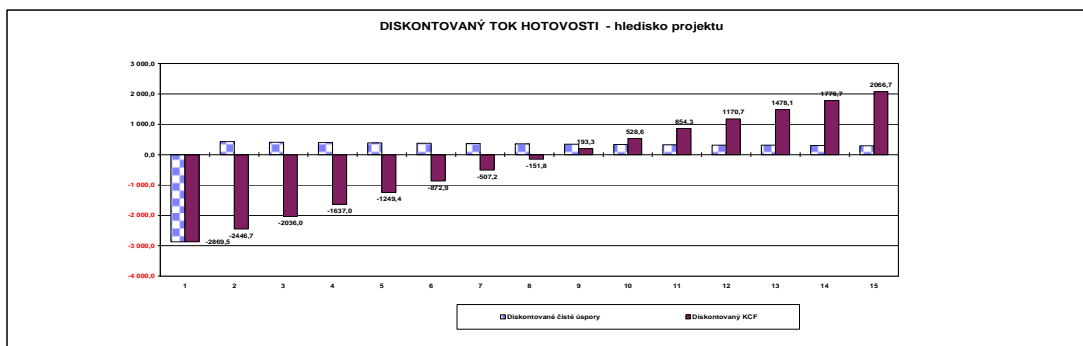
Nákladová bilance				
Náklady na nákup el. energie	tis.Kč.r ⁻¹	526,6	125,7	0,0
Tržby za vyrobenou el. energii	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	140,1	137,0
Tržby za prodanou el. energii	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	0,0	0,9
Výsledné náklady na el. energii	tis.Kč.r ⁻¹	526,6	-14,4	-137,9
Náklady na nákup paliva - ZP	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	984,1	995,9
Náklady na údržbu KJ	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	23,1	30,7
Náklady na obsluhu a údržbu	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	150,0	150,0
Náklady na nákup tepla	tis.Kč.r ⁻¹	1 073,2	0,0	0,0
Celkové náklady na energii	tis.Kč.r⁻¹	1 599,8	1 142,8	1 038,7
Úspora (+), nárůst (-) nákladů	tis.Kč.r⁻¹	-	457,0	561,1

Investice				
Kotle	tis.Kč	0,0	500,0	500,0
Vybavení kotelny	tis.Kč	0,0	500,0	500,0
KJ	tis.Kč	0,0	840,0	840,0
AKU nádrž	tis.Kč	0,0	130,0	91,0
Vyvedení el. výkonu	tis.Kč	0,0	100,0	100,0
Stavební úpravy	tis.Kč	0,0	1 200,0	1 200,0
Rezerva	tis.Kč	0,0	200,0	200,0
Celkem investice	tis.Kč	0,0	3 470,0	3 431,0

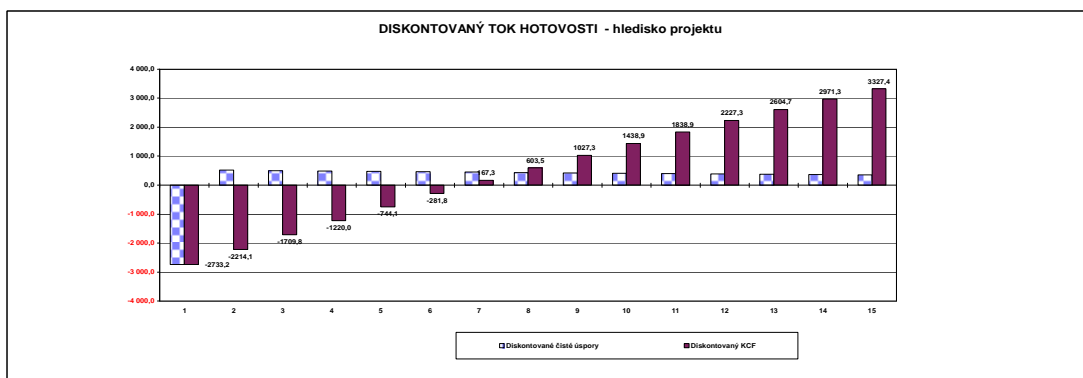
Ekonomická efektivnost

Prostá návratnost	roky	7,6	6,1
NPV	tis.Kč	2066,7	3327,4
IRR	%	14,3	19,9

Název projektu:		Substituce dodávkového tepla z CZT objektovým kogeneračním zdrojem bytového domu														
Případová studie č.1 - 8 hodin provozu MKJ		/ tis. Kč /														
Hledisko "projektu" bez daní		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Realizace opatření		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
(1) Investiční náklady celkem	3 479,0	3 470,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(2) Provozní náklady před realizací projektu		1 599,8	1 631,8	1 664,4	1 697,7	1 731,7	1 766,3	1 801,6	1 837,7	1 874,4	1 911,9	1 950,1	1 989,2	2 028,9	2 069,5	2 110,9
(3) Provozní náklady po realizaci projektu	1,00	1 142,8	1 165,7	1 189,0	1 212,7	1 237,0	1 261,7	1 287,0	1 312,7	1 339,0	1 365,8	1 393,1	1 420,9	1 449,3	1 478,3	1 507,9
(4) Dotace		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(5) Hrubé úspory (2)-(3)+(4)	1	457,0	466,1	475,5	485,0	494,7	504,6	514,7	524,9	535,4	546,2	557,1	568,2	579,6	591,2	603,0
(6) Čisté úspory (5)-(1)		-3 013,0	-466,1	-475,5	-485,0	-494,7	-504,6	-514,7	-524,9	-535,4	-546,2	-557,1	-568,2	-579,6	-591,2	-603,0
(7) Kumulovaný tok hotovosti		-3 013,0	-2 546,9	-2 071,4	-1 586,4	-1 091,8	-587,2	-72,5	452,4	987,9	1 534,0	2 091,1	2 659,3	3 238,9	3 830,1	4 433,1
(8) Diskontované čisté úspory	1,05	-2 869,5	-422,8	-410,7	-399,0	-387,6	-376,5	-365,8	-355,3	-345,2	-335,3	-325,7	-316,4	-307,4	-298,6	-290,1
(9) Diskontovaný kumulovaný tok hotovosti		-2 869,5	-2 446,7	-2 036,0	-1 637,0	-1 249,4	-872,9	-507,2	-151,8	193,3	528,6	854,3	1 170,7	1 478,1	1 776,7	2 066,7
Index růstu cen	1,02															
Diskontní sazba	5,00%															
Čistá současná hodnota (NPV)		2 066,7	tis. Kč													
Vnitřní výnosové procento (IRR)		14,3	%													
Doba návratnosti investice		6,0	let													
Ukazatel ziskovosti (PI)		59,6	%													



Název projektu:		Substituce dodávkového tepla z CZT objektovým kogeneračním zdrojem bytového domu														
Případová studie č.1 - 12 hodin provozu MKJ		/ tis. Kč /														
Hledisko "projektu" bez daní		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Realizace opatření		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
(1) Investiční náklady celkem	3 431,0	3 431,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(2) Provozní náklady před realizací projektu		1 599,8	1 631,8	1 664,4	1 697,7	1 731,7	1 766,3	1 801,6	1 837,7	1 874,4	1 911,9	1 950,1	1 989,2	2 028,9	2 069,5	2 110,9
(3) Provozní náklady po realizaci projektu	1,00	1 038,7	1 059,5	1 080,7	1 102,3	1 124,3	1 146,8	1 169,7	1 193,1	1 217,0	1 241,3	1 266,2	1 291,5	1 317,3	1 343,7	1 370,5
(4) Dotace		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(5) Hrubé úspory (2)-(3)+(4)	1	561,1	572,3	583,8	595,4	607,4	619,5	631,9	644,5	657,4	670,6	684,0	697,7	711,6	725,8	740,4
(6) Čisté úspory (5)-(1)		-2 869,9	-572,3	-583,8	-595,4	-607,4	-619,5	-631,9	-644,5	-657,4	-670,6	-684,0	-697,7	-711,6	-725,8	-740,4
(7) Kumulovaný tok hotovosti		-2 869,9	-2 297,6	-1 713,8	-1 118,4	-511,0	108,5	740,4	1 384,9	2 042,3	2 712,9	3 396,9	4 094,5	4 806,1	5 532,0	6 272,3
(8) Diskontované čisté úspory	1,05	-2 733,2	-519,1	-504,3	-489,9	-475,9	-462,3	-449,1	-436,2	-423,8	-411,7	-399,9	-388,5	-377,4	-366,6	-356,1
(9) Diskontovaný kumulovaný tok hotovosti		-2 733,2	-2 214,1	-1 709,8	-1 220,0	-744,1	-281,8	167,3	603,5	1 027,3	1 438,9	1 838,9	2 227,3	2 604,7	2 971,3	3 327,4
Index růstu cen	1,02															
Diskontní sazba	5,00%															
Čistá současná hodnota (NPV)		3 327,4	tis. Kč													
Vnitřní výnosové procento (IRR)		19,9	%													
Doba návratnosti investice		6,0	let													
Ukazatel ziskovosti (PI)		97,0	%													



7.2.1.2 Případová studie č.2 - Bytový dům s vlastním plynovým zdrojem doplněným mikrokogenerací

Tento příklad uvažuje opět bytový dům v lokalitě Středočeského kraje, jedná se o panelový bytový dům se 42 bytovými jednotkami. Stávajícím tepelným zdrojem je plynový kotel v suterénu objektu. V rámci instalace mikrokogenerační jednotky se nebudou muset provádět žádné větší stavební práce. Oproti předchozímu modelu je uvažována instalace menší kogenerační jednotky. Uvažujeme 8h a 12h provoz jako dvě samostatné varianty. Roční spotřeba objektu je 1264 GJ_r⁻¹ tepla a 51,9 MWh_r⁻¹. Pro tuto energetickou náročnost byla zvolena kogenerační jednotka o výkonu 19MW_{el} a 34 MW_{tep}. Pro případ 8 hodinového provozu se veškerá vyrobená elektrická energie spotřebuje v objektu. V případě 12 hodinového provozu se 23 MWh_r⁻¹ prodá do sítě. Parametry energetických zařízení, účinky a nároky projektu jsou uvedeny v následující tabulce.

Příklad výpočtu ekonomické návratnosti kogenerační jednotky - Bytový dům s vlastním plynovým zdrojem doplněným mikrokogenerací

Parametr	Měrná jednotka	Stávající stav	Bytový dům s KJ 19/34 8 hod	Bytový dům s KJ 19/34 12 hod
Cena nakupované el. energie (s DPH)	Kč.MWh ⁻¹	5 210,0	5 210,0	5 210,0
Cena nakupovaného paliva - teplo (s DPH)	Kč.GJ ⁻¹	410,0	0,0	0,0
Cena nakupovaného paliva - ZP (s DPH)	Kč.GJ ⁻¹	0,0	400,0	390,0
Příspěvek na výrobu el. en. z KJ (8 hod, do 1,0 MW)	Kč.MWh ⁻¹	1 820,0	1 820,0	1 820,0
Příspěvek na výrobu el. en. z KJ (12 hod, do 1,0 MW)	Kč.MWh ⁻¹	1 340,0	1 340,0	1 340,0
Cena vykupované el. en. (s DPH)	Kč.MWh ⁻¹	800,0	800,0	800,0

Výchozí energetická bilance				
Potřeba tepla na vytápění	GJ.r ⁻¹	910,0	910,0	910,0
Potřeba tepla pro VZT	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Potřeba tepla na přípravu TV	GJ.r ⁻¹	250,0	250,0	250,0
Potřeba tepla na ztráty	GJ.r ⁻¹	104,0	104,0	104,0
Potřeba tepla pro technologii	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Potřeba tepla celkem	GJ.r⁻¹	1 264,0	1 264,0	1 264,0
Potřeba el. energie celkem	MWh.r⁻¹	51,9	51,9	51,9
Délka topného období (TO)	dny	234	234	234
Délka mimotopného období	dny	131	131	131
Min. denní potřeba tepla mimo TO	GJ.den ⁻¹	1,5	1,5	1,5
Prům. tepelný výkon mimo TO	MW	0,017	0,017	0,017
Podíl dodávky tepla za 8, resp. 12 hod mimo TO	%		50,0	60,0

Dodávka tepla KJ	GJ.den ⁻¹	0,0	0,8	0,9
Prům. tepelný výkon v době provozu KJ (bez aku.)	MW		0,026	0,021
Prům. tepelný výkon v době provozu KJ (s aku.)	MW		0,052	0,035

Parametry KJ				
Elektrický výkon	MW _e	0	0,019	0,019
Tepelný výkon	MW _t	0	0,034	0,034
Elektrická účinnost	%	0	34,0	34,0
Tepelná účinnost	%	0	59,0	59,0
Celková energetická účinnost	%	0	93,0	93,0
Délka provozu KJ	hod	0	8	12
Měrné náklady na údržbu KJ	Kč.MWh	0	300	300

Parametry kotlů				
Tepelná účinnost	%	90,0	90,0	90,0
Měrná potřeba el. energie na výrobu tepla	MWh.GJ ⁻¹	0,0013	0,0013	0,0013
Využití tepelného výkonu KJ v TO	%	0,0	90,0	90,0
Využití tepelného výkonu KJ mimo TO	%	0,0	90,0	90,0
Denní vyrobené teplo KJ	GJ.den ⁻¹	0,00	0,88	1,32
Denní akumulace tepla	GJ.den ⁻¹	0,00	0,13	0,42
Objem akumulátoru (dt = 25 °C)	m ³	0,0	1,3	4,0

Energetická bilance				
Výroba el. energie v KJ	MWh.r ⁻¹	0,0	49,9	74,9
Výroba el. energie v KJ	GJ.r ⁻¹	0,0	179,8	269,6
Výroba tepla v KJ	GJ.r ⁻¹	0,0	321,7	482,5
Výroba tepla v kotlích	GJ.r ⁻¹	1 264,0	942,3	781,5
Nakupované teplo	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Celková potřeba paliva pro KJ	GJ _p .r ⁻¹	0,0	539,2	808,7
Potřeba paliva pro kotle	GJ _p .r ⁻¹	1 404,4	1 047,0	868,3
Celková potřeba paliva (ZP)	GJ_p.r⁻¹	1 404,4	1 586,2	1 677,1
Celková potřeba paliva (ZP)	MWh.r⁻¹	433,5	489,6	517,6
Celková potřeba paliva (ZP - výhřevnost 34,2)	tis.m³.r⁻¹	41,1	46,4	49,0
Celková potřeba paliva (teplo, ZP,..)	GJ_p.r⁻¹	1 404,4	1 586,2	1 677,1

Úspora (+), nárůst (-) potřeby paliva	GJ_p.r⁻¹	-	-181,8	-272,6
Spotřeba el. energie na výrobu tepla	MWh.r ⁻¹	1,6	1,6	1,6
Potřeba nákupu el. energie	MWh.r ⁻¹	53,5	3,6	-21,4
Úspora (+), nárůst (-) potřeby nákupu el. energie	MWh.r⁻¹	-	49,9	74,9
Úspora (+), nárůst (-) potřeby nákupu el. energie	GJ.r⁻¹	-	179,8	269,6
Celková úspora (+), nárůst (-) potřeby energie	GJ.r⁻¹	-	-2,0	-3,0

Nákladová bilance				
Náklady na nákup el. energie	tis.Kč.r ⁻¹	278,9	18,7	0,0
Tržby za vyrobenou el. energii	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	90,9	100,4
Tržby za prodanou el. energii	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	0,0	17,1
Výsledné náklady na el. energie	tis.Kč.r ⁻¹	278,9	-72,1	-117,5
Náklady na nákup paliva - ZP	tis.Kč.r ⁻¹	575,8	634,5	654,1
Náklady na údržbu KJ	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	15,0	22,5
Náklady na obsluhu a údržbu	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	50,0	50,0
Náklady na nákup tepla	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Celkové náklady na energii	tis.Kč.r⁻¹	854,7	627,3	609,1
Úspora (+), nárůst (-) nákladů	tis.Kč.r⁻¹	-	227,4	245,6

