

ENERGO-ENVI, s.r.o.

Na Březince 930/6

150 00 Praha 5

Telefon 251 564 281

www.energo-envi.cz



Zákazník:

MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR

Projekt:

Diverzifikace systémů CZT cesta k vyšší konkurenceschopnosti

Stupeň:

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

ENERGO-ENVI

Zakázkové číslo:

1102

Označení dokumentu:

1102_01_ENS

Revize:

0

Autor:

Doc. Ing. Roman Povýšil, CSc. a kol.

Telefon:

251564281

E-mail:

info@energo-envi.cz

Datum:

12/2011

Autorizace

Datum	Vypracoval	Vedoucí zakázky
	Doc .Ing .Roman Povýšil, CSc. Ing .Miroslav Mareš Ing .Milan Svoboda Ing. Michal Doležal	Doc .Ing .Roman Povýšil, CSc.

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

Obsah	Strana
1 Úvod do problematiky centrálního zásobování teplem (CZT)	5
1.1 Systémy CZT	6
2 Současnost CZT	14
3 Konkurenceschopnost systémů CZT	19
4 Možnosti zvyšování Konkurenceschopnost systémů CZT	22
4.1 Diverzifikace systému CZT	22
4.2 Implementace okrskových zdrojů na bázi kogeneračních jednotek	25
4.3 Vývojové trendy kogeneračních zdrojů	37
4.3.1 Velké teplárenské zdroje	37
4.3.2 Malé a střední kogenerační zdroje	38
4.4 Přístupy k snižování ztrát tepla v distribučních soustavách CZT	39
4.4.1 Přechod z parních systémů na horkovodní nebo teplovodní	43
4.4.2 Přechod z horkovodních systémů na teplovodní	43
4.4.3 Decentralizace přípravy TV přímo do objektů	43
4.4.4 Aplikace řídicích a informačních systémů v soustavách CZT	44
4.4.5 Optimální tloušťka izolace	44
4.4.6 Předávací stanice	45
4.5 Posouzení dodávek centrálního chladu	46
4.5.1 Dvě základní technologie chlazení využívající tepelnou energii	47
4.5.2 Ekonomické a ekologické porovnání kompresorového a tepelného chlazení	48
4.5.3 Případová studie	50
4.5.4 Závěr, doporučení	55
5 Případová studie diverzifikace stávajícího systému CZT	58
5.1 Úvod	58
5.2 Popis stávajícího stavu	60
5.3 Zhodnocení stávajícího stavu	61
5.4 Varianty řešení	62
5.5 Porovnání variant	69
5.6 Doporučené řešení, formulace přínosů	72
5.7 Závěr	72
6 Posouzení diverzifikace z hlediska energetické efektivity a dostupnosti primárních energetických zdrojů energie	74
7 SWOT analýza tržního prostředí v oblasti zásobování teplem územního celku	75
7.1 Silné stránky	77
7.1.1 Tradiční společnost zásobující mě teplem	77
7.1.2 Environmentální přijatelnost	77
7.2 Slabé stránky	78
7.2.1 Cena tepla	78

7.2.2	Úbytek zákazníků	78
7.2.3	Absence systému CZT v některých částech města	78
7.3	Příležitosti	79
7.3.1	Připojení relevantních rozvojových oblastí na stávající SCZT	79
7.3.2	Dodávky centrálního chladu	80
7.3.3	Vybudování nových oblastních systémů CZT v rozvojových oblastech	80
7.3.4	Účelné akvizice	80
7.3.5	Implementace v oblasti OZE	80
7.4	Ohrožení	80
7.4.1	Úbytek poptávky	80
7.4.2	Působení konkurence	82
7.4.3	Zvýšená aktivita konkurence na trhu s teplem	83
7.4.4	Vliv ceny paliva a ceny tepla	84
7.4.5	Nedostatečná inovace výrobních a distribučních zařízení	87
7.4.6	Nestabilní legislativní prostředí	87
8	Shrnutí a závěry	88
9	Literatura	90

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY CENTRÁLNÍHO ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM (CZT)

Česká republika patří k tradičním teplárenským zemím s vysokým podílem implementace systémů centralizovaného zásobování teplem na energetickém trhu.

Dosavadní debata o tom, jak do budoucna uspokojit vysoké energetické nároky současné společnosti, se téměř výlučně zabývá problémem, jak a čím nahradit ubývající fosilní zdroje, případně se zaměřuje na charakter trhu s energií. Přitom stejně důležitá je otázka koncepce celého energetického systému a jeho nastavení, početnosti a velikosti zdrojů a k tomu uzpůsobené distribuční soustavy jednotlivých forem energie.

Oblast zásobování teplem reprezentuje soustavy lokálního charakteru a tím se liší od soustav zásobování elektřinou a zemním plynem. Mnohé zdroje teplárenských soustav jsou však napojeny na elektrizační soustavu zejména ve funkci zdrojů zajišťující systémové služby.

Oblastí zásobování teplem se samozřejmě zabývá i aktualizovaná státní energetická koncepce (verze 2010). V kapitole 5.3 Teplárenství je formulována vize a hlavní cíle.

Vize teplárenství je formulována jako "spolehlivý a konkurence schopný dodavatel tepla pro domácnosti, průmysl, podnikatelské subjekty a veřejný sektor a současně významný a energeticky efektivní dodavatel el. energie a regulačních služeb pro elektrizační soustavu".

Hlavní cíle pak spočívají mimo jiné v dalším rozvoji CZT v sídelních celcích, využití OZE, využití vícepalivových systémů, rozvoje vysoce účinné kombinované výroby elektřiny a tepla, podpoře restrukturalizace energeticky a ekonomicky neefektivních systémů CZT a podpoře využití tepla z provozu jaderných elektráren.

Současné systémy centrálního zásobování teplem se stále častěji potýkají s rostoucí konkurencí na trhu s teplem a s tím souvisejícími problémy s odpojováním stávajících odběratelů tepla. Důvody k odpojování však nejsou jen na straně rostoucí konkurence, ale i vlivem aspektů spočívajících na straně vlastníků a provozovatelů CZT.

Jedná se zejména o neefektivní chování dodavatele tepla k odběratelům např. v oblasti cenové politiky nebo neřešení stavu systému z hlediska energetické efektivity apod.

Vzhledem k tomu, že centralizované systémy zásobování teplem jsou dle našeho názoru stále perspektivním a ekologicky přijatelným dodavatelem tepla, což potvrzuje státní energetická koncepce, je nanejvýš žádoucí hledat efektivní přístupy k zvýšení konkurenceschopnosti stávajících systémů CZT ve vztahu k atomizaci dodávek tepla na bázi objektových plynových kotlen ve vybudovaných systémech CZT.

Jednou z cest jak podpořit konkurenceschopnost, je diverzifikace stávajících systémů CZT ve vztahu k očekávaným omezujícím faktorům, které lze v blízké budoucnosti očekávat. Jedná se zejména o nejistotu zabezpečení dodávek tuhých paliv ve vztahu k limitům těžby hnědého uhlí a jejich substituci, což se negativně projeví v nutnosti budování nových zdrojů a následně v ceně tepla. Tento efekt bude ještě umocněn navýšením sazby DPH.

Publikace je proto zaměřena na jeden z aktuálních problémů naší energetiky, kterým bezesporu je oblast zásobování teplem se všemi jeho neduhy i přednostmi. Vzhledem k tomu, že v České republice jsou vysoce rozvinuty systémy centralizovaného zásobování teplem, je třeba hledat efektivní cesty k jejich racionalizaci a vyšší hospodárnosti a zajištění cenové přijatelnosti zabezpečení potřeb odběratelů tepla z těchto systémů. Důležitým hlediskem je rovněž zajištění bezpečnosti dodávek a minimalizace negativních vlivů na životní prostředí a klimatu Země.

Publikace je zaměřena na jednu z důležitých oblastí, kterou je udržení resp. zvýšení konkurenceschopnosti stávajících systémů CZT. Za nadějnou cestu považují autoři této publikace efektivní diverzifikaci stávajících systémů CZT. Proto také této problematice je věnována tato publikace zaměřená na prezentaci jedné z možností zvýšení konkurenceschopnosti spočívající v diverzifikaci stávajících systémů CZT na bázi účelné substituce centrálního zdroje tepla oblastními zdroji a s tím spojené racionalizace distribučních systémů tepla za účelem snížení tepelných ztrát.

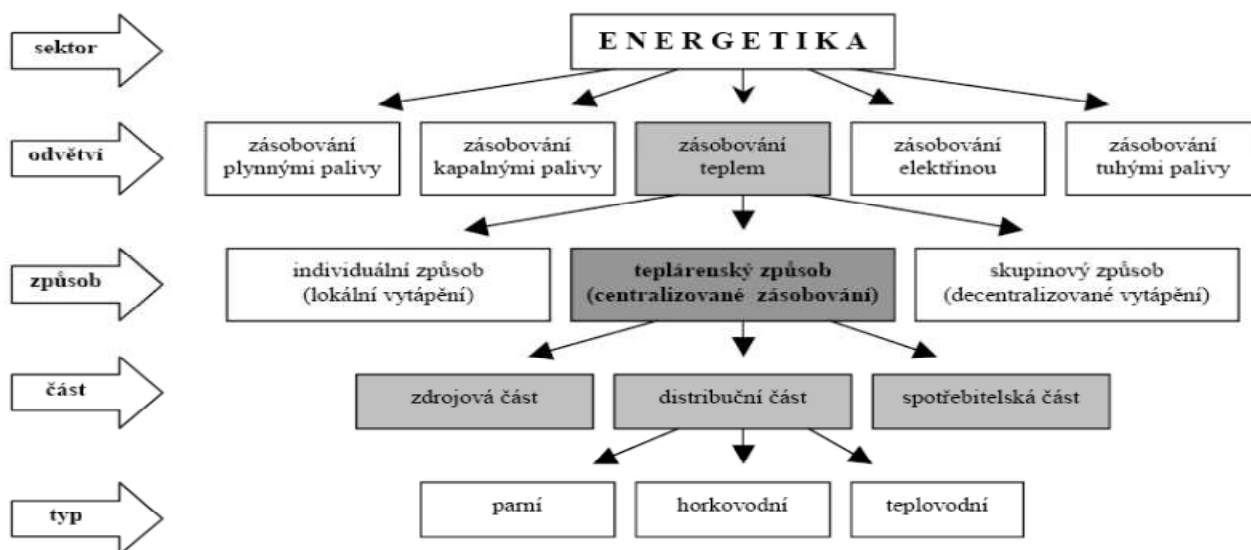
V rámci publikace je diskutována aktuální problematika substituce předimenzovaných centrálních zdrojů tepla energeticky efektivnějšími zdroji na bázi oblastních kombinovaných zdrojů tepla a elektřiny využívajících plynná paliva a OZE a dále pak eliminace rozsáhlých rozvodů tepla redukovánými rozvody na bázi předizolovaného potrubí a objektových předacích stanic.

Nedílnou součástí publikace je případová studie.

Publikace je určena pro energetické auditory, podnikatelské subjekty v oblasti CZT a informační střediska EKIS.

1.1 Systémy CZT

Systémy centralizovaného zásobování teplem mají svoji důležitou úlohu v energetickém systému České republiky. V níže uvedeném obrázku je prezentována úloha, místo v celostátním energetickém systému státu a struktura podsystémů tvořící systém zásobování teplem.



Obr.1 Vymezení systému zásobování teplem v energetickém systému

Systémy centralizovaného zásobování teplem (SCZT) jsou tvořeny vzájemně propojenými zdroji tepla, tepelnými sítěmi, popřípadě předávacími stanicemi a vnitřními spotřebitelskými zařízeními.

Zdroje SCZT jsou samostatně umístěné energetické výroby, jejichž alespoň jeden produkt tvoří teplo dodávané do tepelných sítí.

Tepelné sítě jsou soubory zařízení určených pro dopravu tepla ze zdrojů k odběratelům, popřípadě k propojení zdrojů mezi sebou.

Předávací stanice jsou zařízení pro úpravu parametrů teplotnosné látky na hodnoty požadované vnitřními spotřebitelskými zařízeními.

Vnitřní spotřebitelská zařízení (zpravidla otopné soustavy a rozvody teplé vody) jsou určena pro vnitřní dodávky tepla do tepelných spotřebičů v objektech sloužících k vytápění či technologickým potřebám.

Podle skupenství a parametrů teplotnosné látky, kterou bývá chemicky upravená voda se rozlišují SCZT parní, horkovodní a teplovodní.

Ve zdrojích parní SCZT je vyráběna pára, která je při parametrech max. 1,8 MPa a 240 °C dodávána do parní tepelné sítě, ze které jsou realizovány buď přímé odběry páry pro technologické účely, nebo nepřímé odběry tepla prostřednictvím předávacích stanic. Proudění páry v parovodech umožňuje její tlaková energie, po předání tepla odběratelům je zbylý kondenzát dopravován zpět do zdroje pomocí čerpadel a kondenzátních potrubí, popřípadě vlastním tlakem, nebo samospádem.

Ve zdrojích horkovodní SCZT je teplotnosná látka (voda) ohřívána na požadovanou teplotu (max. 180 °C) a výstupní větví horkovodní tepelné sítě je dopravována k odběratelům – předávacím stanicím. Ochlazená voda z předávacích stanic proudí vratnou větví zpět do zdroje. Cirkulace oběhové vody v tepelné síti je zajištěna oběhovými čerpadly situovanými zpravidla ve zdrojích. Horkovodní tepelné sítě jsou navrhovány na konstrukční tlaky až 2,5 MPa a obvykle jsou označovány jako primární.

V teplovodních SCZT je proces dopravy tepla od zdroje ke spotřebitelům obdobný, jako v horkovodních soustavách, s tím, že parametry teplotnosné látky na výstupu ze zdroje jsou nižší (teploty do 110 °C, konstrukční tlaky do 1,6 MPa). Pro možnost přímého napojení vnitřních spotřebitelských zařízení na teplovodní síť bývají maximální parametry teplotnosné látky voleny ještě nižší (max. 95 °C a 0,6 MPa). Je-li zdrojem takovéto sítě předávací stanice napájená z primárního okruhu, hovoříme o sekundární tepelné síti.

Každá soustava centralizovaného zásobování teplem je charakteristická svými :

- energetickými parametry (spotřeby, výroby a dodávky energie)
- technickými parametry (typy a parametry instalovaných zařízení)
- ekologickými parametry (produkci odpadů a emisí znečišťujících látek do ovzduší)
- ekonomickými parametry (náklady a tržbami, závazky a pohledávkami).

Hlavními energetickými parametry SCZT jsou výroba a dodávka tepla a případně s tím související výroba a dodávka elektrické energie a v to v případě, že soustava disponuje tzv. kogeneračními zdroji které zajišťují kombinovanou výrobu obou forem energie.

Teplo dodávané ze zdrojů SCZT je spotřebováváno zejména pro účely zajištění potřeb odběratelů a dále pak ke krytí ztrát v rozvodech a výměňkových stanicích.

Ztráty v rozvodech způsobují dva jevy, a to prostup tepla a únik teplotního média. Velikost ztrát prostupem tepla závisí:

- na vnitřní teplotě teplotního média,
- tloušťce a kvalitě tepelné izolace a na teplotě a charakteru okolního prostředí
- množství úniku teplotního média odvislé od těsnosti potrubí, resp. kompenzátorů a armatur, dále na těsnosti ucpávek čerpadel, na těsnosti teplosměnných ploch v předávacích stanicích,
- u parních soustav pak ještě na množství vratného kondenzátu a způsobu nakládání s ním.

Dodávané teplo prostřednictvím SCZT je má v zásadě tři hlavní skupiny odběratelů, kterými jsou :

- Bytové domy
- Občanská vybavenost (terciární sféra)
- Průmyslové podniky

U všech tří skupin konečných odběratelů tepla je toto teplo využíváno pro vytápění a přípravu teplé vody. Dále je teplo v omezené míře využíváno pro větrání a klimatizaci a to zejména u objektů občanské vybavenosti a průmyslových objektech. V průmyslu je poměrně ve značné míře využíváno i pro technologické účely.

Potřeby tepla pro vytápění jsou ovlivňovány zejména venkovní teplotou, tepelně technickými vlastnostmi obvodových plášťů budov a režimem užívání daného objektu a tomu odpovídajícího topného režimu.

V průmyslových objektech je pak potřeba tepla poměrně významně ovlivňována technologickými potřebami.

Celková energetická účinnost SCZT je zejména ovlivněna těmito faktory :

- účinností spalovacích zařízení (kotlů)
- implementací kombinované výroby elektrické energie a tepla ve zdrojích
- úroveň ztrát tepla při jeho dopravě a distribuci.

