

Kogenerácia – kombinovaná výroba elektrickej energie a tepla

Úvod

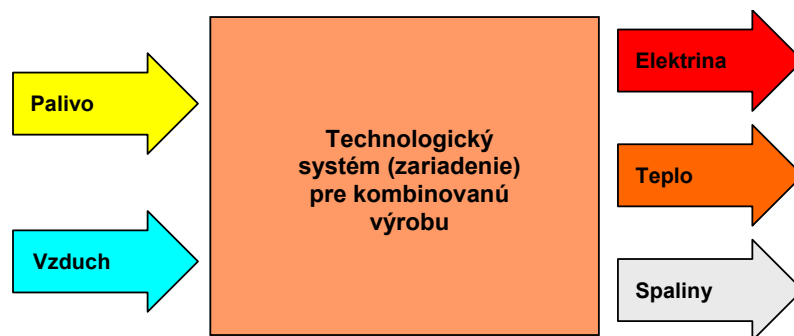
Slovensko dováža až 90% palivovo-energetických zdrojov a preto je nevyhnutné, aby boli tieto zdroje využívané efektívne. To platí najmä pri využívaní zemného plynu, ako jedného z najušľachtilejších palív.

Najvyššiu úroveň účinnosti konverzie palív na iné formy energie je možné dosiahnuť tzv. kogeneráciou (kombinovanou výrobou el. energie a tepla). Napriek tomu je na Slovensku mnoho príkladov subjektov, v ktorých hoci sú predpoklady pre uplatnenie kogenerácie, sa zemný plyn využíva „len“ pre účel výroby tepla a elektrická energia potrebná pre výrobu tepla (alebo aj pre iné napr. výrobnotechnologické účely) sa nakupuje, hoci by ju bolo možné vyrobiť lacnejšie a efektívne v kogenerácii.

Princíp

Kogenerácia je technologický proces súbežnej kombinovanej výroby elektrickej energie a tepla. Energia paliva uvoľnená spaľovaním zmesi paliva so vzduchom v technologickom zariadení je transformovaná na elektrickú energiu a teplo a odpadovým produktom sú spaliny.

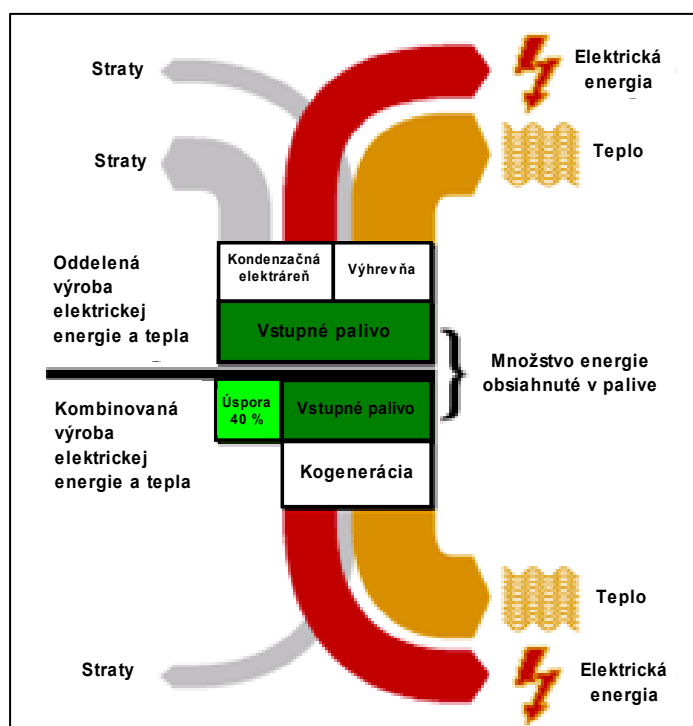
Obr. č.1 Jednoduchá schéma princípu kogenerácie