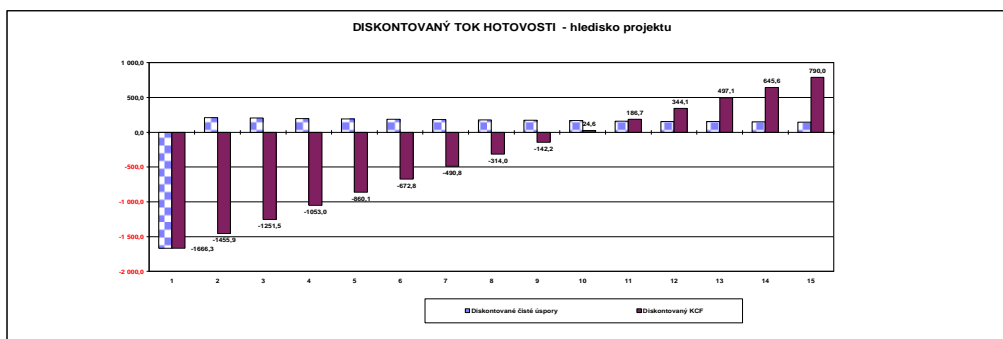
Investice				
Kotle	tis.Kč	0,0	0,0	0,0
Vybavení kotelny	tis.Kč	0,0	300,0	300,0
KJ	tis.Kč	0,0	1 152,0	1 152,0
AKU nádrž	tis.Kč	0,0	25,0	25,0
Vyvedení el. výkonu	tis.Kč	0,0	100,0	100,0
Stavební úpravy	tis.Kč	0,0	200,0	200,0
Rezerva	tis.Kč	0,0	200,0	200,0
Celkem investice	tis.Kč	0,0	1 977,0	1 977,0

Ekonomická efektivnost

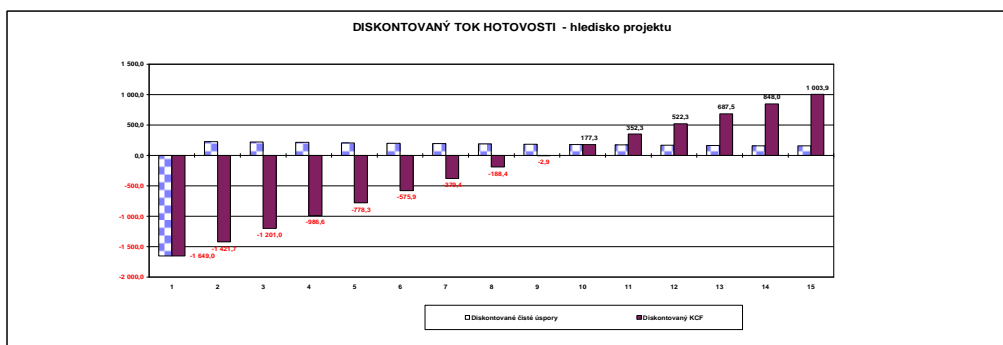
Prostá návratnost	roky	8,7	8,0
NPV	tis.Kč	790,0	1003,9
IRR	%	11,4	13,0



Název projektu: Bytový dům s vlastním plynovým zdrojem doplněným mikrogenerací		/ tis.Kč /														
Případová studie č.2 - 8 hodin provozu MKJ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Hledisko "projektu" bez daní		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Realizace opatření																
(1) Investiční náklady celkem	1 977,0	1 977,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(2) Provozní náklady před realizací projektu	1,00	854,7	871,8	889,2	907,0	925,2	943,7	962,5	981,8	1 001,4	1 021,4	1 041,9	1 062,7	1 084,0	1 105,6	1 127,8
(3) Provozní náklady po realizaci projektu		627,3	639,8	652,6	665,7	679,0	692,6	706,4	720,6	735,0	749,7	764,7	780,0	795,6	811,5	827,7
(4) Dotace		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(5) Hrubé úspory (2)-(3)+(4)		227,4	231,9	236,6	241,3	246,1	251,1	256,1	261,2	266,4	271,8	277,2	282,7	288,4	294,2	300,0
(6) Čisté úspory (5)-(1)		-1 749,6	231,9	236,6	241,3	246,1	251,1	256,1	261,2	266,4	271,8	277,2	282,7	288,4	294,2	300,0
(7) Kumulovaný tok hotovosti		-1 749,6	-1 517,7	-1 281,1	-1 039,7	-793,6	-542,5	-286,4	-25,2	241,2	513,0	790,2	1 072,9	1 361,3	1 655,5	1 955,5
(8) Diskontované čisté úspory	1,05	-1 666,3	210,4	204,4	198,5	192,9	187,4	182,0	176,8	171,7	166,8	162,1	157,4	152,9	148,6	144,3
(9) Diskontovaný kumulovaný tok hotovosti		-1 666,3	-1 455,9	-1 251,5	-1 053,0	-860,1	-672,8	-490,8	-314,0	-142,2	24,6	186,7	344,1	497,1	645,6	790,0
Index růstu cen	1,02															
Diskontní sazba	5,0%															
Čistá současná hodnota (NPV)		790,0	tis.Kč													
Vnitřní výnosové procento(IRR)		11,4	%													
Doba návratnosti investice		9,0	let													
Ukazatel ziskovosti (PI)		40,0	%													



Název projektu: Bytový dům s vlastním plynovým zdrojem doplněným mikrogenerací		/ tis.Kč /														
Případová studie č.2 - 12 hodin provozu MKJ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Hledisko "projektu" bez daní		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Realizace opatření																
(1) Investiční náklady celkem	1 977,0	1 977,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(2) Provozní náklady před realizací projektu	1,00	854,7	871,8	889,2	907,0	925,2	943,7	962,5	981,8	1 001,4	1 021,4	1 041,9	1 062,7	1 084,0	1 105,6	1 127,8
(3) Provozní náklady po realizaci projektu		609,1	621,3	633,7	646,4	659,3	672,5	685,9	699,7	713,7	727,9	742,5	757,3	772,5	787,9	803,7
(4) Dotace		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(5) Hrubé úspory (2)-(3)+(4)		245,6	250,5	255,5	260,6	265,8	271,2	276,6	282,1	287,8	293,5	299,4	305,4	311,5	317,7	324,1
(6) Čisté úspory (5)-(1)		-1 731,4	250,5	255,5	260,6	265,8	271,2	276,6	282,1	287,8	293,5	299,4	305,4	311,5	317,7	324,1
(7) Kumulovaný tok hotovosti		-1 731,4	-1 480,9	-1 225,4	-964,7	-698,9	-427,7	-151,1	131,0	418,7	712,3	1 011,6	1 317,0	1 628,5	1 946,2	2 270,3
(8) Diskontované čisté úspory	1,05	-1 649,0	227,2	220,7	214,4	208,3	202,3	196,6	190,9	185,5	180,2	175,0	170,0	165,2	160,5	155,9
(9) Diskontovaný kumulovaný tok hotovosti		-1 649,0	-1 421,7	-1 201,0	-986,6	-778,3	-575,9	-379,4	-189,4	-2,9	177,3	352,3	522,3	687,5	848,0	1 003,9
Index růstu cen	1,02															
Diskontní sazba	5,0%															
Čistá současná hodnota (NPV)		1 003,9	tis.Kč													
Vnitřní výnosové procento(IRR)		13,0	%													
Doba návratnosti investice		9,0	let													
Ukazatel ziskovosti (PI)		50,8	%													



7.2.1.3 Případová studie č.3 -Rodinný dům s vlastním plynovým kotlem doplněný mikrokogenerací

Příklad počítá s jednogeneračním rodinným domem o zastavěné ploše 12 x 12m s obytným podkrovím. Stávající zdroj tepla je malý plynový kotel, kotel se nachází v technické místnosti, kde bude instalována i malá kogenerační jednotka o výkonu 1MW_{el} a $3,2\text{MW}_{\text{tep}}$.

Příklad uvažuje s dvojným využitím KJ a to s 8 hodinovým a 12 hodinovým. Roční spotřeba objektu je $82,6\text{ GJr}^{-1}$ tepla a $3,5\text{ MWhr}^{-1}$. Pro tuto energetickou náročnost byla zvolena kogenerační jednotka o výkonu 1MW_{el} a $3,2\text{ MW}_{\text{tep}}$. Pro případ 8 hodinového provozu se veškerá vyrobená elektrická energie spotřebuje. V případě 12 hodinového provozu se 2MWhr^{-1} prodají do sítě.

Příklad výpočtu ekonomické návratnosti kogenerační jednotky - Rodinný dům s vlastním plynovým zdrojem				
Parametr	Měrná jednotka	Stávající stav	Rodinný dům s KJ 1/3,2 8 hod	rodinný dům s KJ 1/3,2 12 hod
Cena nakupované el. energie (s DPH)	Kč.MWh ⁻¹	5 210,0	5 210,0	5 210,0
Cena nakupovaného paliva - teplo (s DPH)	Kč.GJ ⁻¹	542,0	0,0	0,0
Cena nakupovaného paliva - ZP (s DPH)	Kč.GJ ⁻¹	0,0	400,0	390,0
Příspěvek na výrobu el. en. z KJ (8 hod, do 1,0 MW)	Kč.MWh ⁻¹	1 820,0	1 820,0	1 820,0
Příspěvek na výrobu el. en. z KJ (12 hod, do 1,0 MW)	Kč.MWh ⁻¹	1 340,0	1 340,0	1 340,0
Cena vykupované el. en. (s DPH)	Kč.MWh ⁻¹	800,0	800,0	800,0

Výchozí energetická bilance				
Potřeba tepla na vytápění	GJ.r ⁻¹	55,6	55,6	55,6
Potřeba tepla pro VZT	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Potřeba tepla na přípravu TV	GJ.r ⁻¹	27,0	27,0	27,0
Potřeba tepla na ztráty	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Potřeba tepla pro technologii	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Potřeba tepla celkem	GJ.r⁻¹	82,6	82,6	82,6
Potřeba el. energie celkem	MWh.r⁻¹	3,5	3,5	3,5
Délka topného období (TO)	dny	234	234	234
Délka mimotopného období	dny	131	131	131
Min. denní potřeba tepla mimo TO	GJ.den ⁻¹	0,1	0,1	0,1
Prům. tepelný výkon mimo TO	MW	0,001	0,001	0,001
Podíl dodávky tepla za 8, resp. 12 hod mimo TO	%		50,0	60,0

Dodávka tepla KJ	GJ.den ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Prům. tepelný výkon v době provozu KJ (bez aku.)	MW		0,001	0,001
Prům. tepelný výkon v době provozu KJ (s aku.)	MW		0,002	0,001

Parametry KJ				
Elektrický výkon	MW _e	0	0,001	0,001
Tepelný výkon	MW _t	0	0,0032	0,0032
Elektrická účinnost	%	0	34,0	34,0
Tepelná účinnost	%	0	59,0	59,0
Celková energetická účinnost	%	0	93,0	93,0
Délka provozu KJ	hod	0	8	12
Měrné náklady na údržbu KJ	Kč.MWh	0	200	200

Parametry kotlů				
Tepelná účinnost	%	93,0	93,0	93,0
Měrná potřeba el. energie na výrobu tepla	MWh.GJ ⁻¹	0,0001	0,0001	0,0001
Využití tepelného výkonu KJ v TO	%	0,0	90,0	90,0
Využití tepelného výkonu KJ mimo TO	%	0,0	54,3	36,2
Denní vyrobené teplo KJ	GJ.den ⁻¹	0,00	0,05	0,05
Denní akumulace tepla	GJ.den ⁻¹	0,00	0,03	0,02
Objem akumulátoru (dt = 25 °C)	m ³	0,0	0,2	0,2

Energetická bilance				
Výroba el. energie v KJ	MWh.r ⁻¹	0,0	2,3	3,1
Výroba el. energie v KJ	GJ.r ⁻¹	0,0	8,1	11,1
Výroba tepla v KJ	GJ.r ⁻¹	0,0	26,0	35,7
Výroba tepla v kotlích	GJ.r ⁻¹	0,0	56,6	46,9
Nakupované teplo	GJ.r ⁻¹	82,6	0,0	0,0
Celková potřeba paliva pro KJ	GJ _p .r ⁻¹	0,0	36,6	50,3
Potřeba paliva pro kotle	GJ _p .r ⁻¹	0,0	60,9	50,5
Celková potřeba paliva (ZP)	GJ_p.r⁻¹	0,0	97,5	100,8
Celková potřeba paliva (ZP)	MWh.r⁻¹	0,0	30,1	31,1
Celková potřeba paliva (ZP - výhřevnost 34,2)	tis.m³.r⁻¹	0,0	2,9	2,9
Celková potřeba paliva (teplo, ZP,..)	GJ_p.r⁻¹	82,6	97,5	100,8

Úspora (+), nárůst (-) potřeby paliva	GJ_p.r⁻¹	-	-14,9	-18,2
Spotřeba el. energie na výrobu tepla	MWh.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Potřeba nákupu el. energie	MWh.r ⁻¹	3,5	1,3	0,4
Úspora (+), nárůst (-) potřeby nákupu el. energie	MWh.r⁻¹	-	2,3	3,1
Úspora (+), nárůst (-) potřeby nákupu el. energie	GJ.r⁻¹	-	8,1	11,1
Celková úspora (+), nárůst (-) potřeby energie	GJ.r⁻¹	-	-6,8	-7,1

Nákladová bilance				
Náklady na nákup el. energie	tis.Kč.r ⁻¹	18,3	6,5	2,1
Tržby za vyrobenou el. energii	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	4,1	4,1
Tržby za prodanou el. energii	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Výsledné náklady na el. energie	tis.Kč.r ⁻¹	18,3	2,4	-2,0
Náklady na nákup paliva - ZP	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	39,0	39,3
Náklady na údržbu KJ	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	0,5	0,6
Náklady na obsluhu a údržbu	tis.Kč.r ⁻¹	0,0	10,0	10,0
Náklady na nákup tepla	tis.Kč.r ⁻¹	44,8	0,0	0,0
Celkové náklady na energii	tis.Kč.r⁻¹	63,0	51,9	47,9
Úspora (+), nárůst (-) nákladů	tis.Kč.r⁻¹	-	11,1	15,1

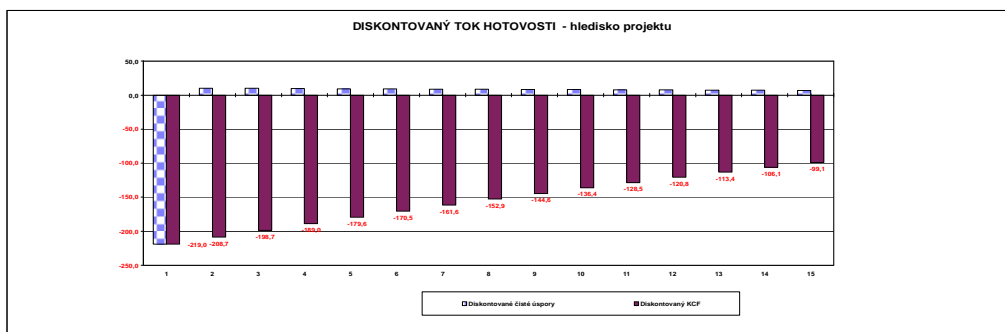
Investice				
Kotle	tis.Kč	0,0	0,0	0,0
Vybavení kotelny	tis.Kč	0,0	40,0	40,0
KJ	tis.Kč	0,0	126,0	126,0
AKU nádrž	tis.Kč	0,0	5,0	5,0
Vyvedení el. výkonu	tis.Kč	0,0	30,0	30,0
Stavební úpravy	tis.Kč	0,0	20,0	20,0
Rezerva	tis.Kč	0,0	20,0	20,0
Celkem investice	tis.Kč	0,0	241,0	241,0

Ekonomická efektivnost

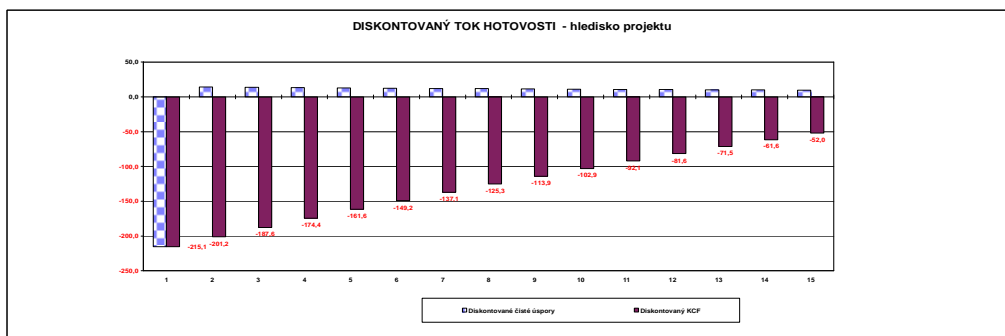
Prostá návratnost	roky	21,6	15,9
NPV	tis.Kč	-99,1	-52,0
IRR	%	-2,0	1,1