U spalovacích zařízení (kotlů) obecně platí, že čím je vyšší výkon kotle, tím je lepší jeho střední roční energetická účinnost. Důvod tohoto stavu je zapříčiněn lepší energetickou účinností kotlů vyššího instalovaného výkonu vlivem vyšší konstrukční dokonalosti zahrnující např. ekonomizéry, řídicí jednotky spalovacího procesu, ohříváky vzduchu apod. Dalším důvodem vyšší účinnosti obvykle bývá způsob provozování (udržování v optimálních režimech) a v neposlední řadě i kvalitou obsluhy (proškolený personál disponující prostředky měření, řízení a regulace). Nutným předpokladem naplnění tohoto obecného pravidla je, že kotel svojí výkonovou kapacitou odpovídá potřebám požadovaných dodávek tepla, v opačném případě toto obecné pravidlo neplatí vlivem provozování v mimooptimálních stavech .

Přehled hodnot typických středních ročních účinností hlavních skupin kotlů je uveden v následujících tabulkách převzatých z / 2 /.

STŘEDNÍ ROČNÍ ÚČINNOST KOTLŮ

	Malé zdroje do 0,2 MW	Střední zdroje do 5 MW	Velké zdroje do 300 MW	Velké zdroje nad 300 MW
Kotle na plynná paliva	89 %	91 %	94 %	-
Kotle na kapalná paliva	88 %	90 %	91 %	-
Kotle na kvalitní tuhá paliva	65 %	75 %	88 %	89 %
Kotle na méněhodnotná tuhá paliva	53 %	70 %	87 %	88 %

Srovnání efektů energetických transformací pro zdroje spalující tuhá paliva:

		Malé zdroje do 0,2 MW	Střední zdroje do 5 MW	Velké zdroje do 300 MW	Velké zdroje nad 300 MW
Výtopna s kotli na tuhá paliva	teplo	57 %	71 %	86 %	-
	elektřina	-	-	-	-
	ztráty	43 %	29 %	14 %	-
Teplárna s kotli na tuhá paliva a protitlakou turbínou	teplo	-	64 %	65 %	64 %
	elektřina	-	6 %	20 %	22 %
	ztráty	-	30 %	15 %	14 %
Elektrárna s kotli na tuhá paliva a kondenzační turbínou	teplo	-	-	-	-
	elektřina	-	-	34 %	38 %
	ztráty	-	-	66 %	62 %

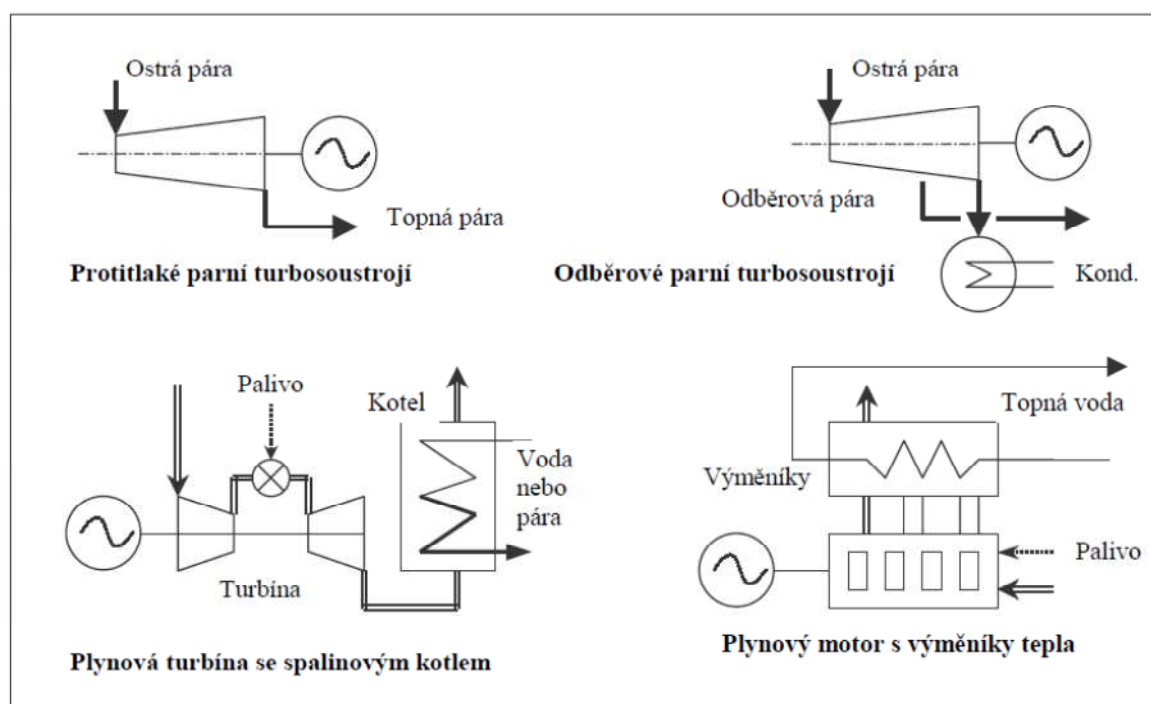
Srovnání efektů energetických transformací pro zdroje spalující tuhá paliva ušlechtilá paliva:

		Malé zdroje do 0,2 MW	Střední zdroje do 5 MW	Velké zdroje do 300 MW	Velké zdroje nad 300 MW
Výtopna s kotli na ušlechtilá paliva	teplo	87 %	89 %	89 %	-
	elektřina	-	-	-	-
	ztráty	13 %	11 %	11 %	-
Teplárna na ušlechtilá paliva s plynovou turbínou	teplo	-	-	49 %	48 %
	elektřina	-	-	33 %	36 %
	ztráty	-	-	18 %	16 %
Teplárna na ušlechtilá paliva s plynovým motorem	teplo	53 %	53 %	50 %	-
	elektřina	25 %	32 %	34 %	-
	ztráty	22 %	15 %	16 %	-
Teplárna s paroplynovým cyklem s protitl. parní turbínou	teplo	-	-	37 %	35 %
	elektřina	-	-	43 %	47 %
	ztráty	-	-	20 %	18 %
Elektrárna s paroplynovým cyklem s kond. parní turbínou	teplo	-	-	-	-
	elektřina	-	-	47 %	49 %
	ztráty	-	-	53 %	51 %

Celkovou energetickou účinnost soustav CZT samozřejmě ovlivňují i ztráty tepla při jeho přenosu a distribuci. Přehled o obvyklých hodnotách procentních ztrát tepla v jednotlivých částech rozvodných tepelných sítí dává tabulka / 2 /.

	Otopné soustavy do 0,2 MW	Malé SCZT do 5 MW	Velké SCZT do 300 MW	Rozsáhlé SCZT nad 300 MW
Ztráty v sekundární distribuci – teplovody	-	6 %	6 %	6 %
Ztráty v primární distribuci – horkovody	-	-	8 %	8 %
Ztráty v primární distribuci – parovody	-	-	14 %	14 %
Ztráty v dálkových napáječích – horkovody	-	-	-	2 %
Ztráty v dálkových napáječích - parovody	-	-	-	5 %

V tepelných zdrojích SCZT se hojně vykytují kogenerační zdroje. Jedná se o čtyři základní typy zdrojů využitelných pro současnou výrobu elektrické energie a tepla. Jsou to parní protitlaké a parní odběrové turbíny, plynové turbíny a plynové motory. Schématické znázornění všech těchto čtyřech základních typů kogeneračních jednotek je uvedeno na obrázku.



Obr.2 Základní typy kogenerace užívaných v soustavách CZT

U **parních protitlakých turbín** je veškerá emisní pára využívána pro topné účely, a to ať již přímo jako pára dodávaná do parních SCZT, nebo jako pára dodávaná do zdrojových výměníkových stanic horkovodních SCZT. Výhodou tohoto typu kogenerační jednotky je vysoká energetická účinnost, nevýhodou je přímá závislost výroby elektrické energie na dodávkách tepla resp. na spotřebě tepla odběrateli.

Parní odběrové turbíny umožňují přerozdělovat množství páry odebírané pro topné účely a množství páry využívané pro kondenzační výrobu elektrické energie, samozřejmě pouze v určitém omezeném rozsahu, daném maximálními velikostmi odběrů a minimálními průtoky do kondenzace.

Dalším energetickým zařízením využívaným pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla jsou **plynové turbíny**. Samostatné využití plynové turbíny je velmi omezené a spíše se využívá v elektrizační soustavě ve funkci špičkového zdroje. V systémech CZT se používá kombinace plynové turbíny a spalínového kotle tak jak je znázorněno na obr.2. Jedná se o tzv. **paroplynové cykly (PPC)**. Aplikované spalínové kotle vytápěné spaliny plynové turbíny většinou produkující páru o vysokých parametrech, která je dále využívána pro provoz parních turbín. V případě, že za spalínovým kotlem je připojena protitlaká parní turbína, provozní vlastnosti celého PPC odpovídají protitlaké výrobě (vysoká celková energetická účinnost, vynucená výroba elektrické energie), pokud je za kotlem použita odběrová parní turbína, provozní vlastnosti celého PPC odpovídají odběrové výrobě (nižší celková energetická účinnost, existence volného elektrického výkonu).

K hlavním výhodám takovéto kogenerační jednotky patří podstatně vyšší podíl výroby elektřiny oproti vyráběnému teplu, což je ovlivněno plynovou turbínou, která pohání generátor elektrické energie.

Výhodou takovéto jednotky je, že plynová turbína může být v době odstávky PPC využívána i jako záložní zdroj v elektrizační soustavě schopný najetí na plný výkon velmi rychle. K hlavním nevýhodám PPC patří menší regulační rozsah plynových turbín.

Kogenerační výroba elektrické energie a tepla na bázi **plynových motorů**, bývá aplikována především ve zdrojích menších SCZT. Plynové motory mají oproti ostatním zdrojům elektrické energie jedno výrazné specifikum, kterým je možnost častých, opakovaných a poměrně velmi rychlých startů a odstávek. Tyto vlastnosti je možno s výhodou využít pro vykrývání denních diagramů zatížení místních odběrových soustav elektrické energie, dořešit je však vždy třeba vazby na denní průběhy dodávek tepla. Obvyklým technickým i ekonomicky úspěšným řešením bývá přiřazení beztlakých statických akumulátorů tepla, které jsou v době chodu plynových motorů nabíjeny přebytky jejich tepelného výkonu. V době odstávky motoru naopak jsou naakumulované přebytky využívány ke krytí potřeb tepla v SCZT.

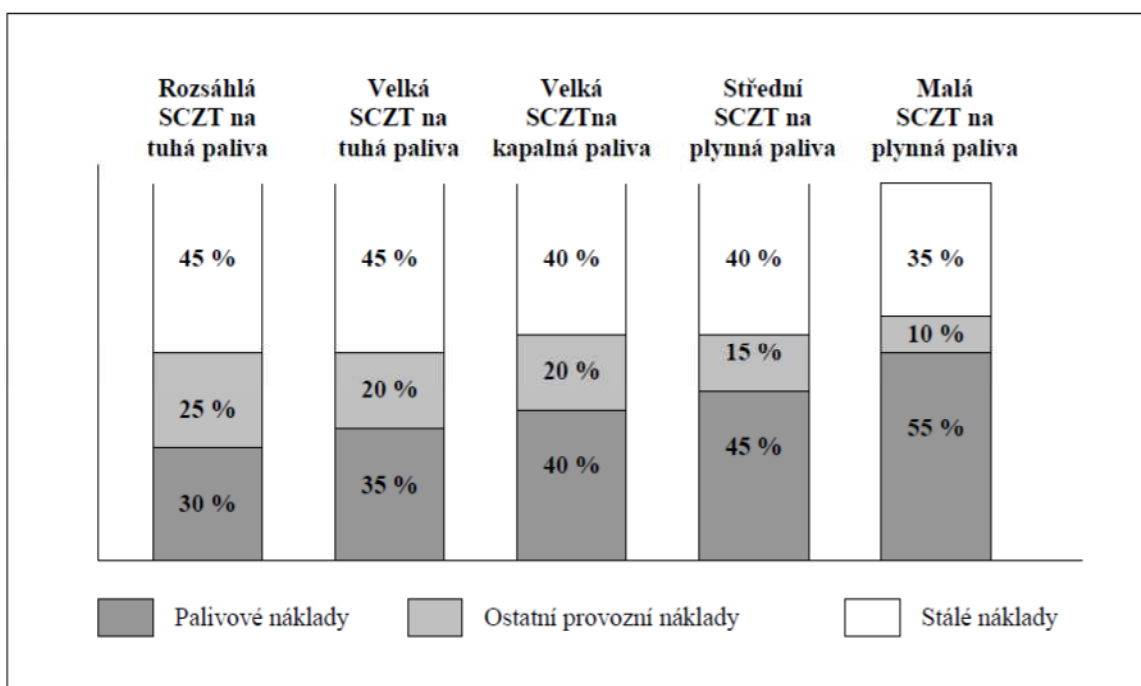
Ekonomická úspěšnost každého systému zásobování energií se odvíjí od výše finančních prostředků na investice potřebných na jeho budování, rozšiřování, či rekonstrukce, dále pak od výše nákladů spojených s provozováním systému a v neposlední řadě od velikosti výnosů plynoucích z prodeje produkované energie. V současné době roste riziko spojené se stabilitou trhu s teplem, ale nejenom s ním. Značná rizika lze rovněž spatřovat v dostupnosti zejména tuhých paliv a dále pak v cenové nestabilitě fosilních primárních zdrojů.

Soustavy CZT patří mezi investičně nejnáročnější energetické systémy, neboť kromě investic do centrálních zdrojů je třeba budovat tepelné napáječe, primární tepelné sítě, výměníkové stanice, popřípadě i sekundární tepelné sítě a předací stanice.

Systémy CZT jsou zhruba dvojnásobně investičně náročnější oproti plošné plynofikaci a zhruba čtyřnásobně vyšší oproti plošné elektrifikaci.

Celkové náklady v SCZT jsou tvořeny především náklady na palivo, ostatními provozními náklady a dále stálých nákladů, které zahrnují správní režii, odpisy, úroky z úvěrů, nákladové daně, atd.

Vzhledem k velmi odlišným technickým a ekonomickým podmínkám v jednotlivých lokalitách je prakticky nemožné provést objektivní nákladová porovnání různých energetických systémů. V následujícím grafu Proto uvádíme pouze relativní srovnání systémů CZT využívajících různých druhů paliv publikovaných v / 2 /.



Z výše uvedeného porovnání struktury nákladů je zřejmé, že kromě významného podílu stálé složky nákladů vyvolané vysokou investiční náročností, se u teplotních soustav setkáváme i s poměrně velkou složkou ostatních provozních nákladů, tvořenou zejména náklady na opravy a údržbu, náklady na chemikálie, vodu, sorbenty pro odsíření, náklady odvozu a ukládání popelovin, náklady na nakoupené služby, atd. Podíl palivových nákladů má převažující charakter pouze u menších soustav.

Pokud bude výše uvedená struktura nákladů platit i nadále, je třeba za účelem zajištění konkurenceschopnosti CZT oproti jiným systémům hledat cestu snižování zejména ostatních provozních nákladů a palivových nákladů zvyšování efektivity těchto systémů. Jednou z možných cest je racionalizace soustav na bázi efektivní decentralizace a implementace vysoce efektivní kogenerační výroby elektřiny a tepla.

Tržby realizované za dodávky elektrické energie by měly samozřejmě převážet dodatečné náklady na její výrobu, přičemž hlavní efekty by měly vyplývat ze zhruba poloviční měrné spotřeby tepla v palivu při kombinované výrobě společně s teplem, oproti monovýrobě v kondenzačních elektrárnách, a dále to, že

elektrina z teplárenských zdrojů je obvykle dodávána přímo do distribučních sítí o nižších napěťových hladinách, tj. poblíže míst její spotřeby.

