



TYPOVÝ PROJEKT  
KOGENERACE  
PRO  
PRŮMYSLOVÉ  
PODNIKY

SRC International CS, spol. s r.o.

# OBSAH

|           |                                                                                |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>PŘEHLED ZÁKLADNÍCH DŮVODŮ PROČ UVAŽOVAT O KVET.....</b>                     | <b>1</b>  |
| <b>2.</b> | <b>KRITÉRIA PRO SPRÁVNOU VOLBU KVET .....</b>                                  | <b>7</b>  |
| 2.1       | ENERGETICKÉ KRITÉRIUM .....                                                    | 7         |
| 2.2       | EKOLOGICKÉ KRITÉRIUM.....                                                      | 9         |
| 2.3       | EKONOMICKÉ KRITÉRIUM.....                                                      | 12        |
| 2.3.1     | <i>Investiční náklady.....</i>                                                 | <i>12</i> |
| 2.3.2     | <i>Podmínky získání finančních prostředků na investici .....</i>               | <i>13</i> |
| 2.3.3     | <i>Provozní náklady na zařízení a provozní podmínky zařízení .....</i>         | <i>13</i> |
| 2.3.4     | <i>Tržby za vyrobenou energii.....</i>                                         | <i>14</i> |
| <b>3.</b> | <b>POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ TYPU KVET VHODNÉHO PRO PRŮMYSLOVÉ PODNIKY.....</b> | <b>16</b> |
| 3.1       | PARNÍ KVET .....                                                               | 16        |
| 3.2       | KVET S PÍSTOVÝMI SPALOVACÍMI MOTORY.....                                       | 17        |
| 3.3       | KVET NA BÁZI PALIVOVÝCH ČLÁNKŮ .....                                           | 18        |
| 3.4       | KVET SE SPALOVACÍMI TURBÍNAMI.....                                             | 19        |
| 3.5       | PAROPLYNOVÁ KVET .....                                                         | 22        |
| <b>4.</b> | <b>PRAKTICKÝ PŘÍKLAD REALIZOVANÉHO ZDROJE KVET V PRŮMYSLOVÉM PODNIKU .....</b> | <b>24</b> |
| 4.1       | PŘÍKLAD REALIZACE JEDNOTKY KVET V MEP POSTŘELMOV .....                         | 24        |
| 4.2       | PŘÍKLAD REALIZACE JEDNOTEK KVET V METAZ TÝNEC NAD SÁZAVOU .....                | 24        |
| 4.3       | PŘÍKLAD REALIZACE JEDNOTKY KVET S PLYNOVOU TURBINOU.....                       | 25        |
| <b>5.</b> | <b>PRÁVNÍ RÁMEC PRO REALIZACI KVET.....</b>                                    | <b>27</b> |
| 5.1       | ENERGETICKÁ LEGISLATIVA.....                                                   | 27        |
| 5.1.1     | <i>Minulý Energetický zákon .....</i>                                          | <i>27</i> |
| 5.1.2     | <i>Nové právní normy pro energetická odvětví.....</i>                          | <i>28</i> |
| 5.1.3     | <i>Stavební zákon.....</i>                                                     | <i>31</i> |
| 5.1.4     | <i>Právní normy v oblasti ochrany životního prostředí.....</i>                 | <i>32</i> |
| <b>6.</b> | <b>MOŽNOSTI A ZPŮSOBY FINANCOVÁNÍ KVET.....</b>                                | <b>36</b> |
| 6.1       | FINANCOVÁNÍ Z VLASTNÍCH ZDROJŮ .....                                           | 36        |
| 6.2       | FINANCOVÁNÍ Z CIZÍCH ZDROJŮ.....                                               | 36        |
| 6.2.1     | <i>Úvěr.....</i>                                                               | <i>36</i> |
| 6.2.2     | <i>Finanční leasing.....</i>                                                   | <i>37</i> |
| 6.2.3     | <i>Kombinace zdrojů financování.....</i>                                       | <i>41</i> |
| 6.2.4     | <i>Netradiční metody financování .....</i>                                     | <i>41</i> |
| 6.2.5     | <i>Dotace .....</i>                                                            | <i>43</i> |
| <b>7.</b> | <b>SPECIFIKACE ZÁKLADNÍCH KROKŮ PŘI PŘÍPRAVĚ PROJEKTU .....</b>                | <b>44</b> |
| <b>8.</b> | <b>ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ.....</b>                                                | <b>46</b> |

## SEZNAM ZKRATEK

|         |                                                     |
|---------|-----------------------------------------------------|
| ČEA     | Česká energetická agentura                          |
| ČMZRB   | Českomoravská záruční a rozvojová banka             |
| ČR      | Česká republika                                     |
| ČSOB    | Československá obchodní banka                       |
| DN      | Prostá doba návratnosti investice (doba splacení )  |
| EPC     | Energy Performace Contracting                       |
| ESCO    | Energy Service Company – Firma energetických služeb |
| IRR     | Vnitřní výnosové procento                           |
| KVET    | Kombinovaná výroba elektrické energie a tepla       |
| kW      | Kilowatt                                            |
| kWh     | Kilowatthodina                                      |
| mil.    | Milión                                              |
| MPO ČR  | Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky     |
| MŽP ČR  | Ministerstvo životního prostředí České republiky    |
| NPV     | Čistá současná hodnota                              |
| ŘS      | Řídicí systém                                       |
| SFŽP ČR | Státní fond životního prostředí České republiky     |
| TPF     | Third Party Financing – Financování třetí stranou   |

# 1. PŘEHLED ZÁKLADNÍCH DŮVODŮ PROČ UVAŽOVAT O KVET

Kogenerace (kombinovaná výroba elektřiny a tepla – KVET) je relativně nový pojem, v poslední době velmi frekventovaný i ve veřejnosti, který označuje všeobecně známý princip teplárenství, jež má v České republice dlouholetou tradici. Jedná se o kombinovanou výrobu elektřiny a tepla a o centralizované zásobování teplem. Kombinovaná výroba elektřiny a tepla má jednoznačné výhody, založené na fyzikálním principu, který má trvalou platnost za všech okolností.

Nový pojem „kogenerace“ (dále budeme používat zkratku KVET) přichází současně s inovační vlnou technologického zařízení tepláren, která je způsobena masovým vytlačováním tuhých paliv ze spotřeby energie rozvojem plynofikace.

V užším smyslu je tedy třeba pojem KVET chápat jako moderní energetické zdroje, produkující současně elektřinu i teplo spalováním zejména zemního plynu (i když přicházejí v úvahu i jiná paliva včetně kapalných i tuhých). Kvalitativní rozdíl mezi moderními technologiemi KVET a klasickým teplárenským parním cyklem je ve vyšší měrné výrobě elektřiny, tj. vyšším podílu výroby ušlechtlejší formy energie.

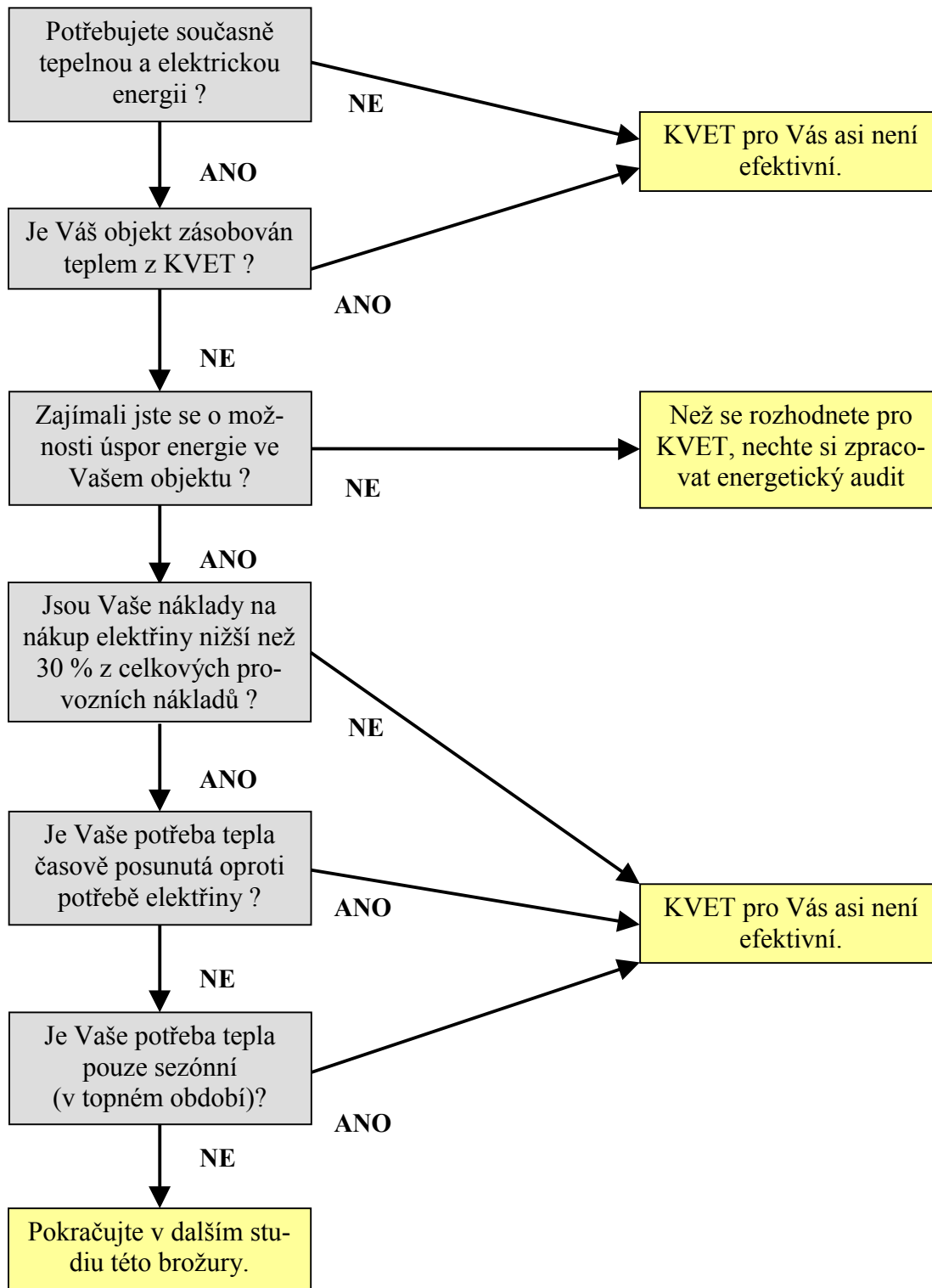
Jedním z charakteristických znaků KVET je miniaturizace zdrojů ve srovnání s tradičními teplárnami. Miniaturizace v tomto případě znamená nejen zmenšování zařízení v důsledku technického pokroku jako v jiných oborech, ale zejména možnost postavit teplárnu malého výkonu řádu stovek, ale i jen desítek kW. To pak znamená, že funkční teplárna může existovat i v malých městech, vesnicích, malých průmyslových i zemědělských provozovnách, objektech občanské vybavenosti, bytových domech a dokonce i v rodinných domcích. Technikou, která umožňuje tuto miniaturizaci v teplárenství je zejména plynový pístový spalovací motor, plynové miniturbíny, v blízké budoucnosti i palivové články, deskový výměník tepla a miniaturizace elektrických strojů a přístrojů.

Základní energetickou předností KVET je vyšší účinnost procesu kombinované výroby elektřiny a tepla oproti oddělené výrobě elektřiny v elektrárnách a tepla ve výtopnách. Energetická účinnost procesu výroby elektrické energie v klasických tepelných elektrárnách dosahuje v České republice v současnosti maximálně 35 %. Energetická účinnost technologie KVET dosahuje až 85 %. Vyšší energetická účinnost znamená nižší spotřebu paliva a to automaticky přináší snížení emisí znečišťujících látek ze spalování paliva do ovzduší.

Technologie KVET tedy přináší ve svém principu vyšší zhodnocení vloženého paliva a tím i snížení emisí plyných látek do ovzduší a odpadního tepla na jednotku dodané tepelné a elektrické energie. Její konkrétní použití je však vázáno na místní podmínky (odběr elektřiny a tepla) a závisí na finančních možnostech budoucího investora.

Motivace k investování do kombinované výroby elektřiny a tepla sahá od samostatného podnikání v prodeji tepla a elektřiny, přes možnost zvýšení efektivnosti energetického hospodářství podniku, až například po snahu o ziskovou likvidaci odpadů. Na celospolečenské úrovni je to pak snaha o celkové snižování emisí plyných látek a tepla, což by vedlo ke snížení negativních dopadů na lokální, regionální i globální úrovni.

Je pro Vás kombinovaná výroba elektřiny a tepla potenciálně zajímavá?



Možné důvody proč uvažovat o KVET jsou následující:

- 1 ***Samostatné podnikání v prodeji elektrické energie a tepla***
- 2 ***Zvýšení efektivity vlastního energetického hospodářství***
- 3 ***Zhodnocení netradičních (levných ) paliv***
- 4 ***Likvidace odpadů***
- 5 ***Zdroj stálého napětí***
- 6 ***Nouzový zdroj elektrické energie***
- 7 ***Ekologické důvody***
- 8 ***Komplexní řešení zásobování energií***
- 9 ***Legislativní důvod ze zákona 406/2000 Sb., §7***

#### ***Ad 1 Samostatné podnikání v prodeji elektrické energie a tepla***

Podnikání je podle Obchodního zákoníku „...činnost prováděná za účelem tvorby zisku“. Jde tedy o běžnou výrobu a prodej zboží, v tomto případě elektrické energie a tepla. Energie jako zboží má však svá specifika, neboť se vyznačuje nutností výroby i spotřeby v reálném čase. Nejde tedy o zboží, které lze skladovat bez značných doplňkových nákladů, zejména v případě elektrické energie.

Podnikatel – výrobce energie musí ze zákona vlastnit dvě licence – pro výrobu elektrické energie a pro výrobu tepla<sup>1</sup>. Podnikání za účelem prodeje elektrické energie a tepla je až dosud uplatňováno především v modelu typu „velká teplárna“. Pro investory malých zdrojů KVET se spalovacími motory nebo plynovými miniturbínami se tento typ motivace vyskytuje jen výjimečně.

#### ***Ad 2 Motivace ke zvýšení efektivity energetického hospodářství***

Nízké náklady na energetické hospodářství – to je jistě přání každého podnikatele. Zařízení KVET investor buduje s nadějí na snížení nákladů na palivo zvýšením účinnosti jeho využití. Podle místních podmínek pak využívá teplo buď pro vlastní potřebu, nebo ho část (přebytek) dodává jiným subjektům. Elektrickou energii pak rovněž vyrábí pro vlastní spotřebu, nebo prodává přebytky do sítě, případně prodává do sítě veškerou výrobu. Spektrum možností je velké a závisí na konkrétním využití místních podmínek v podnikatelském záměru. Základním parametrem při ekonomickém hodnocení jsou pak platby za elektrický výkon (kW) a za dodanou elektrickou práci (kWh). Jednou z možností je využití vlastní výroby elektřiny, která je levnější, než dodávka ze sítě, zejména při nevyrovnaném odběru, kdy jsou vysoké platby za

---

<sup>1</sup> Zákon 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) (bližší viz kap. 5)

odebraný výkon, nebo při maloodběru z nízkého napětí, kdy není vazba na výkon, ale cena za odebranou práci je vysoká. Z hlediska provozovatele je tento způsob provozu výhodný – „tržní cena“ vyrobené elektřiny se rovná ceně, za niž elektrickou energii nakupuje. Provoz jednotky KVET se tak řídí podle spotřeby. Jde o systém „kopírování vlastní spotřeby“. Pokud potřebný elektrický výkon převyší možnosti jednotky, nakupuje se zbytek energie ze sítě. To je příklad uvažování energetika průmyslového podniku.

V případě, že je vlastní spotřeba elektrické energie malá, dodá se vyrobená elektrická energie do sítě (podle zákona č. 458/2000 Sb. jsou provozovatelé distribučních soustav povinni dávat v distribuci přednost elektřině, prokazatelně vázané na výrobu tepla při KVET). Zde pro provozovatele KVET nastává vyjednávání o ocenění „tržní ceny“ vyrobené energie. Výkup elektřiny z malých jednotek o výkonu desítek a stovek kilowattů se odehrává podle výkupních ceníků distribučních společností. Při nabídce většího výkonu a navíc případně lokalizovaného do koncových bodů sítě, je možno vyjednávat o výkupní ceně. Při dodávce elektřiny do sítí mohou rozvodné společnosti tarifně ovlivňovat zařazení výroby z jednotek KVET do potřebných časových pásem. Mají tak KVET pod kontrolou a v některých případech ji mohou dokonce přímo řídit. To je příklad použití KVET v systémech centralizovaného zásobování teplem u menších měst – dřívější podniky tepelného hospodářství dnes buď privatizované a nebo přetransformované na obchodní společnosti s větším či menším vlastnickým podílem příslušného města.

#### ***Ad 3 a 4      Motivace k využití netradičních a levných paliv nebo odpadů***

Snížení nákladů na palivo při výrobě tepla vede ke zvýšení výsledného finančního efektu. To je možno rovněž využít u zdrojů KVET, zvláště v menších jednotkách KVET. Běžné jednotky KVET se vyrábějí pro základní palivo – zemní plyn. Ostatní plynná paliva s obsahem více než 50 % metanu (například bioplyn nebo skládkový plyn) jsou obvykle použitelná s tím, že výkon jednotky KVET se úměrně snižuje.