Název projektu: Příkladová studie č.3 - 8 hodin provozu MKJ		Rodinný dům s vlastním plynovým kotlem doplněný mikrogenerací														
Hledisko "projektu" bez daní		/ tis.Kč /														
Realizace opatření		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2003		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
(1) Investiční náklady celkem	241,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
(2) Provozní náklady před realizací projektu	63,0	64,3	65,5	66,9	68,2	69,6	70,9	72,4	73,8	75,3	76,8	78,3	79,9	81,5	83,1	
(3) Provozní náklady po realizaci projektu	51,9	52,9	54,0	55,1	56,2	57,3	58,4	59,6	60,8	62,0	63,3	64,5	65,8	67,1	68,5	
(4) Dotace	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
(5) Hrubé úspory (2)-(3)+(4)	11,1	11,3	11,5	11,8	12,0	12,3	12,5	12,8	13,0	13,3	13,5	13,8	14,1	14,4	14,6	
(6) Čisté úspory (5)-(1)	-229,9	11,3	11,5	11,8	12,0	12,3	12,5	12,8	13,0	13,3	13,5	13,8	14,1	14,4	14,6	
(7) Kumulovaný tok hotovosti	-229,9	-218,6	-207,0	-195,3	-183,2	-171,0	-158,5	-145,7	-132,7	-119,5	-105,9	-92,1	-78,0	-63,7	-49,0	
(8) Diskontované čisté úspory	-219,0	10,3	10,0	9,7	9,4	9,1	8,9	8,6	8,4	8,1	7,9	7,7	7,5	7,3	7,0	
(9) Diskontovaný kumulovaný tok hotovosti	-219,0	-208,7	-198,7	-189,0	-179,6	-170,5	-161,6	-152,9	-144,6	-136,4	-128,5	-120,8	-113,4	-106,1	-99,1	
Index růstu cen	1,02															
Diskontní sazba	5,0%															
Čistá současná hodnota (NPV)	-99,1	tis.Kč														
Vnitřní výnosové procento(IRR)	-2,9	%														
Doba návratnosti investice	nesplátí se															
Ukazatel ziskovosti (PI)	-1,1	%														



Název projektu: Příkladová studie č.3 - 12 hodin provozu MKJ		Rodinný dům s vlastním plynovým kotlem doplněný mikrogenerací														
Hledisko "projektu" bez daní		/ tis.Kč /														
Realizace opatření		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2003		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
(1) Investiční náklady celkem	241,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
(2) Provozní náklady před realizací projektu	63,0	64,3	65,5	66,9	68,2	69,6	70,9	72,4	73,8	75,3	76,8	78,3	79,9	81,5	83,1	
(3) Provozní náklady po realizaci projektu	47,9	48,9	49,8	50,8	51,8	52,9	53,9	55,0	56,1	57,2	58,4	59,6	60,7	62,0	63,2	
(4) Dotace	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
(5) Hrubé úspory (2)-(3)+(4)	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	16,7	17,0	17,3	17,7	18,0	18,4	18,8	19,2	19,5	19,9	
(6) Čisté úspory (5)-(1)	-225,9	15,4	15,7	16,0	16,3	16,7	17,0	17,3	17,7	18,0	18,4	18,8	19,2	19,5	19,9	
(7) Kumulovaný tok hotovosti	-225,9	-210,5	-194,8	-178,8	-162,4	-145,7	-128,7	-111,4	-93,7	-75,7	-57,3	-38,5	-19,3	0,2	20,1	
(8) Diskontované čisté úspory	-215,1	14,0	13,6	13,2	12,8	12,4	12,1	11,7	11,4	11,1	10,8	10,5	10,2	9,9	9,6	
(9) Diskontovaný kumulovaný tok hotovosti	-215,1	-201,2	-187,6	-174,4	-161,6	-149,2	-137,1	-125,3	-113,9	-102,9	-92,1	-81,6	-71,5	-61,6	-52,0	
Index růstu cen	1,02															
Diskontní sazba	5,0%															
Čistá současná hodnota (NPV)	-52,0	tis.Kč														
Vnitřní výnosové procento(IRR)	-1,1	%														
Doba návratnosti investice	nesplátí se															
Ukazatel ziskovosti (PI)	-2,6	%														



Z uvedených případových studií je zřejmé, že využití mikrokogenerace má své opodstatnění zejména v bytových objektech kde je předpoklad delšího využití instalovaného tepelného výkonu mikrokogenerace a kde není uplatněna kogenerace v soustavách centralizovaného zásobování teplem. Rovněž lze za nadějně považovat využití mikrokogenerace v menších průmyslových podnicích s vícesměnným provozem.

Uplatnění mikrokogenerace ve sféře rodinných domů se jeví jak málo konkurenceschopné, z důvodu vysoké investiční náročnosti a poměrně nízkého využití instalovaného výkonu. Lze však očekávat, že v případě podpory v podobě nevratné dotace, budou implementace mikrokogenerace růst i v oblasti rodinných domů. S masovějším užitím těchto zařízení lze obdobně jako u fotovoltaiky očekávat poměrně razantní snížení cen těchto zařízení a dalším rozšíření uplatnění mikrokogenerace.

8 ZÁVĚR

Kombinovaná výroba tepelné a elektrické energie (kogenerace) je jednou z nejperspektivnějších možností zvyšování energetické efektivity a omezování negativních vlivů energetiky na životní prostředí.

Vypracovaný produkt si kladl za cíl podat základní informace o současném stavu možností využitelnosti mikrokogenerace zejména v oblasti bytových objektů, ale i komerčních budov.

V současné době je zásobení domácností a objektů terciární sféry elektřinou prováděno prostřednictvím elektroenergetického systému, kdy výroba probíhá v elektrárnách a elektřina je dopravována přes přenosovou a distribuční soustavu ke spotřebitelům. Účinnost transformace ve výrobnách se pohybuje přibližně kolem 34 %. Většina energetického potenciálu paliva je tedy bez užitku odváděna do okolí.

Kogenerační jednotky sice nedosahují často v elektrické účinnosti ani těchto hodnot, ale zbytkové teplo po transformaci je užitečně využíváno pro krytí tepelné spotřeby, a proto je celkové využití paliva vysoké.

Decentralizované zdroje ve formě mikrokogenerace v domácnostech a terciární sféře jsou představovány kogeneračními jednotkami malého výkonu. V současné době využití těchto jednotek ještě nedosáhlo takové úrovně, aby hrálo nějakou význačnější roli oproti klasickým způsobům pokrytí energetické spotřeby domácností. Potřeba tepla je pokrývána dodávkou z centrálních, popřípadě decentralizovaných systémů zásobování teplem, nebo je prováděna výroba spotřebiteli ze systému zásobování plynnými, popřípadě tuhými palivy.

Lze tedy očekávat rozvoj implementací systémů zásobování energií na bázi mikrokogenerace a v této oblasti je i velice účelné podporovat rozvoj těchto systémů zejména v oblastech kde není uplatněno dodávkové teplo vyráběné na bázi kombinovaného způsobu výroby tepla a elektřiny.

Výhody mikrokogeneračních systémů vyplývají zejména z následujících skutečností:

- vyšší využití primárních zdrojů,
- snadná dostupnost paliva,
- zmenšení závislosti na zvyšování cen elektřiny,
- zmenšení ztrát při distribuci energie do místa spotřeby,
- snížení produkce emisí ze systémového hlediska ,
- soustředění jednotlivých prvků kogenerační soustavy do jednoho místa,
- vysoká spolehlivost při zajištění dodávky,
- snadná regulace,
- jednoduchý návrh a optimalizace provozu,
- minimální nároky na údržbu,
- možnost využití už realizovaných distribučních energetických systémů

Rovněž je třeba si uvědomit, že implementace těchto systémů sebou nese i nevýhody při zavádění mikrokogeneračních systémů :

- snížená efektivnost vlivem nesoudobosti odběru elektřiny a tepla,
- vysoké investiční náklady mikrokogeneračních jednotek,
- nižší vyspělost kogeneračních technologií,

– nedostatečně rozvinutý trh s mikrokogeneračními technologiemi,

Rovněž je třeba si uvědomit, že pořízení mikrokogenerační jednotky je vážnou investicí, před níž je nutno dobře zvážit všechny ekonomické, technické a legislativní faktory, ovlivňující efektivitu provozu celého zařízení. Ekonomickou rentabilitu a technické podmínky instalace kogenerační jednotky projednávají s potenciálními provozovateli většinou

dodavatelé technologie. S pořízením a provozem kogenerační jednotky je však také spojeno množství administrativních úkonů, které jsou upraveny řadou zákonů a vyhlášek.

Jedná se zejména o tyto úkony:

➤ Připojení zdroje do sítě

U územně příslušného distributora elektřiny (např. EON, ČEZ, PRE) se musí zažádat o připojení zdroje k distribuční soustavě. Společně s žádostí se musí také předložit projekt na zapojení kogenerační jednotky. Po schválení žádosti se musí uzavřít s distributorem elektřiny smlouvu o připojení k distribuční soustavě. Náležitosti smlouvy o připojení k distribuční soustavě definuje zákon č. 458/2000 Sb. a vyhláška Energetického regulačního úřadu č. 51/2006 Sb.

Stavební povolení

Kogenerační jednotku lze instalovat na základě stavebního povolení, které vydává příslušný stavební odbor. K žádosti o stavební povolení je potřeba projekt na instalaci KJ a na vyvedení el. výkonu (pokud bude realizována dodávka elektřiny do sítě). Projekt je třeba projednat s dotčenými orgány státní správy za účelem získání jejich stanovisek (hygiena, hasiči, životní prostředí) a správců sítí. Podklady pro zpracování projektu poskytne dodavatel kogenerační jednotky.

Pro malé kogenerační jednotky umístěné v kotelnách, k nimž se nemusí zřizovat plynová přípojka (nemění se topné médium), nemění se odvod spalin a nedělají se žádné stavební úpravy není nutno vyřizovat stavební povolení ani ohlášení stavby.

➤ Zkušební provoz / kolaudace

Na základě vydaného stavebního povolení může být realizována instalace kogenerační jednotky včetně pomocných zařízení. K jejímu uvedení do provozu je potřeba požádat stavební odbor o povolení zkušebního provozu nebo o kolaudaci. Pro povolení kolaudace nebo zkušebního provozu je třeba zajistit revize plynového zařízení revizi elektroinstalace a doklady o splnění všech podmínek stavebního povolení.

➤ Licence

Pro výrobu elektřiny z kogenerace je potřeba mít vyřízenou licenci na výrobu elektřiny. Tuto licenci vydává Energetický regulační úřad.

9 POUŽITÁ LITERATURA

- / 1 / Státní energetická koncepce 2011 -02060, Nová aktualizace, MPO ČR 2011
- / 2 / Krbek, Polesný : Kogenerační jednotky zřizování a provoz, GAS s.r.o., Praha, 2007
- / 3 / Harrison,J.: Domestic Stirling Engine – based Combined Heat and Power
www.catdet-ee.org
- / 4 / Opluštil M. :Mikrokogenerace pro malé obytné objekty, Diplomová práce VUT Brno, 2009
- / 5 / Rukověť provozovatele kogenerační jednotky , Cogen Czech, 2008
- / 6 / Baxi Ecogen Brochures, www.baxigroupspecification.co.uk
- / 7 / Firemní dokumenty TEDOM
- / 8 / Dvorský , Hejtmánková : Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie,
Technická literatura BEN, Praha 2005,
- / 9 /Hejtmánková, Dvorský: Využití kogeneračních jednotek v domácnostech , Pro Energy magazín,2006

10 PŘÍLOHY

10.1 Ukázky mikrokogeneračních jednotek



Baxi Ecogen

Gas type		Mains Gas	LPG
		Ecogen 24/1.0 Sales code 5122477	Ecogen 24/1.0 LPG Sales code 730048301
Heat performance			
Combined heat input max	kW	25.3	24.9
Combined heat output max (non-condensing)	kW	24	24
Combined heat output max (condensing)	kW	25.9	25.9
Engine max heat input (net)	kW	7.7	7.7
Engine min heat input (net)	kW	3.7	3.7
Supplementary max heat input (net)	kW	16.9	16.9
Supplementary min heat input (net)	kW	3.6	3.6
Engine max heat output (non-condensing)	kW	6	5.9
Engine max heat output (condensing)	kW	6.4	6.4
Engine min heat output (non-condensing)	kW	3.2	3.1
Engine min heat output (condensing)	kW	3.4	3.4
Supplementary max heat output (non-condensing)	kW	18	17.9
Supplementary max heat output (condensing)	kW	19	19
Supplementary min heat output (non-condensing)	kW	3.4	3.4
Supplementary min heat output (condensing)	kW	3.8	3.8
Electrical performance			
Electric output max	kW	1	1
Electric output min	kW	0.3	0.3
Connections			
Gas	mm	15	15
Flow	mm	22	22
Return	mm	22	22
Condensate drain	mm	21.5	21.5
Power	V (Hz)	230 (50)	230 (50)
Operating conditions			
Max operating current	Amps	4.5	4.5
External fuse rating	Amps	13	13
Circuit breaker rating (2 pole)	Amps	16	16
Noise pressure level (1 m)	dB(A)	<45	<46
Max heating flow temperature	°C	80	80
Min heating flow temperature	°C	25	25



Viessman eco Power 1.0

ecoPOWER	Einheit	1.0
Elektrische Leistung ¹⁾ , Erdgas E/LL	kW	1
Thermische Leistung ²⁾³⁾ , Erdgas E/LL	kW	2,5
Nennwärmebelastung Erdgas E/LL	kW	3,8
Motordrehzahl	U/min	1.950
Gesamtwirkungsgrad (H) ³⁾	%	92
Elektrischer Wirkungsgrad ³⁾	%	26,3
Thermischer Wirkungsgrad ³⁾	%	65,7
Stromkennzahl		0,42
Einzylinder-4-Takt-Hubkolbenmotor		
Kompressionsvolumen	cm ³	110
Abgasvolumen	cm ³	163
Abgastemperatur	°C	< 90
Abgasmassenstrom max.	g/s	1,45
Anschlussfertiger Netzparallelbetrieb	V/Hz	1 x 230/50
	cos φ	> 0,95
Schalldruckpegel (in 1 m Abstand)	dB(A)	46
Geräteabmessungen:		
Höhe	mm	1.132
Breite	mm	1.180
Tiefe	mm	320
Gewicht ca.	kg	100

ecoPOWER	Einheit	e3.0	e4.7
Elektrische Leistung ¹⁾ , modulierend Erdgas E/LL	kW	1,3-3	1,3-4,7
Elektrische Leistung ¹⁾ , modulierend Flüssiggas P	kW	1,4-3	1,4-4,7
Thermische Leistung ²⁾ , modulierend Erdgas E/LL	kW	4-8	4-12,5
Thermische Leistung ²⁾ , modulierend Flüssiggas P	kW	4,5-9	4,5-13,8
Aufgenommene Leistung Erdgas E/LL	kW	5,9-12	5,9-19
Aufgenommene Leistung Flüssiggas P	kW	6,5-12,6	6,5-20
Brennstoffverbrauch Erdgas E/LL	m ³ /h	0,59-1,3	0,59-1,9
Brennstoffverbrauch Flüssiggas P	kg/h	0,51-0,79	0,51-1,55
Variable Motordrehzahl	U/min	1.200-2.400	1.200-3.600
Gesamtnutzungsgrad (H _i)	%	ca. 90	ca. 90
Normnutzungsgrad nach DIN 4702-8 (H _n)	%	bis zu 96	bis zu 96
Stromkennzahl		0,38	0,38
Einzylinder-4-Takt-Hubkolbenmotor	cm ³	272	272
Emissionswerte:			
NO _x bei 5% O ₂ (TA-Luft _{1/2})	mg/Nm ³	< 50	< 50
CO bei 5% O ₂ (TA-Luft _{1/2})	mg/Nm ³	< 115	< 115
Abgastemperatur	°C	< 90	< 90
Anschlussfertiger Netzparallelbetrieb	V Hz cos φ	3 x 400 50 1	3 x 400 50 1
Schalldruckpegel (in 2 m Abstand)	dB(A)	< 50	< 56
Produkt-ID-Nr.		CE-0063AU3290	CE-0063AU3290
Geräteabmessungen:			
Höhe	mm	1.080	1.080
Breite	mm	760	760
Tiefe	mm	1.370	1.370
Gewicht	kg	395	395



The Dachs

The Microgeneration



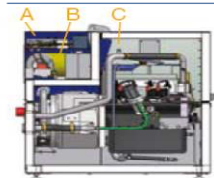
Technical Data

Type	Dachs ¹⁾	G 5.5	G 5.5 Condensing ²⁾	G 5.0 LOW NOX	G 5.0 Low NOX Condensing ²⁾	F 5.5 Low NOX	F 5.5 Low NOX Condensing ²⁾
Fuel		Natural gas		Natural gas		Propane	
Electrical output [kW] ³⁾		5,5		5,0		5,5	
Thermal output [kW] ⁴⁾		12,5	14,8	12,3	14,6	12,5	14,8
Fuel input [kW] ²⁾		20,5		19,6		20,5	
Auxiliary demand [kW _{el}] ⁵⁾				0,12			
Max. water flow temperature				83 °C			
Max. water return temperature				70 °C			
Voltage / frequency		3 – 230 V / 400 V 50 Hz					
Efficiency:		(at a return temperature of 60°C/35°C and nominal output)					
- electrical		27%		26%		27%	
- thermal		61%	72%	63%	74%	61%	72%
- Fuel efficiency		88%	99%	89%	100%	88%	99%
Power performance coefficient		0,44		0,41		0,44	
Noise level acc. DIN 45635 04				52 56			
Flue emission < German TA-Luft		X		X		X	
Service intervals (running hours)		3.500		3.500		3.500	
Minimum methane number ³⁾		35		35		35	
Flue gases		Joint exhaust routing with boiler possible. Exhaust piping with or without addition of secondary air.					