Z výše uvedených informací charakterizujících stávající systémy CZT lze učinit následující závěry:

Systémy CZT lze charakterizovat těmito pozitivními efekty:

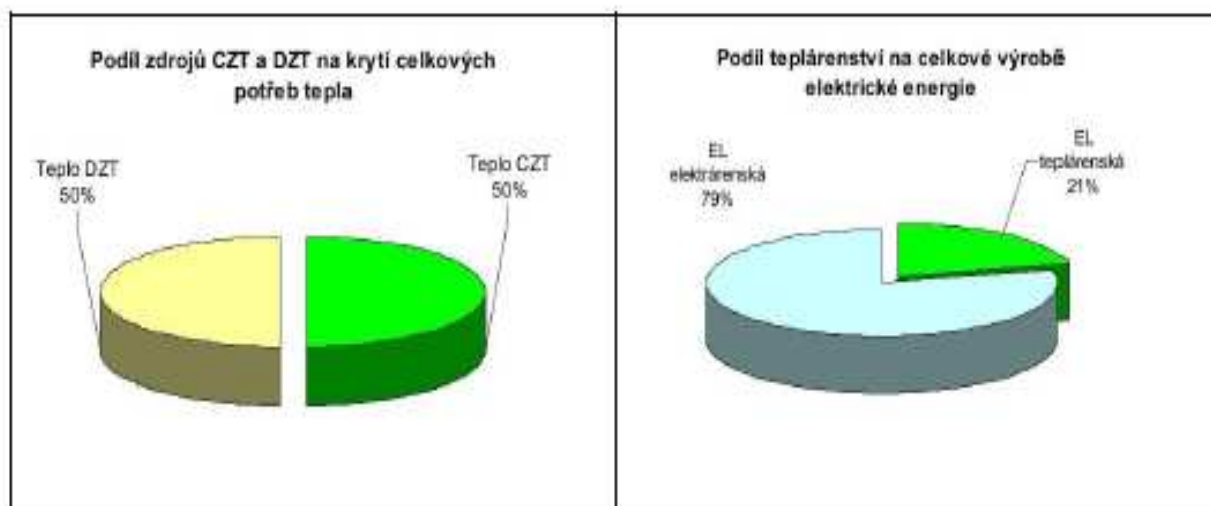
1. **Vyšší účinnost energetických přeměn** ve zdrojích, zejména v souvislosti s využíváním kogeneračního způsobu výroby elektrické energie a tepla.
2. **Pozitivní dopad na životní prostředí** v důsledku úspor paliv při výrobě energie vlivem vyšší energetické účinnosti, kontrolovaného nakládání s palivy, vodou a odpady, čištění spalín a jejich nižší koncentrace v ovzduší, kontinuální monitoring emisí a jejich regulace
3. **Možnost využívání různých druhů paliv**, tj. mazutů, dehtů, uhlí, komunálních či bezpečných průmyslových odpadů, možnost využívání zbytkového tepla z technologických procesů, nebo možnost celoročního využívání obnovitelných a netradičních energetických zdrojů.
4. **Lokalizace výrobních zdrojů mimo obytná centra.**

Naopak soustavy CZT mají i negativní efekty mezi které lze zahrnout:

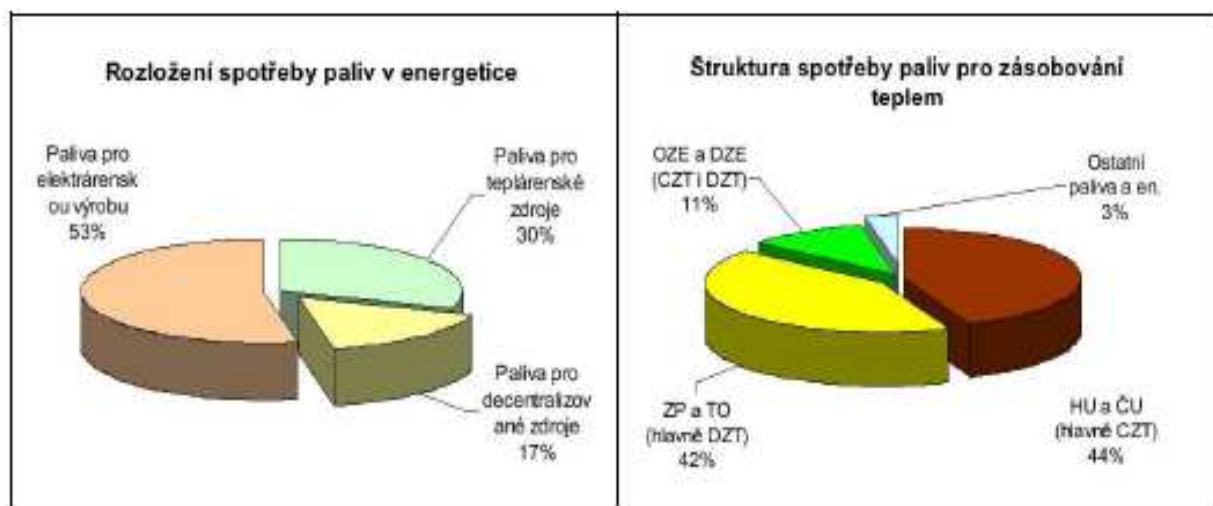
1. **Vyšší ztráty při přenosu a v distribuci tepla**
2. **Vysoká investiční náročnost**
3. **Nižší regulovatelnost**

2 SOUČASNOST CZT

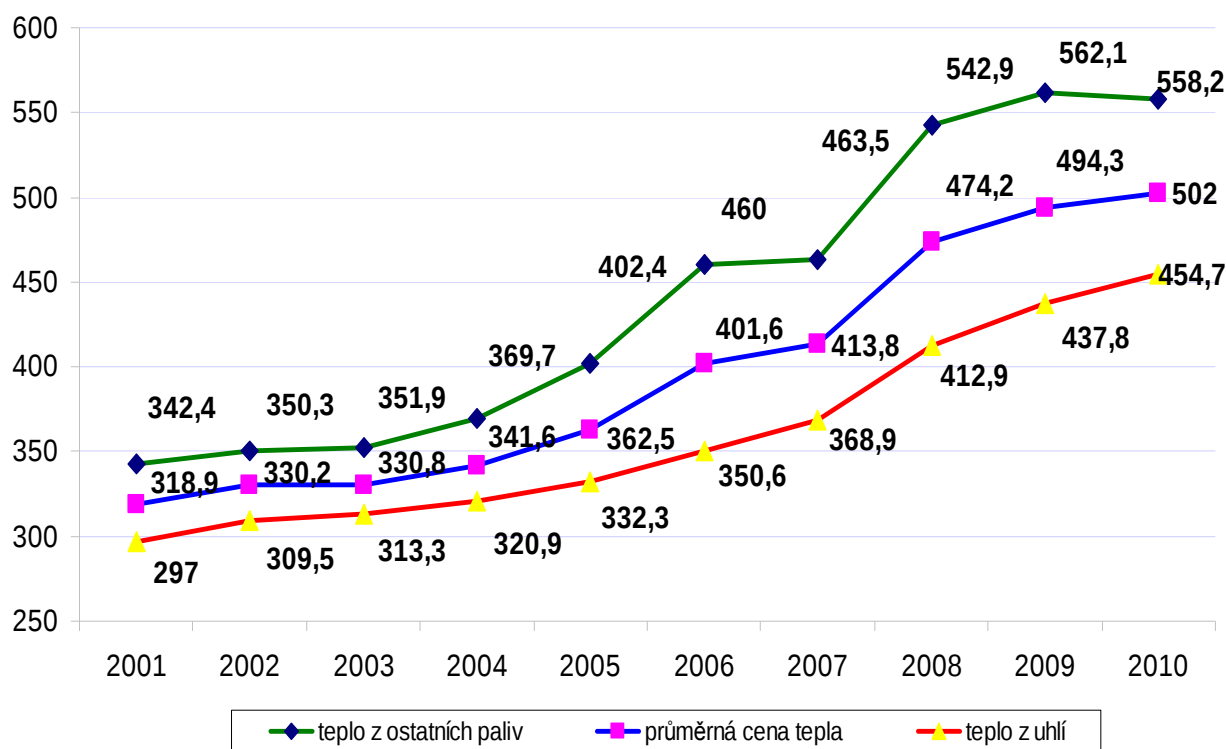
Následující grafy charakterizují současný podíl systémů centralizovaného zásobování teplem na trhu s teplem v České republice, strukturu užitých primárních paliv a vývoj průměrné ceny tepla z CZT.



Obr.3 Podíl SCZT na krytí potřeb tepla a na celkové výrobě elektřiny / 1 /



Obr.4 Podíl SCZT na spotřebě paliv a jejich struktura / 1 /



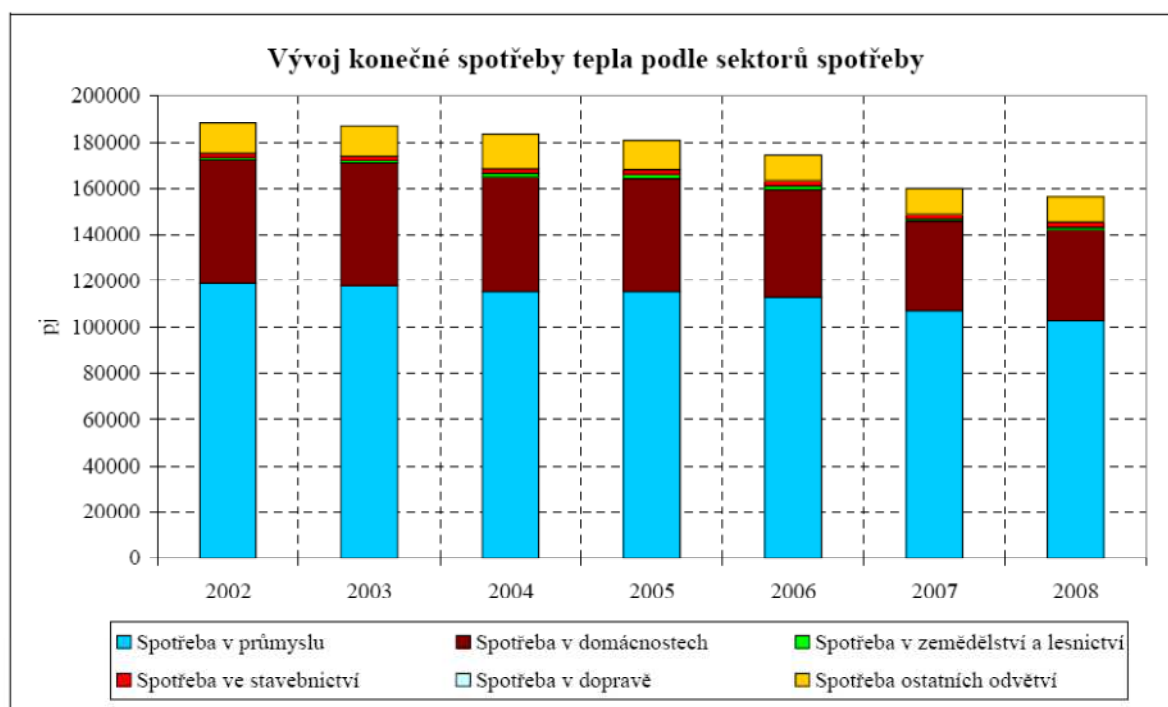
Obr.5 Vývoj cen tepla z SCZT podle spalovaného paliva / 1 /

Potřeby tepla v ČR (aktuálně ve výši cca 330 PJ) pro výrobní sektory a pro veřejný sektor (domácnosti, služby) zajišťuje jeho centralizovaná (CZT) a decentralizovaná výroba (DZT), každá z nich přibližně polovinou. Na tuto celkovou výrobu tepla se spotřebovává přibližně 450 PJ primárních zdrojů energie (opět přibližně polovinou na oba způsoby výroby tepla), což činí přibližně 25% současné celkové spotřeby primárních energetických zdrojů v ČR. V centrální výrobě tepla v energetickém mixu převládá zřetelně domácí hnědé a černé uhlí 58 % (hnědé uhlí 43%, černé uhlí 15%), následované zemním plynem 23%, biomasou 9% a ostatními topnými plyny cca 6%. V decentralizované výrobě tepla převládá zemní plyn (53%), následovaný biomasou (18%), elektřinou (15%) a hnědým uhlím (12%).

Podle evidence ČHMÚ (REZZO) je v současné době v ČR provozováno kolem 1800 velkých zdrojů výroby tepla (nad 5 MWt), přibližně 17 tisíc středních zdrojů (0,2 – 5 MWt). ERU vydal přibližně 650 licencí na výrobu tepla a asi 700 licencí na rozvod tepla.

Většina velkých zdrojů výroby tepla pracuje v režimu kogenerace. Energetická účinnost teplárenských soustav se pohybuje kolem 70%, při započtení ztrát v kondenzaci při vynucené (technologicky nezbytné) kondenzační výrobě elektřiny v teplárnách je to cca 60%. Teplo z kogenerace se dnes v ČR podílí na celkové centrální výrobě tepla přibližně 75%, elektřina z procesu kogenerace na celkové výrobě elektřiny cca 15%, spolu s vynucenou kondenzační výrobou je to cca 20%. Teplárny jsou rovněž významným poskytovatelem regulačních služeb pro elektrizační soustavu.

Centrální výroba tepla, měřená vsázkou paliv do výroby tepla i dodávkami tepla do konečné spotřeby, má v ČR mírně sestupnou tendenci. Vsázka paliva pro výrobu tepla se mezi roky 2002 – 2008 snížila o 14%, dodávky tepla do konečné spotřeby o 16,5%. Důvodem je zejména snižování potřeb tepla v průmyslu a v domácnostech.



Zdroj: ČSÚ

Obr.6 Vývoj konečné spotřeby tepla podle sektorů spotřeby

Současný stav v oblasti zásobování teplem je možné charakterizovat následovně:

- liberalizace cen paliv a energií, vytvoření konkurenčního prostředí, působení zahraničních investorů,
- přijetí nových ekologických a energetických zákonů souvisejících s procesem sbližování národní legislativy s legislativou a standardy EU
- dostupnost nejmodernějších teplárenských technologií.

Důsledek výše uvedených vlivů lze pak charakterizovat takto:

- stagnace v realizaci nových soustav CZT, ale vysoká intenzifikace celého procesu u dnes provozovaných soustav od výroby až po konečnou spotřebu, typické nové prvky ve zdrojích jsou fluidní kotle, odsiřovací zařízení, kogenerační jednotky, atd., v distribuci tepla prefabrikovaná předizolovaná potrubí, kompaktní objektové předávací stanice, u spotřebitelů měření, regulace.

V současné době je na území ČR velké procento objektů zásobováno systémy CZT a i když má systém CZT celou řadu nedostatků, má nesporné výhody, kterými jsou zejména :

- systém CZT může využívat alespoň část tepla, které už není možné využít pro výrobu elektřiny,
- pomocí systému CZT lze účinně využívat netradičních paliv,

- ekologie (nižší počet nízkých komínů, BAT systémy na snižování emisní zátěže – monitoring spalin v komínech)
- efektivnější využívání paliva v centrálních zdrojích včetně méněhodnotných a různorodých paliv, včetně odpadů,
- efektivní využití kogeneračního způsobu výroby ,
- možnost centrální regulace množství dodávaného tepla,

Nevýhody CZT lze spatřovat zejména v těchto aspektech:

- vysoké jednorázové investiční náklady (zdroj tepla, distribuce),
- neefektivní provoz při nízkém nebo nerovnoměrném vytížení soustavy.

Současnou situaci v sektoru zásobování teplem lze rovněž charakterizovat jako nekonzistentní, neboť stanoviska jsou do značné míry protichůdná. Na jedné straně stojí zastánci soustav CZT, kteří tvrdí, že úvahy o odpojování a rušení CZT nejsou na místě, neboť spotřebitelům poskytují komfort zabezpečující starosti spojené pořízením a provozem kotelen jako jsou – účetnictví, opravy a údržba kotle, seřizování hořáků , vykazování emisí apod.

Na druhé straně jsou zastánci decentralizace zásobování teplem, kteří argumentují takto:

- Nutnost změny struktury zdrojů, kdy SCZT je jednoznačně uzpůsoben pro využívání fosilních paliv a dobře vyhovuje rovněž jaderným elektrárnám. Tyto paliva jsou však limitována a jejich spalování má negativní dopady na životní prostředí. Proto je třeba se orientovat na obnovitelné zdroje energie, které jsou ze své podstaty rozptýlené a jejich využívání tedy lépe vyhovují systémům s nižší mírou centralizace.
- Vysoká zranitelnost centralizovaných systémů při mimořádných událostech, neboť slabou stránkou centralizovaných systémů je riziko výpadku dodávek energie ; výpadek přitom může postihnout vysoký počet spotřebitelů .Postihne-li havárie decentralizovaný systém, počet postižených odběratelů energie bude podstatně menší.
- Dovozní závislost, cenová nejistota a politická nestabilita, zejména omezené možnosti odběratelů energie ovlivnit cenu dodávek vlivem vývoje cen dovážených cen paliva. Decentralizovaný systém založený na lokálních zdrojích je méně citlivý zejména na politickém vývoji v exportních zemích.
- Posilování místních ekonomik, neboť rozvoj decentralizovaných zdrojů přináší také ekonomické a sociální přínosy.
- Nová pracovní místa produkující realizace decentralizovaných systémů vlivem většího počtu výrobních jednotek včetně produkce paliv .
- Vývoj cen zejména v případě decentralizovaného využití obnovitelných zdrojů může uživatel významně omezit riziko rostoucích cen fosilních paliv.

Z výše uvedeného je zřejmé, že SCZT má přes své zřejmé nedostatky a problémy své významné místo v energetickém systému zásobování teplem a nejen v něm, neboť se nemalým podílem účastní i zabezpečování dodávek elektrické energie.

Bylo by tedy chybné opustit koncepci zásobování centralizovaným teplem a nahradit jí prostým budováním decentralizovaným systémem. Je však třeba přistoupit k důkladné analýze stávajících systémů CZT za účelem zajištění konkurenceschopnosti např. na bázi diverzifikace.

Je zřejmé, že pokud tyto systémy nebudou schopné nabídnout svým odběratelům přijatelné ceny tepla budou vystaveny značným tlakům na odpojování od těchto systémů, což by vedlo k poklesu tržeb a poklesu ekonomické efektivity.

Výsledná cena tepla tedy bude jedním ze základních motivačních podmínek pro udržení či připojení odběratelů tepla.