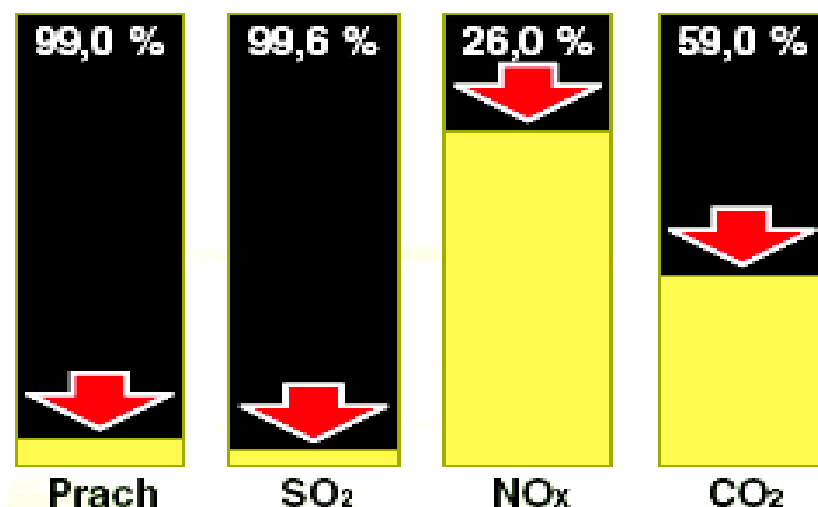
Výhody, ktoré kogenerácia prináša

- Výrazná úspora primárneho paliva v porovnaní so spôsobom oddelenej výroby elektriny v kondenzačných elektrárnach
- Úspora nákladov na nákup elektriny v porovnaní s oddelenou výrobou tepla v centrálnych výhrevniach

Obr. č.2 Úspora primárnej energie v palive pri kombinovanej výrobe



- Výrazné zníženie emisií z technologických systémov kombinovanej výroby, ktoré ako palivo využívajú zemný plyn, v porovnaní s technologickými systémami, ktoré ako palivo využívajú uhlie



Orientačné hodnoty emisií pre uvedené druhy technologických systémov v prípade použitia zemného plynu v spaľovacom procese :

Tab.č.1

Druh technológie	Hodnoty emisií [mg / Nm ³]			
	NO _x	CO ₂	SO ₂	TL
Spaľovací motor	do 500	do 650	-	-
Spaľovacia turbína	do 100	do 20	-	-

- Vysoká účinnosť využitia energie v palive, veľmi rýchly nábeh do prevádzky (v prípade technologických systémov so spaľovacími motormi resp. spaľovacími turbínami), možnosť nezávislej prevádzky aj v prípade výpadku verejnej elektrickej siete (v prípade technológie so synchronným elektrickým generátorom)

Druhy technologických systémov

Pre proces kombinovanej výroby elektrickej energie a tepla je možné využiť viaceré druhy technologických systémov. V súčasnosti medzi najčastejšie využívané druhy patria :

- **Systémy s parnou turbínou**
- **Systémy so spaľovacím motorom**
- **Systémy so spaľovacou turbínou**
- **Systémy kombinované tzv. paroplynové cykly**

Orientačné hodnoty účinností jednotlivých druhov technologických systémov :