Technical Data Sheet XRG1 15G-TO Energy System

Power Unit



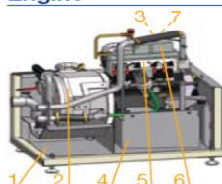
- A Electrics and safety circuit enclosure
- B Ventilated enclosure for gas safety tray
- C Heat and noise shield for engine

Heat Distributor



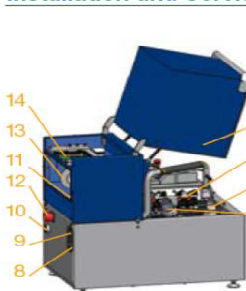
- Connection for Power Unit (separate cooling circuit)
- Connection for central heating
- Connection for storage tank
- Engine water temperature control
- Supply temperature control
- Surveillance of storage tank
- Surveillance of component status
- Control of boiler (parallel operation)
- A. o.

Engine



- 1 Silencer
- 2 Water cooled generator
- 3 Exhaust gas heat exchanger (not visible)
- 4 Oil sump
- 5 Toyota gas engine
- 6 Oil separator
- 7 Oxydation catalyst (not visible)

Installation and Service



- 8 Water connection (return)
- 9 Water connection (supply)
- 10 Exhaust gas connection
- 11 Gas connection
- 12 Main power connector
- 13 Air filter
- 14 Gas safety tray
- 15 Lid with gas springs
- 16 Spark plugs
- 17 Oil filter
- 18 Oil filler cap

Control Panel



- Regulates out-put and operation
- Control operations
- Provides data capture, analysis and reporting to service database
- Grid monitoring

OUTPUT

Mechanical performance @ 1535 rpm	16.5 kW
Electrical efficiency – maximum	30% +/- 0.5 %
Electrical output	15.2 kW (modulating from 6 kW)
Thermal output	30 kW (modulating from 17 kW)
Electrical efficiency at partial load	More than 27% at > 9 kW elec.
Total efficiency	Up to 92 %
Consumption	26-50 kW

SYSTEM COMPONENTS

Power Unit

Cabinet	Double walls, 1,5 + 2 mm steel plate, stainless steel, painted
External dimensions (H x W x D)	1250 x 750 x 1110 mm incl. pipe connectors
Insulation	50 mm mineral wool
Weight	700 kg
Engine	Toyota Industries
Fuel	Natural gas L, LL, H, LPG, Butane, Propane
Cooling	Water cooled, engine and exhaust gas
Number of cylinders	4
Swept volume	2237 ccm
CO emission*	46 (partial load)/89 (full load) mg/m ³ at 5% O ₂
NO _x emission*	49 (partial load)/314 (full load) mg/m ³ at 5% O ₂
	*verified by TUV SUD, DVGW Prüfstelle
Generator	Asynchronous
Voltage	3 PHASE, 400 V
Maximum full load current, out	27 A
Nominal generator current	27 A
Cooling	Water cooled
Cos φ	0,8

Heat Distributor

External dimensions (HxWxD)	1005 x 370 x 342 mm
-----------------------------	---------------------

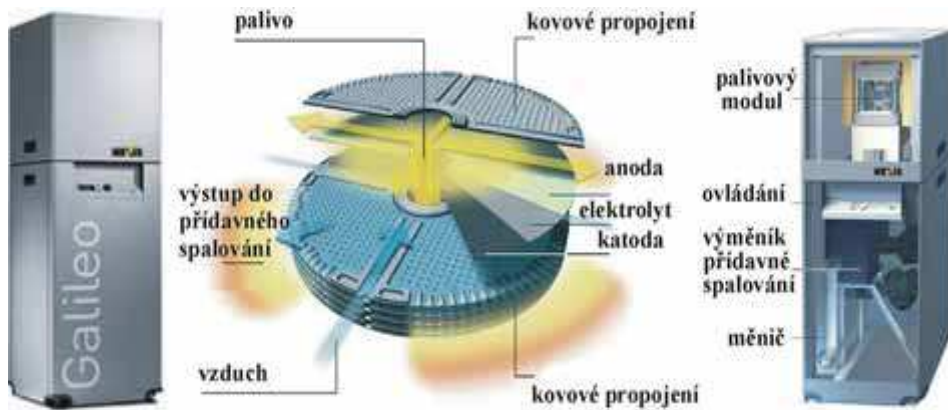
Control Panel

External dimensions (HxWxD)	210 x 600 x 600 mm
Voltage	3 phases + N + Ground, 400 V
Max. fuse / cable connections	63 A / 16 mm ² Cu
Max. external temperature	40 ° C



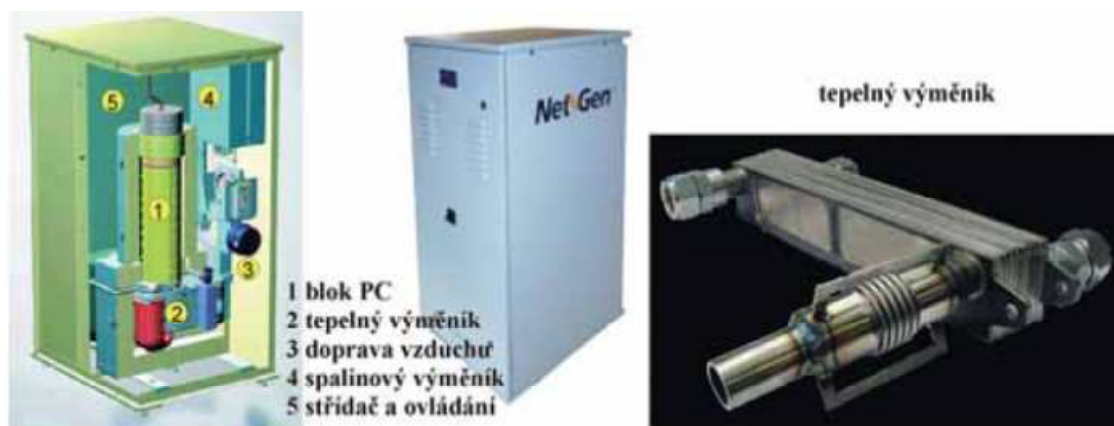
Mikrokogenerační jednotka Tedom

Označení zařízení	TEDOM Micro T7
Palivo	Zemní plyn / LPG
Jmenovitý elektrický výkon	7 kWe
Maximální tepelný výkon	18 kWt
Účinnost	92,6 %
Jmenovitý teplotní režim	70 / 90 °C
Spotřeba plynu při 100% výkonu	2,85 m ³ /h
Rozměry (d x š x v)	1 250 x 760 x 1 350 mm
Hmotnost	645 kg
Hlučnost (1 m od krytu)	58 dB
Orientační cena bez DPH	400 000 Kč



P_e [kW _e]	P_q [kW _t]	Typ PC	η_e [%]	η_c [%]	hluk [db]	servis [hod]	rozměry [cm]	váha [kg]	cena [€]
1	2,5	SOFC	25-30	60	-	8 000	55x55x160	170	-

Kogenerační jednotka Galileo na bázi palivového článku typu SOFC



P_e [kW _e]	P_q [kW _t]	Typ PC	η_e [%]	η_c [%]	hluk [db]	servis [hod]	rozměry [cm]	váha [kg]	cena [€]
1	1	SOFC	40	45	-	8 000	70x60x120	170	-

Kogenerační jednotka Net Gen na bázi palivového článku typu SOFC

10.2 Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2011

ze dne 23. listopadu 2011, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů

Energetický regulační úřad podle § 2c zákona č. 265/1991 Sb., o působnosti orgánů České republiky v oblasti cen, ve znění pozdějších předpisů, § 17 odst. 6 písm. d) zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, a § 6 zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), ve znění pozdějších předpisů, vydává cenové rozhodnutí o cenách elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů.

Všeobecná ustanovení:

Ceny uvedené v bodech (1) až (3) nezahrnují daň z přidané hodnoty. K uvedeným cenám je připočítávána daň z přidané hodnoty podle zvláštního právního předpisu¹⁾.

(1) Pro elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů energie platí tyto výkupní ceny a zelené bonusy a věcné podmínky:

(1.1.) Výkupní ceny jsou stanoveny jako minimální ceny podle zvláštního právního předpisu²⁾. Zelené bonusy jsou stanoveny jako pevné ceny podle zvláštního právního předpisu²⁾. V rámci jedné výroby elektřiny nelze kombinovat režim výkupních cen podle bodu (1.2.) a režim zelených bonusů podle bodu (1.3.).

(1.2.) Výkupní ceny se uplatňují za elektřinu naměřenou a dodanou v předávacím místě výroby elektřiny a sítě provozovatele distribuční soustavy nebo provozovatele přenosové soustavy, které vstupuje do zúčtování odchylek subjektu zúčtování odpovědného za ztráty v regionální distribuční soustavě nebo subjektu zúčtování odpovědného za ztráty v přenosové soustavě.

(1.3.) Zelené bonusy se uplatňují za elektřinu naměřenou a dodanou v předávacím místě výroby elektřiny a sítě provozovatele regionální distribuční soustavy nebo přenosové soustavy a dodanou výrobcem obchodníkovi s elektřinou nebo zákazníkovi a dále za ostatní vlastní spotřebu elektřiny podle zvláštního právního předpisu³⁾. Zelené bonusy se neuplatňují za technologickou vlastní spotřebu podle zvláštního právního předpisu³⁾.

(1.4.) Výkupní ceny a zelené bonusy pro malé vodní elektrárny:

(1.4.) Výkupní ceny a zelené bonusy pro malé vodní elektrárny:

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012	3190	2140
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	3060	2010
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	3130	2080
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2009	2880	1830
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	2720	1670
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu po 1. lednu 2005 včetně a rekonstruovaná malá vodní elektrárna	2450	1400
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu před 1. lednem 2005	1910	860

(1.4.1.) Malou vodní elektrárnou se rozumí vodní elektrárna s instalovaným výkonem do 10 MWe včetně.

(1.4.2.) Pro měření a účtování dodávky elektřiny ze špičkové nebo pološpičkové akumulační malé vodní elektrárny⁴⁾, jejíž špičkový nebo pološpičkový provoz je stanoven v povolení k nakládání s vodami nebo v

jiném povolení nebo rozhodnutí, může výrobce elektřiny uplatňovat výkupní ceny nebo zelené bonusy v dvoutarifních pásmech s těmito podmínkami:

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny v pásmu VT v Kč/MWh	Výkupní ceny elektřiny v pásmu NT v Kč/MWh
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012	3800	2885
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	3800	2690
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	3800	2795
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2009	3800	2420
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	3800	2180
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu po 1. lednu 2005 včetně a rekonstruovaná malá vodní elektrárna	3470	1940
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu před 1. lednem 2005	2700	1515

nebo

Datum uvedení do provozu	Zelené bonusy v pásmu VT v Kč/MWh	Zelené bonusy v pásmu NT v Kč/MWh
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012	2240	2090
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	2240	1895
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	2240	2000
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2009	2240	1625
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu v nových lokalitách od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	2240	1385
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu po 1. lednu 2005 včetně a rekonstruovaná malá vodní elektrárna	1910	1145
Malá vodní elektrárna uvedená do provozu před 1. lednem 2005	1140	720

4) ČSN 75 0120.

kde

VT - pásmo platnosti vysokého tarifu, pásmo stanovené provozovatelem distribuční soustavy v délce 8 hodin denně;

NT - pásmo platnosti nízkého tarifu, platí v době mimo pásmo platnosti VT.

(1.4.3.) Rekonstruovanou malou vodní elektrárnou podle bodu (1.4.) se rozumí stávající výrobní elektřiny, na které byla po 13. srpnu 2002 provedena a dokončena rekonstrukce nebo modernizace zařízení výrobní elektřiny zvyšující technickou, provozní, bezpečnostní a ekologickou úroveň zařízení na úroveň srovnatelnou s nově zřizovanými výrobními elektřinami. Za takovou rekonstrukci nebo modernizaci zařízení se považuje:

- výměna nebo generální oprava turbíny;
- výměna nebo převinutí generátoru;
- oprava elektročásti spočívající v zabránění působení zpětných vlivů na síť a vyhovující ČSN EN 50160;
- výměna regulačních zařízení;
- výměna nebo instalace nového automatizovaného systému řízení.

Rekonstrukce nebo modernizace zařízení výroby elektřiny je dokončena provedením všech prací uvedených pod písmeny a) až e), přičemž jednotlivé výrobní technologické celky, kterými je nahrazeno stávající zařízení, nesmí být ke dni ukončení rekonstrukce nebo modernizace starší než 5 let.

(1.4.4.) Malou vodní elektrárnou uvedenou do provozu po 1. lednu 2005 včetně se rozumí taková malá vodní elektrárna, která byla poprvé uvedena do provozu v roce 2005, přičemž v okamžiku uvedení do provozu nebyly žádné technologické výrobní celky malé vodní elektrárny starší 5 let. Malou vodní elektrárnou uvedenou do provozu v nové lokalitě se rozumí taková malá vodní elektrárna, jejíž jednotlivé technologické výrobní celky nebyly v okamžiku uvedení malé vodní elektrárny do provozu v nové lokalitě starší 5 let. V případě, že u malých vodních elektráren uvedených do provozu po 1. lednu 2005 včetně budou využity technologické výrobní celky starší 5 let, spadají tyto zdroje do kategorie malých vodních elektráren uvedených do provozu před 1. lednem 2005.

(1.5.) Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy:

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 v nových výrobních elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	4580	3530
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 v nových výrobních elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	3530	2480
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 v nových výrobních elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	2630	1580
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3900	2850
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3200	2150
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	2530	1480
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 ve stávajících výrobních	2830	1780
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 ve stávajících výrobních	2130	1080
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 ve stávajících výrobních	1460	410
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S1 a fosilních paliv	-	1370
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S2 a fosilních paliv	-	700
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S3 a fosilních paliv	-	10
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P1 a fosilních paliv	-	1640
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P2 a fosilních paliv	-	970
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P3 a fosilních paliv	-	280

(1.5.1.) Zařazení jednotlivých druhů biomasy do kategorií O1, O2 a O3 pro účely spalování čisté biomasy, kategorií S1, S2 a S3 pro účely společného spalování palivových směsí biomasy a fosilních paliv a kategorií P1, P2 a P3 pro účely paralelního spalování biomasy a fosilních paliv stanoví zvláštní právní předpis5).

(1.5.2.) Stávající výrobní elektřiny se pro účely bodu (1.5.) rozumí výrobní elektřiny uvedené do provozu před vydáním tohoto cenového rozhodnutí, u které byla po vydání tohoto cenového rozhodnutí provedena změna využívání primárního energetického zdroje ze spalování neobnovitelného zdroje nebo spoluspalování biomasy a neobnovitelného zdroje na spalování čisté biomasy, a to bez investice do pořízení hlavních částí elektrárenského bloku, kterými se rozumí zejména kotel, parní rozvody, turbína a generátor.

