

Zákazník: **MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR**

Projekt: **Typový příklad analýzy nákladů a přínosů
ve vztahu k opatření na podporu účinnosti
při dálkovém vytápění a chlazení
ve statutárním městě**

Zakázkové číslo: 1248

Označení dokumentu: 01

Revize: 0

Autor: Ing. Miroslav Mareš a kol.

Telefon: 251564281

E-mail: mares@energo-envi.cz

Datum: 12/2013

Autorizace

Datum	Vypracoval	Zodpovědný projektant
12.2013	Ing. Miroslav Mareš Doc. Ing. Roman Povýšil Ing. Michal Doležal	Ing. Miroslav Mareš



Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2013 – Program EFEKT

Obsah	Strana
1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY HOSPODÁRNÉHO VYUŽITÍ ENERGIE V SYSTÉMECH ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM A CHLADEM	5
1.1 Charakteristika produktu	5
1.2 Evropský legislativní rámec	5
1.3 Český legislativní rámec	16
2 VYSOCE ÚČINNÉ ZDROJE KOMBINOVANÉ VÝROBY TEPLA A ELEKTŘINY VE VZTAHU K ÚČINNÉMU DÁLKOVÉMU VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ	24
2.1 Současný stav	24
2.2 Kogenerace, kogenerační jednotka a soustava	25
2.3 Stanovení energetických přínosů kogenerace	28
2.4 Rozdělení kogeneračních jednotek	30
2.4.1 Hlavní části kogenerační jednotky	31
2.4.2 Parametry kogeneračních jednotek	34
2.5 Trigenerace	38
2.6 Důvody pro zavádění kogenerační výroby	40
2.7 Mikrokogenerace	41
2.7.1 Mikrokogenerace s nepřímou přeměnou	41
2.7.2 Mikrokogenerace s přímou přeměnou	46
2.7.3 Potenciální oblasti využití mikrokogenerace	50
3 OBECNÉ ZÁSADY ANALÝZY NÁKLADŮ PŘÍNOSŮ	52
3.1 Stanovení územního celku pro analýzu způsobu zásobování teplem a chladem	52
3.2 Kvantifikace dosavadní úrovně zabezpečení dodávek – referenční varianta	52
3.3 Formulace alternativních scénářů zabezpečení dodávek tepla a chladu na bázi vysoce účinných zdrojů kombinované výroby tepla a elektřiny	52
3.3.1 Scénář centralizovaného způsobu zabezpečení dodávek	52
3.3.2 Scénář decentralizovaného způsobu zabezpečení dodávek	53
3.4 Formulace metody hodnocení čistých přínosů scénářů	53
3.5 Prognóza cen paliv a energie – okrajové podmínky analýzy	54
3.5.1 Vývoj konečných reálných cen elektřiny na hladině nn (Kč/MWh)	54
3.5.2 Vývoj reálných cen energetických komodit	55
3.6 Ekonomická analýza nákladů a přínosů scénářů	56
3.6.1 Základní východiska hodnocení	57
3.6.2 Systémové cíle	57
3.6.3 Hodnocení ekonomické efektivnosti variant rozvoje	59
3.6.4 Výrobní kapacita a umístění	59
3.6.5 Plán realizace	59
3.6.6 Nároky a účinky variant	59
3.6.7 Metody hodnocení ekonomické efektivnosti	62
3.6.8 Komplexní hodnocení variant rozvoje územního energetického systému	63
3.7 Citlivostní analýza	69

4	TYPOVÝ PŘÍKLAD ANALÝZY NÁKLADŮ A PŘÍNOSŮ	72
4.1	Předmět analýzy	72
4.1.1	Popis předmětu analýzy	72
4.1.2	Situace	73
4.1.3	Provozní režim	76
4.2	Energetické vstupy a výstupy	76
4.2.1	Primární energetické zdroje	76
4.2.2	Vliv stávajícího energetického systému na životní prostředí	78
4.3	Systém zásobování teplem	79
4.3.1	Popis stávajícího stavu	79
4.3.2	Zhodnocení stávajícího stavu	81
4.3.3	Návrh na opatření	84
4.3.4	Soubor navržených opatření	108
4.4	Systém zásobování el. energií	110
4.4.1	Popis stávajícího stavu	110
4.5	Zhodnocení stávajícího stavu - souhrny	111
4.5.1	Základní energetická bilance	111
4.5.2	Soubor návrhů na opatření	113
4.6	Ekonomické vyhodnocení opatření a projektů úspor energie	116
4.7	Výchozí předpoklady hodnocení	116
4.8	Výsledky ekonomického hodnocení úsporných opatření	118
4.9	Formulace variant projektů úspor energie	119
4.10	Výsledky ekonomického hodnocení variant	119
4.11	Energetické bilance variant	123
4.12	Hodnocení vlivu na životní prostředí navržených variant	128
4.13	Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu včetně ekonomického hodnocení	134
5	SHRNUTÍ A ZÁVĚRY	138
5.1	Typový příklad	138
5.2	Systémy CZT	139

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY HOSPODÁRNÉHO VYUŽITÍ ENERGIE V SYSTÉMECH ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM A CHLADEM

1.1 Charakteristika produktu

Publikace je zaměřena na problematiku analýzy nákladů a přínosů ve vztahu k opatřením na podporu zvyšování účinnosti systémů vytápění a chlazení a to zejména ve statutárních městech, kde je různorodá struktura předmětných systémů, počínaje individuálními až po centralizované.

Za tím účelem je provedena vzorová analýza nákladů a přínosů centrální a decentralní koncepce zásobování teplem a chladem, respektující všechny dostupné zdroje nabídky ve vztahu k poptávce, včetně volby parametrů topného média a primárních zdrojů energie.

Publikace bude sloužit k plnění požadavků Směrnice EP a Rady 2012/27/EU formulovaných v článku 14 - Podpora účinnosti při dodávkách tepla a chlazení v rámci něhož mají členské státy přijmout vhodná opatření na podporu a usnadnění účinného využívání energie odběrateli.

Jedním z požadavků je přijetí politiky, která bude podporovat na místní a regionální úrovni, využívání potenciálu účinných systémů vytápění a chlazení, zejména systémů využívajících vysoce účinnou kombinovanou výrobu tepla a elektřiny s důrazem na využití potenciálu pro rozvoj místních a regionálních trhů s teplem. Pro účely posouzení vhodnosti implementace tohoto záměru členské státy budou provádět analýzu nákladů a přínosů. Cílem analýzy nákladů a přínosů je přijímat nejefektivnější řešení z hlediska zdrojů a nákladů za účelem naplnění potřeb v oblasti dodávek tepla a chlazení na bázi ekonomické a environmentální výhodnosti.

Vypracovaný typový příklad je určen jako podpůrný nástroj pro realizaci optimalizačního procesu pro zabezpečování energeticky efektivních koncepcí dodávek tepla a chladu v územních celcích vedoucích k poklesu energetické náročnosti výroby tepla a chladu a eliminaci negativních vlivů na životní prostředí. Produkt je určen energetickým manažerům a konzultantům středisek EKIS.

1.2 Evropský legislativní rámec

Požadavky na řešenou oblast jsou stanoveny v rámci evropského legislativního rámce ve „SMĚRNICI EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2012/27/EU ze dne 25. října 2012 o energetické účinnosti, o změně směrnic 2009/125/ES a 2010/30/EU a o zrušení směrnic 2004/8/ES a 2006/32/ES“. V této směrnici jsou zakotveny požadavky v čl. 14 a v přílohách I, I., VIII, IX a X. Uvedené části Směrnice jsou uvedeny v následujícím textu.

ÚČINNOST PŘI DODÁVKÁCH ENERGIE

Článek 14

Podpora účinnosti při dodávkách tepla a chlazení

1. Členské státy do 31. prosince 2015 provedou komplexní posouzení potenciálu vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny a účinného dálkového vytápění a chlazení, které bude obsahovat údaje stanovené v příloze VIII, a oznámí jej Komisi. Jestliže rovnocenné posouzení již provedly, oznámí jej Komisi.

Komplexní posouzení plně zohlední analýzu potenciálu příslušného členského státu, pokud jde o vysoce účinnou kombinovanou výrobu tepla a elektřiny, vypracovanou v souladu se směrnicí 2004/8/ES.

Toto posouzení se na žádost Komise každých pět let aktualizuje a oznamuje Komisi. Komise takovou žádost učiní alespoň jeden rok přede uplynutím této lhůty.

2. Členské státy přijmou politiky, které podporují náležité zohledňování, na místní a regionální úrovni, potenciálu využívání účinných systémů vytápění a chlazení, zejména systémů využívajících vysoce účinnou kombinovanou výrobu tepla a elektřiny. Je třeba přihlížet k potenciálu pro rozvoj místních a regionálních trhů s teplem.

3. Pro účely posouzení uvedeného v odstavci 1 provádějí členské státy analýzu nákladů a přínosů, která se vztahuje na jejich území v souladu s částí 1 přílohy IX a je založena na klimatických podmínkách, ekonomické proveditelnosti a technické vhodnosti. Analýza nákladů a přínosů umožňuje usnadnění určení a provedení nejefektivnějších řešení z hlediska zdrojů a nákladů za účelem naplnění potřeb v oblasti dodávek tepla a chlazení. Tato analýza nákladů a přínosů může být součástí posouzení vlivů na životní prostředí ve smyslu směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/42/ES ze dne 27. června 2001 o posuzování vlivů některých plánů a programů na životní prostředí (1 - Úř. věst. L 197, 21.7.2001, s. 30).

4. Je-li na základě posouzení uvedeného v odstavci 1 a analýzy uvedené v odstavci 3 zjištěn potenciál pro použití vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny nebo účinného dálkového vytápění a chlazení, jehož přínosy jsou vyšší než náklady, přijmou členské státy vhodná opatření pro rozvoj infrastruktury pro účinné dálkové vytápění a chlazení či pro přispění k rozvoji vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny a využívání vytápění a chlazení z odpadního tepla a obnovitelných zdrojů energie v souladu s odstavci 1, 5 a 7.

Není-li na základě posouzení uvedeného v odstavci 1 a analýzy uvedené v odstavci 3 zjištěn potenciál, jehož přínosy jsou vyšší než náklady, včetně administrativních nákladů na provedení analýzy nákladů a přínosů uvedených v odstavci 5, mohou dotčené členské státy osvobodit zařízení od plnění požadavků stanovených v uvedeném odstavci.

5. Členské státy zajistí, aby po 5. červnu 2014 byla prováděna analýza nákladů a přínosů v souladu s částí 2 přílohy IX, pokud:

- a) je plánována nová tepelná elektrárna o celkovém tepelném příkonu nad 20 MW, a to za účele posouzení nákladů a přínosů zajištění provozu tohoto zařízení jakožto zařízení s vysoce účinnou kombinovanou výrobou tepla a elektřiny;*
- b) je prováděna podstatná rekonstrukce stávající tepelné elektrárny o celkovém jmenovitém tepelném příkonu nad 20 MW, a to za účelem posouzení nákladů a přínosů její přeměny na vysoce účinnou kombinovanou výrobu tepla a elektřiny;*
- c) je plánováno průmyslové zařízení o celkovém tepelném příkonu nad 20 MW, které produkuje odpadní teplo na využitelné teplotní úrovni, nebo jeho podstatná rekonstrukce, a to za účelem posouzení nákladů a přínosů využívání odpadního tepla k uspokojování ekonomicky odůvodněné poptávky, mimo jiné prostřednictvím kombinované výroby tepla a elektřiny, jakož i připojení tohoto zařízení k síti dálkového vytápění a chlazení;*
- d) je plánována nová síť dálkového vytápění a chlazení nebo je v rámci stávající sítě dálkového vytápění nebo chlazení plánováno nové zařízení na výrobu energie o celkovém tepelném příkonu nad 20 MW nebo je prováděna podstatná rekonstrukce takového stávajícího zařízení, a to za účelem posouzení nákladů a přínosů využívání odpadního tepla z nedalekých průmyslových zařízení.*

Instalace vybavení pro zachycování oxidu uhličitého vyprodukovaného spalovacím zařízením za účelem jeho geologického ukládání, jak je stanoveno ve směrnici 2009/31/ES, se nepovažuje za rekonstrukci pro účely prvního pododstavce písmen b), c) a d).

Členské státy mohou požadovat provedení analýzy nákladů a přínosů uvedené v prvním pododstavci písm. c) a d) ve spolupráci s podniky odpovědnými za provoz sítí dálkového vytápění a chlazení.

6. Členské státy mohou z působnosti odstavce 5 vyjmout:

- zařízení na výrobu elektřiny s provozem v době špičkového zatížení a záložní zařízení na výrobu elektřiny, jejichž provoz je plánován na úrovni nižší než 1 500 provozních hodin za rok jako klouzavý průměr za dobu pěti let, na základě postupu ověřování zavedeného členskými státy za účelem zajištění splnění tohoto kritéria pro osvobození;
- jaderné elektrárny;
- zařízení, která musí být umístěna v blízkosti geologického úložiště schváleného podle směrnice 2009/31/ES.

Pro vynětí jednotlivých zařízení z působnosti odst. 5 písm. c) a d) mohou členské státy také stanovit prahové hodnoty vyjádřené objemem dostupného využitelného odpadního tepla, poptávkou po teple nebo vzdálenostmi mezi průmyslovými zařízeními a sítěmi dálkového vytápění.

Členské státy oznámí výjimky přijaté podle tohoto odstavce Komisi do 31. prosince 2013 a poté jakékoli jejich následné změny.

7. Členské státy přijmou kritéria pro vydání povolení podle článku 7 směrnice 2009/72/ES nebo kritéria pro rovnocenné oprávnění za účelem:

- zohlednění výsledku komplexních posouzení uvedených v odstavci 1;
- zajištění splnění požadavků uvedených v odstavci 5 a
- zohlednění výsledku analýzy nákladů a přínosů uvedené v odstavci 5.

8. Členské státy mohou osvobodit jednotlivá zařízení od požadavku – vyplývajícího z kritérií pro vydávání povolení nebo oprávnění uvedených v odstavci 7 – provést varianty, jejichž přínosy jsou vyšší než náklady, existují-li pro to závažné právní, vlastnické nebo finanční důvody. V těchto případech dotčený členský stát předloží Komisi oznámení obsahující odůvodnění takového rozhodnutí, a to do tří měsíců ode dne jeho přijetí.

9. Odstavce 5, 6, 7 a 8 tohoto článku se použijí na zařízení, na něž se vztahuje směrnice 2010/75/EU, aniž jsou dotčeny požadavky uvedené směrnice.

10. Na základě harmonizovaných referenčních hodnot účinnosti podle písmene f) přílohy II členské státy zajistí, aby podle objektivních, transparentních a nediskriminačních kritérií stanovených každým členským státem mohl být zaručen původ elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny. Zajistí, aby tato záruka původu splňovala požadavky a obsahovala alespoň údaje specifikované v příloze X. Členské státy vzájemně uznávají své záruky původu, výlučně jako důkaz o údajích uvedených v tomto odstavci. Každé odmítnutí uznat záruku původu jako takovýto důkaz, zejména z důvodů spojených se zamezením podvodům, musí být založeno na objektivních, transparentních a nediskriminačních kritériích. O každém takovém odmítnutí a jeho důvodech uvědomí členské státy Komisi. V případě odmítnutí uznat záruku původu může Komise přijmout rozhodnutí s cílem přinutit odmítající stranu, aby záruku uznala, zejména s ohledem na objektivní, transparentní a nediskriminační kritéria, na nichž se toto uznání zakládá. Komise je oprávněna do 31. prosince 2014 přezkoumat, prostřednictvím aktů v přenesené pravomoci přijatých v souladu s článkem 23 této směrnice, harmonizované referenční hodnoty účinnosti stanovené v prováděcím rozhodnutí Komise 2011/877/EU (1 - Úř. věst. L 343, 23.12.2011, s. 91.) na základě směrnice 2004/8/ES.

11. Členské státy zajistí, aby veškerá dostupná podpora pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny byla podmíněna tím, že vyrobená elektřina pochází z vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny a že odpadní teplo je účelně využíváno k dosažení úspor primární energie. Veřejná podpora kombinované výroby tepla a elektřiny a výroby tepla pro dálkové vytápění a sítí dálkového vytápění podléhá pravidlům pro poskytování státní podpory, pokud se na ni vztahují.

PŘÍLOHA I

OBECNÉ ZÁSADY PRO VÝPOČET ELEKTŘINY Z KOMBINOVANÉ VÝROBY TEPLA A ELEKTŘINY

Část I

Obecné zásady

Hodnoty pro výpočet elektřiny z kombinované výroby tepla a elektřiny se určují na základě očekávaného nebo skutečného provozu dané jednotky za běžných provozních podmínek. U mikrokogeneračních jednotek může být výpočet založen na ověřených hodnotách.

a) Výroba elektřiny z kombinované výroby tepla a elektřiny se považuje za rovnou celkové roční výrobě elektřiny jednotky měřené na výstupních svorkách hlavních generátorů:

- i) u kogeneračních jednotek typů b), d), e), f), g) a h) uvedených v části II s celkovou roční účinností stanovenou členskými státy na úrovni alespoň 75 % a
- ii) u kogeneračních jednotek typů a) a c) uvedených v části II s celkovou roční účinností stanovenou členskými státy na úrovni alespoň 80 %.

b) U kogeneračních jednotek s celkovou roční účinností vyjádřenou hodnotou nižší, než je hodnota uvedená v písm. a) bodu i) (kogenerační jednotky typů b), d), e), f), g) a h) uvedené v části II), nebo s roční celkovou účinností vyjádřenou hodnotou nižší, než je hodnota uvedená v písm. a) bodu ii) (kogenerační jednotky typů a) a c) uvedené v části II), se vypočte podle vzorce:

$$E_{CHP} = H_{CHP} * C$$

kde:

- E_{CHP} je množství elektřiny z kombinované výroby tepla a elektřiny;
- C je poměr elektřiny a tepla;
- H_{CHP} je množství užitečného tepla pocházejícího z kombinované výroby tepla a elektřiny (vypočtené pro tento účel jako celková výroba tepla minus veškeré teplo vyrobené v oddělených kotlích nebo odběrem ostré páry z parního generátoru před turbínou).

Výpočet elektřiny z kombinované výroby tepla a elektřiny musí být založen na skutečném poměru elektřiny a tepla. Pokud skutečný poměr elektřiny a tepla kogenerační jednotky není znám, je možno použít následující náhradní hodnoty, zejména pro statistické účely, u jednotek typů a), b), c), d) a e) uvedených v části II, pokud vypočtená elektřina z kombinované výroby tepla a elektřiny nepřekročí celkovou výrobu elektřiny dané jednotky:

Typ jednotky	Předpokládaný poměr elektřiny a tepla, C
Paroplynové zařízení s rekuperací tepla	0,95
Parní protitlaková turbína	0,45
Parní kondenzační odběrová turbína	0,45
Plynová turbína s rekuperací tepla	0,55
Spalovací motor	0,75

Pokud členské státy zavedou náhradní hodnoty pro poměr elektřiny a tepla pro jednotky typů f), g), h), i), j) a k) uvedené v části II, musí být tyto předpokládané hodnoty zveřejněny a oznámeny Komisi.

c) Pokud je určitý podíl energetického obsahu spotřeby paliva v procesu kombinované výroby tepla a elektřiny zpětně získán v chemikáliích a recyklován, lze jej odečíst od spotřeby paliva před výpočtem celkové účinnosti uvedeným v písmenech a) a b).

d) Členské státy mohou určit poměr elektřiny a tepla jako poměr mezi elektřinou a užitečným teplem při kombinovaném provozu při nižší kapacitě pomocí provozních údajů konkrétní jednotky.

e) Členské státy mohou používat pro účel výpočtů podle písmen a) a b) jiná období než jeden rok.

Část II

Technologie kombinované výroby tepla a elektřiny, na které se vztahuje tato směrnice:

- a) paroplynové zařízení s rekuperací tepla;
- b) parní protitlaková turbína;
- c) parní kondenzační odběrová turbína;
- d) plynová turbína s rekuperací tepla;
- e) spalovací motor;
- f) mikroturbíny;
- g) Stirlingovy motory;
- h) palivové články;
- i) parní stroje;
- j) organické Rankinovy cykly;
- k) jakýkoli jiný typ technologie nebo její kombinace spadající pod definici uvedenou v čl. 2 bodě 30.

Při provádění a uplatňování obecných zásad pro výpočet elektřiny z kombinované výroby tepla a elektřiny členské státy použijí podrobné pokyny stanovené rozhodnutím Komise 2008/952/ES ze dne 19. listopadu 2008 stanovujícím podrobné pokyny pro provádění a uplatňování přílohy II směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/8/ES (1 - Úř. věst. L 338, 17.12.2008, s. 55.).

PŘÍLOHA II

METODIKA URČOVÁNÍ ÚČINNOSTI PROCESU KOMBINOVANÉ VÝROBY TEPLA A ELEKTŘINY

Hodnoty pro výpočet účinnosti kombinované výroby tepla a elektřiny a úspor primární energie se určují na základě očekávaného nebo skutečného provozu dané jednotky za běžných provozních podmínek.

a) Vysoce účinná kombinovaná výroba tepla a elektřiny

Pro účely této směrnice musí vysoce účinná kombinovaná výroba tepla a elektřiny splňovat tato kritéria:

- kombinovaná výroba tepla a elektřiny z kogeneračních jednotek musí zajišťovat úspory primární energie vypočtené podle písmene b) ve výši alespoň 10 % ve srovnání s referenčními údaji pro oddělenou výrobu tepla a elektřiny,
- výrobu z kogeneračních jednotek malého výkonu a mikrokogeneračních jednotek, která zajišťuje úspory primární energie, je možno kvalifikovat jako vysoce účinnou kombinovanou výrobu tepla a elektřiny.

b) Výpočet úspor primární energie

Výše úspor primární energie zajišťovaných kombinovanou výrobou tepla a elektřiny podle přílohy I se vypočte na základě tohoto vzorce:

$$PES = \left(1 - \frac{1}{\frac{CHPH \eta}{RefH \eta} + \frac{CHPE \eta}{RefE \eta}} \right) \times 100\%$$

kde:

PES	představuje úspory primární energie;
CHPH η	je účinnost tepla pocházejícího z kombinované výroby tepla a elektřiny určená jako roční výstup užitečného tepla dělený spotřebou paliva použitého k výrobě objemu výstupu užitečného tepla a elektřiny pocházejících z kombinované výroby tepla a elektřiny;
RefH η	je referenční hodnota účinnosti pro oddělenou výrobu tepla;
CHPE η	je elektrická účinnost kombinované výroby tepla a elektřiny určená jako roční výroba elektřiny z kombinované výroby tepla a elektřiny dělená spotřebou paliva použitého k výrobě objemu výstupu užitečného tepla i elektřiny pocházejících z kombinované výroby tepla a elektřiny. Pokud kogenerační jednotka vyrábí mechanickou energii, může být roční výroba elektřiny z kombinované výroby tepla a elektřiny zvýšena o dodatečný prvek představující množství elektřiny ekvivalentní této mechanické energii. Tento dodatečný prvek nezakládá právo na vydání záruk původu podle čl. 14 odst. 10;
RefE η	je referenční hodnota účinnosti pro oddělenou výrobu elektřiny.

c) Výpočty úspor energie pomocí alternativního výpočtu Členské státy mohou vypočítat úspory primární energie z výroby tepla a elektrické a mechanické energie níže uvedeným způsobem, aniž by použily přílohu I, k vyloučení částí tepla a elektřiny u stejného procesu, které nepocházejí z kombinované výroby tepla a elektřiny. Tuto výrobu lze považovat za vysoce účinnou kombinovanou výrobu tepla a elektřiny, pokud splňuje kritéria účinnosti uvedená v písmeni a) této přílohy a pokud u kogenerační jednotky s kapacitou elektrické energie vyšší než 25 MW je celková účinnost vyšší než 70 %. Specifikace množství elektřiny z kombinované výroby tepla a elektřiny v rámci takové výroby se však pro účely vydání záruky původu a pro statistické účely určuje podle přílohy I.

Pokud se úspory primární energie na výrobní proces vypočítávají způsobem uvedeným výše, úspory primární energie se vypočtou pomocí vzorce uvedeného v písmeni b) této přílohy s tím, že místo „CHPH η “ se dosadí „H η “ a místo „CHPE η “ se dosadí „E η “, kde:

H η je tepelná účinnost výrobního procesu určená jako roční výroba tepla dělená spotřebou paliva použitého k výrobě objemu výstupu tepla a elektřiny;

E η je elektrická účinnost výrobního procesu určená jako roční výroba elektřiny dělená spotřebou paliva použitého k výrobě objemu výstupu tepla i elektřiny. Pokud kogenerační jednotka vyrábí mechanickou energii, může být roční výroba elektřiny z kombinované výroby tepla a elektřiny zvýšena o dodatečný prvek představující množství elektřiny ekvivalentní této mechanické energii. Tento dodatečný prvek nezakládá právo na vydání záruk původu podle čl. 14 odst. 10.

d) Členské státy mohou používat pro účely výpočtů podle písmen b) a c) této přílohy jiná období než jeden rok.

e) Výpočet úspor primární energie pro mikrokogenerační jednotky může být založen na ověřených údajích.

f) Referenční hodnoty účinnosti pro oddělenou výrobu tepla a elektřiny

Tyto harmonizované referenční hodnoty účinnosti se skládají z matice hodnot odlišených podle příslušných faktorů, včetně roku výstavby a druhů paliva, a musí se zakládat na řádně zdokumentovaném rozboru, který mimo jiné zohlední provozní údaje za reálných podmínek, směs paliva a klimatické podmínky, jakož i použité technologie kombinované výroby tepla a elektřiny.

Referenční hodnoty účinnosti pro oddělenou výrobu tepla a elektřiny podle vzorce uvedeného v písmeni b) stanoví provozní účinnost oddělené výroby tepla a elektřiny, která má být nahrazena kombinovanou výrobou tepla a elektřiny.

Referenční hodnoty účinnosti se vypočtou podle těchto zásad:

1. Pro kogenerační jednotky vychází srovnání s oddělenou výrobou elektřiny ze zásady, že se srovnávají tytéž kategorie paliva.
2. Každá kogenerační jednotka se srovnává s nejlepší a ekonomicky odůvodnitelnou technologií oddělené výroby tepla a elektřiny dostupnou na trhu v roce výstavby kogenerační jednotky.
3. Referenční hodnoty účinnosti kogeneračních jednotek starších deseti let se stanoví ve výši referenčních hodnot jednotek starých deset let.
4. Referenční hodnoty účinnosti oddělené výroby elektřiny a výroby tepla musí odrážet klimatické rozdíly existující mezi členskými státy.

PŘÍLOHA VIII

Potenciál pro účinnost v oblasti vytápění a chlazení

1. Komplexní posouzení vnitrostátních potenciálů pro vytápění a chlazení podle čl. 14 odst. 1 zahrnuje:

- a) popis poptávky po vytápění a chlazení;
- b) prognózu vývoje této poptávky v příštích 10 letech zejména s ohledem na vývoj poptávky, pokud jde o budovy a jednotlivá odvětví průmyslu;
- c) mapu území státu, která při zachování důvěrnosti informací, jež mají z obchodního hlediska citlivou povahu, uvádí:
 - i) místa poptávky vytápění a chlazení, včetně
 - měst a příměstských oblastí s hustotou obyvatelstva 0,3 nebo vyšší a
 - průmyslových zón s celkovou roční spotřebou vytápění a chlazení více než 20 GWh,
 - ii) stávající a plánovanou infrastrukturu pro dálkové vytápění a chlazení,

iii) možná místa nabídky vytápění a chlazení, včetně

- zařízení pro výrobu elektřiny, jejichž celková roční výroba elektřiny dosahuje více než 20 GWh, a spaloven odpadů,*
- stávajících a plánovaných zařízení na kombinovanou výrobu tepla a elektřiny užívajících technologie uvedené v části II přílohy I a zařízení dálkového vytápění;*

d) určení poptávky po vytápění a chlazení, která by mohla být uspokojena vysoce účinnou kombinovanou výrobou tepla a elektřiny, včetně mikrokogenerace v domácnostech, a dálkovým vytápěním a chlazením;

e) určení potenciálu pro další vysoce účinnou kombinovanou výrobu tepla a elektřiny, a to i pomocí rekonstrukce stávající a výstavby nové generace zařízení a průmyslových zařízení nebo jiných zařízení produkujících odpadní teplo;

f) určení potenciálu energetické účinnosti infrastruktury dálkového vytápění a chlazení;

g) strategie, politiky a opatření, jež mají být přijaty v období do roku 2020 a do roku 2030 k využití potenciálu podle písmene e), s cílem uspokojit poptávku podle písmene d), případně včetně návrhů na:

- i) zvýšení podílu kombinované výroby tepla a elektřiny při výrobě tepla a chlazení a při výrobě elektřiny,*
- ii) rozvoj účinné infrastruktury pro dálkové vytápění a chlazení s cílem přizpůsobit se rozvoji vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny a využití vytápění a chlazení z odpadního tepla a obnovitelných zdrojů energie,*
- iii) podporu umístění nových tepelných elektráren a průmyslových podniků produkujících odpadní teplo do míst, kde bude rekuperováno maximální množství dostupného odpadního tepla s cílem uspokojit stávající nebo předpokládanou poptávku po teple a chlazení,*
- iv) podporu umístění nových obytných zón nebo nových průmyslových podniků, které při výrobních procesech spotřebovávají teplo, do míst, kde může dostupné odpadní teplo zjištěné při komplexním posouzení přispět ke splnění jejich poptávky po teple a chlazení. Mohlo by se jednat o návrhy podporující seskupení několika jednotlivých zařízení do téže lokality s cílem zajistit optimální sladění poptávky a nabídky tepla a chlazení,*
- v) podporu připojení tepelných elektráren, průmyslových podniků produkujících odpadní teplo, spaloven odpadů a dalších zařízení zabývajících se přeměnou odpadů na energii k místní síti dálkového vytápění nebo chlazení,*
- vi) podporu připojení obytných zón a průmyslových podniků, které při výrobních procesech spotřebovávají teplo, k místní síti dálkového vytápění nebo chlazení;*
- h) podíl vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny a zjištěný potenciál a dosažený pokrok podle směrnice 2004/8/ES;*
- i) odhad množství uspořené primární energie;*
- j) odhad případných opatření veřejné podpory pro vytápění a chlazení, s ročním rozpočtem a vymezením prvku možné podpory. Tím není dotčeno oddělené oznámení režimů veřejné podpory pro účely posouzení státní podpory.*

2. Komplexní posouzení může být ve vhodné míře sestaveno jako souhrn regionálních nebo místních plánů a strategií.

PŘÍLOHA IX

ANALÝZA NÁKLADŮ A PŘÍNOSŮ

Část 1

Obecné zásady pro analýzu nákladů a přínosů

Účelem vypracování analýzy nákladů a přínosů ve vztahu k opatřením na podporu účinnosti při vytápění a chlazení, jak je uvedeno v čl. 14 odst. 3, je poskytnout základ pro rozhodnutí, jehož cílem je kvalifikované stanovení priorit, pokud jde o omezené zdroje na úrovni společnosti.

Analýza nákladů a přínosů se může týkat buď posouzení jednotlivého projektu, nebo skupiny projektů v rámci širšího místního, regionálního nebo vnitrostátního posouzení s cílem stanovit pro danou zeměpisnou oblast pro účely plánování vytápění optimální variantu dodávek tepla nebo chlazení z hlediska nákladové efektivity a přínosů.

Analýza nákladů a přínosů pro účely čl. 14 odst. 3 zahrnuje ekonomickou analýzu zaměřenou na socioekonomické a environmentální faktory.

Analýza nákladů a přínosů zahrnuje tyto kroky a aspekty:

a) Stanovení ohraničení systému a zeměpisného ohraničení

Příslušný energetický systém je určen rozsahem dotýčné analýzy nákladů a přínosů. Zeměpisné ohraničení se vztahuje na vhodnou a jasně vymezenou zeměpisnou oblast, např. určitý region nebo metropolitní oblast, s cílem vyhnout se v případě jednotlivých projektů volbě nedostatečně optimalizovaných řešení.

b) Integrovaný přístup k variantám poptávky a nabídky

V analýze nákladů a přínosů se s využitím dostupných údajů zohlední všechny příslušné zdroje nabídky, jež jsou v rámci konkrétního systémového a zeměpisného ohraničení k dispozici, včetně odpadního tepla pocházejícího z výroby elektřiny, průmyslových zařízení a energie z obnovitelných zdrojů, a charakteristické rysy v oblasti poptávky po teple a chlazení, jakož i související trendy.

c) Vytvoření výchozí úrovně

Výchozí úroveň má sloužit jako referenční bod pro vyhodnocování alternativních scénářů.

d) Určení alternativních scénářů

Zváží se všechny příslušné alternativy k výchozí úrovni. Scénáře, jež nejsou proveditelné z technických nebo finančních důvodů, v důsledku vnitrostátních předpisů nebo časových omezení, lze vyloučit v rané fázi analýzy nákladů a přínosů, pokud tyto důvody vycházejí z pečlivých, zřejmých a řádně doložených posouzení.

Při analýze nákladů a přínosů by se jako alternativní scénáře k výchozí úrovni měly zohlednit pouze vysoce účinná kombinovaná výroba tepla a elektřiny, účinné dálkové vytápění a chlazení nebo varianty účinných individuálních dodávek vytápění nebo chlazení.

e) Metoda pro výpočet čistých přínosů

i) Celkové dlouhodobé náklady a přínosy variant dodávek tepla nebo chlazení se posoudí a porovnájí.

ii) Kritériem pro výpočet je kritérium čisté současné hodnoty.

iii) Zvolí se takový časový horizont, aby byly zahrnuty veškeré příslušné náklady a přínosy scénářů.

Například pro plynovou elektrárnu by vhodným časovým horizontem mohla být doba 25 let, pro systém dálkového vytápění doba 30 let nebo pro topná zařízení, jako jsou kotle, doba 20 let.

f) Výpočet a prognózy cen a jiné odhady pro ekonomickou analýzu

- i) Členské státy poskytnou pro účely analýzy nákladů a přínosů odhady týkající se cen důležitých vstupních a výstupních faktorů a diskontních sazeb.
- ii) Diskontní sazba použitá při ekonomické analýze pro výpočet čisté současné hodnoty se zvolí na základě evropských nebo vnitrostátních pokynů (1 - Národní diskontní sazba zvolená pro účely ekonomické analýzy by měla zohledňovat údaje poskytnuté Evropskou centrální bankou).
- iii) Členské státy podle potřeby použijí vnitrostátní, evropské či mezinárodní prognózy vývoje cen energií ve svém celostátním, regionálním nebo místním kontextu.
- iv) Ceny použité v ekonomické analýze musí odrážet skutečné socioekonomické náklady a přínosy a měly by v maximální možné míře zahrnovat externí náklady, jako jsou účinky v oblasti životního prostředí nebo zdraví, tedy pokud existuje tržní cena nebo pokud je již zahrnuta v evropských nebo vnitrostátních předpisech.

g) Ekonomická analýza: soupis účinků

Ekonomická analýza zohlední všechny příslušné ekonomické účinky.

V analyzovaných scénářích mohou členské státy v procesu rozhodování posoudit a zohlednit náklady a úspory energie vyplývající ze zvýšené pružnosti dodávek energie a z optimálnějšího provozu elektroenergetických sítí včetně nákladů, které nevzniknou, a úspor vyplývajících z omezení investic do infrastruktury.

Zohledňované náklady a přínosy zahrnují alespoň:

i) Přínosy

- hodnotu výstupu pro spotřebitele (teplo a elektřina),
- v maximální možné míře vnější přínosy, jako jsou přínosy v oblasti životního prostředí nebo zdraví.

ii) Náklady

- kapitálové náklady na zařízení a vybavení,
- kapitálové náklady souvisejících energetických sítí,
- variabilní a fixní provozní náklady,
- náklady na energii,
- v maximální možné míře náklady v důsledku účinků v oblasti životního prostředí a zdraví.

h) Analýza citlivosti:

Provede se analýza citlivosti za účelem posouzení nákladů a přínosů projektu nebo skupiny projektů na základě odlišných cen energií, diskontních sazeb a jiných variabilních faktorů, jež mají významný dopad na výsledek výpočtů.

Členské státy určí příslušné orgány pověřené prováděním analýz nákladů a přínosů podle článku 14. Mohou vyžadovat, aby příslušné místní, regionální a vnitrostátní orgány nebo provozovatelé jednotlivých zařízení provedli ekonomickou a finanční analýzu. Poskytnou podrobné údaje o metodách a odhadech v souladu s touto přílohou a stanoví a zveřejní postupy pro provádění ekonomické analýzy.

Část 2

Zásady pro účely čl. 14 odst. 5 a 7

Analýzy nákladů a přínosů poskytují informace pro účely opatření uvedených v čl. 14 odst. 5 a 7:

Pokud je plánováno zařízení pro samostatnou výrobu elektřiny nebo zařízení bez rekuperace tepla, provede se porovnání plánovaného zařízení nebo plánované rekonstrukce s rovnocenným zařízením, které vyrábí stejné množství elektřiny nebo procesního tepla, avšak disponuje systémem rekuperace odpadního tepla a dodává

teplo prostřednictvím vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny nebo sítí dálkového vytápění a chlazení.

Posouzení v rámci daného zeměpisného ohraničení zohlední plánované zařízení a jakékoli vhodné existující či potenciální místo poptávky po teple, jež by tímto zařízením mohlo být zásobováno, a to s ohledem na rozumné možnosti (například technickou proveditelnost a vzdálenost).

Ohraničení systému se stanoví tak, aby zahrnulo plánované zařízení a tepelná zatížení, jako například budovu či budovy a průmyslový proces. V rámci tohoto ohraničení systému se stanoví a porovnají celkové náklady na poskytování tepla a elektřiny pro oba případy.

Tepelná zatížení zahrnují stávající tepelná zatížení, například průmyslová zařízení nebo stávající systém dálkového vytápění, a v městských oblastech rovněž tepelné zatížení a náklady, jež by vznikly, pokud by skupina budov nebo část města byly vybaveny novou sítí dálkového vytápění nebo by došlo k jejich napojení na novou síť dálkového vytápění.

Analýza nákladů a přínosů vychází z popisu plánovaného zařízení a srovnávacího zařízení nebo srovnávacích zařízení, jež zahrnuje elektrický, případně tepelný výkon, druh paliva, plánované použití a plánovaný roční počet provozních hodin, umístění a poptávku po elektřině a teple.

Pro účely daného srovnání se zohlední poptávka po tepelné energii a druhy vytápění a chlazení používané místy poptávky po teple nacházejícími se v okolí. Do srovnání jsou zahrnuty náklady infrastruktury pro plánované i srovnávací zařízení.

Analýza nákladů a přínosů pro účely čl. 14 odst. 5 zahrnuje ekonomickou analýzu zaměřenou na finanční analýzu odrážející skutečné transakce peněžních toků vyplývající z investic do jednotlivých zařízení a z jejich provozu.

Projekty s kladným výsledkem analýzy nákladů a přínosů jsou takové projekty, u nichž je součet diskontovaných přínosů v ekonomické a finanční analýze vyšší než součet diskontovaných nákladů (čistý přínos).

Členské státy stanoví hlavní zásady pro metodiku, odhady a časový horizont pro ekonomickou analýzu.

Členské státy mohou požadovat, aby společnosti odpovědné za provoz tepelných elektráren, průmyslových podniků, sítí dálkového vytápění a chlazení, nebo jiné strany, na něž má vliv vymezené ohraničení systému a zeměpisné ohraničení, poskytly údaje, jež budou využity při posuzování nákladů a přínosů jednotlivých zařízení.

PŘÍLOHA X

Záruka původu elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny

a) Členské státy přijmou opatření s cílem zajistit, aby:

i) záruka původu elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny:

- umožňovala výrobcům prokazovat, že elektřina, kterou prodávají, je vyrobena z vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny, a byla za tímto účelem vydávána na žádost výrobce,
- byla přesná, spolehlivá a zabezpečená proti podvodu,
- byla vydávána, přenášena a zrušována elektronicky,

ii) tatáž energetická jednotka z vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny byla zohledněna pouze jednou.

b) Záruka původu podle čl. 14 odst. 10 obsahuje alespoň tyto informace:

- i) základní údaje, umístění, typ a výkon (tepelný a elektrický) zařízení, ve kterém byla energie vyrobena,
 - ii) data a místa výroby,
 - iii) nižší výhřevnost zdroje paliva, ze kterého byla elektřina vyrobena,
 - iv) množství a využití tepla vyrobeného spolu s elektřinou,
-

- v) množství elektřiny z vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny podle přílohy II, na kterou se vztahuje záruka,
- vi) úspory primární energie vypočtené podle přílohy II a založené na harmonizovaných referenčních hodnotách účinnosti uvedených v písmenu f) přílohy II,
- vii) nominální elektrickou a tepelnou účinnost zařízení,
- viii) zda zařízení obdrželo investiční podporu a v jaké výši,
- ix) zda energetická jednotka obdržela jinou podporu ze strany vnitrostátního režimu podpory a v jaké výši a druh režimu podpory,
- x) datum uvedení zařízení do provozu a
- xi) datum a zemi vydání a jedinečné identifikační číslo.

Záruka původu se standardně vystavuje pro 1 MWh. Týká se čistého elektrického výkonu měřeného na hranici zařízení a předaného do elektrické sítě.

1.3 Český legislativní rámec

Požadavky na řešenou oblast jsou stanoveny v rámci české legislativy v zákonu č. 408/2000 Sb. o hospodaření energií v platném znění, vyhlášce č. 441/2012 Sb. o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie, v zákonu č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů a ve vyhlášce č. 480/2012 o energetickém auditu a energetickém posudku. Související paragrafy a odstavce z výše uvedených právních předpisů jsou uvedeny na následujících stranách.

Zákon č. 406/2000 Sb. v platném znění

§ 6

Účinnost užití energie zdrojů a rozvodů energie

(1) Stavebník nebo vlastník výroby elektřiny nebo tepelné energie (2 – Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů) je povinen u nově zřizovaných výroben a výroben, u nichž se provádí změna dokončené stavby (4 - Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním)

řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů., zajistit alespoň minimální účinnost užití energie výroben elektřiny nebo tepelné energie stanovenou prováděcím právním předpisem.

(2) Stavebník nebo vlastník zařízení na distribuci tepelné energie a vnitřní distribuci tepelné energie a chladu (2 – Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů) je povinen u nově zřizovaných zařízení a u zařízení, u nichž se provádí změna dokončené stavby (4 - Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů.) na distribuci tepelné energie a vnitřní distribuci tepelné energie a chladu, zajistit účinnost užití rozvodů energie a vybavení vnějších rozvodů a vnitřních rozvodů tepelné energie a chladu v rozsahu stanoveném prováděcím právním předpisem.