Samostatnou oblastí je využívání dřevní hmoty. Dřevní hmota pro výrobu elektrické energie se může zplyňovat v tlakových reaktorech. Vzniklý bioplyn se po vyčištění používá v jednotkách KVET. Potřebné vyvíječe v ČR nabízí několik výrobců. Překážkou širokého využití této technologie je až dosud nedostatečně zvládnutá provozní spolehlivost vyvíječů plynu a jejich bezobslužný provoz.

Snížení palivových nákladů lze dosáhnout též využitím plynů z tzv. nebilančních ložisek zemního plynu. Jde o čočky zjištěné při geologickém průzkumu, jejichž sondy jsou zakonzervované. Jejich těžba s výstavbou plynovodu není dosud efektivní. Podobnou možností je využití skládkového plynu ze skládek komunálních odpadů, degazačních hořlavých plynů z důlních odplynů, koksárenského plynu a případně různých plynných i kapalných odpadů v chemickém průmyslu nebo i v jiných průmyslových odvětvích (hutnictví, potravinářství atd.). Vždy záleží na zvážení místních podmínek a ekonomickém rozpočtu.

### ***Ad 5 a 6 Zdroje stálého napětí a nouzové zdroje elektřiny***

Požadavek zvláště spolehlivé a nepřerušované dodávky elektrické energie se vyskytuje v některých specifických oborech (například v telekomunikační technice, počítačových systémech, přístrojové technice a dalších). Zajištění napájení takových systémů se zpravidla dnes provádí pomocí nouzových zdrojů na bázi spalovacích motorů. Jejich současné využití pro KVET je v zásadě možné. V řízení podobných zařízení má však jednoznačnou prioritu dodávka elektrické energie.

Nouzové zdroje elektrické energie se používají v řadě veřejných budov, ale i v průmyslových podnicích, hotelech, administrativních budovách atd. Ve velkém počtu případů ještě dožívá technologie nouzových zdrojů na bázi dieselových motorů. Pokud je možno sladit potřebu elektřiny s potřebou tepla v objektu, může být nouzový zdroj elektřiny nahrazen jednotkou KVET. Nouzový zdroj se pak může stát zdrojem trvalým, pracujícím na zemní plyn. Systém elektrických rozvodů zásobovaného areálu pak musí být upraven pro tzv. „ostrovní provoz“, tj. samostatný provoz při výpadku napájení z elektrické rozvodné sítě.

Pro investora znamená záměna nouzového zdroje elektřiny za jednotku KVET zhodnocení vlastního majetku.

### ***Ad 7 Ekologické důvody***

Použití jednotek KVET jako nástroje pro snížení emisního zatížení je logické, protože současnou výrobou elektřiny a tepla se celkové množství paliva a tím i emisí, oproti oddělené výrobě elektřiny v elektrárně a výrobě tepla ve výtopně, snižuje. To má přínosy ve snižování emisí na globální, národní, případně regionální úrovni. Malé zdroje KVET však vždy působí v určité lokalitě a nahrazují místní zdroje tepla, nikoliv místní zdroje elektřiny (elektrárna, ze které lokalita odebírá elektřinu je zpravidla daleko). Zavedením KVET dojde vlastně k přiblížení výroby elektřiny do lokality její spotřeby a k místnímu zvýšení emisí znečišťujících látek do ovzduší. Tento vliv by se plně projevil při zavedení KVET ve zdroji na výrobu tepla, provozovaném na zemní plyn. Zde by ekologické důvody zavedení KVET nepodporovaly, protože by došlo ke zvýšení spotřeby paliva a tím k lokálnímu zvýšení emisí. Jestliže však má být použita KVET ve zdroji tepla, který se rekonstruuje se současnou záměnou palivové základny z uhlí na zemní plyn, je její použití plně odůvodněno i ekologickými důvody.

### ***Ad 8 Komplexní řešení***

Motivací pro komplexní řešení zásobování energií, které zahrnuje teplo, elektrickou energii a v některých případech i chlad, je snaha investora po dosažení maximální hospodárnosti. Vedlejší motivací může být snaha o dosažení soběstačnosti a nezávislosti na vnějších dodavatelích energie. Typickým příkladem je energetika obchodních domů, hotelů a velkých administrativních budov. Zdroje KVET zde obvykle pracují v režimu kopírování vlastní spotřeby. Zařazení výroby chladu do pracovního cyklu se projevuje významnou stabilizací odběru tepla v průběhu roku. Nedochozí tak k omezení odběru tepla v letním období a tím i ke snižování výroby elektrické energie.



### ***Ad 9 Legislativní důvod***

Zákon 406/2000 Sb. o hospodaření energií v §7 ukládá výrobcům tepla a elektřiny určité povinnosti, které směřují k případné přeměně zdrojů oddělené výroby elektřiny nebo tepla na zdroj kombinovaný (KVET).<sup>2</sup>

Vedle důvodů pro užití KVET mohou v některých případech existovat i důvody proti jejímu užití. Tyto důvody jsou zřejmé z dalších kapitol a jsou to důvody ekonomické (užití KVET je v některých případech ekonomicky neefektivní), technické (není dostatečný odběr na elektrickou energii nebo teplo) a ekologické (v lokalitě může vlivem užití KVET dojít ke zvýšení emisí znečišťujících látek do ovzduší).

---

<sup>2</sup> Blíže k zákonu viz kapitola 5.1.2.2.

## 2. KRITÉRIA PRO SPRÁVNOU VOLBU KVET

Pro tento účel jsou definována tři základní hlediska (kritéria), která musí potenciální investor uvážit, pokud chce úspěšně aplikovat KVET pro svůj konkrétní případ. Tato kritéria jsou:

- energetické kritérium,
- ekologické kritérium,
- ekonomické kritérium.

### 2.1 Energetické kritérium

V případě KVET je energetické kritérium výhodnosti tohoto způsobu výroby elektrické energie a tepla oproti oddělené výrobě splněno prakticky v každém reálném případě. Důkaz tohoto konstatování provedeme porovnáním spotřeby paliva na výrobu **E [kWh]** jednotek elektrické energie a **Q<sub>d</sub>[kWh]** jednotek dodávaného tepla.

Úsporu tepla v palivu  $\Delta Q_{pv}^T$  lze popsat vztahem:

$$\Delta Q_{pv}^T = \frac{E}{\eta_E} + \frac{Q_d}{\eta_V} - \frac{E + Q_d}{\eta_T} = Q_d \left( \frac{e}{\eta_E} + \frac{1}{\eta_V} - \frac{e+1}{\eta_T} \right) = a \cdot E + b \cdot Q_d, \quad (1)$$

kde je:

$$a = \frac{1}{\eta_E} - \frac{1}{\eta_T}, \quad b = \frac{1}{\eta_V} - \frac{1}{\eta_T} \quad a$$
$$e = \frac{E}{Q_d} \quad \text{modul teplotní výroby elektrické energie} \quad (2)$$

V předchozím vztahu (1) značí:

$\eta_E$ ,  $\eta_V$  a  $\eta_T$  účinnosti kondenzační elektrárny ( $\eta_E$ ), výtopny ( $\eta_V$ ) a teplárny ( $\eta_T$ ).

Pro určení poměrné úspory tepla v palivu kombinovanou výrobou tepla a elektrické energie platí vztah:

$$\Delta q_{pv}^T = \frac{\Delta Q_{pv}^T}{Q_{pv}^{E+V}} = 1 - \frac{\frac{1+e}{\eta_T}}{\frac{e}{\eta_E} + \frac{1}{\eta_V}} = 1 - \frac{\eta_E \cdot \eta_V}{\eta_T} \cdot \frac{1+e}{e \cdot \eta_V + \eta_E} \quad (3)$$

Pro konkrétní (obvyklé) hodnoty účinností  $\eta_E = 0,32$ ,  $\eta_V = 0,9$ ,  $\eta_T = 0,85$  platí, že poměrná úspora  $\Delta q_{pv}^T$  paliva v závislosti na  $e$  (pro  $0,1 < e < 1,5$ ), má průběh dle tabulky 1.

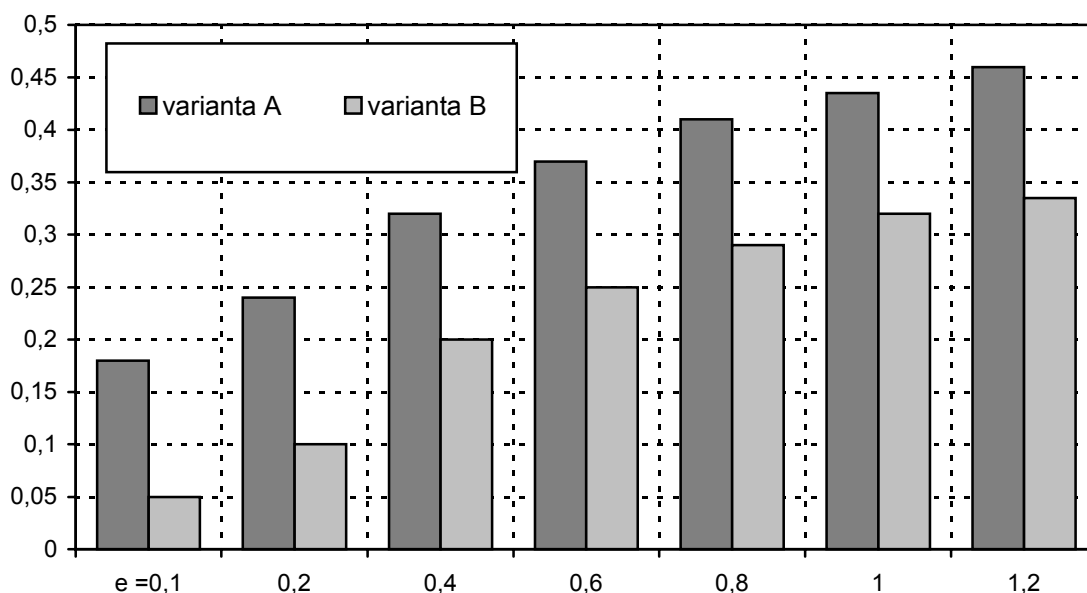
Tabulka 1 Vliv  $e = E/Q_d$  na měrnou úsporu tepla při KVET

| e                 | 0,1    | 0,2    | 0,3    | 0,4    | 0,5    | 0,6    | 0,8    | 1,0    | 1,2    | 1,5    |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\Delta q_{pv}^T$ | 0,0910 | 0,1868 | 0,2534 | 0,3024 | 0,3400 | 0,3697 | 0,4135 | 0,4445 | 0,4675 | 0,4928 |

Poměrná úspora paliva může tedy dosáhnout až 50 %. Úspora tepla v palivu závisí proto hlavně **na účinnostech** všech tří typů zdrojů a hodnotě modulu  $e$ .

Příklad rozdílu poměrné úspory paliva pro dva extrémní případy (varianty) ukazuje obrázek. 1.

Obrázek 1 Poměrná úspora tepla v palivu  $\Delta q_{pv}^T$  při kombinované výrobě elektriny a tepla pro dvojí číselné hodnoty  $\eta_E$ ,  $\eta_V$  a  $\eta_T$ .



Starší varianta „A“ představuje koncepci energetických zdrojů odpovídající 70. létům. Jedná se o parní elektrárnu na uhlí se jmenovitými parametry páry cca 15 MPa a 540/540 °C a s účinností výroby elektrické energie 32 % ( $\eta_E = 0,32$ ), parní nebo horkovodní uhelnou výtopnu s účinností výroby tepla 75 % ( $\eta_V = 0,75$ ), a parní teplárnu s odběrovými teplárenskými turbínami a celkovou účinností 80 % ( $\eta_T = 0,8$ ).

Moderní řešení energetických zdrojů (varianta „B“) představuje parní elektrárnu na uhlí s nadkritickými parametry páry (tlak cca 23 MPa a teplota páry 560/560 °C) s odsířením spalin a účinností výroby elektrické energie 45 % ( $\eta_E = 0,45$ ), moderní plynovou výtopnu s účinností výroby tepla 95 % ( $\eta_V = 0,95$ ), a teplárnu s kombinovanou výrobou elektrické energie a tepla v plynovém motoru s generátorem a teplovodními výměníky s celkovou účinností 90 % ( $\eta_T = 0,90$ ).

Příklad dokazuje, že v obou koncepcích o úspoře tepla v palivu rozhoduje hodnota modulu teplárenské výroby elektrické energie ( $e$ ). U starší koncepce energetických zdrojů (varianta A), kde účinnost výroby elektrické energie v elektrárně byla velmi nízká, se přechodem na teplárenskou výrobu energie docílovalo vyšší hodnoty měrné úspory tepla v palivu, než je tomu u moderních koncepcí (varianta B).

Rozhodnutí o instalaci jednotky KVET musí předcházet pečlivý rozbor jejího budoucího provozu. Jednotku je třeba provozovat tak, aby kromě vyrobené elektrické energie bylo maximálně využito i vyrobené teplo. Pro splnění uvedených podmínek je tedy nutno výkon jednotky KVET vhodně dimenzovat ve vztahu k průběhu denního i ročního diagramu odběru elektrické energie a tepla a k ceně, za kterou lze vyrobenou elektrickou energii a teplo zhodnotit.

Pro úvahy o vhodné velikosti jednotek KVET jsou v tabulce 2 uvedeny orientační hodnoty kapacit zařízení KVET s pístovými motory ve vztahu k potřebám elektřiny a tepla.

*Tabulka 2 Orientační hodnoty kapacit zařízení KVET s pístovými motory ve vztahu k potřebám elektřiny a tepla*

| Potřeba el.výkonu (kW) | Potřeba tepelného výkonu (kW) | Kapacita zdroje KVET (kW <sub>el</sub> ) |
|------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|
| 0 – 10                 | nezávisle na tepelném výkonu  | KVET není vhodná                         |
| 10 – 50                | do 100                        | 50                                       |
| 50 – 150               | 100 – 200                     | 150 (příp. 2 x 100)                      |
| 150 - 500              | 200 – 750                     | 200 - 500 (příp. 2 x 100 - 300)          |
| 500 - 1000             | 750 – 1 500                   | 2 x 300 až 2 x 600                       |

## 2.2 Ekologické kritérium

Celkové zatížení životního prostředí je v případě KVET nižší než u oddělené výroby, a to i v případě, že oddělené výroby tepla a elektrické energie a KVET budou založeny na stejném palivu.

V případě záměny tuhých paliv (především uhlí) za topný plyn bude samozřejmě snížení zatížení životního prostředí emisemi ještě větší, protože měrné emise znečišťujících látek z topného plynu jsou výrazně nižší než z tuhých paliv, dokonce některé z hlavních znečišťujících látek podléhajících emisním poplatkům (SO<sub>2</sub> a tuhé látky) jsou při použití plynného paliva prakticky nulové.

Tento obecně platný fakt se uplatňuje pouze u investora, který prakticky vyrábí odděleně jak teplo, tak i elektrickou energii, neplatí však pro investora, který vyrábí pouze teplo. Vysvětlení je zřejmé z porovnání hodnot emisních limitů pro výrobu tepla a pro KVET (motorové jednotky a plynové turbíny) uvedených v tabulce 3.

Ekologická výhoda KVET se ekonomicky projeví teprve po uvažovaném zavedení ekologických daní, které předpokládá již připravovaný nový „Zákon o ovzduší“, který nahradí dosud platný zákon 309/91 ve všech jeho pozdějších novelách. Jedná se například o tzv. uhlíkovou daň.

**Uhlíková daň** respektuje diferencovanou míru emise CO<sub>2</sub> z různých druhů fosilních paliv a preferuje palivo s nižším podílem uhlíku v hořlavině a paliva obnovitelná. Z tohoto hlediska bude nejvýhodnějším palivem biomasa (obnovitelné palivo) s nulovou sazbou daně a nejvyšší daň bude zatíženo uhlí. Daň u zemního plynu bude přibližně poloviční než u uhlí.