(1.6.) Výkupní ceny a zelené bonusy pro spalování bioplynu, skládkového plynu, kalového plynu a důlního plynu z uzavřených dolů:

Druh obnovitelného zdroje	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF1 pro zdroje uvedené do provozu od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012 splňující podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie podle bodu 1.6.2.	4120	3070
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF1 pro zdroje uvedené do provozu od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012 nespĺňující podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie podle bodu 1.6.2.	3550	2500
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF1 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2012	4120	3070
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF2	3550	2500
Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV po 1. lednu 2006 včetně	2580	1530
Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV od 1. ledna 2004 do 31. prosince 2005	2910	1860
Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV před 1. lednem 2004	3020	1970
Spalování důlního plynu z uzavřených dolů	2580	1530

(1.6.1.) Zařazení bioplynových stanic do kategorií AF1 nebo AF2 stanoví zvláštní právní předpis⁵⁾.

5) Vyhláška č. 482/2005 Sb., kterou se stanoví druhy, způsoby využití a parametry biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy, ve znění pozdějších předpisů.

(1.6.2.) U bioplynových stanic kategorie AF 1 uvedených do provozu po 1. lednu 2012 včetně je podmínkou pro poskytnutí podpory výroba a efektivní využití vyrobené tepelné energie minimálně v úrovni 10 % vůči vyrobené elektřině v daném roce, s výjimkou elektřiny pro technologickou vlastní spotřebu elektřiny a tepla.

(1.6.3.) Pro uplatnění podpory výroby elektřiny vyrobené v zařízení pro vysokoúčinnou kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, pro jejíž výrobu odebírá výrobce elektřiny plyn z plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy v roční bilanci bioplynu dodaného výrobcem bioplynu do plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy, platí tyto věcné podmínky:

- účinnost vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla je minimálně 75 %,
- výrobce elektřiny při uplatnění nároku na podporu doloží provozovateli elektrizační distribuční soustavy pořízení bioplynu dodaného do plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy,
- vykazovacím obdobím je jeden měsíc, přičemž plyn odebraný z plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy se považuje za bioplyn do okamžiku, kdy se v rámci jednoho kalendářního roku množství tepelného ekvivalentu odebraného plynu rovná množství tepelného ekvivalentu bioplynu, který byl na jiném místě do plynárenské distribuční nebo přenosové soustavy vtačen,
- kvalita bioplynu dodávaného do plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy nesmí ohrožovat spolehlivý a bezpečný provoz plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy; pokud kvalita bioplynu dodávaného do plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy odpovídá technické normě nebo technickému pravidlu, má se zato, že bioplyn dodávaný do plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy neohrožuje spolehlivý a bezpečný provoz plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy,
- dodávka bioplynu do plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy a odběr bioplynu z plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy musí být měřena průběhovým měřením typu A. Při splnění výše uvedených podmínek se považuje výroba elektřiny v zařízeních pro vysokoúčinnou kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, pro jejíž výrobu odebírá výrobce plyn z plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy v roční bilanci bioplynu dodaného výrobcem bioplynu do plynárenské distribuční nebo přepravní soustavy, za výrobu elektřiny v bioplynové stanici kategorie AF2.

(1.7.) Výkupní ceny a zelené bonusy pro větrné elektrárny:

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012	2230	1790
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	2280	1840
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	2330	1890
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	2490	2050
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2008	2730	2290
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2007 do 31. prosince 2007	2800	2360
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2006	2850	2410
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2005 do 31. prosince 2005	3120	2680
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2004 do 31. prosince 2004	3280	2840
Větrná elektrárna uvedená do provozu před 1. lednem 2004	3630	3190

(1.7.1.) U větrných elektráren uvedených do provozu po 1. lednu 2005 včetně se výkupní ceny a zelené bonusy podle bodu (1.7.) uplatňují pouze pro nově zřizované výrobní elektřiny, jejichž výrobní technologické celky, zejména rotor a generátor nejsou starší než dva roky.

(1.8.) Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím geotermální energie:

Druh obnovitelného zdroje	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím geotermální energie	4500	3450

(1.9.) Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření:

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012	6160	5080
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	7650	6570
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW do 100 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	6020	4940
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 100 kW a uvedený do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	5610	4530
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12750	11670
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedený do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12650	11570
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13690	12610
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedený do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13590	12510
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2008	14590	13510
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	14960	13880
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	7130	6050

(1.10.) U nově zřizované výroby připojené do distribuční soustavy nebo přenosové soustavy se dnem uvedení do provozu rozumí den, kdy byly splněny obě následující podmínky:

a) nabyla právní moc licence na výrobu elektřiny, a b) bylo ze strany provozovatele distribuční soustavy nebo provozovatele přenosové soustavy provedeno paralelní připojení výroby k distribuční nebo přenosové soustavě.

(1.11.) Novou lokalitou se rozumí lokalita, kde nebyla v období od 1. ledna 1995 připojena výroba elektřiny k přenosové nebo distribuční soustavě.

(1.12.) Je-li v rámci výroby elektřiny uveden do provozu další zdroj nebo více dalších zdrojů, nebo splňuje-li jeden či více zdrojů v rámci jedné výroby elektřiny podmínky pro uplatnění odlišných podpor, může výrobce uplatňovat odlišnou podporu pro takové jednotlivé zdroje za předpokladu, že zajistí samostatné měření výroby elektřiny v souladu se zvláštním právním předpisem) na jednotlivých vývodech ze zdrojů. V případě neosazení samostatného měření může výrobce elektřiny uplatňovat za celou výrobu elektřiny pouze nejnižší výši podpory při výběru z více možných podpor.

(1.13.) V případě uplatnění podpory formou povinného výkupu se elektřina měřená fakturačním měřením rozdělí při fakturaci v poměru samostatně naměřených hodnot výroby elektřiny na jednotlivých zdrojích. V případě uplatnění podpory formou zelených bonusů se zelené bonusy uplatňují samostatně na každý zdroj podle naměřených hodnot.

(1.14.) Podmínkou uplatnění výkupní ceny je předání údajů o předpokládaném množství elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů v jednotlivých výrobních elektřiny s instalovaným výkonem nad 1 MWe výrobcem příslušnému provozovateli regionální distribuční soustavy nebo provozovateli přenosové soustavy, a to následujícím postupem:

a) upřesněné měsíční množství elektřiny je předáno výrobcem příslušnému provozovateli soustavy do patnáctého dne kalendářního měsíce předcházejícího kalendářnímu měsíci, ve kterém se má dodávka uskutečnit,

b) upřesněné týdenní množství elektřiny je předáno výrobcem příslušnému provozovateli soustavy ve formě hodinových diagramů pro jednotlivé dny kalendářního týdne do 10.00 hodin prvního pracovního dne

kalendářního týdne před kalendářním týdnem, ve kterém se má dodávka uskutečnit, a c) upravený denní diagram dodávek je předáván výrobcem provozovateli příslušné soustavy do 8.00 hodin kalendářního dne, který předchází kalendářnímu dni, ve kterém se má dodávka uskutečnit.

Tento postup se nevztahuje na větrné elektrárny a výroby elektřiny využívající sluneční záření.

(1.15.) Pro výroby elektřiny s instalovaným výkonem nad 1 MWe s výjimkou malých vodních elektráren, větrných elektráren a výroben elektřiny využívajících sluneční záření se výkupní cena elektřiny stanovená podle tohoto cenového rozhodnutí snižuje za vykázané množství elektřiny o 20 %

a) pro každý den kalendářního měsíce, kdy bylo skutečně vykoupené množství elektřiny větší než součet množství uvedený v příslušném denním diagramu podle odstavce (1.14.) písm. c) o více než 10 %, nebo

b) pro každý den kalendářního měsíce, kdy bylo skutečně vykoupené množství elektřiny menší než součet množství uvedený v příslušném denním diagramu podle odstavce (1.14.) písm.

c) o více než 15 %.

(2) Pro elektřinu vyrobenou z kombinované výroby elektřiny a tepla platí tyto ceny a věcné podmínky:

Výroba elektřiny z kombinované výroby elektřiny a tepla	Výše příspěvku k ceně elektřiny v Kč/MWh		
	Základní pásmo (24 hodin)	VT 8 hodin	VT 12 hodin
Výrobní s instalovaným výkonem do 1 MW včetně, s výjimkou výroby využívající obnovitelné zdroje energie nebo spalující degazační plyn	590	1630	1150
Výrobní s instalovaným výkonem 1 MW až 5 MW včetně, s výjimkou výroby využívající obnovitelné zdroje energie nebo spalující degazační plyn	500	1250	870
Výrobní s instalovaným výkonem nad 5 MW, s výjimkou výroby využívající obnovitelné zdroje energie nebo spalující degazační plyn	45	-	-
Kombinovaná výroba elektřiny a tepla využívající obnovitelné zdroje energie nebo spalující degazační plyn	45	-	-

(2.1.) Příspěvky k ceně elektřiny jsou stanoveny jako pevné ceny podle zvláštního právního předpisu2).

(2.2.) Výrobce elektřiny z kombinované výroby elektřiny a tepla účtuje územně příslušnému provozovateli regionální distribuční soustavy nebo provozovateli přenosové soustavy, pokud je k přenosové soustavě připojen, příspěvek k ceně elektřiny za každou vykázanou MWh vyrobené elektřiny podle zvláštního právního předpisu.

(2.3.) Je-li elektřina dodávána výrobcem elektřiny obchodníkovi s elektřinou, zákazníkovi nebo je-li spotřebována přímo výrobcem elektřiny v době platnosti vysokého tarifu, a to v celkové délce 8 hodin denně, účtuje výrobce elektřiny příslušnému provozovateli soustavy za každou vykázanou MWh vyrobené elektřiny v době platnosti vysokého tarifu příspěvek k ceně elektřiny podle zvláštního právního předpisu7). Pásmo vysokého tarifu stanoví tento obchodník s elektřinou, zákazník nebo přímo výrobce elektřiny. Výrobce elektřiny stanoví pásmo vysokého tarifu pouze v případě, pokud veškerou vyrobenou elektřinu sám také spotřebovává. V případě uplatnění příspěvku v pásmu vysokého tarifu nevzniká nárok na příspěvek podle bodu (2.2.) a (2.4.).

(2.4.) Je-li elektřina dodávána výrobcem elektřiny obchodníkovi s elektřinou, zákazníkovi nebo je-li spotřebována přímo výrobcem elektřiny v době platnosti vysokého tarifu, a to v celkové délce 12 hodin denně, účtuje výrobce elektřiny příslušnému provozovateli soustavy za každou vykázanou MWh vyrobené elektřiny v době platnosti vysokého tarifu příspěvek k ceně elektřiny podle zvláštního právního předpisu7). Pásmo vysokého tarifu stanoví tento obchodník s elektřinou, zákazník nebo přímo výrobce elektřiny. Výrobce elektřiny stanoví pásmo vysokého tarifu pouze v případě, pokud veškerou vyrobenou elektřinu sám také spotřebovává. V případě uplatnění příspěvku v pásmu vysokého tarifu nevzniká nárok na příspěvek podle bodu (2.2.) a (2.3.).

(2.5.) Délku platnosti a dobu vysokého tarifu podle bodu (2.3.) nebo (2.4.) lze změnit vždy pouze k prvnímu dni kalendářního měsíce.

(2.6.) Ustanovení bodů (2.3.) a (2.4.) lze využít pouze pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla s celkovým instalovaným výkonem výroby do 5 MWe včetně.

(3) Pro elektřinu vyrobenou využíváním druhotných energetických zdrojů platí tyto pevné ceny a věcné podmínky:

(3.1.) Příspěvky k ceně elektřiny jsou stanoveny jako pevné ceny podle zvláštního právního předpisu.

(3.2.) Výrobce elektřiny při využívání druhotných energetických zdrojů s výjimkou spalování degazačního plynu účtuje územně příslušnému provozovateli regionální distribuční soustavy nebo provozovateli přenosové soustavy, pokud je k přenosové soustavě připojen, příspěvek k ceně elektřiny **45 Kč/MWh** za každou vykázanou MWh vyrobené elektřiny podle zvláštního právního předpisu. V tomto případě může výrobce uplatnit současně podporu podle bodu (2).

(3.3.) Výrobce elektřiny při spalování degazačního plynu (důlního plynu z otevřených dolů) účtuje územně příslušnému provozovateli regionální distribuční soustavy nebo provozovateli přenosové soustavy, pokud je k přenosové soustavě připojen, příspěvek k ceně elektřiny **1130 Kč/MWh** za každou vykázanou MWh vyrobené elektřiny podle zvláštního právního předpisu. V tomto případě může výrobce uplatnit současně podporu podle bodu (2).

Cenové rozhodnutí nabývá účinnosti dnem 1. ledna 2012.

10.3 Vyhláška 344/2009 Sb. ze dne 30. září 2009 o podrobnostech způsobu určení elektřiny z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla založené na poptávce po užitečném teple a určení elektřiny z druhotných energetických zdrojů

Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví podle § 98a odst. 1 písm. d) zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění zákona č. 158/2009 Sb., k provedení § 32 energetického zákona:

§ 1

Předmět úpravy

Tato vyhláška upravuje v návaznosti na přímo použitelný předpis Evropských společenství¹⁾

- a) způsob určení elektřiny z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla (dále jen „kombinovaná výroba“) nebo mechanické energie,
- b) způsob určení elektřiny z druhotných energetických zdrojů,
- c) vyhodnocování a zúčtování elektřiny z kombinované výroby a druhotných energetických zdrojů.

§ 2

Technologie nebo zařízení kombinované výroby a způsob určení množství elektřiny z kombinované výroby nebo mechanické energie

(1) Technologií nebo zařízením kombinované výroby nebo mechanické energie se pro účely této vyhlášky rozumí

- a) paroplynové zařízení s dodávkou tepla,
- b) parní protitlaká turbína,
- c) kondenzační odběrová turbína,
- d) plynová turbína s rekuperací tepla,
- e) spalovací pístový motor s rekuperací tepla,
- f) mikroturbína,
- g) Stirlingův motor s rekuperací tepla,
- h) palivový článek,
- i) parní stroj s rekuperací tepla,
- j) organický Rankinův cyklus, nebo
- k) kombinace technologií a zařízení uvedených v písmenech a) až j).

(2) Za elektřinu z kombinované výroby se považuje elektřina z výroben, pro něž bylo Ministerstvem průmyslu a obchodu (dále jen „ministerstvo“) vydáno osvědčení o původu elektřiny z kombinované výroby (dále jen „osvědčení“) na základě žádosti o vydání osvědčení, jejíž vzor je uveden v příloze č. 1 k této vyhlášce. Osvědčení prokazuje schopnost zařízení vyrábět elektřinu z kombinované výroby. Osvědčení se vydává pro soustrojí, sériovou sestavu soustrojí, neumožňuje li to technické provedení, vydává se pro výrobu.

(3) Množství elektřiny z kombinované výroby, na které je poskytován příspěvek k ceně elektřiny, se za uplynulý kalendářní rok nebo jeho část stanoví na základě měření svorkové výroby na výstupu z generátoru, poměru elektřiny a tepelné energie způsobem uvedeným v příloze č. 3 k této vyhlášce. Nelze-li množství elektřiny stanovit způsobem uvedeným v příloze č. 3 k této vyhlášce, může vlastník zařízení nebo jeho provozovatel postupovat jiným způsobem odsouhlaseným ministerstvem za těchto předpokladů:

- a) při kombinované výrobě je oproti oddělené výrobě elektřiny a tepla dosaženo měsíční nebo roční 10% úspory primární energie, která se vypočte způsobem uvedeným v příloze č. 4 k této vyhlášce; tento požadavek se vztahuje pouze na zdroj s instalovaným elektrickým výkonem vyšším než 1 MW, nebo
- b) při dosažení měsíční nebo roční minimální účinnosti výroby energie stanovené podle přílohy č. 4 k této vyhlášce.

(4) U zařízení uváděného do provozu za účelem udělení osvědčení se provede výpočet pro první kalendářní rok podle předpokládané výroby a způsobu provozu.

(5) Množství tepla a elektřiny, případně mechanické energie z kombinované výroby, se při spalování směsi paliv člení v poměru energetického potenciálu vstupních paliv.