(3) Dodavatel kotlů a kamen na biomasu, solárních fotovoltaiických a solárních tepelných systémů, mělkých geotermálních systémů a tepelných čerpadel (dále jen „vybraná zařízení vyrábějící energii z obnovitelných zdrojů“) je povinen uvést pravdivé, nezkrácené a úplné informace o předpokládaných přínosech a ročních provozních nákladech těchto zařízení a jejich energetickou účinnost v technické dokumentaci nebo návodu na použití.

(4) Držitel licence na výrobu elektřiny podle energetického zákona vyrábějící elektřinu ve výrobně elektřiny s instalovaným výkonem vyšším než 5 MWe s využitím hnědého uhlí (dále jen „výrobce elektřiny“) je povinen:

- a) zajistit pravidelnou kontrolu účinnosti užití energie provozovaných výroben elektřiny (dále jen „kontrola účinnosti“), jejímž výsledkem je pravidelná písemná zpráva o kontrole účinnosti podle prováděcího právního předpisu obsahující také množství elektřiny vyrobené v období, za které byla kontrola účinnosti provedena,
- b) zpracovávat zprávy o kontrole účinnosti objektivně, pravidelně a úplně,
- c) předkládat zprávy o kontrole účinnosti ministerstvu do 30 dnů od provedení kontroly účinnosti a na vyžádání Státní energetické inspekci.

(5) Výrobce elektřiny, který vyrábí elektřinu bez dodávky užitečného tepla s účinností užití energie nižší, než je hodnota stanovená prováděcím právním předpisem, je povinen uhradit operátorovi trhu do 90 dnů od provedení kontroly účinnosti platbu za nesplnění minimální účinnosti užití energie při spalování hnědého uhlí. Ministerstvo zveřejňuje způsobem umožňujícím dálkový přístup údaje ze zpráv o kontrole účinnosti. Operátor trhu eviduje příjmy z platby na zvláštním účtu a používá je na úhradu nákladů spojených s podporou elektřiny z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla vyrobené z hnědého uhlí podle jiného právního předpisu (4b - Zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů).

(6) Způsob stanovení účinnosti užití energie provozovaných výroben elektřiny, hodnoty minimální účinnosti užití energie výroby elektřiny bez dodávky užitečného tepla, četnost kontroly účinnosti, vzor a obsah zprávy o kontrole účinnosti a způsob stanovení množství elektřiny vyrobené v období, za které byla kontrola účinnosti provedena, a rozsah zveřejňovaných údajů ze zpráv o kontrole účinnosti včetně údajů o platbách operátorovi trhu stanoví prováděcí právní předpis.

(7) Výši platby podle odstavce 5 stanoví vláda nařízením.

„§ 9a Energetický posudek

(1) Stavebník, společenství vlastníků jednotek nebo vlastník budovy nebo energetického hospodářství zajistí energetický posudek pro

- a) posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie při výstavbě nových budov nebo při větší změně dokončené budovy se zdrojem energie s instalovaným výkonem vyšším než 200 kW; energetický posudek je součástí průkazu podle § 7a odst. 4 písm. c),
- b) posouzení proveditelnosti zavedení výroby elektřiny u energetického hospodářství s celkovým tepelným výkonem vyšším než 5 MW, pokud je předložena dokumentace stavby podle zvláštního právního předpisu 4),
1) pro budování nového zdroje energie nebo pro změnu dokončených staveb u zdrojů energie již vybudovaných,
- c) posouzení proveditelnosti zavedení dodávky tepla u energetického hospodářství s celkovým elektrickým výkonem vyšším než 10 MW, pokud je předložena dokumentace stavby podle zvláštního právního předpisu 4),
14) pro budování nového zdroje energie nebo pro změnu dokončených staveb u zdrojů energie již vybudovaných; u energetického hospodářství, které užívá plynové turbíny, se tato povinnost vztahuje na celkový elektrický výkon vyšší než 2 MW, u spalovacích motorů se tato povinnost vztahuje na celkový elektrický výkon vyšší než 0,8 MW,

Vyhláška č. 441/2012 Sb. o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie

§ 2

Stanovení účinnosti a minimální účinnost užití energie při výrobě tepelné energie

(1) Ustanovení tohoto paragrafu se vztahují k požadavkům pro výstavbu nové výroby tepla nebo pro její změnu podle § 6 odst. 1 zákona o hospodaření energií a k požadavkům pro nárok na provozní podporu tepla z podporované biomasy se jmenovitým tepelným výkonem nad 200 kW podle § 24 a investiční podporu tepla z obnovitelných zdrojů podle § 25 zákona o podporovaných zdrojích energie.

(2) Účinnost užití energie při výrobě tepelné energie

a) v palivovém a spalínovém kotli se účinnost výroby tepelné energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 1 k této vyhlášce,

b) v solárním kolektoru se účinnost výroby tepelné energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 3 k této vyhlášce.

(3) Účinnost dodávky tepelné energie z výroby tepla se stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 2 k této vyhlášce.

(4) Minimální účinnost výroby tepla při provozu kotlů v závislosti na druhu spalovaného paliva a jmenovitém výkonu kotle je uvedena v příloze č. 15 k této vyhlášce, při provozu spalínových kotlů za plynovou turbínou je uvedena v příloze č. 16 k této vyhlášce. Minimální účinnost dodávky tepelné energie z výroby tepla je uvedena v příloze č. 17 k této vyhlášce. (5) Jestliže je ve výrobě tepla instalováno více kotlů, nevztahuje se minimální účinnost výroby tepelné energie na kotel, který byl v daném roce z provozních důvodů využíván opakovaně jen v časových intervalech kratších než 168 hodin a nepřekračujících celkovou dobu provozu 2 000 hodin/rok nebo jde-li o kotel provozovaný s výkonem sníženým na 60 % jmenovité hodnoty nebo méně. Tím není dotčeno dodržení minimální účinnosti dodávky tepelné energie uvedené v příloze č. 17 k této vyhlášce.

(6) Není-li ve výrobě tepla instalováno měření vyrobené tepelné energie a spotřeby paliva na všech kotlích, zjišťuje se dodržení minimální účinnosti výroby u kotlů, které jsou měřením vybaveny. U ostatních kotlů se dodržení minimální účinnosti výroby zjišťuje za část roku, kdy to provozní podmínky umožňují, zejména za dobu, kdy byl kotel v provozu samostatně. Vždy se zjišťuje dodržení minimální účinnosti dodávky tepelné energie uvedené v příloze č. 17 k této vyhlášce.

(7) Při rekonstrukci kotle nemusí být dodržena minimální účinnost výroby tepelné energie podle přílohy č. 15 k této vyhlášce nebo přílohy č. 16 k této vyhlášce nebo minimální účinnost dodávky tepelné energie podle přílohy č. 17 k této vyhlášce, prokáže-li energetický audit nebo energetický posudek, že její dodržení není technicky možné nebo je ekonomicky neefektivní. V takovém případě se realizují veškerá dostupná technická opatření a úpravy provozního režimu vedoucí ke zlepšení dosud dosahované účinnosti užití energie.

(8) Minimální účinnost podle přílohy č. 15 k této vyhlášce nemusí splňovat za provozu parní kotle, které se podílejí na výrobě elektřiny, jestliže účinnost výroby elektřiny splňuje požadavky přílohy č. 18 k této vyhlášce.

(9) Minimální účinnost výroby tepelné energie ze solárního kolektoru je uvedena v příloze č. 22 k této vyhlášce.

§ 3

Stanovení účinnosti a minimální účinnost užití energie při výrobě elektřiny

(1) Ustanovení tohoto paragrafu se vztahují k požadavkům pro výstavbu nové výrobní elektřiny nebo pro její změnu podle § 6 odst. 1 zákona o hospodaření energií a k požadavkům pro nárok na podporu elektřiny vyrobené z degazačního nebo důlního plynu podle § 5 odst. 3 zákona o podporovaných zdrojích energie.

(2) Účinnost užití energie při výrobě elektřiny

- a) v parním soustrojí s kondenzační turbínou se účinnost výroby elektřiny stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 4 k této vyhlášce,
- b) v soustrojí se spalovacím motorem se účinnost výroby elektřiny stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 7 k této vyhlášce,
- c) v plynové turbíně se účinnost výroby elektřiny stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 5 k této vyhlášce,
- d) v paroplynovém zařízení se účinnost výroby elektřiny stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 6 k této vyhlášce.

(3) Minimální účinnost výroby elektřiny při provozu parního turbosoustrojí je uvedena v příloze č. 18 k této vyhlášce. Je-li ve výrobní elektřině více parních turbosoustrojí, vztahuje se minimální účinnost výroby elektřiny podle přílohy č. 18 k této vyhlášce na průměrnou hodnotu celé výrobní elektřiny.

(4) Minimální účinnost výroby elektřiny podle přílohy č. 18 k této vyhlášce se nevztahuje na parní kondenzační soustrojí, které odebírá páru z rozvodu o nižším tlaku, než je na výstupu z kotlů, a slouží zpravidla k regulaci kolísavého odběru páry.

(5) Při rekonstrukci parního kondenzačního turbosoustrojí nemusí být dodržena minimální účinnost výroby elektřiny podle přílohy č. 18 k této vyhlášce, prokáže-li energetický audit nebo energetický posudek, že pro její dodržení nelze zajistit dostatečný odběr tepelné energie nebo zavedení kombinované výroby tepla a elektřiny je technicky nevhodné nebo ekonomicky neefektivní.

§ 4

Stanovení účinnosti a minimální účinnost užití energie při kombinované výrobě elektřiny a tepla

(1) Ustanovení tohoto paragrafu se vztahují na výstavbu nové výrobní pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla nebo pro její změnu podle § 6 odst. 1 zákona o hospodaření energií a k požadavkům pro nárok na podporu elektřiny vyrobené z biomasy nebo biokapalin nebo bioplynu podle § 4 odst. 4 zákona o podporovaných zdrojích energie, nárok na podporu elektřiny vyrobené z druhotných zdrojů jiných, než je degazační nebo důlní plyn podle § 5 odst. 3 zákona o podporovaných zdrojích energie, a nárok na provozní podporu tepla vyrobeného z biomasy s instalovaným elektrickým výkonem do 7,5 MWe podle § 24 odst. 3 a § 25 odst. 1 zákona o podporovaných zdrojích energie.

(2) Účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepla

- a) v paroplynovém zařízení s dodávkou tepla se účinnost výroby energie stanoví postupem podle přílohy č. 6 k této vyhlášce,
 - b) v parní protitlaké turbíně nebo v kondenzační odběrové turbíně se účinnost výroby energie stanoví postupem podle přílohy č. 4 k této vyhlášce,
 - c) v plynové turbíně se účinnost výroby energie stanoví postupem podle přílohy č. 5 k této vyhlášce,
-

- d) ve spalovacím motoru se účinnost výroby energie a v kombinaci s kotli stanoví postupem podle přílohy č. 7 k této vyhlášce,
- e) v palivovém článku se účinnost výroby energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 8 k této vyhlášce, a v kombinaci s kotli se stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 9 k této vyhlášce,
- f) v organickém Rankinově cyklu se účinnost výroby energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 10 k této vyhlášce, a v kombinaci se spalovacím motorem se stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 11 k této vyhlášce,
- g) v mikroturbíně se účinnost výroby energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 14 k této vyhlášce,
- h) ve Stirlingově motoru se účinnost výroby energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 12 k této vyhlášce,
- i) v parním stroji se účinnost výroby energie stanoví postupem, který je uveden v příloze č. 13 k této vyhlášce.

(3) Minimální účinnost výroby elektřiny a tepla

- a) v paroplynovém zařízení s dodávkou tepla je uvedena v příloze č. 19 k této vyhlášce,
- b) v parní protitlaké turbíně a v kondenzační odběrové turbíně je uvedena v příloze č. 18 k této vyhlášce,
- c) v plynové turbíně je uvedena v příloze č. 19 k této vyhlášce,
- d) ve spalovacím motoru je uvedena v příloze č. 20 k této vyhlášce a v kombinaci s kotli v příloze č. 21 k této vyhlášce,
- e) v palivovém článku, v mikroturbíně, ve Stirlingově motoru, v parním stroji a v kombinaci spalovacího motoru s palivovým článkem nebo s ORC cyklem navrhuje na základě výpočtu podle odstavce 2 písm. e), g), h) a i) stavebník nebo vlastník uvedené výroby elektřiny nebo výroby tepla. Navržené hodnoty minimální účinnosti odsouhlasuje ministerstvo,
- f) v organickém Rankinově cyklu je uvedena v příloze č. 18 k této vyhlášce.

(4) Je-li ve výrobně energie více stejných technologií uvedených v odstavci 1, vztahuje se minimální účinnost výroby elektřiny a tepelné energie na průměrnou hodnotu celé výroby energie.

(5) Při rekonstrukci parní kondenzační odběrové turbíny nemusí být dodržena minimální účinnost výroby elektřiny podle přílohy č. 18 k této vyhlášce, prokáže-li energetický audit nebo energetický posudek, že pro její dodržení nelze zajistit dostatečný odběr tepelné energie nebo zavedení kombinované výroby tepla a elektřiny je technicky nevhodné nebo ekonomicky neefektivní.

Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů

Teplárenství

§ 76

Výroba tepelné energie a rozvod tepelné energie

(1) Držitel licence na výrobu nebo rozvod tepelné energie je povinen, pokud mu odběratel poskytne nezbytné technické údaje, uzavřít smlouvu o dodávce tepelné energie, na základě které zajistí dodávku tepelné energie každému, kdo

- a) o to požádá a dodávka tepelné energie je v souladu s územní energetickou koncepcí 11),
- b) má rozvodné tepelné zařízení nebo tepelnou přípojku a odběrné tepelné zařízení, které zajišťují hospodárnost, bezpečnost a spolehlivou dodávku nebo spotřebu v souladu s technickými a bezpečnostními předpisy,

c) *splňuje podmínky týkající se místa, způsobu a termínu připojení stanovené držitelem licence.*

(2) Dodávat tepelnou energii jiné fyzické či právnické osobě lze pouze na základě smlouvy o dodávce tepelné energie nebo jako plnění poskytované v rámci smlouvy jiné.

dále viz „Zákon“

§ 77

Odběratel tepelné energie

(1) Odběratel má právo na připojení ke zdroji tepla nebo rozvodnému tepelnému zařízení v případě, že

- a) se nachází v místě výkonu licencované činnosti,*
- b) má zřízenou tepelnou přípojku a odběrné tepelné zařízení v souladu s technickými předpisy,*
- c) splňuje podmínky týkající se výkonu, místa, způsobu, základních parametrů teplotnosné látky a termínu připojení stanovené dodavatelem, a d) dodávka tepelné energie je v souladu se schválenou územní energetickou koncepcí 5a).*

(2) Odběratel má právo na náhradu škody při nedodržení základních parametrů dodávky tepelné energie podle § 76 odst. 3 písm. b). Škoda musí být prokázána. Právo na náhradu škody a ušlého zisku nevzniká v zákonem vyjmenovaných případech přerušení nebo omezení dodávky tepelné energie podle § 76 odst. 4.

(3) Odběratel je povinen při změně teplotnosné látky nebo jejích parametrů a v zájmu snižování spotřeby energie upravit na svůj náklad své odběrné tepelné zařízení tak, aby odpovídalo uvedeným změnám, nebo včas vypovědět smlouvu o dodávce tepelné energie. Dále je odběratel povinen na svůj náklad upravit odběrné tepelné zařízení pro instalaci měřicího zařízení v souladu s technickými podmínkami výrobce měřicího zařízení po předchozím projednání s dodavatelem tepelné energie. Jiné úpravy odběrných tepelných zařízení zajišťuje jejich vlastník na náklady toho, kdo potřebu změn vyvolal, a to po předchozím projednání s držitelem licence. Změnu parametrů vyžadující úpravu odběrného tepelného zařízení je povinen držitel licence oznámit písemně nejméně 12 měsíců předem.

(4) Odběratel může provozovat vlastní náhradní či jiný zdroj, který je propojen s rozvodným zařízením, jakož i dodávat do tohoto zařízení tepelnou energii, pouze po písemné dohodě s držitelem licence na rozvod tepelné energie.

(5) Změna způsobu dodávky nebo změna způsobu vytápění může být provedena pouze na základě stavebního řízení se souhlasem orgánů ochrany životního prostředí a v souladu s územní energetickou koncepcí. Veškeré vyvolané jednorázové náklady na provedení těchto změn a rovněž takové náklady spojené s odpojením od rozvodného tepelného zařízení uhradí ten, kdo změnu nebo odpojení od rozvodného tepelného zařízení požaduje.

(6) Vlastníci nemovitostí, v nichž je umístěno rozvodné tepelné zařízení nebo jeho část nezbytná pro dodávku třetím osobám, jsou povinni umístění a provozování tohoto zařízení nadále strpět.

(7) Na odběrném tepelném zařízení nebo jeho částech, kterými prochází neměřená dodávka tepelné energie, je zakázáno provádět jakékoliv úpravy bez souhlasu držitele licence na výrobu tepelné energie nebo rozvod tepelné energie.

§ 78

Měření

(1) Povinností držitele licence na výrobu a držitele licence na rozvod je dodávku tepelné energie měřit, vyhodnocovat a účtovat podle skutečných parametrů teplotnosné látky a údajů vlastního měřicího zařízení, které na svůj náklad osadí, zapojí, udržuje a pravidelně ověřuje správnost měření v souladu se zvláštním právním předpisem 12). Odběratel má právo na ověření správnosti odečtu naměřených hodnot. U domovní předávací stanice lze instalovat měření 12) tepelné energie na vstupu nebo na výstupu z domovní předávací stanice.

(2) Má-li odběratel pochybnosti o správnosti údajů měření nebo zjistí-li závadu na měřicím zařízení, má právo požadovat jejich přezkoušení. Držitel licence je povinen na základě odběratelovy písemné žádosti měřicí zařízení do 30 dnů přezkoušet, a je-li vadné, vyměnit. Odběratel je povinen poskytnout k výměně měřicího zařízení nezbytnou součinnost. Je-li na měřicím zařízení zjištěna závada, hradí náklady spojené s jeho přezkoušením a výměnou držitel licence. Není-li závada zjištěna, hradí tyto náklady odběratel.

dále viz „Zákon“

§ 79

Tepelná přípojka

(1) Tepelná přípojka je zařízení, které vede teplotnosnou látku ze zdroje nebo rozvodného tepelného zařízení k odběrnému tepelnému zařízení pouze pro jednoho odběratele.

(2) Tepelná přípojka začíná na zdroji tepelné energie nebo odbočením od rozvodného tepelného zařízení a končí vstupem do odběrného tepelného zařízení.

(3) Opravy a údržbu tepelné přípojky zajišťuje její vlastník.

(4) Dodavatel je povinen za úhradu tepelnou přípojku provozovat, udržovat a opravovat, pokud o to její vlastník požádá.

(5) Náklady na zřízení přípojky hradí ten, v jehož prospěch byla zřízena, pokud se s dodavatelem nedohodne jinak.

§ 80

Výkup tepelné energie

(1) Držitel licence na rozvod tepelné energie, který má vhodné technické podmínky, je povinen vykupovat

- a) tepelnou energii 1. získanou z obnovitelných zdrojů 4a) a z tepelných čerpadel, 2. získanou z druhotných energetických zdrojů,
- b) tepelnou energii z kombinované výroby elektřiny a tepla.

(2) Povinnost výkupu tepelné energie nevzniká,

- a) je-li potřeba tepelné energie uspokojena podle odstavce 1,
- b) pokud by došlo ke zvýšení celkových nákladů na pořízení tepelné energie pro soubor stávajících odběratelů,
- c) pokud parametry teplotnosné látky neodpovídají parametrům v rozvodném tepelném zařízení v místě připojení.

(3) Vynaložené náklady spojené s připojením zdroje tepelné energie podle odstavce 1 hradí vlastník tohoto zdroje.

§ 88

Stav nouze

- (1) *Stavem nouze je stav, který vznikl v soustavě centralizovaného zásobování teplem v důsledku*
- a) živelních událostí,*
 - b) opatření státních orgánů za nouzového stavu, stavu ohrožení státu nebo válečného stavu 10),*
 - c) havárií na zařízeních pro výrobu a rozvod tepelné energie,*
 - d) smogové situace podle zvláštních předpisů 10a),*
 - e) teroristického činu,*
 - f) nevyrovnané bilance v soustavě centralizovaného zásobování teplem,*
 - g) je-li ohrožena fyzická bezpečnost nebo ochrana osob.*
- (2) *Předcházení stavu nouze je soubor činností prováděných v situaci, kdy existuje reálné riziko vzniku stavu nouze.*
- (3) *Při předcházení stavu nouze a při stavu nouze jsou všichni držitelé licence, odběratelé i koneční spotřebitelé povinni se podřídit omezení spotřeby tepelné energie bez ohledu na uzavřené smlouvy. Držitelé licencí mohou v nezbytném rozsahu využívat zařízení odběratelů a konečných spotřebitelů.*
- (4) *Stav nouze a jeho ukončení pro celé území státu vyhláší ministerstvo, pro jeho část krajský úřad nebo Magistrát hlavního města Prahy prostřednictvím sdělovacích prostředků nebo jiným vhodným způsobem. Orgán, který stav nouze vyhlásil, je povinen neprodleně informovat Ministerstvo vnitra a příslušné hasičské záchranné sbory krajů o předpokládaném trvání omezení dodávek tepelné energie.*
- (5) *U tepelných sítí zásobovaných z více než 50 % z jednoho zdroje je držitel licence na rozvod tepelné energie povinen přezkoumat účinky výpadku tohoto zdroje a podle výsledku zřídit vstupy do tepelné sítě pro připojení náhradních zdrojů.*
- (6) *Při stavu nouze a při předcházení stavu nouze je právo na náhradu škody a ušlého zisku vyloučeno.*
-

2 VYSOCE ÚČINNÉ ZDROJE KOMBINOVANÉ VÝROBY TEPLA A ELEKTŘINY VE VZTAHU K ÚČINNÉMU DÁLKOVÉMU VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ

2.1 Současný stav

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

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

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

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

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

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

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

- Podporu rozvoje vysoce účinné kombinované výroby elektřiny a tepla, a to ve velkých, středních i malých zdrojích tepla.
 - Podporu využití zejména větších tepláren pro dodávku regulačních služeb pro elektrizační přenosovou soustavu nebo pro odběr regulační elektrické energie ze zdrojů základního výkonu.
 - Tvorbu podmínek pro účast tepláren při vytváření územních koncepcí a zabezpečení jejich úlohy v ostrovních provozech jednotlivých oblastí v havarijních situacích.
 - Podporu integrace menších teplárenských zdrojů do systémů inteligentních sítí a decentralního řízení.
 - Podporu výstavby a využívání malých zdrojů pro výrobu elektřiny a tepla, zvláště pak malou kogeneraci a mikrokogeneraci.
 - Využívání a zavádění technologií kombinované výroby, které povedou k efektivnímu a ekonomickému využívání zejména zemního plynu v kombinaci s elektřinou v režimech regulace „demand side managementu“
 - Využívání trigenerace zejména v souvislosti s novými standardy v oblasti výstavby nových obytných a veřejných objektů.
 - Podporu technologicky a ekonomicky zdůvodněného zavádění prvků „smarts grids“ do vybraných lokálních a oblastních sítí pro efektivnější využívání současných i budoucích sítí umožňující významné rozšíření významu decentralizované energetiky. Zabezpečení tohoto stavu současně
-

povede k podstatnému zvýšení bezpečnosti v zásobování elektrickou energií v případech rozpadů páteřních sítí.

- Poskytování dotací v rámci disponibilních nástrojů na pořízení energeticky úsporných systémů vytápění zejména v oblasti regulované instalace tepelných čerpadel a mikrokogenerací .

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

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

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

Potřeba tepla je pokrývána dodávkou z centrálních, popřípadě decentralizovaných systémů zásobování teplem, nebo je prováděna výroba přímo spotřebiteli ze systému zásobování plynnými, popřípadě tuhými palivy. Lze však očekávat, v souladu s trendy specifikovanými v aktualizované státní energetické koncepci a energetickou politikou EU, že kogenerace a mikrokogenerace bude mít stále větší úlohu v oblasti zabezpečování obyvatelstva tepelnou a elektrickou energií.

Tento trend bude rovněž podpořen úsilím zajistit větší bezpečnost dodávek energie. Dále lze očekávat zvyšující se podíl KVET v systémech centralizovaného zásobování teplem měst a městských částí, popř. obcí, kde jsou vhodné podmínky pro jejich instalaci.

2.2 Kogenerace, kogenerační jednotka a soustava

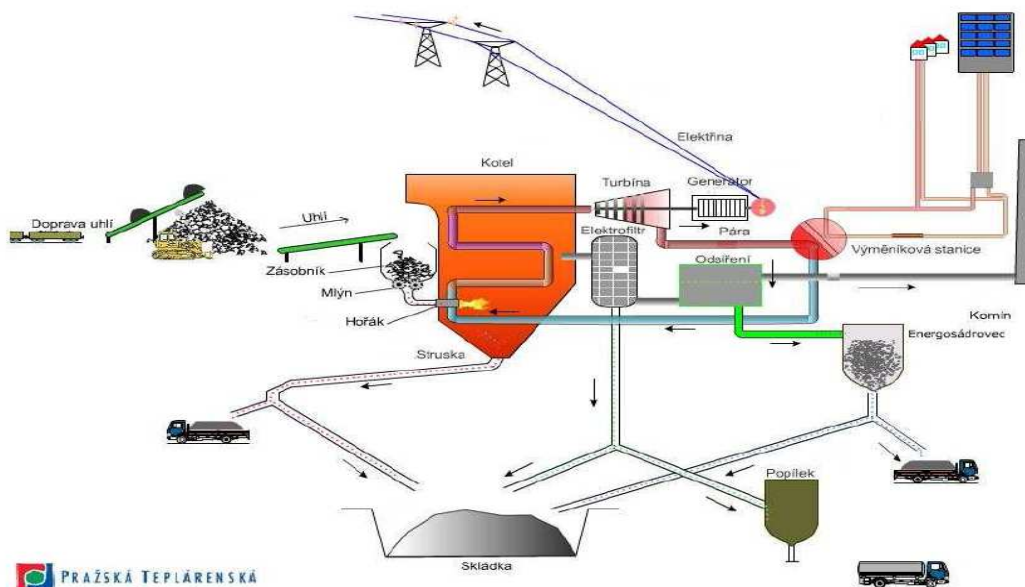
V době kdy rostou energetické nároky společnosti a zásoby primárních paliv je nutné šetřit, je víc než aktuální efektivní využití těchto paliv. Za tím účelem vystupuje stále více do popředí implementace kombinované výroby tepelné a elektrické energie, která se vyznačuje vysokou mírou využití primárního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

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

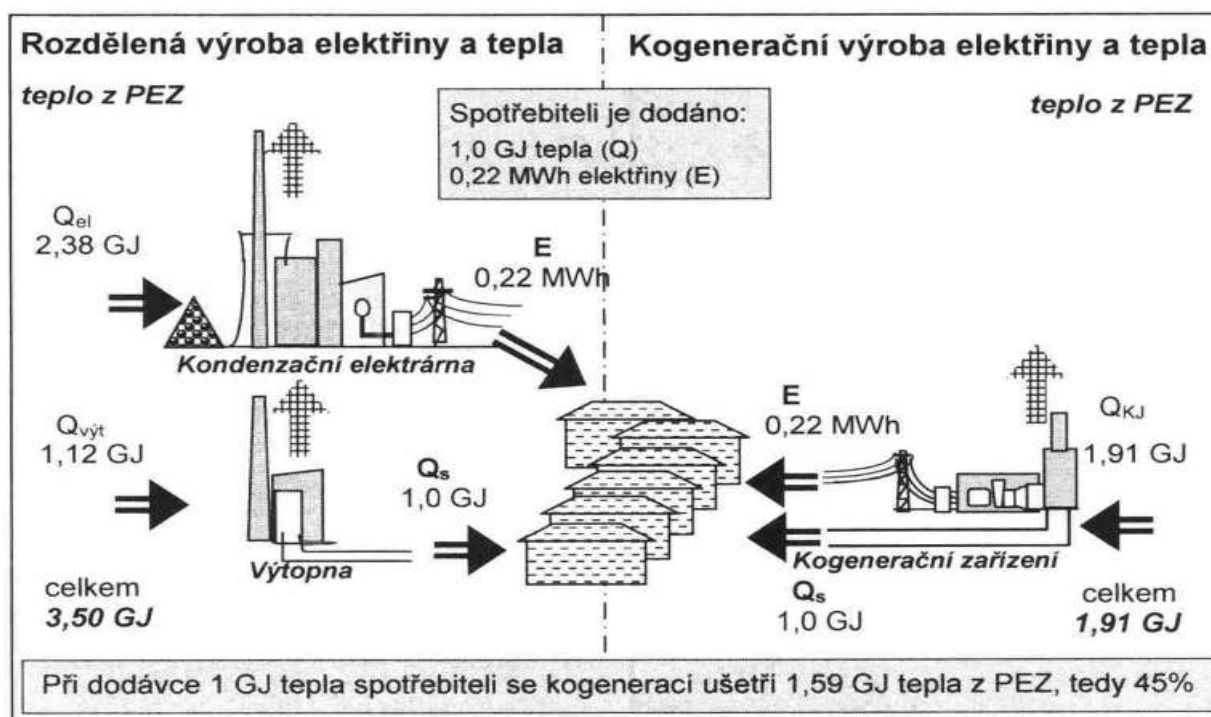
S tím pak je spojen pojem kogenerační jednotka, který zahrnuje výrobní zařízení sloužící k současné výrobě elektřiny a tepla.

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

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



Obr.1 - Princip kogenerační výroby elektřiny a tepla



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

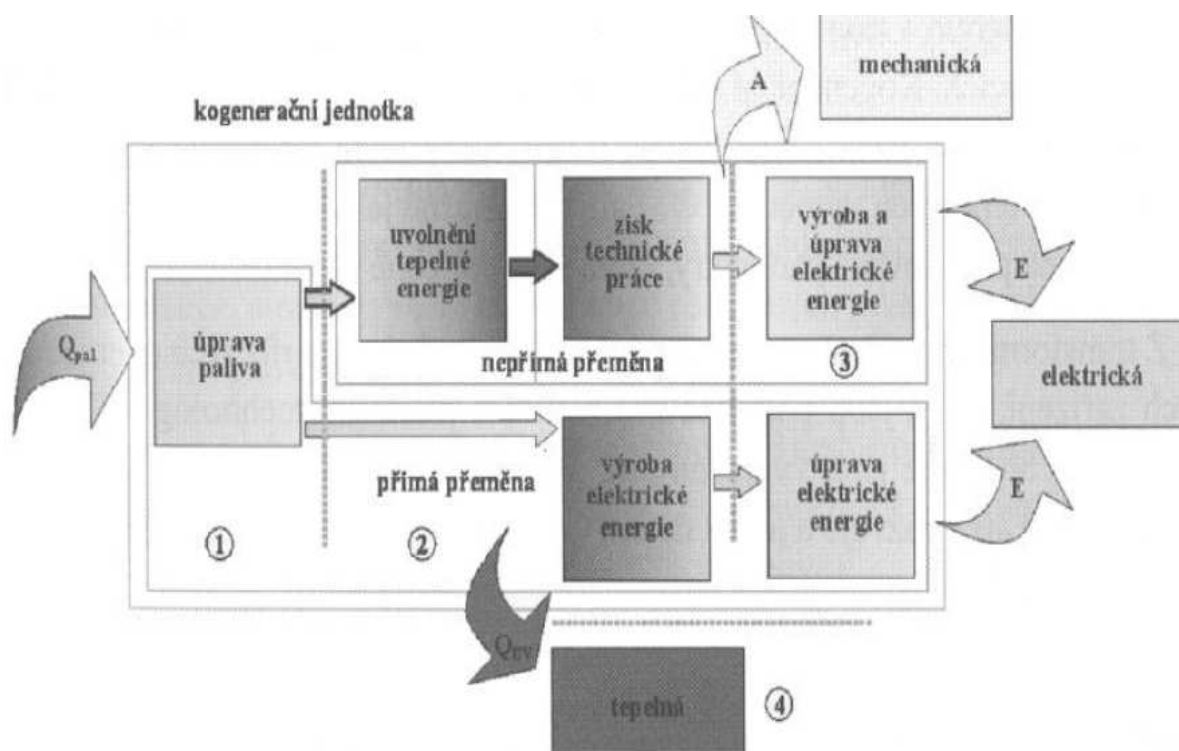
Z výše uvedené grafické prezentace je zřejmé, že kogenerační způsob výroby elektřiny a tepla vede k:

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

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

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

Principy obou způsobů přeměn jsou znázorněny na následujícím obrázku.



Obr.3 - Princip přímé a nepřímé kogenerace

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

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

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

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

2.3 Stanovení energetických přínosů kogenerace

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

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

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

kde E je množství vyrobené elektrické energie
 Q_{el} je množství energie v palivu potřebné na vyrobenou el. energii E
 η_e je energetická účinnost kondenzační elektrárny

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

$$Q_{výp} = \frac{Q}{\eta_{výt}}$$

kde: Q je množství vyrobeného tepla výtopnou
 $Q_{výt}$ je množství spotřebované energie v palivu
 $\eta_{výt}$ je energetická účinnost výtopny

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

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

kde Q_{kj} je množství spotřebované energie v palivu kogenerační jednotkou
 η_{kj} je energetická účinnost kogenerační jednotky

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

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

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

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

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

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

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

Podíl elektřiny E a tepla Q vyrobených v kogenerační jednotce se u nás většinou označuje jako teplotní modul. V některých odborných publikacích je používán termín modul teplotní výroby elektřiny či také součinitel závislého elektrického výkonu. V anglosaské literatuře se obvykle uvádí pojem power/heat ratio. Označíme – li poměr E/Q symbolem e, pak relativní úsporu tepla, vztaženou k jednotce tepla dodaného kogeneračním zařízením lze vyjádřit tímto vzorcem:

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

Úspora energie z PEZ za předpokladu, že $\eta_{výt} = \eta_{kj}$, je přímo úměrná velikosti modulu teplotní výroby elektřiny. Velikost parametru obecně závisí na typu a provedení kogeneračního zdroje. V případě, že nebudeme uvažovat, že $\eta_{výt} = \eta_{kj}$, pak předchozí vzorec bude mít tento tvar:

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

Z této rovnice plyne závěr, že maximální úspory primárních energetických zdrojů implementací kogeneračních zařízení je možno dosáhnout jedině při dosažení jejich největší celkové tepelné účinnosti.

V případě, že chceme vyjádřit relativní úsporu tepla z PEZ dosaženou kogeneračním způsobem výroby elektřiny a tepla oproti oddělenému způsobu výroby, je třeba upravit předchozí vztah následně:

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

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

Základní termodynamické veličiny různých druhů kogeneračních zařízení jsou uvedeny v následující tabulce:

Charakteristické vlastnosti základních druhů kogeneračního zařízení

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

*) Vztaženo jen na odběrovou páru

**) U mikroturbín 25 - 250 kW

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

2.4 Rozdělení kogeneračních jednotek

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

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

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

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

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

Základní dělení kogeneračních jednotek podle používaného paliva je toto:

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

2.4.1 Hlavní části kogenerační jednotky

Kogenerační jednotka je obecně tvořena těmito hlavními částmi:

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

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

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

Ad a) Zařízení pro úpravu primárního zdroje energie

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

Úprava paliva může být založena na požadavku:

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

Ad b) Primární jednotka

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

- tepelný motor
 - palivový článek
-

Ad c) Zařízení pro výrobu a úpravu elektrické energie

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

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

Ad d) Zařízení pro rekuperaci tepelné energie

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

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

Ad e) Řídicí a kontrolní systém

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

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

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

Schematické znázornění tepelného oběhu je uvedeno na následujícím obrázku.

Obr.5 - Nepřímý způsob transformace primární energie

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

Do této skupiny primárních jednotek patří:

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

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

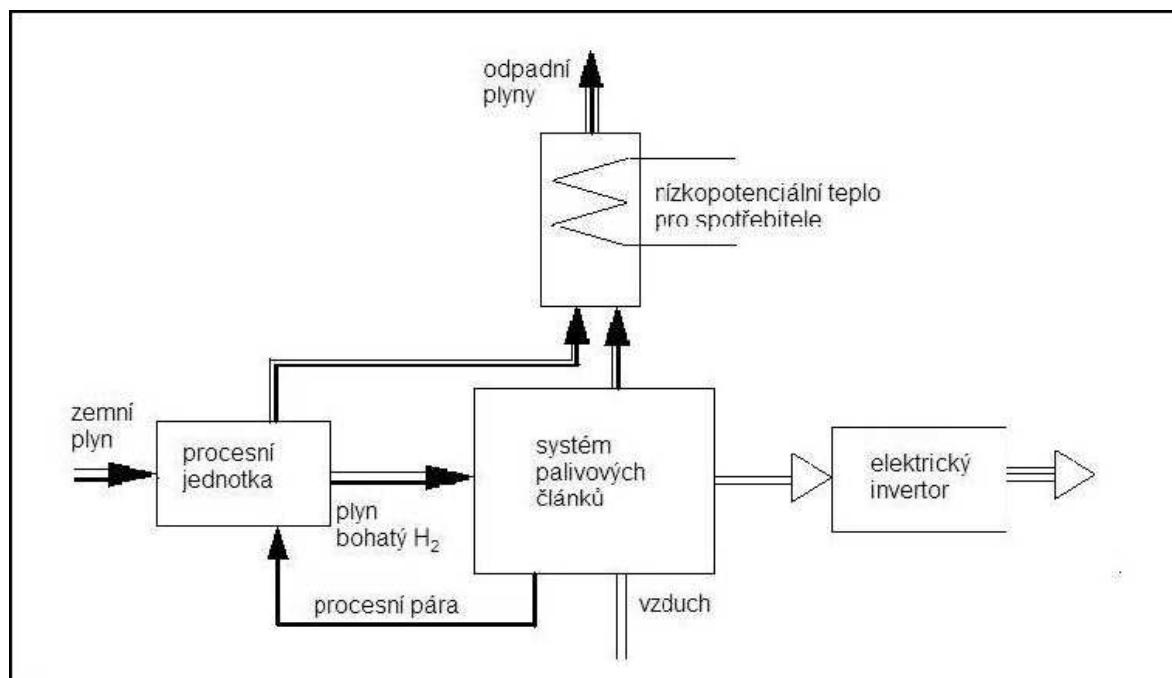
- o Spalovací motory
 - Vznětový motor
 - Zážehový motor

U přímé kogenerace je přeměna na elektrickou energii založena na využití technologie palivových článků.

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

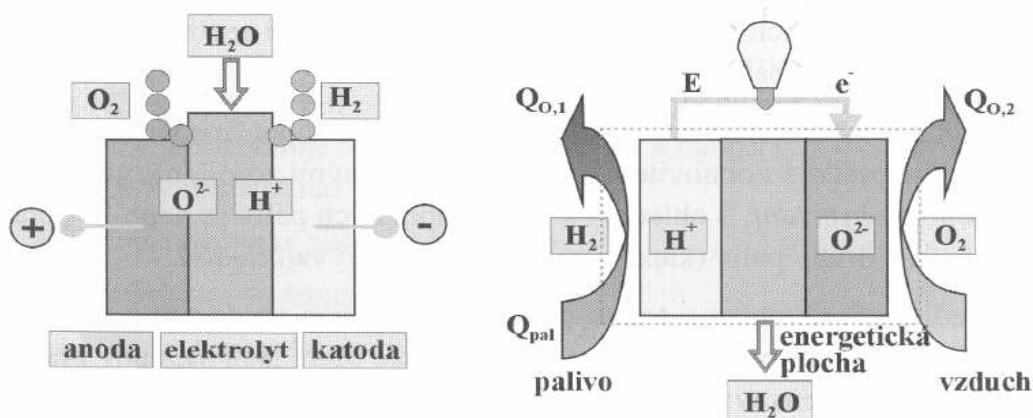
Na obrázku č.5 je prezentován princip využití palivových článků v kogenerační soustavě.

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



Obr.5 - Schéma zařízení pro kogenerační využití palivových článků

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



Obr.6 - Princip palivového článku

Existuje několik druhů palivových článků:

- o Alkalické články (AFC)
- o Články s tuhými polymery (PEMFC)
- o Články s kyselinou fosforečnou (PAFC)
- o Články s roztavenými uhlíčitany (MCFC)
- o Články s tuhými oxidy (SOFC)

Další možné dělení kogenerační technologie je např. podle:

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

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

- základní
- špičkové
- pološpičkové
- záložní
- specifické

Podle účelu spotřeby je taktéž možno dělit kogenerační výrobu na:

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

2.4.2 Parametry kogeneračních jednotek

Parametry kogeneračních jednotek popisují následující veličiny a jejich vzájemné závislosti:

- fyzikální
 - konstrukční
 - provozní
 - ekonomické
 - environmentální
-

Hodnoty jednotlivých parametrů lze rovněž dělit na:

- statické
- dynamické (provozní charakteristiky)

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

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

Elektrický výkon je charakterizován:

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

Tepelný výkon je charakterizován:

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

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

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

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

- o elektrickou účinnost kogenerace
- o tepelnou účinnost kogenerace
- o celkovou účinnost kogenerace

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

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

Dalším relevantním parametrem kogenerace je ekonomická efektivnost a snížení emisí a skleníkových plynů. Základními vstupy pro hodnocení ekonomické efektivnosti jsou výnosy a náklady spojené s pořízením a provozem kogenerace.