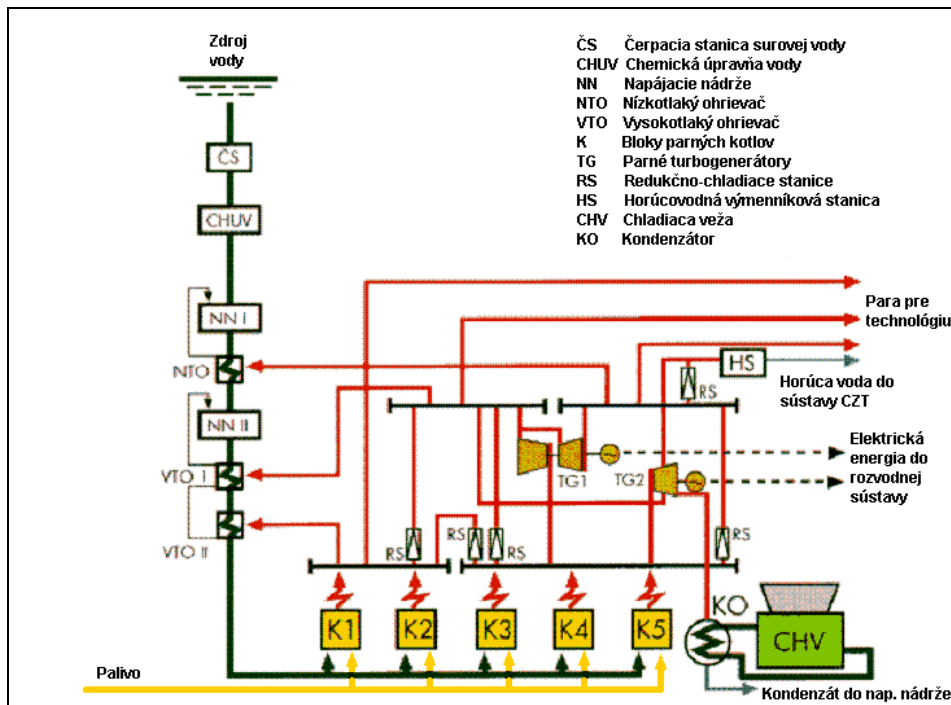
Tab.č.2

DRUH TECHNOLOGIE	ELEKTRICKÝ VÝKON	ÚČINNOSŤ [%]	
		Elektrická	Celková
Parná turbína protitlaková	3 – 20 MW	10 – 20	80 – 90
	20 – 100 MW	20 – 30	80 – 90
	100 – 300 MW	30 – 35	80 – 90
Parná turbína kondenzačná s odberom pary	100 – 300 MW	30 – 35	80 – 90
Spaľovací motor	< 50 kW	23 – 30	80 – 90
	50 – 500 kW	30 – 34	80 – 90
	500 – 2000 kW	32 – 37	80 – 90
Spaľovacia turbína	1 – 3 MW	20 – 30	80 – 85
	3 – 10 MW	25 – 35	80 – 85
	10 – 100 MW	25 – 40	80 – 85
Spaľovacia a parná turbína (tzv. blok PPC)	10 – 100 MW	cca 42	80 – 90
	100 – 300 MW	45 – 48	80 – 90

Systémy s parnou turbínou

S ich využívaním sú historicky najdlhšie skúsenosti. V našich podmienkach sa tieto systémy začali uplatňovať s rozvojom sústav centrálného zásobovania teplom (CZT) vo veľkých mestách, ale aj vo veľkých priemyselných podnikoch, kde bola súčasne potreba elektrickej aj tepelnej energie (spravidla vo forme pary alebo horúcej vody). Príklad zostavy zariadení technologického systému znázorňuje nižšie uvedená schéma.

Obr. č.3 Príklad schémy technologického systému s parnou turbínou



Energia paliva uvoľnená v spaľovacom procese prebiehajúcom v kotlovom zariadení je odovzdaná privedenej napájacej vode, z ktorej v kotlovom zariadení vznikne para o strednom alebo vysokom tlaku a tá je potrubným systémom privedená do parnej (protitlakovej alebo kondenzačnej odberovej)

turbíny, kde expanduje – odovzdá svoju energiu a roztočí turbínu spojenú s elektrickým generátorom. V generátore sa vyrába elektrická energia, ktorá je vyvedená do elektrickej rozvodnej sústavy. Para po expanzii (už s nižším tlakovým potenciálom) je z odberu alebo protitlaku turbíny potrubným systémom odvádzaná pre ďalšie technologické účely. Určitou nevýhodou týchto systémov (oproti systémom so spaľovacími motormi a turbínami) je pomalší časovo náročnejší nábeh prevádzky (postupne kotlového zariadenia, parného potrubného systému, parného turbosústrojenstva). Výkonové rozmedzie vyrábaných parných turbosústrojenstiev sa pohybuje od cca. 100 kW_e do cca. 700 MW_e.