Tabulka 3 Emisní limity kotelen a jednotek pro KVET

| Tepelný výkon [MW <sub>tep</sub> ]               | Tuhé látky [mg/m <sup>3</sup> ] | Oxid siřičitý [mg/m <sup>3</sup> ] | Oxidy dusíku [mg/m <sup>3</sup> ] | Oxid uhelnatý [mg/m <sup>3</sup> ] | Organické látky [mg/m <sup>3</sup> ] | Poznámka                  |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| <b>Uhelné kotle granulační, roštové, výtavné</b> |                                 |                                    |                                   |                                    |                                      | <b>O<sub>2</sub>=6 %</b>  |
| 0,2 – 1                                          | 250                             | 2500                               | 650 (1100)                        | nestanoven                         | nestanoven                           | () výtavné                |
| 1 – 5                                            | 250                             | 2500                               | 650 (1100)                        | 650                                | nestanoven                           | dtto                      |
| 5 – 50                                           | 150                             | 2500                               | 650 (1100)                        | 400                                | nestanoven                           | dtto                      |
| 50 – 300                                         | 100                             | 1700                               | 650 (1100)                        | 250                                | nestanoven                           | dtto                      |
| nad 300                                          | 100                             | 500                                | 650 (1100)                        | 250                                | nestanoven                           | dtto                      |
| <b>Uhelné kotle fluidní</b>                      |                                 |                                    |                                   |                                    |                                      | <b>O<sub>2</sub>=6 %</b>  |
| 0,2 – 1                                          | 250                             | 2500                               | 650 (1100)                        | nestanoven                         | nestanoven                           | () výtavné                |
| 1 – 5                                            | 250                             | 2500                               | 650 (1100)                        | 650                                | nestanoven                           | dtto                      |
| 5 - 50                                           | 100                             | 800                                | 400                               | 250                                | nestanoven                           |                           |
| nad 50                                           | 50                              | 500                                | 400                               | 250                                | nestanoven                           |                           |
| <b>Kotle na dřevo a biomasu</b>                  |                                 |                                    |                                   |                                    |                                      | <b>O<sub>2</sub>=11 %</b> |
| 0,2 - 1                                          | 250                             | 2500                               | 650 (1100)                        | nestanoven                         | nestanoven                           | () výtavné                |
| 1 - 5                                            | 250                             | 2500                               | 650 (1100)                        | 650                                | nestanoven                           | dtto                      |
| 5 - 50                                           | 150                             | 2500                               | 650 (1100)                        | 400                                | 50                                   |                           |
| 50 - 300                                         | 100                             | 1700                               | 650 (1100)                        | 250                                | 50                                   |                           |
| nad 300                                          | 100                             | 500                                | 650 (1100)                        | 250                                | 50                                   |                           |

Tabulka 3 Emisní limity kotelen a jednotek pro KVET (pokračování)

| Tepelný výkon [MW <sub>tep</sub> ]                                             | Tuhé látky [mg/m <sup>3</sup> ] | Oxid siřičitý [mg/m <sup>3</sup> ] | Oxidy dusíku [mg/m <sup>3</sup> ] | Oxid uhelnatý [mg/m <sup>3</sup> ] | Organické látky [mg/m <sup>3</sup> ] | Poznámka                    |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Kotle na kapalná paliva</b>                                                 |                                 |                                    |                                   |                                    |                                      | <b>O<sub>2</sub> = 3 %</b>  |
| 0,2 - 5                                                                        | 100                             | S <sub>pal</sub> < 1 %             | 500                               | 175                                | nestanoven                           |                             |
| 5 - 50                                                                         | 100                             | 1700                               | 450                               | 175                                | nestanoven                           |                             |
| 50 - 300                                                                       | 50                              | 1700                               | 450                               | 175                                | nestanoven                           |                             |
| nad 300                                                                        | 50                              | 500                                | 450                               | 175                                | nestanoven                           |                             |
| <b>Kotle na plynná paliva</b>                                                  |                                 |                                    |                                   |                                    |                                      | <b>O<sub>2</sub> = 3 %</b>  |
| nad 0,2                                                                        |                                 |                                    |                                   |                                    |                                      |                             |
| <b>zemní plyn</b>                                                              | nestanoven                      | <b>35</b>                          | <b>200</b>                        | <b>100</b>                         | nestanoven                           |                             |
| <b>propan-butan</b>                                                            | nestanoven                      | 35                                 | 300                               | 100                                | nestanoven                           |                             |
| <b>Neveřejná síť</b>                                                           | 50                              | 900                                | 200                               | 100                                | nestanoven                           |                             |
| <b>Jednotky KVET s pístovým spalovacím motorem nad 0,2 MW tepelného výkonu</b> |                                 |                                    |                                   |                                    |                                      | <b>O<sub>2</sub> = 5 %</b>  |
| Vznětový motor nad 5 MW                                                        | 130 pro kapalná paliva          | nafta 0,05 %<br>t.olej 1%          | 2000                              | 650                                | 150<br>NMVOC                         |                             |
| do 5 MW                                                                        | dtto                            | dtto                               | 4000                              | dtto                               | dtto                                 |                             |
| Zážehový m.                                                                    | dtto                            | dtto                               | 500                               | dtto                               | dtto                                 |                             |
| <b>Plynové turbíny</b>                                                         |                                 |                                    |                                   |                                    |                                      | <b>O<sub>2</sub> = 15 %</b> |
| Objem.tok spalin[m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]                              |                                 |                                    |                                   |                                    |                                      |                             |
| < 60000                                                                        | 100                             | 1700                               | 350                               | 100                                | Nestanoven                           |                             |
| >= 60000                                                                       | 50                              | 1700                               | 300                               | 100                                | Nestanoven                           |                             |

NMVOC = nemetanické uhlovodíky

## 2.3 Ekonomické kritérium

Záměr investora realizovat KVET musí jednoznačně potvrdit důsledný ekonomický rozbor konkrétní realizace. Musí potvrdit ekonomickou návratnost navrhované investice, respektive její výhodnost ve srovnání s původním stavem.

Pro běžného investora se obvykle jedná o částečnou náhradu původně nakupované elektrické energie její vlastní výrobou. Již na samotném počátku všech ekonomických rozborů lze identifikovat dva zásadně rozdílné případy, které *v současné době* významně ovlivňují ekonomickou průchodnost realizace kombinované výroby. Jedná se o tyto případy:

- výroba elektrické energie převážně pro vlastní spotřebu,
- výroba elektrické energie převážně na prodej.

Ekonomické hodnocení nutně musí obsahovat rozbor čtyř okruhů, které je možno posuzovat relativně samostatně:

- investiční náklady,
- podmínky získání finančních prostředků na investici,
- provozní náklady na zařízení a provozní podmínky zařízení,
- tržby za dodanou energii nebo úspory za nákup energie.

### 2.3.1 Investiční náklady

Ukazatelem investiční náročnosti KVET je měrná investiční náročnost na jednotku instalovaného elektrického výkonu ( $K\check{c}/kW_e$ ). Tato hodnota se pohybuje v rozmezí cca 10 - 40 000  $K\check{c}/kW_e$  (bez stavebních nákladů a nákladů na vyvedení elektrického a tepelného výkonu jednotky) a obecně klesá s rostoucím instalovaným výkonem. Nejnižší měrná investiční náročnost je u parních KVET a nejvyšší u paroplynových jednotek. Jednotka KVET kteréhokoliv typu není v naprosté většině případů instalována jako jediný zdroj energie, ale v kombinaci s dalším kotlem nebo kotli na dodávku špičkové energie, případně jako záložní zdroj tepla.

Orientační hodnoty měrné investiční náročnosti instalovaného elektrického výkonu zařízení KVET podle jednotlivých typů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 4 Měrná investiční náročnosti KVET podle jednotlivých typů

| Typ                                        | Investice<br>[mil. $K\check{c}/MW_e$ ] |
|--------------------------------------------|----------------------------------------|
| Jednotky KVET s protitlakou parní turbínou | cca 8 - 14                             |
| Jednotky KVET se spalovacími motory        | cca 12 - 19                            |
| Jednotky KVET se spalovacími turbínami     | cca 28 - 32                            |
| Paroplynové jednotky KVET                  | cca 20 - 30                            |

### 2.3.2 Podmínky získání finančních prostředků na investici

Tento okruh hodnocení je přísně individuální v závislosti na schopnostech a možnostech investora. Je nutno zdůraznit, že finančních zdrojů na financování kvalitních podnikatelských projektů je obecně dostatek, není však dostatek dobrých projektů. Na dobře koncipovaný projekt, doložený stavebním povolením, na který má investor připravenou část vlastních finančních prostředků, lze získat financování z řady zdrojů. Pro dobře připravený projekt KVET je možno získat i finanční příspěvek například z těchto zdrojů :

- a) finanční dotaci od České energetické agentury,
- b) bezúročnou půjčku od Státního fondu životního prostředí,
- c) příspěvek formou grantu z mezinárodních programů PHARE a EURECA,
- d) příspěvek v rámci spolupráce příhraničních regionů.

### 2.3.3 Provozní náklady na zařízení a provozní podmínky zařízení

Provozní náklady se skládají ze čtyř skupin, které jsou popsány a hodnoceny dále a souhrnně vyjmenovány v tabulce 5.

Tabulka 5 Skupiny provozních nákladů

| Skupina            | Popis                                                                                                                        |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Provozní náročnost | Komplexní servis (výměna oleje, výměna svíček, náhradní díly, prohlídky, údržba, střední opravy)                             |
| Poplatky za emise  | Platby za znečišťování ovzduší, eventuelně za hlukové emise a odpady (vyjetý olej, čisticí prostředky atd.)                  |
| Mzdy               | Obsluha zařízení dle rozsahu automatizace zařízení a rozsahu provozu (vlastní mzda, odvody z mezd, náhrady, pojištění, atd.) |
| Palivo             | Nákup, doprava, skladování                                                                                                   |

Prvním vhodným ukazatelem úrovně provozních nákladů je **provozní náročnost** jednotky vztažená sumárně na 1 kWh vyrobené elektrické energie (**Kč/kWh**). Např. pro prvních 40 až 55 tisíc hodin provozu jednotky KVET s plynovým motorem se položka provozní náročnosti pohybuje dle výrobce jednotky v rozsahu řádově od 0,17 do 0,30 Kč/kWh vyrobené elektrické energie (vztahování platby na vyrobenou kilowathodinu elektrické energie znamená, že o tuto položku se sníží realizovatelná cena za prodanou kilowathodinu).

Vzhledem k tomu, že plné záruky za řádově 30 až 50 tisícový proběh zařízení do generální opravy garantují dodavatelé zařízení pouze v případě sjednání komplexního servisu, je toto hodnocení provozní náročnosti nejobjektivnější.

Upřesnění provozní náročnosti pro jednotky KVET s pístovými spalovacími motory a se spalovacími turbinami je uvedeno v tabulce 6.



Tabulka 6 Provozní náročnost KVET podle jednotlivých typů

| Typ                                    | Náklady [Kč/kWh] |
|----------------------------------------|------------------|
| Jednotky KVET se spalovacími motory    | 0,17 – 0,30      |
| Jednotky KVET se spalovacími turbínami | 0,15 – 0,20      |

Druhou skupinou provozních nákladů jsou **platby za emise, hluk, odpady** apod. Výše těchto nákladů je úměrná kvalitě zařízení (dokonalosti spalování paliva, životnosti oleje v motoru, hlučnosti stroje atd.) a dodacím a provozním podmínkám zařízení.

Třetí skupinou provozních nákladů jsou **mzdy a s nimi související platby** (odvody, pojištění, náhrady mezd, atd.). Tato nákladová složka je plně v rukou investora, a to již od sjednání rozsahu dodávky zařízení a jeho technologického začlenění do stávající organizace výroby.

Čtvrtou a nejvýznamnější skupinou provozních nákladů jsou **palivové náklady**. Při primárně daném palivu (koncepte kombinované výroby), jsou možnosti ovlivňování pouze v optimálním provozování zařízení (v oblasti nejvyšší účinnosti) a ve volbě zařízení (celková účinnost zařízení, účinnost výroby elektrické energie, apod.), které musí být součástí komplexního návrhu a posouzení kombinované výroby.

### 2.3.4 Tržby za vyrobenou energii

Určitou, i když ne komplexní vypovídací schopnost, poskytují údaje o tržbách za dodanou elektřinu a teplo. Zde uvádíme příklad, propočtený pro různé "e", resp. různé typy zdrojů pro zvolené (typické) prodejní ceny - teplo 250 Kč/GJ a elektřina 1,80 Kč/kWh.

Propočet je uveden v tabulce 7.

Tabulka 7 Srovnání výroby finálních nositelů energie a tržeb u výtopny, parní teplárny, plynové teplárny a paroplynové teplárny při spotřebě tepla v palivu 100 MWh  $\Rightarrow$  360 GJ  $\Rightarrow$  11.000 m<sup>3</sup> zemního plynu.

| Zdroj                                            | e    | Roční dodávka energie [MWh] |      |                    | Roční tržby za prodej energie [Kč] |        |                    |
|--------------------------------------------------|------|-----------------------------|------|--------------------|------------------------------------|--------|--------------------|
|                                                  |      | Q <sub>d</sub>              | E    | Q <sub>d</sub> + E | Q <sub>d</sub>                     | E      | Q <sub>d</sub> + E |
| Výtopna                                          | -    | 83,0                        | -    | 83,0               | 74 700                             | -      | 74 700             |
| Parní teplárna                                   | 0,25 | 66,4                        | 16,6 | 83,0               | 59 760                             | 29 880 | 89 640             |
| Plynová teplárna                                 | 0,6  | 51,9                        | 31,1 | 83,0               | 46 710                             | 55 980 | 102 690            |
| Paroplynová teplárna s vysokým stupněm přitápění | 0,34 | 61,9                        | 21,1 | 83,0               | 55 710                             | 37 980 | 93 690             |
| Paroplynová teplárna bez přitápění               | 1,2  | 37,7                        | 45,6 | 83,0               | 33 930                             | 81 540 | 115 470            |

Úplný rozbor ekonomických podmínek reálného provozování kombinované výroby, a to včetně posouzení citlivostních kritérií na vývoj cen paliva, tepla a elektrické energie, může dát výslednou odpověď na otázku, zda je kombinovaná výroba elektřiny a tepla pro investora rentabilní.

Ekonomické kritérium lze exaktně vyjádřit standardními parametry posuzování ekonomické efektivity podnikatelských projektů, tj. prostou dobou návratnosti, čistou současnou hodnotou investovaného kapitálu a vnitřním výnosovým procentem (výnosností projektu za dobu jeho životnosti).

#### **Prostá doba návratnosti investice – doba splacení (DN)**

$$DN = I_0 / CF,$$

kde:

$I_0$  ..... investiční náklady

$CF$  ..... roční Cash - Flow projektu

#### **Čistá současná hodnota (NPV)**

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

kde:

$CF_t$  ..... Cash - Flow projektu v roce  $t$

$r$  ..... diskont

$t$  ..... hodnocené období (1 až  $n$  let)

#### **Vnitřní výnosové procento (IRR)**

$$I_0 - \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0$$

přitom platí: .....  $IRR = r$

### 3. POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ TYPU KVET VHODNÉHO PRO PRŮMYSLOVÉ PODNIKY

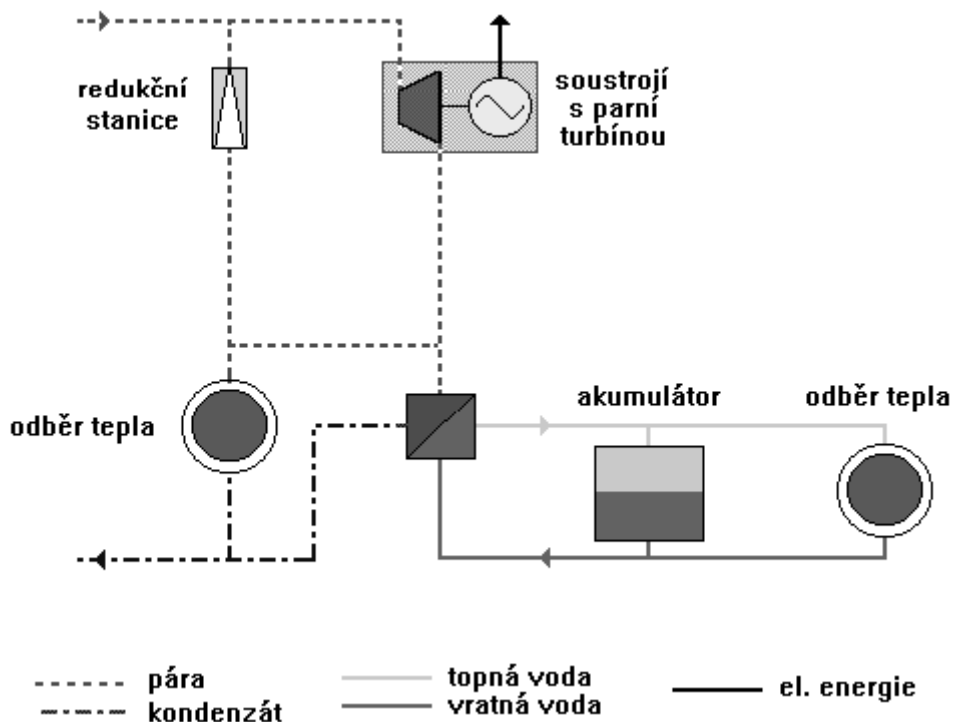
V sektoru průmyslových podniků mohou být instalovány kogenerační zdroje o značném rozsahu jmenovitého výkonu a všech uvedených druhů ve výkonovém rozsahu od stovek kilowat po desítky megawat. Po získání zkušeností s palivovými články je možno jejich instalaci též uvažovat v celém výkonovém rozsahu do průmyslových podniků.

#### 3.1 Parní KVET

Jedná se o klasický tepelný oběh s vodní párou, tedy výroba páry v kotlích a výroba elektrické energie v parní (obvykle protitlaké) turbíně. Dodávka tepla může být prováděna párou, nebo horkou (teplou) vodou. Výroba elektřiny je uskutečňována pomocí soustrojí protitlaká turbína – generátor el. energie. Do turbíny je přiváděna pára, vyrobená v kotelně z libovolného paliva. Pára je po expanzi v turbíně odváděna o nižším tlaku pro využití jejího tepla ve spotřebitelském okruhu. Schema zapojení parní protitlaké turbíny paralelně k redukční stanici je na připojeném obrázku.

Podle počtu otáček turbíny a počtu pólů generátoru je volen převodový poměr převodovky tak, aby bylo dosaženo požadované frekvence 50 Hz vyráběné el. energie. Ve výjimečných případech pohání vysokootáčková turbína vysokootáčkový generátor a vyrobená el. energie je pomocí střídače konvertována na frekvenci a napětí sítě.

Obrázek 2 Parní kogenerace



Elektrická účinnost soustrojí je poměr vyrobené el. energie a rozdílu entalpie páry na vstupu a výstupu z turbíny. Pro požadovaný tlak páry v protitlaku je tedy nutno pro co nejvyšší el. výkon soustrojí zajistit co nejvyšší tlak a teplotu páry na vstupu do turbíny.

Celková účinnost využití energie obsažené v primárním palivu je cca 77 - 87 %, přičemž dominantní je účinnost výroby tepla (v závislosti na tlaku před a za turbínou cca 69 - 75%), účinnost výroby el. energie jen cca 8 - 12%. Stupeň zhodnocení primárního paliva na el. energii je tedy nízký, výhodou je možnost spalování levného paliva (uhlí).