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

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

Investiční náklady zahrnují zejména náklady na:

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

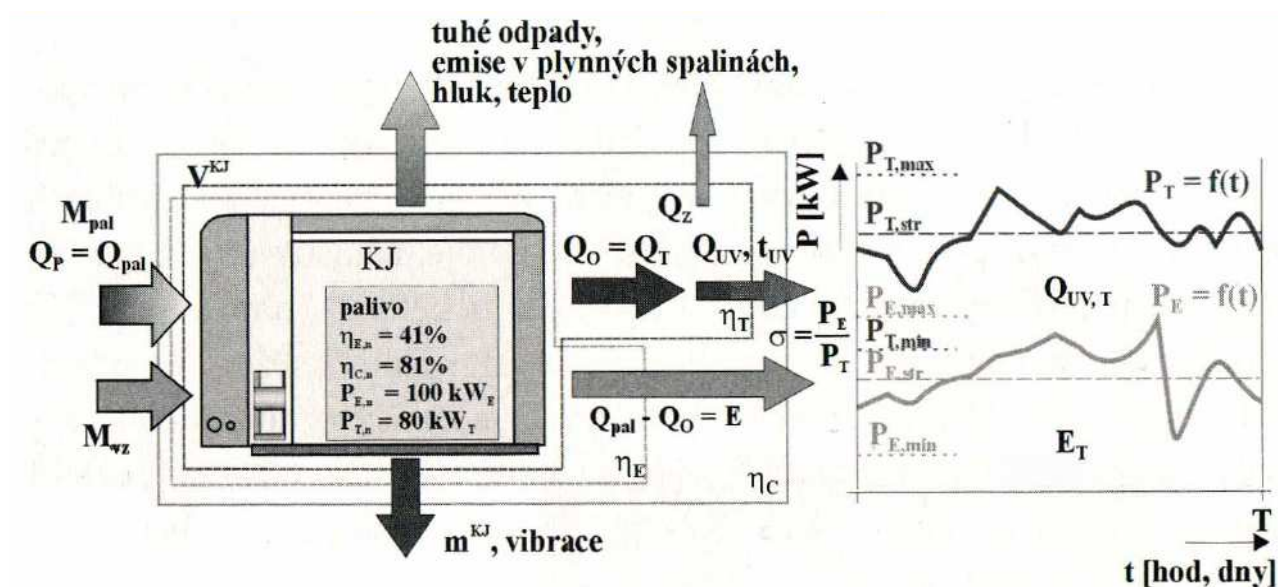
Celkové roční provozní náklady zahrnují většinou následující položky:

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

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

Parametrem ekonomické efektivity pak může být hodnota:

- kritéria čisté současné hodnoty (NPV - Net Present Value), což je součet diskontovaného toku hotovosti (cash flow), který bude vytvořen provozovaným zařízením za dobu sledování. Hledá se varianta s nejvyšší hodnotou souhrnného diskontovaného cash-flow.
- kritéria vnitřního výnosového procenta (Internal Rate of Return), což je hodnota úrokové míry při níž je souhrnný diskontovaný cash flow roven nule za dobu hodnocení.
- kritéria dynamické doby návratnosti investic (Pay Back Period), což je doba kdy diskontovaný tok hotovosti je roven vynaloženým investičním nákladům.



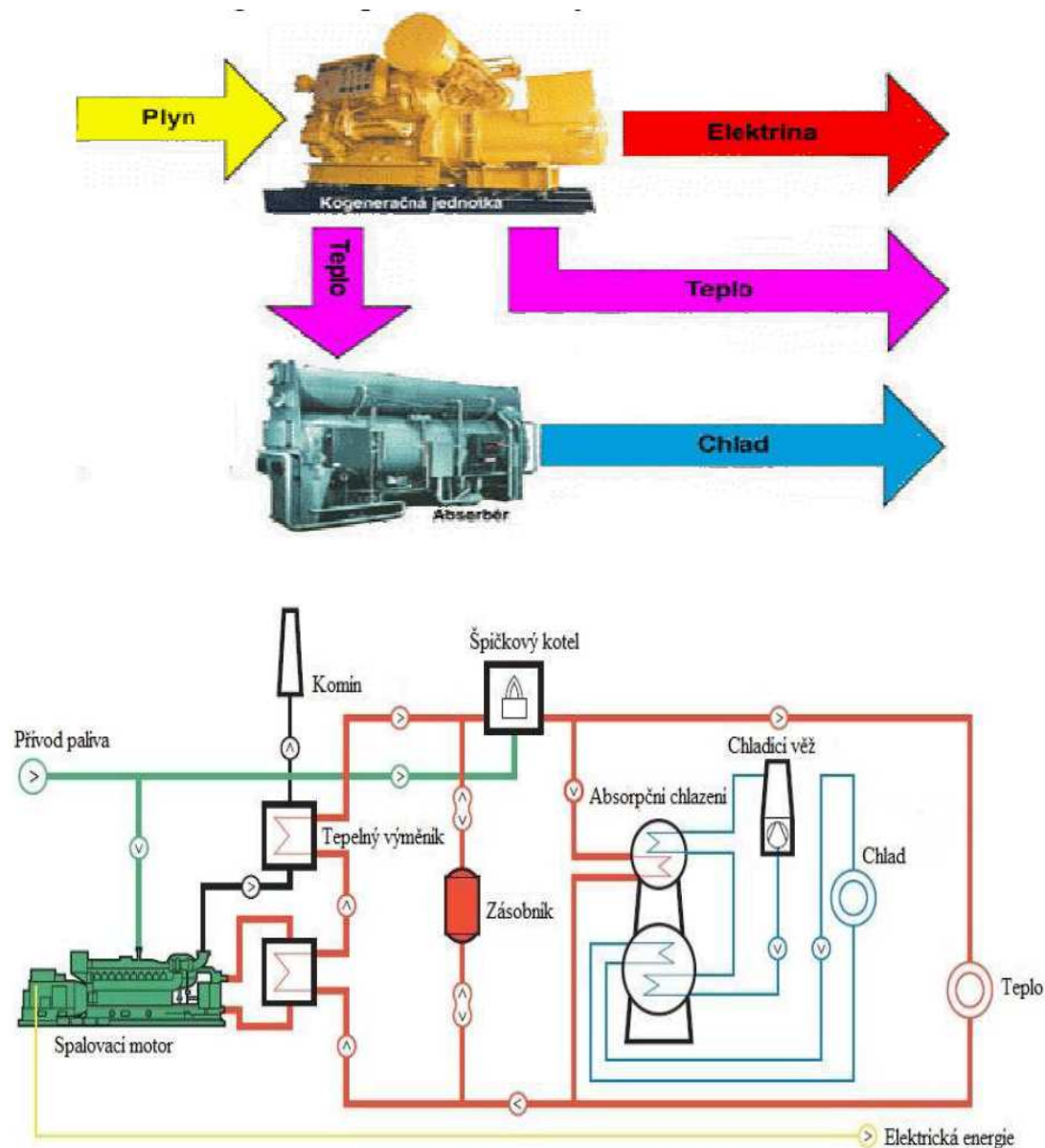
Obr.7 - Vybrané parametry kogenerační jednotky

2.5 Trigenerace

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

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

Princip trigenerace je znázorněn na následujících obrázcích.



Obr.8 - Princip trigenerace

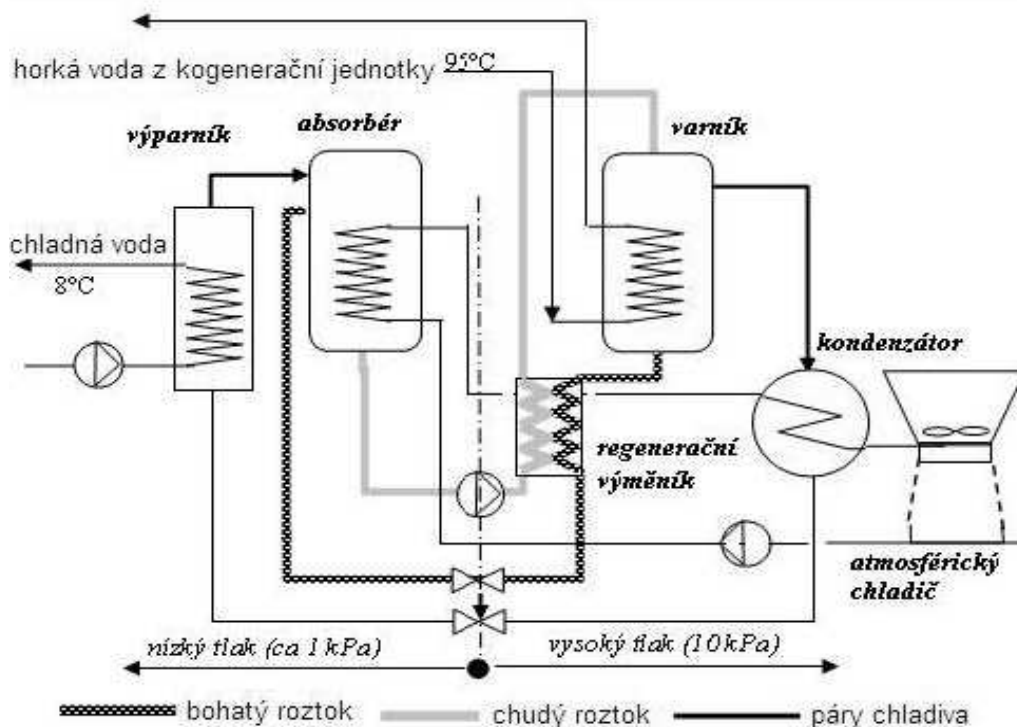
Absorpční chladicí jednotky využívají teplo jako primární zdroj energie pro výrobu chladu, na rozdíl od kompresorového chlazení. V závislosti na použité technologii je možné využívat teplo obsažené ve spalínách, v horké vodě, nebo v páře. Absorpční chlazení je obzvláště výhodné, když je k dispozici dostatek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

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

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

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

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



Obr.9 Princip absorpčního chladicího zařízení

2.6 Důvody pro zavádění kogenerační výroby

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

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

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

Hlavními ukazateli jsou:

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

2.7 Mikrokogenerace

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

Pro technické umístění kogenerační jednotky do obytných prostorů je především nutné splnit požadavky na malou prostorovou náročnost, nízkou hlučnost, vibrace a schopnost nekomplikovaně provádět transformaci. Převážně se jedná o využití plyného paliva, ale stále se vyvíjejí nové technologie využívající i jiné způsoby. Základní charakteristika současného stavu jednotlivých technologií v oblasti mikrokogenerace s přihlédnutím k blízké budoucnosti je v souladu s uvedeným základním dělením kogenerace podle počtu transformačních kroků nutných k výrobě elektřiny.

Mikrokogeneraci lze tedy rozdělit na ty, které provádí transformaci:

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

2.7.1 Mikrokogenerace s nepřímou přeměnou

Mikrokogenerační jednotky se spalovacími motory

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

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

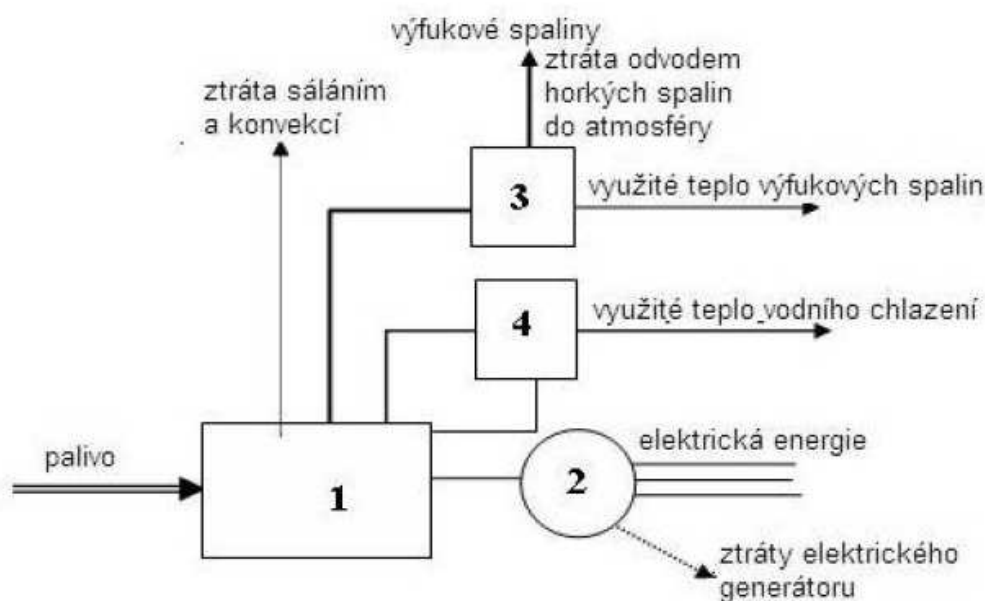
- vznětové motory
- zážehové motory.

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

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

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

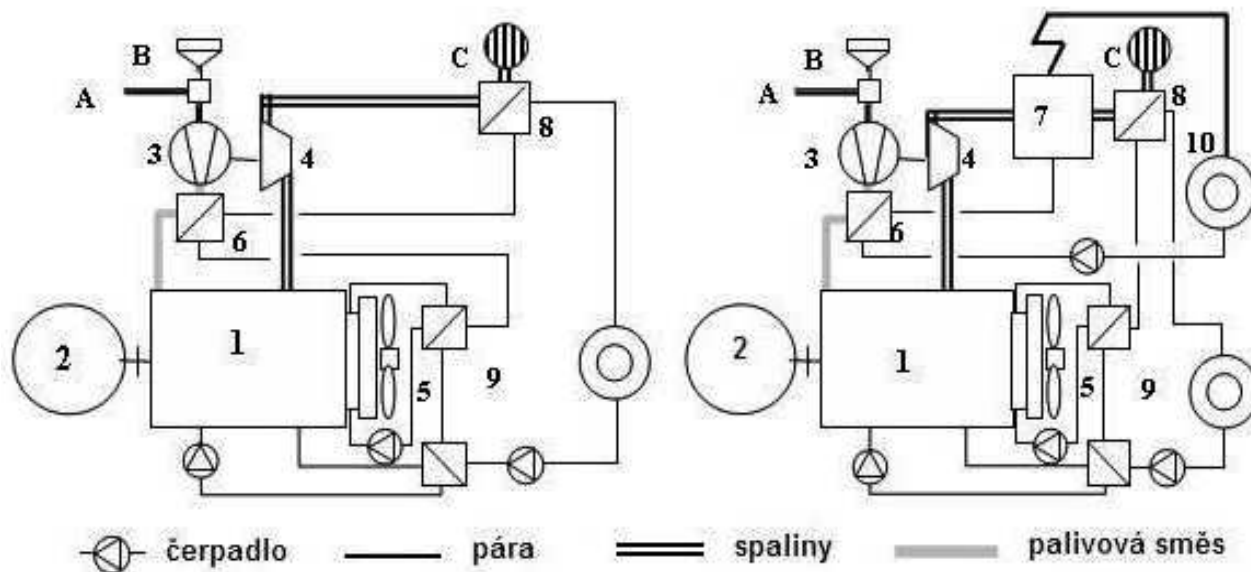
Spalovací motory obsahují mnoho součástí s posuvným pohybem v oblasti vysokých teplot. Mazání jejich třecích ploch je obtížné, proto se tyto součásti opotřebovávají mnohem více, než u čistě rotačních strojů. Důsledkem jsou vyšší požadavky na údržbu a častější odstavování z provozu. Maximálního výkonu a účinnosti motory dosahují při spalování v oblasti mírného přebytku vzduchu. Přitom však produkují poměrně velké množství NOx. Použije-li se velký přebytek vzduchu emise NOx se podstatně sníží. Takovýto provoz má ale za následek zvýšení obsahu CO a nespálených uhlovodíků ve spalínách a někdy vede ke spalovací nestabilitě. Motor jako primární jednotka kogenerační jednotky ve spojení s elektrickým generátorem pak produkuje elektrickou energii a současně odpadní teplo. Jedná se o teplo chlazení motoru (blok válců a hlava motoru), chlazení mazacího oleje a o teplo výfukových plynů. Chlazení oleje je prováděno pomocí vodního chladicího okruhu, z něhož je teplo odváděno topnou vodou. Ohřev této vody může být proveden nanejvýš na teplotu kolem 80 °C. Využívá-li se ve zvláštním výměníku chladicí teplo bloku motoru a hlav válců, může výstupní teplota topné vody dosahovat i 100 až 110 °C, jestliže je primární okruh proveden jako tlakový. Vzhledem k tlakovým poměrům v primárním chladicím okruhu motoru je ovšem výhodnější, je-li požadováno ohřátí topné vody jen na 90 až 100 °C. Ve výměníku využívajícím tepla výfukových plynů, jejichž teplota je nejčastěji v rozmezí 400 až 540 °C, je možné ohřát tlakovou vodu na teploty vyšší než 110 °C (omezení je dáno tlakem v okruhu ohřívání vody) nebo vyrábět v něm páru. Principiální uspořádání kogenerační jednotky se spalovacím motorem a toky energie jsou nakresleny na následujícím obrázku.



Obr. 10 - Toky energie u kogenerační jednotky se spalovacím motorem

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

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



a) dodávka tepla ve formě teplé nebo horké vody

b) dodávka tepla ve formě páry a horké vody

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

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

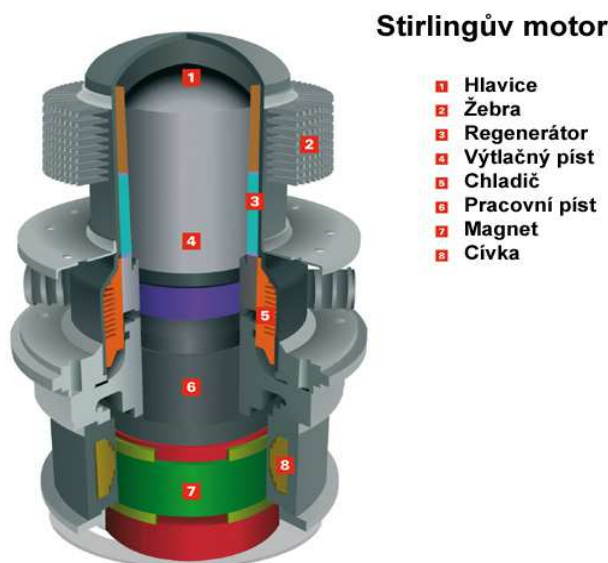
Mikrokogenerační jednotky se Stirlingovým motorem

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

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

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

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



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

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

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

Mikroturbíny

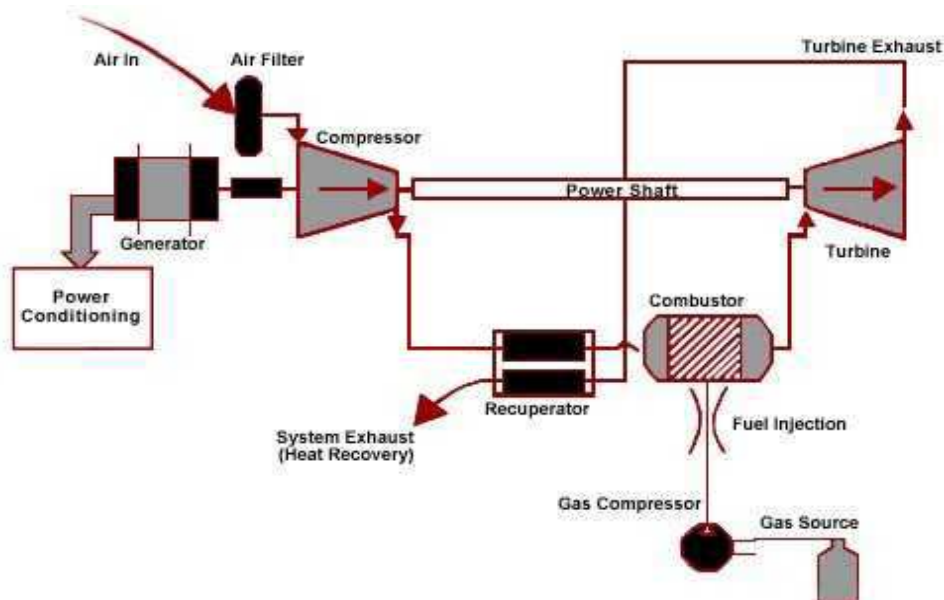
Doposud převládal názor, že spalovací turbíny o výkonu menším než 1 MW jsou neekonomické, což bylo dokládáno ukazateli ekonomické analýzy. Postupně se však ukazuje, že v současnosti technologický vývoj tuto bariéru překonává a implementace zařízení na bázi mikroturbín se stávají ekonomicky zajímavými.

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

Mikroturbíny reprezentují velmi kompaktní malé vysokootáčkové stroje obsahující kompresor, spalovací komoru, regenerační výměník, turbínu a generátor. Všechny jsou jednohřídelové a mají převod výkonu do sítě pomocí frekvenčního měniče. Mikroturbíny mají pouze jednu rotační část, užívají vzduchem chlazená ložiska a nepotřebují mazací olej. Jako palivo používají především zemní plyn, mohou však pracovat i s naftou, benzinem, nebo jinými vysoce výhřevnými čistými palivy. Probíhá i vývoj možného použití bioplynu.

Pro účely kogenerace se mikroturbíny zapojují obdobným způsobem jako malé spalovací turbíny. Dodávku tepla je vhodné uskutečnit pomocí teplé nebo horké vody. Mikroturbíny jsou menší než konvenční spalovací motory a nižší jsou rovněž jejich investiční náklady a náklady na údržbu. Mají také environmentální výhody, včetně nižších emisí NOx v rozpětí 10 až 25 ppm i nižší (při O₂ 15% ekvivalentu).

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



Obr.13 - Schéma mikroturbíny

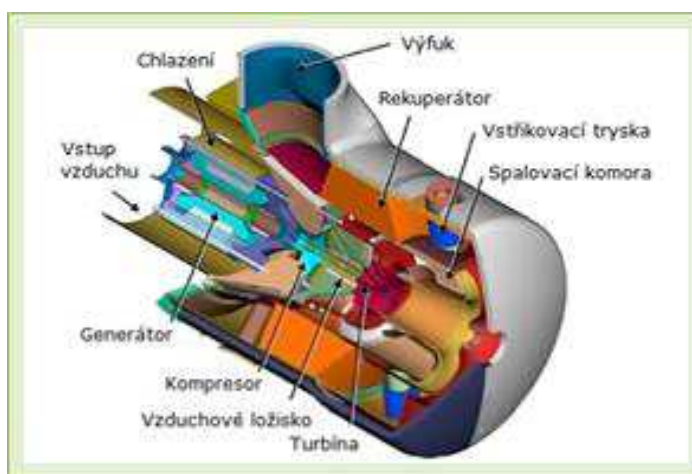
Technické parametry kogeneračních jednotek s mikroturbínami /2/

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

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

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

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



Obr.14 Schematický řez mikroturbinou firmy Capstone C35

2.7.2 Mikrokogenerace s přímou přeměnou

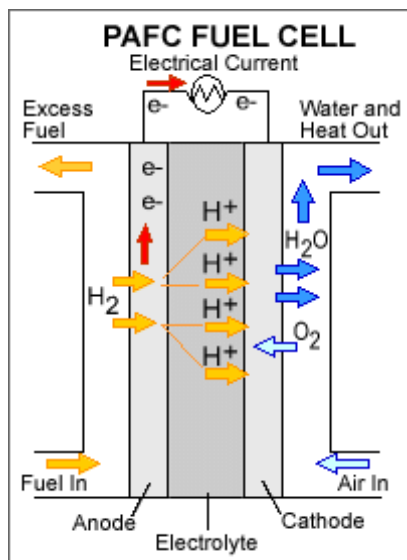
Kogenerační zařízení využívající palivové články

Princip práce palivových článků

Palivové články jsou galvanické články, které mohou přeměňovat energii obsaženou v palivu přímo na energii elektrickou. Zdrojem energie je nejčastěji vodík, který spolu s kyslíkem (ze vzduchu) může exotermním procesem vyrábět elektrickou energii prostřednictvím elektrolytu za vzniku vody nebo vodní páry. Na porézní anodě pokryté vrstvou katalyzátoru dochází ke štěpení vodíku na protony a elektrony. Protony procházejí elektrolytem ke katodě rovněž pokryté katalyzátorem a reagují tam s adsorbovanými kyslíkovými atomy na vodní páru, zatímco elektrony protékají elektricky vodivou anodou a uzavřeným okruhem jako elektrický proud. Palivem palivových článků by mohl být nejlépe přímo vodík. V současné době je však možno počítat jen se zemním plynem, který je tvořen převážně metanem. Zemní plyn musí být před použitím v palivovém článku rozložen na vodík a oxidy uhlíku (CO_2 a CO). To se děje v procesní jednotce (v konvertoru), v níž metan reaguje s vodní parou (parní reforming). Vedle konvertoru a palivového článku je systém doplněn elektrickým invertorem pro přeměnu stejnosměrného proudu na střídavý.

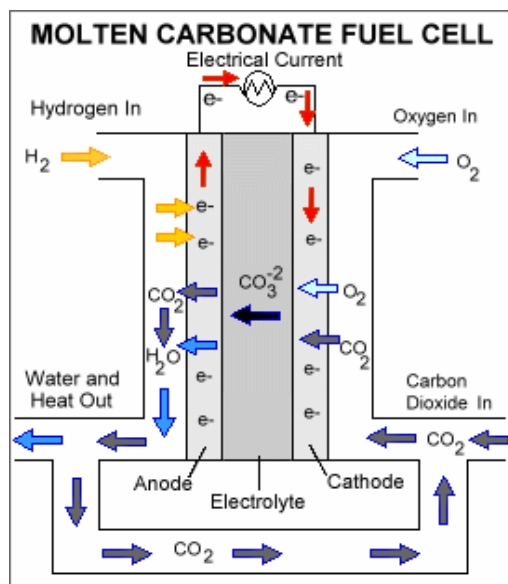
Výzkum palivových článků probíhá již velmi dlouho, v poslední době velmi intenzivně i v oblasti stacionární teplotérenské energetiky. Kogenerační jednotky s palivovými články již přešly do stádia komerčního využívání. Kyslíko-vodíkové palivové články je možno rozdělit podle pracovní teploty a podle druhu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

Nejrozvinutějším typem palivových článků, které jsou již komerčně využívány, jsou články s kyselinou fosforečnou jako elektrolytem, zkráceně označované PAFC (Phosphoric Acid Fuel Cells). Tyto články nesou označení teplé články. Rozsah jejich pracovních teplot je 170 – 250 °C. Jejich technologie je v současnosti velmi dobře zvládnutá. Elektrolytem je koncentrovaná kyselina fosforečná v pórovité mřížce karbidu křemičitého (iontoměničná membrána). Ve většině článcích je jako palivo na anodovou část článku přiváděn methan (např. Fuel Cells Corp. v USA – 200 kW s použitím jako lokální zdroje energie pro skupiny domácností) a na katodovou část je přiváděno okysličovadlo. Methan CH_4 je nutno zpracovat na procesní plyn s cca 80% obsahem vodíku. Energetická účinnost základního článku je poměrně nízká (42 %), lze však zvýšit recyklací odpadové páry jakožto vedlejšího produktu reakce až na 80 %. Tato zařízení jsou vhodná pro budování blokových kogeneračních jednotek, kde se využívá i odpadní provozní teplo. Vyvinuté teplo lze rovněž využít pro ohřev užitkové vody nebo pro vytápění domácností. Cena takto vyrobené energie je však dosti vysoká. Chemické reakce uvnitř článku jsou prakticky totožné s reakcí uvnitř PEMFC. Při provozu musíme doplňovat elektrolyt, který z mřížky uniká. Při nesprávně zvolené pracovní teplotě dochází k rozkladu elektrolytu nebo k pohlcování vodní páry a to elektrolyt degraduje. Jednotka je schopna naběhnout do 3 hodin. Tyto články řadíme mezi nejspolehlivější.



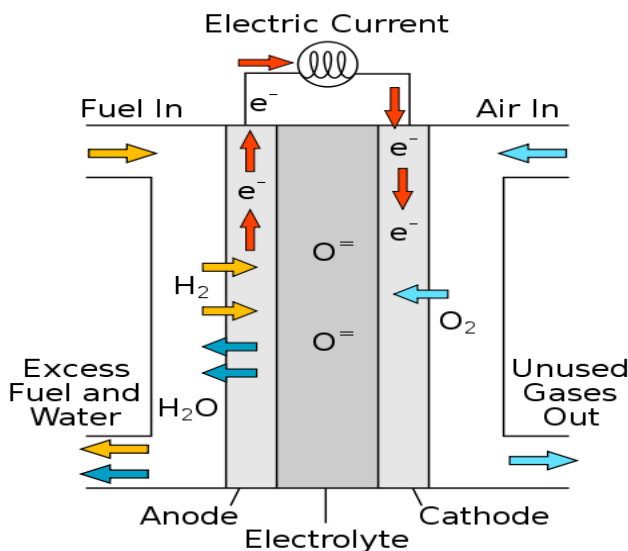
Obr.15 - Schéma palivového článku PAFC

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



Obr. 16 - Schéma palivového článku MCFC

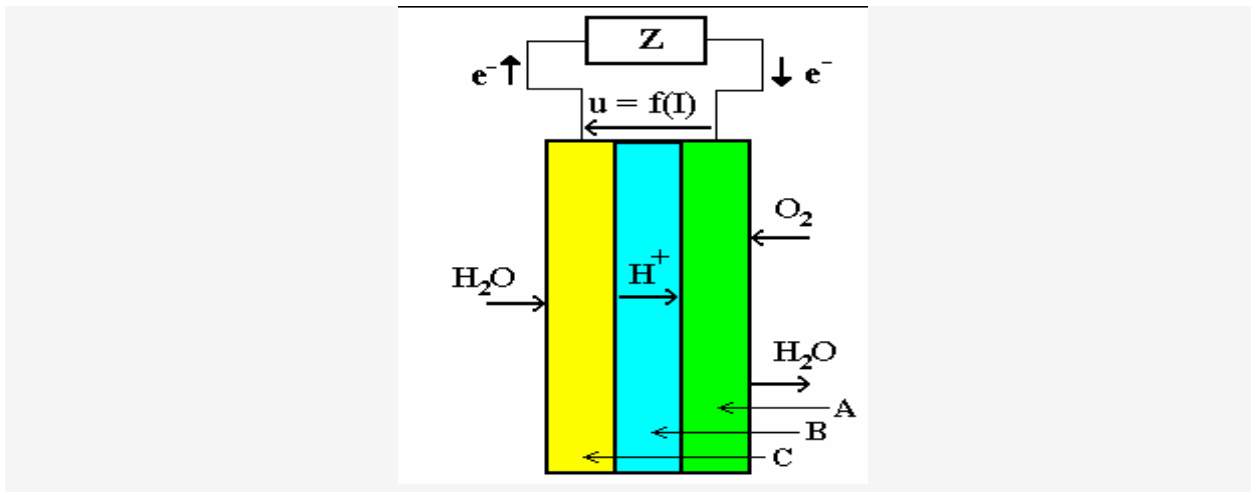
Při nejvyšších teplotách pracují články s pevným elektrolitem označované SOFC (Solid Oxide FuelCells). Elektrolit je tvořen keramickým materiálem jehož základní složkou je ZrO_2 . Pracovní teploty jsou 900-1000 °C. Tyto články mohou využívat nejen vodík ale i plyn vzniklý zplyněním uhlí a toto zařízení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



Obr. 17 - Schéma palivového článku SOFC

Kogenerační jednotky na bázi palivových článků jsou o velikosti od 0,5 kWe do 10 kWe. Používají se nejvíce články PEM, nebo SOFC technologie. Celkové účinnosti těchto kogeneračních soustav se dosahuje od 80 do 95%. Obytné kogenerační jednotky byly rozšířeny značně v Japonsku s více než 10.000 jednotkami do konce roku 2010. Jižní Korea rovněž podporuje tyto systémy pro domácí použití. V obou zemích je implementace

podporována státními dotacemi. Poměrně velké zastoupení nacházejí palivové články v UPS systémech, které zajišťují funkci záložních zdrojů elektřiny.



Obr.18 - Princip palivového článku s polymerní membránovou elektrodou PEMFC

A – katoda, B – iontoměničná membrána, C – anoda, Z – vnější elektrická zátěž

Následující tabulka shrnuje nejzákladnější parametry výše uvedených palivových článků (teplota ve °C, pohyblivý iont, typ elektrolytu, horní hranici používaných výkonů, elektrickou účinnost, typ používaného paliva, nejčastější aplikace a velikost svorkového napětí naprázdno elementárního článku).

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

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



Obr. 19 - Mikokogenerační jednotky Panasonic a Ebbara Ballard využívající palivové články

2.7.3 Potenciální oblasti využití mikrokogenerace

Rodinné domy a menší komplexy obytných budov

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

Kogenerační jednotku je proto vhodné instalovat s poměrně nízkým jmenovitým elektrickým výkonem a tepelným výkonem potřebným pro ohřev teplé vody. Rovněž je třeba mít zajištěn prodej vyrobené elektřiny za příznivou cenu. Jako kogenerační zařízení se mohou uplatnit především malé spalovací motory a v budoucnu i nové druhy kogeneračních zařízení jako jsou Stirlingova motory, mikroturbíny a palivové články. Aplikací kogeneračních zařízení u takovýchto spotřebitelů je doposud málo. Jejich počet však v budoucnu nepochybně značně poroste.

Hotely a penziony

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

Nemocnice

Poptávka po elektrické energii i po teple je v nemocnicích poměrně vysoká a rovnoměrná během dne, týdne i roku. To dává předpoklad dlouhé roční doby využití jmenovitého výkonu zařízení. Všechna vyrobená elektrická energie se zpravidla dá využít pro pokrytí vlastní spotřeby. Tepelná a elektrická energie je potřebná i v letním období nejen pro výrobu relativně velkého množství TUV, ale také pro klimatizaci a chlazení. S výhodou je

možné využít trigenerační technologii. Jednotky s plynovými spalovacími motory se synchronními generátory vybavenými zařízením pro ostrovní provoz mohou navíc sloužit i jako nouzové zdroje elektřiny.

Internáty a vysokoškolské koleje

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

Administrativní budovy a školy

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

Obchody a obchodní centra

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

Plavecké bazény a sportovní střediska

Potřeba elektrické energie i tepla je vysoká během celého dne po převážnou dobu celého roku. Teplo je potřebné i pro ohřev vody v bazénu, pro sprchy, ventilaci, vytápění i pro některé další služby. Elektrická energie se využívá pro osvětlení, pohon čerpadel, saunu a pod. Tato zařízení jsou rovněž velmi vhodné pro uplatnění mikrokogenerace.

Průmyslové podniky

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

3 OBECNÉ ZÁSADY ANALÝZY NÁKLADŮ PŘÍNOSŮ

3.1 Stanovení územního celku pro analýzu způsobu zásobování teplem a chladem

Při analýze nákladů přínosů způsobů zásobování teplem a chladem je jedním ze zásadních úkolů správná definice územní lokality (obvodu), která bude porovnávána z hlediska variant řešení. Základní pravidla pro definici územní lokality (obvodu) jsou:

- geografické vymezení území
- stanovení poptávky po teple z hlediska potřeby tepla pro:
 - o vytápění
 - o přípravu teplé vody
 - o technologii
- rozsah rozvodu topného media (primární a sekundární rozvody)
- stanovení potřeby tepla z hlediska krytí tepelných ztrát systému rozvodu tepla a výměníkůvých (předávacích) stanic
- identifikace zdrojů tepla, které dodávají teplo do hodnocené lokality a to z hlediska:
 - o výrobní kapacity
 - o účinnosti výroby
 - o palivové základny
 - o vlivu na životní prostředí

3.2 Kvantifikace dosavadní úrovně zabezpečení dodávek – referenční varianta

Jako referenční variantu volíme stav hodnocené lokality odpovídající současnému (stávajícímu) stavu tj. vycházíme ze stávající:

- palivové základny zdrojů
- zdrojů tepla a jejich výkonových parametrů a účinnosti výroby tepla
- rozvodů tepla
- výměníkové (předávací) stanice

Z hlediska spotřeby tepla (poptávce po teple) vycházíme alespoň ze dvou až tříletého časového období před hodnocením a sledujeme trendy vývoje poptávky po teple (nárůst, resp. pokles). Samozřejmě musí být eliminace vlivu klimatických podmínek na potřebu tepla na vytápění, popř. tepelných ztrát nadzemních částí rozvodu tepla (pokud existují). Současně je třeba sledovat požadavky po teple z hlediska budoucího období – nárůst vlivem další výstavby nebo naopak pokles vlivem realizace energeticky úsporných opatření u koncových zákazníků apod. Výsledkem této činnosti musí být výchozí energetická bilance posuzované lokality, která buď neměnná pro všechny hodnocené varianty, resp. neměnná bude poptávka po teple jednotlivých koncových zákazníků (spotřebitelů), kterou je třeba uspokojit.

3.3 Formulace alternativních scénářů zabezpečení dodávek tepla a chladu na bázi vysoce účinných zdrojů kombinované výroby tepla a elektřiny

3.3.1 Scénář centralizovaného způsobu zabezpečení dodávek

Scénář centralizovaného způsobu zabezpečení dodávek je založen na těchto principech:

- zachován stávající zdroj(e)
- zachován stávající rozsah primárního a sekundárního rozvodu
- navrhována energeticky úsporná opatření na zdroji z hlediska:
 - o zvýšení účinnosti výroby tepla (chladu)
 - o možnosti zavedení kombinované výroby elektřiny a tepla
- navrhována energeticky úsporná opatření na rozvodu z hlediska:
 - o snížení tepelných ztrát
 - o trasování
 - o předávacích bodů

3.3.2 Scénář decentralizovaného způsobu zabezpečení dodávek

Scénář decentralizovaného způsobu zabezpečení dodávek je založen na těchto principech, resp. navrhované varianty:

- a) okrajové oblasti
 - zachován stávající zdroj(e), resp. jeho výrobní kapacita je snížena
 - nejvzdálenější lokality zásobované ze stávajícího zdroje jsou zásobovány z nově navrhovaných zdrojů
- b) účelová decentralizace
 - zachován stávající zdroj(e), resp. jeho výrobní kapacita je snížena
 - rozčlenění celého stávajícího systému na okrsky
 - nové okrskové zdroje s využitím v maximální míře stávajícího rozsahu rozvodu tepla
- c) segmentová decentralizace
 - stávající zdroj(e) zrušeny
 - rozčlenění celého stávajícího systému na okrsky
 - nové okrskové zdroje
 - nové trasy a rozvody tepla

3.4 Formulace metody hodnocení čistých přínosů scénářů

Při formulaci metody hodnocení čistých přínosů scénářů vycházíme z požadavků SMĚRNICI EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2012/27/EU ze dne 25. října 2012 o energetické účinnosti a její přílohy č. IX.

Metoda pro výpočet čistých přínosů vychází z těchto principů a zásad:

- 1) Celkové dlouhodobé náklady a přínosy variant dodávek tepla nebo chlazení se posoudí a porovnájí.
 - 2) Kritériem pro výpočet je kritérium čisté současné hodnoty.
 - 3) Zvolí se takový časový horizont, aby byly zahrnuty veškeré příslušné náklady a přínosy scénářů.
Příklady časových horizontů:
 - plynová elektrárna 25 let
 - systém dálkového vytápění 30 let
 - topná zařízení, jako jsou kotle 20 let.
 - 4) Výpočet a prognózy cen a jiné odhady pro ekonomickou analýzu.
 - 5) Stát poskytne pro účely analýzy nákladů a přínosů odhady týkající se cen důležitých vstupních a výstupních faktorů a diskontních sazeb.
-

- 6) Diskontní sazba použitá při ekonomické analýze pro výpočet čisté současné hodnoty se zvolí na základě evropských nebo vnitrostátních pokynů.
- 7) Stát podle potřeby použije vnitrostátní, evropské či mezinárodní prognózy vývoje cen energií ve svém celostátním, regionálním nebo místním kontextu.
- 8) Ceny použité v ekonomické analýze musí odrážet skutečné socioekonomické náklady a přínosy a měly by v maximální možné míře zahrnovat externí náklady, jako jsou účinky v oblasti životního prostředí nebo zdraví, tedy pokud existuje tržní cena nebo pokud je již zahrnuta v evropských nebo vnitrostátních předpisech.

V analyzovaných scénářích se mohou v procesu rozhodování posoudit a zohlednit náklady a úspory energie vyplývající ze zvýšené pružnosti dodávek energie a z optimálnějšího provozu elektroenergetických sítí včetně nákladů, které nevzniknou, a úspor vyplývajících z omezení investic do infrastruktury.

Zohledňované náklady a přínosy zahrnují alespoň:

i) Přínosy

- hodnotu výstupu pro spotřebitele (teplo a elektřina),
- v maximální možné míře vnější přínosy, jako jsou přínosy v oblasti životního prostředí nebo zdraví.

ii) Náklady

- kapitálové náklady na zařízení a vybavení,
- kapitálové náklady souvisejících energetických sítí,
- variabilní a fixní provozní náklady,
- náklady na energii,
- v maximální možné míře náklady v důsledku účinků v oblasti životního prostředí a zdraví.

Provede se analýza citlivosti za účelem posouzení nákladů a přínosů projektu nebo skupiny projektů na základě odlišných cen energií, diskontních sazeb a jiných variabilních faktorů, jež mají významný dopad na výsledek výpočtů.

Pokud je plánováno zařízení pro samostatnou výrobu elektřiny nebo zařízení bez rekuperace tepla, provede se porovnání plánovaného zařízení nebo plánované rekonstrukce s rovnocenným zařízením, které vyrábí stejné množství elektřiny nebo procesního tepla, avšak disponuje systémem rekuperace odpadního tepla a dodává teplo prostřednictvím vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny nebo sítí dálkového vytápění a chlazení.

Analýza nákladů a přínosů zahrnuje ekonomickou analýzu zaměřenou na finanční analýzu odrážející skutečné transakce peněžních toků vyplývajících z investic do jednotlivých zařízení a z jejich provozu.

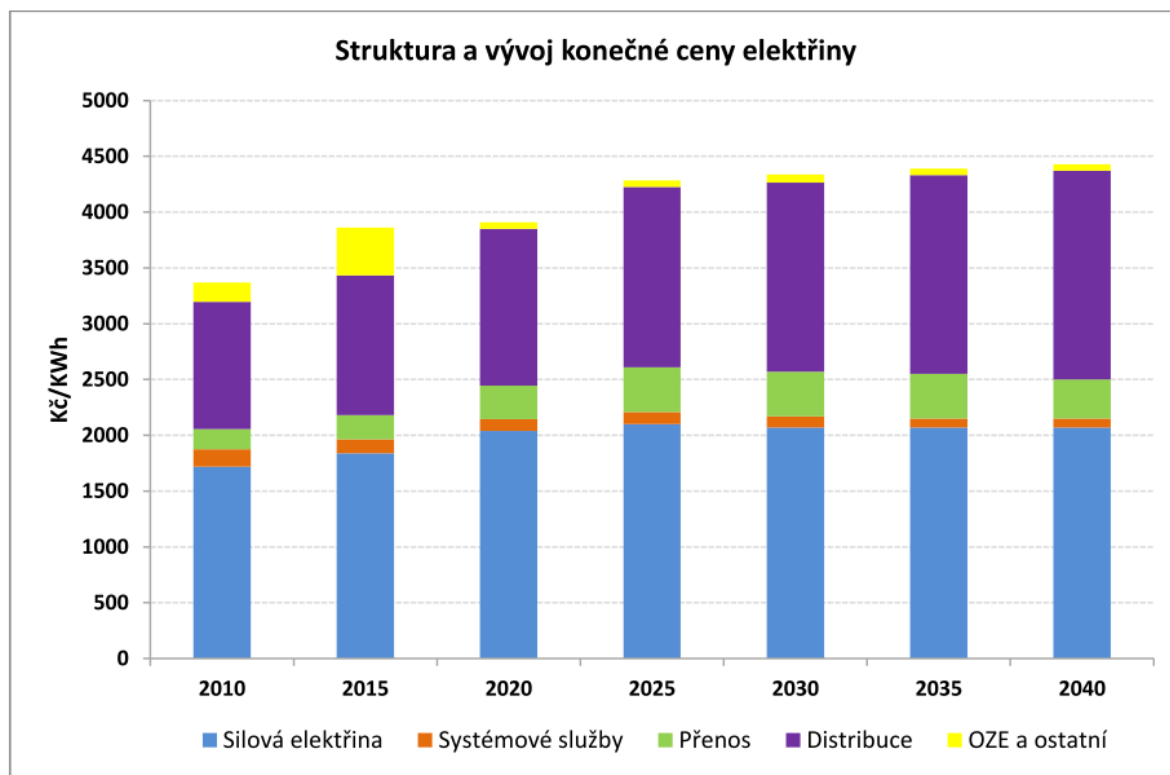
Projekty s kladným výsledkem analýzy nákladů a přínosů jsou takové projekty, u nichž je součet diskontovaných přínosů v ekonomické a finanční analýze vyšší než součet diskontovaných nákladů (čistý přínos).

