

OBSAH:

Kogenerace jako nástroj k dosažení trvale udržitelného rozvoje společnosti
Evropská legislativa na podporu kombinované výroby elektřiny a tepla
Kogenerace s plynovými spalovacími turbinami v České republice

KOGENERACE JAKO NÁSTROJ K DOSAŽENÍ TRVALE UDRŽITELNÉHO ROZVOJE SPOLEČNOSTI

Josef Jeleček

Elektrická energie je pro dnešního člověka takovou samozřejmostí, jako je voda, vzduch či potrava. Bez elektrické energie si dnes nikdo z nás nedovede svůj život vůbec představit.

K výrobě elektřiny se celosvětově používají různé druhy paliv či přírodních energií. Převahu mají fosilní paliva (uhlí, zemní plyn, olej), dále se hodně využívá jaderná energie a na posledním místě (v průměru, neboť v některých zemích je jich většina) jsou obnovitelné zdroje energie, z nichž nejvýznamnější je energie vody.

znázorňuje obrázek.

Velikosti ztrát znázorněné na obrázku jasně ukazují, kolikrát víc energie musíme spálit či jinak spotřebovat, než dostaneme elektřinu do zásuvky ke spotřebiteli. Úměrně tomu je i znečišťováno a tepelně poškozováno životní prostředí.

Zdroje energií jsou celosvětově omezeny a zejména fosilní paliva jsou lokalizována v politicky nestabilních regionech. Dalším problémem je nerovnoměrnost spotřeby energií ve světě, kdy 20% populace využívá až 80% energetických zdrojů. Ekonomika USA spotřebovává více než 11 kW paliv na osobu, v západní Evropě bez nových členských států je to 6,3

nárůsty v poptávce po surovinách a energiích. V minulém roce Čína spotřebovala 55% celosvětové produkce cementu a 35% oceli a podobný vývoj lze očekávat i v případě ropy.

Kde hledat řešení?

Kombinovaná výroba elektřiny a tepla (KVET), kogenerace, teplárenství - mnoho pojmů pro jedinou věc, která neznamená nic jiného než pouhé využití tepla, které vzniká při výrobě elektřiny. Je to také nejlevnější cesta ke zvýšení účinnosti při výrobě elektřiny. Znamená to využít vzniklé teplo, nemuset kvůli získání tohoto tepla spalovat jiné palivo. Z technických důvodů však není možné využít veškeré teplo z velkých elektrárenských bloků postavených mnohdy mimo obydlené oblasti, a to z jediného prostého důvodu: v blízkosti zdroje není žádný spotřebitel tepla. Budování teplovodů od velkých zdrojů je ekonomické pouze do jisté nepřilíhli velké vzdálenosti, která může být tím větší, čím větší je spotřeba dopravovaného tepla, rovnoměrnost jeho spotřeby a čím jsou nižší palivové náklady. Příklady ekonomicky vhodných CZT, kde se dopravuje teplo na velké vzdálenosti, jsou např. teplovod z elektrárny Mělník, dopravující teplo pro Prahu, a dále pak tepelná síť dodávající teplo z elektrárny Opatovice do městských aglomerací na Pardubicku a Královéhradecku. Tyto soustavy byly postaveny již v dobách minulých, jsou i celosvětově poměrně unikátní a v podmínkách ČR těžko opakovatelné. Dnes je totiž nová výstavba podobných sítí poměrně komplikovanou záležitostí, a to jak z pohledu investičního, tak z pohledu územního řízení. Chceme-li přesto využít teplo při výrobě elektřiny, ve většině případů nám zbývá jediná cesta, a to jít s výrobou elektřiny blíž ke spotřebiteli tepla. Zde pak hovoříme o **decentrální výrobě elektřiny a tepla ze zdrojů KVET**. Decentrální výroba je v dnešní době v podstatě jedinou možností, jak dále rozšířit podíl výroby elektřiny v KVET.

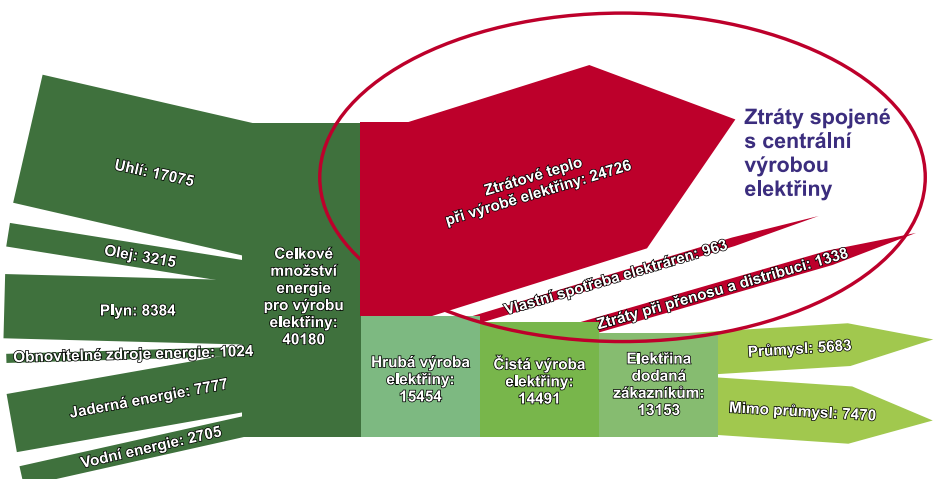
Vhodná kombinace centrálních zdrojů (nejlépe jaderných) s decentrálními, vysoce účinnými zdroji, povede k významným úsporám paliv při výrobě elektřiny a zároveň ke snížení znečišťování ovzduší.