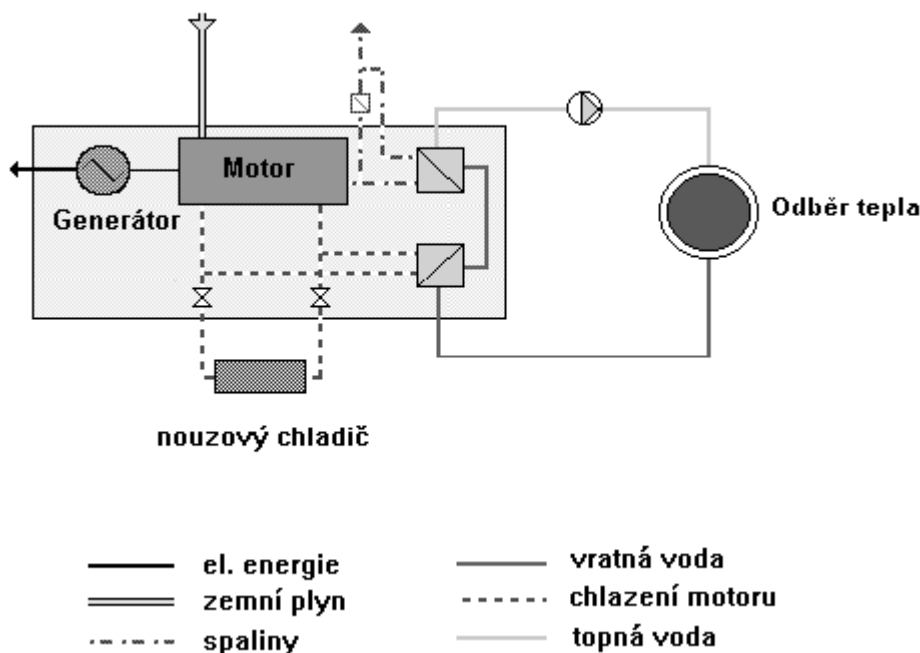
### 3.2 KVET s pístovými spalovacími motory

Jednotka KVET se spalovacím motorem se skládá ze zážehového spalovacího motoru, pohánějícího přímo generátor elektrické energie a z tepelných výměníků pro využití odpadního tepla ze spalin na výstupu ze spalovacího motoru. Palivem pro spalovací motor je zemní plyn. Motory pro spalování plynu mají obvykle dmychadlo pro vhánění palivové směsi do válců pod tlakem. Pohon dmychadla obstarává plynová turbínka, poháněná výfukovými plyny z motoru.

Elektrický generátor je vybaven všemi prostředky automatizace pro připojování a odpojování od elektrické sítě. Celé soustrojí je plně automatizováno a nevyžaduje stálou obsluhu.

Teplo pro dodávku ke spotřebě (obvykle pro vytápění) je získáváno chlazením motoru a ochlazením výfukových plynů. Z motoru je teplo odváděno pomocí dvou tepelných výměníků na dvou teplotních úrovních. První výměník odvádí teplo z bloku motoru a z oleje, druhý výměník odvádí teplo z odcházejících výfukových plynů. Výměníky jsou z hlediska průtoku teplosnosného média zapojeny do série (viz obrázek).

Obrázek 3 Plynová kogenerace se spalovacím motorem



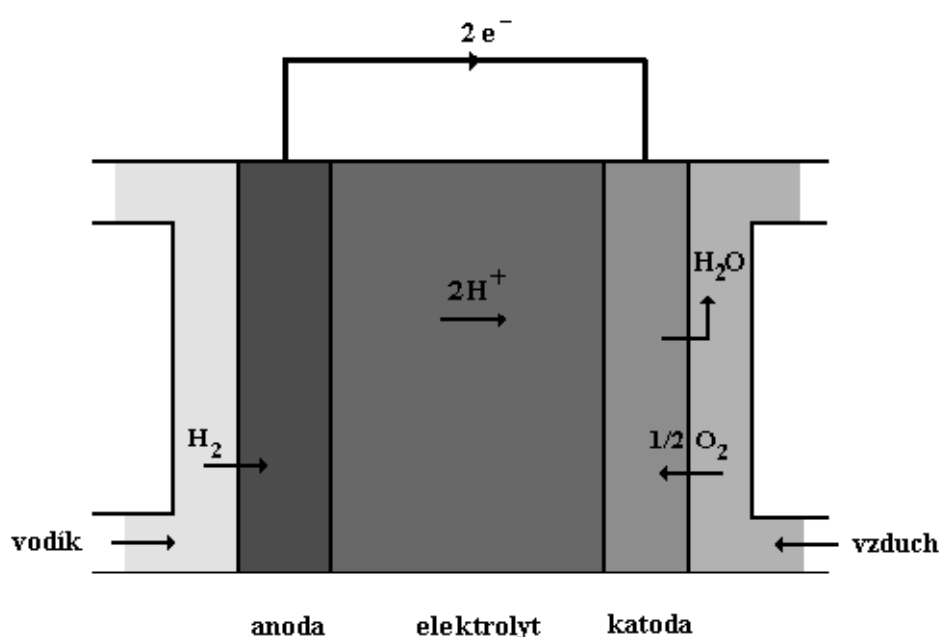
Elektrická účinnost jednotky je dle výkonu motoru cca 27 - 42%, účinnost výroby tepla je cca 47 - 50%, celková účinnost využití energie v palivu činí cca 72 - 88%. Kromě zemního plynu mohou však být motory provozovány i na jiná levnější plynná paliva (bioplyn, skládkový plyn, dřevoplyn). Nízká výhřevnost těchto plynů však vyžaduje většinou konstrukční úpravy motoru, navíc se projeví v nižší elektrické účinnosti.

S rostoucím výkonem roste též elektrická účinnost jednotky na úkor účinnosti tepelné, poměr elektrického a tepelného výkonu se u malých jednotek pohybuje v rozmezí 1 : 2 (nejmenší jednotky) až 1 : 1 (největší jednotky). Elektrická účinnost je udána pro nominální výkon jednotky, při snižování výkonu jednotky není její pokles příliš markantní. Obvykle jsou jednotky KVET koncipovány pro dodávku tepla do teplovodního systému 90 / 70 °C, v některých případech 110/80 °C.

### 3.3 KVET na bázi palivových článků

Palivový článek je elektrochemický generátor pracující na bázi oxidačně – redukční reakce paliva a oksyličovadla (proces inverzní k elektrolyze). Skládá se z porézních elektrod (anoda, katoda), elektrolytu a systému přivodu plynného paliva a vzduchu. Princip funkce palivového článku vodík – kyslík je patrný z připojeného obrázku. Vodík je přiváděn na anodu palivového článku, zatímco kyslík (vzduch) na katodu. Vodík je na anodě konvertován na elektron a kladný vodíkový iont, který je elektrolytem dopravován ke katodě. Elektrony jsou z anody vedeny na katodu jako využitelný elektrický proud, kde reagují s kyslíkem a kladnými vodíkovými ionty za vzniku vody. Voda částečně ředí elektrolyt a částečně je z palivového článku odváděna v kapalně i plynné formě společně s ostatními produkty reakce. Schéma uvádí následující obrázek.

Obrázek 4 Schéma vodíkového palivového článku



Tento typ KVET dosud v našich podmínkách nedozrál do stadia komerčního využití. Příčiny jsou jednak v nedostatečné nabídce palivových článků (výroba je teprve v počátcích) a jednak ve vysoké ceně (vysoká technická náročnost výroby, vývoj dosud nedospěl do stadia hromadné výroby a plného komerčního rozšíření).

V případě, že palivem je zemní plyn je nutno jej upravit pomocí tzv. reforméru předřazeného palivovému článku.

Rozdělení palivových článků podle druhu elektrolytu a odpovídající provozní teplota jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka 8 Rozdělení palivových článků podle druhu elektrolytu a provozní teploty

| Typ palivového článku                   | Provozní teplota, °C |
|-----------------------------------------|----------------------|
| AFC s alkalickým elektrolytem           | 80 – 250             |
| PEM s polymerickým elektrolytem         | 80 – 120             |
| PAFC s kyselinou fosforečnou            | 150 – 220            |
| MCFC s taveninou alkalických uhličitánů | 600 – 700            |
| SOFC s pevným elektrolytem              | 850 – 1050           |

Palivový článek je zdrojem stejnosměrného proudu, teoretické maximální napětí jednoho článku se pohybuje podle typu článku v rozmezí cca 0,9 - 1,2 V. Pro praktické použití s dodávkou elektrické energie o vyšším využitelném napětí se proto palivové články řadí do baterií o stovkách až tisících článků, stejnosměrný proud je následně konvertován střídačem na proud střídavý.

Palivové články dosahují v současné době dle použitého elektrolytu a paliva za provozu reálné elektrické účinnosti v rozsahu cca 30 – 60 %.

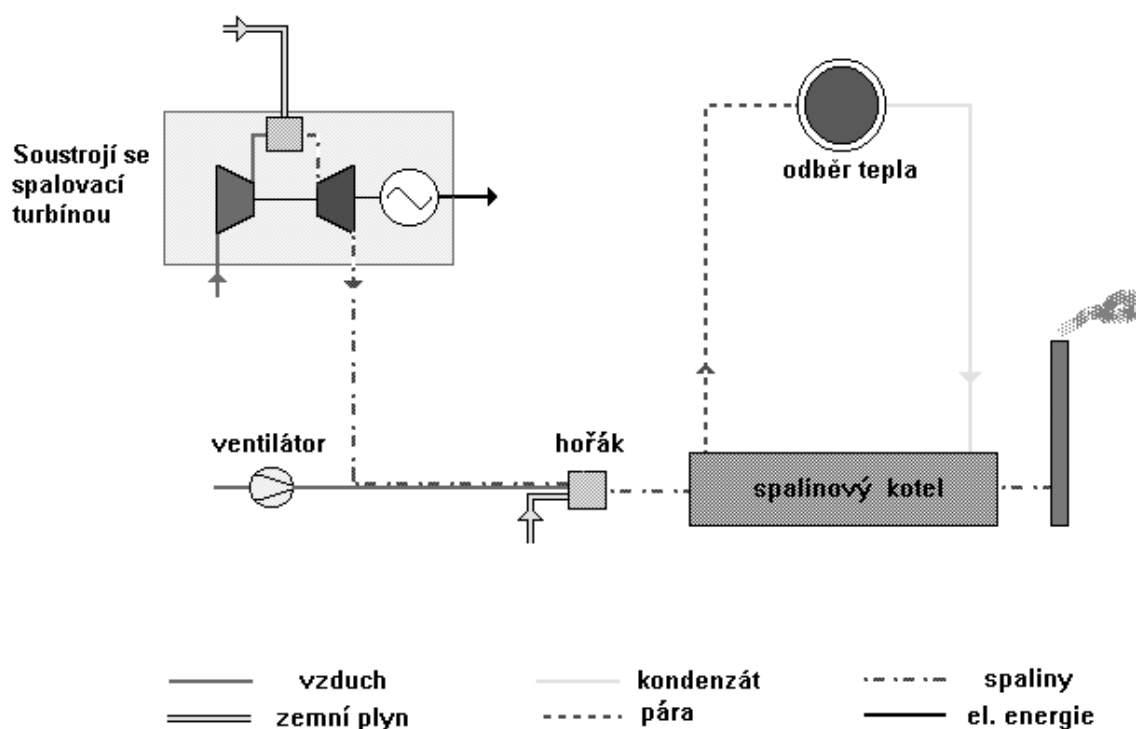
### 3.4 KVET se spalovacími turbínami

Systémy KVET se spalovacími turbínami sestávají ze soustrojí spalovací turbína – generátor el. energie a spalínového kotle, z kterého je dodáváno využitelné teplo ve formě teplé či horké vody nebo páry (viz obrázek).

Spalovací vzduch je komprimován kompresorem (na stejné hřídeli s turbínou), stlačený vzduch je veden do spalovací komory kam je též přiváděn zemní plyn, spaliny ze spáleného zemního plynu jsou vedeny na lopatky spalovací turbíny pohánějící generátor obvykle přes převodovku. Zemní plyn pro pohon turbíny je nutno přivádět do spalovací komory pod tlakem cca 1,5 - 2,5 MPa dle kompresního poměru turbíny.

Spaliny z turbíny jsou přiváděny do spalínového kotle pro výrobu tepla ve formě páry nebo horké resp. teplé vody. Při požadavku na zvýšení tepelného výkonu spalínového kotle je instalován tzv. přehřívací hořák spalující zemní plyn, který je vřazen do spalín proudících z turbíny do kotle a zvyšuje teplotu spalín přicházejících z turbíny (cca 450 - 600°C) na max. cca 900°C. Na spalínové potrubí mezi turbínou a kotlem se obvykle instaluje uzavíratelný výfuk, kterým lze spaliny z turbíny vypouštět do ovzduší bez využití jejich citelného tepla. Tohoto výfuku se obvykle užívá při najíždění turbíny nebo při přechodném nižším odběru tepla.

Obrázek 5 Plynová kogenerace se spalovací turbínou



Možnost volby media, na kterém je odváděno teplo ze spalinového kotle je z hlediska využitelnosti tepla dle požadavků spotřeby hlavní výhodou jednotek KVET se spalovacími turbínami (možná dodávka celého tepelného výkonu v páře) proti jednotkám KVET se spalovacími motory (dodávka tepla v teplé, zřídka horké vodě).

Ve vyjíměčných případech lze spaliny z turbíny využít přímo jejich zaváděním přímo do technologického procesu, např. v cementárnách (rotační sušárna).

Elektrická účinnost se zvyšuje se zvyšujícím se kompresním poměrem turbíny. Tomu odpovídá též požadavek na vyšší tlak zemního plynu. V případě, že není potřebný tlak plynu v místě instalace jednotky k dispozici instaluje se pomocný kompresor pro jeho zvýšení.

Elektrická účinnost pro jednotlivé konkrétní spalovací turbíny je definována pro její nominální výkon neboť při snižování výkonu elektrická účinnost dosti podstatně klesá.

Rozsah nominálních elektrických účinností soustrojí se spalovacími turbínami je velmi široký od cca 16% u nízkých výkonů až po špičkové turbíny vysokých výkonů s účinností 38%.

Tepelná účinnost jednotek KVET se spalovacími turbínami (poměr využitelného tepelného výkonu a příkonu v přiváděném plynu) se pohybuje v rozsahu cca 40 - 60%, celková účinnost jednotek KVET bývá cca 72 - 80%.

Pro provoz spalovacích turbín platí v ČR emisní limity dané Vyhláškou MŽP č. 117/ 1997 Sb. pro referenční obsah kyslíku ve spalínách 15% :

| objemový tok spalin<br>[m <sup>3</sup> /h] | tuhé látky<br>[mg/Nm <sup>3</sup> ] | SO <sub>2</sub><br>[mg/Nm <sup>3</sup> ] | NO <sub>x</sub><br>[mg/Nm <sup>3</sup> ] | CO<br>[mg/Nm <sup>3</sup> ] |
|--------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|
| do 60 000                                  | 100                                 | 1700                                     | 350                                      | 100                         |
| nad 60 000                                 | 50                                  | 1700                                     | 300                                      | 100                         |

U provozovaných spalovacích turbín se koncentrace NO<sub>x</sub> obvykle pohybují v rozmezí cca 150 až 250 mg/Nm<sup>3</sup>. Pomocí vstřiku vody resp. vodní páry do spalovací komory spalovací turbíny je dosaženo snížení NO<sub>x</sub> až na cca 70 mg/Nm<sup>3</sup>. Obsah CO ve spalínách je obvykle cca 50 mg/Nm<sup>3</sup>.

V současné době je vyvinuta a komerčně uplatňována technologie plynových „mikroturbín“, které mohou mít elektrický výkon i pod 30 kW a tím se KVET s plynovými turbínami může uplatnit i v ostatních sektorech (nejen v průmyslu). Ze světa jsou známy zprávy o užití této technologie v objektech obchodního charakteru, administrativních budovách i školách. Základem této technologie je konstrukce miniaturních plynových turbín, odvozená od turbin pro pohon přeplňovacích dmychadel spalovacích motorů. Na tomto základě jsou vyráběny kompaktní agregáty složené z plynové turbíny a elektrického generátoru, které se kompletují se spalínovým kotlem a na trhu jsou nabízeny hotové kompaktní agregáty KVET (viz obrázek). Agregáty jsou nabízeny ve výkonových řadách s elektrickými výkony od 35 do cca 100 kW.