Obr. č. 4 Názorný obrázok parnej turbíny

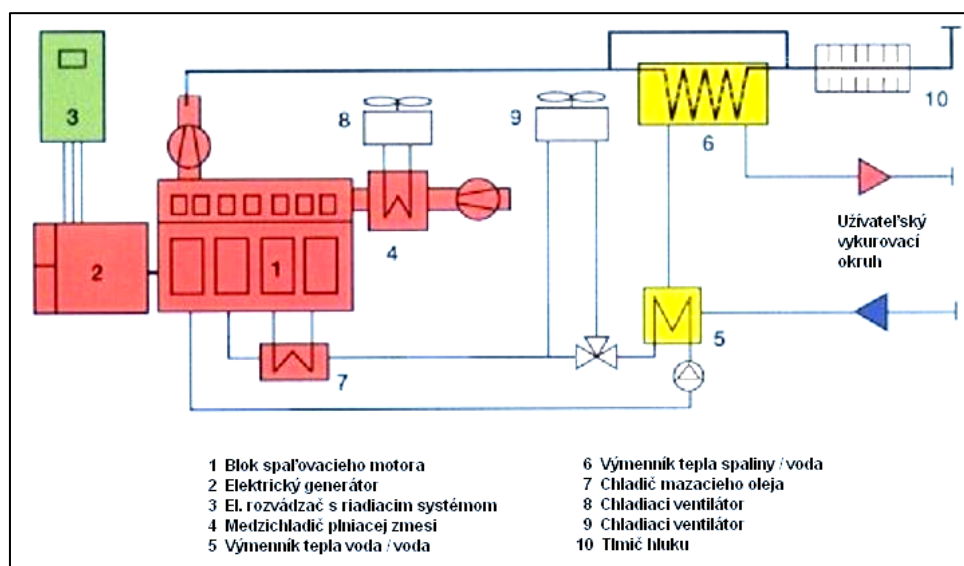


Systémy so spaľovacím motorom

Tieto systémy (nazývané aj ako kogeneračné jednotky) sa u nás začali využívať v prvej polovici 90. rokov. Uplatňujú sa v menších sústavách CZT, ale aj v priemyselných podnikoch, rekreačných a športových zariadeniach, nemocniciach, väčších komplexoch budov, kde je súčasná potreba elektrickej energie a nízko potenciálneho tepla (vo forme teplej vody). V špecifických prípadoch (u zvlášť upravených jednotiek väčších výkonov) je možné časť tepla získať aj vo forme pary, poprípade horúcej vody.

Systém je jednoduchší v porovnaní so systémami s parnou resp. spaľovacou turbínou. Príklad systému znázorňuje nižšie uvedená schéma.

Obr. č. 5 Príklad schémy technologického systému so spaľovacím motorom



Základom je piestový spaľovací motor, v ktorom prebieha spaľovanie paliva. Energia uvoľnená v spaľovacom procese roztáča motor a tým aj elektrický generátor, ktorý je spojený spojku so spaľovacím motorom. V generátore sa vyrába el. energia, ktorá je vyvedená do elektrickej rozvodnej sústavy. Teplo vznikajúce v motore pri spaľovacom procese je sústavou výmenníkov odvádzané pre ďalšie využitie.

Výkonové rozmedzie vyrábaných spaľovacích motorov sa pohybuje od cca. 10 kW_e do cca. 17 MW_e.