Proč tedy není vysoce účinných decentrálních zdrojů KVET nasazeno již více, když je jejich přínos tak velký, co udělat pro větší rozšíření těchto zdrojů, kde jsou hlavní příčiny diskriminace KVET a co dělat, aby byly odstraněny bariéry bránící vyššímu rozšíření kogenerace, to si budeme vysvětlovat postupně v dalších číslech našeho listu.

OBECNÝ PŘEHLED ÚČINNOSTI VE SVĚTĚ

Celosvětová výroba elektřiny (TWh)

(Zdroj: Mezinárodní energetická agentura 2002)



To jsou poměrně známé skutečnosti. Jak je to však s účinností přeměny těchto energií v elektřinu? Velmi špatně. Elektřina je vyráběna celosvětově s účinností 33%! To znamená, že dvě třetiny paliva se bez užítu znehodnotí, a co víc, ještě k tomu poškozují životní prostředí emisemi a teplem. Situaci graficky

kW a například v Indii je to pouze 0,7 kW na jednoho člověka. Tento stav je dlouhodobě neudržitelný. Očekávaný rozvoj v zemích třetího světa nutně povede k dramatickému zvýšení poptávky po energiích, cena energií poroste. Toho jsme svědky již nyní, kdy pouze rozvoj čínské ekonomiky způsobuje dramatické

EVROPSKÁ LEGISLATIVA NA PODPORU KVET

Josef Jeleček

Evropská unie si je nízké účinnosti výroby elektřiny a všech s tím spojených negativních důsledků vědoma. Z toho důvodu byla po dlouhých a komplikovaných jednáních v únoru roku 2004 schválena Směrnice 2004/8/EC na podporu kogenerace založené na výrobě užitečného tepla na vnitřním evropském trhu. Směrnice byla publikována v Official Journal dne 21.02.2004 a členské státy mají na její zapracování do národních legislativ dva roky, tj. do 21.2.2006.

Smyslem směrnice je:

- úspora primárních energií
- snížení závislosti na importu energie. EU dováží 50% všech energií a do roku 2030 hrozí nárůst na 70% - stupňování rizika ohrožení dodávek.
- snížení emisí, zejména skleníkových plynů.
- trvale udržitelný rozvoj Evropy i světa.
- základních cílů je dosahováno zejména podporou tzv. vysoce účinné kogenerace. Co to je vysoce účinná kogenerace, bude vysvětleno později.

Ve směrnici jsou jasně definovány základní pojmy:

Kogenerace (KVET) – znamená současnou výrobu užitečného tepla a elektrické (nebo mechanické) energie ve společném technologickém procesu

Užitečné teplo – teplo produkované v KVET k pokrytí ekonomicky ospravedlnitelných potřeb pro vytápění, ohřev, chlazení nebo pro technologické účely

Ekonomicky ospravedlnitelná potřeba tepla – je potřeba tepla, která nepřevyšuje potřeby tepla pro vytápění, ohřev, chlazení nebo pro technologické účely, které by jinak byly uspokojeny na základě tržních podmínek jinak než z KVET, nebo je doposud uspokojována z jiných zdrojů než KVET. Ekonomicky ospravedlnitelná potřeba tepla tedy vylučuje provoz kogenerace s dodávkou tepla do systému, kde již teplo z KVET je.

Elektřina z KVET – celkové množství elektřiny z KVET podle Přílohy II

Záložní elektřina (back-up electricity) – elektřina, která musí být dodána ze sítě v době přerušení kogeneračního procesu nebo v době provádění údržby či při odstávce z důvodu poruchy.

Špičková elektřina (top-up electricity) – je elektřina, která je dodávána ze sítě v případě, kdy je příkon objektu vyšší než výkon zdroje KVET.