Dalším relevantním aspektem pro konkurenční schopnost CZT bude i dostupnost primárních paliv, zejména pak uhlí.

3 KONKURENCESCHOPNOST SYSTÉMŮ CZT

Dodávka tepla je v současné době poměrně decentralizovaná. V ČR funguje asi 2000 větších centrálních zdrojů tepla (teplárna, výtopna). Zejména ve větších sídlech má ovšem CZT (centrální zásobování teplem) pozitivní dopad, neboť u velkého zdroje lze účinněji snížit emise než v případě velkého počtu zdrojů individuálních.

Díky vyššímu komínu lze počítat rovněž s lepším rozptylem škodlivin. Odpadá také zátěž spojená s dopravou paliva k jednotlivým objektům, individuální skladování atd. Významnou výhodou je také lepší kontrola – je známo, že špatně seřízený kotel v rodinném domku může být co se týče emisí horší než spalovna odpadů. Výstavba nových centrálních zdrojů tepla představuje velkou investici, zejména do rozvodů. Je zřejmé, že budovat síť v zástavbě rodinných domů bude mnohem méně efektivní než v městské čtvrti s bytovými domy. Přesto i pro vesnice může být výstavba CZT zajímavou alternativou k plynofikaci. Kromě jiných výhod může provoz CZT přinášet peníze do obecní pokladny. Při plánování investice je zásadním rizikem přecenění prodeje tepla, u zdrojů na biomasu musí investor spolehlivě zajistit dodávku paliva. V současné době lze ale spíše pozorovat

trend odpojování stávajících odběratelů od sítí centrálního vytápění. Důvodem je zejména cena tepla, v roce 2008 se pohybuje od 350 do 730 Kč/GJ (1,30 až 2,60 Kč/kWh). Cena tepla z domácího plynového kotle je přitom 270 až

310 Kč/GJ (0,98 až 1,11 Kč/kWh), bez započtení investičních nákladů. Příčiny vysoké ceny tepla z CZT mohou být různé. V některých případech se může jednat o použití drahého paliva (mazut), jinde dochází k velkým ztrátám v zastaralých rozvodech, které nakonec musí zaplatit konečný spotřebitel. V případě, že majitel CZT investoval do nových rozvodů, kotlů či jiné technologie, rozpouští tyto své náklady do ceny tepla, což ji opět zvyšuje. V neposlední řadě si musíme uvědomit, že CZT většinou provozují komerční společnosti, které musí generovat zisky, přičemž mají na dodávku tepla určitý monopol. Přestože ceny tepla z CZT reguluje Energetický regulační

úřad tak, aby provozovatel zahrnoval do ceny jen oprávněné náklady a tzv. přiměřený zisk.

Ekonomiku provozu CZT může vylepšit kombinovaná výroba tepla a elektřiny (kogenerace). Potenciál pro obnovu technologie je zde značný. Výhodně lze využít stávající infrastrukturu, není potřeba zábor půdy a podobně. Zvolíme-li za palivo biomasu či bioplyn, lze využít poměrně výhodné výkupní ceny elektřiny. CZT a spalování biomasy Dřevo, štěpky, slámu a jinou suchou biomasu lze jednoduše spalovat. Každé palivo ovšem vyžaduje jiný typ kotle. Před výstavbou tedy musíme zpracovat velmi kvalitní studii proveditelnosti, která mimo jiné určí potenciál dostupných druhů biomasy. V jedné provozovně lze ovšem instalovat různé kotle pro různá paliva. Příkladem může být teplárna v Třebíči, která spaluje jak dřevní štěpku, tak slámu. Logickým důsledkem velké investice do

CZT je snaha použít co nejlevnější palivo. Technologie pro spalování štěpky jsou dobře dostupné, obvykle lze spalovat i syrovou nebo mokrou štěpku, odpady z dřevovýroby atd. Dále lze využít možnost likvidace zbytků z údržby městské zeleně a podobně. Nevýhodou je dosud nepříliš stabilní trh se štěpkou, stavba vyššího počtu nových zdrojů zvyšuje poptávku a ceny. Řešením zde může být samostatná výroba štěpky z vlastních lesů.

Štěpka vyrobená z cíleně vypěstovaných rychlerostoucích dřevin zatím není cenově konkurenceschopná.

Další možnost představuje spalování obilné slámy, i zde jsou technologie komerčně dostupné. Může být zajímavé pálit nevymláčené obilí, které se pouze poseče a slisuje do balíků. Protože nezáleží na kvalitě zrna, vychází pěstování tohoto obilí levněji než u potravinářské produkce. Lokální spalování biomasy. Zejména u malých obcí, kde CZT nepřichází v úvahu, lze biomasu spalovat v individuálních kotlích či kamnech. Na trhu najdeme mnoho kotlů s výkony od 20 do 50 kW, určených pro rodinné domky. Kotlů s výkony do 10 kW, vhodných pro

moderní domy s nízkou spotřebou, nabízejí výrobci poměrně málo; obvykle musíme volit zapojení kotle s akumulací nádrží. Instalovat kotel na dřevo v nízkoenergetickém domě tak vychází paradoxně draž než pořídit třikrát větší kotel do staršího nezatepleného domu. Někdy se proto jako zdroj používají interiérová kamna či krbová vložka. V tom případě se majitelé musí smířit s tím, že za zimu přinesou do obývacího pokoje několik metrů dřeva. Jako palivo se nejčastěji používá polenové dřevo nebo peletky. Kotle na štěpky se vyrábějí obvykle s výkony od 50 kW, což je pro rodinný domek až desetkrát více, než by bylo potřeba. Polenové dřevo má nižší cenu a lze ho skladovat snadno v hranicích, vyžaduje však práci. Starší lidé to mohou vnímat jako zásadní překážku. Některé obce proto svým občanům nabízejí dodávku polenového dřeva z obecních lesů až do domu a za příznivou cenu.

Roste obliba peletek, které lze přikládat automaticky. Jejich cena je ve srovnání s jinými palivy vyšší, ale nabídka na českém trhu se zvyšuje a tím jsou peletky cenově i dopravně stále dostupnější. Velkou nevýhodou peletek je nutnost zajistit pro ně suchý sklad (když zvlhnou, rozpadají se), což zabírá cenný prostor v objektu.

Pro nezateplený rodinný domek musíme počítat se spotřebou peletek o objemu zhruba 6 až 10 m³ za topnou sezónu.

Solární termické systémy. Běžné solární systémy pracují celoročně a získané teplo lze využít pro ohřev vody i pro vytápění. V ČR dopadá na povrch za rok průměrně 1100 kWh/m² energie. Pomocí kapalinových kolektorů můžeme získat 300–800 kWh/m² za rok. Zisk se však v jednotlivých měsících značně liší; pro letní přebytky často není využití. Pro reálné odhady hrubé výroby energie v průměrných solárních zařízeních lze v podmínkách ČR uvažovat průměrnou roční výrobu 380–420 kWh/m² kolektorové plochy za rok. Při navrhování je nutno zjistit co nejpřesněji odběr teplé vody v jednotlivých měsících nebo týdnech. To není snadné, neboť spotřeba vody se měří obvykle pro studenou i teplou vodu dohromady. Navrhování systému jen podle odhadu projektanta nebo podle normových hodnot spotřeby může vést ke špatným výsledkům, neboť skutečná spotřeba velmi silně závisí na skutečném chování osob v domě. V poslední době se i v ČR lze setkat s velkoplošnými systémy, zejména pro ohřev vody v internátech, domovech pro seniory a jinde. Ve veřejných budovách

se efektivita solárního systému snižuje termickou dezinfekcí vody. Aby se ve vodě nerozmnožily bakterie Legionella, ohřívá se celý zásobník vody např. jednou týdně na 70 °C nebo se trvale provozuje s teplotou nad 55 °C atd. To zhoršuje účinnost solárního systému, který pracuje neefektivněji s nižšími teplotami vody (pro

mytí stačí voda okolo 40 °C). Velké systémy vyžadují velký objem akumulčních nádrží. Standardní tlakové nádrže systém prodražují, proto se používají nádrže otevřené, např. z plastů nebo z betonu.

Solární systémy představují velmi vhodný zdroj pro jednotlivé rodinné domky, ale i pro bytové domy. Nabídka na

trhu je široká, překážkou ovšem zůstává vysoká pořizovací cena. Cena tepla z termického systému se již několik let pohybuje od 1,40 až 2,50 Kč/kWh. Cena tepla např. ze zemního plynu činí 0,98 až 1,11 Kč/kWh, u elektřiny 1,40 až 2,00 Kč/kWh. V některých případech je tedy solární energie dražší než elektrický ohřev, v minulosti tomu tak bylo poměrně často. Díky dotacím však lze cenu solárního tepla snížit.

Solární chlazení

Stále častější požadavek na letní chlazení budov lze řešit i s využitím solární energie. Takovéto systémy se dnes teprve rozvíjejí a komerčně dostupných je zatím jen málo zařízení. Nejjednodušší je samozřejmě osadit budovu fotovoltaickými panely, které vyrobí elektřinu pro pohon kompresoru konvenčního chladicího zařízení. Tato cesta však vychází jako příliš nákladná a málo účinná. Proto se vyvíjejí systémy, kde se místo kompresorového chlazení používá chlazení sorpční – systém je poháněn teplem získaným ze solárních kapalinových kolektorů.

Používají se vakuové trubicové kolektory, schopné dosáhnout vyšších teplot (potřebných pro chod systému). Tyto kolektory pak v létě chladí a v zimě přitápějí, teplou vodu ohřívají celoročně. Takovéto systémy začínají být dostupné i komerčně.

V budoucnu lze čekat stále častější využití, které umožní snížit investiční i provozní náklady tak, že solární chlazení bude moci ekonomicky dobře konkurovat konvenčním systémům. Výhodou solárního chlazení je snížení letních odběrových špiček elektřiny, na nichž má chlazení objektů významnější podíl.

4 MOŽNOSTI ZVYŠOVÁNÍ KONKURENCESCHOPNOST SYSTÉMŮ CZT

4.1 Diverzifikace systému CZT

Technologie pro decentralizovanou výrobu tepla před přijetím zákona o obnovitelných zdrojích energie (OZE) č. 180/2005 Sb. nebyla výstavba zařízení pro decentralizovanou výrobu elektřiny pro investory příliš zajímavá. Existoval sice systém výkupních cen, ale chyběla jejich garance na dostatečně dlouhé období.

Riziko, že se ceny

výrazně změní z roku na rok, bylo příliš vysoké. Zákon o OZE tuto nejistotu odstranil. Výkupní ceny byly vesměs nastaveny tak, že návratnost investice se pohybuje okolo 15 let. Zájem investorů ovšem stoupl až ve chvíli, kdy se otevřely možnosti získání dotace na výstavbu zdroje. Největšímu zájmu se v poslední době těší fotovoltaické elektrárny (PVE). Tento zdroj se vyznačuje tím, že investiční náklady téměř přímo úměrně odpovídají velikosti.

Lze stavět libovolně malá zařízení, což přitahuje i drobné investory – fyzické osoby. Existuje rovněž projekt tzv. občanských solárních elektráren, který umožní investovat částku od cca 30 tisíc Kč. Současně vznikají větší PVE, až na výjimky nikoli na střechách existujících budov, ale „na zelené louce“. Pro preferenci výstavby na volné ploše hovoří jednodušší stavební řízení a vlastnické vztahy, neomezená plocha pro instalaci a možnost použití PVE s trackery (natáčení panelů za sluncem během dne). Ve většině případů je motivace investorů čistě ekonomická – chtějí vydělat peníze, shodou okolností právě výrobou elektřiny. Významnou roli pak hraje zvýšení výkupních cen v roce 2006. Roste rovněž zájem o stavbu větrných elektráren. Vzhledem k tomu, že výkupní ceny od roku 2002 klesají, resp. jsou konstantní, je zřejmé, že zvýšený zájem způsobilo právě zvýšení jistoty při podnikání dané zákonem o OZE. Projevuje se i trend zvyšování instalovaného výkonu a tím i velikosti větrných elektráren. Záměr výstavby se častěji než dříve dostává do konfliktu s ochranou území. Častý je i odpor místních obyvatel, což vede k tomu, že investor slibuje každoročně přispívat do obecního rozpočtu. Obdobně narůstá zájem o výstavbu bioplynových stanic, zejména po zvýšení výkupní ceny v roce 2008. Projekty bioplynových stanic vyžadují složité plánování, protože provozovatel musí zajistit dostatek vstupní suroviny (využití zemědělských odpadů může být z hlediska investora málo spolehlivé, protože zemědělci v okolí mohou kdykoli přejít na jiné hospodaření) a obvykle i využití odpadního tepla.

Z hlediska decentralizace hraje významnou roli i použití kogenerace při výrobě tepla z fosilních paliv. Zákon o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. dokonce předepisuje větším zdrojům povinně zvážit možnost kogenerace; za elektřinu z kogenerace získá výrobce i zvláštní příplatek. O kogeneraci by mohli mít zájem i drobní provozovatelé; kogenerační jednotka by pak nahradila například kotel v rodinném domku. Na trhu však dosud nejsou jednotky dostatečně malých výkonů. Nejmenší zařízení na bázi upraveného automobilového motoru mají tepelný výkon v desítkách kilowattů, což obvykle převyšuje i spotřebu nezatepleného domku. Pro moderní dům s nízkou spotřebou stačí několikanásobně menší zdroj vytápění.

Výrobci však již vyvíjejí mikrozdroje s výkonem v řádu jednotek kilowattů, což by bylo pro použití v rodinných domcích ideální.

Suchá biomasa

Z hlediska energetického využití dělíme biomasu na suchou, tj. vhodnou k přímému spalování, a mokrou, vhodnou pro bioplynové technologie. Z důvodu optimálního využití energie v palivu i kvůli ekonomice provozu by výroba elektřiny z biomasy měla být vždy doprovázena produkcí tepla. V praxi se osvědčil teplárenský provoz, kdy teplo odebírá systém CZT pro vytápění domů a elektřinu provozovatel dodává do veřejné sítě. Návrh velikosti zařízení by tedy primárně měl vycházet z možností uplatnění vyrobeného tepla. Teplo lze využít i pro sušení vstupní biomasy, což následně zvyšuje účinnost celého zařízení. V současné době má Česká republika značný potenciál v existujících obecních a městských vytopnách (asi 2000 zdrojů v celé ČR), které již disponují systémem CZT a odběr tepla lze dobře predikovat.

Instalace nové technologie (resp. změna stávající) nevyžaduje zábor nové půdy, k dispozici jsou obslužné provozy, sklady atd. Při plánování musíme počítat s poklesem odběru tepla v letních měsících. Pro výrobu elektřiny z biomasy lze použít například tyto technologie:

- Parní turbíny, případně parní pístový motor. Jedná se o ekvivalent „konvenční“ parní elektrárny, páru ovšem získáváme v kotli spalujícím dřevo nebo jinou biomasu. V praxi lze použít i kombinaci s fosilními palivy formou spoluspalování (biomasa se smíchá s uhlím) nebo paralelního spalování (použití více kotlů na různé druhy paliv). Oba uvedené postupy lze výhodně využít pro nasazení v existujících zdrojích, původně navržených na spalování fosilních paliv. Parní turbíny se hodí pro větší výkony (od 1 do 500 MWt), parní stroj (pístový motor) naopak pro malá zařízení (od 0,5 do 10 MWt).
- ORC (Organic Rankine Cycle) na rozdíl od parní technologie používá namísto vody, resp. vodní páry, jako pracovní látku v primárním okruhu směs organických sloučenin (silikonový olej). Olej se i za vysokých teplot (např. 300 °C) udrží v kapalném stavu při značně nižším tlaku než voda.
- Spalovací motory s generátorem, které používají jako palivo dřevoplyn.

Dřevoplyn lze získat různými cestami. Dnes se používá nejčastěji zplyňování teplem, kdy se biomasa zahřívá bez přístupu vzduchu a rozkládá se na dehet, olejová paliva a plyny (H₂, CO) při současném vzniku kyslíku. Dřevoplyn se následně spaluje v upraveném pístovém motoru, který pohání generátor. Kvalita dřevoplynu závisí na vstupní surovině a ovlivňuje životnost motoru. Kvůli relativně malé výhřevnosti dřevoplynu se tato technologie nehodí pro dynamický odběr, není tedy vhodná pro ostrovní provoz • Stirlingův motor s generátorem. V motoru tohoto typu se palivo nespaluje uvnitř válce, ale vně. V principu lze k jeho pohonu použít jakékoli palivo, tedy i levnou, málo kvalitní biomasu (ale třeba i teplo ze solárního systému). Z tohoto důvodu předpovídají mnozí specialisté Stirlingovu motoru velkou budoucnost, v praxi se však zatím setkáváme pouze s prototypy.