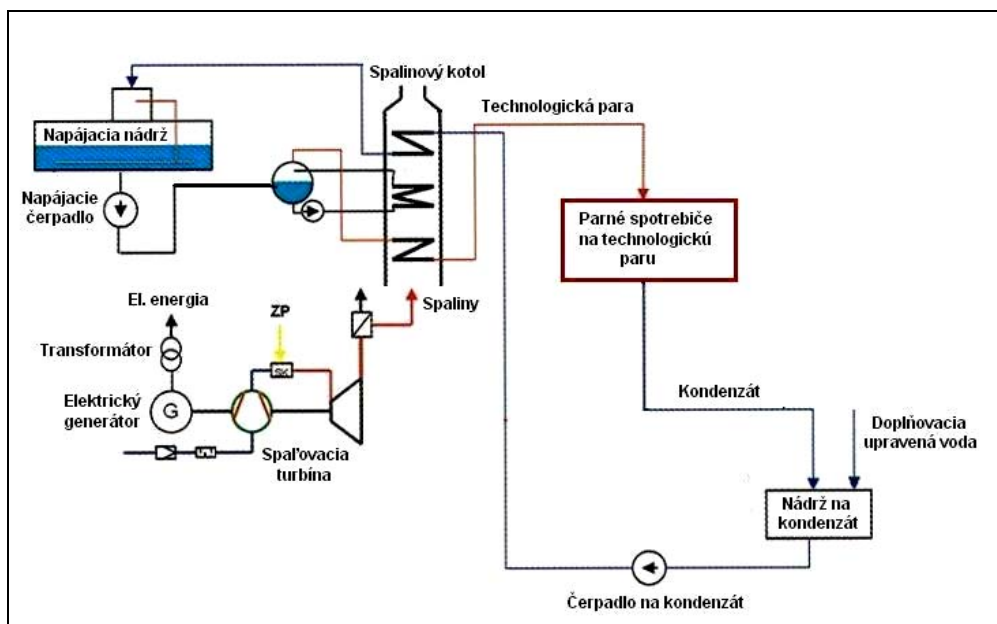
Obr. č. 6 Názorný obrázok spaľovacieho motora



Systémy so spaľovacou turbínou

Systémy so spaľovacou turbínou sa u nás začali využívať v druhej polovici 90. rokov. Tieto systémy sa uplatňujú v sústavách CZT vo veľkých mestách, ale aj vo veľkých priemyselných podnikoch, kde je súčasne potreba elektrickej aj tepelnej energie s vyšším potenciálom (spravidla vo forme pary). Príklad zostavy zariadení technologického systému znázorňuje nižšie uvedená schéma.

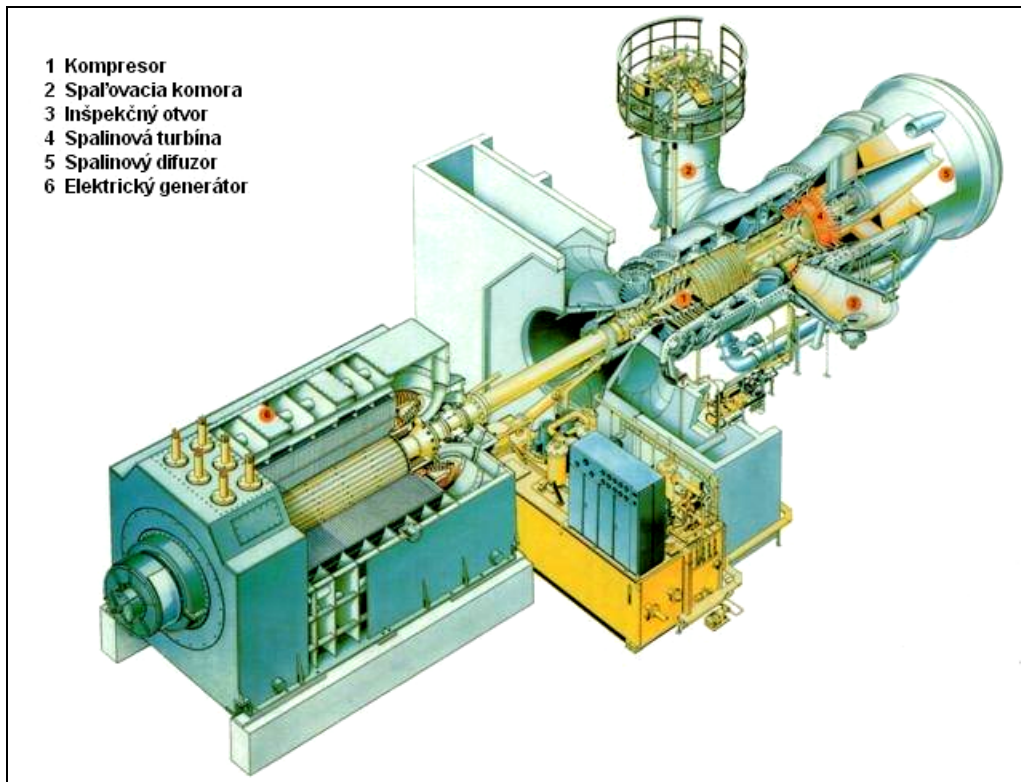
Obr. č. 7 Príklad schémy technologického systému so spaľovacou turbínou