Celková účinnost zdroje KVET – porovnání roční výroby elektřiny a tepla a spotřeby paliva

Elektrická účinnost zdroje KVET – porovnání roční výroby elektřiny a spotřeby paliva

Tepelná účinnost zdroje KVET – porovnání roční výroby tepla a spotřeby paliva

Vysoce účinná KVET – kogenerace, která plní kritéria v Příloze III

Mikrokogenerace – do výkonu 50 kW_{el}

Malá kogenerace – od 50 do 1000 kW_{el}

Referenční hodnota pro oddělenou výrobu – účinnost samostatné výroby tepla nebo samostatné výroby elektřiny pro určení vysoce účinné KVET podle Příloha III.

Zpracování analýzy potenciálu pro vysoce účinnou KVET

- Členské státy musí zpracovat analýzu národního potenciálu pro vysoce účinnou kogeneraci.
- Analýza musí:
 - být založena na seriózních údajích a musí plnit kritéria v příloze IV.

– identifikovat celkový potenciál pro využití tepla pro topení a chlazení, vhodného pro vysoce účinnou kogeneraci a taktéž identifikovat dostupné palivové zdroje pro tuto KVET

– zahrnovat zvláštní analýzu bariér bránících využití národního potenciálu pro vysoce účinnou KVET.

Zjednodušeně řečeno: Evropská unie ukládá všem členským státům popsat všechny lokality, kde je doposud teplo vyráběno v kotlích a bylo by ho možno vyrábět v kombinaci s elektřinou, tedy z vysoce účinné KVET.

Podpůrný mechanismus pro využití potenciálu pro vysoce účinnou KVET

• Směrnice ukládá oboustrannou zpravodajskou povinnost – členské státy informují Komisi, Komise informuje členské státy s cílem dojít k optimální jednotné formě podpory

• Členské státy navrhnou podpůrný mechanismus k podpoře vysoce účinné KVET. Členské státy zajistí, že podpora KVET – stávající a budoucí – se bude vztahovat pouze na zdroje s výrobou užitečného tepla za současného využití všech jiných dostupných metod ke snížení spotřeb energií (musí jít ruku v ruce s úsporami tepla)

• Evropská komise by měla zhodnotit aplikaci podpůrného mechanismu daného členského státu, podle kterého výrobce obdrží v souladu se zákony přímou či nepřímou podporu a měla by zvážit, zda tento mechanismus přispívá k naplnění cílů – naplňování potenciálu pro vysoce účinnou KVET

• Komise bude prezentovat ve svých zprávách zkušenosti získané aplikací a společnou existenci různých typů podpůrných mechanismů v různých státech. Zpráva bude hodnotit úspěšnost daného mechanismu včetně finanční efektivnosti a vlivu na rozvoj vysoce účinné KVET. Tato zpráva zhodnotí a přezkoumá přínos podpůrných mechanismů a jejich příspěvků pro tvorbu stabilních podmínek pro investice do KVET v rámci celé Evropy.

Další povinnosti členských států:

- Provozovatelé KVET mají právo na přednostní připojení k distribuční či přenosové síti
- Členské státy zajistí nediskriminační postavení výrobců elektřiny z KVET pro vlastní spotřebu. Cena záložní elektřiny (back-up) a špičkové elektřiny (top-up) bude oceněna nediskriminačně na základě platných ceníků.
- Členské státy ulehčí vstup do sítě výrobcům provozujícím mikrokogenerace a malé kogenerace bez administrativních překážek a zbytečných poplatků.

Příloha I

Technologie KVET, které směrnice řeší

- kombinované cykly s využitím tepla
- parní protitlakové turbíny
- parní odběrové turbíny
- spalovací turbíny s využitím tepla
- motory s vnitřním spalováním (pístové)
- mikroturbíny
- Stirlingovy motory
- palivové články
- parní motory
- celky pracující na bázi Rankin – Clausiova cyklu
- všechny další podobné technologie v souladu s definicí v čl. 3

Příloha II

Definice elektřiny z kogenerace

Stanovení množství elektřiny z KVET je určeno na základě očekávaného nebo aktuálního provozu zdroje za normálních podmínek.

a) Množství elektřiny z KVET bude stanoveno jako celková roční produkce měřená na svorkách generátoru u následujících jednotek:

- V jednotkách typu b), d), e), f), g a h) podle Přílohy I, s celkovou roční účinností nejméně 75%, a
- V jednotkách typu a) a c) podle Přílohy I s účinností vyšší než 80%

b) V KVET, které nedosahují účinností dle a) bude množství elektřiny z KVET stanoveno dle následujícího vzorce:

$$E_{\text{CHP}} = H_{\text{CHP}} \cdot C$$

kde

E_{CHP} = roční množství elektřiny z KVET

C = poměr elektrický/tepelný výkon

H_{CHP} = množství užitečného tepla z KVET, kalkulované pro tento smysl jako celkové teplo mínus teplo vyrobené v samostatných kotlích nebo teplo na regeneraci před vstupem do turbíny, atd.