3.5 Prognóza cen paliv a energie – okrajové podmínky analýzy

3.5.1 Vývoj konečných reálných cen elektřiny na hladině nn (Kč/MWh)

V následujícím grafu je zobrazena předpokládaná cena el. energie na hladině nn v období do r. 2040 tak jak je prezentována v návrhu Aktualizace Státní energetické koncepce (09/2012),

Struktura a vývoj konečné ceny elektřiny

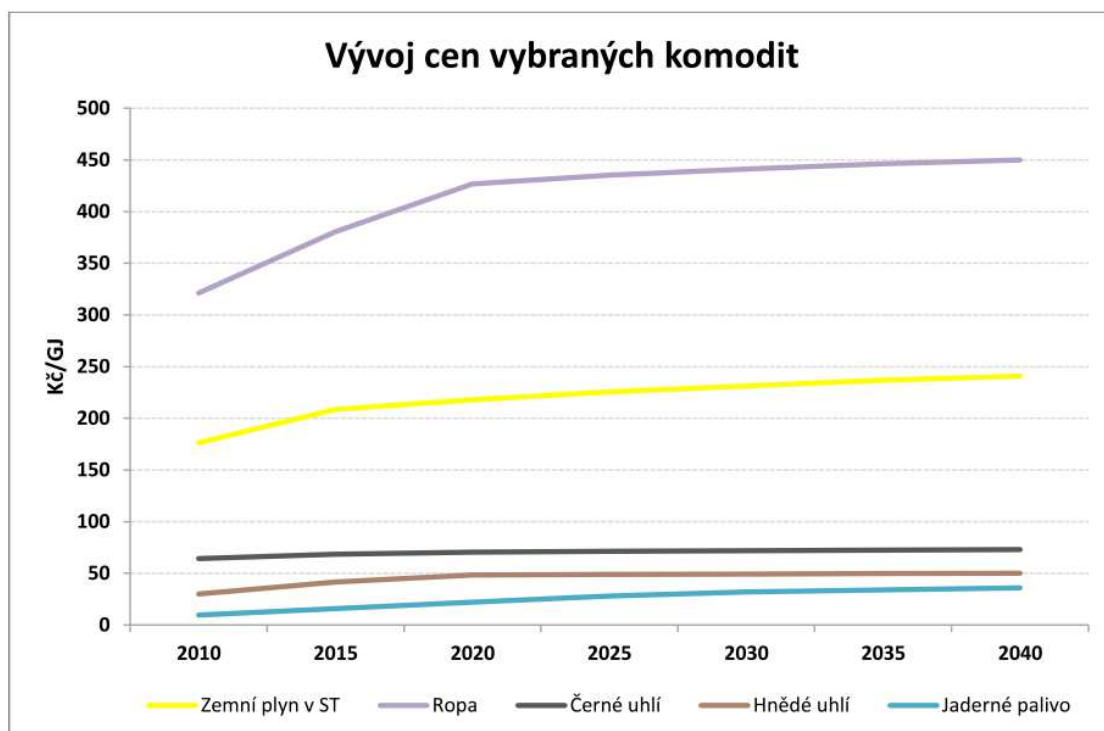


Vývoj cen elektřiny do roku 2025 bude ovlivněn zejména způsobem, jakým bude vyřešeno pokrytí nákladů na OZE, dále pak výstavbou přenosové soustavy a současně snižováním nákladů na podpůrné služby v návaznosti na integraci řízení soustav. V období po roce 2020 dojde k nárůstu regulované složky ceny energie z důvodu implementace inteligentních sítí, rozvojem distribučních sítí a akumulace. Po roce 2030, po transformaci energetické infrastruktury a dokončení obnovy zdrojů, by mělo dojít ke stabilizaci konečných cen elektřiny. U komoditní složky ceny je předpokládán její dlouhodobý mírný nárůst, který může být doprovázen krátkodobými (několikaletými) odchylkami v návaznosti na míru tržních deformací (zejména emisní povolenky, dotace do OZE) a nepravidelnému vývoji odvětví ve vazbě na stabilitu legislativy a širšího regulačního rámce. V případě větších tržních odchylek oběma směry by na stabilizaci měl působit i případný kompenzační mechanismus.

3.5.2 Vývoj reálných cen energetických komodit

V následujícím grafu je zobrazena předpokládaná cena vybraných energetických komodit v období do r. 2040.

Vývoj cen vybraných komodit



Jedná se o reálné ceny (stálé ceny roku 2011)

Vývoj cen ropy a plynu vychází z analýz IEA (New Policies Scenario)/OECD s podporou analýz v rámci IEF. Tento vývoj je však zatížen určitou mírou nejistoty. Do budoucna lze očekávat trend oddělení ceny zemního plynu od ceny ropy, resp. ropných produktů. I přes efekt přílivu nových zdrojů plynu na světový trh nakonec převáží vliv nárůstu potřeb obyvatel i vliv nárůstu průmyslu velkých rozvíjejících se ekonomik. Růst ceny bude působit jako jistý stabilizátor. V případě černého uhlí se předpokládá pozvolnější nárůst, může však dojít i k pokračování těsného cenového spojení s cenou zemního plynu. Cena hnědého uhlí je spíše cena nákladová, do značné míry ovlivněná státní legislativou a nepřímou regulací. Důvodem je, že tato komodita není významně obchodována na světovém ani evropském trhu. Ceny ve výše uvedeném grafu jsou kvantifikovány na bázi reálných cen; jedná se konkrétně o stálé ceny roku 2011.

3.6 Ekonomická analýza nákladů a přínosů scénářů

Cílem optimalizace variant rozvoje územních energetických systémů je rozhodnout s pomocí formalizovaného matematického modelu o přijetí řešení, které bude nejlépe splňovat podmínky rozhodovacích kritérií. Optimalizace je tedy složitým rozhodovacím procesem spočívajícím ve volbě jedné varianty ze souboru disponibilních variant. Rozhodovatel, který tuto volbu vykonává, využívá všech dostupných informací o důsledcích volby. Rozhodování probíhá za určité rozhodovací situace, která je charakterizována souborem vzájemně vázaných podmínek jež určují či spoluurčují rozhodnutí. Důsledky rozhodnutí resp. volby varianty řešení mohou být hodnoceny podle jediného kritéria, tedy monokriteriálně, nebo podle více kritérií tj. multikriteriálně.

Proces formulace územní energetické koncepce regionu či obcí je složitou systémovou úlohou a přijatá rozhodnutí o budoucím vývoji územního energetického systému významně ovlivňují ostatní sektory činností v regionu a ovlivňují tak ekonomické, ekologické, sociální i politické cíle. Vzhledem k tomu, že řadu těchto cílů

neumíme vyjádřit pomocí aditivních ukazatelů, nelze exaktně zformulovat souhrnné komplexní kritérium hodnocení. Z této skutečnosti pak vyplývá, že chceme-li zahrnout do hodnocení všechny aspekty související s posuzovaným řešením rozvoje regionálního energetického systému jež jsou navíc v mnoha případech konfliktní, musíme rozhodovat na bázi vícekritériálního rozhodování.

3.6.1 Základní východiska hodnocení

Rozvoj každého výrobního systému, a tedy i místního energetického systému, lze definovat jako kvantitativní a kvalitativní zabezpečování požadavků na produkci tohoto systému v daném období výstavbou nových výrobních zařízení, realizací racionalizačních opatření a vhodným provozováním veškerého zařízení systému. Rozvoj územního energetického systému je charakterizován jednak budováním nových energetických zařízení, jednak změnami v dosavadní struktuře energetického systému a to jak na straně výroby a distribuce energie, tak i na straně spotřeby.

Hlavním cílem systémového hodnocení je výběr optimální rozvojové varianty tj. způsobu výroby, přeměny, dopravy a užití všech forem energie technicky, ekonomicky a ekologicky přijatelným způsobem.

Každý územní energetický systém je charakterizován výrobním účinkem, který je tvořen souhrnem energetického a neenergetického účinku.

Energetický účinek tohoto systému je dán strukturou a množstvím vyráběných, distribuovaných a užitých forem energie.

Neenergetický účinek energetického systému územního obvodu je dán především ekologickými účinky, dále pak sociálními účinky apod.

Optimální variantou se pak rozumí návrh rozvoje územního energetického systému s nejvyšší systémovou efektivností, tj. řešení které nejlépe bude plnit stanovené systémové cíle.

3.6.2 Systémové cíle

Výběr cílů, které má budoucí stav dosavadního územního energetického systému plnit, je silně poznamenán neurčitostí budoucího vývoje a zároveň je silně poznamenán subjektivností a do jisté míry i omezeností systémových podmínek. Rovněž soustava cílů předmětného systému není trvalá, některé cíle se mohou časem ukázat jako nereálné a naopak jiné mohou vzniknout. Z těchto důvodů je třeba věnovat formulaci cílů a jejich výběru potřebnou důležitost.

V této části se proto zmíníme o problematice tvorby soustavy cílů rozvoje územních energetických systémů.

Co se obecně rozumí cílem rozvoje? Z hlediska systémové teorie je to dosažení požadovaného, potenciálně možného budoucího stavu, struktury, chování, funkce nebo výstupu řešeného systému.

Cílem však nejsou pouze posloupnosti vnějších požadovaných výstupů ze systému, ale i posloupnost jeho vnitřních stavů a určitá kvalita probíhajících procesů.

Klasifikace cílů je možná z mnoha hledisek jako např.:

- o dle místa projevu (vnější cíle, vnitřní cíle apod.)
- o dle časového horizontu (základní cíle, strategické cíle, operativní cíle apod.)
- o dle hierarchie (nadřazené a podřazené cíle)
- o dle obsahu (technické, ekonomické, ekologické apod.)
- o dle zdroje (vlastní cíle, vnější cíle apod.)

Cíle nelze vybírat nezávisle na prostředcích k jejich dosažení. Cíle musí splňovat kritéria konzistentnosti tj. souladu, komplexnosti zahrnutí všech důležitých aspektů a neměly by se překrývat a být tak nadbytečné (redundantní).

K získání ucelené soustavy cílů je vhodné používat metody stromu cílů. Tato metoda spočívá v tom, že postupně formulované cíle jsou hierarchicky uspořádávány do několika úrovní. To znamená, že každý cíl vyšší

úrovně je rozčleněn na několik cílů nižší úrovně. Cíle nižší úrovně současně představují prostředky k dosažení nadřazeného cíle vyšší úrovně.

Grafickým zobrazením hierarchie cílů je tzv. strom cílů. Jedná se o neorientovaný graf typu strom, jehož uzly představují jednotlivé cíle a hrany vyjadřují vztahy nadřazenosti a podřazenosti. Podřazené cíle jsou komplementární tj., že se vzájemně doplňují vzhledem k dosažení bezprostředně nadřazenému cíli.

Sestrojení stromu cílů je nezbytné chápat jako tvůrčí proces, který nelze přesně formalizovat, je však vhodné řídit se těmito zásadami:

- o postupně rozkládat cíle vyšší úrovně na nejbližší cíle nižší úrovně,
- o stále sledovat úplnost rozkladu, tj. aby splněním podřízených cílů bylo dosaženo nadřazeného cíle,
- o zabezpečovat porovnatelnost cílů každé úrovně.

Takto sestavený strom cílů umožňuje následně sestavit ucelenou a vyváženou soustavu kritérií pro komplexní hodnocení posuzovaných rozvojových scénářů a jejich relativní důležitost. Při klasifikaci cílů je třeba vycházet ze základního cíle energetického dokumentu, kterým je zajištění energetických potřeb řešeného území s maximální systémovou efektivností. Systémovou efektivností posuzovaných rozvojových variant se rozumí stupeň dosažení základního cíle systému tímto řešením.

Systémový cíl zahrnuje, jak již bylo řečeno, hlediska ekonomická, ale i mimoekonomická. Co se rozumí pod pojmem mimoekonomická hlediska v dané problematice? Jedná se o hlediska, která reprezentují společenské zájmy a to jak v předmětném území tak i v celostátním měřítku. Jedná se např. o hlediska ekologická, technická, zdravotní, sociální apod.

Jak je zřejmé z předchozího textu, rozhodování a přijetí určitého řešení rozvojového scénáře místního energetického systému nemůže být založeno pouze na respektování ekonomických hledisek, ale musí respektovat všechna hlediska, tedy i mimoekonomická.

Rozhodovací procesy, jak je známo, jsou nejčastěji definovány jako akt výběru optimální varianty z množiny disponibilních variant resp. výběr efektivních variant, popřípadě uspořádání množiny variant dle jejich výhodnosti.

Rozhodovací proces, kterým formulace energetického dokumentu bezesporu je, lze obecně charakterizovat jako jednoetapový rozhodovací proces s konečnou množinou přípustných řešení více hodnotícími kritérii současně.

V rozhodovacím procesu této třídy úloh se používají metody, které lze rozdělit do tří základních skupin.

- a) jednoduché metody,
- b) metody založené na párovém srovnávání variant,
- c) metody založené na vícekritériální funkci utility.

Jednotlivé skupiny metod lze charakterizovat takto:

Jednoduché metody mají výhodu v malé náročnosti na objemu výpočtů a snadnou pochopitelnost principu. Použití těchto metod je vhodné pro získání základních informací o preferenčních vztazích mezi jednotlivými variantami.

Metody založené na párovém srovnávání variant mají tu přednost, že lze poměrně výhodně použít v úlohách kde se vyskytují jak kvalitativní tak i kvantitativní kritéria. Princip metod této skupiny spočívá v postupném zajišťování preferenčních vztahů mezi všemi dvojicemi variant podle jednotlivých kritérií, na jejichž základě konstatujeme výslednou - preferenční relaci. Tyto metody jsou založeny na agregaci dílčích kritérií pomocí prahů citlivosti.

Metody založené na vícekritériální funkci utility mají tu výhodu, že umožňují zavedení nelineárního vztahu mezi hodnotou kritéria a její utilitou (užitečností), avšak na druhé straně nevýhodou je jejich náročnost na množství informací. Princip metod této skupiny spočívá v konstrukci tzv. vícekritériální funkce utility, která každé variantě přiřazuje utilitu (užitečnost) vyjádřenou reálným číslem.

3.6.3 Hodnocení ekonomické efektivity variant rozvoje

Ekonomickou efektivnost variant lze považovat za jedno z nejdůležitějších hledisek v rámci multikriteriálního rozhodování.

Ekonomické hodnocení navazuje na předchozí technické, energetické a ekologické hodnocení variant rozvoje místních energetických systémů. Toto hodnocení by mělo vycházet z principů prefeasibility study tj. vyhodnocení technických, ekologických, ekonomických a manažerských aspektů jednotlivých variant. To ve svém důsledku znamená, že hodnocení zahrnuje v hodnotovém vyjádření všechny systémové informace související s případnou realizací příslušného hodnoceného variant na který je třeba se dívat jako na podnikatelský záměr. Výsledkem je pak vyhodnocení zahrnující kromě ekonomického efektu plynoucího z případné realizace i analýza rizika spojená s realizací.

Z hlediska obsahu ekonomického hodnocení je žádoucí, aby zahrnovalo následující hlediska:

- 1) Výrobní kapacita a jejich lokalizace
- 2) Plán realizace
- 3) Nároky na výrobní zdroje
- 4) Ekonomické hodnocení
- 5) Finanční analýza
- 6) Analýza rizika

3.6.4 Výrobní kapacita a umístění

Na základě analýzy a prognózy poptávky na trhu s energií je možné koncipovat velikost výroby příslušné formy energie a z toho odvozovat velikost výrobních kapacit. To ve svém důsledku vyžaduje stanovit technologii výroby, velikost instalovaného výkonu výrobního zařízení, plán výroby energie, zahájení výstavby, ukončení výstavby, uvedení do provozu a dosažení plného výkonu, nároky a účinky projektu na územní lokality.

3.6.5 Plán realizace

Plán realizace zahrnuje období od zahájení výstavby investice až do uvedení do provozu. S tím souvisí i časový harmonogram investičních výdajů spojených s realizací jednotlivých projektů obsažených v rozvojových variantách. Plán by měl rovněž identifikovat kritická místa realizace.

Časový plán realizace by měl respektovat zejména:

- o rozvoj infrastruktury řešeného území v rozvojových územních sektorech a změna infrastruktury v transformačních územích, který musí být koordinován s harmonogramem rozvoje územních plánů těchto sektorů, aby potřebné energetické investice zabezpečující budoucí potřeby nebyly vynakládány příliš brzy a naopak. Zároveň je třeba volit optimální kapacity energetických zařízení,
- o zajištění nepřetržitého a spolehlivého zásobování požadovanými formami energie, tj. aby investice byly uváděny do provozu v požadovanou dobu a aby rekonstrukce stávajícího zařízení nenarušovaly zásobování resp. pouze v minimálním rozsahu,
- o časový postup, který respektuje finanční možnosti investorů a dává tak reálný předpoklad zrealizovat plán navržený ve scénáři.

3.6.6 Nároky a účinky variant

Jedná se o problematiku kvantifikace odůvodněných požadavků na investiční prostředky, materiálové, surovinové a energetické zdroje, pracovní síly, na půdu a ostatní přírodní zdroje atd.

Účinkem se obecně rozumí výsledek provozování zařízení stávajících a nově pořízených v rámci dané strategie a projevuje se zejména jako ekonomický, energetický a ekologický. Za relevantní údaje pro ekonomické hodnocení lze považovat zejména:

- a) celkové investiční náklady
- b) provozní náklady
- c) energetický účinek členěný na výkon a práci
- d) tržby z realizace produkce
- e) ekologický účinek členěný na emise sledovaných znečišťujících látek

Investiční náklady představují souhrn všech kapitálových výdajů, které budou vynaloženy na vybudování příslušného energetického zařízení resp. opatření na straně poptávky a zajištění provozu pořízené investice. Investiční náklady se obvykle dělí do dvou základních skupin a to na:

- o náklady vynaložené na zajištění stálých aktiv hmotného a nehmotného investičního majetku,
- o pracovní kapitál tj. prostředky vynaložené na pořízení tzv. oběžných aktiv (zásoby, pohledávky, krátkodobý finanční majetek), bez kterých by pořízená investice nemohla fungovat.

Provozní náklady zahrnují především náklady na spotřebovaný materiál, palivo, energii, mzdy, režijní a ostatní výkony, služby apod. Tyto náklady lze dle jejich závislosti na objemu výroby dále dělit na stálé (mzdy, režie, náhradní díly apod.) a proměnné (spotřeba materiálu, paliva, energie apod.).

Často se pro účely ekonomické optimalizace provozní náklady vyjadřují jako funkční závislost investičních nákladů a objemu výroby. Pak lze provozní náklady vyjádřit takto:

$$N_{pr} = p_{ps} * N_i + n_{pr} * W \quad \text{resp.}$$

$$N_{pr} = p_{ps} * N_i + N_{ppr}$$

Energetický účinek

Lze definovat jako technický účinek systému charakterizovaný určitým souborem energetických ukazatelů jako je např. výkon a výroba energie. Výkonové údaje je třeba rozdělit na dosažitelný výkon, instalovaný výkon a zatížení.

Instalovaný výkon je součtem všech jmenovitých výkonů zařízení instalovaných v místním energetickém systému, resp. v jeho jednotlivých energetických soustavách.

Dosažitelný výkon je instalovaný výkon snížený o trvalé vlivy, které snižují tento výkon.

Pohotový výkon je dán rozdílem dosažitelného výkonu a hodnoty dočasně sníženého výkonu vlivem poruch a oprav zařízení.

Zatížení je pak výkon skutečně dodávaný do systému nutný na pokrytí požadavků odběratelů.

Výroba energie se často stanovuje pomocí ukazatele maximálního zatížení a jeho doby trvání. Tento přístup se využívá jak pro stanovení celkové výroby energie v řešeném systému tak i jeho jednotlivých prvků.

Tržby

Výnosy z tržeb se určují pomocí očekávaných prodejů jednotlivých forem energie a jejich odhadovaných prodejních cen. Oceňování se provádí buď pomocí jednoduché sazby nebo pomocí složené sazby.

Jednoduchá sazba slouží k stanovení tržeb vztažených k dodávce energie a má rozměr Kč/KWh resp. Kč/GJ.

Složená sazba je členěna na tržby za dodaný výkon a tržby za dodanou energii. To znamená, že celkové tržby jsou dány součtem těchto dvou složek. Platí:

$$V = v_p * P_m + v_w * W$$

Do tržeb je třeba rovněž zahrnovat případné příjmy z likvidace zařízení.

Ekologický účinek

Při hodnocení ekologického účinku postupujeme podle vyhlášky č. 480/2012 Sb., přílohy č. 6, který je uveden v následujících odstavcích.

(1) Způsob ekologického hodnocení se provádí vždy metodou globálního hodnocení. V případě požadavku zadavatele je možné provést také vyhodnocení metodou lokálního hodnocení.

(2) Globální hodnocení je prováděno na bázi celospolečenského pohledu. Při změně dodávek energie, která je vyráběna v jiném místě jsou do výpočtu zahrnuty emisní faktory vycházející, buď z konkrétních, nebo průměrných údajů o produkováných znečišťujících látkách.

(3) Lokální hodnocení je prováděno výhradně na bázi změn produkce znečišťujících látek ze zdrojů situovaných v lokalitě obce, ve které je umístěn předmět hodnocení.

a) globální pohled

	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl
Znečišťující látka	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky					
SO ₂					
NO _x					
CO					
CO ₂					

b) lokální pohled

	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl
Znečišťující látka	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky					
SO ₂					
NO _x					
CO					
CO ₂					

Výpočet rozdílu emisí znečišťujících látek (emisní faktory)

1. Výpočet emisí CO₂

Emisní faktory uhlíku uvádí množství uhlíku, respektive oxidu uhličitého, připadajícího na jednotku energie ve spalovaném palivu. Emisní faktory uhlíku jsou definovány buď jako všeobecné nebo místně specifické.

1.1. Všeobecné emisní faktory oxidu uhličitého

Hnědé uhlí	0,36 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Černé uhlí	0,33 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
TTO	0,27 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
LTO	0,26 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Zemní plyn	0,20 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Biomasa	0 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Elektrina	1,17 t CO ₂ /MWh elektriny

1.2. Místně specifické emisní faktory oxidu uhličitého

Vzorec pro výpočet emisí CO₂ ze spalování fosilních paliv:

$(\text{hmotnost paliva}) \times (\text{výhřevnost paliva}) \times (\text{emisní faktor uhlíku}) \times (1 - \text{nedopal})$

kde:

- emisní faktor uhlíku (t CO₂/MWh výhřevnosti paliva) je stanovený na základě složení místního paliva, které je používáno pro zabezpečení energetických potřeb konkrétního projektu;
- standardně doporučené hodnoty pro nedopal jsou:
 - 1.2.1. 0,02 (tj. 2 %) pro tuhá paliva,
 - 1.2.2. 0,01 pro kapalná paliva a 0,005 pro plynná paliva
 - 1.2.3. 0,02 je vhodná pro práškové spalování uhlí, při spalování v roštových topeništích a zejména v domácích kamnech mohou být hodnoty nedopalu vyšší (např. 5 %).

2. Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek

Tyto hodnoty se stanovují:

- 2.1. Jako údaj naměřených hodnot (tam, kde je měření znečišťujících látek instalováno), nebo
- 2.2. Jako hodnota emisních limitů dle zvláštního právního předpisu²⁾, nebo
- 2.3. Jako hodnota stanovená energetickým specialistou, pokud je seznámen s konkrétními hodnotami zařízení, které je předpokládáno pro realizaci navrhovaného řešení.

3.6.7 Metody hodnocení ekonomické efektivity

Cílem ekonomického hodnocení je komplexní vyhodnocení ekonomické efektivity předmětných investičních záměrů, které obsahuje příslušná rozvojová varianta. Jedná se o proces investičního rozhodování, kdy se posuzují kapitálové výdaje a očekávané peněžní příjmy a výdaje z navrhovaných investic a z provozu stávajících zařízení, které již byly realizovány v období před rozhodováním o rozvoji dosavadního energetického systému. To vyplývá z podstaty řešené úlohy, kdy jednotlivé varianty svojí strategií rozvoje zajišťují požadovaný energetický účinek po dobu hodnocení. Ten je zajišťován nejen výstavbou nových energetických zařízení, ale i realizací racionalizačních opatření na straně spotřeby a samozřejmě dosavadními energetickými soustavami. Zároveň je třeba si uvědomit, že v daném optimalizačním období dochází k tomu, že neefektivní stávající prvky jsou nahrazovány novými efektivnějšími zařízeními.

Jednotlivé varianty rozvoje územního energetického systému se liší skladbou užitých výrobních, distribučních ale i spotřebních zařízení. Tyto varianty se tedy mohou lišit jak energetickým účinkem, tak i svými neenergetickými účinky.

Základními vlastnostmi variant by mělo tudíž být :

- o zabezpečení poptávky po energii tj. dodávka požadovaného množství jednotlivých forem energie určených ke konečné spotřebě na bázi fosilních primárních energetických zdrojů, obnovitelných zdrojů energie a úsporami energie,
- o nová zařízení zařazovaná do stávajícího systému reprezentují nové progresivní technologie a jejich základní provozní, ekonomické a ekologické charakteristiky se liší od charakteristik dosavadních prvků energetického systému,
- o vycházejí ze struktury dosavadního územního energetického systému a umožňují především snižování energetické náročnosti výroby a distribuce energie a vyšší efektivnost užití energie při konečné spotřebě a povedou tak ke snižování emisí a imisí zátěže předmětného území.

Při investičním rozhodování, o které v procesu tvorby územní energetické koncepce rovněž jde, se v praxi využívají různé přístupy. Tyto přístupy lze rozdělit podle těchto základních hledisek:

- o vztah k faktoru času
- o pojetí rozhodovacího kritéria

Dle prvního hlediska se metody hodnocení dělí opět na dvě skupiny a to:

- a) dynamické metody respektující faktor času
- b) statické metody, které faktor času nerespektují

Pro zabezpečení objektivního hodnocení ekonomické efektivnosti investic lze za základní metodu považovat použití metody **čisté současné hodnoty - Net Present Value (NPV)**.

Tato metoda je založena na použití diskontování (odúročení) k přepočtu budoucích výnosů a nákladů k počátku výstavby resp. provozu. Pro výpočet čisté současné hodnoty investičního projektu je proto nezbytné stanovit tzv. čisté toky hotovosti, které tvoří salda příjmů a výdajů v jednotlivých letech posuzovaného období a dále pak diskontní sazbu pomocí níž se provádí přepočet k jednomu časovému okamžiku. Obecně tedy pro tuto metodu platí následující výpočetní vztah:

$$NPV = \sum_{t=1}^n (V_t - N_t)(1 + r^{-t}) - IN$$

kde **NPV** je čistá současná hodnota toku hotovosti
 V_t jsou výnosy v roce t
 N_t jsou náklady v roce t
IN jsou diskontované investiční náklady

Jak již bylo řečeno tato metoda je považována odbornou veřejností za nejvýznamnější rozhodovací kritérium pro posuzování ekonomické efektivnosti investičních projektů. Důvodem je skutečnost, že tato metoda určuje příspěvek projektované investice k tržní hodnotě firmy resp. určuje výnosnost investice. Z toho vyplývá, že investice je tím výhodnější, čím má vyšší hodnotu NPV. Potom platí, že mezní hranicí přijatelnosti projektu je případ kdy $NPV = 0$.

Určitou nevýhodou tohoto kritéria je, že hodnota NPV je závislá na diskontní sazbě a tudíž na její volbě.

Přístupy k volbě výše diskontní sazby je možné v zásadě rozdělit do dvou skupin:

- a) výše diskontní sazby je odvozována od nákladovosti použitého kapitálu k financování projektu,
- b) výše diskontní sazby je odvozena od očekávané míry výnosnosti alternativní investice tzv. oportunitních nákladů.

3.6.8 Komplexní hodnocení variant rozvoje územního energetického systému

Základní východiska hodnocení

Komplexním hodnocením variant se rozumí rozhodovací proces charakterizovaný jedním racionálním rozhodovatelem a konečnou množinou variant, které jsou rozhodovatelem posuzovány dle více kritérií s cílem stanovit optimální. Velmi často se tento proces v literatuře označuje jako vícekritériální rozhodování.

Pro řešení této třídy úloh je znám poměrně značný počet metod, avšak vzhledem ke složitosti procesu hodnocení variant rozvoje není možno obecně bez znalosti konkrétní situace jednoznačně doporučit jedinou a jedine správnou metodu řešení. Na metodu komplexního hodnocení jsou totiž kladeny protichůdné požadavky. Z jedné strany má být hodnocení co nejsrozumitelnější, co nejméně náročná na typ a množství informací získaných od rozhodovatele a výpočetně co nejjednodušší a z druhé strany má co nejlépe modelovat zkoumaný rozhodovací proces. Proto doporučujeme pro řešení předmětných úloh používat dvě skupiny metod. Jsou to jednak jednoduché metody, sloužící k získání základní představy o preferencích mezi hodnocenými scénáři, jednak složitější metody pro konečný výběr optimálního scénáře energetického dokumentu.

Důležitou součástí procesu komplexního hodnocení scénářů je stanovení:

- souboru kritérií hodnocení a způsob jejich měření
- vah jednotlivých kritérií.

O této problematice nyní stručně pojednáme v následujících dvou odstavcích.

Stanovení souboru kritérií a jejich měření

Při výběru kritérií se vychází z cílů rozhodovatele. Kritéria proto jsou chápána jako nástroj pro zjišťování stupně plnění cílů. Vhodnou pomůckou pro stanovení konzistentního souboru cílů a kritérií je tzv. strom cílů.

Cíle se vyhledávají tak, že základní cíl je rozložen na několik cílů 1. úrovně. Ty potom se rozkládají na nižší cíle 2.úrovně atd. Zásadou přitom je, že splnění cílů nižší úrovně vytváří předpoklady pro splnění cílů nadřazené vyšší úrovně. Zároveň platí, že všechny cíle na dané úrovni není nutné bezpodmínečně rozkládat.

Při konstrukci stromu cílů lze doporučit následující postup:

- 1) Postupně rozkládat cíle vyšší úrovně na nejbližší konjunktivní cíle nižší úrovně a nepřeskakovat úrovně.
- 2) Stále sledovat úplnost rozkladu tak, aby bezprostředně podřízenými cíli byly všechny cíle, jejichž dosažení je postačující podmínkou pro dosažení jejich bezprostředně nadřazeného cíle.
- 3) Proces konstrukce ukončit na úrovni, kdy již další rozklad cílů není možný.

Pomocí stromu cílů lze následně sestavit ucelenou a vyváženou soustavu kritérií pro komplexní hodnocení posuzovaných variant a posléze získat podložené váhy relativní důležitosti kritérií. Jako ji stý standard můžeme obecně uvést cíle 1. hierarchické úrovně:

- Co nejvyšší ekonomický efekt
- Co nejvyšší ekologický efekt
- Co nejvyšší energetický efekt
- Co nejvyšší sociální efekt
- Cíl maximálního ekologického efektu lze spatřovat v minimalizaci škodlivých vlivů energetického systému na životní prostředí.

O hodnocení ekonomického efektu bylo pojednáno v předchozí kapitole. Podtrhněme však, že efekty, které lze hodnotově vyjádřit, je účelné zahrnout do hodnocení ekonomické efektivity jako jsou např. náklady na odsíření, ochranu proti hluku, znečištění vod apod.

V rozkladu cíle maximální energetické efektivity se mohou uplatnit např. nároky na neobnovitelné energetické zdroje, spolehlivost, energetická účinnost přeměn, adaptibilita, slučitelnost se stávajícími energetickými soustavami apod.

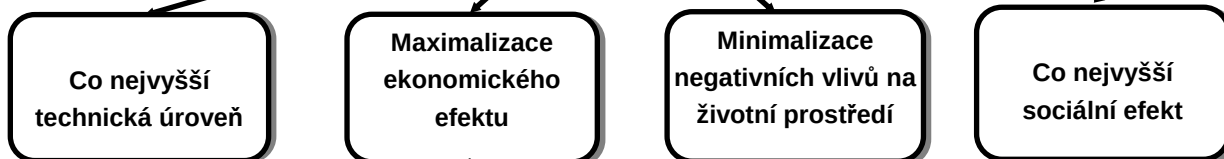
V rozkladu cíle maximálního sociálního efektu se mohou uplatnit takové cíle jako snížení nezaměstnanosti, zlepšování pracovního prostředí, obytného a rekreačního prostředí atd.

Příklad stromu cílů rozvoje energetického systému územního obvodu

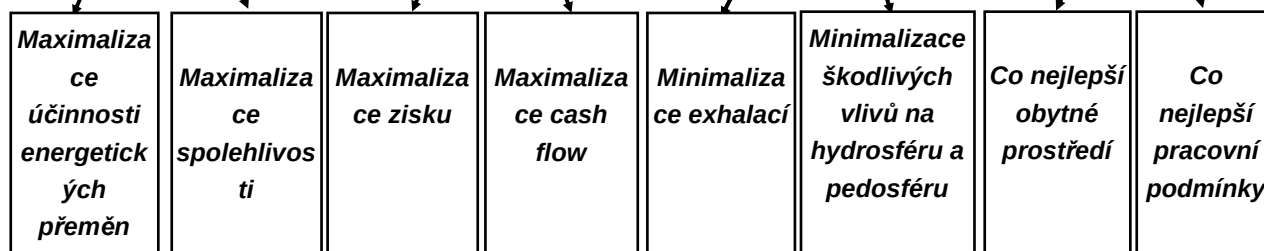
1. úroveň

Maximalizace systémové efektivity způsobu zajištění energetických potřeb územního obvodu energetickým systémem

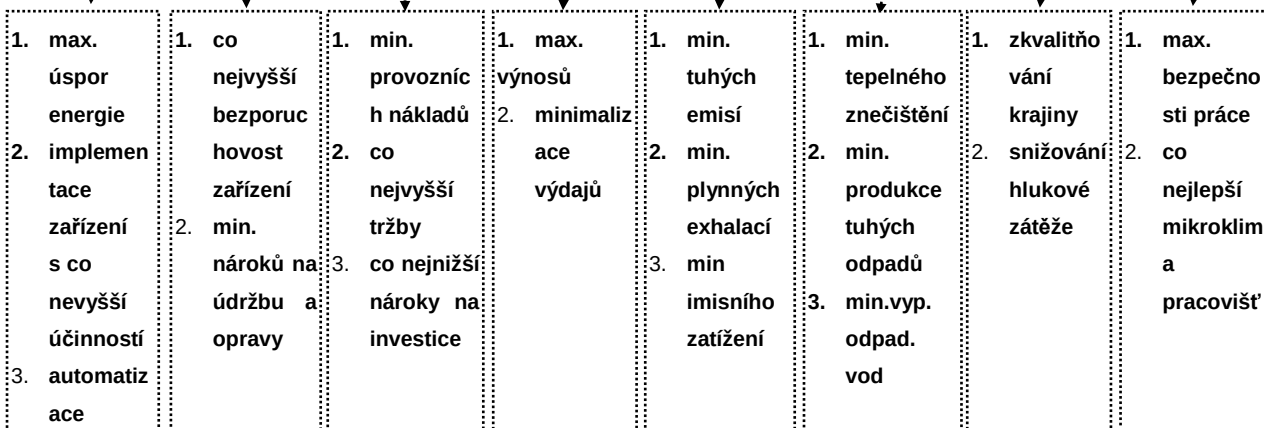
2.úroveň



3. úroveň



4.úroveň



Ve vlastním hodnocení se nemusejí uplatnit všechna kritéria jako hodnotící, některá mohou nabýt podoby omezujících podmínky a vést k vyloučení těch variant scénářů, které těmto podmínkám nevyhovují. Co je však důležité je to, že soubor kritérií má být úplný, operační (tj. každé kritérium má být jednoznačné a jasné a pokud možno kvantitativně měřitelné) a neredundantní.

Výsledkem stanovení souboru kritérií je tabulka, v níž pro každý dílčí cíl jsou uvedena hodnotící kritéria a jednotky v nichž jsou měřena. Po tomto je možné přistoupit k ohodnocení jednotlivých scénářů. Ohodnocení dle kvantitativních kritérií nečiní problémy. Horší situace nastává u měření podle tzv. kvalitativních kritérií. V těchto případech je možné doporučit použití pomocí ordinálních stupnic. Tyto stupnice však umožňují pouze stanovit, zda hodnocený scénář je lepší nebo stejně dobrý, či horší než jiný. Nejznámějším příkladem ordinální stupnice je školní klasifikace. Protože však jednoduché metody pracují pouze s kvantitativními kritérii je třeba ordinální stupnici nahradit umělými číselnými bodovými stupnicemi. Příkladem bodové stupnice s popisem je následující tabulka:

Bodová hodnota	Popis
9	vynikající
7	velmi dobrý
5	dobrý
3	uspokojivý
1	nevyhovující

Pro kvalitativní kritéria hodnocení je vhodné, aby hodnocení scénářů podle těchto kritérií bylo předmětem expertního šetření.

Stanovení vah kritérií

Pro metody vícekritériálního hodnocení je třeba stanovit váhy jednotlivých kritérií, které číselně vyjadřují relativní důležitost kritérií. Pro stanovení vah existuje řada metod, z nichž uvedeme jednodušší metodu založenou na stromu cílů a složitější upravenou metodu Saatyho.

Nechť V_i , kde $i = 1, \dots, m$ jsou tzv. normované váhy kritérií $1, \dots, m$, pro která platí

$$\sum V_i = 1, \quad 0 \leq V_i \leq 1$$

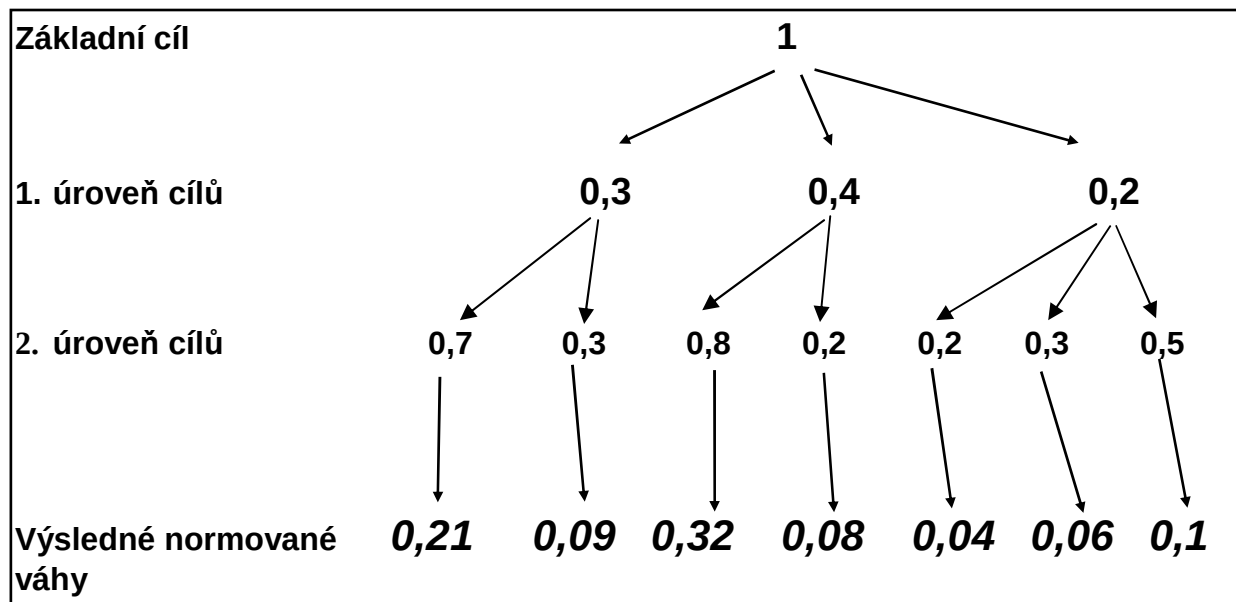
Normované váhy V_i vypočteme z nenormovaných vah W_i tak, že nenormované váhy vydělíme jejich součtem tj.:

$$V_i = W_i / \sum W_i$$

Stanovení vah kritérií pomocí metody stromu cílů lze provádět podle těchto postupových kroků:

1. krok - určí se relativní váhy cílů 1. Úrovně tak, aby jejich součet byl roven 1, tj. aby byly normovány
2. krok - stanoví se relativní váhy cílů získaných rozkladem k-tého cíle na 2. Úrovní tak, aby jejich součet byl opět roven 1. Tento krok se opakuje až do nejnižší úrovně kritérií.
3. krok - výslednou váhu j-tého kritéria na nejnižší úrovni se získá vynásobením relativních vah na spojnici j-tého kritéria s vrcholem - základním cílem.

Příklad stanovení normovaných vah je uveden na následujícím schématu.



Je-li stanovení vah předmětem expertního šetření, lze získat výsledné normované váhy jako aritmetický průměr individuálních normovaných vah jednotlivých expertů. Předpokladem tohoto postupu je, že všichni experti mají stejnou kompetenci.

Další z možných jednodušších metod, které lze využít pro stanovení vah hodnotících kritérií je metoda bodovací.

Tato metoda vychází z principu bodování významnosti kritérií. Přidělené počty bodů vydělíme jejich součtem, čímž získáme normované váhy.

Saatyho metoda, která patří do skupiny složitějších metod, vychází z principu párového srovnávání kritérií K_i , K_j , $i < j$ podle důležitosti.