Během několika let lze čekat i komerční výrobky, s elektrickým výkonem do 10 kW, které budou alternativou k běžným kotlům pro rodinné domy. Otázkou zůstává cena a ekonomická stránka provozu. Podle údajů MPO se z biomasy vyrobilo v roce 2006 celkem 731 GWh, což znamená 0,87 % brutto výroby elektřiny v ČR. Další 0,21 % připadá na elektřinu vyrobenou z bioplynu (sem se započítává i skládkový plyn a plyn z komunálních i průmyslových ČOV). Pokud bychom chtěli nahradit hnědé uhlí např. cíleně pěstovanými rychlerostoucími dřevinami, získáme z hektaru energetický ekvivalent 6,5 až 9,5 tuny uhlí. Takovéto

množství by stačilo pro roční vytápění nezatepleného rodinného domku. Pokud bychom tuto biomasu spálili v konvenční tepelné elektrárně, získáme zhruba 10 tisíc kWh, což odpovídá spotřebě asi tří domácností.

Bioplynové technologie

Zemědělské a potravinářské odpady, biologickou složku komunálního odpadu, splašky a další biomasu, která se kvůli velkému obsahu vody nehodí pro přímé spalování, lze využít pomocí bioplynové technologie. Hmota se rozloží anaerobním rozkladem (metanovým kvašením) za vzniku bioplynu. Bioplyn obsahuje 55–80 % metanu, 20–45 % oxidu uhličitého, síru ve formě sirovodíku, dusík, vodu aj. Složení závisí na vstupní surovině a částečně na použité technologii. Získaný bioplyn lze spalovat v kogeneračních jednotkách, tedy v upravených pístových motorech, které pohánějí generátor. Využití bioplynu pomocí kogenerace se spalovací turbínou je v principu možné, ale vzhledem k velikosti běžných bioplynových zařízení se nepoužívá. Bioplyn lze využít také pro přímé spalování v upravených kotlích na zemní plyn, může tedy tvořit i alternativu tomuto palivu. Lze ho použít i v dopravě pro pohon automobilů či autobusů. Bioplynová technologie se běžně používá v komunálních čistírnách odpadních vod. Starší bioplynové stanice pracovaly zejména s kejdou a zemědělskými odpady, v současnosti vznikají i stanice zpracovávající např. kukuřici pěstovanou cíleně pro tento účel. Základní otázkou při výstavbě bioplynové stanice je volba vhodného umístění. Doposud se budovala bioplynová zařízení v rámci zemědělských (ev. čistírenských) provozů, z důvodu snadné dopravy vstupních surovin. V blízkosti těchto provozů se ovšem většinou nenacházejí objekty, které by bioplynová stanice mohla zásobovat teplem. Nedostatečný odběr tepla ovšem ohrožuje ekonomiku projektu. Univerzální návod na řešení problému neexistuje, investor musí v každém případě hledat optimální variantu. Vybudování bioplynové stanice poblíž zástavby často není možné kvůli stížnostem na zápach. Výstavba potrubí, které by vedlo od místa výroby bioplynu, do obecní teplárny, zase prodražuje celou investici.

Základní podmínkou pro uplatnění zdrojů kombinované výroby elektřiny a tepla je existence dostatečného odbytu (potřeb) tepla v ekonomické vzdálenosti od místa lokalizace zdroje.

Zatímco elektrizační soustava (ES) se z pohledu kogeneračního zdroje jeví jako globální systém, tzn. je schopna absorbovat celoročně prakticky libovolný elektrický výkon kogeneračního zdroje (samozřejmě po příslušných úpravách na straně vyvedení elektrického výkonu), tepelná soustava, ať již se jedná o topný systém jednoho objektu nebo o rozsáhlý systém CZT, bude mít vždy lokální charakter, tzn. je schopna absorbovat pouze omezený tepelný výkon, a to navíc značně rozdílný v zimním a v letním období. Právě velikost a charakter odbytu tepla jsou jedním z hlavních určujících faktorů pro volbu typu a výkonu příslušné kogenerační technologie. Dalšími faktory jsou dostupnost paliv v místě zdroje a požadované parametry dodávky tepla. Mohou se však také vyskytnout případy, a často se také vyskytují např. u průmyslových podniků – odběratelů elektrické energie a spotřebitelů tepla, kdy hlavním kritériem pro volbu technologie a jejího výkonového vyložení bude pokrytí vlastní spotřeby elektrické energie.

Na distribuční síť elektřiny za předacím místem (např. trafostanicí vn/vn, nebo i vn/nn) může být v těchto případech nahlíženo jako na lokální systém z vlastním zdrojem, který pouze dokupuje chybějící výkon z ES. I v těchto případech je však pro zachování vysoké účinnosti zdroje a efektivity jeho provozu nezbytnou podmínkou existence trvalého odbytu užitečného tepla (zpravidla se jedná o technologickou spotřebu).

Užitečnou spotřebu tepla zpravidla tvoří teplo určené pro :

- Otop – potřeby závisí na venkovní teplotě a topném režimu daného objektu (např. noční útlumy topení v objektech občanské vybavenosti)
- Přípravu TV – potřeby závisí na počtu osob a využití objektu (např. malá spotřeba pouze pro mytí rukou na úřadech a velká ve sportovních zařízeních se sprchami)
- Technologie – potřeby závisí na charakteru technologie a směnnosti provozu (např. teplo pro sušení, ohřevy lázní, zpracování a konzervaci potravin, atd.)

Z hlediska zdroje je třeba kromě potřeb užitého tepla počítat i ze ztrátami v rozvodech tepla a v předávacích stanicích (jsou-li v systému instalovány). Ztráty tepla jsou způsobeny :

- Prostupem tepla - závisí především na vnitřní teplotě teplotnosného média, tloušťce a kvalitě tepelné izolace
- Únikem teplotnosného média - závisí na těsnosti potrubí, respektive na těsnosti kompenzátorů a armatur, na těsnosti ucpávek čerpadel, návratnosti kondenzátu u parních soustav, atd.

Evropská, obdobně i česká legislativa definují základní technologie kogenerace, z nichž prvních pět je velice rozšířeno a běžně komerčně využíváno, další skupinu tvoří technologie, které mají dosud na trhu zanedbatelný podíl, nebo jejichž vývoj stále probíhá. Jedná se o :

- Parní protitlakovou turbínu
- Parní odběrovou turbínu
- Plynovou turbínu s rekuperací tepla
- Paroplynové zařízení s dodávkou tepla
- Spalovací pístový motor

Další kogenerační technologie – mikroturbína, Stirlingův motor, palivový článek, parní stroj, organický Rankinův cyklus a kombinace uvedených technologií a zařízení.

4.2 Implementace okrskových zdrojů na bázi kogeneračních jednotek

Protitlakové parní turbíny se vyrábějí v širokém výkonovém rozsahu od 10 kW (točivé redukce) až po cca 100 MW. Setkáváme se s různým technickým provedením turbín, u nejmenších jednotek se jedná o radiální jednostupňové provedení, u středních výkonů o axiální jednotělesové vysokootáčkové stroje s převodovkami, největší turbíny jsou

vícetělesové axiálního typu s přihříváním páry. Přehled typických parametrů vstupní a výstupní páry pro příslušné výkonové rozsahy je uveden v následující tabulce.

	Jedn.	Parní protitlakové turbíny			
Výkonový rozsah turbíny	MWe	0,01 ÷ 1,0	1,0 ÷ 6,0	6,0 ÷ 35,0	>35,0
Admisní tlak páry	MPa	0,5 ÷ 2,0	2,3 ÷ 6,0	9,0 ÷ 13,0	13,0 ÷ 16,0
Admisní teplota páry	°C	200 ÷ 300	360 ÷ 480	535	535
Emisní tlak páry	MPa	0,1 ÷ 0,8	0,1 ÷ 1,3	0,1 ÷ 1,8	0,1 ÷ 1,8
Teplárenský modul	-	0,05 ÷ 0,2	0,10 ÷ 0,35	0,15 ÷ 0,42	0,2 ÷ 0,45

Jak již bylo několikrát uvedeno, parní protitlaková turbína je stroj zpracovávající páru, je tedy nezbytné kromě turbíny samotné mít k dispozici i zdroj této páry, tedy další zařízení. Nejčastějším zdrojem páry bývá kotel na spalování fosilních paliv (uhlí, olejů, zemního plynu), nebo biomasy, může jím však být i parogenerátor topený spalinami (např. na výfuku plynové turbíny – viz dále), nebo jiný externí zdroj páry. V případě protitlakových parních turbín využíváme veškerou výrobu elektrické energie a veškeré teplo vystupující z turbosoustrojí. Účinnosti výroby elektřiny, výroby tepla a celkové účinnosti zdrojů jsou pak určovány zejména účinnostmi výroby páry v kotelnách (účinnostmi kotlů), termodynamickou účinností turbíny, dále pak tepelnými a mechanickými ztrátami ve strojovnách. Přehled typických rozsahů účinností kogeneračních zdrojů s protitlakovými parními turbínami je uveden v tabulce.

	Jedn.	Parní protitlakové turbíny			
Výkonový rozsah zdroje	MWe	0,01 ÷ 1,0	1,0 ÷ 6,0	6,0 ÷ 35,0	>35,0
Účinnost výroby el. en.	%	5 ÷ 15	10 ÷ 20	15 ÷ 25	20 ÷ 30
Účinnost výroby tepla	%	55 ÷ 70	55 ÷ 70	55 ÷ 70	60 ÷ 65
Celková účinnost zdroje	%	65 ÷ 75	75 ÷ 80	80 ÷ 85	85 ÷ 90

Základní provozní a technologické vlastnosti PPT

Charakteristickým rysem protitlakových parních turbín je přímá závislost elektrického výkonu na dodávaném tepelném výkonu, tj. na průtočném množství páry turbínou. V případě protitlakové parní turbíny se jedná o zdroj závislé výroby elektrické energie, tj. průběh výroby elektrické energie kopíruje průběh výroby tepla. Maximální elektrický výkon turbíny je dosahován při maximálních dodávkách tepla a je omezen konstrukčně přípustným průtočným množstvím páry turbínou, minimální výkony odpovídají minimálním průtočným množstvím páry turbínou. Rozsah výkonů, tj. minimálních a maximálních průtoků závisí na konstrukci a parametrech turbíny. Obecným jevem provozu nejen protitlakových parních turbín, ale i odběrových a kondenzačních parních turbín je relativně dlouhá doba odstávky turbíny (do studeného stavu) a jejího opětovného najezení. Tato vlastnost prakticky vylučuje cyklus každodenního najíždění a odstavování parní turbíny. Tento typ turbíny je předurčen pro kontinuální celoroční, nebo sezónní provoz.

Protitlakové parní turbíny jsou schopny realizovat dodávky tepla v horké vodě i v páře. Protitlakové parní turbíny vykazují nízkou měrnou spotřebu tepla na výrobu elektrické energie (absence kondenzačních ztrát, proto jsou ze všech typů turbín energeticky nejefektivnější), proto lze připustit jejich instalaci i za parními kotli spalujícími relativně dražší paliva (např. zemní plyn nebo TTO).

Protitlakové parní turbíny dimenzujeme vždy s ohledem na průběh potřeb tepla. Rozhodujícím kritériem bývá zpravidla minimální požadavek na dodávku tepla, který by měl korespondovat s minimálním průtočným množstvím páry turbínou. Z těchto důvodů je možno velikosti protitlakových parních turbín navrhovat buď podle letních potřeb tepla s předpokladem celoročního provozu, nebo podle minimálních potřeb tepla na začátku a konci topného období s předpokladem pouze sezónního provozu (relativně výkonově větší zařízení).

Protitlaková parní turbína není schopna plně vykrýt celoroční potřeby tepla odběratelů, nezbytné je tedy v teplárně instalovat špičkové, nebo doplňkové (letní) zdroje. Těmito zdroji mohou být samostatné kotle, redukce ostré páry, nebo odběry tepla z dalších turbosoustrojí.

K hlavním výhodám PPT patří :

- Vysoká celková energetická účinnost
- Dlouhá doba životnosti
- Možnosti dodávky tepla v páře i v horké vodě

K hlavním nevýhodám PPT patří :

- Relativně menší podíl výroby elektrické energie
- Výroba elektřiny je závislá na potřebách tepla
- Vyžaduje kontinuální provoz bez častých odstávek

K dalším specifickým vlastnostem PPT řadíme :

- Možnost nasazení ve zdrojích spalujících i méněhodnotná paliva
- Vhodné pro prakticky veškerý výkonový rozsah potřeb tepla
- Předurčeny k provozu v základním zatížení odběrových diagramů

Nejčastější místa nasazení jsou :

- Jako základní zdroje ve velkých teplárnách zásobujících rozsáhlé systémy CZT
- V závodových teplárnách s kontinuální potřebou tepla a elektrické energie
- Ve zdrojích dodávajících páru o různých tlakových úrovních (točivé redukce)

Odběrové parní turbíny se na rozdíl od protitlakových nevyrábějí v tak širokém rozsahu, výkonově jsou posunuty o něco výše. Jedná se o stroje od několika MWe pro nižší parametry páry až po několik 100 MWe (u nás maximálně 200 MWe – teplárenské úpravy bloků v elektrárnách ČEZ, ale i turbína 1000 MWe v ETE umožňuje odběry až do 300 MWt).

Setkáváme se s jednotělovým či vícetělovým provedením, s přihříváním nebo bez přihřívání páry, vždy se jedná o axiální parní turbíny s jedním nebo více odběry. Přehled typických parametrů vstupní, odběrové a kondenzační páry pro příslušné výkonové rozsahy je uveden v následující tabulce .

	Jedn.	Parní odběrové turbíny			
Výkonový rozsah turbíny	MWe	6 ÷ 30	30 ÷ 60	60 ÷ 200	> 200
Admisní tlak páry	MPa	3,5 ÷ 9,0	9,0 ÷ 13,0	13,0	16,0
Admisní teplota páry	°C	440 ÷ 535	535	535	535
Tlaky páry v odběrech	MPa	0,1 ÷ 1,3	0,1 ÷ 1,8	0,1 ÷ 3,6	0,1 ÷ 3,6
Tlak páry do kondenzace	MPa	0,035 ÷ 0,04	0,035 ÷ 0,04	0,035 ÷ 0,04	0,035 ÷ 0,04
Teplárenský modul	-	0,20 ÷ 0,38	0,34 ÷ 0,46	0,38 ÷ 0,48	0,40 ÷ 0,50

Pro odběrové parní turbíny jsou rovněž důležité parametry charakterizující maximální rozsah dodávky tepla z odběru P_{qmax} (minimální je zpravidla roven 0) a měrný pokles dosažitelného elektrického výkonu (vůči čistě kondenzačnímu provozu) při odebrání tepelného výkonu. Nejčastějším zdrojem páry bývá kotel na spalování tuhých fosilních paliv a biomasy, může jím však být i parogenerátor topený spaliny z plynových turbín, nebo parogenerátor v jaderné elektrárně. V případě odběrových parních turbín využíváme veškerou výrobu elektrické energie a pouze větší či menší část tepla odebraného z turbosoustrojí. Celkové účinnosti

zdroje pak závisí na množství odebíraného (využívaného) tepla a oscilují tak mezi účinnostmi při čistě kondenzačním provozu a účinnostmi při maximálním odběru tepla, jak je uvedeno v tabulce.

	Jedn.	Parní odběrové turbíny			
Výkonový rozsah turbíny	MWe	6 ÷ 30	30 ÷ 60	60 ÷ 200	> 200
Minimální celková účinnost	%	25 ÷ 30	30 ÷ 34	34 ÷ 38	38 ÷ 42
Maximální celková účinnost	%	65 ÷ 75	60 ÷ 70	55 ÷ 65	50 ÷ 60

Charakteristickým rysem odběrových parních turbín je částečná nezávislost el. výkonu na dodávaném tepelném výkonu, tj. část el. výkonu je vázána na dodávky tepla (vynucený výkon) a část je na dodávkách tepla nezávislá.

V případě odběrových parních turbín je možno rozsah tzv. volného elektrického výkonu využít pro vykrývání odběrových diagramů elektrické energie, například u menších turbosoustrojí v průmyslových podnicích, nebo i pro poskytování systémových služeb elektrizační soustavě, například u velkých turbosoustrojí veřejných tepláren.

Maximální elektrický výkon turbíny je dosahován při minimálních dodávkách tepla a je omezen konstrukčně přípustným průtočným množstvím páry turbínou a podmínkami kondenzace.

Určitou výhodou odběrové parní turbíny oproti protitlakové parní turbíně je možnost regulace dodávaného tepelného výkonu prakticky v celém rozsahu potřeb, aniž by byl nějakým způsobem provoz kotlů a turbíny ohrožen. Odběry tepla tedy nemají vliv na dobu provozu turbíny, na dobu využití jejího maxima, mají vliv pouze na celkovou energetickou účinnost zdroje, která při poklesu odběru tepla a zachování výroby elektřiny klesá.

Odběrové parní turbíny jsou schopny realizovat dodávky tepla v páře v několika tlakových úrovních, kdy je pára využitelná současně pro technologické účely (zpravidla pára z tlakově nejvyššího odběru) a současně i pro ohřev topné vody (zpravidla z tlakově nižších odběrů).