Kalkulace množství elektřiny z KVET musí být založena na skutečném poměru elektrický/tepelný výkon. Není-li tento poměr znám, může být použit z následující tabulky:

Kombinovaný cyklus s plynovou turbínou a využitím tepla:	0,95
Protitlaká parní turbína:	0,45
Kondenzační odběrová turbína:	0,45
Plynová turbína s využitím tepla:	0,55
Spalovací motor:	0,75

Příloha III

Metodika pro určení energetické účinnosti KVET

a) Vysoce účinná KVET

Pro účely tohoto zákona se rozumí taková KVET, která plní následující kritéria:

- produkce z KVET přináší úspory primárních paliv kalkulovaných podle bodu b) nejméně 10% ve srovnání s oddělenou výrobou elektřiny a tepla
- produkce z malé kogenerace je vždy považována za vysoce účinnou

b) Výpočet energetických úspor

Výpočet energetických úspor je prováděn podle následujícího vzorce:

$$P_{\text{ES}} = 1 - \left\{ \frac{1}{\frac{\text{CHP}_{\text{H}_1}}{\text{Ref}_{\text{H}_1}} + \frac{\text{CHP}_{\text{H}_2}}{\text{Ref}_{\text{H}_2}}} \right\} \times 100\%$$

Kde: P_{ES} : – úspory primárního paliva
 CHP_{H_1} : – tepelná účinnost kogenerační produkce, definovaná jako užitečné teplo dělené vstupním palivem do KVET pro výrobu obou energií
 Ref_{H_1} : – referenční hodnota pro samostatnou produkci

Příloha IV

Kritéria pro analýzu národních potenciálů pro vysoce účinnou KVET

Analýza národních potenciálů definovaná v čl. 6 musí uvážít:

- typy paliva, které by mohly být použity pro zvýšení potenciálu KVET včetně zvážení potenciálu pro zvýšení využití OZE
- typy KVET, které by měly být použity k využití národního potenciálu – v našem případě půjde většinou o decentrální zdroje
- druhy oddělené produkce tepla a elektřiny, které by měly být, pokud je to proveditelné, nahrazeny KVET.
- rozdělení potenciálu na modernizaci stávajících kapacit a výstavbu nových
- analýza by měla zahrnovat přijatelné mechanismy pro ocenění efektivnosti vložených nákladů pro zvýšení podílu vysoce účinné KVET v národním energetickém mixu
- analýza efektivnosti nákladů by měla být v souladu s národními závazky, akceptovanými v souvislosti s Kyotským protokolem aj.
- analýza pro národní potenciál musí specifikovat potenciál ve vývoji pro roky 2010, 2015 a 2020

KOGENERACE S PLYNOVÝMI SPALOVACÍMI TURBINAMI V ČR

Vlastimil Dvořák, Plynoprojekt, a.s. Praha

V povědomí široké české veřejnosti bývá pojem kogenerace často chápán jako kombinovaná výroba tepelné a elektrické energie pouze na principu plynových spalovacích motorů. Někdy je dokonce v tuzemsku pojem kogenerace vyslovován výhradně ve spojitosti s firmou TEDOM. Tento názor není ojedinělý ani při pohledu na sdružení COGEN Czech, které je členem mezinárodní Organizace COGEN Europe. Cílem této významné evropské organizace je podpora kogenerace bez ohledu na použité technické prostředky při kombinované výrobě elektrické a tepelné energie. COGEN Europe klade důraz především na maximální míru využití použitého primárního paliva, na minimalizaci ztrát při distribuci energií a na snižování emisí skleníkových plynů. V našich podmínkách dochází bohužel velmi často k rivalitě mezi stoupenci parní kogenerace, uplatňující se v rozsáhlých teplárenských sítích, a zastánci kogenerace s plynovými spalovacími motory, která může s mnohem větší efektivitou dodávat obě energie v místě spotřeby.

Zájmové sdružení COGEN Czech by chtělo na stránkách nově vznikajícího periodika dát prostor k diskusi stoupencům všech druhů kogenerace a průběžně informovat o stavu jednotlivých technologií v této oblasti. Tentokrát se budeme věnovat popelce v oblasti české kogenerace - kombinované výrobě elektřiny a tepla v plynových spalovacích turbinách. Jedná se o technicky velmi náročnou disciplínu, neboť výkonové rozpětí plynových spalovacích turbin se pohybuje od jednotek kW_e do stovek MW_e. Variabilita konstrukčního řešení spalovacích turbín umožňuje volbu tepelného média ve velmi širokém rozsahu od horké vody až po vysoké parametry páry přehříváných kotlů. V kombinaci s protitlakými parními, případně kondenzačními odběrovými turbinami, lze vytvořit vysoce flexibilní zdroje, které se mohou významnou měrou podílet na primární i sekundární regulaci elektrizační soustavy za současného využití tepelné energie, která je při ryze kondenzačním způsobu výroby elektřiny zmařena. V následujícím textu předkládáme přehled

včetně odhadu nákladů na každý časový úsek.