Velikost preference i -tého kritéria před j -tým se obdružuje pomocí tzv. relativní důležitosti S_{ij} např. dle této bodové stupnice:

Body	Popis
1	kritéria jsou stejně významná
3	první kritérium je slabě významnější než druhé
5	první kritérium je dosti významnější než druhé
7	první kritérium je prokazatelně významnější než druhé
9	první kritérium je absolutně významnější než druhé

V případě, že naopak druhé kritérium je významnější než první, bude S_{ij} rovno převrácené hodnotě počtu bodů tj. $1/3$, $1/5$, $1/7$, $1/9$. Hodnoty S_{ij} jsou prvky horní trojúhelníkové Saatyho matice. Její prvky na hlavní diagonále jsou rovny 1 a prvky pod hlavní diagonálou se vypočtou dle vztahu:

$$S_{ji} = 1/S_{ij}$$

Na základě výsledků získaných výše uvedeným postupem je možné sestavit tabulku vstupních údajů pro vícekritériální hodnocení scénářů například v této podobě:

Pořadové číslo	Kritérium	Jednotka	Váha	Indiferenční. tolerance	Scénáře X1.....Xj.....Xn
1	K1	tis. Kč	V1	A1	f11.....f1j.....f1n
2	K2	t	V2	A2	f21.....f2j.....f2n
.....					
.....					
m	Km	m ³	Vm	Am	fm1.....fmj.....fmn

Metody vícekritériálního hodnocení

Z předchozího textu vyplynulo, že není možné dát předem jednoznačný návod na volbu jediné metody, která by poskytovala rozhodovateli korektní výsledky podle nichž by bylo možné přijímat jednoznačná rozhodnutí. Proto je nutné aby před vlastním použitím vhodné metody předcházela předběžná analýza souboru hodnot kritérií a souboru variant.

Analýza souboru kritérií má za cíl odstranění případných chyb ve vstupních datech úlohy a kritérií podle nichž se scénáře liší velmi zanedbatelně.

Analýza souboru scénářů slouží především k případnému vyloučení dominovaných scénářů, tj. scénářů které mají preferenci podle všech kritérií. Cílem je vytvořit soubor scénářů dle principu slabé dominance, tj. pro každý scénář je znám jiný scénář, který je lepší alespoň v jednom kritériu hodnocení.

Pro základní rozhodovací situace, které nastávají v rámci procesu tvorby energetického dokumentu, lze doporučit použití tzv. jednoduchých metod založených na výsledném ohodnocení U_j posuzovaných scénářů rozvoje místních energetických systémů váženým průměrem jistým způsobem normovaných dílčích hodnocení U_{ij} podle předpisu:

$$U_j = \sum_i V_i * U_{ij}$$

V případě převahy kvantitativních kritérií (číselně vyjádřitelných) lze doporučit metodu bazické varianty.

Princip metody spočívá ve srovnání všech scénářů s tzv. bazickým vhodně zvoleným scénářem. Bazický scénář může být např. tvořen nejlepšími hodnotami kritérií z daného souboru nebo jejich cílovými hodnotami. Dílčí hodnocení j-tého scénáře podle i-tého kritéria se potom provádí takto:

$$U_{ij} = f_{ij} / f_{ib} \quad \text{pro kritéria výnosového typu resp.}$$

$$U_{ij} = f_{ib} / f_{ij} \quad \text{pro kritéria nákladového typu}$$

kde: f_{ib} je hodnota i-tého kritéria bazické varianty.

Další metodou je *metoda lineární dílčí funkce utility* ve které se dílčí hodnocení j-tého scénáře stanovuje dle předpisu:

$$U_{ij} = (f_{ij} - f_{i,\min}) / (f_{i,\max} - f_{i,\min}) \quad \text{pro výnosová kritéria resp.}$$

$$U_{ij} = (f_{i,\max} - f_{i,j}) / (f_{i,\max} - f_{i,\min}) \quad \text{pro nákladová kritéria.}$$

V případě převahy kvalitativních kritérií měřených v ordinálních stupnicích lze doporučit pro hodnocení metodu váženého součtu pořadí.

Princip ohodnocení U_{ij} spočívá v definici tohoto hodnocení jako pořadové funkce j -tého scénáře dle i -tého kritéria. Tato pořadová funkce nabývá hodnoty $U_{ij} = n$ pro nejlepší scénář a $U_{ij} = 1$ pro nejhorší scénář dle i -tého kritéria. Jinak řečeno, scénářům se přiřadí pořadová čísla podle hodnotících kritérií. Rovnocenné scénáře dle jistého kritéria se oceňují pomocí sdruženého pořadového čísla rovného aritmetickému průměru jejich pořadových čísel.

Použití výše uvedených metod musí splňovat preferenční nezávislost kritérií.

Pro podrobnější vyhodnocení scénářů je možné využít metod založených na párovém srovnávání variant.

Metody párového srovnávání scénářů jsou založeny na postupném párovém srovnání všech dvojic scénářů podle jednotlivých kritérií. Pro každou dvojici scénářů se tedy stanovuje:

1. Součet vah kritérií podle kterých je j -tý scénář preferován před scénářem k -tým o více než indifferenční toleranci těchto kritérií
2. Součet vah kritérií podle kterých je k -tý scénář preferován před j -tým scénářem o více než indifferenční toleranci těchto kritérií
3. Součet vah kritérií podle kterých je k -tý scénář indifferenční tj. shodný s k -tým scénářem v rámci indifferenční tolerance těchto kritérií
4. Součet vah kritérií podle kterých jsou oba scénáře neporovnatelné. Jedná se o případy, kdy některá kritériální hodnota scénářů není definována

Porovnání takto získaných součtů je základem pro stanovení výsledné relace mezi posuzovanými scénáři. Např. je-li součet vah v případě ad 2/ podstatně vyšší než ostatní součty, lze přijmout rozhodnutí o tom, že k -tý scénář je nejlepší.

Jednotlivé metody se liší způsobem stanovení výsledné relace. Z řady metod, které byly vypracovány pro tyto účely lze doporučit k praktickému využití metodu ELECTRA III. Tato metoda je použitelná pro kvalitativní i kvantitativní kritéria. Za nejvhodnější lze považovat metodu ELECTRA III, která pracuje s indifferenčními třídami variant, klasifikacemi variant a prahy citlivosti. Tato metoda umožňuje výsledné uspořádání variant buď na základě průměrného (uspořádáním se rozumí rozklad množiny variant na tzv. indifferenční třídy) pořadí variant z uspořádání shora a zdola a nebo výpočtem průniku preferenčních relací obou uspořádání.

Podrobnější popis této metody přesahuje rámec této studie a čtenáře odkazujeme na odbornou literaturu.

3.7 Citlivostní analýza

Jak už jsme konstatovali, základním cílem analýzy rizika podnikatelských záměrů je zvýšit pravděpodobnost jejich úspěchu a zamezit tak nestabilitě posuzovaného projektu a celého systému. Slouží tedy k určení faktorů rizika a stanovení jejich významnosti, jak velké je riziko projektu a zda je přijatelné a jakým způsobem je možné toto riziko snížit.

Analýzu rizika lze rozdělit do těchto postupových kroků:

- Určení faktorů rizika energetické koncepce
- Stanovení významnosti faktorů rizika

- Stanovení rizika koncepce
- Hodnocení rizika koncepce
- Příprava plánu korekcí a sledování vývoje faktorů rizika.

Základem pro určení rizikových faktorů jsou zpravidla znalosti, zkušenosti a odborná intuice zpracovatelů energetické koncepce. Vlastní určení faktorů rizika pak může usnadnit např. rozčlenění koncepce do dílčích částí, stanovení oblastí potenciálních problémů spojených s realizací a provozem, vymezení míry pochybností o stabilitě nejvýznamnějších faktorů ovlivňující výsledky kritériálních ukazatelů apod. Při určování faktorů rizika není cílem stanovení co největšího počtu faktorů, ale pouze relevantních. Problematika významnosti faktorů rizika se většinou koncentruje na využití dvou základních přístupů, a to expertně nebo pomocí analýzy citlivosti.

Stanovení rizika tvoří významnou součást analýzy rizika. Riziko je možné stanovit jednak číselně s využitím výpočtových nástrojů, jednak bez číselného vyjádření. Mezi druhou skupinu stanovení rizika patří např. stanovení operačního prostoru. Operačním prostorem je chápán takový prostor, který je vymezen takovými změnami při kterých koncepce ještě plní přijatelné ekonomické a ekologické ukazatele.

Hodnocení rizika spočívá pak ve vyhodnocení číselného výpočtu rizika resp. na základě stanovení operačního prostoru. Bohužel neexistuje jednoduchý, korektní a všeobecně přijatelný návod, jak dospět k jednoznačnému závěru o přijatelnosti či nepřijatelnosti rizika plynoucího s realizací přijaté koncepce. Výše rizika by však neměla být ani příliš nízká ani příliš vysoká.

Vhodným nástrojem eliminujícím faktory rizika bezesporu je plán korekčních opatření. Tento plán lze poměrně dobře připravit, neboť vychází ze známých identifikovaných faktorů rizika. Není ovšem účelné zpracovávat plány korekčních opatření pro všechny budoucí možné stavy, ale pouze pro určité zásadní kritické situace. Na závěr této podkapitoly ještě uvedeme dva příklady výpočetního postupu analýzy rizika.

Při realizaci analýzy rizika je možné postupovat např. takto:

1. Proveďte prognózu možného vývoje vztahů a podmínek přípravy, realizace a provozu hodnoceného systému, tj. stanoví se možné stavy okolí
2. Pro všechny uvažované stavy okolí dané konkrétními předpoklady o působení vnějších podmínek a vztahů se stanoví pravděpodobnosti s jakými tyto stavy mohou nastat
3. Pro všechny posuzované scénáře se stanoví ekonomické efekty v podobě zisku resp. výrobních nákladů ve všech uvažovaných stavech okolí
4. Rozhodování se provede na základě kritéria minima resp. maxima očekávané výše výrobních nákladů resp. zisku podle vztahu:

$$E_{oji} = \sum_{j=1}^s p_j E_{ji} = \min \text{ resp. } \max$$

kde: i je pořadové číslo scénáře

E_{ji} je ekonomický efekt i -tého scénáře za předpokladu, že nastane j -tý stav okolí

E_{oji} je očekávaná výše ekonomického efektu hodnoceného scénáře

j je pořadové číslo stavu okolí

p_j pravděpodobnost výskytu j -tého stavu okolí, stanovuje se buď výpočtem nebo odborným odhadem. V případě, že nelze získat pravděpodobnosti ani jedním výše uvedeným způsobem, lze provést stanovení pravděpodobnosti dle vztahu $p_j = 1/s$.

s je počet stavů okolí

Další vhodnou metodou analýzy rizika je citlivostní analýza. Cílem citlivostní analýzy je ověření míry stability optimálního rozhodnutí a identifikovat citlivost efektivnosti scénářů na faktorech, které významně ovlivňují efektivnost.

Při citlivostní analýze se zpravidla postupuje takto:

1. Určí se faktory, které nejvýznamněji ovlivňují kritériální funkci pomocí níž se provádí hodnocení ekonomické efektivnosti navržených scénářů. Těmito faktory zpravidla bývají investiční náklady, ceny surovin a energie, velikost tržeb, diskontní sazba apod.
2. Stanoví se číselné hodnoty těchto vybraných faktorů tj. nejpravděpodobnější a dolní a horní mez rozpětí této hodnoty.
3. Určí se funkční závislost změny hodnoty kritériální funkce na změně hodnoty vybraných faktorů.
4. Provede se vyhodnocení výsledků citlivostní analýzy s cílem ohodnocení míry stability předpokládaných efektů posuzovaných scénářů rozvoje místních energetických systémů.

Výsledkem hodnocení míry rizika scénářů rozvoje dávají možnost jeho tvůrcům posoudit přijatelnost či nepřijatelnost navrženého řešení. Nebezpečí značného rizika nemusí být důvodem pro zamítnutí návrhů, ale naopak pro přijetí opatření, která povedou ke snížení předpokládaného rizika.

4 TYPOVÝ PŘÍKLAD ANALÝZY NÁKLADŮ A PŘÍNOSŮ

4.1 Předmět analýzy

V následujících odstavcích je uveden příklad analýzy nákladů a přínosů projektu z oblasti decentralizace stávajícího systému CZT. Projekt vychází ze záměru stávajícího provozovatele centrálního systému zásobování teplem města AB, které obhospodařuje převážnou část města včetně vzdálených lokalit od stávajících zdrojů tepla. Projekt navrhuje ve dvou etapách provedení postupné decentralizace systému CZT (oddělení nejvzdálenější oblastí) a v nově vzniklých oblastech navrhuje výstavbu nových zdrojů tepla založených na kombinované výrobě elektřiny a tepla. Současně projekt navrhuje úpravy na stávajících zdrojích tepla v důsledku snížení poptávky po teple z těchto zdrojů.

4.1.1 Popis předmětu analýzy

Předmětem řešení analýzy je projekt „**Rekonstrukce zdroje tepla soustavy CZT města AB a oblasti „B“ a oblasti „C“**“.

Stávající soustava CZT je koncipována na bázi dvou parních výtopenských zdrojů: výtopny „B“ a výtopny „R“, které zásobují teplem město AB. Soustava je systémově členěna do třech územních oblastí: oblasti „A“, oblasti „B“ a oblasti „C“.

Projekt byl rozdělen do dvou etap.

1.etapa

Projekt „Rekonstrukce zdroje tepla soustavy CZT města AB a oblasti „B“ je vyhodnocen pro srovnávací základnu, která odpovídá soustavě CZT se stávajícími zdroji tepla „B“ a „R“. Poptávka po teple soustavy CZT města AB odpovídá současnému stavu v oblastech Oblast „A“, Oblast „B“ a Oblast „C“.

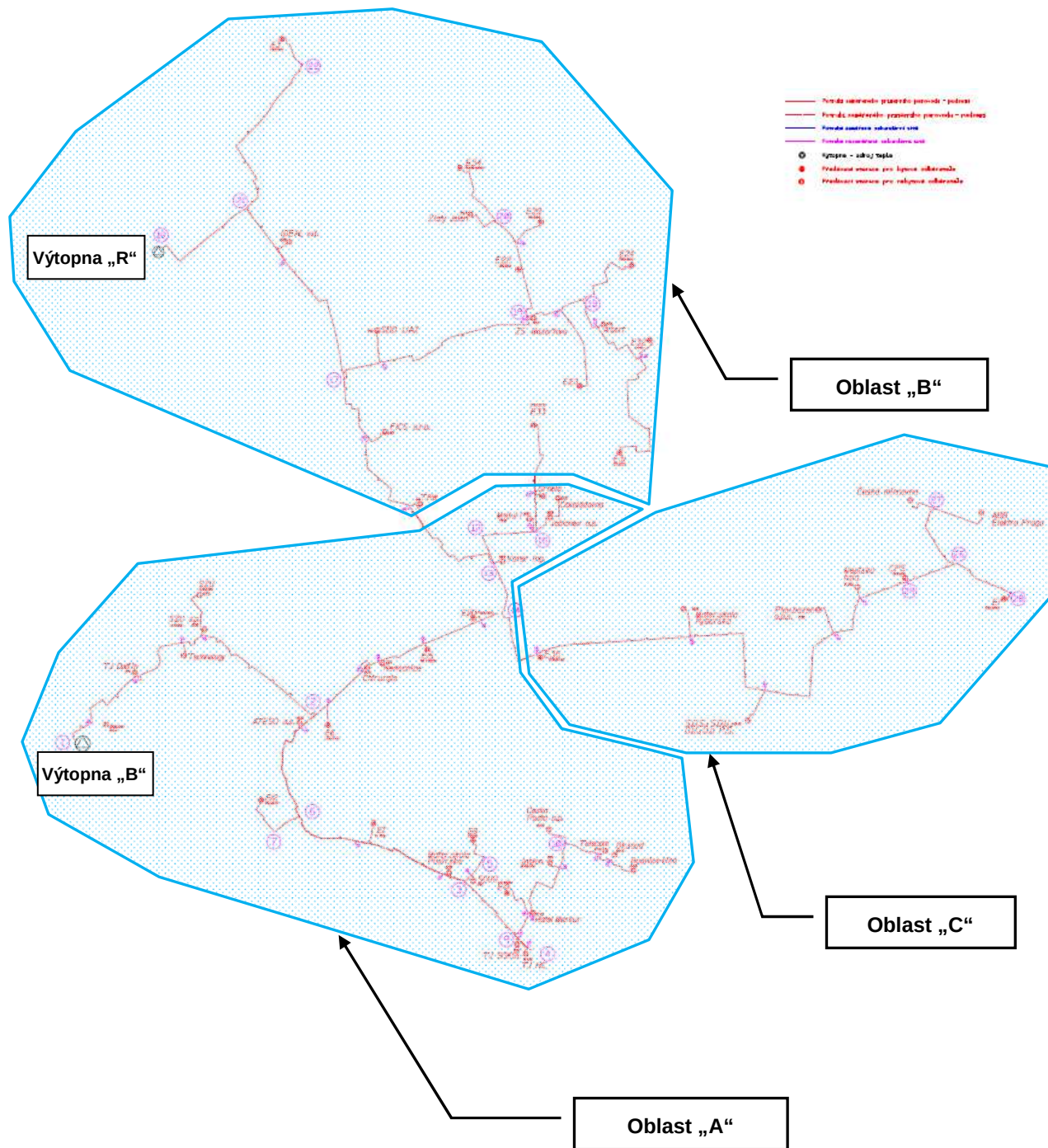
2.etapa

Projekt „Rekonstrukce zdroje tepla soustavy CZT města AB a oblasti „C“ je vyhodnocen pro srovnávací základnu, která odpovídá soustavě CZT se stávajícím zdrojem tepla B, s nově vybudovaným zdrojem Bn (v oblasti „B“) a odpojením stávajícího zdroje R. Poptávka po teple soustavy CZT odpovídá současnému stavu v oblastech Oblast „A“ a Oblast „C“ a předpokládané poptávce po teple po realizaci projektu „Modernizace topných rozvodů oblasti „B“.

Schéma soustavy CZT města AB a schémata oblastí „B“, resp. „C“ jsou zobrazeny v následující kapitole.

4.1.2 Situace

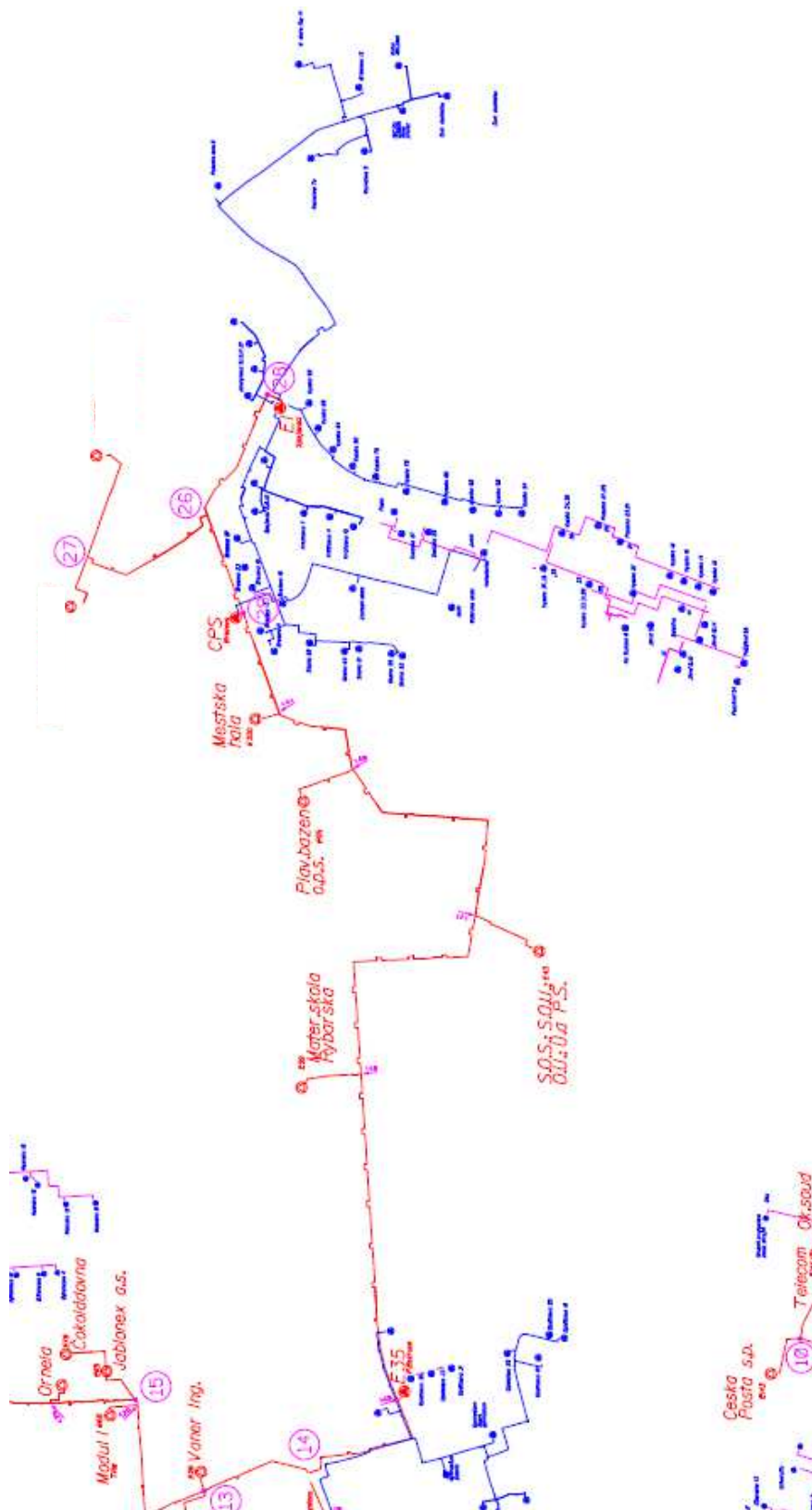
Celková situace primárních (parních) rozvodů CZT města AB



Celková situace primárních rozvodů CZT - oblast „B“



Celková situace primárních a sekundárních rozvodů CZT oblast „C“



4.1.3 Provozní režim

Provoz systému CZT je nepřetržitý.

4.2 Energetické vstupy a výstupy

4.2.1 Primární energetické zdroje

Bilance primárních energetických zdrojů je zpracována v tabulce na následující straně.

Projekt „Rekonstrukce zdroje tepla soustavy CZT města AB a oblasti „B“ je vyhodnocen pro srovnávací základnu, která odpovídá soustavě CZT města AB se zdroji tepla „B“ a „R“. Bilance primárních energetických zdrojů odpovídá výše uvedené srovnávací základně.

Roční souhrn zdrojové části energetické bilance - vstupy paliv a energie do hodnoceného systému

Identifikační údaje:
Stav: Výchozí

Forma energie	Koeficient přepočtu GJ/t, GJ/tis.m ³ GJ/MWh	Vstupy paliv a energie			Prodej energie			Vlastní spotřeba energie		
		Množství t, tis.m ³ , GJ, MWh	Energet.obsah GJ/t	Náklady tis. Kč	Množství t, tis.m ³ , GJ, MWh	Energet.obsah GJ/t	Výnosy tis.Kč	Množství t, tis.m ³ , GJ, MWh	Energet.obsah GJ/t	Náklady tis. Kč
Tuhá paliva										
Hnědé uhlí	17,60	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Černé uhlí	24,00	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Koks	26,50	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Dřevo	13,00	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Ostatní tuhá paliva	-	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Celkem	-	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Kapalná paliva										
LTO	42,30	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
TTO	40,00	19 051,0	762 039,1	173 744,9			0,0	0,0	19 051,0	762 039,1
Nafta	42,00	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Ostatní kapalná paliva	-	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Celkem	-	19 051,0	762 039,1	173 744,9			0,0	0,0	19 051,0	762 039,1
Plynná paliva										
Zemní plyn	34,15	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Propan-butan	46,00	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Ostatní plynná paliva	-	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Celkem	-	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Obnovitelné zdroje energie	-	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Teplo z exoterm. procesu	-	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
El.en.vyrobená z obnov.zdrojů	3,60	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
PEZ celkem	-	-	762 039,1	173 744,9			0,0	0,0	-	762 039,1
Teplo nakupované	1,00	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Elektrina nakupovaná	3,60	3 527,0	12 697,3	10 092,7			0,0	0,0	3 527,0	12 697,3
Ostatní nakupovaná energie	-	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Celkem	-	-	774 736,4	183 837,6			0,0	0,0	-	774 736,4

4.2.2 Vliv stávajícího energetického systému na životní prostředí

V soustavě CZT města AB v současné době pracují tyto zdroje znečišťování ovzduší:

Lokalita	Označení zdroje	Instalovaný výkon (MWt)	Druh paliva
Výtopna „B“	K1	32,5	ZP,TTO
Výtopna „B“	K2	32,5	ZP,TTO
Výtopna „R“	K2	15,0	TTO
Výtopna „R“	K3	15,0	TTO
Výtopna „R“	K4	15,0	ZP,TTO
Výtopna „R“	K5	32,0	ZP,TTO
Zdroj Bn (plánovaný zdroj)	Kotel K1	7,0	ZP
Zdroj Bn (plánovaný zdroj)	Kotel K2	7,0	ZP
Zdroj Bn (plánovaný zdroj)	Kogenerační jednotka KJ1	2,2	ZP

Provozovatel registruje, v souladu s požadavky zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší, hodnoty emisí těchto znečišťujících látek: **TZL, SO₂, NO_x, CO.**

Při vyhodnocení stávajícího stavu byla produkce emisí odvozena takto:

- teplo v palivu bylo odvozeno ze spotřeby v roce 2009 po přepočtu dodávky tepla na průměrné klimatické podmínky,
- emisní koeficienty byly stanoveny jako **průměr ze skutečného množství emisí produkovaných a naměřených** emisní koeficient na CO₂ byl stanoven z **hodnot podle vyhlášky č. 480/2012 Sb.,**
- **vliv spotřebované, resp. vyrobené či nevyrobené elektrické energie** byl kvantifikován na bázi emisních koeficientů dosahovaných při výrobě elektrické energie v uhelných elektrárnách na území ČR,

Použité emisní koeficienty	Druh znečišťující látky				
Palivo	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}
EL	15,70	331,44	370,31	113,22	325 000,00
TTO - výtopny B+R (průměr za období 2007 – 2009)	27,37	414,76	130,39	3,85	78 083,72
Výtopna B (průměr za období 2008 – 2010)	18,55	286,87	97,46	5,52	70 649,51
ZP1 (zdroj Bn - kotle)	0,58	0,01	96,49	7,89	55 555,56
ZP2 (zdroj Bn - kogenerační jednotky)	0,56	0,01	85,96	38,01	55 555,56

Celkové emise	Druh znečišťující látky				
Stav	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
Výchozí – 1. etapa	21 058,9	320 271,6	104 061,1	4 370,1	63 629 472,2
Výchozí – 2. etapa	7 793,8	116 043,6	63 947,7	4 702,6	41 310 620,7

4.3 Systém zásobování teplem

4.3.1 Popis stávajícího stavu

Zdroje tepla

1) Výtopna „B“

Výtopna „B“ tvoří samostatný areál realizovaný v 70. letech minulého století. Výtopna je osazena dvěma kotli o výkonu 50 t/h páry. Bližší technické parametry kotlů udává tabulka na následujících stranách. Spaliny z kotlů jsou odtažovány spalínovody do společného železobetonového komínu o výšce 162 m.

Tab.: Charakteristika výrobní základny

Ř. č.	Parametr	Měrná jednotka	Výrobní zařízení č.	
			K1	K2
1	Lokalizace	-	1.NP – Kotelna	1.NP – Kotelna
2	Druh zařízení	-	Parní kotel	Parní kotel
3	Typ zařízení	-	NOK 50	NOK 50
4	Výrobce	-	ČKD Dukla n.p., o. z. Tatra Kolín	ČKD Dukla n.p., o. z. Tatra Kolín
5	Rok výroby	-	1983	1983
6	Počet	ks	1	1
7	Jmenovitý výkon tepelný	MW _t	32,5	32,5
8	Jmenovitý výkon parní	t.h ⁻¹	50	50
9	Jmenovitý výkon elektrický	MW _e	-	-
10	Jmenovitá účinnost	%	91	91
11	Druh paliva	-	Zemní plyn, TTO	Zemní plyn, TTO
12	Hořák - jmenovitý výkon	MW	2x 18,55	2x 18,55
13	Druh vyráběného média	-	Pára	Pára
14	Parametry vyráběného média - teplota	°C	220	220
15	Parametry vyráběného média - tlak	MPa	1,2	1,2

2) Výtopna „R“

Hlavními technologickými jednotkami výtopny „R“ jsou kotle K2, K3, K4 a K5 o celkovém tepelném příkonu 77 MW. Výtopna sestává ze 4 středotlakých parních kotlů. Kotle K2, K3 a K4 jsou konstrukčně identické. Spaliny z kotlů jsou odtažovány spalínovým ventilátorem spalínovody do společného železobetonového komína o výšce 110 m. V současné době jsou kotle K2 až K3 ve studené záloze a nejsou uzpůsobeny spalovat plynné palivo.

Kotel K4 je osazen 2 kombinovanými hořáky a je provozován mimo topnou sezónu.

Kotel K5 je samonosný s přirozenou cirkulací, přetlakovým spalováním, sálavý, membránový se 4 kombinovanými hořáky. Spaliny z kotlů jsou odtažovány spalínovody do společného železobetonového komínu o výšce 110 m.

Tab.: Charakteristika výrobní základny

Ř. č.	Parametr	Měrná jednotka	Výrobní zařízení č.			
			K2	K3	K4	K5
1	Lokalizace	-	1.NP – Kotelna	1.NP – Kotelna	1.NP – Kotelna	1.NP – Kotelna
2	Druh zařízení	-	Parní kotel	Parní kotel	Parní kotel	Parní kotel
3	Typ zařízení	-				NOK 50
4	Výrobce	-	ČKD Dukla n.p., o. z. Tatra Kolín	ČKD Dukla n.p., o. z. Tatra Kolín	ČKD Dukla n.p., o. z. Tatra Kolín	ČKD Dukla n.p., o. z. Tatra Kolín
5	Rok výroby	-	1970	1973	1973	1986
6	Počet	ks	1	1	1	1
7	Jmenovitý výkon tepelný	MW _t	15	15	15	32
8	Jmenovitý výkon parní	t.h ⁻¹	25	25	25	50
9	Jmenovitý výkon elektrický	MW _e	-	-	-	-
10	Jmenovitá účinnost	%				91
11	Druh paliva	-	TTO	TTO	Zemní plyn, TTO	Zemní plyn, TTO
13	Druh vyráběného média	-	Pára	Pára	Pára	Pára
14	Parametry vyráběného média - teplota	°C	220	220	220	220
15	Parametry vyráběného média - tlak	MPa	1,2	1,2	1,2	1,2

Distribuční systém

1) město AB - celek

Do soustavy CZT města AB je z výtopen B a R dodáváno teplo v páře 1,1 MPa, 220°C). Dimenze výstupních rozvodů tepla ze zdrojů jsou DN500/DN200 (výtopna B) a DN300/DN150 (výtopna R).

Celková délka primárního (parního) distribučního systému je 15,4 km, resp. sekundárního (teplovodního) distribučního systému je 23,63 km.

2) Oblast „B“

V části soustavy oblasti „B“ parní rozvody napojují celkem jedenáct výměňkových stanic pára – voda. Osm výměňkových stanic (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34) napojuje bytové domy a objekty vybavenosti prostřednictvím návazných čtyřtrubkových sekundárních rozvodů (vytápění /ÚT/ a teplá voda /TV/). Tři výměňkové stanice (E83, E93 a E96) zásobují jednotlivé odběratele. Dále rozvody v oblasti „B“ napojují odběratele, resp. výměňkové stanice E3, E80, E90, E98.

Délka trasy sekundární rozvodů tepla z výměňkových stanic E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34 je celkem 5876 m. Počáteční dimenze sekundárních rozvodů ÚT jsou DN 200 až DN 100, koncové dimenze sekundárních rozvodů ÚT jsou DN 125 až DN 65. Přesné délky jednotlivých úseků sekundárních rozvodů ÚT a dimenze sekundárních rozvodů TV zadavatel nedoložil.

Poznámka:

Po realizaci projektu „Modernizace topných rozvodů oblasti „B“ bude provedená rekonstrukce založená na těchto předpokladech:

V lokalitě bude vybudován nový zdroj tepla osazený dvěma parními kotli, kogenerační jednotkou a s centrální předávací stanicí pára-voda, která kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro objekty zásobované ze stávajících výměníkových stanic (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96). Stávajících jedenáct výměníkových stanic pára-voda bude rekonstruováno na výměníkové stanice voda-voda, které budou s centrální předávací stanicí pára-voda propojeny novým dvoutrubkovým horkovodním rozvodem tepla. Stávající čtyřtrubkový sekundární rozvod (vytápění /ÚT/ a teplá voda /TV/) bude zachován. Nový zdroj tepla bude prostřednictvím centrální předávací stanice a kogenerační jednotky zásobovat horkou vodou část soustavy CZT oblast „B“ a párou ostatní část soustavy CZT (v letním období samostatně a v zimním období společně se zdrojem tepla B). Zdroj tepla R bude trvale odstaven.

Trvale odstaven bude:

- parní rozvod ze zdroje R mezi body 16 a 17 a dále parní rozvod mezi body 13b, 17, 21 a E3.
- parní rozvod mezi bodem 17b a výměníkovými stanicemi (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96).
- parní rozvod mezi body 17, 17p a E90.

Dodávka tepla pro E3 a E90 bude nahrazena novými zdroji na zemní plyn v místech E3 a E90. Předpokládáno je odpojení odběratelů E80 a E98 a přechod na vlastní zdroje na zemní plyn. Technologie stávajících výměníkových stanic bude demontována, nadzemní části stávajícího parního rozvodu a šachet budou odstraněny.

3) Oblast „C“

V části soustavy CZT oblast „C“ parní rozvody zásobují celkem tři výměníkové stanice pára – voda, na které navazuje sekundární rozvod, který zásobuje přilehlou oblast. Jsou to VS:

- E35
- CPS
- E1

Dále je v oblasti celkem šest přímých odběratelů. Jsou to:

- MŠ
- SOŠ
- ZS
- MH
- Spolek 1
- ACC

Délka trasy sekundární rozvodů tepla z výměníkových stanic E35, CPS, E1 a E8 nebyla zadavatelem sdělena. Počáteční dimenze sekundárních rozvodů ÚT jsou DN 200 až DN 100, koncové dimenze sekundárních rozvodů ÚT jsou DN 125 až DN 65. Přesné délky jednotlivých úseků sekundárních rozvodů ÚT a dimenze sekundárních rozvodů TV zadavatel nedoložil.

4.3.2 Zhodnocení stávajícího stavu

Zdroje tepla

Výtopna R vzhledem ke svému stáří, technickému stavu a stávající poptávce po teple, již z provozního hlediska neodpovídá zdroji s odpovídající energetickou účinností a ekonomickou efektivností.

Výtopna B je v odpovídajícím technickém stavu a dosahovaná tepelná účinnost jednotlivých kotlů je vyšší než požadovaná hodnota stanovená vyhláškou.

V důsledku snížení poptávky po tepla v případě realizace nového zdroje pro oblast „B“ a odpojení části systému CZT oblast „B“ je třeba v další fázi optimalizovat velikost (disponibilní tepelný výkon) zdrojů CZT města AB. Tato optimalizace je předmětem navrhovaných opatření v tomto energetickém auditu.

Distribuční systém

Stav distribučního systému odpovídá stáří. Jedná se zejména o tloušťky izolací, které nejsou s ohledem na současné ceny paliv dostatečné. Parní rozvody tepla v části oblasti „C“ byly realizovány v letech 1972 až 1980. Nepatrná část rozvodů byla rekonstruována. Sekundární rozvody tepla byly převážně realizovány v letech 1974 až 1985 a dosud nebyly rekonstruovány. V následujících tabulkách jsou uvedeny dodávky tepla a tepelné ztráty pro celou soustavu CZT města AB a pro část soustavy CZT Oblast „C“. Údaje odpovídají naměřeným hodnotám. Tepelná ztráta sekundárních rozvodů TV mezi VS a zásobovaným objektem, byla odhadnuta na základě množství ohřívání vody a tepla pro ohřev a dohřev (předpokládán je podíl vně objektu 55 %).

1. etapa

Tab.: Soustava CZT města AB - spotřeby tepla v palivu, tepelné ztráty a dodávky tepla

Název položky	Jednotka	Rok		
		-3	-2	-1
Teplo v palivu	GJ/rok	823 352	811 208	769 589
Dodávka tepla do parovodů	GJ/rok	706 600	699 915	662 974
Dodávka tepla primárním odběratelům	GJ/rok	130 265	124 926	119 093
Dodávka tepla do výměňkových stanic (VS)	GJ/rok	495 365	463 140	446 556
Celkem dodávka primárním odběratelům a do VS	GJ/rok	625 630	588 066	565 649
Primární tepelné ztráty	GJ/rok	80 970	111 849	97 325
Podíl primárních tepelných ztrát na dodávce tepla do parovodů	%	11,5	16,0	14,7
Tepelné ztráty VS a sekundárních rozvodů ÚT	GJ/rok	82 545	66 699	63 065
Tepelné ztráty sekundárních rozvodů TV (odhad)	GJ/rok	15 400	15 844	15 650
Dodávka z VS na vstupu do objektů ÚT + TV (odhad)	GJ/rok	527 685	505 523	486 933
Podíl tepelných ztrát VS a sekundárních rozvodů ÚT a TV na dodávce tepla do VS	%	19,8	17,8	17,6

Tab.: Soustava CZT města AB - srovnávací základna (bez části soustavy CZT vyňaté z porovnání) - spotřeby tepla v palivu, tepelné ztráty a dodávky tepla

Název položky	Jednotka	Rok		
		-3	-2	-1
Teplo v palivu	GJ/rok	439 813	448 704	435 338
Dodávka tepla do parovodů	GJ/rok	377 447	387 144	375 028
Dodávka tepla primárním odběratelům	GJ/rok	65 004	58 216	58 383
Dodávka tepla do výměňkových stanic (VS)	GJ/rok	279 422	258 704	255 539
Celkem dodávka primárním odběratelům a do VS	GJ/rok	344 426	316 919	313 922
Primární tepelné ztráty	GJ/rok	33 021	70 225	61 106
Podíl primárních tepelných ztrát na dodávce tepla do parovodů	%	8,7	18,1	16,3
Tepelné ztráty VS a sekundárních rozvodů ÚT	GJ/rok	47 441	34 508	35 276
Tepelné ztráty sekundárních rozvodů TV (odhad)	GJ/rok	11 326	11 588	11 470
Dodávka z VS na vstupu do objektů ÚT + TV (odhad)	GJ/rok	285 659	270 823	267 175
Podíl tepelných ztrát VS a sekundárních rozvodů ÚT a TV na dodávce tepla do VS	%	21,0	17,8	18,3

Tab.: Soustava CZT města AB - část soustavy CZT - oblast „B“ (obsaženo ve srovnávací základně) - spotřeby tepla v palivu, tepelné ztráty a dodávky tepla

Název položky	Jednotka	Rok		
		-3	-2	-1
Teplo v palivu	GJ/rok	216 985	215 701	208 917
Dodávka tepla do parovodů	GJ/rok	186 217	186 108	179 975
Dodávka tepla primárním odběratelům	GJ/rok	7 003	6 518	4 910
Dodávka tepla do výměníkůvých stanic (VS)	GJ/rok	169 547	159 032	157 176
Celkem dodávka primárním odběratelům a do VS	GJ/rok	176 550	165 550	162 086
Primární tepelné ztráty	GJ/rok	9 667	20 558	17 889
Podíl primárních tepelných ztrát na dodávce tepla do parovodů	%	5,2	11,0	9,9
Tepelné ztráty VS a sekundárních rozvodů ÚT	GJ/rok	24 565	21 305	22 505
Tepelné ztráty sekundárních rozvodů TV (odhad)	GJ/rok	10 031	9 965	9 855
Dodávka z VS na vstupu do objektů ÚT + TV (odhad)	GJ/rok	141 953	134 280	129 726
Podíl tepelných ztrát VS a sekundárních rozvodů ÚT a TV na dodávce tepla do VS	%	20,4	19,7	20,6

2. etapa

Tab.: Soustava CZT města AB - spotřeby tepla v palivu, tepelné ztráty a dodávky tepla

Název položky	Jednotka	Rok		
		-3	-2	-1
Teplo v palivu	GJ/rok	811 208	769 589	824 126
Dodávka tepla do parovodů	GJ/rok	699 915	662 974	705 370
Dodávka tepla primárním odběratelům	GJ/rok	124 926	119 093	128 016
Dodávka tepla do výměníkůvých stanic (VS)	GJ/rok	463 140	446 556	482 498
Celkem dodávka primárním odběratelům a do VS	GJ/rok	588 066	565 649	610 514
Primární tepelné ztráty	GJ/rok	111 849	97 325	94 856
Podíl primárních tepelných ztrát na dodávce tepla do parovodů	%	16,0	14,7	13,4
Tepelné ztráty VS a sekundárních rozvodů ÚT	GJ/rok	66 699	63 065	73 621
Tepelné ztráty sekundárních rozvodů TV (odhad)	GJ/rok	15 844	15 650	15 167
Dodávka z VS na vstupu do objektů ÚT + TV (odhad)	GJ/rok	505 523	486 933	521 726
Podíl tepelných ztrát VS a sekundárních rozvodů ÚT a TV na dodávce tepla do VS	%	17,8	17,6	18,4

Tab.: Soustava CZT - část soustavy CZT oblast „C“ - spotřeby tepla v palivu, tepelné ztráty a dodávky tepla

Název položky	Jednotka	Rok		
		-3	-2	-1
Teplo v palivu	GJ/rok	197 643	174 841	168 991
Dodávka tepla do parovodů	GJ/rok	170 528	150 619	144 640
Dodávka tepla primárním odběratelům	GJ/rok	54 171	47 786	40 574
Dodávka tepla do výměňkových stanic (VS)	GJ/rok	91 827	81 489	83 263
Celkem dodávka primárním odběratelům a do VS	GJ/rok	145 999	129 275	123 837
Primární tepelné ztráty	GJ/rok	24 529	21 344	20 802
Podíl primárních tepelných ztrát na dodávce tepla do parovodů	%	14,4	14,2	14,4
Tepelné ztráty VS a sekundárních rozvodů ÚT	GJ/rok	18 057	13 585	12 521
Tepelné ztráty sekundárních rozvodů TV (odhad)	GJ/rok	5 249	6 156	5 328
Dodávka z VS na vstupu do objektů ÚT + TV (odhad)	GJ/rok	122 692	109 534	105 988
Podíl tepelných ztrát VS a sekundárních rozvodů ÚT a TV na dodávce tepla do VS	%	25,4	24,2	21,4

4.3.3 Návrh na opatření

Návrh opatření vycházel z následujících cílů:

- 1) Oddělit od stávající soustavy CZT nejvzdálenější oblasti a tak eliminovat část tepelných ztrát při přenosu.
- 2) V “nově” vzniklých oblastech navrhnout zdroje tepla na bázi kombinované výroby elektřiny a tepla doplněné o standardní zdroje tepla.
- 3) Posoudit variantně zdroje KVET jak z hlediska velikosti výkonu, tak z hlediska délky provozu.
- 4) Posoudit variantně možnosti způsobu rozvodu tepla.
- 5) Navrhnout opatření na stávajících zdrojích tepla z ohledem na změnu poptávky po teple.
- 6) Projekt realizovat v etapách.