Odběrové parní turbíny vykazují relativně vysokou měrnou spotřebu tepla na výrobu elektrické energie (v důsledku kondenzačních ztrát), proto lze připustit jejich instalaci pouze za parními kotli spalujícími relativně levná paliva (např. uhlí, odpadní suroviny, nebo biomasu).

Odběrové parní turbíny dimenzujeme vždy s ohledem na průběh potřeb elektrické energie, nebo s ohledem na disponibilní zdroj vysokotlaké páry (výkon instalovaných kotlů).

Za těchto podmínek je možno z odběrových parních turbín bezproblémově realizovat nejen letní dodávky tepla, ale při dostatečném výkonu turbosoustrojí i dodávky tepla v průběhu celého topného období. Teoreticky by mohla jedna velká odběrová parní turbína pokrýt veškeré potřeby CZT, z důvodu zajištění bezpečnosti dodávek však do CZT zpravidla pracuje ještě druhý zdroj, což nejčastěji bývá další odběrová turbína, nebo protitlaková turbína, nebo špičkový či záložní kotel. Z praktického hlediska dimenzování jsou pak úplně špičky potřeb tepla (při největších mrazech) kryty párou z redukci, nebo ze špičkového kotle.

K hlavním výhodám těchto turbín patří :

- Výroba elektřiny je částečně nezávislá na dodávkách tepla

- Dlouhá doba životnosti
- Možnosti dodávky tepla v páře i v horké vodě

K nevýhodám patří :

- Nižší celková energetická účinnost
- Nezbytnost chladicího systému – kondenzačního okruhu
- Vyžaduje kontinuální provoz bez častých odstávek

Nejčastější místa nasazení jsou :

- Ve velkých veřejných teplárnách zásobujících rozsáhlé systémy CZT
- V závodových teplárnách s velkou potřebou elektrické energie zásobovaného podniku
- V elektrárnách s blízkým a koncentrovaným odbytem tepla

Plynové turbíny se vyrábějí ve velmi širokém výkonovém rozsahu od desítek kW až po jednotkový výkon přes 200 MW. Výkonově menší plynové turbíny původně vycházely z konstrukcí leteckých proudových motorů, největší plynové turbíny byly konstrukčně odvozovány od parních turbín. Zpravidla se jedná o jednohřídelové stroje, kdy na jednom hřídeli je umístěna kompresorová i expanzní část turbíny (není podmínkou), generátor může být poháněn buď přímo přes spojku rotorem turbíny (u větších GT), nebo přes převodovku (u menších vysokootáčkových strojů).

Přehled typických parametrů plynových turbín (GT) s rekuperací tepla (RT) pro příslušné výkonové rozsahy je uveden v následující tabulce .

	Jedn.	Plynové turbíny s rekuperací tepla		
Výkonový rozsah turbíny	MWe	1 ÷ 10	10 ÷ 50	50 ÷ 240
Teplota spalin na výst. z turbíny	°C	460 ÷ 500	490 ÷ 540	510 ÷ 565
Otáčky turbíny	1/min	8000 ÷ 25000	6000 ÷ 12000	3000 ÷ 3600
Využitelný tepelný výkon	MWt	1,8 ÷ 18,0	18,0 ÷ 91,0	91,0 ÷ 335,0
Teplárenský modul	-	0,5 ÷ 0,6	0,5 ÷ 0,6	0,5 ÷ 0,7

Elektrický výkon turbíny a následně i její elektrická účinnost značně závisí na teplotě a tlaku (měrném hustotě) nasávaného vzduchu. Obecně platí, že čím nižší teplota a vyšší tlak vzduchu, tím vyšší elektrický výkon a naopak.

Využitelný tepelný výkon kromě teploty a množství výstupních spalin turbíny bude záviset i na schopnosti jejich vychlazení ve spalinovém kotli, respektive na tom, budeme-li užité teplo požadovat ve formě páry, horké vody, nebo teplé vody.

Celkové účinnosti výroby elektrické energie a tepla tak budou limitovány technologickými prvky turbíny, (zpravidla maximální přípustnou teplotou spalin na prvních stupních expanzní části turbíny), konstrukčním uspořádáním (počtem lopatkových řad, s převodovkou nebo bez, s rekuperací, s nástřikem páry do spalovací komory, atd.) a na úrovni využití energetického obsahu spalin vystupujících z turbíny (jejich vychlazení).

Rozsah běžně dosahovaných účinností výroby energie v plynových turbínách s rekuperací tepla je uveden v tabulce.

	Jedn.	Plynové turbíny s rekuperací tepla		
Výkonový rozsah turbíny	MWe	1 ÷ 10	10 ÷ 50	50 ÷ 240
Účinnost výroby elektrické energie	%	25 ÷ 32	30 ÷ 35	33 ÷ 38
Účinnost výroby užitného tepla	%	50 ÷ 61	49 ÷ 58	48 ÷ 57
Celková účinnost GTRT	%	82 ÷ 86	84 ÷ 88	86 ÷ 90

U

plynových turbín s rekuperací tepla jsme schopni dosáhnout částečné nezávislosti průběhu výroby elektrické energie a tepla, podobně jak tomu bylo u parních odběrových turbín s tím, že stejně jako u parních odběrových turbín při sníženém podílu využívaného tepla klesá celková účinnost (část spalin je pouštěna bez užitku by-pasovým komínem mimo spalínový kotel), na rozdíl od nich se však nemění dosažitelný elektrický výkon.

V případě, že mezi plynovou turbínou a spalínovým kotlem není instalován tzv. by-pasový komín, bude se plynová turbína s rekuperací tepla chovat obdobně jako protitlaková parní turbína, tj. s poklesem elektrického výkonu plynové turbíny poklesne i tepelný výkon spalínového kotle. Na rozdíl od protitlakových parních turbín je však využitelný regulační rozsah podstatně menší (při výkonovém zatížení pod 70 % jmenovitého výkonu začne prudce klesat účinnost plynové turbíny).

Rozhodující pro dimenzování výkonu může být jak průběh potřeb elektrické energie, tak i průběh potřeb tepla, důležité bude u druhého produktu vždy kontrolovat, nevzniknou-li nám při výrobě prvního produktu jeho výrazné přebytky. Při dimenzování (návrhu) výkonu plynové turbíny musí být počítáno s tím, že její výkon bude v letních měsících znatelně menší než v měsících zimních

K hlavním výhodám GTRT patří :

- Možnost rychlého najetí a odstávky
- Malé nároky na prostorovou a stavební připravenost
- Možnosti dodávky tepla v páře i v horké vodě

K hlavním nevýhodám GTRT patří :

- Možnost spalování pouze ušlechtilých paliv
- Omezený regulační rozsah provozních výkonů
- Vysoké nároky na kvalitu obsluhy a údržby
- Vysoká hlučnost (nezbytné umístění v kontejneru nebo protihluková ochrana)
- Nejčastější místa nasazení jsou :
- Ve velkých průmyslových závodech s nepřetržitou potřebou elektřiny a tepla
- Ve výrobních a zpracovatelských podnicích s potřebami technologické páry
- Ve speciálních provozech s potřebami horkého vzduchu o vysokých teplotách

Paroplynový cyklus je kombinace parního cyklu a plynového cyklu, popsaného výše.

Jedná se tedy o sousledné uspořádání tří technologických celků. Prvním je plynová turbína, která pohání elektrický generátor (vyrábí elektřinu) a vypouští spaliny do kotle. Ve spalínovém kotli za plynovou turbínou je vyráběna vysokotlaká pára, která je dále vedena do protitlakové, nebo odběrové parní turbíny. Parní

turbína pohání další generátor výroby elektrické energie, pára z odběru nebo protitlaku parní turbíny je využívána pro dodávky užitného tepla.

Tento poměrně složitý technologický komplex zařízení umožňuje řadu modifikací. Předně plynová turbína může být vybavena tzv. by-pasovým komínem pro možnost samostatného provozu plynové části – nezávislého, nebo částečně závislého na provozu parní části. Spalinový kotel může být vybaven i klasickými hořáky (nejčastěji na stejné palivo jako plynová turbína - není to však podmínkou), které využívají přebytek kyslíku ve spalínách plynové turbíny a zvyšují tak výkon kotle. Tento vyšší výkon je využitelný pro dosažení vyšších parametrů vyráběné páry, nebo pro dosažení částečné nezávislosti provozu parního cyklu na provozu plynové turbíny.

Paroplynové cykly, jakožto poměrně složitá zařízení, jsou zpravidla budovány jako výkonově větší jednotky (řádově desítky až stovky MWe), setkáme se však i s řadou menších průmyslových aplikací s instalovaným výkonem několik MWe.

Pro paroplynové cykly jsou voleny plynové turbíny s maximální účinností a vysokými teplotami spalin (zpravidla na úkor omezenější provozní pružnosti). Parní spalínové kotle jsou konstruovány jako vícetlakové pro docílení maximálního vychlazení spalin, respektive pro docílení maximální účinnosti. Spalínové kotle jsou pak složitější a objemnější (díky potřebě větších teplosměnných ploch). I za těchto podmínek však nejsou kotle PPC schopny vyrobit páru srovnatelných parametrů, jako kotle klasické, tudíž i konstrukce spalínových kotlů bývá poněkud odlišná.

Parní turbíny PPC jsou zpravidla vícestupňové s nižšími parametry admisních par, z hlediska dodávek tepla mohou být konstruovány jako protitlakové, nebo kondenzační odběrové.

Provozní vlastnosti PPC budou v největší míře předurčeny volbou typu parní turbíny. Zde se můžeme orientovat buď na teplotenské řešení, tj. zvolit parní protitlakovou turbínu, pak dosáhneme maximální celkové účinnosti byť při menším podílu výroby elektřiny a omezeném rozsahu poskytovaných systémových služeb (v řádu 10 až 30 % výkonu pouze plynové turbíny), nebo se orientovat na elektrárenské řešení, tj. zvolit kondenzační parní

turbínu, pak dosáhneme většího podílu výroby elektřiny a širšího rozsahu nabízených systémových služeb elektrizační soustavě, ovšem za cenu nižší celkové provozní účinnosti.

Technologické vlastnosti PPC budou ovlivněny samostatnými omezeními platnými pro plynovou turbínu a pro parní protitlakovou turbínu. Z hlediska provozního výkonového rozsahu bude limitujícím prvkem spíše plynová turbína, u které zaznamenáváme při poklesu výkonu pod určitou mez i strmý pokles účinnosti, z hlediska četnosti a rychlosti najíždění a odstávek bude naopak limitující spíše parní turbína. Určitým řešením může být využívání bypasového komína za plynovou turbínou, nebo přídavného hořáku ve spalínovém kotli, ovšem vždy to bude na úkor vyšších ztrát, nebo nižšího podílu výroby elektřiny.

Efektivním řešením pro PPC s parní protitlakovou turbínou s dodávkami tepla do horkovodních systémů je instalace akumulátoru tepla, pomocí něhož lze do určité míry a v určitém rozsahu stabilizovat provoz PPC při cyklicky se měnících potřebách dodávky tepla.

Výroba elektrické energie PPC s protitlakovou turbínou bude za normálních provozních stavů přímo úměrná

dodávkám tepla, tj. charakteristiky závislosti elektrického a tepelného výkonu budou obdobné jako v případě samostatné protitlakové parní turbíny a samostatné plynové turbíny, tj. čím vyšší potřeby tepla, tím vyšší výroba elektřiny.

Výkony PPC se navrhují v úrovni průměrných potřeb tepla v přechodovém období (na jaře a na podzim) tak, aby toto zařízení za pomoci akumulace tepla bylo možno provozovat po celou topnou sezónu.

K hlavním výhodám PPC patří :

- Vysoký podíl vyráběné elektrické energie
- Vysoká účinnost výroby elektřiny i celého cyklu v případě provedení bez kondenzace
- Možnosti dodávky tepla v páře i v horké vodě

K hlavním nevýhodám PPC patří :

- Možnost spalování pouze ušlechtilých paliv
- Vyžaduje kontinuální provoz bez častých odstávek, omezená provozní pružnost
- Technologická komplikovanost, vysoké nároky na kvalitu obsluhy a údržby

K dalším specifickým vlastnostem PPC řadíme :

- Vysoká hlučnost GT (nezbytné umístění v kontejneru nebo protihluková ochrana)
- Malé prostorové nároky pro plynové turbíny, ale velké pro kotel a parní okruh
- Možnost modulového uspořádání a různých modifikací konfigurace

Nejčastější místa nasazení jsou :

- Ve velkých průmyslových závodech s nepřetržitou potřebou elektřiny a páry
- Ve velkých horkovodních SCZT využívajících ušlechtilá paliva
- Ve speciálních provozech s velkou produkcí spalitelných plynů

Spalovací pístové motory s výměníky tepla, pro něž se vžil název kogenerační jednotky, jsou vyráběny v poměrně širokém výkonovém rozsahu od desítek kW elektrického výkonu až po několik MW. Nejmenší stroje jsou dvou, tří či čtyřválcové v kompaktním provedení spolu s výměníky v kontejnerech, největší pak obrovské dvanácti, šestnácti až osmnácti válce vyžadující samostatné hlukově izolované prostory, speciální uložení, samostatné příslušenství, atd., přičemž výměníky tepla jsou umístěny také samostatně v sousedících prostorách. U nejmenších strojů je možno použít asynchronní generátory, u větších strojů to jsou synchronní generátory, obvykle čtyřpólové což odpovídá 1500 otáčkám/min., nebo šestipólové pro stroje s 1000 otáčkami/min.

Teplo je využíváno prostřednictvím výměníků ohřívajících topnou vodu. V prvních stupních ohřevu bývají řazeny výměníky (chladiče) oleje a bloku motoru (u přeplňovaných strojů často navíc ještě chladiče plnicího vzduchu za turbodmychadlem), ve druhém stupni je topná voda dohřívána výměníkem (chladičem) výfukových plynů (zhruba polovina celkového tepelného výkonu). Právě rozložení tepelných výkonů do příslušných teplotních úrovní omezuje parametry vyráběného tepla. Vzhledem k relativně malému podílu tepla o vysoké teplotě (pouze ve

výfukových plynech) se teplo vyrábí zpravidla pouze ve formě teplé, nebo horké vody, páru lze produkovat pouze v omezené míře. Pro dosažení maximálních celkových účinností bývají voleny výstupní teploty topné vody do úrovně 100 °C.

Kogenerační jednotky s pístovými spalovacími motory mají přímou (nikoli však zcela lineární) závislost dodávaného tepelného a elektrického výkonu. Samozřejmě, i zde mohou být instalovány pomocné chladicí věže nebo jiná chladicí zařízení, která jsou schopna odvézt přebytečné teplo do okolí v situacích, kdy potřebný elektrický výkon převyšuje potřebný výkon tepelný. Vzhledem k potřebám kvalitního (ušlechtilého), tedy i drahého paliva je snaha provoz s vypouštěním tepla do okolí pokud možno minimalizovat, výjimku mohou tvořit zařízení spalující kontinuálně uvolňovaný „odpadní“ plyn, tedy kogenerační jednotky instalované například v čistírnách odpadních vod nebo u skládek komunálního odpadu.

Jak již bylo zmíněno výše, pístové spalovací motory vyžadují relativně kvalitní plynné, nebo kapalné palivo (ZP, naftu), stroje lze upravit i na spalování méněhodnotných paliv, jako jsou bioplyny (čistírenské, skládkové, dřevní) či jiná biopaliva (směsi s biolihem, bionaftou, atd.), tato však vždy musí splňovat určité nároky na čistotu (viz. problém dehtu v dřevoplynech).

Rozsah provozního výkonového zatížení pístového spalovacího motoru je větší, než tomu bylo v případě plynové turbíny, přičemž pokles účinnosti při provozu stroje na částečném výkonu není tak výrazný.

Nejcharakterističtější vlastností pístového spalovacího motoru je možnost četných a rychlých startů nebo odstávek, dalším kladem je relativně vysoká účinnost výroby elektrické energie i u výkonově menších jednotek.

Charakteristickými vlastnostmi každého pístového motoru je vyšší spotřeba mazacího oleje, vyšší opotřebení mechanických součástí a vyšší nároky na utlumení vibrací.

Kogenerační jednotky s pístovými plynovými motory můžeme díky jejich vlastnostem (relativně velký výkonový rozsah a možnost četných startů a odstávek) dimenzovat buď s ohledem na průběh potřeb elektrické energie (nejčastěji průběh vlastní spotřeby elektřiny ve zdroji), potom je nezbytná kontrola na možnost kontinuálního uplatnění vyráběného tepla (tepelný výkon by měl být do úrovně letních potřeb příslušné soustavy), nebo je dimenzovat s ohledem na potřeby tepla (obvykle se jedná o vyšší výkony než letní potřeby příslušné soustavy), kdy je možno díky akumulátoru tepla koncentrovat provoz do cenově výhodných tarifních pásem pro dodávky elektrické energie do vnější rozvodné sítě. V prvním případě se tedy jedná o kontinuální provoz relativně malých jednotek bez dodávek přebytků elektřiny do sítě (veškerá výroba do úrovně vlastní spotřeby), ve druhém případě se jedná o přerušovaný provoz relativně větších jednotek s programově řízenými dodávkami elektřiny do sítě.