Směrnice je kompromisem všech zájmových skupin na evropském energetickém trhu, mnozí dokonce tvrdí že je nekonkrétní a nic neříkající. Na rozdíl od směrnice na podporu obnovitelných zdrojů (2001/77/EC) je opravdu méně konkrétnější. Směrnice na podporu OZE definuje jasně a direktivně podíl elektřiny z obnovitelných zdrojů, který má být do roku 2010 splněn. Směrnice na podporu KVET je v tomto ohledu obezřetnější. Neukládá státům direktivně procento spotřeby elektřiny z kogenerace, jak je tomu u OZE, ale dává státům za povinnost nejprve zpracovat rozbor potenciálu pro vysoce účinnou KVET s posouzením nákladů na jeho využití. Teprve poté se vzájemnou diskusí dojde k indikativním cílům podílu vysoce účinné KVET na spotřebě elektřiny v ČR. Tento přístup je rozumný a rozhodně není nekonkrétní, jak říkají někteří kritikové této směrnice. Směrnice je tedy dynamickým dokumentem, který při správném chápání a zacházení umožní členským státům rozumně podpořit dočasně takovou kogeneraci, která by se v budoucnosti po odstranění všech diskriminací měla tržně prosadit sama. O tom, proč se není vysoce účinná decentrální KVET dnes schopna tržně prosadit, budeme psát příště.

plynových spalovacích turbin instalovaných v České republice s možností kogeneračního provozu. Řazení je provedeno podle velikosti instalovaného výkonu ve spalovacích turbinách v jednotlivých lokalitách. Pro ilustraci uvádíme dostupné informace získané na internetových stránkách provozovatelů, dodavatelů a výrobců zařízení, dále pak data zveřejněná ve sbornících seminářů, firemních materiálech a v neposlední řadě pak údaje sdělené při osobním kontaktu s provozovateli.

Pokud jsme opomenuli jmenovat některé ze zařízení nebo v citovaných aplikacích nesouhlasí data se skutečností, nezatačujte nás a informujte nás, prosím, abychom v naší databázi provedli patřičnou změnu.

Sokolovská uhelná, a.s., Divize Energetika

Divize Energetika využívá kromě klasické hnědouhelné teplárny dva identické energobloky, každý o maximálním elektrickém výkonu 185 MW_e a tepelném výkonu 200 MW_t. Hlavní částí každého bloku je plynové spalovací soustrojí FRAME 9E (PG 9171 E, dodávka firmy GEC ALSTHOM) a dále dvoutělesová dvoutlaková parní kondenzační turbina PP60-71 (dodávka ABB PBS) se dvěma regulovanými odběry o elektrickém výkonu 50 MW_e. Výkon každé ze spalovacích turbin je při spalování zemního plynu 123,4 MW_e a termická účinnost 34,8%. Turbiny jsou dvoupalivové a mohou spalovat jak energoplyn vyrobený tlakovým zplyněním hnědého uhlí v generátorech konstrukce Lurgi, tak i zemní plyn nebo směs obou plynů v libovolném poměru. Zemní plyn je využíván zhruba 2 000 hod/rok převážně ke špičkové výrobě elektrické energie a k zajištění služeb pro primární a sekundární regulaci při zařazení elektrárny do západoevropské elektrizační soustavy. Energoplyn je spalován celoročně. Spalinové kotle za spalovacími turbinami jsou ve věžovém provedení a jsou dvoutlaké: 186 t/hod (7,3 MPa a 505 °C) a 50,5 t/hod (0,5 MPa a 210 °C). Vysokotlaká pára je vedena do parní turbíny, nízkotlaká pak slouží k technologickým účelům tlakové plynárny.

Teplárny Brno, a.s. – Červený Mlýn

V rámci zlepšování životního prostředí přešly Teplárny Brno, a.s. na konci devadesátých let od spalování uhelného hrubopráchu ve staré nevyhovující výtopně k využití zemního plynu v kogenerační jednotce. Výsledkem uvedené konverze je podstatné snížení emitovaného množství polutantů v brněnské městské aglomeraci a celém regionu. Dvoupalivová (zemní plyn, LTO) spalovací turbina Siemens V64.3A s nízkemířící spalovací komorou má elektrický výkon 70 MW_e a je provozována přibližně 4 500 hodin v roce. Spalinový kotel s celkovým tepelným výkonem 100 MW_t je nepřítápný horizontální v třítlakém provedení s klouzavými parametry páry 3,6 MPa až 6,2 MPa v závislosti na průtoku páry pro výrobu topné vody ve výměňkové stanici. Dvoutlaká protitlaká parní turbina GE40 s jedním regulovaným a jedním neregulovaným odběrem má maximální elektrický výkon 24,1 MW_e. Kogenerační systém je doplněn beztlakovou akumulací nádrží o objemu 5 500 m³ pro vyrovnávání nesoudobosti dodávek topné vody do systému CZT a požadavky na výrobu elektrické energie.