1. etapa

Opatření T01 – Rekonstrukce oblasti „B“

Cíl

Cílem je snížení tepelných ztrát primárního rozvodu v hodnocené oblasti a posouzení možnosti vybudování nového kombinovaného zdroje tepla „Bn“ pro oblast „B“.

Popis opatření

Návrh opatření T01 je řešen ve čtyřech variantách:

Varianta 1 (Opatření T01.1)

Ve stávající výměníkové stanici E33 bude vybudována centrální předávací stanice pára-voda, která kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro objekty zásobované ze stávajících výměníkových stanic (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96). V objektech budou instalovány objektové předávací stanice voda-voda, které budou s centrální předávací stanicí pára-voda propojeny novým dvoutrubkovým horkovodním rozvodem tepla.

Trvale odstaven bude:

- parní rozvod mezi bodem 17b a výměníkovými stanicemi (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96).
- parní rozvod mezi body 17, 17p a E90.

Dodávka tepla pro E90 bude nahrazena novým zdrojem na zemní plyn v místě E90. Předpokládáno je odpojení odběratelů E80 a E98 a přechod na vlastní zdroje na zemní plyn. Technologie stávajících výměníkových stanic bude demontována, nadzemní části odstaveného stávajícího parního rozvodu a šachet budou odstraněny.

Varianta 2 (Opatření T01.2)

Ve stávající výměníkové stanici E33 bude vybudována centrální předávací stanice pára-voda, která kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro objekty zásobované ze stávajících výměníkových stanic (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96). Stávajících jedenáct výměníkových stanic pára-voda bude rekonstruováno na výměníkové stanice voda-voda, které budou s centrální předávací stanicí pára-voda propojeny novým dvoutrubkovým horkovodním rozvodem tepla. Stávající čtyřtrubkový sekundární rozvod (vytápění /ÚT/ a teplá voda /TV/) bude zachován.

Trvale odstaven bude:

- parní rozvod mezi bodem 17b a výměníkovými stanicemi (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96).
- parní rozvod mezi body 17, 17p a E90.

Dodávka tepla pro E90 bude nahrazena novým zdrojem na zemní plyn v místě E90. Předpokládáno je odpojení odběratelů E80 a E98 a přechod na vlastní zdroje na zemní plyn. Nadzemní části odstaveného stávajícího parního rozvodu a šachet budou odstraněny.

Varianta 3 (Opatření T01.3)

V areálu společnosti Spolek C bude vybudován nový zdroj tepla osazený dvěma parními kotli, kogenerační jednotkou a s centrální předávací stanicí pára-voda, která kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro objekty zásobované ze stávajících výměníkových stanic (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96). V objektech budou instalovány objektové předávací stanice voda-voda, které budou s centrální předávací stanicí pára-voda propojeny novým dvoutrubkovým horkovodním rozvodem tepla. Nový zdroj tepla bude prostřednictvím centrální předávací stanice a kogenerační jednotky zásobovat horkou vodou část soustavy CZT oblast „B“ a párou ostatní část soustavy CZT (v letním období samostatně a v zimním období společně se zdrojem tepla B). Zdroj tepla R bude trvale odstaven.

Trvale odstaven bude:

- parní rozvod ze zdroje R mezi body 16 a 17 a dále parní rozvod mezi body 13b, 17, 21 a E3
- parní rozvod mezi bodem 17b a výměníkovými stanicemi (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96).
- parní rozvod mezi body 17, 17p a E90.

Dodávka tepla pro E3 a E90 bude nahrazena novými zdroji na zemní plyn v místech E3 a E90. Předpokládáno je odpojení odběratelů E80 a E98 a přechod na vlastní zdroje na zemní plyn. Technologie stávajících výměníkových stanic bude demontována, nadzemní části stávajícího parního rozvodu a šachet budou odstraněny.

Varianta 4 (Opatření T01.4)

V areálu společnosti Spolek C bude vybudován nový zdroj tepla osazený dvěma parními kotli, kogenerační jednotkou a s centrální předávací stanicí pára-voda, která kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro objekty zásobované ze stávajících výměňkových stanic (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96). Stávajících jedenáct výměňkových stanic pára-voda bude rekonstruováno na výměňkové stanice voda-voda, které budou s centrální předávací stanicí pára-voda propojeny novým dvoutrubkovým horkovodním rozvodem tepla. Stávající čtyřtrubkový sekundární rozvod (vytápění /ÚT/ a teplá voda /TV/) bude zachován. Nový zdroj tepla bude prostřednictvím centrální předávací stanice a kogenerační jednotky zásobovat horkou vodou část soustavy CZT oblast „B“ a párou ostatní část soustavy CZT (v letním období samostatně a v zimním období společně se zdrojem tepla B). Zdroj tepla R bude trvale odstaven.

Trvale odstaven bude:

- parní rozvod ze zdroje R mezi body 16 a 17 a dále parní rozvod mezi body 13b, 17, 21 a E3.
- parní rozvod mezi bodem 17b a výměňkovými stanicemi (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96).
- parní rozvod mezi body 17, 17p a E90.

Dodávka tepla pro E3 a E90 bude nahrazena novými zdroji na zemní plyn v místech E3 a E90. Předpokládáno je odpojení odběratelů E80 a E98 a přechod na vlastní zdroje na zemní plyn. Technologie stávajících výměňkových stanic bude demontována, nadzemní části stávajícího parního rozvodu a šachet budou odstraněny.

Na základě zpřesněných údajů o investiční náročnosti jednotlivých navrhovaných variant a na základě nově provedené předběžné optimalizace byly pro další zpracování vybrány Opatření T01.3 a T01.4 (varianta 3 a 4).

Opatření T01.3

Cíl

Cílem je snížení tepelných ztrát a zvýšení energetické účinnosti systému zásobování teplem oblasti „B“.

Popis opatření:

V areálu společnosti Spolek C bude vybudován nový zdroj tepla osazený dvěma parními kotli, kogenerační jednotkou a s centrální předávací stanicí pára-voda, která kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro objekty zásobované ze stávajících výměňkových stanic (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96). V objektech budou instalovány objektové předávací stanice voda-voda, které budou s centrální předávací stanicí pára-voda propojeny novým dvoutrubkovým horkovodním rozvodem tepla. Nový zdroj tepla bude prostřednictvím centrální předávací stanice a kogenerační jednotky zásobovat horkou vodou část soustavy CZT Oblast „B“ a párou ostatní část soustavy CZT (v letním období samostatně a v zimním období společně se zdrojem tepla B). Zdroj tepla R bude trvale odstaven.

Trvale odstaven bude:

- parní rozvod ze zdroje R mezi body 16 a 17 a dále parní rozvod mezi body 13b, 17, 21 a E3.
- parní rozvod mezi bodem 17b a výměňkovými stanicemi (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96).
- parní rozvod mezi body 17, 17p a E90.

Dodávka tepla pro E3 a E90 bude nahrazena novými zdroji na zemní plyn v místech E3 a E90. Předpokládáno je odpojení odběratelů E80 a E98 a přechod na vlastní zdroje na zemní plyn. Technologie stávajících výměňkových stanic bude demontována, nadzemní části stávajícího parního rozvodu a šachet budou odstraněny. Úspora nákladů je určena jako rozdíl stavů před a po realizaci varianty 3. Trvalá odstávka zdroje tepla R je zahrnuta úsporou provozních nákladů ve výši 2000 tis. Kč/rok.

Situační schéma



Opatření T01.3 – základní energetické a ekonomické údaje

Úspora tepelných ztrát	GJ/rok	53 151,5
z toho - primární parní rozvod tepla (stávající)	GJ/rok	34 155,4
- výměníkové stanice pára - voda (stávající)	GJ/rok	13 112,6
- sekundární rozvod tepla (stávající)	GJ/rok	19 247,5
- primární horkovodní rozvod tepla (nový)	GJ/rok	-11 364,0
- výměníková stanice pára - voda a výměníkové stanice voda - voda (nové)	GJ/rok	-2 000,0
- sekundární rozvod tepla (nový)	GJ/rok	0,0
Úspora tepla v palivu (zemní plyn)	GJ/rok	40 170,6
z toho - úspora tepla v palivu (zemní plyn)	GJ/rok	71 706,6
z toho - úspora tepla v palivu vlivem úspory tepelných ztrát (zemní plyn)	GJ/rok	61 093,7
- úspora tepla v palivu zvýšením účinnosti zdrojů tepla (zemní plyn)	GJ/rok	10 612,9
- zvýšení spotřeby tepla v palivu (výroba el. energie, zemní plyn)	GJ/rok	-31 536,0
Úspora el. energie	MWh/rok	7 981,0
v tom - úspora el. energie ve zdrojích tepla	MWh/rok	96,97
Úspora el. energie	GJ/rok	28 731,5
v tom - úspora el. energie ve zdrojích tepla	GJ/rok	349,1
Výroba el. energie (provoz 12 hod./den)	MWh/rok	7 884,0
Výroba el. energie (provoz 12 hod./den)	GJ/rok	28 382,4
Úspora tepla v palivu (zemní plyn) + úspora el. energie	GJ/rok	68 902,0
Investiční náklady zdroj tepla CZT s kogenerací	tis. Kč	105 946
Investiční náklady zdroj tepla SBD	tis. Kč	13 054
Investiční náklady na primární rozvod tepla	tis. Kč	66 162
Investiční náklady HPS, OPS	tis. Kč	83 532
Investiční náklady celkem	tis. Kč	268 694
Úspora nákladů	tis. Kč/rok	23 746,7
v tom - úspora nákladů na zemní plyn	tis. Kč/rok	9 158,9
- úspora nákladů na el. energii ve zdrojích tepla	tis. Kč/rok	238,9
- náklady na údržbu kogeneračních jednotek	tis. Kč/rok	-3 153,6
- prodej elektrické energie	tis. Kč/rok	17 502,5
- náklady na údržbu stávajících sekundárních rozvodů tepla	tis. Kč/rok	0,0

Nároky a účinky

Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
		Jednotka	Množství	Náklady	
-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
T01.3	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 3 - CVS, 2TR, OPS - teplo	GJ.r ⁻¹	40 170,6	6 244,2	70 653,1
T01.3	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 3 - CVS, 2TR, OPS - elektro	MWh.r ⁻¹	7 981,0	17 502,5	198 040,6

Opatření T01.4

Cíl

Cílem je snížení tepelných ztrát a zvýšení energetické účinnosti systému zásobování teplem oblasti „B“.

Popis varianty:

V areálu společnosti Spolek C bude vybudován nový zdroj tepla osazený dvěma parními kotli, kogenerační jednotkou a s centrální předávací stanicí pára-voda, která kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro objekty zásobované ze stávajících výměňkových stanic (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96). Stávajících jedenáct výměňkových stanic pára-voda bude rekonstruováno na výměňkové stanice voda-voda, které budou s centrální předávací stanicí pára-voda propojeny novým dvourubkovým horkovodním rozvodem tepla. Stávající čtyřtrubkový sekundární rozvod (vytápění /ÚT/ a teplá voda /TV/) bude zachován. Nový zdroj tepla bude prostřednictvím centrální předávací stanice a kogenerační jednotky zásobovat horkou vodou část soustavy CZT oblast „B“ a párou ostatní část soustavy CZT (v letním období samostatně a v zimním období společně se zdrojem tepla B). Zdroj tepla R bude trvale odstaven.

Trvale odstaven bude:

- parní rozvod ze zdroje R mezi body 16 a 17 a dále parní rozvod mezi body 13b, 17, 21 a E3.
- parní rozvod mezi bodem 17b a výměňkovými stanicemi (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96).
- parní rozvod mezi body 17, 17p a E90.

Dodávka tepla pro E3 a E90 bude nahrazena novými zdroji na zemní plyn v místech E3 a E90. Předpokládáno je odpojení odběratelů E80 a E98 a přechod na vlastní zdroje na zemní plyn. Technologie stávajících výměňkových stanic bude demontována, nadzemní části stávajícího parního rozvodu a šachet budou odstraněny.

Úspora nákladů je určena jako rozdíl stavů před a po realizaci varianty 4. Trvalá odstávka zdroje tepla R je zahrnuta úsporou provozních nákladů ve výši 2000 tis. Kč/rok.

Situační schéma



Opatření T01.4 – základní údaje

Úspora tepelných ztrát	GJ/rok	39 128,0
z toho - primární parní rozvod tepla (stávající)	GJ/rok	34 155,4
- výměňkové stanice pára - voda (stávající)	GJ/rok	13 112,6
- sekundární rozvod tepla (stávající)	GJ/rok	0,0
- primární horkovodní rozvod tepla (nový)	GJ/rok	-6 530,0
- výměňková stanice pára - voda a výměňkové stanice voda - voda (nové)	GJ/rok	-1 610,0
- sekundární rozvod tepla (nový)	GJ/rok	0,0
Úspora tepla v palivu (zemní plyn)	GJ/rok	24 051,6
z toho - úspora tepla v palivu (zemní plyn)	GJ/rok	55 587,6
z toho - úspora tepla v palivu vlivem úspory tepelných ztrát (zemní plyn)	GJ/rok	44 974,7
- úspora tepla v palivu zvýšením účinnosti zdrojů tepla (zemní plyn)	GJ/rok	10 612,9
- zvýšení spotřeby tepla v palivu (výroba el. energie, zemní plyn)	GJ/rok	-31 536,0
Úspora el. energie	MWh/rok	7 942,1
v tom - úspora el. energie ve zdrojích tepla	MWh/rok	58,06
Úspora el. energie	GJ/rok	28 591,4
v tom - úspora el. energie ve zdrojích tepla	GJ/rok	209,0
Výroba el. energie (provoz 12 hod./den)	MWh/rok	7 884,0
Výroba el. energie (provoz 12 hod./den)	GJ/rok	28 382,4
Úspora tepla v palivu (zemní plyn) + úspora el. energie	GJ/rok	52 643,0
Investiční náklady zdroj tepla CZT s kogenerací	tis. Kč	105 946
Investiční náklady zdroj tepla SBD	tis. Kč	13 054
Investiční náklady na primární rozvod tepla	tis. Kč	44 450
Investiční náklady HPS, OPS	tis. Kč	17 960
Investiční náklady celkem	tis. Kč	181 410
Úspora nákladů	tis. Kč/rok	17 975,7
v tom - úspora nákladů na zemní plyn	tis. Kč/rok	5 483,8
- úspora nákladů na el. energii ve zdrojích tepla	tis. Kč/rok	143,0
- náklady na údržbu kogeneračních jednotek	tis. Kč/rok	-3 153,6
- prodej elektrické energie	tis. Kč/rok	17 502,5
- náklady na údržbu stávajících sekundárních rozvodů tepla	tis. Kč/rok	-2 000,0

Nároky a účinky

Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
		Jednotka	Množství	Náklady	
-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
T01.4	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 4 - CVS, 2TR, VS, 4TR - teplo	GJ.r ⁻¹	24 051,60	473,2	4 775,5
T01.4	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 4 - CVS, 2TR, VS, 4TR - elektro	MWh.r ⁻¹	7 942,10	17 502,5	176 634,5

Opatření T02 – Rekonstrukce zdroje tepla soustavy CZT města AB

Cíl

Cílem je zvýšení efektivnosti výroby tepla na zdrojích tepla B, R ve vztahu ke změně poptávky po teple vlivem odpojení oblasti „B“.

Popis opatření

Návrh opatření vychází z následujících předpokladů:

- 1) Odpojení oblasti „B“ a vybudování nového kombinovaného zdroje „Bn“

Na základě dílčí optimalizace je doporučena realizace opatření T01.4 (viz předcházející část tohoto hodnocení) tj., že oblast CZT – oblast „B“ bude odpojena od celé soustavy CZT města AB a pro oblast CZT oblast „B“ bude vybudován nový kombinovaný zdroj tepla Bn.

- 2) Výroba tepla ve zdrojích

Poptávka po teple po odpojení soustavy CZT oblast „B“ ve výši cca 602 707,0 GJ bude zajištěna takto:

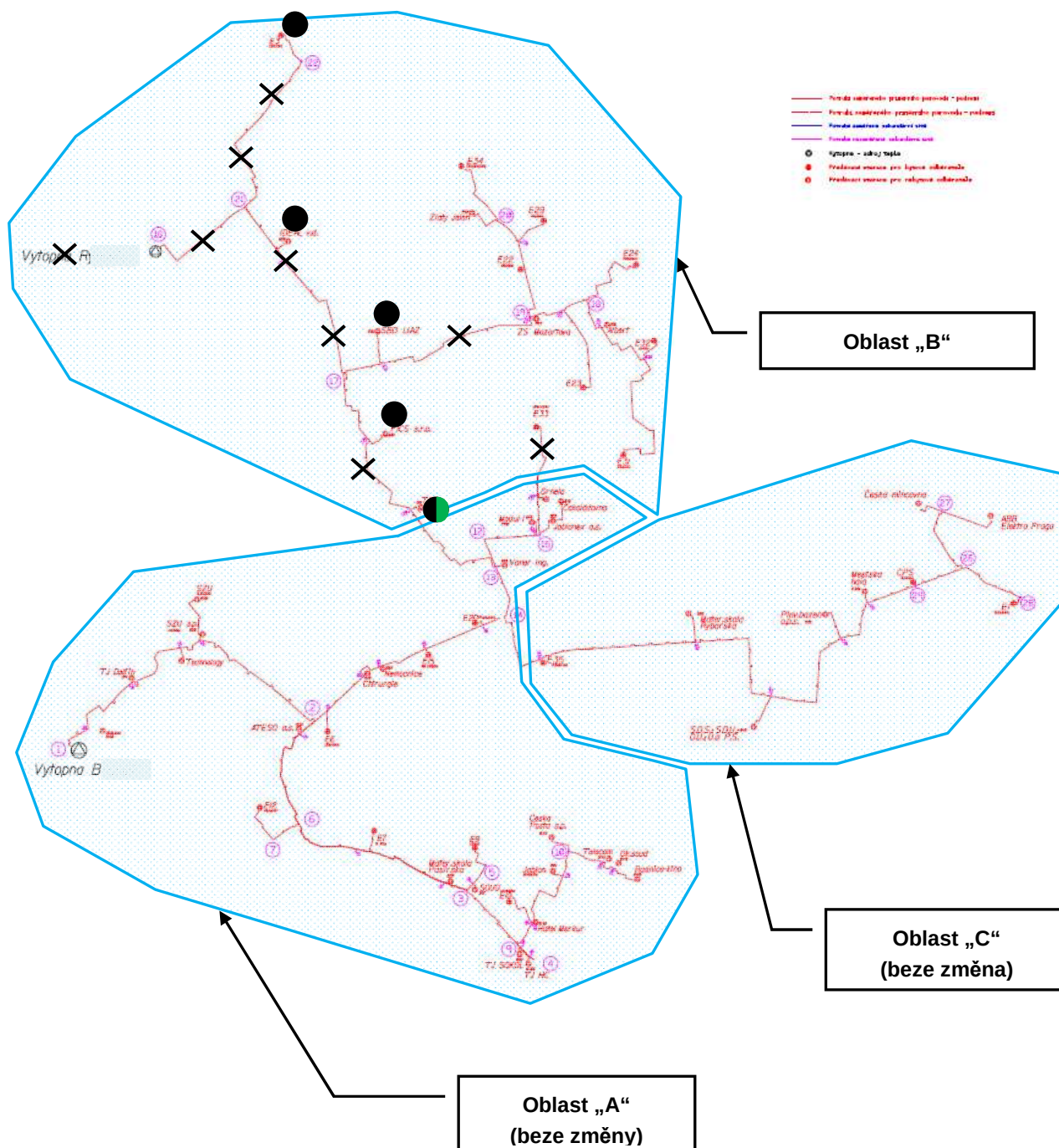
Výtopna R - kotle	0 GJ
Výtopna B - kotle	346 850 GJ
Zdroj „Bn“ – kotle	225 275 GJ
Zdroj „Bn“ – KJ	30 582 GJ

Situaci výchozího (předpokládaného) stavu zobrazuje následující schéma:

Schéma výchozího stavu

Legenda:

- - nový kombinovaný zdroj na ZP
- - nový zdroj na ZP
- ✕ - zrušeno



Návrh opatření na zdrojích tepla je řešen v těchto variantách:

- **Varianta 1 – Odstavení výtopny R (Opatření T02.1)**
- **Varianta 2 - Náhrada jednoho kotle ve výtopně B (Opatření T02.2)**

V následujícím textu je uveden popis hodnocených variant:

Opatření T02.1 - Odstavení výtopny R

Cíl

Snížení tepelných ztrát systému CZT a odstavení ekologicky nevhodného zdroje.

Popis opatření

V důsledku snížení poptávky po teple a po realizaci opatření T01.3 (oddělení systému CZT v oblasti „B“ od celého systému CZT města AB je stávající tepelný výkon zdrojů tepla soustavy CZT města AB vysoký. Opatření proto navrhuje kompletní odstavení výtopny R a doporučuje dále toto zařízení nevyužívat pro výrobu tepla v systému CZT města AB.

Realizací opatření dojde k úspoře provozních prostředků (náklady na údržbu a obsluhu) a zároveň ke snížení emisí z ekologicky nevhodného zdroje tepla.

Nároky a účinky

Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
		Jednotka	Množství	Náklady	
-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
T02.1	Odstavení výtopny R - teplo	GJ.r ⁻¹	0,0	2 000,0	0,0
T02.1	Odstavení výtopny R - elektro	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0

Pozn.: Úspora vlivem odstavení zdroje R je obsažena ve výpočtu tepla v palivu opatření T01.4 (29 310,4 GJ).

Opatření T02.2 – Náhrada kotle K2 novým kotlem

Cíl

Zvýšení účinnosti výroby tepla ve zdroji B.

Popis opatření

V důsledku snížení poptávky po teple (oddělení systému CZT v oblasti „B“ od celého systému CZT města AB se stávající zdroj tepla B stane významným článkem výrobního systému tepla v CZT města AB. Pro zvýšení energetické účinnosti zdroje proto navrhuje opatření náhradu kotle K2 novým kotlem o stejném tepelném výkonu tj. o parním výkonu 50 t/h. Energetická účinnost nového kotle je uvažována o 3.0 % vyšší než původního tj. 90,0 %.

Efekty opatření jsou zpracovány v následujících tabulkách.

Tab.: Energetická bilance opatření

Ř.č.	Parametr	Jednotka	Hodnota	
			Před realizací opatření	Po realizaci opatření
1	Výchozí potřeba tepla	GJ.r ⁻¹	346 849,7	346 849,7
2	z toho kotel nový	GJ.r ⁻¹		277 479,8
3	z toho kotel stávající	GJ.r ⁻¹	346 849,7	69 369,9
4	Tepelná účinnost zdroje na prahu - nový kotel	%	87,00	90,00
5	Tepelná účinnost zdroje na prahu - stávající	%	87,00	87,00
6	Spotřeba paliva - nový (zemní plyn)	GJ _p .r ⁻¹	0,00	308 310,84
7	Spotřeba paliva - stávající (zemní plyn)	GJ _p .r ⁻¹	398 677,82	79 735,56
8	Spotřeba paliva (zemní plyn)	GJ _p .r ⁻¹	398 677,8	388 046,4
9	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby paliva	GJ_p.r⁻¹	-	10 631,4
10	Spotřeba el. energie zdroje	MWh.r ⁻¹	957,8	932,3
11	Spotřeba el. energie zdroje	GJ.r ⁻¹	3 448,1	3 356,3
12	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby el. energie	MWh.r⁻¹	-	25,5
13	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby el. energie	GJ.r⁻¹	-	91,8
14	Celkem úspora (+), zvýšení (-) spotřeby energie	GJ.r⁻¹	-	10 723,2

Tab.: Nákladová bilance opatření

Ř.č.	Parametr	Jednotka	Hodnota	
			Před realizací opatření	Po realizaci opatření
1	Cena paliva – zemní plyn	Kč.GJ _p ⁻¹	228,000	228,000
2	Náklady na nákup paliva – zemní plyn	Tis.Kč	90 898,54	88 474,58
3	Úspora (+), zvýšení (-) nákladů na palivo	Tis.Kč	-	2 424,0
4	Cena el. energie	Kč.MWh ⁻¹	2 464,000	2 487,000
5	Náklady na nákup el. energie	Tis.Kč	2 360,02	2 297,09
6	Úspora (+), zvýšení (-) nákladů na nákup el. energie	Tis.Kč	-	62,93
7	Celkem úspora (+), zvýšení (-) nákladů na energii	Tis.Kč	0,00	2 486,89

Nároky a účinky

Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
		Jednotka	Množství	Náklady	
-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
T02.2	Náhrada kotle K2 novým kotlem - teplo	GJ.r ⁻¹	10 631,4	2 424,0	38 432,7
T02.2	Náhrada kotle K2 novým kotlem - elektro	GJ.r ⁻¹	25,5	62,9	997,3

2. etapa

Opatření T03 – Rekonstrukce oblasti „C“

Cíl

Cílem je snížení tepelných ztrát primárního rozvodu v hodnocené oblasti a posouzení možnosti vybudování nového kombinovaného zdroje tepla „Cn“ pro oblast „C“.

Popis opatření

Návrh opatření T03 je řešen ve dvou variantách (T03.1 a T03.2):

Opatření T03.1

V areálu společnosti Spolek D bude vybudován nový zdroj tepla osazený dvěma horkovodními kotli a kogenerační jednotkou, který kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro objekty zásobované ze stávajících výměňkových stanic (E1, CCM). Nový dvoutrubkový horkovodní rozvod tepla bude veden v trasách stávajícího parního rozvodu. V objektech a areálech (Spolek D, CCM, MH a PB) budou instalovány nové výměňkové stanice voda-voda. Stávající dvoutrubkový rozvod z CPS bude napojen na nový dvoutrubkový rozvod. Obdobně bude napojena větev náměstí. z VS E1, která je již dimenzovaná na parametry nového horkovodního rozvodu. VS E1 bude rekonstruována na VS voda-voda o kapacitě potřebné pro přípravu topné vody pro vytápění a přípravu teplé vody pro oblast tří větví z VS E4 (stávající teplovodní a čtyřtrubkový rozvod). Nový zdroj tepla bude prostřednictvím kotlů a kogenerační jednotky tedy zásobovat horkou vodou celou soustavu CZT oblast „C“ (kromě VS E35).

Nový zdroj tepla byl řešen ve třech stavech (velikosti KJ) a dvou provozních režimech KJ:

Stav:

A – bude instalována 1x KJ o parametrech 1560 kW_{el}/1713 kW_{tep} **(T03.1A)**

B – bude instalována 1x KJ o parametrech 2000 kW_{el}/2155 kW_{tep} **(T03.1B)**

C – budou instalovány 2x KJ o parametrech 1560 kW_{el}/1713 kW_{tep} **(T03.1C)**

Provozní režim KJ:

8 hodin **(T03.1A8, T03.1B8, T03.1C8)**

12 hodin **(T03.1A12, T03.1B12, T03.1C12)**

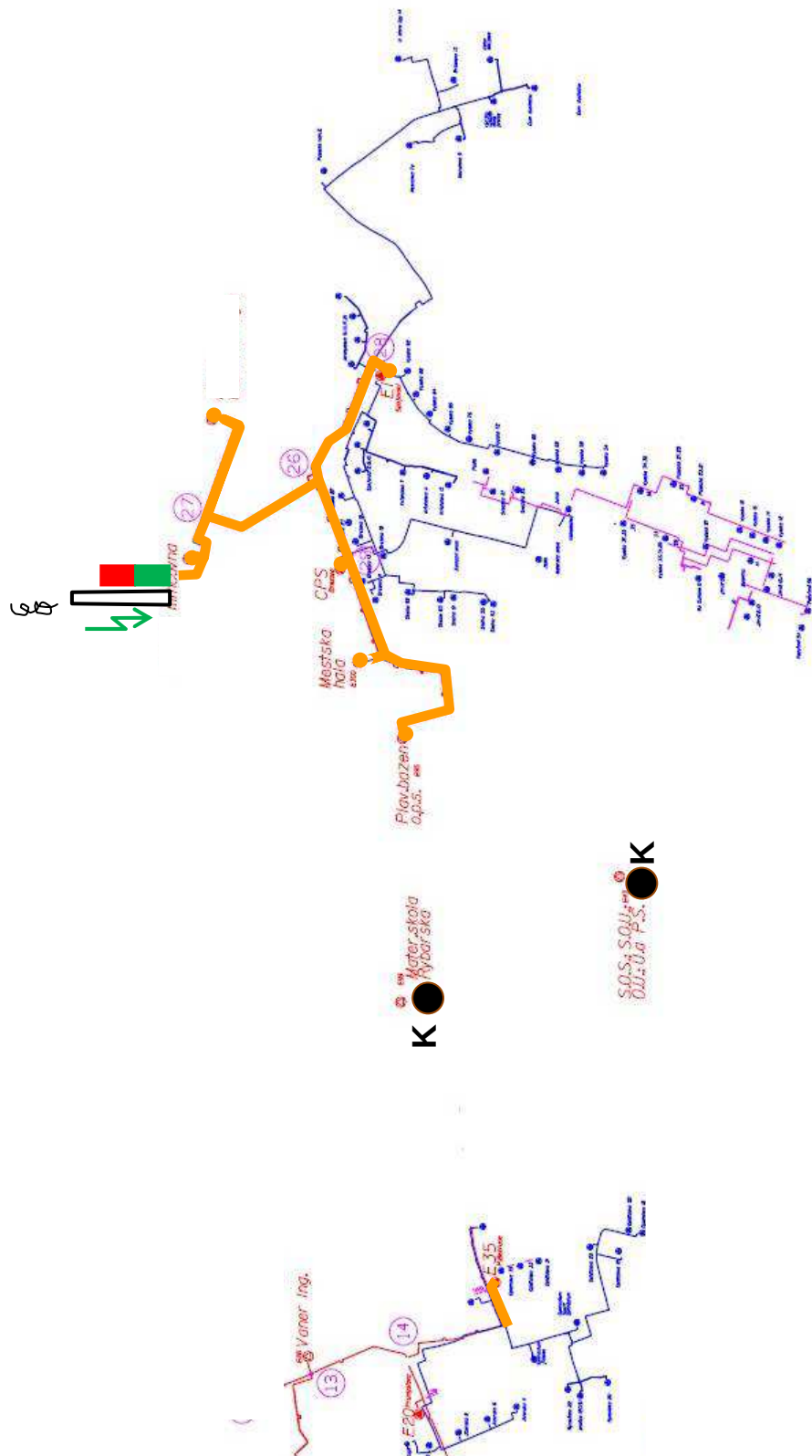
VS E35 bude zrušena a odběratelé z této stanice budou napojeni na rozvod z VS E20. Dodávka tepla do VS E99 VS E43 bude nahrazena novými zdroji na zemní plyn v místech VS E99 a VS E43.

Technologie stávajících výměňkových stanic bude demontována, nadzemní části stávajícího parního rozvodu a šachet budou odstraněny.

Legenda značek ke schématu varianty:

	Původní 2 trubkový rozvod
	Původní 4 trubkový rozvod
	Nový 2 trubkový rozvod - TV 130/70 °C
	OPS, VS - nová
	VS pára/voda - nová
	Zdroj tepla/el. energie - nový
	Zdroj tepla lokální na ZP - nový

Schéma opatření T03.1



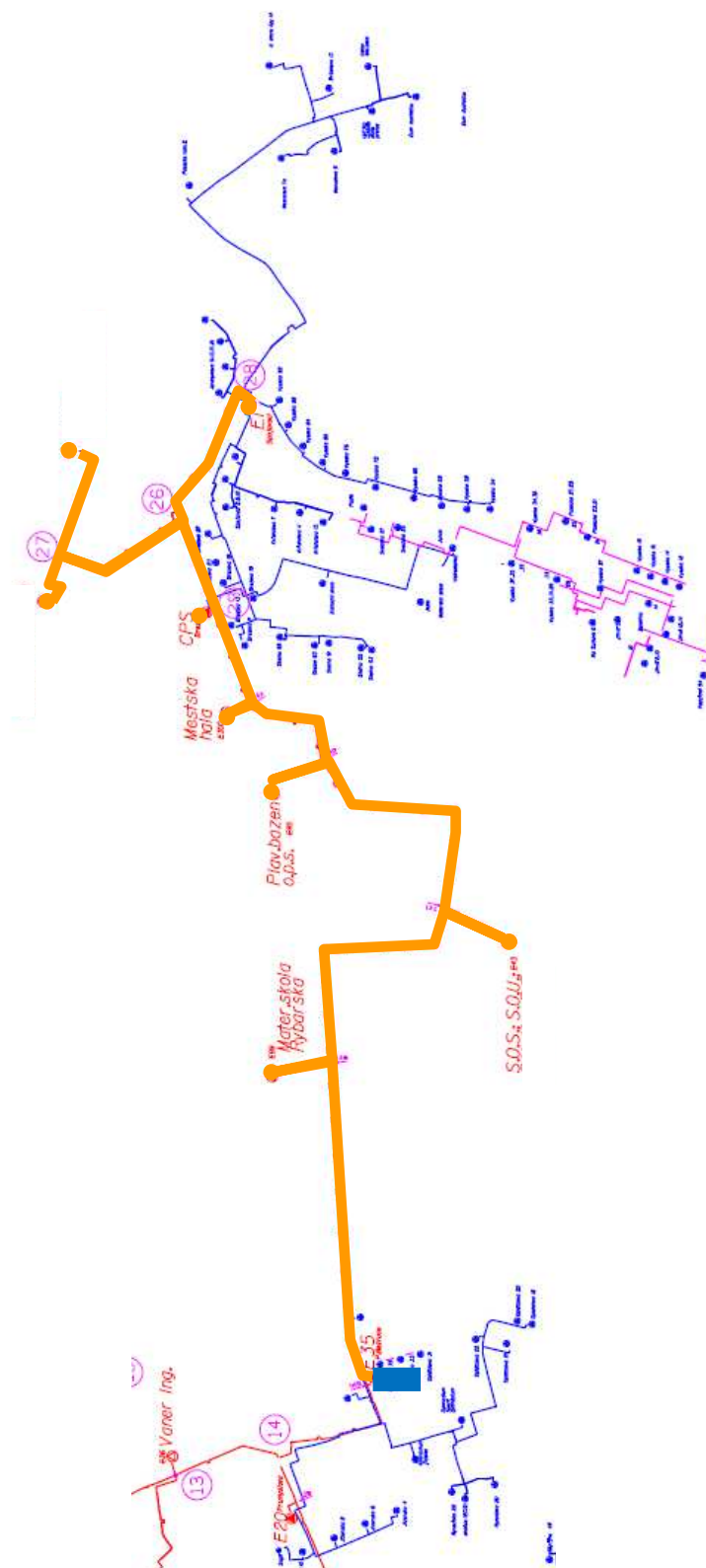
Opatření T03.2

Návrh předpokládá celkovou rekonstrukci stávající výměňkové stanici E35, ze které se stane centrální výměňková stanice pára-voda. Zrekonstruovaná VS kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro celou oblast CZT – oblast „C“ tj. stávajících výměňkových stanic (E35, E99, E43, E95, E300, Spolek D, CCM a E1). V objektech a areálech budou instalovány (objektové) předávací stanice voda-voda, které budou s centrální předávací stanicí pára-voda propojeny novým dvoutrubkovým horkovodním rozvodem tepla, který bude veden v trasách stávajícího parního rozvodu.

Legenda značek ke schématu varianty:

	Původní 2 trubkový rozvod
	Původní 4 trubkový rozvod
	Nový 2 trubkový rozvod - TV 130/70 °C
	OPS, VS - nová
	VS pára/voda - nová
	Zdroj tepla/el. energie - nový
	Zdroj tepla lokální na ZP - nový

Schéma opatření T03.2



Nároky a účinky

Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
		Jednotka	Množství	Náklady	
-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
T03.1A8	Oblast CZT Oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 8 hod	GJ.r ⁻¹	31 021,7	12 879,2	120 830,0
T03.1B8	Oblast CZT Oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kWel/2155 kWtep, provoz 8 hod	GJ.r ⁻¹	30 469,3	14 597,8	130 140,0
T03.1C8	Oblast CZT Oblast „C“ – nový zdroj, 2x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 8 hod	GJ.r ⁻¹	29 237,6	18 378,2	170 007,0
T03.1A12	Oblast CZT Oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 12 hod	GJ.r ⁻¹	30 033,8	13 587,2	120 830,0
T03.1B12	Oblast CZT Oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kWel/2155 kWtep, provoz 12 hod	GJ.r ⁻¹	29 332,2	15 213,8	130 140,0
T03.1C12	Oblast CZT Oblast „C“ – nový zdroj, 2x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 12 hod	GJ.r ⁻¹	27 851,8	18 592,0	170 007,0
T03.2	Oblast CZT Oblast „C“ – centrální VS	GJ.r ⁻¹	19 691,9	3 343,3	65 315,0

Opatření T04 – Rekonstrukce zdroje tepla soustavy CZT města AB

Cíl

Cílem je zvýšení efektivnosti výroby tepla na zdroji tepla B ve vztahu ke změně poptávky po teple vlivem odpojení oblasti „C“.

Popis opatření

Návrh opatření vychází z následujících předpokladů:

- 1) Odpojení oblasti „C“ a vybudování nového kombinovaného zdroje „Cn“

Na základě dílčí optimalizace je doporučena realizace opatření T03.1 tj., že oblast CZT – Oblast „C“ bude odpojena od celé soustavy CZT města AB a pro oblast CZT oblast „C“ bude vybudován nový kombinovaný zdroj tepla.

- 2) Realizace zdroje „Bn“ (řešeno v 1. etapě)

Nový zdroj bude mít maximální tepelný příkon, který nepřevýší hodnotu 20 MW a je situován do areálu společnosti Spolek C. Nový zdroj bude osazen dvěma kotli a jednou kogenerační jednotkou. Nový zdroj tepla bude prostřednictvím centrální předávací stanice a kogenerační jednotky zásobovat horkou vodou část soustavy CZT oblast „B“ a párou ostatní část soustavy CZT (v letním období samostatně a v zimním období společně se zdrojem tepla B). Zdroj tepla R bude trvale odstaven.

- 3) Rekonstrukce rozvodů tepla v oblasti CZT oblast „B“ (řešeno v 1. etapě).

Na nový zdroj „Bn“ budou napojeny výměníkové stanice rekonstruované na výměníkové stanice voda-voda. Jsou to výměníkové stanice E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, které napojují bytové domy a objekty vybavenosti prostřednictvím návazných čtyřtrubkových sekundárních rozvodů (vytápění /ÚT/ a teplá voda /TV/) a výměníkové stanice E83, E93 a E96 pro jednotlivé odběratele. Rekonstrukce sekundárních rozvodů tepla není předpokládána, rozvody budou pouze udržovány ve stávajícím stavu, tj. nedojde ke snížení tepelných ztrát sekundárních rozvodů tepla.

Trvale odstaven bude:

- parní rozvod ze zdroje R mezi body 16 a 17 a dále parní rozvod mezi body 13b, 17, 21 a E3.
- parní rozvod mezi bodem 17p a výměňikovými stanicemi (E22, E23, E24, E29, E31, E32, E33 a E34, E83, E93 a E96).
- parní rozvod mezi body 17, 17p a E90.

Dodávka tepla pro E3 a E90 bude nahrazena novými zdroji na zemní plyn v místech E3 a E90. Předpokládáno je odpojení odběratelů E80 a E98 a přechod na vlastní zdroje na zemní plyn.

4) Výroba tepla ve zdrojích

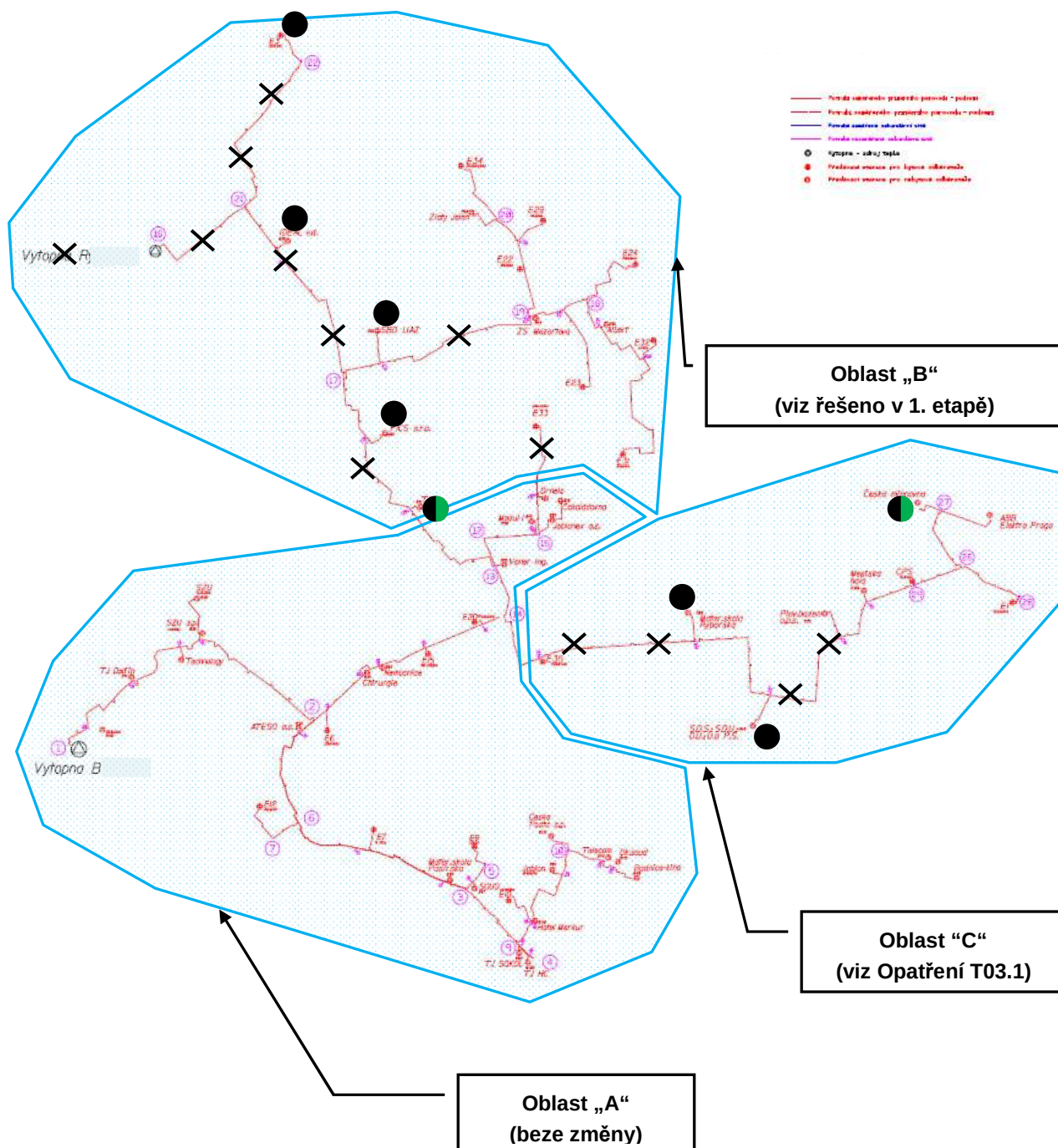
Poptávka po teple po odpojení soustavy CZT oblast „C“ ve výši cca 480 900 GJ bude zajištěna takto:

Výtopna B	- kotle	225 000 GJ
Zdroj Bn	- kotle	224 000 GJ
Zdroj Bn	- KJ	31 900 GJ

Situaci výchozího (předpokládaného) stavu zobrazuje následující schéma:

Legenda:

-  - nový kombinovaný zdroj na ZP
-  - nový zdroj na ZP
-  - zrušeno



Návrh opatření na zdroji tepla B je řešen v těchto variantách:

- **Varianta 1 - Výměna hořáků kotlů K1 a K2 (T04.1)**
- **Varianta 2 - Odstavení jednoho kotle a instalace nového kotle (T04.2)**
- **Varianta 3 - Výměna hořáků kotlů zdroje a instalace zařízení na výrobu elektřiny na bázi točivé redukce (T04.3)**
- **Varianta 4 - Odstavení jednoho kotle a instalace nového výrobního kombinovaného bloku s protitlakou turbínou (T04.4)**

V následujícím textu je uveden popis hodnocených variant:

Opatření T04.1 - Výměna hořáků kotlů K1 a K2

V důsledku snížení poptávky po teple a po realizaci opatření T03.1 (oddělení systému CZT v oblasti „B“ od celého systému CZT města AB) je stávající tepelný výkon zdroje tepla B vysoký.