§ 3

Způsob určení množství elektřiny z druhotných energetických zdrojů

(1) Za elektřinu z druhotných energetických zdrojů se považuje elektřina vyrobená ve výrobních elektřiny využívajících zcela nebo zčásti energetický potenciál druhotných energetických zdrojů, pro něž bylo na základě žádosti vydáno ministerstvem osvědčení o původu elektřiny z druhotných energetických zdrojů, jehož vzor je uveden v příloze č. 2 k této vyhlášce.

(2) Výpočet množství elektřiny vyrobené z druhotných energetických zdrojů se provádí na základě stanovení úspory primárního paliva za uplynulý kalendářní rok nebo jeho část. U zařízení uváděného do provozu se provede výpočet pro první kalendářní rok podle předpokládané výroby a způsobu provozu. Výpočet se provede podle přílohy č. 5 k této vyhlášce. Nelze-li množství elektřiny stanovit způsobem uvedeným v příloze č. 5 k této vyhlášce, může vlastník zařízení nebo jeho provozovatel postupovat jiným způsobem odsouhlaseným ministerstvem.

§ 4

Vyhodnocování a zúčtování množství elektřiny z kombinované výroby a druhotných energetických zdrojů

(1) O předpokládané výrobě elektřiny v následujícím kalendářním roce ze zařízení kombinované výroby nebo vyrobené z druhotných energetických zdrojů o instalovaném elektrickém výkonu vyšším než 1 MW informuje výrobce provozovatele příslušné distribuční soustavy přímo připojené na přenosovou soustavu nebo provozovatele přenosové soustavy do 31. července v souladu s vyhláškou č. 140/2009 Sb., o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen.

(2) Výrobci ze zdrojů o instalovaném elektrickém výkonu do 1 MW včetně informují provozovatele příslušné distribuční soustavy o předpokládané výrobě elektřiny v následujícím kalendářním roce jednorázově, a to pouze při obdržení osvědčení nebo při změně způsobu výroby či změně množství vyráběné elektřiny o více než 25 %.

(3) Časovým úsekem pro vyhodnocování množství elektřiny s příspěvkem k ceně elektřiny je 1 měsíc nebo 1 rok. Vyhodnocení a vyúčtování množství elektřiny z kombinované výroby nebo z druhotných energetických zdrojů provádí provozovatel kogenerační jednotky a předává výkaz provozovateli místně příslušné distribuční soustavy připojené na přenosovou soustavu nebo provozovateli přenosové soustavy.

(4) Dokladem pro vyhodnocování množství elektřiny s příspěvkem k ceně elektřiny je měsíční nebo roční výkaz o výrobě elektřiny ze zdrojů s kombinovanou výrobou, jehož vzor je uveden v příloze č. 6 k této vyhlášce, a dokladem pro vyhodnocování množství elektřiny s příspěvkem k ceně elektřiny je měsíční nebo roční výkaz o výrobě elektřiny z druhotných energetických zdrojů, jehož vzor je uveden v příloze č. 7 k této vyhlášce. Údaje uváděné v měsíčních nebo ročních výkazech pro vyhodnocování množství elektřiny s příspěvkem k ceně elektřiny musejí vycházet ze skutečných naměřených provozních hodnot podle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů, a jejich vyhodnocení. Předmětem vyhodnocování je soustrojí nebo sestava soustrojí, neumožňuje-li to technické provedení, posuzuje se výrobně.

(5) Množství elektřiny vyrobené z kombinované výroby nebo z druhotných energetických zdrojů se posuzuje podle velikosti úspory primárních paliv a účinnosti výroby energie, přičemž dosažené hodnoty vycházejí ze skutečných naměřených provozních hodnot a jejich vyhodnocení.

§ 5

Přechodná ustanovení

Dnem nabytí účinnosti této vyhlášky provede držitel osvědčení výpočet podle přílohy č. 4 k této vyhlášce. U těch zařízení, která nevyhoví parametrům, ztrácí osvědčení vydané podle předchozích předpisů platnost.

§ 6

Zrušovací ustanovení

Zrušuje se:

1. Vyhláška č. 439/2005 Sb., kterou se stanoví podrobnosti způsobu určení množství elektřiny z kombinované výroby elektřiny a tepla a určení množství elektřiny z druhotných energetických zdrojů.
2. Vyhláška č. 110/2008 Sb., kterou se mění vyhláška Částka 108 Sbírka zákonů č. 344 / 2009 Strana 4815 č. 439/2005 Sb., kterou se stanoví podrobnosti způsobu určení množství elektřiny z kombinované výroby elektřiny a tepla a určení množství elektřiny z druhotných energetických zdrojů.

§ 7

Účinnost



Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem jejího vyhlášení.

Způsob určení elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby vázané na výrobu užitečné tepelné energie

Pro účely výpočtu elektřiny z kombinované výroby se rozumí :

- celkovou účinností podíl součtu užitečného tepla a vyrobené elektřiny v procesu kombinované výroby vázané na dodávku užitečného tepla, popřípadě mechanické energie, k celkovému množství tepla v palivu při kombinované výrobě tepla a elektrické, případně mechanické energie vázané na dodávku užitečného tepla,
- soustrojím soustrojí skládající se ze zdroje tepelné a elektrické, případně mechanické energie a je základní výrobní jednotkou kombinované výroby elektřiny a tepla,
- sériovou sestavou soustrojí sériová sestava strojů ohraničená hranicí kombinované výroby,
- poměrnou úsporou primární energie číselný údaj vyjadřující podíl úspory primární energie získaný společnou výrobou elektřiny a tepla oproti samostatné výrobě elektřiny a tepla vyjádřený v procentech,
- ekvivalentem elektřiny množství mechanické energie přepočtené na elektřinu.

Elektřina z vysoce účinné kombinované výroby se stanoví následujícím postupem:

- Výroba elektrické energie pomocí společné výroby elektřiny a tepla s vysokou účinností se považuje za rovnou celkové roční nebo měsíční výrobě elektrické energie v soustrojí, sériové sestavě soustrojí nebo výrobě elektřiny a tepla měřené na výstupu (svorkách) hlavních generátorů elektřiny:
 - pro zařízení kombinované výroby elektřiny a tepla typů d), e), f), g), h) a i) uvedených v § 2 odst. 1 s celkovou roční nebo měsíční prahové hodnoty účinnosti minimálně ve výši 75 %.
 - pro zařízení kombinované výroby elektřiny a tepla typů a) a c) uvedených v § 2 odst. 1 s celkovou roční nebo měsíční prahové hodnoty účinnosti minimálně ve výši 80 %
 - pro zařízení typu b) v zapojení podle typového schématu uvedeného v žádosti.
- U zařízení kombinované výroby elektřiny a tepla s celkovou roční nebo měsíční účinností nižší než je uvedena v písm. a) bodu 1) a 2), nebo tam, kde není výroba kogenerační elektřiny přímo měřena se výroba elektrické energie ze společné výroby elektřiny a tepla stanovuje podle následujícího přehledu a vzorce :

1) Parní protitlaká turbína

Množství elektřiny z kombinované výroby vyrobené soustrojím s protitlakou turbínou kde není měření svorkové výroby elektřiny, se stanoví podle vztahu:

$$E^T = Q_{už}^T \cdot y_p \cdot x_p \quad (\text{MWh})$$

výroby k dalšímu využití. Množství užitečného tepla se stanoví podle definice měřením nebo vyhodnocením z naměřených hodnot. .

y_p [-] je směrné číslo vyjadřující poměr výroby elektřiny v zařízení kombinované výroby k výrobě užitečného tepla za určitý časový úsek. Výroba elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby přitom odpovídá podílu výroby elektřiny, která je fyzikálně bezprostředně spojena s výrobou užitečného tepla,

Hodnoty y_p pro protitlaké soustrojí jsou stanoveny v následující tabulce:

P2	P1							
	1,6	2,0	2,5	3,5	6,0	9,0	13,0	16,0
0,08	0,21	0,23	0,26	0,28	0,35	0,40	0,43	0,44
0,12	0,18	0,20	0,23	0,26	0,32	0,37	0,38	0,39
0,25	0,13	0,15	0,18	0,20	0,27	0,31	0,33	0,34
0,50	0,06	0,10	0,13	0,15	0,22	0,27	0,29	0,30
0,70	-	0,06	0,10	0,13	0,19	0,23	0,25	0,26
1,30	-	-	0,05	0,07	0,14	0,18	0,20	0,21

P_1 je vstupní tlak [MPa]

P_2 je protitlak [MPa]

x_p [-] je součinitel vlivu zatížení parní turbíny, hodnoty jsou stanoveny v následující tabulce:

zatížení	100	80	60	40	20	10
x_p	1,00	0,98	0,95	0,90	0,75	0,6

Zatížení v měsíci se stanoví podle vztahu:

$$\text{zatížení} = P_x / P_j \cdot 100 \quad [\%]$$

P_j je jmenovitý elektrický výkon turbíny [MW]

P_x se vypočítá jako E_x / z_x příčemž

E_x je výroba elektřiny v daném měsíci [MWh]

Z_x je počet provozních hodin turbíny v daném měsíci [h]

2.Kondenzační odběrová turbína

Množství elektřiny z kombinované výroby vyrobené soustrojím s kondenzační odběrovou turbínou, které nesplňuje celkovou roční nebo měsíční minimální účinnost 80 %, se stanoví podle vztahu:

$$E^T = Q_{už}^T \cdot y_{ko} \cdot x_p \quad [\text{MWh}]$$

$Q_{už}^T$ [MWh] se stanoví shodně jako v odstavci 1.

y_{ko} [-] je směrné číslo vyjadřující poměr výroby elektřiny v zařízeních kombinované výroby k výrobě užitečného tepla za určitý časový úsek. Výroba elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby přitom odpovídá podílu výroby elektřiny, která je fyzikálně bezprostředně spojena s výrobou užitečného tepla,

Hodnoty y_{ko} pro kondenzační odběrovou turbínu jsou stanoveny v následující tabulce:

t_r	P1							
	1,6	2,0	2,5	3,5	6,0	9,0	13,0	16,0

> = 5	0,230 (0,230)	0,255 (0,255)	0,280 (0,280)	0,320 (0,320)	0,380 (0,380)	0,430 (0,430)	0,480 (0,480)	0,500 (0,500)
3	0,220 (0,225)	0,245 (0,250)	0,270 (0,275)	0,310 (0,315)	0,360 (0,365)	0,415 (0,420)	0,465 (0,475)	0,485 (0,495)
1	0,210 (0,220)	0,235 (0,245)	0,260 (0,270)	0,295 (0,305)	0,350 (0,360)	0,400 (0,410)	0,450 (0,465)	0,465 (0,480)
0	0,200 (0,215)	0,233 (0,240)	0,255 (0,270)	0,285 (0,300)	0,340 (0,355)	0,395 (0,410)	0,440 (0,460)	0,455 (0,480)
-1	0,195 (0,210)	0,220 (0,235)	0,250 (0,265)	0,280 (0,295)	0,335 (0,350)	0,385 (0,400)	0,435 (0,460)	0,455 (0,470)
-3	0,185 (0,205)	0,210 (0,230)	0,230 (0,260)	0,265 (0,287)	0,325 (0,345)	0,3700 (0,395)	0,420 (0,450)	0,435 (0,465)
-5	0,175 (0,200)	0,200 (0,225)	0,225 (0,255)	0,2500 (0,28)	0,310 (0,335)	0,355 (0,385)	0,400 (0,440)	0,410 (0,450)
-7	0,160 (0,190)	0,185 (0,215)	0,215 (0,250)	0,235 (0,270)	0,295 (0,330)	0,340 (0,375)	0,384 (0,432)	0,400 (0,440)

P_1 je vstupní tlak [MPa]

t_r je průměrná měsíční teplota ovzduší [°C]

Hodnoty y_{ko} jsou pro parametry tepelné sítě 150/70°C, v závorkách jsou hodnoty pro 120/50°C.

Jsou uvedeny jen hodnoty pro rozmezí $t_r = 5^\circ\text{C}$ (kdy s ohledem na ohřev TUV je nutný provoz s konstantní teplotou 70°C) a $t_r = -7^\circ\text{C}$. Nižší průměrné měsíční teploty než uvedené se v ČR nevyskytují, průběh veličiny y_{ko} je prakticky lineární.

x_p [-] je součinitel vlivu zatížení parní turbíny, hodnoty jsou uvedeny v odstavci 1.

Množství elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby je nižší nebo max. rovno celkovému množství vyrobené elektřiny E sníženému o množství elektřiny vyrobené kondenzačním způsobem.

$$E^I \leq E - E_K$$

Množství elektřiny vyrobené kondenzačním způsobem se vypočte podle vzorce:

$$E_K = \frac{M_{ko} \cdot (i_{ad} - i_{ko})}{q_{elkond}}$$

kde

i_{ad} [GJ/t] je entalpie admisní páry (na vstupu do turbíny)

i_{ko} [GJ/t] je entalpie kondenzátu na výstupu z kondenzátoru

q_{elkond} [GJ/MWh] je měrná spotřeba tepla na výrobu elektřiny v kondenzačním režimu (stanovená

výrobcem nebo nezávislou organizací)

M_{ko} [t] je množství turbinového kondenzátu za hodnocené období

3. Plynová turbína s rekuperací tepla

Množství elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby vyrobené v soustrojí se spalovací turbínou při

provozu s rekuperací tepla, které nespĺňuje celkovou roční nebo měsíční minimální účinnost 75 %, se stanoví podle vztahu:

$$E^T = Q_{už}^T \cdot y_{st} \text{ [MWh]}$$

$Q_{už}^T$ [MWh] se stanoví shodně jako v odstavci 1., při odečtu vlastní spotřeby tepelné energie se postupuje obdobně jako v odstavci 1.

y_{st} [-] se vypočítá jako $y_{st} = y \cdot x_s \cdot x_i$, přičemž

x_s [-] součinitel teploty ovzduší, vyjadřuje vliv průměrné měsíční teploty ovzduší,

x_i [-] součinitel vlivu zatížení spalovací turbíny, vyjadřuje vliv poklesu zatížení a teploty

spalin na výstupu,

y [-] je poměr elektrického a tepelného výkonu stanovený výrobcem.

Teplota ovzduší (°C)	-15	-5	+5	+15	+25
x_s	1,15	1,10	1,06	1,00	0,95

Zatížení %	100	90	80	70	60	50
x_i	1,00	0,99	0,97	0,94	0,89	0,80

Zatížení v měsíci se stanoví podle vztahu:

$$\text{zatížení} = P_x / P_j \cdot 100 \text{ [%]}$$

P_j je jmenovitý elektrický výkon turbíny [MW]

P_x se vypočítá jako E_x / z_x přičemž

E_x je výroba elektřiny v daném měsíci [MWh]

z_x je počet provozních hodin turbíny v daném měsíci [h]

4. Spalovací pístový motor

Množství elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby vyrobené v soustrojí se spalovacím motorem, při provozu s konstantními otáčkami a kvalitativní regulací, s plným využitím odpadního tepla, která nespĺňuje celkovou roční nebo měsíční minimální účinnost 75 %, se stanoví podle vztahu:

$$E^T = Q_{už}^T \cdot y_{sm} \text{ [MWh]}$$

$Q_{už}^T$ [MWh] se stanoví shodně jako v odstavci 1., při odečtu vlastní spotřeby tepelné energie se

postupuje obdobně jako v odstavci 1.

y_{sm} [-] se stanoví podle technické dokumentace kogenerační jednotky, jinak se uvažuje s hodnotou:

0,52 u jednotek s jmenovitým výkonem nižším než 100 kW_e

0,67 u jednotek s jmenovitým výkonem 100 - 300 kW_e

0,75 u jednotek s jmenovitým výkonem vyšším než 300 kW_e

5. Paroplýnové zařízení s dodávkou tepla

Množství elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby vyrobené v soustrojí v paroplýnovém cyklu,

který nespĺňuje celkovou roční nebo měsíční minimální účinnost 80 %, se stanoví podle vztahu:

$$E^T = Q_{u\dot{z}}^T \cdot y_{pp} \quad [\text{MWh}]$$

$Q_{u\dot{z}}^T$ [MWh] se stanoví shodně jako v odstavci 1, při odečtu vlastní spotřeby tepelné energie se postupuje obdobně jako v odstavci 1.

y_{pp} [-] se stanoví ze vztahu
$$y_{pp} = \frac{P_{st} \cdot x_s \cdot x_i + P_{ko} \cdot x_p \cdot x_t}{Q_{pp}}$$

P_{st} [MW] je výkon spalovací turbíny

P_{ko} [MW] je výkon kondenzační odběrové turbíny

Q_{pp} [MW] je tepelný výkon soustrojí

x_s [-] je součinitel teploty ovzduší (viz odstavec 3)

x_i [-] je součinitel vlivu zatížení spalovací turbíny (viz odstavec 3)

x_p [-] je součinitel vlivu zatížení parní turbíny (viz odstavec 1)

x_t [-] je součinitel vlivu tepelného výkonu spalín

x_t se stanoví podle průměrné měsíční teploty ovzduší takto:

pro t_z od 0°C včetně až do - 15°C : 1,05 pro t_z nad 0°C

až do + 15°C : 1,02

6. Kombinace více typů kombinované výroby v jedné výrobně

Pokud je výrobná vybavena různými typy zdrojů kombinované výroby, které jsou osazeny samostatným měřením výroby tepelné energie, rozdělí se dodávka užitečného tepla v poměru naměřených hodnot. Vynásobením jednotlivých podílů příslušným směrným číslem a jejich sečtením se stanoví množství elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby, u které bude uplatněn příspěvek k ceně. Není-li výrobná vybavena samostatným měřením tepelné energie z jednotlivých výrobních bloků, navrhne výrobce postup výpočtu dodávky elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby sám v souladu s výše uvedenými základními postupy, při čemž budou ve výrobě upřednostněna výrobní zařízení s nižší měrnou spotřebou paliv, a nechá si postup výpočtu potvrdit ministerstvem.