K hlavním výhodám spalovacích motorů patří :

- Možnost rychlého njetí a odstávky
- Vysoké účinnosti i u výkonově relativně malých jednotek
- Modulové uspořádání a jednoduchá instalace, malé prostorové nároky

K hlavním nevýhodám patří :

- Možnost spalování pouze ušlechtilých paliv
- Hlučnost a vibrace, nezbytnost pružného uložení a protihlukové ochrany
- Vysoká celková účinnost pouze při dodávkách tepla ve formě teplé vody

K dalším specifickým vlastnostem řadíme :

- Častější servis, vyšší spotřeba mazacích olejů.

- Možnost bezobslužného, plně automatického a dálkového řízení provozu
- Možnost integrace do složitějších technologických celků, jako je např. trigenerace

Nejčastější místa nasazení jsou :

- Okrskové, nebo areálové plynové kotelny
- Energocentra obchodních, školských, nemocničních, sportovních a administrativních komplexů
- Čistírny odpadních vod, skládky komunálních odpadů, bioprovozy

K dalším kogeneračním technologiím řadíme zařízení, která buď svým rozsahem nasazení nehrají v celkových bilancích zdrojů CZT takovou roli, nebo zařízení, která jsou stále ve stádiu vývoje a dosud nejsou běžně komerčně využívána.

Jedná se o tyto kogenerační technologie :

- Mikroturbína
- Stirlingův motor
- Palivový článek
- Parní stroj
- Organický Rankinův cyklus

Mikroturbína

Pojmem mikroturbína obvykle označujeme vysokootáčkové plynové turbíny o elektrickém výkonu 10-100 kW. Pokud je toto zařízení doplněno o tepelný výměník využívající teplo v odcházejících spalínách pro ohřev vody nebo výrobu páry, stává se mikroturbína kogeneračním zdrojem obdobně jako v případě plynové turbíny s rekuperací tepla.

Nejběžnější mikroturbíny mívají na společné hřídeli jednostupňový radiální kompresor, jednostupňovou radiální turbínu a generátor elektrického proudu. Výfukové spaliny jsou využívány pro předehřev vzduchu vstupujícího do spalovací komory (v rekuperátoru) a pro ohřev vody využitelné pro topné účely nebo přípravu TUV (ve spalínovém výměníku).

Mikroturbíny obvykle spalují zemní plyn, potřebný tlak je 0,4 až 0,8 MPa. To je více, než je běžný tlak ve středotlaké plynovodní síti (max. 0,4 MPa), proto je nutné tlak plynu zvyšovat na potřebnou úroveň pomocí plynového kompresoru. Před spalovací komorou musí být zařazeny palivové filtry pro čištění plynu. Vysokorychlostní generátor vyrábí elektrický proud indukcí ve vinutí statoru otáčením elektromagnetu (rotoru). Vyráběná elektrická energie je pomocí tzv. elektronické převodovky usměrňována a střídačem měněna na standardní sinusový 50 Hz průběh běžný v el. síti. Teplo je využíváno prostřednictvím vychlazování spalín ve výměníku, čímž dochází k ohřevu teplotnosného média. Elektrická účinnost mikroturbín bývá v rozmezí 25 % až 30 %, celková energetická účinnost (při využití tepla) dosahuje hodnot 70 až 80 %. Využitelný tepelný výkon bývá zpravidla dvojnásobný, než je dosahovaný výkon elektrický. Základní výhodou mikroturbín je kompaktnost, nízká hmotnost, vysoká provozní flexibilita a spolehlivost, stejně tak i možnost rychlých a četných startů či provoz při částečném výkonu.

Hlavními nevýhodami jsou vysoká cena a relativně nízká elektrická účinnost, což jsou hlavní důvody dosud malého počtu aplikací v našich podmínkách.

Zdroje KVET s mikroturbínami mohou do budoucna najít uplatnění všude tam, kde se dosud nasazují menší kogenerační jednotky s pístovými spalovacími motory, které jsou však zatím levnější a mají vybudovanu širokou síť prodejního a servisního zázemí.

Stirlingův motor

Mezi dosud nepříliš rozšířené pístové motory patří také motory s vnějším spalováním, známé jako teplovzdušné nebo také Stirlingovy motory. Tyto motory se od ostatních pístových strojů odlišují především tím, že mají dva trvale vzájemně propojené zdvihové prostory s rozdílnou teplotou. Pracují s uzavřeným oběhem pracovní látky, což je obvykle inertní plyn, který je střídavě ohříván a ochlazován. Stirlingův cyklus začíná izotermickou kompresí, při které je práce potřebná na stlačení pracovní látky ekvivalentní tepleu odváděnému do okolí. Vnitřní energie pracovní látky se proto nemění. Cyklus pokračuje izochorickým dějem, při kterém teplo dodané regenerátorem

pracovní látce zvýší její teplotu a tím vzroste i tlak. Regenerátor, který je součástí takového tepelného stroje, si lze představit jako termodynamickou "houbu", která má schopnost teplo postupně přijímat a opět odevzdávat. Následuje izotermická expanze, při které se teplo od vnějšího zdroje předá pracovní látce a ta vykoná ekvivalentní práci. Cyklus se uzavírá izochorickým dějem, při kterém pracovní látka odevzdá teplo regenerátoru, a tím se sníží její teplota a tlak. Spuštění motoru je velmi snadné a spolehlivé, stačí zahřát hlavu válce na potřebnou teplotu.

Nově vyvinuté a zdokonalené Stirlingovy motory druhé generace s regenerátorem dosahují při maximálním výkonu až 4000 otáček za minutu a regenerátor umožňuje za 0,02 s změnit teplotu plynů o několik set stupňů Celsia, čímž se zvyšuje účinnost zařízení na 38 až 42 % (odpovídá nejlepším naftovým motorům).

K hlavním výhodám Stirlingových motorů patří možnost přímého využití prakticky jakéhokoli paliva, popřípadě i odpadního tepla z technologických procesů, a to díky vnějšímu přívodu tepla, dále pak vyšší vnitřní tepelná účinnost oproti motorům s vnitřním spalováním, výrazně nižší servisní náklady díky dlouhým servisním intervalům, dlouhá životnost daná především skutečností, že olej není v přímém kontaktu se spaliny ani horkými díly motoru, nulovou spotřebou oleje a velmi nízkou hlučností.

K hlavním nevýhodám oproti klasickým spalovacím motorům však patří zejména vyšší cena, daná náročnou montáží, speciálními materiály některých komponent a nutností použití technologií nevhodných pro sériovou výrobu.

Palivový článek

Palivové články jsou zařízení, produkující elektrickou energii přímou konverzí chemické energie paliva na energii elektrickou. Pracují tiše, spolehlivě, s vysokou účinností a jejich provoz má jen zcela minimální negativní vliv na životní prostředí. Využití palivových článků se očekává ve třech oblastech. Do první patří statické kogenerátory

elektrické a tepelné energie, jejichž účinnost se díky využitelnosti odpadního tepla pohybuje mezi 80-85 %. Připravována je výroba jednak malých kogenerátorů pro rodinné domy o elektrickém výkonu 5-10 kW, jednak velkých zařízení pro velké budovy nebo komplexy budov. Jejich elektrický výkon bude podle potřeby a druhu palivového článku 200 kW až 1000 kW.

Do druhé oblasti patří využívání palivových článků pro všechny druhy pozemní a vodní dopravy, v první řadě však pro pohon automobilů.

Miniaturní přenosné palivové články představují třetí oblast jejich užití. Tyto budou sloužit k pohonu veškerých přenosných elektronických zařízení a všude tam, kde se v současné době používají akumulátory a baterie.

Parní stroj

Parní stroje patří historicky k nejstarším strojům transformujícím tepelnou energii na energii mechanickou. Tato zařízení jsou dobře známá z parních lokomotiv, parních průmyslových pohonů, atd.

Parní stroje však mohou najít své uplatnění v případech, kdy jeden zdroj, např. středotlaký parní kotel, vyrábí současně páru pro dvě tlakově a teplotně rozdílné úrovně užití, tj. část vyráběné „průmyslové“ páry je redukována na páru „topnou“. K redukci páry je pak možno využít buď klasické regulační armatury, nebo točivé redukce (buď v klasickém provedení s axiální parní turbínou, nebo s vysokootáčkovým radiálním oběžným kolem), a nebo pístové parní stroje, kde jsou tlakovou parou plněny válce stroje.

Parní pístový stroj (motor) může pracovat do protitlaku (kogenerace), nebo do kondenzace. Podle využitelného spádu a množství páry je možné řadit parní stroje paralelně nebo sériově. Výkon stroje je dán zpracovatelným tlakovým spádem, který je k dispozici, počtem otáček, které jsou dány přiřazeným typem generátoru a vstupními parametry páry, určujícími současně její potřebné množství. Parní stroj je vhodný jen pro menší vstupní tlaky páry, vyšší tlak a teplotní spád může lépe zpracovat turbína (točivá redukce). Výhodou parního stroje je schopnost zpracovat i mírně znečištěnou páru, nevadí mu ani vyšší vlhkost páry. Nevýhodami jsou vysoká hmotnost a nízká termodynamická účinnost.

Organický Rankinův cyklus

Jednou z perspektivních technologií, obzvláště ve spojení se spalováním biomasy je tzv. Organický Rankinův cyklus (ORC). Pracovní látkou v klasickém Rankinově cyklu je voda, respektive vodní pára. Pro zařízení pracující při nižší teplotě ve výparníku se jeví výhodnější používat jiné pracovní látky, než vodu. Tyto pracovní – organické látky jsou charakteristické vyšší molární hmotností, komplexnější molekulovou stavbou a při nasazení pak poskytují vyšší účinnost cyklu při aplikaci jednodušší jednostupňové turbíny.

V konstrukčně relativně jednoduchém kotli se ohřívá termoolej, např. na cca 300 °C. Olej jde do výparníku, kde se vyvíjí plyn z organického pracovního média. Plyn je veden do pomaloběžné axiální turbíny. Z turbíny je plyn odváděn do regenerátoru a kondenzátoru, kde je ochlazen a zkapalněn. Tím je uzavřen pracovní cyklus. Teplo pro odběratele se získává z ekonomizéru za kotlem.

Pro teploty pod 200 °C se jako pracovní látka používají alkany, freony, případně jiná média známá z chladicí techniky (z reverzního Rankinova cyklu), pro vyšší teploty do 400 °C se používají např. aromatické uhlovodíky, popřípadě jiná organická média či jejich směsi.

Většina organických látek má (na rozdíl od vody) kladnou směrnici křivky syté páry, expanze v turbíně pak probíhá do oblasti přehřáté páry a otevírá možnost použití rekuperátoru, který využívá teplo přehřátí k ohřevu kapalně fáze a zvyšuje tak účinnost výroby elektrické energie. Systém je tedy schopen transformovat energii při poměrně nízké teplotě. Použitá turbína má relativně vysokou účinnost zejména při částečném

zatížení, její nízké otáčky umožňují přímý pohon generátoru, eroze turbínových lopatek je minimální (nepřítomnost kapiček pracovního média) a významná je rovněž možnost jakékoli regulace výkonu turbosoustrojí v celém výkonovém rozsahu.

4.3 Vývojové trendy kogeneračních zdrojů

4.3.1 Velké teplárenské zdroje

Do budoucna se dá očekávat ve velkých teplárenských zdrojích výstavba spíše „Integrovaných multifunkčních a flexibilních zdrojů“ než výstavba speciálních jednoúčelových vysoce účinných zařízení.

Tzv. integrované multifunkční a flexibilní zdroje budou umožňovat :

- · Využití více druhů paliv s možností jejich spalování
- · Změnu podílu vyráběné elektrické energie, tepla, popřípadě dalších produktů
- · Využití synergických efektů při poskytování širokého spektra služeb

Využití více druhů paliv s možností jejich spalování bude znamenat snížení rizik zdrojů KVET na straně vstupů. V kogeneračních zdrojích tak budou aplikována topeniště (kotle, reaktory), jenž budou moci spalovat, nebo zplyňovat různé druhy uhlí, zároveň v nich bude možno spalovat nebo zplyňovat různé druhy biomasy. Jako další paliva zde budou využívány zemní plyn, skládkové plyny, bioplyny, důlní plyny, a to jednak pro přímé spalování, nebo pro pohon plynových turbín generujících spalovací nebo reakční vzduchy, atd. Bude se jednat především o pokročilé atmosférické a tlakové fluidní kotle, popřípadě i zplyňovací reaktory, plynové turbíny. Uplatnění najdou i pokročilé konstrukce roštových kotlů. Změna podílu vyráběné elektrické energie a tepla, popřípadě dalších produktů bude znamenat snížení rizik zdrojů na straně výstupů. V kogeneračních zdrojích tak bude instalováno zpravidla více typů turbosoustrojí parních, popřípadě i plynových. Minimálně jedno parní turbosoustrojí bude s kondenzací, nebo alespoň s potlačenou kondenzací, minimálně jedno plynové turbosoustrojí bude mít možnost provozu na by-pasový komín.

Důvodem pro tato technologická schémata budou měnící se podmínky na trhu elektrické energie. Dalšími produkty se rozumí například dodávky vysokotlaké páry pro technologické účely, výroba chladu pro distribuci, produkce sádky nebo stabilizátu pro stavební průmysl, atd.

Využití synergických efektů při poskytování širokého spektra služeb bude znamenat snížení rizik kogeneračních zdrojů z hlediska pozic na místních trzích. Bude tak docházet ke slučování činností výroby elektrické energie a tepla s dalšími, jako je nakládání s odpady, již zmiňovaná výroba a dodávka chladu, ale třeba i příprava a distribuce pitné vody, nebo další služby, se kterými se setkáváme u tzv. multiutilitních společností.

V kogeneračních zdrojích tak bude jako palivo zužitkováván komunální odpad, produkována technická práce pro přímé pohony (turbooběhová čerpadla), zdroje najdou lepší využití díky letním energetickým potřebám pro výrobu chladu, čištění odpadních vod, přípravu a distribuci pitné vody, atd.

U kogeneračních zdrojů nelze do budoucna očekávat výstavbu sice vysoce účinných, ale v podstatě jednoúčelových energetických technologií, jako jsou velké kotle s nadkritickými parametry nebo velké paroplynové cykly.

Jelikož kogenerace je vázána především na odbyt tepla a systémy CZT na rozdíl od systémů elektrifikačních či plynofikačních jsou a budou vždy záležitostí lokální, nebude možno se z důvodu eliminace rizik vázat pouze na jeden druh paliva, ani na předpoklad fixního odbytu produkce v předem daném poměru. Tento postup bude vlastní spíše velkým celonárodním či nadnárodním energetickým společenstvem provozujícím velké množství různých zdrojů na různá paliva v jednom systému, a případný výpadek výroby v jedné skupině zdrojů bude nahraditelný výrobou ve zdrojích jiných, nebo dovozem.

4.3.2 Malé a střední kogenerační zdroje

Malé a střední zdroje představují rovněž významný potenciál rozvoje CZT a jejich konkurenceschopnosti. Převážná část těchto zdrojů bude jako paliva využívat zemní plyn, popřípadě další typy plyných paliv, jako jsou skládkové plyny, bioplyny, atd.

V samostatně stojících kotelnách se budou jako kogenerační zdroje i nadále prosazovat především plynové motory, ve zdrojích tepla nacházejících se přímo v budovách (technických podlažích, na střeších) lze očekávat spíše aplikace méně hlučných technologií bez vibrací, tedy mikroturbín a následně i palivových článků.

Snahou výrobců bude uplatnit sériově vyráběná zařízení v typových výkonových řadách v kompaktním provedení a s víceúčelovým využitím. Kompaktní provedení bude znamenat modulové uspořádání jednotlivých komponent v kontejneru, přičemž v případě poruchy a při servisních zásazích bude možno jednotlivé moduly na místě měnit.

Víceúčelové využití může představovat nejen kogeneraci, ale do budoucna i trigeneraci s případně dalšími funkcemi. Kromě kombinované výroby elektřiny, tepla a chladu mohou víceúčelová zařízení sloužit i jako zdroje záložního napájení, zdroje tlakového vzduchu, atd.

Největší rozšíření kogenerace na bázi plyných paliv lze očekávat v sektoru služeb a průmyslu. Typickými uživateli budou nemocnice, školy, obchodní domy, kancelářské objekty, plavecké bazény, zimní stadiony, sportovní haly, hotely, banky, firemní sídla, kulturní a společenská zařízení. V oblasti průmyslu se bude jednat zejména o průmysl lehký (elektrotechnický, textilní, atd.) a o průmysl zpracovatelský (oděvní, potravinářský, atd.).

Instalace kogeneračních zdrojů pro lokální (etážové) vytápění bytů a rodinných domků se pravděpodobně blízké budoucnosti masově neršíří. Aplikace budou častější u větších domovních, nebo sídlištních zdrojů tepla.