Základom zostavy je spaľovacia turbína, v ktorej (v spaľovacej komore) prebieha spaľovanie paliva. Energiou uvoľnenou pri spaľovacom procese sa turbína roztáča a s ňou aj spojkou spojený elektrický generátor. V generátore sa vyrába elektrická energia, ktorá je vyvedená do rozvodnej sústavy. Spaliny odchádzajúce z turbíny s teplotou cca 500 °C vstupujú do spalínového kotla, kde odovzdávajú teplo napájajúcej vode, z ktorej vznikne para. Para je z kotla odvádzaná potrubným systémom pre ďalšie využitie v technologických spotrebičoch.

Výkonové rozmedzie vyrábaných spaľovacích turbín sa pohybuje od cca. 30 kW_e do cca. 280 MW_e.

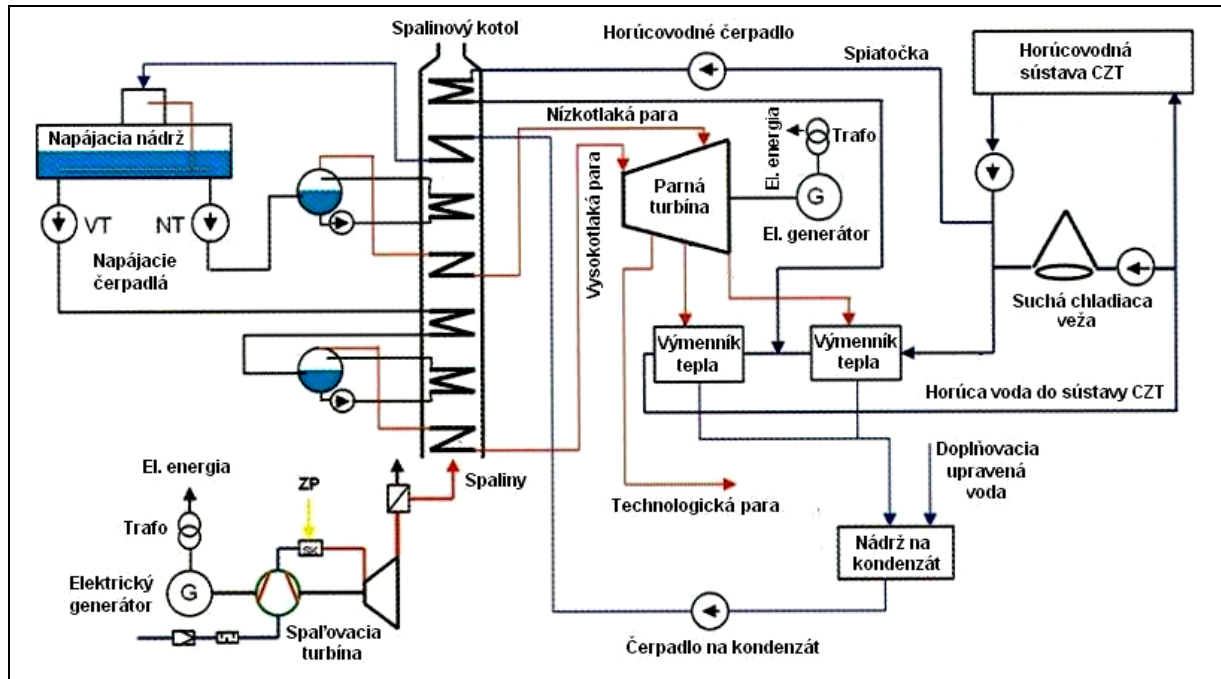
Obr. č. 8 Názorný obrázok spaľovacej turbíny