Teplárna Ústí nad Labem, a.s.

V teplárně (dříve Teplárna Trmice) byla zprovozněna ke konci roku 1998 plynová spalovací turbina PG 6101 (dodavatel EGT Belfort) s elektrickým výkonem 70 MW_e. Turbina je ve venkovním provedení. Elektrická účinnost turbíny je 34,1%, spalovací systém je suchý druhé generace (DLN-II). Spalinový kotel je dvoutlaký s nuceným oběhem v obou tlakových úrovních (vtl.: 88 MW_t – 12 MPa, 520 °C; ntl: 10 MW_t – 1,6 MPa, 290 °C). Pro zpracování vysokotlaké páry se využívá stávající parní protitlaká turbina TG6 o hltnosti 160 t/hod. Původní projekt předpokládal provoz plynové spalovací turbíny v základním zatížení teplárny, t.j. cca 8 000 hodin v roce. V roce 2003 byla turbina provozována pouze 300 hodin.

ECK Generating, s.r.o. Kladno

ECKG Kladno disponuje čtyřmi energobloky, z nichž jeden blok (B6) je navržen jako kogenerační zdroj s využitím plynové spalovací turbíny. Instalována je zde plynová spalovací turbina ABB Baden GT8C se vstříkovaním páry pro zvýšení okamžitého výkonu a pro snižování obsahu NOx ve spalinách. Elektrický výkon při ISO podmínkách je 66,9 MW_e. Turbina je dvoupalivová (zemní plyn, extralehký topný olej). Za turbínou je zařazen spalinový kotel o výkonu 85 t/hod páry s parametry 2,65 MPa a 400 °C. Od února 2001 je jednotka převedena do režimu dispečerské zálohy pro Českou přenosovou a.s. a je spouštěna na pokyn dispečera ČEPS a.s. zhruba 400 až 500 hodin v roce. Pro ekonomiku bloku je rozhodující spolehlivost startů plynové spalovací turbíny, nikoliv vyrobená tepelná a elektrická energie.

Teplárna Kyjov a.s.

Teplárna Kyjov a.s. byla založena v roce 1997 za účelem výstavby a provozu kogeneračního zdroje, který měl zajistit elektrickou energii pro sklárnu Vetropack Moravia Glas, určitý regulovaný elektrický výkon pro potřeby JME, a.s. a dodávky tepelné energie pro město jako náhrada za několik stávajících plynových blokových kotelen. Pro výstavbu kogenerační jednotky byly zvoleny dvě plynové spalovací turbíny TEMPEST od výrobce GEC ALSTOM/EGT, každá s jednotkovým výkonem 7,5 MW_e. Jejich účinnost je při ISO podmínkách 34 %, spalovací komory jsou vybaveny systémem DLN pro snižování emisí NOx. Každá turbina má zařazen samostatný spalinový kotel věžového typu s nuceným oběhem o výkonu 14 t/hod (4,4 MPa a 475 °C). Admisní pára z obou kotlů

je vedena na parní kondenzační odběrovou turbínu se vzduchovým kondenzátorem. Její nominální výkon je 7,3 MW_e a regulovaný odběr páry (0,2 MPa a 150 °C)

při plném výkonu dopalovacího hořáku a 9t/hod pouze při provozu turbíny. Pára měla sloužit pro ohřev topné vody pro město Mohelnici ve výměňkové stanici.

Plynové spalovací turbíny s možností kogeneračního provozu

Poř. č.	Provozovatel	ks	Typ turbíny	Elektrický výkon turbíny MW _e	Celkový výkon MW _e	Uvedení do provozu
1	Sokolovská uhelná, a.s. - Divize Energetika	2	PG 9171 E	123,400	246,800	1996
2	Teplárny Brno, a.s. - Červený Mlýn	1	V64 3A	70,000	70,000	1998
3	Teplárna Ústí nad Labem, a.s.	1	PG 6101	70,000	70,000	1998
4	ECK Generating, s.r.o., Kladno	1	GT8C	66,900	66,900	1998
5	Teplárna Kyjov a.s.	2	Tempest	7,500	15,000	1997
6	KŽ Energo, Králův Dvůr	2	Taurus 60	4,655	9,310	1997
7	Krkonošské papírny, a.s. Hostinné	2	Taurus 60	4,600	9,200	1997
8	ESMO Mohelnice s.r.o.	1	Taurus 60	4,700	4,700	2000
9	MORPA, a.s. - závod Jindřichov	1	Centaur 40	3,395	3,395	1995
10	ABB Energetické systémy, s.r.o.	1	GT5	2,650	2,650	1994
11	Dalkia Olomouc (dříve závod MILO)	1	GT5	2,650	2,650	
12	Karlovarská teplárenská, a.s.	1	KA 1134	1,248	1,248	1996
13	Walter a.s. Praha	1	M601	0,400	0,400	
14	Městské tepelné hospodářství Kolín, s.r.o.	1	Capstone	0,003	0,003	2001
15	SPO a.s. Oslavany	0	Taurus 70	7,200	0,000	2000

pro toplofikaci města má rozsah 0 – 27,7 t/hod. Oproti původním předpokladům je každá z plynových spalovacích turbín v provozu pouze cca 3 000 hod/rok.