Tímto způsobem je možno řešit i případy zdrojů, jejichž technické provedení neumožňuje uplatnit postupy stanovení množství elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby uvedené v této příloze vyhlášky.

Způsob určování úspory primární energie v procesu vysoce účinné kombinované výroby elektřiny a tepla

- (1) Účinnost procesu kombinované výroby jako kritéria pro stanovení množství elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby s nárokem na příspěvek se stanovuje výpočtem jako úspora primární energie podle odstavce 3 nebo podle odstavce 16 této přílohy. Pro účely výpočtu je možno použít i jiné období než 1 rok.
- (2) Užitečným teplem, teplo vyrobené v procesu kombinované výroby tepla a elektřiny k uspokojování ekonomicky odůvodněné poptávky po teplu a chlazení; užitečným teplem není teplo spotřebované pro vlastní spotřebu výroby tepla, nebo elektřiny, nebo tepla a elektřiny; užitečným teplem není ani teplo spotřebované pro výrobu elektřiny u sériově řazených turbosoustrojí navazujících na kombinovanou výrobu tepla a elektřiny

- (3) Výpočet úspor primární energie

$$UPE = \left[1 - \frac{1}{\frac{\eta_q^T}{\eta_r^V} + \frac{\eta_e^T}{\eta_r^E}} \right] \cdot 100 \quad [\%]$$

přičemž dílčí účinnosti výroby tepla η_q^T a elektřiny η_e^T v teplárně se stanoví podle vzorců:

$$\eta_q^T = \frac{Q_{už}^T}{Q_{pal}^T} \quad [-] \quad \eta_e^T = \frac{E^T}{Q_{pal}^T} \quad [-]$$

η_q^T - je energetická účinnost dodávky tepla z kombinované výroby definovaná jako roční nebo měsíční výroba užitečného tepla v soustrojí, sériové sestavě soustrojí nebo výrobně s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla dělená spotřebou paliva použitého v procesu kombinované výroby. U parních výroben elektřiny a tepla se tato hodnota vynásobí koeficientem 1,045. [-]

η_e^T - je elektrická účinnost kombinované výroby definovaná jako roční nebo měsíční výroba elektřiny z kombinované výroby v soustrojí, sériové sestavě soustrojí nebo výrobně vázaná na dodávku užitečného tepla dělená spotřebou paliva použitého v procesu kombinované výroby. U parních výroben elektřiny a tepla, kde rok výstavby je 1996 a dříve, se tato hodnota vynásobí koeficientem 1,107. [-]

η_r^V - je referenční hodnota energetické účinnosti oddělené výroby tepla (výtopenská výroba) [-]

η_r^E - je referenční hodnota účinnosti oddělené výroby elektřiny (podle vzorce v odst.13) [-]

$Q_{u\check{z}}^T$ – je roční nebo měsíční výroba užitečného tepla dodaného ze soustrojí nebo výrobní s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla, stanoví se podle definice buď měřením nebo vyhodnocením naměřených hodnot [MWh]

Q_{pal}^T – je energetický potenciál paliva použitého v procesu kombinované výroby ke společné výrobě užitečného tepla a elektřiny, při splnění prahových hodnot účinnosti se jedná o celkové palivo spotřebované v soustrojí nebo sériové sestavě soustrojí [MWh]

Energetický potenciál paliva použitého v kombinované výrobě se stanoví podle vzorce:

$$Q_{pal}^T = Q_{pal,celk}^T - Q_{pal,v\check{y}t}^T - Q_{pal,elkond}^T$$

$Q_{pal,elkond}^T$ – je energetický potenciál paliva použitého k výrobě kondenzační elektřiny [MWh] a odečítá se u zařízení parních kondenzačních odběrových turbín, pokud celková účinnost je nižší než 80%. Vypočte se ze vztahu:

$$Q_{pal,elkond}^T = E_K \cdot S_{pal}^{ev}$$

E_K – je množství elektřiny [MWh] vyrobené kondenzačním způsobem a vypočtené podle přílohy č.3, bod 2.

S_{pal}^{ev} – je měrná spotřeba paliva na výrobu kondenzační elektřiny [MWh/MWh] stanovená buď výrobcem nebo měřením, které provede nezávislá odborná organizace

$Q_{pal,celk}^T$ – je celkový energetický potenciál paliva použitého v soustrojí, sériové sestavě soustrojí nebo ve výrobně včetně výtopenského energetického potenciálu [MWh]; stanoví se měřením

$Q_{pal,v\check{y}t}^T$ – je výtopenský energetický potenciál paliva soustrojí nebo výrobní [MWh], stanoví se jako součet množství paliva spáleného ve výtopenských kotlích a paliva spotřebovaného na dodávku tepla z parních redukčních stanic
Vypočte se ze vztahu:

$$Q_{pal,v\check{y}t}^T = Q_{u\check{z},v\check{y}t}^T \cdot S_{pal}^{td}$$

$Q_{u\check{z},v\check{y}t}^T$ – je dodávka užitečného tepla z výtopenských kotlů a redukčních stanic [MWh] (změřená nebo zjištěná vyhodnocením změřených hodnot)

S_{pal}^{td} – je měrná spotřeba paliva na výrobu užitečného tepla [MWh/MWh] stanovená buď výrobcem nebo měřením, které provede nezávislá odborná organizace

E^T – je roční nebo měsíční výroba svorkové elektřiny [MWh] vázaná na dodávku užitečného tepla ze soustrojí, sériové sestavy soustrojí nebo výrobní s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla, v případě splnění prahových hodnot účinnosti se jedná o celou svorkovou výrobu elektřiny.

(4) Harmonizované referenční hodnoty účinnosti se vztahují k výhřevnosti paliva, teplotě prostředí 15 °C, atmosférickému tlaku 1,013 barů (1 013 hPa), relativní vlhkosti 60 % a pro oddělenou výrobu elektřiny a tepelné energie jsou uvedeny v procentech.

(5) Korekční faktory vlivu klimatických podmínek a vyhnutelných síťových ztrát se vztahují pouze na harmonizované referenční hodnoty účinnosti pro oddělenou výrobu elektřiny.

(6) Tabulka č. 1

Harmonizované referenční hodnoty účinnosti pro oddělenou výrobu elektřiny používané k výpočtům v období od roku 2006 do roku 2011

Palivo	Zařízení KVET vybudované do roku											
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006-2011	
	η_{ref}^E	η_{ref}^E	η_{ref}^E	η_{ref}^E	η_{ref}^E	η_{ref}^E	η_{ref}^E	η_{ref}^E	η_{ref}^E	η_{ref}^E	η_{ref}^E	
Pevné	Černé uhlí	39,700	40,500	41,200	41,800	42,300	42,700	43,100	43,500	43,800	44,000	44,2
	Hnědé uhlí, lignit	37,300	38,100	38,800	39,400	39,900	40,300	40,700	41,100	41,400	41,600	41,8
	Dřevní hmota	25,000	26,300	27,500	28,500	29,600	30,400	31,100	31,700	32,200	32,600	33,0
	Biomasa	20,000	21,000	21,600	22,100	22,600	23,100	23,500	24,000	24,400	24,700	25,0
	Biologicky rozložitelný a neobnovitelný (komunální) odpad	20,000	21,000	21,600	22,100	22,600	23,100	23,500	24,000	24,400	24,700	25,0
Kapalné	Topné oleje	39,700	40,500	41,200	41,800	42,300	42,700	43,100	43,500	43,800	44,000	44,2
	Biopaliva	39,700	40,500	41,200	41,800	42,300	42,700	43,100	43,500	43,800	44,000	44,2
	Biologicky rozložitelný odpad	20,000	21,000	21,600	22,100	22,600	23,100	23,500	24,000	24,400	24,700	25,0
	Neobnovitelný odpad	20,000	21,000	21,600	22,100	22,600	23,100	23,500	24,000	24,400	24,700	25,0
Plynné	Zemní plyn	50,000	50,400	50,800	51,100	51,400	51,700	51,900	52,100	52,300	52,400	52,5
	Plyn z rafinace/vodík	39,700	40,500	41,200	41,800	42,300	42,700	43,100	43,500	43,800	44,000	44,2
	Koksárenský, vysokopecní a jiné odpadní plyny, odpadní teplo	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,0
	Bioplyn	36,700	37,500	38,300	39,000	39,600	40,100	40,600	41,000	41,400	41,700	42,0

(7) Výrobci kombinované výroby elektřiny a tepelné energie, použijí referenční hodnoty účinnosti výroby elektřiny uvedené v tabulce č.1 v souvislosti s rokem výstavby.

Tyto harmonizované referenční hodnoty platí po dobu deseti let od roku výstavby.

Rokem výstavby výroby nebo zařízení kombinované výroby elektřiny a tepelné energie je kalendářní rok, ve kterém byla zahájena výroba elektřiny.

(8) U výroby, soustrojí nebo sériové sestavy soustrojí kombinované výroby elektřiny a tepelné energie, která dosáhne jedenáctého roku provozu, použije výrobce v souladu s odstavcem (7) harmonizované referenční hodnoty účinnosti deset let staré po dobu jednoho roku.

(9) V případě, že soustrojí nebo sériová sestava soustrojí kombinované výroby elektřiny a tepelné energie byla technicky zhodnocena (modernizována nebo rekonstruována) a investiční náklady na technické zhodnocení přesáhnou 50% investičních nákladů na

výstavbu nového srovnatelného soustrojí nebo sériové sestavy soustrojí pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepelné energie, za rok výstavby se považuje rok první výroby elektřiny ve zdokonaleném zařízení.

Pokud výroba se skládá z více soustrojí nebo sériových sestav soustrojí kombinované výroby elektřiny a tepelné energie, které byly instalovány v různých letech a pokud to provedení kombinované výroby elektřiny a tepelné energie umožňuje, hodnotí se jednotlivá soustrojí nebo sériové sestavy soustrojí odděleně.

V případě, že tento postup nelze aplikovat, pak stáří jednotlivých soustrojí nebo sériových sestav soustrojí se stanoví jako průměr počítaný na základě podílu investic realizovaných rokem výstavby.

V případě, že jednotlivé investiční akce ve výrobně byly realizovány ve značně rozdílných časových úsecích, může výrobce zahrnout do výpočtu roku výstavby přečtovací koeficient, výpočet si nechá schválit ministerstvem.

(10) Pokud se v daném zařízení spaluje pouze jeden druh paliva, dosadí se za hodnotu η_{rpal}^E přímo hodnota η_{rpal}^E z tabulky č. 1. V případě společného spalování více druhů paliv při kombinované výrobě elektřiny a tepelné energie, stanovujeme výsledné harmonizované referenční hodnoty účinnosti pro oddělenou výrobu elektřiny prostřednictvím váženého průměru vztaženého na jednotlivá množství tepla v palivu.

$$\eta_{rpal}^E = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{pal,i} \cdot \eta_{rpal}^E}{\sum_{i=1}^n Q_{pal,i}} \quad [\%]$$

$Q_{pal,i}$ –podíly energie jednotlivých druhů paliva spotřebovaných v kotli ke krytí kombinované výroby
[GJ].

η_{rpal}^E –harmonizované referenční účinnosti oddělené výroby elektřiny uvedené v tabulce č.1 pro jednotlivé druhy paliva. [%]

(11) Harmonizovaná referenční účinnost pro oddělenou výrobu elektřiny se zvyšuje v závislosti na průměrné roční teplotě vzduchu o 0,1 procentního bodu za každý stupeň pod 15 °C. Protože na území ČR dlouhodobá průměrná roční teplota vzduchu t_{tep} dosahuje 8 °C, zvýší se harmonizovaná referenční účinnost o

$$\Delta\eta_{rpal}^E = 0,1 \cdot (15-8) = 0,7 \quad [\%]$$

Korekční faktory pro klimatickou podmínky se nepoužívají u technologií kombinované výroby elektřiny a tepla založených na palivových článcích.

(12) Harmonizovaná referenční účinnost pro oddělenou výrobu elektřiny η_{rtep} se dále upravuje v závislosti na síťových ztrátách, které přímo souvisí s napětovou úrovní připojení výroby kombinované výroby elektřiny a tepelné energie koeficientem napětové úrovně připojení $k_{nap.úrovně\ přip}$.

Tabulka č.2
Korekční faktory ve vztahu k síťovým ztrátám

Napětí	Hodnota korekčního faktoru $k_{nap.úrovně\ přip}$	
	Elektřina dodávána do přenosové nebo distribuční soustavy	Elektřina dodávána pro vlastní spotřebu nebo přímým vedením
> 200 kV	1,000	0,985
100-200 kV	0,985	0,965
50-100 kV	0,965	0,945
0,4-50 kV	0,945	0,925
< 0,4 kV	0,925	0,860

Pokud výrobná dodává elektřinu do jedné napětové úrovně, dosadí se za hodnotu $k_{nap.úrovně\ přip}$ přímo hodnota $k_{nap.úrovně\ přip}$ z tabulky č. 2.

V případě, že výrobná, soustrojí nebo sériová sestava soustrojí dodává elektřinu do více napětových úrovní, korekční faktor pro vyhnutelné síťové ztráty se vyhodnotí na základě váženého průměru dodávané elektřiny.

$$k_{nap.úrovně\ přip} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{nap.úrovně\ přip} \cdot E_i}{\sum_{i=1}^n E_i} \quad [-]$$

E_i - jednotlivé podíly množství elektřiny dodané do odlišných napětových úrovní v [MWh]

$k_{nap.úrovně\ přip}$ – jednotlivé korekční faktory pro vyhnutelné síťové ztráty

Korekční faktory pro vyhnutelné síťové ztráty se neuplatňují pro dřevní hmotu a bioplyn.