Systémy kombinované – paroplynové cykly

Uplatnenie a využitie týchto systémov je obdobné, ako pri vyššie uvedených systémoch so spaľovacou turbínou. Zostavu zariadení tvorí systém so spaľovacou turbínou, doplnený za spalínovým kotlom o systém s parnou turbínou. V tomto prípade je teda para zo spalínového kotla vedená potrubným systémom najprv do parnej turbíny (v elektrickom generátore parnej turbíny je vyrobená elektrická energia), a až potom pre ďalšiu technologickú spotrebu. To umožňuje dosiahnutie vyššieho celkového elektrického výkonu a najmä vyššej elektrickej účinnosti energetického bloku.

Obr. č. 9 Príklad schémy paroplýnového cyklu



Zásadné podmienky pre inštalovanie kogeneračných technológií

- **Dlhodobý a nepretržitý odber tepla z kogenerácie pre**
 - vykurovanie
 - prípravu TUV
 - technologické účely
 - chladenie
- **Odber elektrickej energie z kogenerácie**
 - prioritne pre vlastnú spotrebu
 - dodávka do verejnej elektrickej sústavy

Inštalovanie kogeneračnej technológie v určitom podniku, objekte alebo prevádzke je vhodné a ekonomicky výhodné, keď sú v mieste inštalácie splnené určité – vyššie uvedené zásadné podmienky, ktorými je vlastne zabezpečená nepretržitá neprerušovaná prevádzka tejto technológie. Ročné prevádzkové využitie by malo byť minimálne 6 000 hod., pričom je kladený dôraz predovšetkým na efektívne využitie tepla z kogenerácie. Elektrická energia má byť využitá prioritne pre vlastnú spotrebu prevádzkovateľových elektrických spotrebičov, prípadný prebytok výkonu je možné dodať do verejnej elektrickej sústavy.

Najčastejšie sú tieto podmienky splnené v podnikoch alebo objektoch s nepretržitou prevádzkovou činnosťou, kde je súčasná potreba el. energie aj tepla.

Inštalovanie kogenerácie nie je vhodné v prípadoch napr. keď sú požiadavky na odber energií v priebehu dňa prerušované (hlavne z pohľadu odberu tepla, prevažne prípady v jednozmenných prevádzkach).

Príklady sektorových odvetví vhodných pre inštalovanie kogeneračných technológií

- **Sektor priemyslu** – chemický, papierenský, potravinársky, strojársky, výroba kovov ...
- **Sektor pre vykurovanie** – energetické zdroje sústav centrálného zásobovania teplom
- **Sektor služieb** – hotely, rekreačné zariadenia, kryté plavárne, veľké obchodné centrá, väčšie komplexy budov
- **Sektor zdravotníctva** – nemocnice, liečebné kúpele, sanatória

Analýza možnosti inštalácie kogeneračnej technológie

Ak sa niekto chystá rekonštruovať starý, alebo budovať nový tepelný energetický zdroj je vhodné zvážiť aj prípadnú možnosť nasadenia kogeneračnej technológie. Posúdenie možnosti nasadenia kogeneračnej technológie je vždy individuálnou záležitosťou.

Návrhu druhu kogeneračnej technológie, jej výkonnej dimenzii a spôsobu jej prevádzky musí predchádzať dôkladná technicko-ekonomická analýza, ktorú by mal vykonať odborne kvalifikovaný subjekt.