Obrázek 6 Příklady technologie kogeneračních jednotek s plynovými „mikroturbínami“

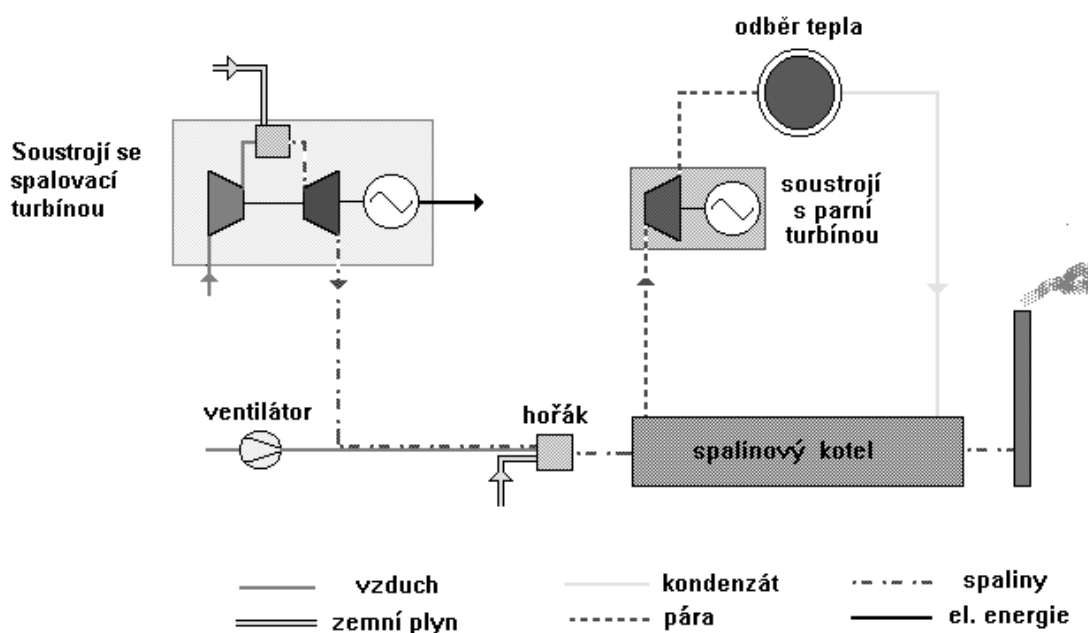




### 3.5 Paroplynová KVET

Kombinací oběhu spalovací a parní turbíny, tzv. paroplynovým cyklem, s využitím jejich specifických energeticky výhodných vlastností je dosaženo vyššího stupně konverze chemické energie paliva na energii elektrickou než při aplikaci jednotky KVET pouze se spalovací turbínou. Paroplynovou KVET je tedy myšleno přiřazení parního protitlakého soustrojí k jednotce KVET se spalovací turbínou (viz obrázek).

Obrázek 7 Paroplynová kogenerace s parní turbínou



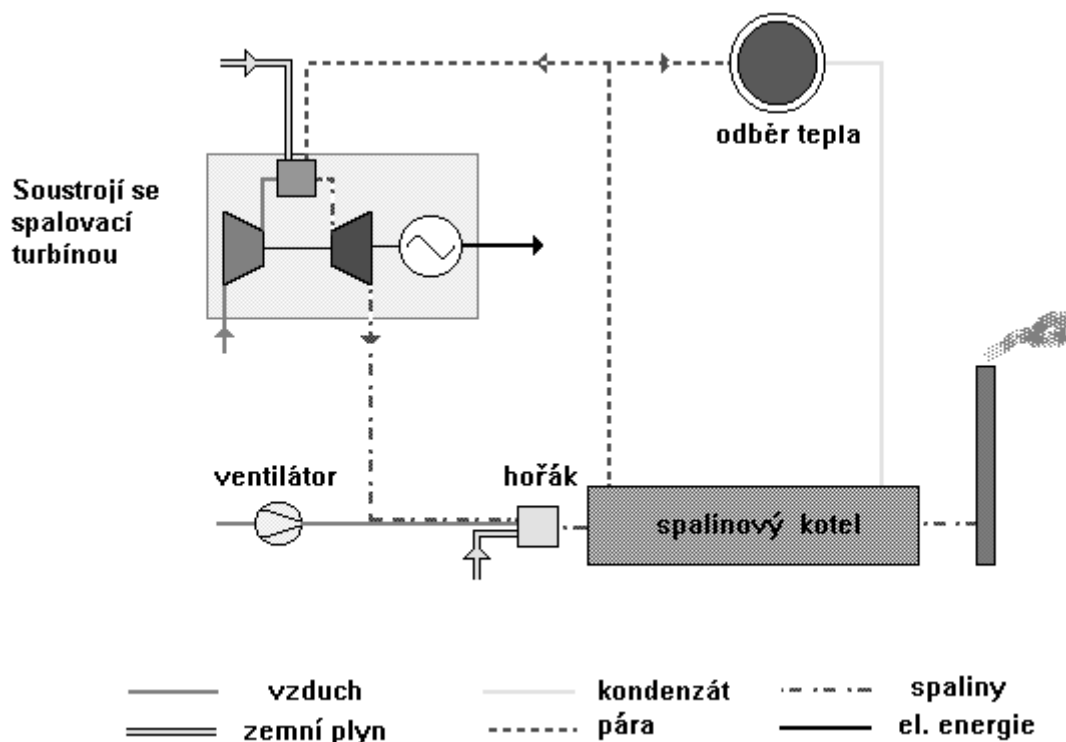
Pára vyrobená v kotli využitím tepla spalin ze spalovací turbíny pohání tedy ještě parní turbínu. Vzhledem k zajištění požadavku na vyšší parametry páry a současně ne příliš velkého a drahého spalinového kotle je třeba zajistit odpovídající teplotní spád mezi parou a spalinami, což vyžaduje v některých případech zvýšení teploty spalin ze spalovací turbíny jejich přitápěním ve spalinovém kotli pomocí přehřívacího hořáku.

Poměrem dodávky paliva do spalovací komory turbíny a spalinového kotle je potom dán poměr výkonu spalovací a parní turbíny. U větších instalací se obvykle používá dvoutlakového spalinového kotle a tomu odpovídající dvoutlakové parní turbíny.

Poměr výkonů spalovací a parní turbíny je ve většině případů přibližně 3:1 až 4:1.

Paroplynovou KVET je možno též zajistit tzv. Chengovým cyklem (viz obrázek).

Obrázek 8 Paroplynová kogenerace s Chengovým cyklem



Při tomto provedení je pára vyrobená ve spalinovém kotli přiváděna do spalovací komory spalovací turbíny čímž zvyšuje hmotnostní tok na lopatky turbíny. Tím zvyšuje nejen výkon spalovací turbíny, která v tomto režimu pracuje částečně jako parní turbína ale též zvyšuje účinnost turbíny. Pára dodávaná do spalovací komory nemusí být přehřátá což se pozitivně projeví jak v jednoduchosti a nižší ceně spalinového kotle tak ve vyšším vychlazení spalin odcházejících z kotle, to má za následek zvýšení tepelné účinnosti paroplynové jednotky. Na druhé straně jsou vyšší provozní náklady na stálou dodávku speciálně upravené přídavné vody ekvivalentní množství vstříkované páry, která po průchodu turbínou a spalinovým kotlem je odváděna se spalinami do atmosféry.

Hmotový poměr vstříkované páry ku spalinám se u dosud provozovaných zařízení pohybuje v rozsahu cca 3 - 20%. Aplikací Chengova cyklu je dosaženo zvýšení výkonu turbíny až o 40% a zvýšení její účinnosti až o 8%.

## 4. PRAKTICKÝ PŘÍKLAD REALIZOVANÉHO ZDROJE KVET V PRŮMYSLOVÉM PODNIKU

### 4.1 Příklad realizace jednotky KVET V MEP POSTŘELMOV

V roce 1996 bylo energetické hospodářství závodu na výrobu elektromotorů MEP Postřelmov dovybaveno jednotkou KVET. Jedná se o jednotku s pístovým plynovým motorem Jenbacher JMS 320 GS-N.LC o jmenovitém elektrickém výkonu 922 kW. Investice zajistila závodu záložní zdroj pro případ výpadku elektrizační sítě, schopný tzv. „ostrovního provozu“ a současně energeticky efektivní tepelný zdroj pro vytápění o tepelném výkonu 1 185 kW s teplotními parametry topné vody 90/70 °C.

Projekt předpokládal časové využití jednotky KVET po dobu 8000 hod/rok. Při ceně jednotky 12 260 tis.Kč (bez montáže) byla propočtena návratnost investice 3,5 roku. V praxi došlo ke snížení směnnosti ve výrobě ze třísměnného na dvousměnný provoz a časové využití jednotky KVET se snížilo na 4 500 hod/rok. Tím se zhoršila provozní ekonomie tak, že návratnost investice se prodloužila na 6 let.

#### Základní technické parametry jednotky KVET:

|                                        |          |
|----------------------------------------|----------|
| jmenovitý elektrický výkon             | 922 kW   |
| jmenovitý tepelný výkon                | 1 185 kW |
| elektrická účinnost                    | 39%      |
| tepelná účinnost                       | 46%      |
| jmenovitý příkon v palivu (zemní plyn) | 2 359 kW |

### 4.2 Příklad realizace jednotek KVET V METAZ Týnec nad Sázavou

V roce 1997 byla v plynové výtopně a.s.METAZ Týnec nad Sázavou instalována jednotka KVET o jmenovitém elektrickém výkonu 1 037 kW a tepelném výkonu 1 385 kW. Jednotka CAT 3516 s pístovým plynovým motorem Caterpillar je instalována v objektu výtopny, vedle dvou původních horkovodních kotlů LOOS po 10 MW. Součástí investice, jejímž nositelem byla společnost Teplárna Týnec s.r.o. byla kromě jednotky KVET též rekonstrukce tepelné sítě CZT. Energetický zdroj slouží prostřednictvím soustavy CZT o parametrech 90/60 °C nejen pro potřeby a.s.METAZ, ale i pro město Týnec nad Sázavou. Pro zásobování průmyslového areálu teplem slouží 13 a pro město 62 předávacích stanic. Elektřinu z KVET odkupuje Stře-dočeská energetika a.s.

#### Investiční náklady:

Výstavba jednotky KVET CAT 3516 v roce 1997 (včetně vyvedení elektrického výkonu) stála 25,2 mil.Kč. Rozpočet celého projektu činil 60 mil.Kč a byl financován úvěrem na dobu 8 let. Byla mu poskytnuta státní dotace ze Státního programu na podporu úspor energie ve výši 2,7 mil Kč.

### **Ekonomické parametry:**

Cena tepla z tohoto zdroje byla v topné sezóně 1998/99 vykalkulována ve výši 330 Kč/GJ. Náklady na palivo tvoří v této kalkulaci cca 50%.

### **Pokračování projektu:**

V roce 1999 byla instalována další a větší jednotka KVET a to CAT 3616 o jmenovitém elektrickém výkonu 3 845 kW a tepelném výkonu 4 100 kW.

## **4.3 Příklad realizace jednotky KVET s plynovou turbínou.**

V rámci modernizace energetického hospodářství papírenského závodu MORPA Jindřichov a.s. (dříve Olšanské papírny) v roce 1995 byla k dosavadní protitlaké parní turbíně instalována jednotka KVET se spalovací turbínou a spalínovým kotlem (s přitápěním). Současně byly demontovány uhelné kotle a nahrazeny kotlem plynovým. Tím byl z původního zdroje (klasické parní teplárny) vytvořen paroplynový zdroj KVET. Tímto způsobem je zajištěna podstatně vyšší výroba el. energie pro závod.

### **Původní osazení zdroje:**

|                                        |                                         |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|
| roštové uhelné kotle                   | 10 t/h, 15 t/h, 28 t/h (4,2 MPa, 400°C) |
| soustrojí s parní protitlakou turbínou | 2 MWe                                   |

### **Nové osazení zdroje :**

|                                        |                               |
|----------------------------------------|-------------------------------|
| soustrojí s plynovou turbínou          | CENTAUR 40, 3,2 MWe           |
| parní spalínový kotel                  | WULFF, 25 t/h, 3,9 MPa, 390°C |
| plynový kotel                          | 10 t/h, 1,3 MPa, 220°C        |
| soustrojí s parní protitlakou turbínou | 2 MWe                         |

### **Časový průběh realizace :**

|                     |       |
|---------------------|-------|
| předání nabídky     | 01/94 |
| podepsání kontraktu | 02/94 |
| zahájení stavby     | 03/95 |
| uvedení do provozu  | 09/95 |

### **Technický popis zdroje po modernizaci:**

Zemní plyn je přiváděn do spalovací komory plynové turbíny a do přehřívacího hořáku SAACKE před spalínovým kotlem. (Spalovací komora plynové turbíny je též vybavena vstříkáním vody pro snížení emisí NOx ve spalínách). Spaliny z plynové turbíny (s vysokým obsahem kyslíku) jsou vedeny do spalínového kotle přes přehřívací hořák, v kterém jsou dohřáty na vyšší teplotu (pro spálení zemního plynu v hořáku je využito kyslíku v těchto spalínách a vnějšího vzduchu). Použití přehřívacího hořáku je vynuceno požadovaným tepelným výkonem kotle a požadovaným vysokým tlakem a teplotou páry pro parní turbínu a technologii závodu. Výkon přehřívacího hořáku může zajistit plný parní výkon spalínového kotle i při odstavené plynové turbíně.

Soustrojí s plynovou turbínou a spalínový kotel jsou umístěny v prostoru stávající kotelny v místě po demontovaných uhelných kotlích. Součástí jednotky KVET jsou též ventilátory, tlumiče hluku na sání vzduchu a výtlačku spalin, indikátory úniku plynu atd. Soustrojí je umístěno v protihlukovém krytu, který je vybaven hasicím zařízením. Spaliny, odcházející ze spalínového kotle, jsou vedeny do nově instalovaného ocelového komína o výšce 16 m.

### Základní technické a bilanční údaje :

#### 1/) Soustrojí s plynovou turbínou

|                                |                                               |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|
| jednohřídelová plynová turbína | MAN/SOLAR typ CENTAUR 40                      |
| synchronní el. generátor       | 6,3 kV                                        |
| elektrická účinnost            | 25,8 %                                        |
| svorkový el. výkon             | 3,5 MWe (ISO); 3,2 MWe (zima); 2,8 MWe (léto) |
| teplota spalin za turbínou     | 440 °C                                        |
| množství spalin                | 7,5 kg/s                                      |
| tepelný výkon ve spalinách     | 6,8 MWt (při vychlazení na 100°C)             |

#### 2) Spalínový kotel

|                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| typ - ležatý vodotrubný | WULFF                    |
| parní výkon             | 25 t/h (3,9 MPa / 390°C) |
| přihřívací hořák        | SAACKE, 20,6 MWt         |

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| 3) Vyrobená el. energie celkem  | 34 000 MWh/r |
| z toho: ve spalovacím soustrojí | 23 000 MWh/r |
| v parním soustrojí              | 11 000 MWh/r |
| z toho: vlastní spotřeba        | 24 000 MWh/r |
| dodáno do sítě                  | 10 000 MWh/r |

|                                                    |              |
|----------------------------------------------------|--------------|
| 4) Vyrobené teplo ve spalínovém kotli              | 270 000 GJ/r |
| z toho: teplo na výrobu el. en. v parním soustrojí | 45 000 GJ/r  |
| dodané teplo do technologie, vytápění a TUV        | 225 000 GJ/r |

|                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| 5) Spotřeba zemního plynu | 16 800 000 Nm <sup>3</sup> /r |
|---------------------------|-------------------------------|

Paroplynová jednotka KVET je provozována celodenně a celoročně (cca 8400 h/r), tepelný výkon jednotky je změnou výkonu přihřívacího hořáku regulován dle okamžité spotřeby páry v závodě. Jednotka KVET je schopna zcela krýt spotřebu tepla závodu, vyrobená el. energie je z cca 71% spotřebována v závodě a zbytek dodán do sítě. Plynový kotel 10 t/h slouží jen jako studená rezerva pro dodávku tepla do nejdůležitějších topných okruhů závodu v případě vysazení jednotky KVET.

Celkové investiční náklady na soustrojí s plynovou turbínou a spalínový kotel včetně souvisejících zařízení (úpravna vody, vyvedení el. a tepelného výkonu) a stavebních úprav byly cca 120 mil. Kč.

## 5. PRÁVNÍ RÁMEC PRO REALIZACI KVET

Právní rámec, vytvářející prostředí, v němž se vykonávají všechny činnosti od projektování a výstavby KVET po provozování a prodej energie se skládá ze značného počtu zákonů a s nimi spojených prováděcích vyhlášek. Pro lepší orientaci je tato obsáhlá problematika rozčleněna do tří částí :

- a) energetická legislativa
- b) stavební zákon a předpisy související
- c) oblast týkající se vztahů k životnímu prostředí.

### 1.1 Energetická legislativa

Až do konce roku 1994 byla veškerá činnost v energetických odvětvích řízena souborem tří samostatných zákonů (O výrobě, rozvodu a spotřebě elektřiny - elektrizační zákon, O výrobě, rozvodu a využití topných plynů - plynárenský zákon, O výrobě, rozvodu a spotřebě tepla - teplárenský zákon). Na tyto zákony pak navazovala řada prováděcích vyhlášek a dalších právních předpisů, které ustanovení zákonů podrobněji rozváděly a konkretizovaly. Uvedené právní normy byly koncipovány pro podmínky centrálně plánované ekonomiky a po roce 1990 pro tržní prostředí přestaly vyhovovat.

#### 5.1.1 Minulý Energetický zákon

Nevyhovující zákony byly nahrazeny Zákonem 222/1994 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o Státní energetické inspekci (Energetický zákon), který vymezil právní rámec podnikání v energetických odvětvích založený na principech tržní ekonomiky. Zákon byl schválen Poslaneckou sněmovnou Parlamentu ČR 2. listopadu 1994 a nabyl účinnosti od 1. ledna 1995 (**Zákon č. 222/1994 Sb.**).

Podmínkami podnikání podle tohoto zákona se rozuměly zvláštní podmínky stanovené vzhledem k významu energetických odvětví pro národní hospodářství a obyvatelstvo a k fyzikální podstatě energetických médií, odchylně od obecné úpravy podnikání podle obchodního zákoníku.

Zákon se nezabýval zřizováním energetických zařízení nebo jejich výstavbou, montáží těchto zařízení, včetně zařízení pro měření energie ani jejich projektováním. Tyto otázky plně podléhaly režimu stavebního zákona a dalších právních předpisů.

Rovněž neřešil obchodování s energií, pokud příslušný subjekt nevlastnil nebo neměl pronajaté technologické zařízení pro výrobu nebo rozvod energie.