(13) Výsledná hodnota harmonizované účinnosti oddělené výroby elektřiny k dosazení do vzorce pro výpočet úspory primární energie v odst. 3 se stanoví podle vzorce

$$\eta_r^E = (\eta_{rpal}^E + \Delta\eta_{rtep}^E) \cdot k_{nap.úrovně\ přip} \quad [\%]$$

(14) Tabulka č. 3

Harmonizované referenční hodnoty účinnosti pro oddělenou výrobu tepla

Palivo		Druh média	
		Pára/horká voda	Přímé výfukové plyny
		η_{ripal}^V	η_{ripal}^V
Pevné	Černé uhlí	88,000	80,000
	Hnědé uhlí, lignit	86,000	78,000
	Dřevní hmota	86,000	78,000
	Biomasa	80,000	72,000
	Biologicky rozložitelný a neobnovitelný (komunální) odpad	80,000	72,000
Kapaln é	Topné oleje	89,000	81,000
	Biopaliva	89,000	81,000
	Biologicky rozložitelný odpad	80,000	72,000
	Neobnovitelný odpad	80,000	72,000
Plynné	Zemní plyn	90,000	82,000
	Plyn z rafinace/vodík	89,000	81,000
	Koksárenský, vysokopeční a jiné odpadní plyny, odpadní teplo	80,000	72,000
	Bioplyn	70,000	62,000

Pokud se v zařízení spaluje pouze jeden druh paliva, dosadí se do vzorce pro výpočet UPE v odst.3 za hodnotu η_r^V hodnota $\eta_{\text{ripal}}^V - 5$ [%]. V případě společného spalování více druhů paliv stanovujeme výslednou harmonizovanou referenční hodnotu účinnosti pro oddělenou výrobu tepla prostřednictvím váženého průměru vztaženého na jednotlivá množství tepla v palivu podle vzorce

$$\eta_r^V = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{\text{pal},i} \cdot \eta_{\text{ripal},i}^V}{\sum_{i=1}^n Q_{\text{pal},i}} - 5 \quad [\%]$$

$Q_{\text{pal},i}$ – jednotlivé podíly energie paliv spotřebované v kotli ke krytí výroby příslušejícího podílu elektřiny a tepelné energie v [GJ]

η_{ripal}^V – jednotlivé harmonizované referenční účinnosti oddělené výroby tepelné energie členěné podle typu paliva [%]

(15) V případě, že v jednom procesu kombinované výroby je vyráběna elektřina, užitečné teplo a mechanická energie, navrhne postup výpočtu dílčích energetických účinností dodávky tepla, elektrické účinnosti a výroby mechanické energie (např. tlakového vzduchu) a úspory primární energie sám výrobce a nechá si postup potvrdit ministerstvem.

(16) Minimální účinnost výroby elektrické energie pro parní turbosoustrojí η_{el} , kde rok výstavby je 31.12.1995 a později, v % je 43^x při měrné spotřebě energie v palivu $S_{\text{pal}}^{\text{cv}}$ 2,32 GJ/GJ nebo 8,36 GJ/MWh. U turbosoustrojí do 50 MW je účinnost výroby η_{el} 35 %^{xx} při měrné spotřebě energie v palivu $S_{\text{pal}}^{\text{cv}}$ 2,85 GJ/GJ nebo 10,26 GJ/MWh. Pro turbosoustrojí nad 50 MW je účinnost výroby η_{el} 40^{xx}% při měrné spotřebě energie v palivu $S_{\text{pal}}^{\text{cv}}$ 2,5 GJ/GJ nebo 9 GJ/MWh.

Poznámky:

^xplatí pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla uvedenou do provozu po 31.12.1995; pro kogenerační zdroje s rokem uvedení do provozu před 31.12.1995 platí $\eta_{\text{el}} = 39,8\%$, $S_{\text{pal}}^{\text{cv}} = 2,51$ GJ/GJ nebo 9,04 GJ/MWh.

^{xx}platí pro výrobu elektřiny s kondenzačním provozem a s dodávkou užitečného tepla v poměru vyrobené elektřiny a dodávky užitečného tepla E_{sv} (MWh)/ Q_{tcp} (MWh) rovným nebo větším než 4,4 (elektrárny s dodávkou tepla): v případě zdrojů s kotli na spalování biomasy bude minimální účinnost stanovena odborným posudkem obsahujícím rovněž zhodnocení možností využití tepla.

(17) Minimální účinnost výroby energie v kombinovaném cyklu s plynovou turbínou a spalínovým kotlem a v paroplynovém cyklu η_{el}

Provozní soubor	Účinnost výroby η_{el}	Měrná spotřeba energie v palivu $S_{\text{pal}}^{\text{et}}$
	%	GJ/GJ
plynová turbína + spalínový kotel	74	1,35
plynová turbína + spalínový kotel – špičkový provoz	28	3,57
paroplynový cyklus s využitím tepla	72	1,39
Paroplynový cyklus s kondenzací	50 ^x	1,39

Poznámka:

^x platí pro výrobu elektřiny s kondenzačním provozem a s dodávkou užitečného tepla v poměru vyrobené elektřiny a dodávky užitečného tepla E_{sv} (MWh)/ Q_{tcp} (MWh) rovným nebo větším než 4,4 (elektrárny s dodávkou tepla).

(18) Minimální účinnost výroby energie v kogenerační jednotce s pístovým motorem η_{kj} a minimální účinnost výroby energie v výrobě s kogeneračními jednotkami a kotli η_{et}

Jmenovitý el. Výkon kogenerační jednotky	teplota vody na výstupu z kogenerační jednotky	účinnost výroby energie v kogen. jednotce η_{et}	měrná spotřeba energie v palivu na výrobu el. S_{pal}^{ev}	účinnost výroby energie (tep.+el.) v kotelně η_{et}^x
KW	°C	%	GJ/MWh	%
do 100	do 90	75	4,8	$75 + 9xK/(1 + K)$
nad 100	do 90	80	4,5	$80 + 5xK/(1 + K)$
nad 100	91 - 100	75	4,8	$75 + 10xK/(1 + K)$
nad 100	101 – 110	69	5,22	$69 + 16xK/(1 + K)$
nad 100	111 – 120	64	5,62	$64 + 21xK/(1 + K)$
nad 100	121 - 130	59	6,1	$59 + 26xK/(1 + K)$
nad 100	nad 130	54	6,67	$54 + 31xK/(1 + K)$

$$^xK = \frac{Q_{pal}^{ko}}{Q_{pal}^{kj}}$$

Q_{pal}^{ko} energie paliva spáleného v kogenerační jednotce (GJ)

Q_{pal}^{kj} energie paliva spáleného v kotlích (GJ)

(19) V případě společného a současně probíhajícího procesu výroby elektřiny, tepla a mechanické energie lze převést mechanickou energii (nejčastěji využívané k výrobě tlakového vzduchu) na ekvivalent elektřiny. Přitom z tepelné energie páry na výrobu mechanické energie v parním turbosoustrojí Q_m lze vyrobit ekvivalentní množství elektřiny E_{ekviv}^T

Výsledná hodnota elektřiny z kombinovaného procesu pro výpočet dílčí elektrické účinnosti z kombinovaného procesu se stanoví podle vzorce

$$E^T = E_{svorková}^T + E_{ekviv}^T \quad (\text{MWh})$$

U turbosoustrojí v kondenzačním nebo protitlakém režimu se stanoví:

$$E_{ekviv} = \frac{Q_m}{q_{el}} \quad (\text{MWh})$$

Q_m – spotřeba tepla v páře na výrobu mechanické energie (GJ)

q_{el} – měrná spotřeba tepla na výrobu elektřiny (GJ/MWh)

Měrná spotřeba tepla v páře na výrobu elektřiny se stanoví

a) u turbosoustrojí v kondenzačním režimu se stanoví $q_{el} = q_{elk}$

Pro soustrojí s jmenovitým elektrickým výkonem 6 MW nebo větším

$$q_{elk} = 3,96 \times k_p \times k_o \quad [\text{GJ/MWh}]$$

Pro soustrojí se jmenovitým elektrickým výkonem menším než 6 MW.

$$q_{elk} = 4,1 \times k_p \times k_o \quad [\text{GJ/MWh}]$$

Hodnoty koeficientu k_p pro obvyklé tlakové úrovně admisní páry a teploty kondenzátu t_{ko} jsou uvedeny v tabulce č.4.

Tabulka č.4

Koeficient k_p pro určení měrné spotřeby na výrobu elektřiny v kondenzačním režimu

t_{ko}	tlak admisní páry MPa					
°C	9,0	6,0	3,5	2,5	2,0	1,6
40	3,038	3,241	3,452	3,710	3,898	4,046
60	3,247	3,465	3,755	4,122	4,318	4,543
80	3,485	3,757	4,162	4,640	4,912	5,224

Hodnoty mezi jednotlivými sloupci a řádky se stanoví interpolací.

b) u turbosoustrojí v protitlakém režimu se stanoví $q_{el} = q_{elpt}$

Pro soustrojí s jmenovitým elektrickým výkonem 6 MW nebo větším

$$q_{elpt} = 3,96 \cdot k_o \quad (\text{GJ/MWh})$$

Pro soustrojí s jmenovitým elektrickým výkonem menším než 6 MW

$$q_{elpt} = 4,1 \cdot k_o \quad (\text{GJ/MWh})$$

c) u turbosoustrojí v kondenzačním odběrovém režimu se stanoví

$$E_{ekvivalent}^T = \frac{M_{vst}^{ad} \cdot (i_{vst} - i_{od})}{q_{elpt}} + \frac{(M_{vst} - M_{od}) \cdot (i_{vst}^{nt} - i_{ko})}{q_{elk}} \quad (\text{MWh})$$

M_{vst} – množství páry na vstupu do turbíny (t)

M_{od} – množství páry do odběru (t)

i_{vst}^{ad} – entalpie vstupní admisní páry (GJ/t)

i_{vst}^{nt} – entalpie vstupní nízkotlaké páry (GJ/t)

i_{od} – entalpie páry od odběru (GJ/t)

i_{ko} – entalpie kondenzátu (GJ/t)

Zatížení v měsíci se stanoví pomocí hodnoty korekčního koeficientu k_o , který je stanoven na provozní výkon menší než jmenovitý v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5

Koeficient k_o [-] pro určení závislosti měrné spotřeby na poměrném výkonu P_x/P_j [%]

P_x/P_j (%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20
k_o	1,0	1,01	1,023	1,039	1,061	1,091	1,136	1,212	1,364

Elektrický výkon P_x se stanoví z provozních hodnot ve sledovaném měsíci

$$P_x = \frac{E_x}{z_x} \quad [\text{MW}]$$

P_j – jmenovitý výkon turbíny (MW)

P_x – dosažený elektrický výkon v daném měsíci E_x/z_x (MW)

E_x – výroba elektřiny v daném měsíci (MW)

z_x – počet provozních hodin turbíny v daném měsíci (h)

Hodnoty mezi jednotlivými sloupci lze stanovit interpolací nebo pro $P_x/P_j < 1$ podle vzorce

$$k_o = \frac{P_x/P_j + 0,1}{P_x/P_j \times 1,1}$$

Nelze-li spolehlivě určit hodnoty P_x nebo P_j , je možno místo poměru P_x/P_j dosadit poměr průměrného naměřeného a jmenovitého průtoku páry na vstupu do turbíny M_x/M_j .

(20) Při určení celkové účinnosti procesu kombinované výroby elektřiny a tepla se postupuje níže uvedeným způsobem. Celková účinnost se stanoví jako poměr součtu ročních nebo měsíčních hodnot výroby elektřiny, užitečného tepla a mechanické energie vyrobených v procesu kombinované výroby dělený energií vstupního paliva použitého na společnou výrobu elektřiny, užitečného tepla a mechanické energie ve sledovaném období

$$\eta_{\text{celk}} = \frac{3,6 \cdot E^T + Q_{uz}^T + Q_m^T}{Q_{\text{pal}}^T} \cdot 100 = \frac{3,6 \cdot (E^T + E_{\text{ekviv}}^T) + Q_{uz}^T}{Q_{\text{pal}}^T} \cdot 100 \quad (\%)$$

η_{celk} – celkovou účinností procesu kombinované výroby (%)

E^T – výroba elektřiny na svorkách generátoru v procesu kombinované výroby (MWh)

E_{ekviv}^T – ekvivalentní množství elektřiny odpovídající výrobě mechanické energie (MWh)

Q_{uz}^T – je roční nebo měsíční výroba užitečného tepla dodaného z kombinovaného procesu, jehož množství je stanoveno podle definice (GJ)

Q_m – výroba mechanické energie v procesu kombinované výroby (GJ)

Q_{pal}^T – je energetický potenciál paliva použitého k výrobě užitečného tepla, elektřiny a mechanické energie v kombinovaném procesu (GJ)

Výpočet dosažené účinnosti výroby elektřiny v parním turbosoustrojí, nebo měrné spotřeby energie v palivu na výrobu elektřiny v parním turbosoustrojí se doplňuje o mechanickou energii a to:

$$- \quad S_{\text{pal}}^{\text{ev}} = S_{\text{pal}}^{\text{td}} \cdot \eta_{\text{el}} = \frac{Q_{\text{pal}}}{Q_d} \cdot \frac{Q_{\text{el}} + Q_m}{E_{\text{sv}} + E_{\text{ekvív}}} \quad (\text{GJ/MWh})$$

Q_d – teplo dodané na výrobu elektřiny, užitečného tepla a mechanické energie (GJ)

$$- \quad \eta_{\text{el}} = \frac{3,6}{S_{\text{pal}}^{\text{ev}}} \cdot 100 \quad (\%)$$

Stanovení elektřiny vyrobené z druhotných energetických zdrojů s nárokem na příspěvek k ceně

1. Veškerá elektřina vyrobená výhradně z druhotných zdrojů je elektřinou s nárokem na příspěvek podle zákona

2. Při využívání druhotného paliva ve směsi nebo současně s fosilním nebo jiným běžným palivem, např. TTO, LTO (dále jen primární palivo), je-li známo složení směsi a výhřevnost jejích složek, dělí se výstupní elektřina na složky shodným podílem jako podíl energetického potenciálu vstupních paliv. Na druhotné palivo připadá podíl

$$E = \frac{Q_d}{Q_{ps} + Q_d} \cdot E_c \quad [\text{MWh}]$$

kde

E_c [MWh] je celkové množství elektřiny vyrobené ze směsi paliv

Q_d [MWh] je energetický potenciál druhotného paliva ve směsi (součin množství a výhřevnosti)

Q_{ps} [MWh] energetický potenciál primárního paliva ve směsi (součin množství a výhřevnosti)

Přitom $Q_{ps} + Q_d$ [MWh] je energetický potenciál směsi paliv

3. Spaluje-li se v zařízení určeném ke spalování primárního paliva současně nebo ve směsi druhotné palivo, jehož podíl ve směsi, popř. výhřevnost (nebo obojí) nejsou dostatečně přesně známy, stanoví se množství výstupní elektřiny připadající na druhotné palivo z úspory primárního paliva podle vztahu

$$E = E_c \cdot \Delta q \quad [\text{MWh}]$$

přičemž E_c [MWh] je celkové množství elektřiny vyrobené ze směsi paliv

$$\Delta q = 1 - \frac{Q_{ps} \cdot \eta_p}{Q_v \cdot 100} \quad [-]$$

kde

Q_v [MWh] je výroba tepelné energie v kotlích ze spalované směsi paliv

η_p [%] je účinnost výroby tepla při samostatném spalování primárního paliva; nelze-li spalovat samotné primární palivo, dosadí se účinnost při jeho maximálním podílu ve směsi

Q_{ps} [MWh] energetický potenciál primárního paliva ve směsi (součin množství a výhřevnosti)

Přitom $Q_{ps} + Q_d$ [MWh] je energetický potenciál směsi paliv

Δq [-] je poměrná úspora primárního paliva při spalování směsi

4. Je-li využívána k výrobě elektřiny v turbosoustrojí pára vyráběná z odpadního tepla ve spalínovém kotli a současně pára vyráběná v jiném kotli, který spaluje primární palivo, a obě množství jsou samostatně měřena, stanoví se množství výstupní elektřiny připadající na odpadní teplo podle vztahu

$$E = \frac{Q_{ot}}{Q_{vp} + Q_{ot}} \cdot E_c \quad [\text{MWh}]$$

kde

E_c [MWh] je celkové množství elektřiny vyrobené ze směsi paliv

Q_{ot} [MWh] je výroba tepelné energie z odpadního tepla ve spalinovém kotli

Q_{vp} [MWh] výroba tepelné energie z primárního paliva v samostatném kotli

Přitom $Q_{vp} + Q_{ot}$ [MWh] je celková výroba tepelné energie

5. Je-li využívána k výrobě elektřiny v turbosoustrojí pára vyráběná z odpadního tepla ve spalinovém kotli, který je přitápěn primárním palivem, stanoví se množství výstupní elektřiny připadající na odpadní teplo z úspory primárního paliva podle vztahu

$$E = E_c \cdot \Delta q \quad [\text{MWh}]$$

řičemž E_c [MWh] je celkové množství elektřiny vyrobené ze směsi paliv

$$\Delta q = 1 - \frac{Q_{pp} \cdot \eta_{pp}}{Q_v \cdot 100} \quad [-]$$

kde

Q_{pp} [MWh] je energetický potenciál přitápěcího paliva

Q_v [MWh] je výroba tepelné energie ve spalinovém kotli s přitápěním

η_{pp} [%] je účinnost, při spalování primárního paliva v kotli obdobného výkonu a parametrů páry

Δq [-] je poměrná úspora primárního paliva při využívání odpadního

tepla