KŽ Energo, Králův Dvůr

V majetku firmy je kogenerační jednotka se dvěma spalovacími turbínami Taurus 60 (dodavatel Tuma Turbomach), každá o elektrickém výkonu 4,655 MW_e. Spaliny z turbín jsou vyvedeny do společného přitápěného spalínového kotle o výkonu 25 t/hod. (3,9 MPa a 450 °C). Kogenerační jednotka byla v provozu od roku 1997 do roku 2002. Celkově najeté provozní hodiny turbín jsou 26 000 a 30 000 Mth. Nyní je kogenerační jednotka z ekonomických důvodů dlouhodobě odstavena.

Krkonošské papírny, a.s., Hostinné

Kogenerační jednotka se dvěma spalovacími turbínami Taurus 60, dodaná švýcarskou firmou Tuma Turbomach, tvoří společně s konvenčním plynovým kotlem o výkonu 40 t/hod (6,5 MPa a 490 °C) jádro energetiky papírny. Koncepte kogenerační jednotky byla navržena velmi flexibilně. Spaliny obou turbín, z nichž každá má elektrický výkon 4,6 MW_e, jsou vedeny do společného spalínového kotle. Bypassový komín a předřazený dvoupalivový dopalovací hořák (zemní plyn, TTO) umožňují širokou škálu provozních stavů. Nominálního výkonu spalínového kotle, t.j. 53 t/hod (6,5 MPa a 490 °C) může být dosaženo jak při provozu jedné, či obou turbín nebo i po odstavení obou turbín. Pára ze spalínového kotle je využívána na stávající protitlaké turbíně o elektrickém výkonu 4 MW_e a emisní pára je vedena do papírenských strojů a výměňkové stanice pro vytápění. Kogenerační jednotka je využívána v průměru 8 500 hod/rok. Na jedné z turbín byla již provedena generální oprava, na druhé bude provedena v letošním roce.

ESMO Mohelnice, s.r.o.

Kogenerační jednotka s plynovou spalovací turbínou Centaur C50 s elektrickým svorkovým výkonem 4,7 MW_e (dodala firma Tuma Turbomach) byla od svého uvedení do provozu v březnu 2000 provozována do května 2004, kdy byla odstavena cca po 30 000 provozních hodinách z důvodu výskytu prasklin na rotorových lopatkách a dále z důvodů nevyjasněné budoucnosti firmy ESMO. Spalínový kotel pro využití spalín je přehříván s výkonem 16 t/hod (0,9 MPa a 280 °C)

Morpa, a.s. – závod Jindřichov

Papírna má nejstarší funkční kogenerační jednotku s plynovou spalovací turbínou v České republice. Kogenerační jednotka se skládá z plynové spalovací turbíny Centaur 40 s elektrickým výkonem 3,395 MW_e. Turbinu dodala dnes již neexistující firma MAN Dezentrale Energie Systeme. Spaliny jsou po výstupu z turbíny přehřívány a vedeny do spalínového kotle o výkonu 25 t/hod (3,9 MPa a 390 °C). Kotel může pracovat na plný výkon i samostatně při odstavené turbíně při provozu dopalovacího hořáku na čerstvý vzduch. Vysokotlaká pára je vedena na parní turbínu o výkonu 2 MW_e a potom do technologického procesu. Plynová spalovací turbína je využívána 8 300 hod/rok.

ABB Energetické systémy s r.o., Brno (ABB ENS)

ABB Energetické systémy s r.o. se zapojila do kogenerační výroby elektrické energie a tepla s plynovou turbínou jako první v České republice. V září 1994 uvedla do provozu ve své závodní teplárně kogenerační jednotku s plynovou turbínou GT5 s elektrickým výkonem 2,65 MW_e při ISO podmínkách a tepelném výkonu 5 MW_t. Od roku 2001 je tato referenční jednotka bohužel z ekonomických důvodů zakonzervována.

Dalkia Olomouc (MILO Olomouc)

Stejná turbína jako v ABB ENS (GT5) byla instalována v teplárně MILO Olomouc. Po prodeji teplárny společnosti Dalkia je kogenerační jednotka od roku 2002 rovněž dlouhodobě zakonzervována.