Zákon 222/94 Sb. (a vyhlášky k němu) měl určité nedostatky a zejména nebyl v souladu s postupně přijímanou právní úpravou platnou v Evropské unii, zejména s podmínkami otevření trhu s energií. Proto byla připravena nová právní úprava, která byla schválena Parlamentem České republiky v podobě nového Energetického zákona. Rovněž byl schválen nový zákon o hospodaření energií (viz dále).

## 5.1.2 Nové právní normy pro energetická odvětví.

### 5.1.2.1 Nový Energetický zákon

Zákon 458/2000 o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (Energetický zákon) má platnost od 1. 1. 2001. K němu jsou postupně vydávány nové vyhlášky.

#### ***Hlavní zásady nového energetického zákona z pohledu zájmu investorů a provozovatelů KVET.***

Podle § 3, čl. 1 energetického zákona je předmětem podnikání v energetických odvětvích výroba elektřiny, přenos elektřiny, distribuce elektřiny, obchod s elektřinou, výroba plynu, přeprava plynu, distribuce, uskladňování a obchod plynem, výroba tepla a rozvod tepelné energie. Přitom přenos a distribuce elektřiny a výroba a rozvod tepla se uskutečňují ve veřejném zájmu (§ 3, čl. 2).

Podle § 3, čl. 3 mohou podnikat na území ČR fyzické a právnické osoby pouze na základě státního souhlasu, kterým je licence udělená Energetickým regulačním úřadem.

License se uděluje na dobu určitou, nejméně na 25 let, a to na :

- a) výrobu elektřiny
- b) výrobu plynu
- c) přenos elektřiny
- d) přepravu plynu
- e) distribuci elektřiny
- f) distribuci plynu
- g) uskladňování plynu
- h) výrobu tepelné energie
- i) rozvod tepelné energie.

**Podmínky pro udělení licence:** Fyzická nebo právnická osoba, která žádá o udělení licence je povinna prokázat, že má finanční a technické předpoklady k zajištění výkonu licencované činnosti, doložit vlastnický nebo nájemní vztah k energetickému zařízení, které má sloužit k výkonu licencované činnosti a další skutečnosti stanovené v zákoně. Méně náročné jsou požadavky na žadatele o licenci na malé zdroje pro výrobu elektřiny i tepla z obnovitelných zdrojů (není povinen prokazovat finanční předpoklady). Zákon vymezuje nejen podmínky udělení licence (§ 5), ale i institut odpovědného zástupce (§ 6), náležitosti žádosti o licenci (§7), i podmínky udělení licence, změn v rozhodnutí o udělení licence a

Z pohledu zájmu budoucích investorů a provozovatelů zařízení KVET jsou důležitá tato ustanovení:

§ 2, odst. 2), písm. a), kde pod bodem 7. se pro účely energetického zákona rozumí:

*kombinovanou výrobou elektřiny a tepla výroba elektřiny, která vzniká při současné výrobě tepla za účelem jeho dodávek fyzickým či právnickým osobám a pro technologické účely,*

§ 32 podle kterého:

*(1) Výrobci provozující zařízení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla mají, pokud o to požádají a technické podmínky to umožňují, právo k přednostnímu zajištění dopravy elektřiny přenosovou soustavou a distribučními soustavami*

*(2) Toto právo se vztahuje pouze na množství elektřiny prokazatelně vázané na výrobu tepelné energie za účelem jeho dodávek fyzickým či právnickým osobám a pro technologické účely.*

§ 25, odst. 12 podle kterého:

*Provozovatel distribuční soustavy je povinen, pokud je to technicky možné, vykupovat elektřinu z ... kombinované výroby elektřiny a tepla ... v množství prokazatelně vázaném na výrobu tepelné energie za účelem jeho dodávek fyzickým či právnickým osobám a pro technologické účely... způsobem stanoveným prováděcím předpisem (vyhláškou, kterou vydává ministerstvo).*

§ 80, odst.1) bod b), kde se stanoví, že:

*Držitel licence na rozvod tepelné energie, který má vhodné technické podmínky, je povinen vykupovat ... tepelnou energii z kombinované výroby elektřiny a tepla jenom u tepelných sítí s dodávkami ze zdrojů vyrábějících pouze tepelnou energii.*

§ 80, odst. 2, kde se stanoví, že:

*Povinnost výkupu tepelné energie nevzniká,*

- je - li potřeba tepelné energie uspokojena z obnovitelných zdrojů a z tepelných čerpadel, ze zdrojů druhotného tepla, ekologického spalování odpadů a kombinované výroby elektřiny a tepla,*
- pokud by došlo ke zvýšení celkových nákladů na pořízení tepelné energie pro soubor stávajících odběratelů,*
- pokud parametry teplotnosné látky neodpovídají parametrům v rozvodném tepelném zařízení v místě připojení.*

§ 80, odst. 3, kde se stanoví, že:

- Vynaložené náklady spojené s připojením zdroje tepelné energie hradí vlastník zdroje.*



Podle nového energetického zákona podléhá výstavba nových výrobních zdrojů elektřiny a tepla státní autorizaci, kterou uděluje ministerstvo. Zákon stanoví tuto povinnost pro zdroje elektřiny o celkovém elektrickém výkonu 30 MW a více (§ 33) a u zdrojů tepelné energie pro dodávku do rozvodného tepelného zařízení o celkovém instalovaném tepelném výkonu 30 MW<sub>t</sub> a více. Zákon stanoví podmínky udělení autorizace, náležitosti žádosti o autorizaci, rozhodnutí o udělení autorizace a jejím zániku.

### **5.1.2.2 Zákon o hospodaření energií**

Tato nová právní norma, která dosud v české energetické legislativě chyběla, byla schválena v roce 2000 s účinností od 1. 1. 2001 jako zákon o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. ze dne 25. října 2000.

*Zákon o hospodaření energií stanovuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií, zejména elektrickou a tepelnou a dále s plynem a dalšími palivy. Přispívá k šetrnému využívání přírodních zdrojů a ochraně životního prostředí v ČR, ke zvyšování hospodárnosti užití energie, konkurenceschopnosti, spolehlivosti při zásobování energií a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti.*

Zákon upravuje tyto oblasti:

- zpracování a schvalování státní energetické koncepce (§ 3), povinnost vypracování územní energetické koncepce (§ 4), se zmocněním obcí pořídit pro svůj územní obvod nebo jeho část územní energetickou koncepci a vydat ji jako závazný právní předpis,
- národní program hospodárného nakládání s energií a využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie (§ 5),
- účinnost užití energie (§ 6), podle kterého budou minimální účinnosti stanoveny vyhláškou,
- samostatný §7 je věnován kombinované výrobě elektřiny a tepla (viz dále),
- povinnost použití energetických štítků u hromadně vyráběných spotřebičů (§ 8),
- povinnost vypracování energetických auditů a práva a povinnosti energetických auditorů (§ 9 a 10),
- působnost Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky (MPO ČR) v oblasti hospodárného užití energie (§ 11) a kontrolní a sankční činnosti (§ 12).

Paragraf 7 zákona o hospodaření energií, týkající se kombinované výroby elektřiny a tepla stanovuje, že:

- každý výrobce tepla se zdrojem o součtovém výkonu zdroje vyšším než 5 MW<sub>t</sub> je povinen při budování nových zdrojů nebo při změně dokončených staveb u zdrojů již vybudovaných podrobit dokumentaci stavby energetickému auditu z hlediska zavedení výroby elektřiny,
- každý výrobce elektřiny z tepelných procesů se zdrojem o součtovém výkonu zdroje vyšším než 10 MW<sub>e</sub> je povinen při budování nových zdrojů nebo při změně dokončených sta-

veb u zdrojů již vybudovaných podrobit dokumentaci stavby energetickému auditu z hlediska zavedení dodávky tepla. Při užití plynových turbin se tato povinnost vztahuje na výkony vyšší než 2 MW<sub>e</sub> a při užití spalovacích motorů na výkony vyšší než 0,8 MW<sub>e</sub>,

- rozhodne-li se výrobce podle předchozích odstavců realizovat kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, je povinen dodržet pravidla pro navrhování zařízení a účinnost užití energie,
- podrobnosti pro přípravu a uskutečňování kombinované výroby elektřiny a tepla stanoví vyhláška.

### 5.1.3 Stavební zákon

Jedná se o zákon o územním plánování a stavebním řádu č. 50/1976 Sb., který byl v roce 1998 zásadně novelizován zákonem č. 197/1998 Sb.

Jeho nejvýznamnější částí, z hlediska problematiky výstavby zdrojů s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla, je část zákona týkající se územního plánování.

Základními nástroji územního plánování jsou územně plánovací podklady, územně plánovací dokumentace a územní rozhodnutí.

Územně plánovací podklady a územně plánovací dokumentace jsou:<sup>3</sup>

- urbanistická studie,
- územní generel,
- územní prognóza,
- územně technické podklady.

Územní rozhodnutí obsahuje:

- rozhodnutí o umístění stavby,
- rozhodnutí o využití území,
- rozhodnutí o chráněném území nebo o ochranném pásmu,
- rozhodnutí o stavební uzávěře,
- rozhodnutí o dělení nebo scelování pozemků.

Orgány územního plánování jsou :

- obce,
- okresní úřady,
- Ministerstvo pro místní rozvoj,
- Ministerstvo obrany.

---

<sup>3</sup> V souladu s § 4 Zákona 406/2000 Sb je závazným podkladem pro územní plánování i územní energetická koncepce.

## 5.1.4 Právní normy v oblasti ochrany životního prostředí

### 5.1.4.1 Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí<sup>4</sup>

Zákon upravuje posuzování vlivů na životní prostředí a postup fyzických osob, právnických osob, správních úřadů a územních samosprávných celků (obcí a krajů) při tomto posuzování. Posuzování vlivů na životní prostředí podléhá v tomto zákoně vymezené záměry a koncepce, jejichž provedení by mohlo závažně ovlivnit životní prostředí.

Podle § 5 Způsob posuzování vlivů záměru na životní prostředí zahrnuje zjištění, popis, posouzení a vyhodnocení předpokládaných přímých a nepřímých vlivů provedení i neprovedení záměru na životní prostředí.

Ustanovení tohoto zákona se vztahují na povinné posuzování stacionárních zařízení ke spalování paliv o jmenovitém tepelném výkonu od 100 MW a zjišťovací řízení na stacionární zařízení ke spalování paliv o jmenovitém tepelném výkonu od 50 do 100 MWt

*Proto výstavba energetických zdrojů s KVET velikostní kategorie pro objekty státních orgánů a veřejného sektoru (o výkonu stovek až tisíců kW) tedy nepodléhá posuzování vlivu na životní prostředí podle tohoto zákona.*

### 5.1.4.2 Zákon 211/1994 Sb. o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami (zákon o ovzduší) - (úplné znění, jak vyplývá z pozdějších změn a doplnění)

Zákon upravuje práva a povinnosti právnických a fyzických osob při ochraně vnějšího ovzduší (dále jen "ovzduší") před vnášením znečišťujících látek lidskou činností a způsob omezování příčin a zmírňování následků znečišťování.

Znečišťujícími látkami pro účely tohoto zákona jsou tuhé, kapalné a plynné látky, které přímo anebo po chemické nebo fyzikální změně v ovzduší nebo po spolupůsobení s jinou látkou nepříznivě ovlivňují ovzduší, a tím ohrožují a poškozují zdraví lidí nebo ostatních organismů, zhoršují jejich životní prostředí, nadměrně je obtěžují nebo poškozují majetek

Zdroji znečišťování ovzduší (dále jen "zdroje znečišťování") podle tohoto zákona jsou pro potřeby této příručky uvažovány technologické objekty obsahující stacionární zařízení ke spalování paliv, zařízení technologických procesů, sklady a skládky paliv, surovin, a odpadů a jiné stavby, zařízení a činnosti, pro které bylo vydáno kolaudační nebo jiné obdobné rozhodnutí, na jehož základě lze zdroj znečišťování provozovat. Uvedené zdroje znečišťování se člení podle tepelného výkonu nebo rozsahu znečišťování na:

- a) technologické objekty obsahující stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu vyšším než 5 MW (dále jen "velké zdroje znečišťování"),
- b) technologické objekty obsahující stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu od 0,2 do 5 MW (dále jen "střední zdroje znečišťování"),

---

<sup>4</sup> V době zpracování této příručky byl návrh zákona v projednávání v Parlamentu ČR, a proto se některá ustanovení zákona v konečném znění mohla změnit.

- c) technologické objekty obsahující stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu nižším než 0,2 MW, skládky paliv a odpadů a zachycených exhalátů (dále jen "malé zdroje znečišťování").

V zařízeních ke spalování paliv se nesmí spalovat jiná paliva, než určená výrobcem zařízení, popřípadě uvedená v souboru technicko-provozních parametrů a technicko-organizačních opatření k zajištění provozu zdrojů znečišťování.

Při výstavbě nových zařízení, která mohou být zdrojem znečišťování ovzduší, nebo při modernizaci stávajících zařízení, musí být voleny nejlepší dostupné technologie s přihlédnutím k přiměřenosti výdajů na jejich pořízení a činěna opatření k postupnému snižování emisí.

Dle §7 Zákona o ovzduší jsou provozovatelé velkých a středních zdrojů znečišťování povinni uvádět do provozu a provozovat zdroje znečišťování v souladu s technickými podmínkami provozu zařízení a v souladu s podmínkami stanovenými orgánem ochrany ovzduší:

- a) dodržovat stanovené emisní limity a přípustnou tmavost kouře,
- b) plnit pokyny orgánů ochrany ovzduší ke zjednání nápravy,
- c) vést vlastní provozní evidenci o zdrojích a zjišťovat množství vypouštěných znečišťujících látek způsobem stanoveným zvláštním předpisem,
- d) poskytovat příslušným orgánům ochrany ovzduší údaje stanovené právním předpisem a další údaje potřebné ke zjištění stavu ovzduší,
- e) bezodkladně odstraňovat v provozu zdrojů znečišťování nebezpečné stavy ohrožující kvalitu ovzduší a činit včas potřebná opatření k předcházení havárií,
- f) vypracovat pro účely regulace emisí za situací uvedených v regulačním řádu pro provoz zdrojů znečišťování a předložit ho orgánu státní správy ochrany ovzduší ke schválení,
- g) při vážném a bezprostředním ohrožení nebo zhoršení kvality ovzduší bezodkladně zastavit nebo omezit provoz zdroje znečišťování, jeho části nebo jinou činnost, která je příčinou ohrožení nebo zhoršení kvality ovzduší, a plnit pokyny orgánů ochrany ovzduší ke zjednání nápravy; současně vhodným způsobem informovat veřejnost,
- h) zajistit technické prostředky pro monitorování emisí látek znečišťujících ovzduší, stanovili tak zvláštní předpis,
- i) umožnit pracovníkům orgánů ochrany ovzduší nebo těmito orgány pověřeným osobám přístup ke zdrojům znečišťování za účelem zjištění množství znečišťujících látek a kontroly zdroje znečišťování a jeho provozu,
- j) informovat veřejnost o znečištění ovzduší ze zdroje znečišťování a o opatřeních prováděných k omezení tohoto znečištění.

Provozovatelé velkých zdrojů znečišťování jsou povinni vypracovat, jako závaznou součást místních provozních předpisů, soubor technicko-provozních parametrů a technicko-organizačních opatření k zajištění provozu zdrojů znečišťování, včetně opatření ke zmírňování průběhu a odstraňování důsledků havarijních stavů v souladu s podmínkami ochrany ovzduší a předkládat jejich návrhy i změny ke schválení orgánu ochrany ovzduší.

Podle § 8 Zákona o ovzduší jsou provozovatelé malých zdrojů znečišťování povinni:

- a) uvádět do provozu a provozovat zdroje znečišťování v souladu s podmínkami pro provoz těchto zařízení, které stanoví výrobci nebo orgány ochrany ovzduší, pokud zpřísní podmínky stanovené pro provoz těchto zařízení,
- b) umožnit pracovníkům orgánů ochrany ovzduší nebo těmito orgány pověřeným osobám přístup ke zdrojům znečišťování za účelem zjištění množství znečišťujících látek a kontroly zdroje znečišťování a jeho provozu a předkládat jim k tomu potřebné podklady; podobnosti o zjišťování množství vypouštěných znečišťujících látek ze zdroje znečišťování a stupně znečišťování ovzduší stanoví zvláštní předpisy,
- c) plnit pokyny orgánu ochrany ovzduší ke zjednání nápravy,
- d) dodržovat přípustnou tmavost kouře.

Podle § 11 Zákona o ovzduší se souhlas orgánu státní správy ochrany ovzduší České republiky (dále jen "orgán ochrany ovzduší") obsahující podmínky ochrany ovzduší vyžaduje:

- a) k umístování a povolování staveb velkých a středních zdrojů znečišťování včetně jejich změn a k jejich uvedení do provozu,
- b) k návrhům typových podkladů a vzorových projektů staveb zdrojů znečišťování,
- c) k projektům na zavedení nových výrob a technologií u velkých a středních zdrojů znečišťování,
- d) k umístování a povolování staveb malých zdrojů znečišťování, jejichž dokumentace nebyla schválena jako typový podklad nebo vzorový projekt,
- e) ke změnám používaných paliv a surovin a ke změnám využívání technologických zařízení velkých a středních zdrojů znečišťování; v rámci souhlasu ke změnám využívání technologických zařízení může orgán ochrany ovzduší stanovit s ohledem na charakter změny další emisní limity, popřípadě zpřísnit emisní limity pro technologická zařízení.

#### **5.1.4.3 Zákon ČNR 212/1994 Sb. o státní správě ochrany ovzduší a poplatcích za jeho znečišťování (úplné znění, jak vyplývá z pozdějších změn a doplnění)**

Stanovuje:

- státní správu ochrany ovzduší,
- poplatky za znečišťování ovzduší
- zásady informování veřejnosti o znečišťování ovzduší

#### **5.1.4.4 Vyhláška MŽP ČR č. 117/1997 Sb a její změna č. 97/2000 Sb.**

Touto vyhláškou stanovilo MŽP ČR emisní limity a další podmínky provozování stacionárních zdrojů znečišťování a ochrany ovzduší.