Opatření proto navrhuje výkon kotlů K1 a K2 snížit ze stávajícího parního výkonu 50 t/h na parní výkon 35 t/h. Snížení tepelného výkonu kotle bude dosaženo výměnou stávajících hořáků za nové nízkoemisní odpovídajícího tepelného výkonu.

V důsledku realizace tohoto opatření dojde k mírnému zvýšení tepelné účinnosti zdroje (předpokládáme cca o 1,8 %, tj. stávající tepelná účinnost zdroje na prahu se zvýší z hodnoty 86,12% na hodnotu 87,92%).

Tab.: Energetická bilance opatření

Ř.č.	Parametr	Jednotka	Hodnota	
			Před realizací opatření	Po realizaci opatření
1	Výchozí potřeba tepla	GJ.r ⁻¹	225 000,0	225 000,0
2	Tepelná účinnost zdroje na prahu	%	86,12	87,92
3	Spotřeba paliva (zemní plyn)	GJ _p .r ⁻¹	261 263,4	255 914,5
4	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby paliva	GJ_p.r⁻¹	-	5 348,9
5	Spotřeba el. energie zdroje	MWh.r ⁻¹	540,1	529,0
6	Spotřeba el. energie zdroje	GJ.r ⁻¹	1 944,4	1 904,6
7	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby el. energie	MWh.r⁻¹	-	11,1
8	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby el. energie	GJ.r⁻¹	-	39,8
9	Celkem úspora (+), zvýšení (-) spotřeby energie	GJ.r⁻¹	-	5 388,7

Tab.: Nákladová bilance opatření

Ř.č.	Parametr	Jednotka	Hodnota	
			Před realizací opatření	Po realizaci opatření
1	Cena paliva – zemní plyn	Kč.GJ _p ⁻¹	199,675	199,675
2	Náklady na nákup paliva – zemní plyn	Tis.Kč	52 167,76	51 099,72
3	Úspora (+), zvýšení (-) nákladů na palivo	Tis.Kč	-	1 068,0
4	Cena el. energie	Kč.MWh ⁻¹	2 487,000	2 487,000
5	Náklady na nákup el. energie	Tis.Kč	1 343,23	1 315,73
6	Úspora (+), zvýšení (-) nákladů na nákup el. energie	Tis.Kč	-	27,50
7	Celkem úspora (+), zvýšení (-) nákladů na energii	Tis.Kč	0,00	1 095,54

Nároky a účinky

Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
		Jednotka	Množství	Náklady	
-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
T04.1	Výměna hořáků kotlů K1 a K2	GJ.r ⁻¹	5 388,7	1 095,5	5 400,0

Opatření T04.2 - Odstavení jednoho kotle a instalace nového kotle

V důsledku snížení poptávky po teple a po realizaci opatření T03.1 (oddělení systému CZT v oblasti „B“ od celého systému CZT města AB) je stávající tepelný výkon zdroje tepla B vysoký.

Opatření navrhuje výkon kotle K1 snížit ze stávajícího parního výkonu 50 t/h na parní výkon 35 t/h. Snížení tepelného výkonu kotle bude dosaženo úpravou stávajících hořáků (přenastavením trysek) a instalací recirkulace spalín.

Opatření dále navrhuje náhradu stávajícího kotle K2 o parním výkonu 50 t/h novým kotlem o parním výkonu 25 t/h se shodnými parametry vyráběné páry. Stávající kotel K2 by byl demontován a na jeho pozici by byl instalován nový kotel. Na nový kotel by byl instalován nízkoemisní hořák spalující zemní plyn.

V důsledku realizace snížení parního výkonu kotle K1 dojde k mírnému snížení tepelné účinnosti kotle K1 (předpokládáme cca o 1,0 %, tj. stávající tepelná účinnost kotle K1 na prahu se sníží z hodnoty 86,12% na hodnotu 85,12%). Tepelná účinnost nového kotle na prahu zdroje je uvažována 90,0 %.

Úpravou hořáků na K1 dojde ke snížení měrných emisí NO_x o 30 %.

Tab.: Energetická bilance opatření

Ř.č.	Parametr	Jednotka	Hodnota	
			Před realizací opatření	Po realizaci opatření
1	Výchozí potřeba tepla	GJ.r ⁻¹	225 000,0	225 000,0
1a	Výchozí potřeba tepla krytá kotlem K1	GJ.r ⁻¹	125 000,0	55 000,0
1b	Výchozí potřeba tepla krytá kotlem K2	GJ.r ⁻¹	100 000,0	0,0
1c	Výchozí potřeba tepla krytá kotlem K2 (nový)	GJ.r ⁻¹	0,0	170 000,0
2a	Tepelná účinnost kotle K1 na prahu	%	86,12	85,12
2b	Tepelná účinnost kotle K2 na prahu	%	86,12	85,12
2c	Tepelná účinnost kotle K2 (nový) na prahu	%	-	90,00
3a	Spotřeba paliva (zemní plyn) K1	GJ _p .r ⁻¹	145 146,3	64 614,7
3b	Spotřeba paliva (zemní plyn) K2	GJ _p .r ⁻¹	116 117,0	0,0
3c	Spotřeba paliva (zemní plyn) K2 (nový)	GJ _p .r ⁻¹		188 888,9
3	Spotřeba paliva (zemní plyn) - celkem	GJ _p .r ⁻¹	261 263,3	253 503,6
4	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby paliva (zemní plyn)	GJ _p .r ⁻¹	-	7 759,7
5	Spotřeba el. energie zdroje	MWh.r ⁻¹	540,1	524,1
6	Spotřeba el. energie zdroje	GJ.r ⁻¹	1 944,3	1 886,7
7	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby el. energie	MWh.r ⁻¹	-	16,0
8	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby el. energie	GJ.r ⁻¹	-	57,6
9	Celkem úspora (+), zvýšení (-) spotřeby energie	GJ.r ⁻¹	-	7 817,3

Tab.: Nákladová bilance opatření

Ř.č.	Parametr	Jednotka	Hodnota	
			Před realizací opatření	Po realizaci opatření
1	Cena paliva – zemní plyn	Kč.GJ _p ⁻¹	199,675	199,675
2	Náklady na nákup paliva – zemní plyn	Tis.Kč	52 167,75	50 618,33
3	Úspora (+), zvýšení (-) nákladů na palivo	Tis.Kč	-	1 549,42
4	Cena el. energie	Kč.MWh ⁻¹	2 487,000	2 487,000
5	Náklady na nákup el. energie	Tis.Kč	1 343,23	1 303,44
6	Úspora (+), zvýšení (-) nákladů na nákup el. energie	Tis.Kč	-	39,79
7	Celkem úspora (+), zvýšení (-) nákladů na energii	Tis.Kč	0,0	1 589,21

Nároky a účinky

Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
		Jednotka	Množství	Náklady	
-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
T04.2	Odstavení jednoho kotle a instalace nového kotle	GJ.r ⁻¹	7 817,3	1 589,2	21 650,0

Opatření T04.3 - Výměna hořáků kotlů zdroje a instalace zařízení na výrobu elektřiny na bázi točivé redukce

Z důvodu nízkého entalpického spádu se jeví instalace zařízení na výrobu el. energie na bázi točivé redukce jako ekonomicky neefektivní, resp. na trhu toto zařízení na dané parametry není nabízeno.

Opatření proto dále nebylo hodnoceno.

Opatření T04.4 - Odstavení jednoho kotle a instalace nového výrobního kombinovaného bloku s protitlakou turbínou

V důsledku snížení poptávky po teple a po realizaci opatření T03.1 (oddělení systému CZT v oblasti „B“ od celého systému CZT města AB) je stávající tepelný výkon zdroje tepla B vysoký.

Opatření vychází z opatření T02.2 tj. navrhuje výkon kotle K1 snížit ze stávajícího parního výkonu 50 t/h na parní výkon 35 t/h. Snížení tepelného výkonu kotle bude dosaženo úpravou stávajících hořáků (přenastavením trysek) a instalací recirkulace spalín (dtto jako T04.1 ale pouze na jednom kotli).

Opatření dále navrhuje náhradu stávajícího kotle K2 o parním výkonu 50 t/h novým kotlem o parním výkonu 25 t/h se parametry vyráběné páry 3,8 MPa a 440 °C (rozdíl oproti T04.2). Stávající kotel K2 by byl demontován a na jeho pozici by byl instalován nový kotel. Na nový kotel by byl instalován nízkoemisní hořák spalující zemní plyn.

Dále se předpokládá instalace turbosoustrojí – protitlaká turbina o el. výkonu 1,5 MW_e. Turbosoustrojí by bylo instalováno do nově realizovaného přístavku ve volném prostoru vedle kotelny. Současně by byla provedena celková rekonstrukce stávající chemické úpravny vody a instalováno nové trafo 6,3/35 kV. Vyvedení el. výkonu se předpokládá stávajícím 35 kV vedením.

V důsledku realizace snížení parního výkonu kotle K1 dojde k mírnému snížení tepelné účinnosti kotle K1 (předpokládáme cca o 1,0 %, tj. stávající tepelná účinnost kotle K1 na prahu zdroje se sníží z hodnoty 86,12% na hodnotu 85,12%). Tepelná účinnost nového kotle na prahu zdroje je uvažována 90,0 %.

Úpravou hořáků na K1 dojde ke snížení měrných emisí NO_x o 30 %.

Tab.: Energetická bilance opatření

Ř.č.	Parametr	Jednotka	Hodnota	
			Před realizací opatření	Po realizaci opatření
1	Výchozí potřeba tepla	GJ.r ⁻¹	225 000,0	225 000,0
1a	Výchozí potřeba tepla krytá kotlem K1	GJ.r ⁻¹	125 000,0	55 000,0
1b	Výchozí potřeba tepla krytá kotlem K2	GJ.r ⁻¹	100 000,0	0,0
1c	Výchozí potřeba tepla krytá kotlem K2 (nový)	GJ.r ⁻¹	0,0	170 000,0
2a	Tepelná účinnost kotle K1 na prahu	%	86,12	85,12
2b	Tepelná účinnost kotle K2 na prahu	%	86,12	85,12
2c	Tepelná účinnost kotle K2 (nový) na prahu	%	-	90,00
3a	Spotřeba paliva (zemní plyn) K1	GJ _p .r ⁻¹	145 146,3	64 614,7
3b	Spotřeba paliva (zemní plyn) K2	GJ _p .r ⁻¹	116 117,0	0,0
3c	Spotřeba paliva (zemní plyn) K2 (nový)	GJ _p .r ⁻¹	-	188 888,9
4	Výroba el. energie v TG	MWh.r ⁻¹	-	3 369,0
4	Výroba el. energie v TG	GJ.r ⁻¹	-	12 128,4
5	Spotřeba paliva (zemní plyn) na výrobu el. energie	GJ _p .r ⁻¹	-	14 185,3
4	Spotřeba paliva (zemní plyn) - celkem	GJ _p .r ⁻¹	261 263,3	267 688,9
4	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby paliva (zemní plyn)	GJ_p.r⁻¹	-	-6 425,7
5	Spotřeba el. energie zdroje	MWh.r ⁻¹	540,1	763,3
6	Spotřeba el. energie zdroje	GJ.r ⁻¹	1 944,3	2 747,8
7	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby el. energie	MWh.r⁻¹	-	-223,2
8	Úspora (+), zvýšení (-) spotřeby el. energie	GJ.r⁻¹	-	-803,5
9	Celkem úspora (+), zvýšení (-) spotřeby energie	GJ.r⁻¹	-	4 899,2

Tab.: Nákladová bilance opatření

Ř.č.	Parametr	Jednotka	Hodnota	
			Před realizací opatření	Po realizaci opatření
1	Cena paliva – zemní plyn	Kč.GJ _p ⁻¹	199,675	199,675
2	Náklady na nákup paliva – zemní plyn	Tis.Kč	52 167,75	53 450,78
3	Úspora (+), zvýšení (-) nákladů na palivo	Tis.Kč	-	-1 283,05
4	Cena el. energie	Kč.MWh ⁻¹	2 487,000	2 487,000
5	Náklady na nákup el. energie	Tis.Kč	1 343,23	1 898,33
6	Úspora (+), zvýšení (-) nákladů na nákup el. energie	Tis.Kč	-	-555,10
7	Tržby za prodej el. energie	Tis.Kč	0,0	5 986,71
7	Celkem úspora (+), zvýšení (-) nákladů na energii	Tis.Kč	0,0	4 148,56

Nároky a účinky

Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
		Jednotka	Množství	Náklady	
-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
T04.4	Odstavení kotle, nový kotel + TG	GJ.r ⁻¹	4 899,2	4 148,6	62 640,0

4.3.4 Soubor navržených opatření

1. etapa

Nároky a účinky (rozdělení na teplo a elektro)

Systém	Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
			Jednotka	Množství	Náklady	
	-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
Teplo	T01.3	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 3 - CVS, 2TR, OPS - teplo	GJ.r ⁻¹	40 170,6	6 244,2	70 653,1
Teplo	T01.3	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 3 - CVS, 2TR, OPS - elektro	MWh.r ⁻¹	7 981,0	17 502,5	198 040,6
Teplo	T01.4	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 4 - CVS, 2TR, VS, 4TR - teplo	GJ.r ⁻¹	24 051,6	473,2	4 775,5
Teplo	T01.4	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 4 - CVS, 2TR, VS, 4TR - elektro	MWh.r ⁻¹	7 942,1	17 502,5	176 634,5
Teplo	T02.1	Odstavení výtopny R - teplo	GJ.r ⁻¹	0,0	2 000,0	0,0
Teplo	T02.1	Odstavení výtopny R - elektro	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Teplo	T02.2	Náhrada kotle K2 novým kotlem - teplo	GJ.r ⁻¹	10 631,4	2 424,0	38 432,7
Teplo	T02.2	Náhrada kotle K2 novým kotlem - elektro	MWh.r ⁻¹	25,5	62,9	997,3

2. etapa

Nároky a účinky

Systém	Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
			Jednotka	Množství	Náklady	
	-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
Teplo	T03.1A8	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 8 hod	GJ.r ⁻¹	31 021,7	12 879,2	120 830,0
Teplo	T03.1B8	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kWel/2155 kWtep, provoz 8 hod	GJ.r ⁻¹	30 469,3	14 597,8	130 140,0
Teplo	T03.1C8	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 2x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 8 hod	GJ.r ⁻¹	29 237,6	18 378,2	170 007,0
Teplo	T03.1A12	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 12 hod	GJ.r ⁻¹	30 033,8	13 587,2	120 830,0
Teplo	T03.1B12	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kWel/2155 kWtep, provoz 12 hod	GJ.r ⁻¹	29 332,2	15 213,8	130 140,0
Teplo	T03.1C12	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 2x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 12 hod	GJ.r ⁻¹	27 851,8	18 592,0	170 007,0
Teplo	T03.2	Oblast CZT oblast „C“ – centrální VS	GJ.r ⁻¹	19 691,9	3 343,3	65 315,0
Teplo	T04.1	Výměna hořáků kotlů K1 a K2	GJ.r ⁻¹	5 388,7	1 095,5	5 400,0
Teplo	T04.2	Odstavení jednoho kotle a instalace nového kotle	GJ.r ⁻¹	7 817,3	1 589,2	21 650,0
Teplo	T04.4	Odstavení kotle, nový kotel + TG	GJ.r ⁻¹	4 899,2	4 148,6	62 640,0

4.4 Systém zásobování el. energií

4.4.1 Popis stávajícího stavu

Výtopna B a R je zásobena ze sítě vn.

V následujících Tab. je zobrazena spotřeba el. energie vytopen na provoz a rozvod tepla.

měsíc	Celkem MWh	VT / MWh	NT / MWh	Rez.kap. rok / MWh	Rez.kap. més. / MWh	VT / Kč	NT / Kč	Rez.kap. rok / Kč	Rez.kap. més. / Kč	Regulované platby / Kč	Za silovou elekt. / Kč	Dle faktury		
												CELKEM s DPH / Kč	CELKEM bez DPH / Kč	Cena za kWh Kč/kWh (bez DPH)
leden	137,89	48,95	88,94	0,2	0,18	87 027,77	85 291,54	27 841,20	28 516,50	112 775,14	172 319,31	343 905,97	288 996,62	2,096
únor	118,79	44,91	73,89	0,2	0,15	79 842,87	70 857,63	27 841,20	23 763,75	100 209,88	150 700,50	302 583,92	254 272,20	2,140
březen	120,96	45,22	75,75	0,2	0,15	80 392,27	72 643,29	27 841,20	23 763,75	101 098,58	153 035,56	306 493,33	257 557,42	2,129
duben	101,69	36,41	65,28	0,2	0,10	64 736,98	62 607,36	27 841,20	15 842,50	85 292,82	127 344,34	256 462,96	215 515,09	2,119
květen	102,83	37,38	65,45	0,2	0,08	66 465,20	62 766,55	27 841,20	12 674,00	82 589,94	129 231,75	255 530,88	214 731,83	2,088
červen	26,82	12,49	14,33	0,2	0,05	22 214,33	13 739,59	27 841,20	7 921,25	46 736,93	35 963,93	99 305,37	83 449,89	3,111
červenec	15,18	6,15	9,02	0,2	0,00	10 941,81	8 653,06	27 841,20	0,00	34 051,02	19 594,87	64 349,73	54 075,40	3,613
srpen	16,43	7,45	8,99	0,2	0,00	13 237,21	8 620,45	27 841,20	0,00	34 565,34	21 867,66	67 696,81	56 888,08	3,518
září	59,08	22,24	36,84	0,2	0,10	39 544,50	35 324,77	27 841,20	15 842,50	67 855,24	74 869,35	171 831,66	144 396,35	2,444
říjen	127,83	44,64	83,19	0,2	0,15	79 373,48	79 776,33	27 841,20	23 763,75	103 907,46	159 149,81	317 343,05	266 674,83	2,086
listopad	123,89	47,36	76,54	0,2	0,10	84 193,63	73 398,98	27 841,20	15 842,50	94 374,53	157 582,62	304 013,15	255 473,24	2,062
prosinec	132,43	51,17	81,25	0,2	0,18	90 985,59	77 920,67	27 841,20	28 516,50	110 540,71	168 906,26	337 001,58	283 194,60	2,139
Celkem	1 083,82	404,36	679,46							2 826 518,41	2 375 225,56	2 375 225,56	2 375 225,56	2,193

měsíc	Celkem MWh	VT / MWh	NT / MWh	Rez.kap. rok / MWh	Rez.kap. més. / MWh	VT / Kč	NT / Kč	Rez.kap. rok / Kč	Rez.kap. més. / Kč	Regulované platby / Kč	Za silovou elekt. / Kč	Dle faktury		
												CELKEM s DPH / Kč	CELKEM bez DPH / Kč	Cena za kWh Kč/kWh (bez DPH)
leden	124,391	42,528	81,863	0,15	0,15	101 216,64	123 613,13	20 376,60	22 780,95	80 560,68	224 829,77	367 603,75	308 910,72	2,483
únor	109,354	41,039	68,315	0,15	0,10	97 672,82	103 155,65	20 376,60	15 187,30	68 445,55	200 828,47	324 118,80	272 368,74	2,491
březen	108,993	38,794	70,199	0,15	0,10	92 329,72	106 000,49	20 376,60	15 187,30	82 464,78	198 330,21	337 816,60	283 879,49	2,605
duben	102,995	37,148	65,847	0,15	0,10	88 412,24	99 428,97	20 376,60	15 187,30	66 533,47	187 841,21	306 174,43	257 289,44	2,498
květen	108,829	33,279	75,550	0,15	0,10	79 204,02	114 080,50	20 376,60	15 187,30	72 634,70	193 284,52	320 108,91	268 999,08	2,472
červen	87,411	32,463	54,948	0,15	0,11	77 261,94	82 971,48	20 376,60	16 706,03	63 366,24	160 233,42	269 027,34	226 073,39	2,586
červenec	77,547	28,907	48,640	0,15	0,05	68 798,66	73 446,40	20 376,60	7 593,65	51 289,46	142 245,06	232 917,63	195 729,10	2,524
srpen	79,634	27,489	52,145	0,15	0,05	65 423,82	78 738,95	20 376,60	7 593,65	51 915,40	144 162,77	236 014,85	198 332,05	2,491
září	38,613	13,812	24,801	0,15	0,05	32 872,56	37 449,51	20 376,60	7 593,65	39 607,19	70 322,07	132 116,19	111 022,01	2,875
říjen	12,486	5,061	7,425	0,15	0,102	12 045,18	11 211,75	20 376,60	15 491,05	39 774,86	23 256,93	75 428,32	63 385,15	5,076
listopad	88,876	28,635	60,241	0,15	0,15	68 151,30	90 963,91	20 376,60	22 780,95	69 893,67	159 115,21	275 513,65	231 524,08	2,605
prosinec	118,711	41,372	77,339	0,15	0,15	98 465,36	116 781,89	20 376,60	22 780,95	78 853,56	215 247,25	363 977,79	297 460,34	2,51
Celkem	1 057,840	370,527	687,313							3 230 818,26	2 714 973,33	2 714 973,33	2 714 973,33	2,57

Jednotlivé výměníkové stanice v lokalitě CZT města AB jsou zásobeny el. energií z nn distribuční sítě.

V následujících Tab. je zobrazena spotřeba el. energie jednotlivých VS na provoz a rozvod tepla a teplé vody.

Rok: 2009

VS	Adresa	č.p.	v.č.	PAUŠÁL	CENA VT	CENA NT	Spotřeba VT	Spotřeba NT	Náklady VT	Náklady NT	SPOTŘEBA CELKEM	NÁKLADY CELKEM	Cena za kWh
				Kč	Kč	Kč	kWh	kWh	Kč	Kč	kWh	Kč	Kč/kWh
Celkem CZT město AB							796 516	326 001	2 976 270	535 628	1 141 600,0	3 903 748,6	3,420

Rok: 2009

VS	Adresa	č.p.	v.č.	PAUŠÁL	CENA VT	CENA NT	Spotřeba VT	Spotřeba NT	Náklady VT	Náklady NT	SPOTŘEBA CELKEM	NÁKLADY CELKEM	Cena za kWh
				Kč	Kč	Kč	kWh	kWh	Kč	Kč	kWh	Kč	Kč/kWh
Celkem oblast "B"							361 702	160 884	1 343 537	264 337	540 171,0	1 797 099,8	3,327

Rok: 2009

VS	Adresa	č.p.	v.č.	PAUŠÁL	CENA VT	CENA NT	Spotřeba VT	Spotřeba NT	Náklady VT	Náklady NT	SPOTŘEBA CELKEM	NÁKLADY CELKEM	Cena za kWh
				Kč	Kč	Kč	kWh	kWh	Kč	Kč	kWh	Kč	Kč/kWh
Celkem oblast "C"							167 661	78 886	587 136	129 610	246 546,0	809 530,1	3,283

4.5 Zhodnocení stávajícího stavu - souhrny

4.5.1 Základní energetická bilance

1. etapa

Roční bilance užití energie v hodnocené lokalitě je zpracována v následujících tabulkách.

Pozn.: Základní (výchozí) energetická bilancuje je zpracována pro srovnávací základnu, která odpovídá soustavě CZT se stávajícím zdrojem tepla B a R.

Tab.: Základní energetická bilance - souhrn

Poř. Číslo	Ukazatel	GJ.r ⁻¹	tis.Kč.r ⁻¹
1	Vstupy paliv a energie	774 736,4	183 837,6
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	774 736,4	183 837,6
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 - ř.4)	774 736,4	183 837,6
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	275 486,7	63 026,9
7	Spotřeba energie na vytápění a ohřev TV (z ř.5)	486 933,3	111 020,8
8	Spotřeba energie na technologické a jiné procesy (z ř.5)	12 316,4	9 789,9

Tab.: Základní energetická bilance – el. energie

Poř. Číslo	Ukazatel	GJ.r ⁻¹	tis.Kč.r ⁻¹
1	Vstupy paliv a energie	12 697,3	10 092,7
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	12 697,3	10 092,7
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 - ř.4)	12 697,3	10 092,7
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	380,9	302,8
7	Spotřeba energie na vytápění a ohřev TV (z ř.5)	0,0	0,0
8	Spotřeba energie na technologické a jiné procesy (z ř.5)	12 316,4	9 789,9

2. etapa

Roční bilance užití energie v hodnocené lokalitě je zpracována v následujících tabulkách.

Pozn.: Základní (výchozí) energetická bilance je zpracována pro srovnávací základnu, která odpovídá soustavě CZT se stávajícím zdrojem tepla B, s nově vybudovaným zdrojem Bn a odpojením stávajícího zdroje R. Poptávka po teple soustavy CZT odpovídá současnému stavu v oblastech Oblast „A“ a Oblast „C“ a předpokládané poptávce po teple po realizaci projektu „Modernizace topných rozvodů oblasti „B“.

Tab.: Základní energetická bilance - souhrn

Poř. Číslo	Ukazatel	GJ.r ⁻¹	tis.Kč.r ⁻¹
1	Vstupy paliv a energie	719 462,0	136 736,6
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	719 462,0	136 736,6
4	Prodej energie cizím	-28 637,8	-18 773,7
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 - ř.4)	748 099,8	155 510,3
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	234 727,8	47 053,2
7	Spotřeba energie na vytápění a ohřev TV (z ř.5)	475 296,4	94 904,6
8	Spotřeba energie na technologické a jiné procesy (z ř.5)	38 075,7	13 552,5

Tab.: Základní energetická bilance - ZP

Poř. Číslo	Ukazatel	GJ.r ⁻¹	tis.Kč.r ⁻¹
1	Vstupy paliv a energie	738 370,1	147 433,8
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	738 370,1	147 433,8
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 - ř.4)	738 370,1	147 433,8
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	234 435,9	46 810,9
7	Spotřeba energie na vytápění a ohřev TV (z ř.5)	475 296,4	94 904,6
8	Spotřeba energie na technologické a jiné procesy (z ř.5)	28 637,8	5 718,3

Tab.: Základní energetická bilance – el. energie

Poř. Číslo	Ukazatel	GJ.r ⁻¹	tis.Kč.r ⁻¹
1	Vstupy paliv a energie	-18 908,1	-10 697,2
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	-18 908,1	-10 697,2
4	Prodej energie cizím	-28 637,8	-18 773,7
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 - ř.4)	9 729,8	8 076,5
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	291,9	242,3
7	Spotřeba energie na vytápění a ohřev TV (z ř.5)	0,0	0,0
8	Spotřeba energie na technologické a jiné procesy (z ř.5)	9 437,9	7 834,2

4.5.2 Soubor návrhů na opatření

1. etapa

Systém	Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
			Jednotka	Množství	Náklady	
	-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
Teplo	T01.3	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 3 - CVS, 2TR, OPS – teplo	GJ.r ⁻¹	40 170,6	6 244,2	70 653,1
Teplo	T01.3	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 3 - CVS, 2TR, OPS – elektro	MWh.r ⁻¹	7 981,0	17 502,5	198 040,6
Teplo	T01.4	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 4 - CVS, 2TR, VS, 4TR – teplo	GJ.r ⁻¹	24 051,6	473,2	4 775,5
Teplo	T01.4	Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 4 - CVS, 2TR, VS, 4TR - elektro	MWh.r ⁻¹	7 942,1	17 502,5	176 634,5
Teplo	T02.1	Odstavení výtopy R - teplo	GJ.r ⁻¹	0,0	2 000,0	0,0
Teplo	T02.1	Odstavení výtopy R - elektro	GJ.r ⁻¹	0,0	0,0	0,0
Teplo	T02.2	Náhrada kotle K2 novým kotlem – teplo	GJ.r ⁻¹	10 631,4	2 424,0	38 432,7
Teplo	T02.2	Náhrada kotle K2 novým kotlem – elektro	MWh.r ⁻¹	25,5	62,9	997,3

2. etapa

Nároky a účinky

Systém	Ozn. opatření	Popis	Úspora			Náklady na realizaci
			Jednotka	Množství	Náklady	
	-	-	-	-	tis. Kč . r ⁻¹	tis. Kč
Teplo	T03.1A8	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 8 hod (teplo)	GJ.r ⁻¹	16 387,1	1 932,2	18 127,5
Teplo	T03.1A8	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 8 hod (el. energie)	MWh.r ⁻¹	4 065,2	10 947,0	102 702,5
Teplo	T03.1B8	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kWel/2155 kWtep, provoz 8 hod (teplo)	GJ.r ⁻¹	11 710,7	535,9	4 777,6
Teplo	T03.1B8	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kWel/2155 kWtep, provoz 8 hod (el. energie)	MWh.r ⁻¹	5 210,7	14 061,9	125 362,4
Teplo	T03.1C8	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 2x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 8 hod (teplo)	GJ.r ⁻¹	1 400,2	-2 541,1	-23 506,4
Teplo	T03.1C8	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 2x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 8 hod (el. energie)	MWh.r ⁻¹	7 732,6	20 919,3	193 513,4
Teplo	T03.1A12	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 1560 kWel, 1713 kWtep, provoz 12 hod (teplo)	GJ.r ⁻¹	8 088,8	-544,7	-4 844,0
Teplo	T03.1A12	Oblast CZT Paseky – nový zdroj, 1x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 12 hod (el. energie)	MWh.r ⁻¹	6 095,9	14 131,9	125 674,0
Teplo	T03.1B12	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kWel/2155 kWtep, provoz 12 hod (teplo)	GJ.r ⁻¹	2 144,0	-2 319,8	-19 843,7
Teplo	T03.1B12	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kWel/2155 kWtep, provoz 12 hod (el. energie)	MWh.r ⁻¹	7 552,3	17 533,6	149 983,7
Teplo	T03.1C12	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 2x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 12 hod (teplo)	GJ.r ⁻¹	-10 240,1	-5 560,2	-50 843,0
Teplo	T03.1C12	Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 2x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 12 hod (el. energie)	MWh.r ⁻¹	10 581,1	24 152,2	220 850,0
Teplo	T03.2	Oblast CZT oblast „C“ – centrální VS (teplo)	GJ.r ⁻¹	20 751,0	4 443,5	86 808,6
Teplo	T03.2	Oblast CZT oblast „C“ – centrální VS (el. energie)	MWh.r ⁻¹	-294,2	-1 100,2	-21 493,6

Teplo	T04.1	Výměna hořáků kotlů K1 a K2 (teplo)	GJ.r ⁻¹	5348,9	1068	5 264,4
Teplo	T04.1	Výměna hořáků kotlů K1 a K2 (el. energie)	MWh.r ⁻¹	11,1	27,5	135,6
Teplo	T04.2	Odstavení jednoho kotle a instalace nového kotle (teplo)	GJ.r ⁻¹	7759,7	1549,42	21 107,9
Teplo	T04.2	Odstavení jednoho kotle a instalace nového kotle (el. energie)	MWh.r ⁻¹	16	39,79	542,1
Teplo	T04.4	Odstavení kotle, nový kotel + TG (teplo)	GJ.r ⁻¹	-6425,7	-1283,05	-19 373,0
Teplo	T04.4	Odstavení kotle, nový kotel + TG (el. energie)	MWh.r ⁻¹	3145,8	5431,615	82 013,0

4.6 Ekonomické vyhodnocení opatření a projektů úspor energie

První fáze ekonomického hodnocení je zaměřena na vyhodnocení jednotlivých úsporných opatření na bázi kvantifikace :

- úspor nákladů na energii
- investičních nákladů spojených s realizací opatření
- provozních nákladů po realizaci opatření
- stanovení prosté doby návratnosti dle vztahu
$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

Druhá fáze ekonomického hodnocení je pak zaměřena na vyhodnocení ekonomické efektivnosti variant úsporných opatření sestavených z množiny formulovaných úsporných opatření. Jednotlivé varianty jsou tvořeny souborem dílčích úsporných opatření, které se liší energetickým, ekonomickým a ekologickým efektem.

Ekonomické hodnocení variant úsporných opatření se provádí na bázi těchto kritériálních ukazatelů:

- prostá doba návratnosti
- reálná doba návratnosti
- čistá současná hodnota toku hotovosti
- vnitřní výnosové procento.

Ve výpočtech se přínosy uvažují v cenové úrovni roku realizace projektu. Peněžní toky projektu se posuzují bez vlivu předpokládané státní podpory a neobsahují náklady na opatření k odstranění zanedbané údržby.

Za optimální variantu je považována ta z posuzovaných variant souboru úsporných opatření, která dosahuje nejlepších hodnot předmětných kritériálních ukazatelů tj. maxima hodnoty NPV a IRR a minima reálné doby návratnosti resp. prosté doby návratnosti.

Jednotlivé řádky reprezentují dílčí úsporná opatření charakterizovaná výší investičních výdajů, ročních úspor energie, ročních úspor nákladů na energii, ročních úspor na osobní výdaje, ročních úspor ostatních výdajů a celkových ročních úspor nákladů.

Takto zformulované varianty úsporných opatření jsou dále podrobeny ekonomickému vyhodnocení na bázi kritériálních ukazatelů NPV, IRR, reálné doby návratnosti T_{sd} a prosté doby návratnosti T_s .

Souhrnné výsledky ekonomického vyhodnocení jsou pak prezentovány v tabulce vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení.

4.7 Výchozí předpoklady hodnocení

Všechny výpočty byly provedeny na bázi těchto předpokladů:

1. etapa

Název parametru	Měr. jednotka	Hodnota
Diskontní činitel	-	1,04
Doba porovnání	Roky	20
Cena tepla ze ZP (bez DPH)	Kč.GJ ⁻¹	228,0
Cena el. energie, zdroje tepla (bez DPH)	Kč.kWh ⁻¹	2,46
Cena el. energie, distribuce tepla (bez DPH)	Kč.kWh ⁻¹	3,36
Cena el. energie, kogenerace včetně příspěvku k ceně elektřiny, zdroj nad 1 MW, provoz 12 hodin denně (bez DPH)	Kč.kWh ⁻¹	2,22
Meziroční eskalace cen	%	0

2. etapa

Název parametru	Měr. jednotka	Hodnota
Diskontní činitel	-	1,04
Doba porovnání	Roky	20
Cena tepla ze ZP (bez DPH)	Kč.GJ ⁻¹	199,675
Cena el. energie, zdroje tepla (bez DPH)	Kč.kWh ⁻¹	2,49
Cena el. energie, kogenerace včetně příspěvku k ceně elektřiny, zdroj nad 1 MW, provoz 8 hodin denně (bez DPH)	Kč.kWh ⁻¹	2,34
Meziroční eskalace cen	%	0

4.8 Výsledky ekonomického hodnocení úsporných opatření

Výsledky ekonomického hodnocení jsou zpracovány v následujících tab.

Výsledky výpočtu ekonomické efektivity navržených opatření

1. etapa

Název opatření	NPV	IRR	Reál. doba návratnosti	Prostá doba návratnosti	Investiční náklady	Roční úspory	Úspory el. energie	Úspory el. energie	Úspory tepla
	tis. Kč	%	roky	roky	tis. Kč	tis. Kč	MWh/rok	GJ/rok	GJ/rok
T01.3 - Modernizace tepelných rozvodů oblast "B" - var. 3 - CVS, 2TR, OPS - teplo	11 357,9	5,8	16,0	11,3	70 653,1	6 244,2	0,0	0,0	40 170,6
T01.3 - Modernizace tepelných rozvodů oblast "B" - var. 3 - CVS, 2TR, OPS - elektro	31 836,2	5,8	16,0	11,3	198 040,6	17 502,5	7 981,0	28 731,6	0,0
T01.4 - Modernizace tepelných rozvodů oblast "B" - var. 4 - CVS, 2TR, VS, 4TR - teplo	1 439,5	7,3	14,0	10,1	4 775,5	473,2	0,0	0,0	24 051,6
T01.4 - Modernizace tepelných rozvodů oblast "B" - var. 4 - CVS, 2TR, VS, 4TR - elektro	53 242,3	7,3	14,0	10,1	178 634,5	17 502,5	7 942,1	28 591,6	0,0
T02.1 - Odstavení výtopny "R" - teplo	26 267,9	nedefinováno	1,0	0,0	0,0	2 000,0	0,0	0,0	0,0
T02.1 - Odstavení výtopny "R" - elektro	0,0	nedefinováno	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T02.2 - Náhrada kotle K2 novým kotlem - teplo	-6 596,0	1,9	nesplátí se	15,9	38 432,7	2 424,0	0,0	0,0	10 631,4
T02.2 - Náhrada kotle K2 novým kotlem - elektro	-171,2	1,9	nesplátí se	15,9	997,3	62,9	25,5	91,8	0,0

2. etapa

Název opatření	NPV	IRR	Reál. doba návratnosti	Prostá doba návratnosti	Investiční náklady	Roční úspory	Úspory el. energie	Úspory el. energie	Úspory tepla
	tis. Kč	%	roky	roky	tis. Kč	tis. Kč	MWh/rok	GJ/rok	GJ/rok
T03.1A8 - Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 8 hod	48 324,6	8,3	12,0	9,4	120 830,0	12 879,2	4 085,2	14 634,7	16 387,1
T03.1B8 - Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kWel/2155 kWtep, provoz 8 hod	61 586,6	9,1	12,0	8,9	130 140,0	14 597,8	5 210,7	18 758,5	11 710,7
T03.1C8 - Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 2x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 8 hod	71 371,2	8,5	12,0	9,3	170 007,0	18 378,2	7 732,6	27 637,4	1 400,2
T03.1A12 - Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 12 hod	57 623,5	9,1	12,0	8,9	120 830,0	13 587,2	6 095,9	21 945,2	8 088,8
T03.1B12 - Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kWel/2155 kWtep, provoz 12 hod	69 677,1	9,7	11,0	8,6	130 140,0	15 213,8	7 552,3	27 188,3	2 144,0
T03.1C12 - Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 2x KJ 1560 kWel/1713 kWtep, provoz 12 hod	74 179,2	8,7	12,0	9,1	170 007,0	18 592,0	10 581,1	38 092,0	-10 240,1
T03.2 - Oblast CZT oblast „C“ – centrální VS	-21 404,3	-0,3	nesplátí se	19,5	65 315,0	3 343,3	-294,2	-1 059,1	20 751,0
T04.1 - Výměna hořákové kotelny K1 a K2	8 988,2	19,6	6,0	4,9	5 400,0	1 095,5	11,1	40,0	5 348,9
T04.2 - Odstavení jednoho kotle a instalace nového kotle	-777,5	3,6	nesplátí se	13,6	21 650,0	1 589,2	16,0	57,6	7 759,7
T04.4 - Odstavení kotle, nový kotel + TG	-8 152,5	2,4	nesplátí se	15,1	62 640,0	4 148,6	3 145,8	11 324,9	-6 425,7

4.9 Formulace variant projektů úspor energie

Na základě výpočtu ekonomické efektivity jednotlivých opatření byly sestaveny následující varianty úsporných projektů.

Návrh variant

1. etapa

Var. I

Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ + Odstavení zdroje R

T01.4 - Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 4 - CVS, 2TR, VS, 4TR

T02.1 - Odstavení výtopy R

Var. II

Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ + Náhrada kotle K2 ve zdroji B

T01.4 - Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 4 - CVS, 2TR, VS, 4TR

T02.2 - Náhrada kotle K2 novým kotlem

2. etapa

Var. I

Modernizace tepelných rozvodů oblast „C“ + Výměna hořáků kotlů K1 a K2 ve zdroji B

T03.1B8 - Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kW_{el}/2155 kW_{tep}, provoz 8 hod

T04.1 - Výměna hořáků kotlů K1 a K2

Var. II

Modernizace tepelných rozvodů oblast „C“ + Odstavení jednoho kotle a instalace nového kotle ve zdroji B

T03.1B8 - Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kW_{el}/2155 kW_{tep}, provoz 8 hod

T04.2 - Odstavení jednoho kotle a instalace nového kotle

Var. III

Modernizace tepelných rozvodů oblast „C“ + Odstavení jednoho kotle a instalace nového kotle + TG ve zdroji B

T03.1B8 - Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kW_{el}/2155 kW_{tep}, provoz 8 hod

T04.4 - Odstavení kotle, nový kotel + TG

4.10 Výsledky ekonomického hodnocení variant

Po provedeném ekonomickém hodnocení navržených variant lze konstatovat tyto výsledky:

1. etapa

- V době porovnání jsou obě varianty splatné.
 - Nejlepší ekonomické výsledky (nejvyšší hodnota NPV, nejkratší doba návratnosti) má varianta I.
 - Nejlepší energetické účinky (nejvyšší úspora energie) má varianta II.
-

K realizaci doporučujeme variantu I - **Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ + Odstavení zdroje R**, protože lépe splňuje ekonomická kritéria. Po realizaci projektu dojde k významnému snížení emisí znečišťujících látek v soustavě CZT.

2. etapa

- V době porovnání jsou všechny varianty splatné.
- Nejlepší ekonomické výsledky (nejvyšší hodnota NPV, nejkratší doba návratnosti) má varianta I.
- Nejlepší energetické účinky (nejvyšší úspora energie) má varianta II.

K realizaci doporučujeme variantu I - **Modernizace tepelných rozvodů oblast „C“ + Výměna hořáků kotlů K1 a K2 ve zdroji B**.

V následující tabulkách jsou prezentovány výsledky ekonomického hodnocení posuzovaných variant souboru úsporných opatření obou etap.