Teplárna Karlovy Vary a.s

Kogenerační jednotka KA 1134 od německého dodavatele MWM Deutz, osazená japonskou dvoupalivovou spalovací radiální turbínou KAWASAKI M1A-11 o elektrickém výkonu 1,248 MW_e, byla uvedena do provozu v červenci 1996 za účelem pokrytí základní potřeby páry pro technologické odběratele z parní sítě a zároveň pro pokrytí vlastní spotřeby elektrické energie v teplárně. Zařazený spalínový výměník má výkon 4t/hod v páře o tlaku 1,3 MPa a teplotě 220 °C. Elektrická účinnost zařízení je 23,5% a kogenerační jednotka je v současné době provozována zhruba 4 900 hod/rok.

Walter a.s., Praha

Letecký motor M601 v pozemní verzi s úpravou spa-

lovací komory na zemní plyn provozuje v referenční kogenerační jednotce společnost Walter na dvoře svého závodu. Elektrický výkon je 0,4 MW_e a tepelný výkon 1,6 MW_t. Jednotka je provozována cca 400 hodin v roce.

Městské tepelné hospodářství Kolín, s r.o.

Městské tepelné hospodářství Kolín, s r.o. provozuje jedinou mikroturbínu v České republice. Jedná se o americkou turbínu Capstone C30, instalovanou v městské kotelně Jahodíště v Českém Brodě. Její elektrický výkon je 30 kW_e a tepelný výkon v teplé vodě 90/70 °C činí 52 kW_t.

SPO a.s. Oslavany

Spalovací turbína Taurus 70 (dodavatel Tuma Turbomach) s elektrickým výkonem 7,2 MW_e, která byla od roku 2000 součástí kogenerační jednotky s horizontálním nepřehříváním spalínovým kotlem o tepelném výkonu 12,7 t/hod (1,4 MPa a 250 °C) byla z důvodů špatného podnikatelského záměru prodána mimo hranice republiky.

Z provedené inventarizace kogeneračních jednotek s plynovými spalovacími turbínami vyplývá jejich celkový instalovaný elektrický výkon ve výši 502,3 MW_e. Je instalováno 14 kogeneračních jednotek s celkem 18 turbínami. 90,3 % instalovaného výkonu připadá na 5 plynových spalovacích turbín umístěných ve čtyřech lokalitách. Jedná se o turbíny ve výkonové třídě nad 50 MW_e. Zbývajících 9,7 % instalovaného výkonu je realizováno ve výkonové třídě do 10 MW_e. Výkonová třída 10 až 50 MW_e není zastoupena v žádné kogenerační jednotce. Použity jsou výhradně průmyslové typy spalovacích turbín jak v kategorii nad 50 MW_e (GE, Siemens, ABB), tak v kategorii menších turbín (v převážné většině Solar Turbine). Aeroderivátní turbína je využita v jediném případě – v referenční jednotce společnosti Walter s pozemní verzí leteckého motoru M601. Palivem je převážně zemní plyn s výjimkou turbín instalovaných v Sokolovské uhelné, a.s., které vedle zemního plynu využívají především energoplyn získaný tlakovým zplyněním hnědého uhlí.

Přes poměrně malý počet kogeneračních jednotek s plynovými spalovacími turbínami je z uvedených stručných popisů jednotlivých zařízení zřejmá značná různorodost v jejich celkovém uspořádání. Použity jsou spalínové kotle v jedno- až třítlakovém provedení v tlakových úrovních páry od 0,9 MPa do 12 MPa. Zastoupeny jsou kotle s vřezovým i horizontálním uspořádáním, s dodatečným přehříváním a v některých technologických aplikacích i s provozem při odstavení turbíny. Vyráběna je v dřívější většině případů vysokotlaká pára pro následné využití ve stávajících nebo nově instalovaných parních turbínách. Teplovodní a horkovodní kotle nejsou použity s výjimkou mikroturbíny Capstone.

V mnoha případech se kogenerační jednotky dostaly do ekonomických problémů, které jsou způsobeny špatným odhadem budoucích spotřeb energií a vývojem jejich cen. Jejich činnost končí bohužel často odstavením (KŽ ENERGO, ESMO Mohelnice, ABB ENS) nebo dokonce likvidací jednotky (SPO Oslavany).

Z hlediska čistě kogeneračního provozu a pohledu využití ročního časového fondu patří k neúspěšnějším aplikacím kogenerační jednotky v papírenských technologiích (papírny KRPA a MORPA). V posledních letech nebyla uvedena do provozu žádná nová kogenerační jednotka. Nárůst cen elektrické energie po otevření trhu však může tento stav brzy zvrátit. K této situaci již dochází v západní Evropě, kde v současnosti vzrůstá potřeba po spalovacích turbínách.