Vyhláška obsahuje :

- seznam látek znečišťujících ovzduší, kategorizaci stacionárních zdrojů znečišťování, limity

znečišťování, přípustnou tmavost kouře a technické podmínky provozu stacionárních zdroje znečišťování,

- způsob zjišťování množství emisí a technické prostředky pro měření emisí,
- požadavky na vedení provozní evidence velkých a středních zdrojů znečišťování,
- požadavky na kvalitu, způsob dodávky a prodej paliv.

U elektráren, tepláren a výtopen se měřením zjišťují tuhé znečišťující látky, oxid siřičitý, oxidy dusíku s přepočtem na oxid dusičitý, oxid uhelnatý a obsah kyslíku. U zdroje znečišťování o jmenovitém tepelném výkonu do 150 MW se zjišťují výše uvedené látky jednorázovým měřením. U zdrojů spalujících výlučně plynné palivo se neprovádí měření tuhých znečišťujících látek a oxidu siřičitého, jde-li o zdroje spalující plynné nebo kapalné palivo, jestliže dodavatel paliva zaručuje stálý obsah síry na takové úrovni, aby při spalování nebyl překročen emisní limit.

Všeobecně platné emisní limity (Příloha č. 3 Vyhlášky) :

**a) Emisní limit pro tuhé znečišťující látky**

Zdroje znečišťování musí být zřizovány a provozovány tak, aby při hmotnostním toku tuhých znečišťujících látek 2,5 kg/hod a menším, hmotnostní koncentrace tuhých znečišťujících látek v nosném plynu nepřekročila hodnotu  $200 \text{ mg/m}^3$ .

Při hmotnostním toku těchto znečišťujících látek vyšším než 2,5 kg/hod nesmí jejich hmotnostní koncentrace překročit hodnotu  $150 \text{ mg/m}^3$ .

**b) Emisní limit pro oxid siřičitý**

Zdroje znečišťování ovzduší se zřizují a provozují tak, aby při hmotnostním toku oxidu siřičitého vyšším než 20 kg/hod nepřekročila jeho koncentrace v nosném plynu hodnotu  $2500 \text{ mg/m}^3$ .

**c) Emisní limit pro oxidy dusíku**

Zdroje znečišťování se zřizují a provozují tak, aby při hmotnostním toku oxidů dusíku vyšším než 10 kg/hod jejich hmotnostní koncentrace v nosném plynu nepřekročila hodnotu  $500 \text{ mg/m}^3$ . Hodnoty hmotnostního toku a hmotnostní koncentrace oxidů dusíku se vyjadřují jako oxid dusičitý.

**d) Emisní limit pro oxid uhelnatý.**

Zdroje znečišťování se zřizují a provozují tak, aby při hmotnostním toku oxidu uhelnatého vyšším než 5 kg/hod nepřekročila jeho hmotnostní koncentrace v nosném plynu hodnotu  $800 \text{ mg/m}^3$ .

Emisní limity v uvedené příloze platí pro koncentrace ve vlhkém plynu při normálních podmínkách. Všeobecně je možno konstatovat, že jednotky KVET s příkonem menším než 0,2 MW<sub>t</sub> je třeba navrhovat a provozovat tak, aby vyhovovaly těmto normativním emisním limitům.

## 6. MOŽNOSTI A ZPŮSOBY FINANCOVÁNÍ KVET

Obecně je možno financovat investiční projekt buď z vlastních zdrojů nebo z cizích zdrojů:

- Vlastními zdroji jsou míněny finanční prostředky investora, které má volně k dispozici. Je vhodné, aby projekt byl financován alespoň zčásti z vlastních zdrojů.
- Cizími zdroji jsou např. úvěr, leasing, obligace, dotace.

### 6.1 Financování z vlastních zdrojů

Nejjednodušší, byť v podmínkách ČR spíše výjimečný je případ, kdy projekt nasazení jednotky KVET je financován zcela z vlastních zdrojů. V podstatě se jedná o „koupi za hotové“.

**Výhodou tohoto způsobu financování** jsou nulové náklady na financování (investorovi nevznikají žádné náklady se získáním cizího zdroje peněz - žádné studie pro banky, posudky finančních expertů, náklady na vypracování dokumentů, poplatky za ověřování dokladů atd.) a rovněž žádné splátky úvěrů a žádné úroky z úvěrů.

**Nevýhodou u podnikatelských subjektů je vysoké zatížení projektu daní z příjmu**, vzhledem k tomu, že kapitálový náklad na pořízení investičního majetku se může projevit jako položka snižující základ daně z příjmu pouze ve formě odpisů.

### 6.2 Financování z cizích zdrojů

#### 6.2.1 Úvěr

Jednou z nejčastějších forem financování investičních projektů je získání cizího zdroje financování formou úvěru.

##### 6.2.1.1 Obvyklý postup při žádosti o úvěr

Na základě vlastního orientačního výběru možného poskytovatele úvěru zájemce o úvěr oficiálně požádá jednu nebo více finančních úvěrujících společností (obvykle bank) o úvěrové financování projektu.

Ke své žádosti musí přiložit všechny požadované podklady (obvykle Výpis z obchodního rejstříku nebo Živnostenský list, účetní výkazy za poslední období nebo několik období, daňová přiznání, výpisy z účtů, popis projektu, podnikatelský záměr a případně další).

Banka si prověří tzv. „úvěrovou bonitu“ zájemce a buď poskytnutí úvěru odmítne, nebo v kladném případě jednání pokračují až do uzavření úvěrové smlouvy.

V úvěrové smlouvě jsou stanoveny podmínky čerpání úvěru i jeho splácení včetně „parametrů“ (úrok, resp. jeho konstrukce, doba splácení a způsob ručení). V podmínkách ČR jsou podmínky ručení (zajištění úvěru) zásadním problémem a často jsou příčinou neuzavření úvěrové smlouvy ze strany banky.

V některých případech je možnost využití zvýhodněného úvěru pro financování jednotek KVET. Zdroji zvýhodněného úvěrování (s nižším úrokem a delší dobou splatnosti) mohou být (při splnění určitých podmínek) například Fond energetických úspor PHARE spravovaný ČSOB<sup>5</sup>, Státní fond životního prostředí (SFŽP) ČR, Českomoravská záruční a rozvojová banka (ČMZRB), Česká energetická agentura (ČEA) a další.

### 6.2.1.2 Výhody a nevýhody financování investice formou úvěru

**Výhody financování investice formou úvěru:** Hlavní (ale pravděpodobně jedinou) výhodou tohoto způsobu financování je, že investiční majetek (jednotka KVET) je od samého počátku majetkem investora.

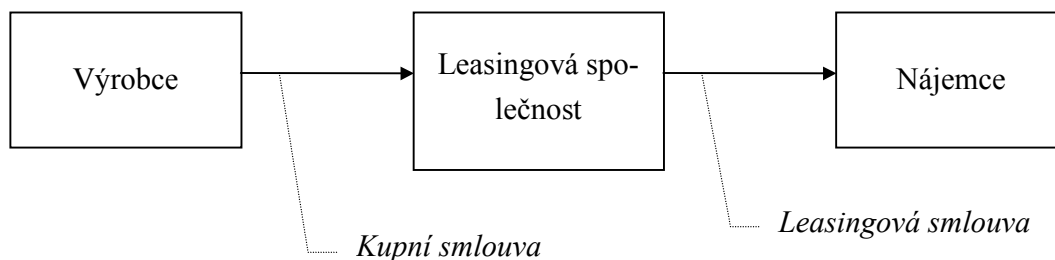
**Nevýhodou jsou opět podmínky zdanění.** Jako daňově uznatelný výdaj je možno započítat pouze úroky. Splácení vlastního úvěru je výdaj nemající vliv na základ daně, t.j. úvěr je splácen ze zisku po zdanění. Tato skutečnost může někdy, např. v případě podnikatelského subjektu prodávajícího teplo obyvatelstvu, způsobit nepřijatelné zvýšení ceny tepla.

### 6.2.2 Finanční leasing

Finanční leasing lze definovat jako finanční pronájem hmotného a nehmotného majetku s následnou koupí nájemcem. Je velmi vhodný pro financování technologických částí zařízení, v tomto případě i jednotek KVET. Proto je mu věnována zvýšená pozornost.

Základní schéma je následující:

Obrázek 9 Základní schéma finančního leasingu



V případě zájmu o leasingové financování energetického projektu je účelné oslovit několik silných leasingových společností, případně leasingových společností zaměřených na energetiku a požádat je o zpracování informativní nabídky.

Požadavek investora na parametry leasingu je nutno specifikovat co nejjednodušeji - např. cena zařízení (předmětu leasingu), výše zálohy nebo nájemného placeného předem, typ splátkového leasingového kalendáře (rovnoměrné nebo nerovnoměrné splátky, zkrácený splátkový kalendář), apod. Tyto jasně specifikované požadavky investora umožní porovnání nabídek jednotlivých leasingových společností.

<sup>5</sup> Jeho zdroje jsou v současnosti omezené.



Na základě orientačního výběru by měl zájemce oficiálně požádat jednu nebo více vybraných leasingových společností o leasingové financování projektu a předat jí (nebo jim) všechny požadované podklady (obvykle Výpis z obchodního rejstříku nebo Živnostenský list, účetní výkazy za poslední období nebo několik období, daňová přiznání, výpisy z účtů, popis projektu a podnikatelský záměr a příp. další).

Na základě těchto podkladů zpracuje leasingová společnost konkrétní návrh a projedná ho se zájemcem. **Při jednáních by měl být zájemce již informován o Všeobecných smluvních podmínkách dané leasingové společnosti a je nanejvýš účelné si je při těchto jednáních přímo vyžádat (Všeobecné smluvní podmínky, pokud jich leasingová společnost užívá, jsou nedílnou součástí leasingové smlouvy a jejich podrobná znalost je nezbytná).** Leasingové společnosti předávají obvykle tento rozsáhlý dokument až při podpisu vlastní leasingové smlouvy a nájemce je většinou prostuduje řádně až po podpisu smlouvy, kdy už je pozdě něco měnit nebo připomínkovat. Stejně tak důležitá je informace na finanční náklady spojené s déle trvající výstavbou zařízení, jež je financována již v průběhu realizace leasingovou společností. Někdy je efektivnější realizace leasingové operace formou tzv. „zpětného leasingu“. S Všeobecnými smluvními podmínkami souvisí obvykle i problematika pojištění předmětu leasingu, které je třeba rovněž věnovat zvýšenou pozornost.

Mezi výrobcem a pronajímatelem (leasingovou společností) je uzavřena kupní smlouva, na základě které přechází majetek (předmět leasingu) do vlastnictví leasingové společnosti, která je po celou dobu nájemního vztahu jeho vlastníkem (a tedy jej i odpisuje). Mezi leasingovou společností a nájemcem je uzavřena leasingová smlouva, která upravuje vztahy po dobu vlastního nájmu i ukončení nájmu (prodej nájemci).

Leasingová smlouva není vymezena jako zvláštní typ smlouvy ani v Obchodním zákoníku ani v Občanském zákoníku. Standardně jsou tedy uzavírány tzv. „inominátní“ smlouvy (s využitím ustanovení § 269 Obchodního zákoníku) s názvem „Leasingová smlouva“.

Základní ustanovení leasingové smlouvy jsou:

- určení smluvních stran,
- účel leasingové smlouvy (finanční služba po dobu nájmu, poté přechod vlastnictví),
- technická a daňová specifikace předmětu leasingu,
- specifikace dodavatele předmětu leasingu,
- vymezení podmínek užívání předmětu nájmem (včetně řešení škod - pojištění),
- stanovení doby nájmu a jejího počátku,
- finanční parametry smlouvy,
- řešení prodlení, smluvní pokuty,
- mimořádné ukončení smlouvy,
- řádné ukončení smlouvy,
- další povinnosti nájemce a jiné skutečnosti.

Běžně bývá leasingová smlouva ve stručné podobě a opakující se (resp. trvalé) okolnosti leasingových kontraktů jsou uvedeny ve Všeobecných smluvních podmínkách příslušné leasingové společnosti. Tyto podmínky jsou pak přílohou leasingové smlouvy a její nedílnou součástí.

Z hlediska daňového mají největší význam pro leasingového nájemce příslušná ustanovení Zákona o daních z příjmů č. 586/1992 Sb. (v posledním znění).

Na finanční leasing se vztahují samozřejmě i ostatní daňové zákony, zejména Zákon o dani z přidané hodnoty.

### **6.2.2.1 Výhody leasingového financování:**

- **Daňové**

Obecně vzato, je leasingové nájemné na straně pronajímatele účtováno jako nákladová položka. To znamená, že je možno o něj snížit daňový základ. Je třeba však třeba upozornit na skutečnost, že leasingová smlouva je uzavřena na několik zdaňovacích období a uplatňuje se tedy "časové rozlišování nájemného". Je nezbytné dát pozor na věcnou a časovou souvislost jednotlivých plateb s daným zdaňovacím obdobím. To je problém např. platby předem (chybně akontace), jež může mít několik různých forem s různým daňovým režimem, nebo i vlastních splátek při užití zkráceného platebního kalendáře apod. Při správném účtování je proto třeba vycházet ze znění konkrétní leasingové smlouvy, příp. si nechat používané pojmy vysvětlit.<sup>6</sup>

- **Řízení likvidity nájemce (řízení cash - flow) - zpětný leasing**

Vzhledem k tomu, že je možno sjednat různé modifikace výše splátek, resp. doby splácení, může nájemce ovlivňovat svoji likviditu (kolísající působením sezónních vlivů, náběhem nových kapacit, apod.).

Uplatnit se může i tzv. zpětný leasing, kdy leasingová společnost odkoupí zařízení (které již je v provozu) od samotného budoucího nájemce, který tak okamžitě získá disponibilní finanční prostředky a následně splácí leasingové splátky. Tato forma je ze strany leasingových společností preferována zejména u větších a složitějších projektů s delší dobou výstavby.

- **Rychlejší obměna strojního zařízení**

Skutečnost, že zařízení pořízené finančním leasingem je daňově zcela odepsáno za necelých 50 % normální odpisové doby, znamená u financování leasingem i možnost rychlejší obměny daného zařízení za zařízení technicky progresivnější.

---

<sup>6</sup> Vzhledem k tomu, že při koupi za hotové jsou položkou snižující základ daně z příjmu pouze odpisy a při koupi na úvěr odpisy a úroky z úvěru, je daňová výhoda leasingu zřejmá (po dobu trvání leasingové smlouvy).

- **Garance**

Při finančním leasingu je často možné užít i jiných forem záruk než požadují např. banky při poskytování úvěrů. Je např. často možné ručení vlastním předmětem leasingu nebo může ručit dodavatel zařízením svým závazkem, a to že v případě nesplácení leasingových splátek nájemcem toto zařízení za předem dohodnutých podmínek sám odkoupí (a následně prodá jinému zájemci). Tento způsob ručení (zpětný odkup dodavatelem) bývá obvykle používán existuje-li možnost snadného prodeje daného zařízení (tzv. přeprdejnost) a dodavatel má potřebnou bonitu, což je právě reálné v případě jednotek KVET. Některé leasingové společnosti mají smlouvy s dodavateli a nabízejí tuto formu leasingového financování jako samostatný produkt - výrobní leasing.

- **Pojištění**

Pojištění předmětu leasingu je prakticky nutnou podmínkou uzavření leasingové smlouvy. Velmi často nabízejí leasingové společnosti toto pojištění prostřednictvím hromadné pojistky u své smluvní pojišťovny. Obvykle je použití této hromadné pojistky pro nájemce výhodnější (slevy na pojistném) a leasingové společnosti převážně tuto formu ve vlastním zájmu preferují.

- **Komunální leasing**

Tímto pojmem je označován finanční leasing poskytovaný městům a obcím, resp. organizacím, které nejsou plátcí daně z příjmu. Zde pro klienty sice odpadá daňová výhoda, ale na druhé straně jim umožňuje leasingové financování realizaci projektů, které budou spláceny z provozních prostředků rozpočtů. V některých případech je i způsob ručení přizpůsoben jejich možnostem. Někdy je takto označován i leasing poskytovaný sice podnikatelským subjektům, ale vlastněným městy nebo obcemi.

### **6.2.2.2 Nevýhody leasingového financování**

Základní nevýhody leasingového financování jsou:

- Vlastnictví předmětu leasingu leasingovou společností může v případě nesolidní nebo finančně slabé leasingové společnosti (nikoliv jenom podle výše základního jmění, ale zejména podle zdrojů refinancování) znamenat riziko problémů v případě potíží leasingové společnosti během trvání leasingové smlouvy.
- Nájemce, protože není vlastník, nemůže uplatňovat vlastnická práva, tj. např. zařízení prodat. Může se však dohodnout s leasingovou společností na postoupení leasingové smlouvy jinému nájemci a nebo předmět leasingu odkoupit za cenu dohodnutou s leasingovou společností, a to se všemi důsledky s tímto aktem souvisejícími (daňové dopady).
- Obvykle poněkud vyšší finanční náklady, než při financování úvěrem. Závisí na ceně finančních zdrojů, které leasingová společnost používá k vlastnímu refinancování a na vyšší marže leasingové společnosti. Vzdávající konkurence na leasingovém trhu však tlačí leasingové společnosti ke snižování této marže. Tato nevýhoda je však obvykle eliminována daňovými výhodami.