1. etapa

Závěrečná tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení variant souboru úsporných opatření			
	Var. I	Var. II	
Ukazatel	Hodnota ukazatele		Jednotka
Investiční výdaje projektu(počáteční, jednorázové výdaje na realizaci opatření v navržené variantě)	181 410,0	220 840,0	tis.Kč
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	-19 975,7	-20 462,6	tis.Kč
Změna ostatních provozních nákladů, v tom:	0	0	tis.Kč
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné,...) (- +)	0	0	tis.Kč
- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojištění apod.) (- +)	0	0	tis.Kč
- změna nákladů na emise a odpady (- +)	0	0	tis.Kč
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využitě odpady apod.) (+ zvýšení, - snížení)	0,0	0,0	tis.Kč
Přínosy projektu celkem	-19 975,7	-20 462,6	tis.Kč
Doba hodnocení	20	20	rok
Diskont	0,04	0,04	-
Hodnoty kritériálních ukazatelů:			
- prostá doba návratnosti Ts	9,1	10,8	rok
- reálná doba návratnosti Tsd	12,0	15,0	rok
- čistá současná hodnota NPV	80 949,6	47 914,5	tis.Kč
- vnitřní výnosové procento IRR	8,8	6,4	%
Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)	0	0	tis.Kč
Ostatní	0	0	tis.Kč

2. etapa

Závěrečná tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení variant souboru úsporných opatření				
	Var. I	Var. II	Var. III	
Ukazatel	Hodnota ukazatele			Jednotka
Investiční výdaje projektu(počáteční, jednorázové výdaje na realizaci opatření v navržené variantě)	135 540,0	151 790,0	192 780,0	tis.Kč
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	-15 693,3	-16 187,0	-18 746,4	tis.Kč
Změna ostatních provozních nákladů, v tom:	0	0	0	tis.Kč
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné,...) (- +)	0	0	0	tis.Kč
- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojištění apod.) (- +)	0	0	0	tis.Kč
- změna nákladů na emise a odpady (- +)	0	0	0	tis.Kč
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady apod.) (+ zvýšení, - snížení)	0,0	0,0	0,0	tis.Kč
Přínosy projektu celkem	-15 693,3	-16 187,0	-18 746,4	tis.Kč
Doba hodnocení	20	20	20	rok
Diskont	0,04	0,04	0,04	-
Hodnoty kritériálních ukazatelů:				
- prostá doba návratnosti Ts	8,6	9,4	10,3	rok
- reálná doba návratnosti Tsd	11,0	12,0	14,0	rok
- čistá současná hodnota NPV	70 574,9	60 809,1	53 434,1	tis.Kč
- vnitřní výnosové procento IRR	9,5	8,3	7,1	%
Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)	0	0	0	tis.Kč
Ostatní	0	0	0	tis.Kč

4.11 Energetické bilance variant

1. etapa

Tab.: Upravená energetická bilance – varianta I – souhrn

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	774 736,4	183 837,6	722 093,4	163 862,0
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	774 736,4	183 837,6	722 093,4	163 862,0
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	-28 382,4	-17 502,5
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	774 736,4	183 837,6	750 475,8	181 364,4
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	275 486,7	63 026,9	223 046,5	53 502,2
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	486 933,3	111 020,8	486 933,3	111 020,8
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	12 316,4	9 789,9	40 496,1	16 841,4

Upravená energetická bilance – varianta I – ZP

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	0,0	0,0	737 987,5	171 414,7
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	0,0	0,0	737 987,5	171 414,7
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	0,0	0,0	737 987,5	171 414,7
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	0,0	0,0	222 671,8	53 203,7
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	0,0	0,0	486 933,3	111 020,8
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	0,0	0,0	28 382,4	7 190,2

Upravená energetická bilance – varianta I – el. energie

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	12 697,3	10 092,7	-15 894,1	-7 552,8
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	12 697,3	10 092,7	-15 894,1	-7 552,8
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	-28 382,4	-17 502,5
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	12 697,3	10 092,7	12 488,3	9 949,7
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	380,9	302,8	374,6	298,5
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	12 316,4	9 789,9	12 113,7	9 651,2

Tab.: Upravená energetická bilance – varianta II – souhrn

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	774 736,4	183 837,6	711 370,2	163 375,1
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	774 736,4	183 837,6	711 370,2	163 375,1
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	-28 382,4	-17 502,5
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	774 736,4	183 837,6	739 752,6	180 877,5
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	275 486,7	63 026,9	212 412,3	53 076,4
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	486 933,3	111 020,8	486 933,3	111 020,8
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	12 316,4	9 789,9	40 407,0	16 780,4

Upravená energetická bilance – varianta II – ZP

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	0,0	0,0	727 356,1	170 990,7
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	0,0	0,0	727 356,1	170 990,7
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	0,0	0,0	727 356,1	170 990,7
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	0,0	0,0	212 040,4	52 779,7
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	0,0	0,0	486 933,3	111 020,8
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	0,0	0,0	28 382,4	7 190,2

Upravená energetická bilance – varianta II – el. energie

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	12 697,3	10 092,7	-15 985,9	-7 615,7
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	12 697,3	10 092,7	-15 985,9	-7 615,7
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	-28 382,4	-17 502,5
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	12 697,3	10 092,7	12 396,5	9 886,8
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	380,9	302,8	371,9	296,6
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	12 316,4	9 789,9	12 024,6	9 590,2

2. etapa

Tab.: Upravená energetická bilance – varianta I – souhrn

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	719 462,0	136 736,6	683 603,9	121 043,3
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	719 462,0	136 736,6	683 603,9	121 043,3
4	Prodej energie cizím	-28 637,8	-18 773,7	-47 559,4	-33 054,3
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	748 099,8	155 510,3	731 163,4	154 097,6
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	234 727,8	47 053,2	171 156,2	34 359,6
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	475 296,4	94 904,6	502 886,7	102 216,2
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	38 075,7	13 552,5	57 120,4	17 521,8

Upravená energetická bilance – varianta I – ZP

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	738 370,1	147 433,8	721 310,5	145 829,9
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	738 370,1	147 433,8	721 310,5	145 829,9
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	738 370,1	147 433,8	721 310,5	145 829,9
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	234 435,9	46 810,9	170 864,3	34 117,3
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	475 296,4	94 904,6	502 886,7	102 216,2
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	28 637,8	5 718,3	47 559,4	9 496,4

Upravená energetická bilance – varianta I – el. energie

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	-18 908,1	-10 697,2	-37 706,6	-24 786,6
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	-18 908,1	-10 697,2	-37 706,6	-24 786,6
4	Prodej energie cizím	-28 637,8	-18 773,7	-47 559,4	-33 054,3
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	9 729,8	8 076,5	9 852,9	8 267,7
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	291,9	242,3	291,9	242,3
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	9 437,9	7 834,2	9 561,0	8 025,4

Tab.: Upravená energetická bilance – varianta II – souhrn

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	748 099,8	155 510,3	681 175,5	120 549,6
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	748 099,8	155 510,3	681 175,5	120 549,6
4	Prodej energie cizím	-28 637,8	-18 773,7	-47 559,4	-33 054,3
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	748 099,8	155 510,3	728 735,0	153 603,9
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	234 727,8	47 053,2	271 703,9	54 436,4
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	475 296,4	94 904,6	399 928,3	81 658,0
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	38 075,7	13 552,5	57 102,8	17 509,5

Upravená energetická bilance – varianta II – ZP

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	738 370,1	147 433,8	718 899,7	145 348,5
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	738 370,1	147 433,8	718 899,7	145 348,5
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	738 370,1	147 433,8	718 899,7	145 348,5
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	234 435,9	46 810,9	170 864,3	34 117,3
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	475 296,4	94 904,6	500 475,9	101 734,8
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	28 637,8	5 718,3	47 559,4	9 496,4

Upravená energetická bilance – varianta II – el. energie

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	-18 908,1	-10 697,2	-37 724,2	-24 798,9
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	-18 908,1	-10 697,2	-37 724,2	-24 798,9
4	Prodej energie cizím	-28 637,8	-18 773,7	-47 559,4	-33 054,3
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	9 729,8	8 076,5	9 835,3	8 255,4
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	291,9	242,3	291,9	242,3
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	9 437,9	7 834,2	9 543,4	8 013,1

Tab.: Upravená energetická bilance – varianta III – souhrn

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	748 099,8	155 510,3	684 093,6	117 990,3
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	748 099,8	155 510,3	684 093,6	117 990,3
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	-59 687,8	-39 041,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	748 099,8	155 510,3	743 781,5	157 031,3
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	234 727,8	47 053,2	271 704,1	54 436,4
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	475 296,4	94 904,6	414 113,5	84 490,4
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	38 075,7	13 552,5	57 963,9	18 104,4

Upravená energetická bilance – varianta III – ZP

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	738 370,1	147 433,8	733 085,1	148 181,0
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	738 370,1	147 433,8	733 085,1	148 181,0
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	738 370,1	147 433,8	733 085,1	148 181,0
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	234 435,9	46 810,9	170 864,5	34 117,3
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	475 296,4	94 904,6	514 661,1	104 567,3
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	28 637,8	5 718,3	47 559,4	9 496,4

Upravená energetická bilance – varianta III – el. energie

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	-18 908,1	-10 697,2	-48 991,5	-30 190,7
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	-18 908,1	-10 697,2	-48 991,5	-30 190,7
4	Prodej energie cizím	-28 637,8	-18 773,7	-59 687,8	-39 041,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	9 729,8	8 076,5	10 696,4	8 850,3
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	291,9	242,3	291,9	242,3
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	9 437,9	7 834,2	10 404,5	8 608,0

4.12 Hodnocení vlivu na životní prostředí navržených variant

1. etapa

Pro posouzení vlivu spotřeby energie po realizaci navržených variant jsme provedli výpočet množství všech sledovaných látek, emitovaných do ovzduší při získávání potřebného množství energie a to za těchto předpokladů:

- Pro nové zdroje byly emisní faktory odvozeny z očekávaných hodnot specifikovaných výrobcem zařízení,
- Pro stávající zdroje byly emisní koeficienty odvozeny jako průměr ze skutečného množství emisí produkovaných a naměřených
- Vliv spotřebované, resp. vyrobené či nevyrobené elektrické energie byl kvantifikován na bázi emisních koeficientů dosahovaných při výrobě elektrické energie v uhelných elektrárnách na území ČR.

Produkce emisí posuzovaných variant byla stanovena ze dvou pohledů:

- 1) *Globální pohled* – produkce emisí, která zahrnuje vliv palivového mixu zdroje před realizací projektu a produkci emisí po realizaci projektu ve všech zdrojích (stávajících a nových) a zahrnuje produkci emisí vlivem spotřebované, resp. vyrobené či nevyrobené el. energie jinde na území ČR.
- 2) *Lokální pohled* – produkce emisí, která zahrnuje vliv palivového mixu zdroje před realizací projektu a produkci emisí po realizaci projektu ve všech zdrojích (stávajících a nových) a nezahrnuje produkci emisí vlivem spotřebované, resp. vyrobené či nevyrobené el. energie někde jinde (spotřeba paliv pouze v hodnocené lokalitě – města AB, bez emisních dopadů mimo řešenou lokalitu).

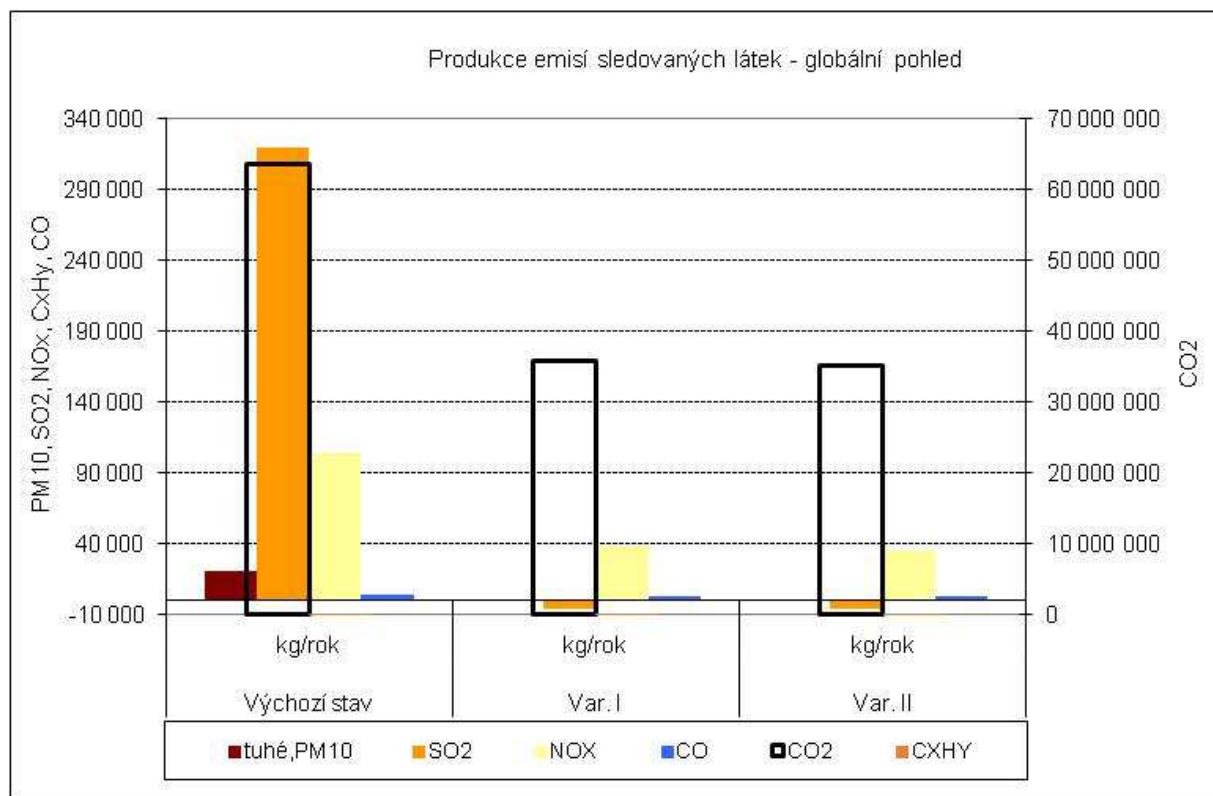
Vypočtené hodnoty uvádíme v následujících tabulkách a grafech:

Použité emisní koeficienty	Druh znečišťující látky				
Palivo	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}
EL	15,70	331,44	370,31	113,22	325 000,00
TTO - vytopny B+R (průměr za období 2007 – 2009)	27,37	414,76	130,39	3,85	78 083,72
ZP1 (kotle na ZP)	0,59	0,01	96,63	7,91	55 555,56
ZP2 (zdroj Bn - kogenerační jednotky)	0,56	0,01	85,96	38,01	55 555,56
ZP3 (zdroj Bn - nový kotel)	0,58	0,06	24,29	1,69	55 772,81

1) Globální pohled

Celkové emise - globálně	Druh znečišťující látky				
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
Stav	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
Výchozí stav	21 058,9	320 271,6	104 061,1	4 370,1	63 629 472,2
Varianta I	180,4	-5 240,6	38 920,1	3 533,1	35 920 341,3
Varianta II	172,8	-5 271,6	35 603,3	3 504,7	35 297 563,3

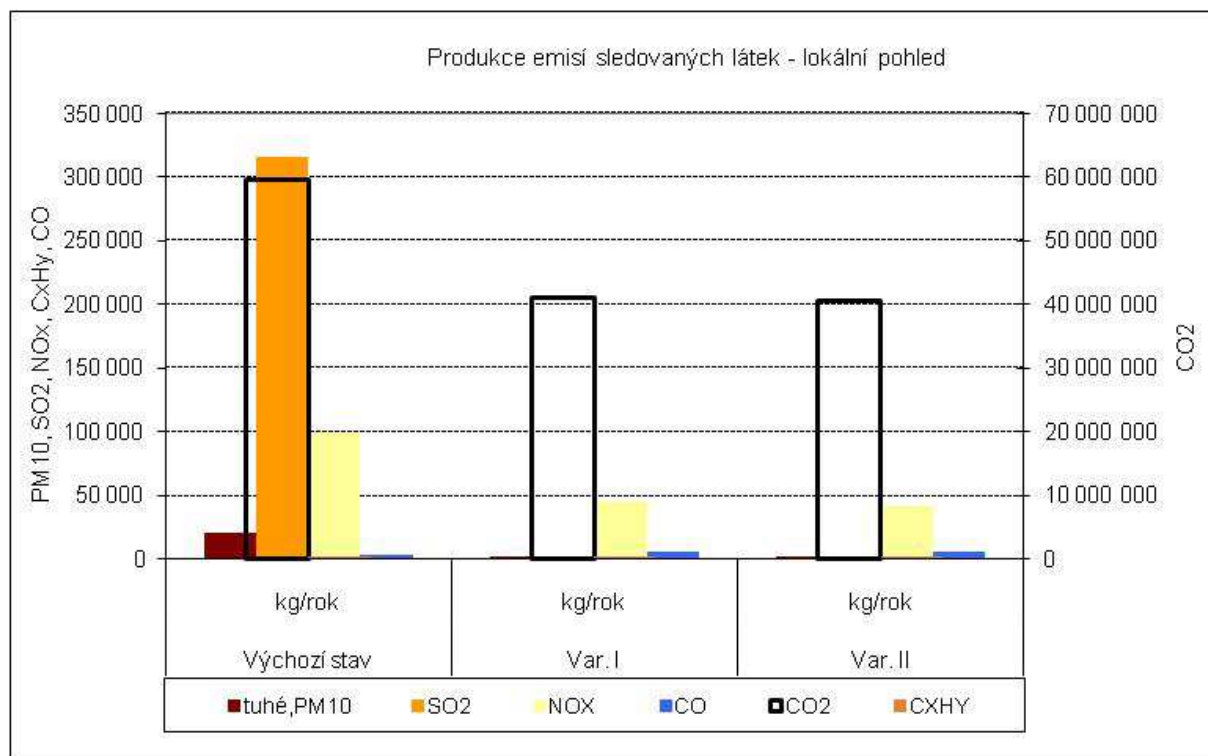
Rozdíl mezi emisemi ve Výchozím stavu a variantou (úspora emisí) - globálně	Druh znečišťující látky				
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
Stav	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
Výchozí stav	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Varianta I	20 878,5	325 512,2	65 141,0	837,0	27 709 130,8
Varianta II	20 886,2	325 543,2	68 457,8	865,4	28 331 908,9



2) Lokální pohled

Celkové emise - lokálně	Druh znečišťující látky				
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
Stav	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
Výchozí stav	20 859,5	316 063,3	99 359,1	2 932,5	59 502 849,7
Varianta I	430,0	27,3	44 805,9	5 332,7	41 085 923,8
Varianta II	423,8	26,7	41 523,1	5 314,7	40 492 980,8

Rozdíl mezi emisemi ve Výchozím stavu a variantou (úspora emisí) - lokálně	Druh znečišťující látky				
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
Stav	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
Výchozí stav	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Varianta I	20 429,5	316 036,0	54 553,3	-2 400,2	18 416 925,8
Varianta II	20 435,7	316 036,6	57 836,0	-2 382,2	19 009 868,9



Z porovnání posuzovaných variant lze vyvodit následující závěry:

- Všechny varianty mají významný efekt v oblasti produkce emisí oproti výchozímu stavu. Dojde k úspoře všech znečišťujících látek, s výjimkou lokálního hlediska v oblasti produkce CO, z důvodu spalování zemního plynu v kogeneračních jednotkách,
- Úspora emisí je u všech posuzovaných variant velice podobná. Faktor úspory emisí tedy nemá zásadní vliv na konečné rozhodnutí o doporučené variantě řešení,
- Významným faktorem úspor emisí je změna struktury palivové základny ve prospěch ZP a s tím související návrhy na opatření.

2. etapa

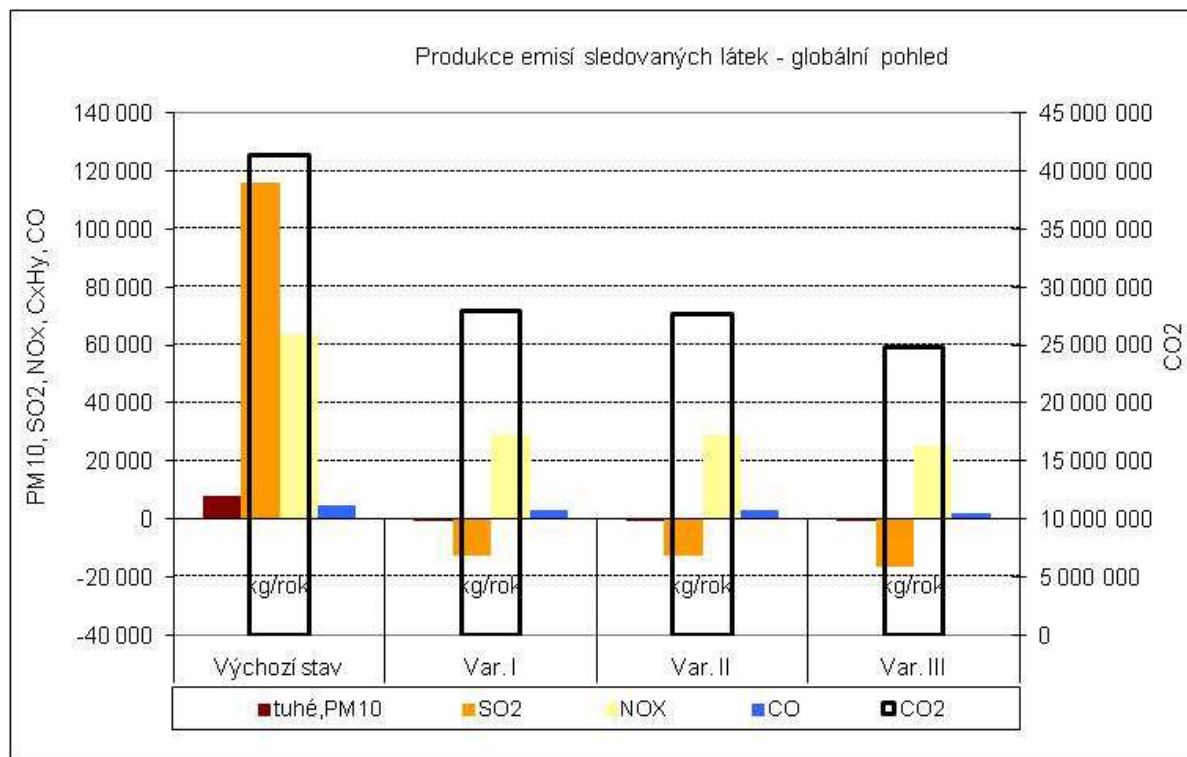
Vypočtené hodnoty uvádíme v následujících tabulkách a grafech:

Použité emisní koeficienty	Druh znečišťující látky				
Palivo	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}	g/GJ _{PAL}
EL	15,70	331,44	370,31	113,22	325 000,00
ZP+TTO (průměr za období r. 2008 - 2010)	8,37	288,36	103,65	6,30	71 276,23
ZP1 (kotle na ZP)	0,58	0,01	38,01	3,74	55 555,56
ZP2 (zdroj Bn - kogenerační jednotky)	0,56	0,01	85,96	38,01	55 555,56
ZP3 (zdroj Bn - kotle na ZP)	0,56	0,01	85,96	38,01	55 555,56
ZP4 (výtopna B – nový stav)	0,58	0,06	22,31	1,69	55 772,81

1) Globální pohled

Celkové emise - globálně	Druh znečišťující látky				
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
Stav	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
Výchozí stav	7 793,8	116 043,6	63 947,7	4 702,6	41 310 620,7
Varianta I	-173,5	-12 476,9	29 309,8	3 332,7	27 873 764,2
Varianta II	-175,2	-12 482,9	29 249,5	3 326,6	27 733 587,1
Varianta III	-343,9	-16 216,4	25 393,6	2 074,9	24 862 874,2

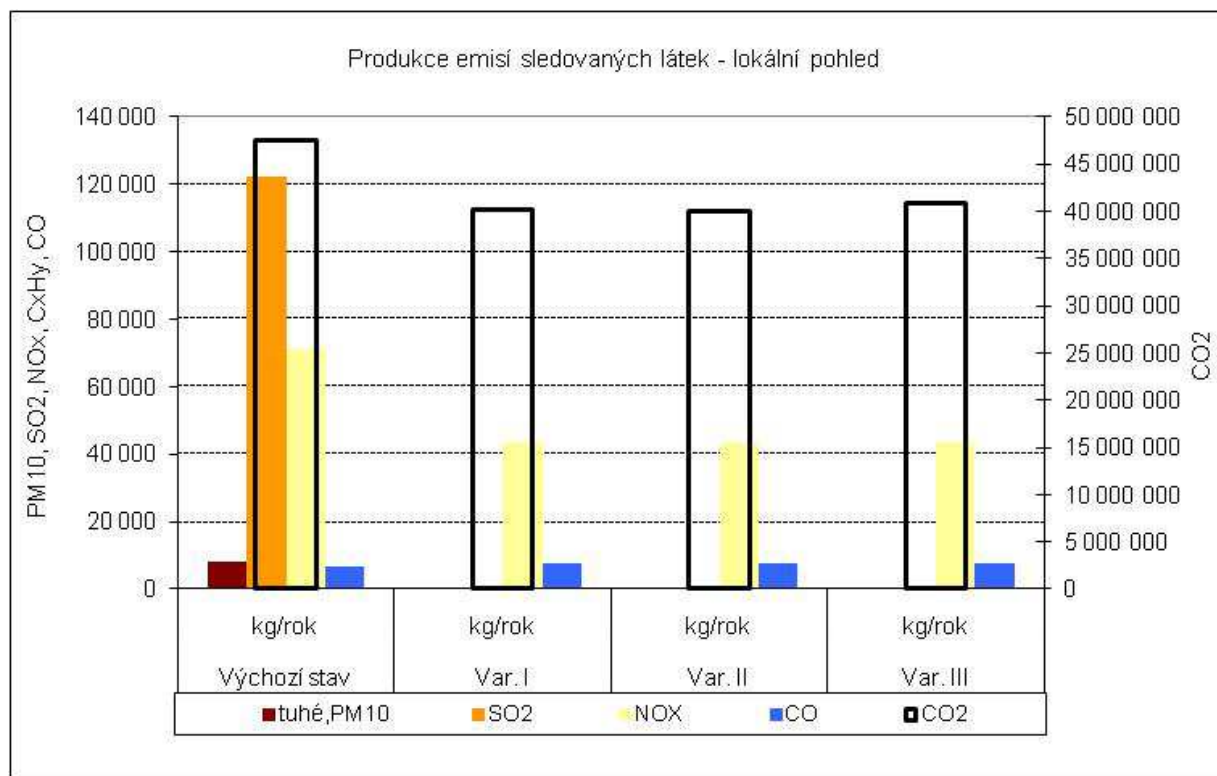
Rozdíl mezi emisemi ve Výchozím stavu a variantou (úspora emisí) - globálně	Druh znečišťující látky				
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
Stav	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
Výchozí stav	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Varianta I	7 967,3	128 520,5	34 637,9	1 369,9	13 436 856,5
Varianta II	7 969,0	128 526,5	34 698,2	1 376,0	13 577 033,6
Varianta III	8 137,6	132 260,0	38 554,1	2 627,7	16 447 746,5



2) Lokální pohled

Celkové emise - lokálně	Druh znečišťující látky				
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
Stav	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
Výchozí stav	8 090,7	122 310,4	70 949,6	6 843,4	47 455 750,3
Varianta I	418,6	20,4	43 273,0	7 602,0	40 128 406,3
Varianta II	417,2	20,3	43 219,2	7 597,9	39 993 949,2
Varianta III	425,5	21,1	43 535,7	7 621,9	40 785 108,8

Rozdíl mezi emisemi ve Výchozím stavu a variantou (úspora emisí) - lokálně	Druh znečišťující látky				
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
Stav	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
Výchozí stav	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Varianta I	7 672,1	122 290,0	27 676,6	-758,6	7 327 344,0
Varianta II	7 673,5	122 290,2	27 730,4	-754,5	7 461 801,1
Varianta III	7 665,2	122 289,3	27 413,9	-778,5	6 670 641,5



Z porovnání posuzovaných variant lze vyvodit následující závěry:

- Všechny varianty mají významný efekt v oblasti produkce emisí oproti výchozímu stavu. Dojde k úspoře všech znečišťujících látek, s výjimkou lokálního hlediska v oblasti produkce CO, z důvodu spalování zemního plynu v kogeneračních jednotkách,
- Úspora emisí je u všech posuzovaných variant velice podobná. Faktor úspory emisí tedy nemá zásadní vliv na konečné rozhodnutí o doporučené variantě řešení,
- Významným faktorem úspor emisí je změna struktury palivové základny ve prospěch ZP a s tím související návrhy na opatření.

4.13 Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu včetně ekonomického hodnocení

Na základě podrobné analýzy energetického hospodářství areálu a provedené optimalizaci navrhovaných opatření doporučujeme provedení následujícího souboru opatření k dosažení garantované úspory energie:

- trvale a průběžně věnovat pozornost energetickému managementu a to na všech řídicích úrovních založeném na pevně definovaných kompetencích, kritériích pro hodnocení hospodárného chování, evidenci a pravidelném vyhodnocování odchylek,
- důsledně plnit povinnosti ukládané zákonem č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a souvisejících prováděcích vyhlášek,
- **zpracovat následující opatření do dalšího stupně projektové dokumentace:**

1. etapa

Var. I

Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ + Odstavení zdroje R

T01.4 - Modernizace tepelných rozvodů oblast „B“ - var. 4 - CVS, 2TR, VS, 4TR

T02.1 - Odstavení výtopny R

Realizací navržené varianty energeticky úsporných opatření (varianta I) lze snížit energetickou náročnost hodnoceného systému takto:

Tab.: Upravená energetická bilance – doporučená varianta – souhrn

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	774 736,4	183 837,6	722 093,4	163 862,0
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	774 736,4	183 837,6	722 093,4	163 862,0
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	-28 382,4	-17 502,5
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	774 736,4	183 837,6	750 475,8	181 364,4
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	275 486,7	63 026,9	223 046,5	53 502,2
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	486 933,3	111 020,8	486 933,3	111 020,8
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	12 316,4	9 789,9	40 496,1	16 841,4

Po realizaci projektu dojde rovněž k významnému snížení emisí znečišťujících látek v soustavě CZT.

2. etapa

Var. I

Modernizace tepelných rozvodů oblast „C“ + Výměna hořáků kotlů K1 a K2 ve zdroji B

T03.1B8 - Oblast CZT oblast „C“ – nový zdroj, 1x KJ 2000 kWel/2155 kWtep, provoz 8 hod

T04.1 - Výměna hořáků kotlů K1 a K2

Realizací navržené varianty energeticky úsporných opatření (varianta I) lze snížit energetickou náročnost hodnoceného systému takto:

Tab.: Upravená energetická bilance – doporučená varianta – souhrn

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ.r ⁻¹	tis.Kč	GJ.r ⁻¹	tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	719 462,0	136 736,6	683 603,9	121 043,3
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	719 462,0	136 736,6	683 603,9	121 043,3
4	Prodej energie cizím	-28 637,8	-18 773,7	-47 559,4	-33 054,3
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	748 099,8	155 510,3	731 163,4	154 097,6
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	234 727,8	47 053,2	171 156,2	34 359,6
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	475 296,4	94 904,6	502 886,7	102 216,2
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	38 075,7	13 552,5	57 120,4	17 521,8

Výsledky propočtu ekonomické efektivity navržených opatření obsažených v úsporném projektu jsou následující:

1. etapa

Závěrečná tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení variant souboru úsporných opatření		
	Var. I	
Ukazatel	Hodnota ukazatele	Jednotka
Investiční výdaje projektu(počáteční, jednorázové výdaje na realizaci opatření v navržené variantě)	181 410,0	tis.Kč
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	-19 975,7	tis.Kč
Změna ostatních provozních nákladů, v tom:	0,0	tis.Kč
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné,...) (- +)	0,0	tis.Kč
- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojištění apod.) (- +)	0,0	tis.Kč
- změna nákladů na emise a odpady (- +)	0,0	tis.Kč
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady apod.) (+ zvýšení, - snížení)	0,0	tis.Kč
Přínosy projektu celkem	-19 975,7	tis.Kč
Doba hodnocení	20	rok
Diskont	0,04	-
Hodnoty kritériálních ukazatelů:		
- prostá doba návratnosti Ts	9,1	rok
- reálná doba návratnosti Tsd	12,0	rok
- čistá současná hodnota NPV	80 949,6	tis.Kč
- vnitřní výnosové procento IRR	8,8	%
Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)	0	tis.Kč
Ostatní	0	tis.Kč

2. etapa

Závěrečná tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení variant souboru úsporných opatření		
	Var. I	
<i>Ukazatel</i>	<i>Hodnota ukazatele</i>	<i>Jednotka</i>
<i>Investiční výdaje projektu(počáteční, jednorázové výdaje na realizaci opatření v navržené variantě)</i>	135 540,0	tis.Kč
<i>Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)</i>	-15 693,3	tis.Kč
<i>Změna ostatních provozních nákladů, v tom:</i>	0,0	tis.Kč
- <i>změna osobních nákladů (mzdy, pojistné,...) (- +)</i>	0,0	tis.Kč
- <i>změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojištění apod.) (- +)</i>	0,0	tis.Kč
- <i>změna nákladů na emise a odpady (- +)</i>	0,0	tis.Kč
<i>Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady apod.) (+ zvýšení, - snížení)</i>	0,0	tis.Kč
<i>Přínosy projektu celkem</i>	-15 693,3	tis.Kč
<i>Doba hodnocení</i>	20	rok
<i>Diskont</i>	0,04	-
<i>Hodnoty kritériálních ukazatelů:</i>		
- <i>prostá doba návratnosti Ts</i>	8,6	rok
- <i>reálná doba návratnosti Tsd</i>	11,0	rok
- <i>čistá současná hodnota NPV</i>	70 574,9	tis.Kč
- <i>vnitřní výnosové procento IRR</i>	9,5	%
<i>Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)</i>	0	tis.Kč
<i>Ostatní</i>	0	tis.Kč

5 SHRNU TÍ A ZÁV ĚRY

5.1 Typový příklad

Typový příklad vychází ze záměru stávajícího provozovatele centrálního systému zásobování teplem města AB, které obhospodařuje převážnou část města včetně vzdálených lokalit od stávajících zdrojů tepla. Projekt navrhuje ve dvou etapách provedení postupné decentralizace stávajícího systému CZT (oddělení nejvzdálenější oblastí) a v nově vzniklých oblastech navrhuje výstavbu nových zdrojů tepla založených na kombinované výrobě elektřiny a tepla. Současně projekt navrhuje úpravy na stávajících zdrojích tepla v důsledku snížení poptávky po teple z těchto zdrojů.

Při návrhu a analýze projektů byly variantně řešeny tyto oblasti:

- výkonové složení nových zdrojů – počet kogeneračních jednotek + počet kotlů,
- výkon kogenerační jednotek – elektrický/tepelný
- provozní režim kogeneračních jednotek – nepřetržitý, 12-ti hodinový, 8-mi hodinový
- systém rozvodu topného media – dvourubkový, čtyřrubkový
- opatření na stávajících zdrojích tepla

Na základě provedených výpočtů a analýz lze konstatovat:

- a) Oba nově navržené zdroje byly navrženy na bázi kombinované výroby elektřiny a tepla.
- b) Systém rozvodu topného media byl částečně změněn. Mezi novými zdroji a stávajícími výměníkovými stanicemi byly navrženy nové rozvody, mezi výměníkovými stanicemi a odběrateli byl zachován stávající čtyřrubkový systém.
- c) Na stávajících zdrojích tepla byla navržena opatření v podobě:
 - úplného odstavení jednoho zdroje
 - výměna hořáků na kotlích u druhého zdroje

Realizace navrhovaných opatření má následující efekty (souhrnně obě etapy):

úspora energie:	88.501 GJ.r ⁻¹
úspora provozních nákladů:	35.670 tis.Kč.r ⁻¹
úspora produkce CO ₂ (globální pohled):	41.146 t.rok ⁻¹
výroba el. energie v kogeneračních jednotkách:	13.210 MWh.r ⁻¹

Celkové předpokládané investiční prostředky na realizaci byly stanoveny ve výši 316.950 tis. Kč

5.2 Systémy CZT

Situaci v teplárenství lze v současné době s výhledem do budoucnosti charakterizovat takto:

- Celkové množství vyrobeného tepla dlouhodobě klesá. Ze soustav dálkového vytápění a z blokových kotlen jsou v ČR zásobovány teplem dvě pětiny domácnosti.
- Cca 49% domácností je zásobováno teplem ze zdrojů situovaných mimo byt. Pro ně se zhruba dvě třetiny tepla získávají spalováním uhlí, třetina tepla je z plynu. Tento poměr se bude v příštích letech pomalu vyrovnávat.
- Dominantní úlohu při využití zemního plynu v dálkovém zásobování teplem zatím hrají především plynové kotle ve výtopnách. Nejbližší budoucnost však ukazuje, že bez kombinované výroby elektřiny a tepla nelze v delším časovém horizontu dále toto palivo v monovýrobě tepla efektivně a pro odběratele tepla ekonomicky únosně využívat.
- Ve zvýšené míře bude využíváno obnovitelných zdrojů energie, kogenerace, systémů akumulace.
- Technicky budou nové systémy provozovány při nižších teplotách a tlacích, budou celkově pružnější.
- Teplárenství s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla je jedním z nejdůležitějších prostředků snížení energetické náročnosti národní ekonomiky, neboť spoří třetinu spotřeby primárních paliv oproti oddělené výrobě, tedy monovýrobě tepla a elektřiny. Z opačného úhlu pohledu dokáže teplárna v kombinovaném cyklu výroby elektřiny a tepla vyrobit ze stejného množství primárního paliva až o polovinu více energie, než se získá při oddělené výrobě elektřiny v kondenzačních elektrárnách a tepla ve výtopnách.
- Teplárenství rovněž nabízí efektivní využití místních obnovitelných a druhotných zdrojů pro místní spotřebu tepla a elektřiny.

V návrhu Aktualizace Státní energetické koncepce (09/2013) jsou poměrně jednoznačně formulovány cíle v oblasti systémů centrálního zásobování teplem, zejména:

- a) Dlouhodobě udržet rozsah soustav zásobování teplem a zajistit srovnání ekonomických podmínek centralizovaných a decentralizovaných zdrojů tepla při úhradě emisí a dalších externalit (uhlíková daň, povolenky, emise).
- b) Podporovat vysoce účinnou kogenerační výrobu zejména u tepláren na hnědé uhlí.
- c) Prosazovat dlouhodobou dostupnost uhlí pro teplárenské systémy a přednostní dodávky uhlí do soustav zásobování teplem s vysokou celkovou účinností napříč celým výrobním systémem (tzn. i včetně rozvodů tepla) na úkor nízkoučinných zdrojů.
- d) Podporovat využití biomasy, dalších obnovitelných a druhotných zdrojů a maximální využití odpadů v kombinaci s ostatními palivy pro soustavy zásobování teplem, zejména u středních a menších zdrojů.
- e) Zajistit postupný přechod ke kogenerační výrobě kombinované s efektivním užitím tepelných čerpadel u všech výtopen.
- f) Podporovat restrukturalizaci energeticky a ekonomicky neefektivních systémů dodávek tepla všude tam, kde je předpoklad dosažení vyšší energetické účinnosti, vyšší flexibility v užití paliv a lepších parametrů z hlediska udržitelného rozvoje. Omezit nízkoučinnou kondenzační výrobu elektřiny v teplárnách.
- g) Posílit roli územních energetických koncepcí pro územní plánování a stavební řízení a povolovací procesy v energetice a zajistit jejich plnou provázanost se SEK.
- h) Podpořit územní rozvoj soustav zásobování teplem tam, kde je to reálné a efektivní, s cílem využití přebytku tepelného výkonu v důsledku úspor v budovách.
- i) Podporovat přechod zejména středních a menších soustav zásobování teplem, na vícepalivové systémy využívající lokálně dostupnou biomasu, zemní plyn, případně další palivo, kdy zejména zemní plyn bude plnit roli stabilizačního a doplňkového paliva.
- j) Orientovat využívání kvalitního černého uhlí zejména na střední a velké teplárenské zdroje s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla.
- k) Orientovat využívání zemního plynu jako nízkoemisního energetického zdroje především na malé a střední teplárenské systémy, na domácnosti a na decentralizované zdroje tepla (mikrokogenerace).

Na základě výsledků typového příkladu a související problematiky lze konstatovat:

- 1) Systémy CZT mohou být i v budoucnu konkurence schopné z hlediska zajištění dodávek tepla za předpokladu:
 - zdroje, které zásobují teplem tyto systémy budou založeny na kombinované výrobě elektřiny a tepla a to jak v podobě „klasické“ kogenerace, tak v některých případech v podobě mikrokogenerace,
 - systémy CZT budou aplikovány na území s odpovídající poptávkou po teple, resp. s odpovídající tepelnou hustotou,
 - vyráběné topné medium bude třeba volit na úrovni max. horké vody,
 - v systémech rozvodu topného media budou voleny systémy dvoutrubkové s objektovými předávacími stanicemi,
 - čtyřtrubkové systémy rozvodu tepla pro vytápění a rozvodu teplé vody budou zachovány pouze v případě dobrého technického stavu stávajícího rozvodu a přijatelného rozsahu.
 - 2) Při rekonstrukci stávajících systémů CZT, resp. při jejich decentralizaci je třeba navrhovat opatření i na stávající zdroje, pokud nedochází k jejich celkové rekonstrukci, které v důsledku poklesu poptávky po teple se stávají výrazně předimenzovanými a ekonomika jejich provozu může být výrazně narušena.
 - 3) Budování systémů CZT přispívá i ke zvyšování bezpečnosti dodávek energie pro danou lokalitu.
 - 4) Výrazným znakem současného stavu systémů dodávek chladu je ten, že jsou založeny na lokálních (objektových) systémech. Centralizované systémy v ČR prakticky neexistují pomineme-li systém provozovaný v městě Plzeň.
 - 5) Lze očekávat, že v následujících letech dojde k postupnému vzniku dalších centralizovaných systému s dodávkou chladu.
 - 6) Za obecné zásady analýzy nákladů a přínosů projektů rozvoje soustav centrálního zásobování teplem lze považovat tyto postupové kroky:
 - a. stanovení územního celku pro analýzu způsobu zásobování teplem a chladem,
 - b. kvantifikace dosavadní úrovně zabezpečení dodávek – referenční varianta,
 - c. formulace alternativních scénářů zabezpečení dodávek tepla a chladu na bázi vysoce účinných zdrojů kombinované výroby tepla a elektřiny:
 - i. scénář centralizovaného způsobu zabezpečení dodávek,
 - ii. scénář decentralizovaného způsobu zabezpečení dodávek,
 - d. formulace metody hodnocení čistých přínosů scénářů,
 - e. prognóza cen paliv a energie,
 - f. ekonomická analýza nákladů a přínosů scénářů,
 - g. citlivostní analýza.
-