Návrh kogeneračnej technológie by sa mal riadiť nasledovnými hlavnými zásadami :

- **Dôkladná analýza odberových podmienok energie (elektrická energia, teplo)**
- **Návrh druhu vhodnej technológie**
- **Návrh výkonu technológie v alternatívach (na základe vykonanej analýzy odberových podmienok)**
- **Ekonomické vyhodnotenie s ohľadom na investičné nároky a návratnosť, návrh optimálnej alternatívy**

Treba poznamenať, že inštalovanie kogeneračnej technológie je spojené s určitou investičnou náročnosťou. Určujúcimi kategóriami ovplyvňujúcimi výšku investície sú :

- **Druh technológie**
- **Veľkosť výkonu**
- **Požiadavky na systém kontroly a regulácie**
- **Špecifické cenové podmienky jednotlivých dodávateľov**
- **Špecifické miestne podmienky pre montáž technológie**

Legislatíva Európskej únie a Slovenskej republiky vo vzťahu ku kogenerácii

Predovšetkým sú to nasledovné právne normy :

- **Smernica EP a R č. 2004/8/EC o podpore kogenerácie**
- **Zákon č. 656 z 26.10.2004 o energetike**
- **Zákon č. 657 z 26.10.2004 o tepelnej energetike**
- **Vyhláška MH SR č. 136/2005 ktorou sa ustanovujú pravidlá na výrobu tepla a elektriny kombinovanou výrobou tepla a elektriny**

Účelom smernice EP a R č.2004/8/EC (smernica) je zvýšiť hospodárnosť pri výrobe energie a zlepšiť bezpečnosť dodávky energie podporou rozvoja vysoko účinných technológií kogenerácie (t.j. výroby el. energie a tepla v jednom procese). Menovite je v smernici uvedených 10 druhov technologických systémov. Hlavným zmyslom smernice je stanovenie jednotných kritérií, platných pre všetky členské štáty, za ktorých môžu jednotlivé štáty podporiť kogeneráciu. Hlavný dôraz je pritom kladený na úsporu primárnych zdrojov (PZ) energie (podpora je možná len technológiám resp. projektom, ktorými sa musí zaistiť aspoň 10 % - ná úspora PZ v porovnaní s referenčnými hodnotami spotreby PZ pri oddelenej výrobe el. energie a tepla. Referenčné hodnoty spotreby PZ musí stanoviť komisia do 21. 2. 2006 (do doby než ich komisia stanoví môžu štáty použiť hodnoty vlastné, pokiaľ budú stanovené rovnakou metódou). Členské štáty musia prijať zákony, ktoré túto smernicu uvedú do národného právneho rámca a administratívne zaisťujú naplnenie týchto predpisov najneskôr do 21. 2. 2006.

Podľa legislatívy SR výrobca elektriny vyrábajúci elektrinu v zariadení s kombinovanou výrobou (KV) môže požadovať od dispečingu prevádzkovateľa prenosovej sústavy prednostné zapojenie jeho zariadenia do sústavy.

V legislatíve je tiež zadefinované právo oprávneného odberateľa na uzatvorenie zmluvy o pripojení vlastného zariadenia na výrobu elektriny s prevádzkovateľom prenosovej, alebo distribučnej sústavy, ak sú splnené technické a obchodné podmienky pripojenia, právo na prednostný prenos, alebo distribúciu el. energie vyrobenej z KV do 5 MW ak to umožňujú technické podmienky sústavy, nad 5

MW sa právo vzťahuje len na vyrobenú elektrinu, ktorá vzniká súčasne pri výrobe tepla vyrábaného na účely dodávok fyzickým alebo právnickým osobám. Povinnosť výkupu elektriny z KV je určená dodávateľovi elektriny. Povinnosť odoberať teplo z KV (za určenú alebo schválenú cenu) je v legislatíve upravená pre držiteľa povolenia na rozvod tepla v špecifických prípadoch (ak sám nevyrába resp. nenakupuje teplo z KV, ak sa tým nezvýši cena tepla pre odberateľov, ak sú zhodné parametre teplonosnej látky vo verejnom rozvode tepla a z KV, ak je odber tepla preňho rovnako ekonomicky efektívny, ako odber tepla z iných zdrojov tepla).