### 6.2.3 Kombinace zdrojů financování

Zejména u větších projektů je vhodné užít rozličných kombinací různých způsobů financování - např. strojní (technologickou) část finančním leasingem a stavební část úvěrem, nejlépe se současným vynaložením i vlastních finančních prostředků investora.

### 6.2.4 Netradiční metody financování

Netradiční metody financování energeticky úsporných projektů spočívají ve splácení investičních nákladů z dosažených úspor provozních nákladů na pořízení energie. Jsou obvykle nazývány mj. financování třetí stranou (Third Party Financing - TPF) nebo Energy Performance Contracting (EPC). Jejich vstup na trh s úsporami energie byl zaznamenán koncem sedmdesátých let ve Spojených Státech, Kanadě a západní Evropě.

Firmy, nabízející financování třetí stranou (TPF) či Energy Performance Contracting (EPC), jsou obecně nazývány jako firmy (podniky) energetických služeb, pro něž se obecně vžilo pojmenování ESCO (Energy Services Company).

Firmy s tímto zaměřením začínají podnikat i v České republice (ale i v dalších střeoevropských zemích - Polsko, Maďarsko) a nabízejí v zásadě zajištění a realizaci energeticky úsporného projektu na klíč, a to včetně financování.

Pojem těchto energetických služeb v podstatě znamená, že firma „ESCO“ zpracuje nebo zajistí:

- Energetický audit;
- Studii proveditelnosti;
- Prováděcí projekt;
- Financování celého projektu;
- Inženýrské zázemí;
- Dodání, instalaci a uvedení do provozu příslušného zařízení;
- Kontrolu provozu a dosahování parametrů v dlouhodobém provozu.

Tento schematický výčet může být různě modifikován. ESCO např. může do celého procesu vstoupit i později, např. po zpracování energetického auditu či studie proveditelnosti (které si verifikuje a v pozitivním případě pokračuje dále). Samozřejmě jsou možné i kombinace finančních zdrojů zákazníka, společnosti ESCO, bankovních institucí i využití leasingu.

Spolupráce zákazníka s firmou ESCO má pro něj celou řadu výhod. Kromě komplexního pojetí služeb a zájmu společnosti ESCO na konečném efektu, je to zejména usnadnění přístupu k financím.

Je třeba upozornit, že v podstatě každý energeticky úsporný projekt je svým způsobem jedinečný a způsob jeho financování a splácení z úspor závisí na smluvních podmínkách vztahu mezi ESCO a zákazníkem (spotřebitelem energie).

V zásadě existují dvě krajní možnosti financování energeticky úsporného projektu třetí stranou (resp. jejich kombinace):

- Finanční leasing,
- Zprostředkování a případná garance úvěru,
- Jejich různé kombinace.

*První možností* je poskytnutí finančního leasingu společností ESCO zákazníkovi s tím, že leasingové splátky jsou nižší než dosažené úspory. Společnost ESCO je přitom vlastníkem energeticky úsporného zařízení po dobu trvání sjednaného kontraktu. Po uplynutí této doby a splacení zařízení z úspor předá ESCO zákazníkovi zařízení za zůstatkovou cenu.

*Druhou základní možností* je role společnosti ESCO jako prostředníka a garanta mezi zákazníkem (investorem) a finanční institucí. To znamená, že zákazník a finanční ústav jsou spolu ve vztahu přímém a zákazník je vlastníkem zařízení od samého počátku. Pak ovšem sám zařízení odepisuje (v souladu se Zákonem o dani z příjmu) a splácí poskytnutý úvěr přímo finanční instituci a do nákladů může zahrnout pouze úroky. Současně splácí společnosti ESCO vzájemně dohodnutý podíl na úsporách jako úhradu za poskytnuté služby.

*Dalšími možnostmi* jsou různé kombinace, z nichž jednou z nejjednodušších je financování technologické části leasingem od ESCO společnosti a stavební části z úvěru, získaného ve spolupráci s ESCO. Společnost ESCO samozřejmě participuje na projektu celém. Přitom společnost ESCO na sebe přebírá celou řadu technických i ekonomických rizik, která snímá ze zákazníka nebo mu je značně snižuje.

Kromě toho, koordinace a řízení celého projektu jsou aktivity časově značně náročné a ve většině případů je racionální je svěřit specializované firmě, dostatečně zainteresované na dosažení skutečných úspor nákladů na pořízení energie.

#### **6.2.4.1 Výhody využití EPC**

V porovnání s tradičním řešením realizace projektu zvýšení energetické účinnosti, poskytuje metoda EPC příjemci zejména následující výhody :

- nabídku komplexních, kvalifikovaných služeb (projekt by měl řešit komplexní, technicky i ekonomicky nejvýhodnější způsob hospodaření s palivy a energií u příjemce);
- minimalizaci rizik příjemce ve všech fázích realizace projektu;
- úsporu pracovního času zaměstnanců příjemce (výhodné především tam, kde příjemce nemá vlastní kvalifikovaný personál);
- zajištění případné pomoci při získání finančních zdrojů;
- splácení projektu z dosažených úspor (hlavní předmět činnosti není finančně zatížen);
- záruky projektované funkce technického zařízení a dosažení projektovaných úspor (účinnosti).

Z těchto výhod jsou nejpodstatnější tyto tři, které odlišují EPC od běžného způsobu realizace projektu formou "dodávky na klíč". Jsou to :

- záruky dodržení projektovaných parametrů technických zařízení a dosažení projektovaných úspor, kterou poskytuje ESCO (a tomu odpovídající znění smlouvy);
- splácení investice z dosažených úspor;
- zajištění financování projektu.

#### **6.2.4.2 Rizika použití metody EPC**

Použití metody EPC pro realizaci projektu má smysl v případech, kdy ESCO svými zkušenostmi, znalostmi a schopnostmi dokáže projekt připravit a realizovat tak, že minimalizuje rizika, spojená s realizací projektu a to jí umožní převzít záruky za dosažení výnosů projektu. ESCO tak na sebe přebírá rizika technické povahy a rizika, která ovlivnit nemůže (vyšší moc), alespoň minimalizuje.

Mezi rizika **technické povahy** spojená s daným projektem se řadí zejména tato rizika:

- špatný odhad investičních nákladů;
- špatné stanovení referenční spotřeby;
- špatná výkonnost instalovaného zařízení;
- nesprávné provozování a špatná údržba zařízení.

Mezi **rizika povahy vyšší moci**, kterým se vystavují projekt i ESCO, a která lze zkušenostmi firmy ESCO minimalizovat, avšak ne zcela odstranit, jsou:

- změny cen paliv energie;
- legislativní změny (např. změny pravidel pro rozpočty obcí);
- změny v daňových hladinách;
- předchozí závazky příjemce.

#### **6.2.5 Dotace**

Samostatnou položkou jsou cizí zdroje financování ve formě grantů, dotací apod. Tyto zdroje jsou investory velice žádané, avšak jejich nevýhodou jsou omezené možnosti zdrojů dotací.

V případě nasazení jednotky KVET může být zdrojem dotací Česká energetická agentura nebo Státní fond životního prostředí, a to vždy v návaznosti na podmínky „Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie“ pro daný rok.

Objem finančních prostředků, získaných v rámci dotace, nemůže však být zahrnut do investičního majetku investora. To znamená, že pořizovací hodnota majetku je o případnou dotaci snížena a majetek je odepisován se sníženou hodnotou.

Dotace pro nasazení kogeneračních jednotek ze zahraničních zdrojů nejsou v ČR příliš dostupné.

## 7. SPECIFIKACE ZÁKLADNÍCH KROKŮ PŘI PŘÍPRAVĚ PROJEKTU

Prvním krokem investora musí být základní rozvaha vlastních potřeb a možností využití technických, ekologických a ekonomických výhod kombinované výroby elektřiny a tepla v konkrétních podmínkách svého energetického hospodářství. Nejvhodnější metodou posouzení vhodnosti užití KVET je pro každou kategorii investora (typ objektu) **energetický audit**. Proto za první krok při přípravě projektu je možno každému investorovi doporučit provedení energetického auditu energetického hospodářství příslušného objektu, a to nejen z hlediska posouzení jednotky KVET, ale také efektivnosti užití energie dodávané z KVET. Je zcela nesmyslné vyrábět efektivně elektrickou energii a teplo v KVET a plýtvat s nimi při neefektivní spotřebě. Zároveň by mohlo dojít k tomu, že pozdější realizace energeticky úsporných opatření povede ke snížení potřeb energie a jednotka KVET se ukáže jako předimenzovaná oproti předpokladu a pokud se nepodaří realizovat energii prodejem, zhorší se ekonomika projektu.

Základní náplní energetického auditu je, v souladu požadavky příslušného zákona<sup>7</sup>:

- popis a zhodnocení výchozího stavu,
- podrobná energetická bilance výchozího stavu,
- ocenění potenciálu úspor energie,
- identifikace opatření k využití nalezeného potenciálu úspor energie,
- vyhledání optimální kombinace opatření – optimální varianta energeticky úsporného projektu,
- ekonomické a environmentální vyhodnocení energeticky úsporného projektu,
- závěr – doporučení auditora.

Doporučení energetického auditora je pro investora zdrojem informací k hlubšímu zvažování dalšího postupu před zahájením nevratných kroků, směřujících k realizaci investice. Energetický audit musí rovněž dát odpověď na to, zda jednotka KVET bude splňovat požadavky příslušných vyhlášek k Zákonu 406/2000 o hospodaření energií (minimální účinnosti).

Dalším krokem k prohloubení znalosti ekonomických podmínek reálného provozování KVET, a to včetně posouzení citlivosti na vývoj cen paliva, tepla a elektrické energie, je **studie proveditelnosti**. Vstupním podkladem pro studii proveditelnosti je zpravidla již zpracovaný energetický audit. Ve srovnání s ním je studie proveditelnosti ve všech částech podrobnější a značná pozornost se věnuje analýze trhu (především pokud se předpokládá prodej přebytků energie) a ekonomickému i environmentálnímu vyhodnocení variant. Podrobná studie proveditelnosti dá investorovi výslednou odpověď na základní otázku, zda je zdroj KVET pro něho rentabilní.

---

<sup>7</sup> Zákon 406/2000 Sb o hospodaření energií

Po vyjasnění základní otázky o vhodnosti užití KVET vyvstávají další otázky:

- zdroj financování projektu (vlastní, cizí, kombinace),
- optimální způsob realizace investice (dodavatelským způsobem „na klíč“, vlastními silami, kombinací vlastních sil a externího dodavatele).

Nejdůležitější je **rozhodnout o způsobu financování** – proto za třetí hlavní krok investora je nutno označit zásadní zhodnocení svých finančních možností a volbu postupu zajištění financování projektu (tato problematika může být analyzována už ve studii proveditelnosti).

Volba zdroje financování projektu je (vedle základních technických parametrů a ceny investice) rozhodující pro ekonomickou efektivnost investice. Proto jakmile investor učiní základní rozhodnutí na základě studie proveditelnosti, musí postoupit k dalšímu kroku rozhodovacího procesu, tj. k výběru zdroje financování. Pokud nemá dostatek vlastních finančních zdrojů nebo nechce použít vlastní zdroje ke krytí celých rozpočtových nákladů, musí přikročit k výběru cizího zdroje financování (úvěr nebo leasing nebo jejich kombinace, financování třetí stranou, případně snaha získat dotaci či jinou formu příspěvku). Při tomto rozhodování je vhodné využít služeb ekonomického poradce.

Jakmile dojde k rozhodnutí o užití cizího zdroje financování a přikročí se k výběru zdroje (finanční instituce pro poskytnutí úvěru nebo jiné instituce – poskytovatele leasingu, firmy energetických služeb ESCO atd.), k jednání s bankami o poskytnutí úvěru, či s leasingovými společnostmi atd., je třeba předložit podklady podle jejich požadavků. Kromě jiných je to v každém případě **podnikatelský záměr** (projekt), na který je žádáno o financování. Základním podkladem pro vypracování tohoto zásadního dokumentu je vypracovaná studie proveditelnosti. Jakmile se investorovi podaří oslovit několik zdrojů financování a uspokojit je předložením požadovaných podkladů, postoupí příprava do další fáze – očekávání **nabídek zdrojů financování a výběr nejlepší nabídky**. Pro výběr nejlepší nabídky financování je opět vhodné využít služeb ekonomického poradce.

Výběrem nejlepší nabídky financování projektu může být již automaticky rozhodnuto o způsobu realizace. Pokud investor zvolí **leasingové financování**, leasingová firma sama zajistí dodavatele zařízení a realizaci projektu. Pro investora se problém výstavby a uvedení zařízení do provozu přemění na problém **uzavření kvalitní leasingové smlouvy** (náležitosti takové smlouvy a její úskalí pro investora jsou již výše popsány). Podobná problematika je spojena s financováním formou využití služeb ESCO (zde je pro investora rozhodující uzavření kvalitní smlouvy o poskytnutí „energetické služby“).

Pokud investor zvolí užití úvěru na realizaci projektu, může si **realizaci projektu** (výstavbu zařízení) organizovat sám (zadání projektu, výběr dodavatele zařízení, získání stavebního povolení, řízení výstavby, uvedení do provozu, převzetí do trvalého provozu) nebo si může najmout inženýrskou firmu na řízení výstavby (inženýrskou činnost).

Každá ze zmiňovaných metod realizace investičního záměru má pro investora svoje výhody i nevýhody. Investor se musí rozhodnout podle jeho konkrétních podmínek a specifik jeho investičního záměru.



## 8. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Kombinovaná výroba elektrické energie a tepla (KVET) dává přínosy na celospolečenské úrovni i na úrovni konkrétního uživatele.

Na celospolečenské úrovni je zásadním přínosem KVET vyšší účinnost procesu kombinované výroby elektřiny a tepla oproti oddělené výrobě elektřiny v elektrárnách a tepla ve výtopnách, což vede k nižší spotřebě paliva, nižšímu čerpání neobnovitelných zdrojů energie a nižším emisím znečišťujících látek ze spalování paliva do ovzduší na regionální i globální úrovni.

Při rozhodování o vhodnosti zavedení KVET je z hlediska potenciálního investora třeba zvažovat řadu hledisek, než se rozhodne k realizaci, a to zejména:

- Dostatečný odbyt na produkovanou elektrickou energii a teplo v dlouhodobém výhledu;
- Vhodnost samostatného podnikání v prodeji elektrické energie a tepla;
- Celkové zvýšení efektivity na straně výroby, ale i spotřeby energie;
- Možnost zhodnocení netradičních (levných) a místních paliv;
- Ekologická likvidace odpadů;
- Zajištění zdroje stálého napětí;
- Vlastní nouzový zdroj elektrické energie;
- Ekologické přínosy a dopady;
- Komplexní řešení zásobování energií;
- Plnění požadavků zákona o hospodaření energií (povinnost užití KVET, minimální účinnost).

Pro rozhodnutí o správnosti instalace zdroje KVET na úrovni investora jsou definována tři základní kritéria, která musí potenciální investor uvážit, pokud chce úspěšně aplikovat kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla pro svůj konkrétní případ. Tato kritéria jsou:

- energetické kritérium,
- ekologické kritérium,
- ekonomické kritérium.

Každé z těchto kritérií je definováno příslušnými legislativními normami.

Doporučený postup při přípravě a realizaci projektu na výstavbu KVET zahrnuje tyto kroky:

- Energetický audit;
- Studie proveditelnosti;
- Podnikatelský záměr včetně úvahy o užití/prodeji vyrobené energie a podpisu smlouvy o budoucí smlouvě na prodej energie;
- Posouzení vlivu na životní prostředí (u velkých projektů definovaných v zákoně);
- Stavební povolení;
- Zajištění financování celého projektu (z vlastních i cizích zdrojů);
- Prováděcí projekt;
- Výběrové řízení na dodavatele projektu i technologií;
- Smlouvy s dodavateli;
- Stavební dozor;
- Dodání a instalace technologií;
- Uzavření smluv na dodávku/odběr energie;
- Uvedení do provozu příslušného zařízení;
- Kontrola provozu a dosahování parametrů v dlouhodobém provozu.;
- Likvidace zařízení po skončení životnosti.

Vzhledem k tomu, že uvedený přehled činností je rozsáhlý a řada institucí ve státním a veřejném sektoru nemá potřebné odborné a personální vybavení pro jejich realizaci a rovněž mají obtíže se získáváním potřebných finančních prostředků pro realizaci investice, nabízí se možnost využití specializovaných firem poskytujících komplexní služby v této oblasti. Tyto firmy se nazývají firmy energetických služeb a používá se pro ně zkratka ESCO. Tyto firmy mohou realizovat většinu výše uvedených kroků a dále garantovat dosažení požadovaných parametrů. Využití jejich služeb sice znamená vyšší náklady na realizaci projektu, ale ve svých důsledcích jsou to návratné náklady vzhledem k tomu, že ESCO zpravidla realizuje dodávku a provoz na klíč, což přináší pro investora úspory v oblasti přípravy projektu, jeho realizace a mnohdy i provozu.

Tam, kde studie proveditelnosti prokáže ekonomickou návratnost a ekologickou přijatelnost realizace KVET, lze tedy její užití doporučit.





---

## **TYPOVÉ PROJEKTY KOGENERACE**

Typový projekt kombinované výroby elektřiny a tepla pro průmyslové podniky

### **Autoři:**

Ing. Zdeněk Kodytek, Ing. Miroslav Malý, CSc., *SRC International CS s.r.o.*,  
Doc. Ing. František Hrdlička, CSc., Ing. Ladislav Tintěra, Ing. Petr Knížek,  
CSc., Ing. Evžen Příbyl.

**Vydala: Česká energetická agentura v roce 2000**

**Publikace je určena pro poradenskou činnost a byla zpracována s podporou ČEA**