Kombinovaná výroba elektřiny a tepla na bázi spalování biomasy bude aplikována především u středních zdrojů, a to v průmyslu, zemědělství, nebo i v sídlištních zdrojích při vytěšňování spalování uhlí. V průmyslu (strojírenském, dřevozpracujícím) půjde zejména o parní kotle na biomasu s točivými redukcemi páry nebo pístovými parními motory. U zemědělských komplexů s živočišnou výrobou mohou být vedle kompostace využívány i zplyňovací reaktory, které budou generovat bioplyn pro přímé spalování, nebo pro spoluspalování ze zemním plynem.

4.4 Přístupy k snižování ztrát tepla v distribučních soustavách CZT

Tepelné rozvody jsou nedílnou součástí u soustav pro zásobování teplem, které tvoří zdroje tepla, tepelné sítě a odběratelské předávací stanice.

Vlastní tepelná síť sestává z tepelných napáječů, které jsou zpravidla nazývány jako primární rozvody tepla, z přípojek předávacích stanic, z předávacích stanic a potrubních rozvodů sekundárních, kterými je teplo z předávacích stanic o vhodných parametrech dodáváno k jednotlivým spotřebitelům.

Vymezení příslušných pojmů z oblasti tepelných rozvodů je definováno v ČSN 38 3350.

Podle používaných nositelů tepla lze tepelné sítě rozdělit na vodní a parní.

Podle výše používané teploty a tlaku nositelů tepla rozeznáváme soustavy :

- teplovodní s teplotou do 110 °C
- horkovodní s teplotou nad 110 °C obvykle do 150 °C, ojediněle však 180 - 200 °C
- parní nízkotlaké s tlakem max. do 0,05 MPa
- parní středotlaké se sytou nebo přehřátou párou o přetlaku do 1 MPa, ojediněle až 2 MPa s teplotou přehřátí do 300 °C

Pro účely vytápění se jako nositel tepla používá výhradně voda, pára pouze v ojedinělých zvláštních případech, pokud to vyžaduje technologické zařízení. U tepelných rozvodů jsou pro provozovatele zpravidla důležité otázky, kam je nutno zaměřit pozornost. Jedná se zejména o :

- dimenzování potrubí
- hydraulické ztráty potrubí
- tepelné ztráty izolovaných potrubí s různým způsobem uložení.

Při volbě druhu a stavu nositele tepla pro tepelné sítě se zpravidla rozhoduje mezi vodou a vodní párou. Při hodnocení je třeba posuzovat jejich výhodnost a vhodnost z komplexního hlediska to znamená z hledisek zdroje tepla, tepelné sítě i spotřebiče tepla.

Při srovnávání dodávky tepla parou přehřátou a sytou je třeba vzít v úvahu že :

- přehřátím páry se zvětší přenosová kapacita parovodu Q při stejném hmotovém průtoku $M = \text{konst.}$ v poměru využitelného rozdílu entalpií páry přehřáté $\Delta i_{př}$ a $\Delta i''$ u páry syté :

$$\frac{Q}{Q''} = \frac{\Delta i_{př}}{\Delta i''}$$

- průtok přehřáté páry $M_{př}$ proti páře syté M se při stejných tlakových poměrech (na začátku i na konci potrubí) a tedy i stejných tlakových ztrátách, zmenší v poměru druhé odmocniny měrných objemů páry syté v'' a přehřáté $v_{př}$:

$$\frac{M_{př}}{M''} = \sqrt{\frac{v''}{v_{př}}}$$

Výsledná změna přenosové kapacity parovodu je dána vztahem :

$$\frac{Q}{Q''} = \frac{\Delta i_{př}}{\Delta i''} = \sqrt{\frac{v''}{v_{př}}} \leq 1,0$$

V obvyklých případech totiž převažuje vliv přírůstku měrného objemu nad zvětšením využitelného rozdílu entalpií. Spolu s vyšší teplotou přehřáté páry se zvětší i tepelná ztráta parovodu, která je přímo úměrná rozdílu střední teploty páry t_m a okolí parovodu t_o :

$$\frac{Q_z}{Q''} = \frac{t_{mp} - t_o}{t'' - t_o}$$

Vliv zvýšení tepelné ztráty parovodu přehřátím páry je značný, protože při přehřátí páry o 60 - 70 °C nad teplotu sytosti se tepelná ztráta parovodu zvýší cca o třetinu při snížené přenosové kapacitě parovodu. Proto dodávka tepla přehřátou párou není hospodářsky výhodná a účelná.

Dosah vodní tepelné sítě je větší než u sítě parní, neboť ve vhodných potřebných místech je možno do soustavy vždy vřadit další oběhová čerpadla, což je sice technicky výhodné avšak nemusí být proti parní dodávce ekonomicky výhodnější. Pro dopravu stejného množství tepla je nutno u vodních sítí podstatně větší množství hmoty vody, jak je zřejmé z následujícího vztahu využitelných rozdílů entalpií :

$$\frac{M_v}{M''} = \frac{\Delta i''}{\Delta i_v} = \frac{2\,512}{837 \text{ až } 420} = 3 \text{ až } 6$$

Z hlediska vlastních spotřebičů tepla má vždy přednost takový nositel tepla, na který je spotřebič konstruován, neboť každá změna druhu nositele tepla má za následek energetické ztráty a vyžádá si další pořizovací i provozní náklady, které mohou být i velmi značné.

Při technických výpočtech tepelných ztrát potrubí v tepelných sítích, zvláště pak také při stanovení nejvýhodnější tloušťky tepelných izolací se doporučuje nejlépe postupovat podle výchozích výpočtových podmínek, které jsou stanoveny v ČSN 38 33 60, tj.:

1) Výpočtová teplota okolního prostředí

a) Při vedení potrubí v průchozích kanálech je možno pro zjednodušené výpočty použít teplotu + 40°C. Pro přesnější výpočty se v kanálech použije teplota vypočtená.

b) Při vedení potrubí v kolektorech je možno pro zjednodušené výpočty použít teplotu + 30°C. Pro přesnější výpočty se použije teplota v kolektoru vypočtená.

c) Při nadzemním vedení potrubí a při výpočtech ročních tepelných ztrát se uvažuje střední roční teplota venkovního vzduchu. Střední roční teploty ovzduší lze možno získat z Hydrometeorologického ústavu nebo v pracích na těchto zprávách založených.

d) Při podzemním vedení v neprůlezných kanálech a při bezkanálovém uložení se použije střední roční teplota půdy v hloubce osy potrubí. Chybí-li přesnější údaje je možno při celoročním provozu bezkanálově uloženého potrubí použít střední teplotu půdy + 10°C a při provozu pouze v topném období + 5°C.

2) Střední teplota potrubí

Střední teplota potrubí se v podstatě shoduje se střední teplotou teplotonosné látky. Tato teplota v teplovodních otopných soustavách závisí na kvalitativní regulaci dodávaného tepla v závislosti na teplotě ovzduší.

Rozvody tepla a odpovídající potrubní systémy tvoří významnou součást zařízení zdroje tepla a to nejen při výrobě tepla, ale hlavně při dodávkách tepla na různé vzdálenosti s různou členitostí a způsoby uložení potrubí. Pro hospodárné dodávky tepla je velmi důležitý vhodně volený potrubní systém, průměr potrubí a způsob jeho izolace i uložení. Nevhodné systémy zásobování teplem (přílišná decentralizace či centralizace, poddimenzování nebo předdimenzování) s sebou nese objektivní ztráty plynoucí ve zbytečně dlouhých nebo s nevhodně vysokými parametry a kapacitně předdimenzovaných rozvodech, ve způsobu provozu s častým najížděním a odstávkami.

Vhodný stupeň centralizace umožňuje ve větších zdrojích s vyšší účinností spalovat méně hodnotná paliva, využívat zbytkové teplo z výroby elektrické energie (kombinovaná výroba), využívat odpadního tepla z technologických procesů, využívat obnovitelné zdroje energie, biomasu, komunální odpad, což vede ke snižování klasických primárních paliv.

Moderní konstrukce tepelných sítí s diagnostikou poruchových stavů, možnosti plynulé kvantitativní regulace dodávek tepla umožňuje jednak snížení tepelných ztrát v důsledku nižších teplot přenášeného média a lepší kvality izolace, a jednak v důsledku úspor čerpací práce a téměř nulové poruchovosti spojené s úniky teplotonosného média.

Tepelné ztráty izolovaného potrubí lze stanovit ze vztahu:

$$q_z = \frac{(t - t_o)}{r}$$

kde r - představuje tepelný odpor kladený průchodu tepla do okolí $m.K / W$ ($r = r_{iz} + r_o$)

t - teplota proudícího média uvnitř potrubí ve °C

t_o - teplota okolí ve °C

r_{iz} - je tepelný odpor, který průchodu tepla klade tepelná izolace

r_o - je tepelný odpor pro průchod tepla z povrchu tepelné izolace do okolí

Podle dodávaného média dělíme potrubní systémy na :

Teplovodní rozvody:

Převážně se jedná o rozvody pro přímou dodávku tepla pro vytápění z teplovodních výtopen a nebo jako sekundární rozvody pro dodávky tepla z předávacích stanic, které jsou součástí soustavy SCZT. Za teplovodní rozvody jsou považovány i rozvody teplé užitkové vody. Těmito rozvody se dodává teplo ve formě teplé vody o max. parametrech do 110°C. Vzhledem k normalizovaným teplotním spádům je dodávka tepla zpravidla o parametrech 90/70 °C maximálně, pro klasické radiátorové otopné soustavy, případně 110/70°C. Ve zvláštních případech použití a nebo v případech velkoplošných otopných soustav se parametry teplosměnného média pohybují na úrovni 55/40 °C, kdy zdrojem tepla je například tepelné čerpadlo nebo kotel s kondenzací spalin.

Rozvody jsou provedeny vesměs jako dvourubkové, od průměru 25 mm se provádí zásadně jako izolované. V současné době se provádí nejvíce jako předizolované v bezkanálovém uložení, kdy se tepelné ztráty pohybují v rozmezí 3 - 4 %. Při uložení izolovaného potrubí v neprůlezných kanálech, což je nejčastější způsob řešení z předchozího období, se ztráty tepla pohybují na úrovni cca 5 %.

Rozvody horkovodní :

Jde především o primární rozvody dálkové dodávky tepla o maximální teplotě do 180/120°C. Tato teplota byla obvyklá u starších horkovodních rozvodů. V současné době je maximální snaha o snižování tepelných ztrát při dodávkách tepla a proto dodávky horké vody doznaly značných změn směrem k nižším parametrům, tepelně nízkopotenciálním. Je snahou, aby teplota horké vody nepřesahovala, pokud k tomu nejsou zvláštní důvody, 150/100 °C. Pro vytápění objektů se v současné době provádí soustavy s parametry pouze 130/80 °C, což je z hlediska tepelných ztrát velmi výhodné.

Rozvody se provádí zásadně dvourubkové izolované. Uložení potrubí, u dříve prováděných soustav, bylo v neprůlezných kanálech, kde se ztráty tepla pohybovaly ve výši 8 - 10 %. V současnosti jsou prováděny jako předizolované v bezkanálovém uložení, kde tepelné ztráty jsou ve výši do 5 %.

Parní rozvody :

Parní rozvody se podle tlaku dělí na :

- nízkotlaké s max. tlakem do 0,05 MPa
- středotlaké s max. tlakem od 0,05 do 9 MPa

Potrubní rozvod je proveden minimálně jako dvourubkový t.j. pára a vrácený kondenzát. Někdy je v třírubkovém provedení, kdy pro letní provoz je instalováno další parní potrubí zpravidla o polovičním průměru. Pokud nejsou zvláštní důvody je snahou, aby teplota páry zbytečně nepřekračovala 200 °C. Pro účely nezbytné účely vytápění se zpravidla vystačí s tlakem páry 0,35 MPa, mírně přehřátá s teplotou do 140 °C.

Starší parní rozvody jako izolované byly vedeny v kanálech, kde tepelné ztráty činily 10 - 12 %. Současně jsou prováděny jako předizolované, v bezkanálovém uložení, kdy tepelné ztráty jsou ve výši do 8 %.

Při centrální přípravě teplé vody jsou ke spotřebiteli vedeny, z teplovodního zdroje nebo z předávací stanice zásobované horkou vodou či parou, dva páry potrubí a to dvojice potrubí pro vytápění a dvojice potrubí pro dodávku TV, tak zvaný čtyřrubkový rozvod. Vzhledem převážně k velkým tepelným ztrátám, ale i dalším provozním nevýhodám je v současnosti tento systém nahrazován systémem dvourubkovým, při kterém je dodáváno teplo pro vytápění i přípravu TV pouze dvojicí potrubí až ke spotřebičům tepla s tím, že příprava

TV je prováděna individuálně až u spotřebitele nebo skupiny vhodných spotřebitelů. Toto řešení přináší úspory tepla ve výši cca 10 až 12 % proti rozvodům čtyřtrubkovým.

Regulace dodávek tepla

- u teplovodních soustav se dodávky tepla řídí automaticky hlavně způsobem ekvitermním, kdy teplota dodávané vody do soustavy je regulována v závislosti na venkovní teplotě. Automatické regulátory jsou k dispozici tuzemské výroby i zahraniční. Úspory tepla zavedením regulace se pohybují v rozmezí 5 - 15 %.
- u horkovodních soustav je prováděna nejčastěji kvantitativně-kvalitativní regulace dodávek tepla, to znamená, že se mění jak množství oběhové vody, tak i její teplota. Zavedením regulace lze získat úspory tepla ve výši až 8 %. Instalací oběhových čerpadel s motory, které jsou vybaveny frekvenčními měniči otáček, lze navíc získat úspory elektrické energie na pohon oběhových čerpadel ve výši až 30 %. Tyto úspory elektrické energie platí i pro teplovodní soustavy.
- u parních soustav je plynulá regulace dodávky tepla poměrně obtížná a provádí se nejčastěji zavíráním a otevíráním ventilů na přívodním potrubí u spotřebičů páry. Regulace je prováděna kompenzačními regulátory v závislosti na akční veličině, kterou bývá zpravidla požadovaný tlak páry nebo provozní teplota. Vhodná regulace dodávky tepla přináší úspory ve výši až 15 %.

4.4.1 Přechod z parních systémů na horkovodní nebo teplovodní

Přechod parních systémů k horkovodním nebo teplovodním způsobům dodávek tepla je snahou především o minimalizaci tepelných ztrát v rozvodech. Další úspory však vznikají ještě v regulaci dodávek tepla neboť dodávky páry jsou co do regulace poměrně obtížné proti dodávce ve formě vody. V průměru lze uvažovat úspory tepla ve výši cca 6 - 8 %. Výše úspor je vyjádřena jako průměrný rozdíl ztrát provozovaných parních a teplovodních systémů. Uvedený systém přechodu sebou nese úspory nejen ve snížení ztrát, ale má i řadu příznivých dopadů na úspory primární energie ve zdroji tepla.

Možnosti přechodu z parních sítí na horko či teplovodní systém.

4.4.2 Přechod z horkovodních systémů na teplovodní

Přechod z horkovodního systému dodávky tepla na teplovodní má za následek především snížení teploty dodávaného média a tím následně dochází ke snížení tepelných ztrát v rozvodech. Původní ztráty horkovodů se zpravidla pohybují ve výši cca 6 - 9 %. Přechod na dodávky teplovodním způsobem lze úspory tepla uvažovat ve výši cca 3 - 4 %.

4.4.3 Decentralizace přípravy TV přímo do objektů

Příprava teplé užitkové vody centrálním způsobem spolu s dodávkou tepla pro vytápění je provedena čtyřtrubkovým rozvodem (dvojice potrubí pro vytápění a dvojice potrubí pro dodávku TV). Tento způsob rozvodů má za následek vyšší tepelné ztráty v rozvodech tepla i vyšší prostorové nároky na topný kanál pro uložení potrubí.

Decentralizovaný způsob přípravy TV odstraňuje tyto negativní aspekty a vede tedy k vyšší hospodárnosti neboť topná voda pro vytápění i ohřev TV je vedena pouze jednou dvojicí potrubí až k vytápěným objektům, kde je zároveň umístěna soustava na přípravu TV.

Výsledkem decentralizace přípravy TV jsou nižší tepelné ztráty v rozvodech, reálnější dimenzování a přizpůsobivost soustavy TV spotřebitelským odběrům teplé vody. Proti čtyřtrubkovým rozvodům činí tepelné ztráty dvourubkové soustavy cca 65 %. Pokud původní hodnota tepelných ztrát sekundárních rozvodů byla v průměru cca 8 - 9 % je v případě dvourubkového rozvodu uvažována úspora ve výši cca 5 %.

Další možné úspory lze dosáhnout

- vhodnou volbou soustav CZT a DCZT z hledisek dodávek tepla
- řešení přípravy TV v letních měsících z hlediska dopravy tepla

4.4.4 Aplikace řídicích a informačních systémů v soustavách CZT

Řídicí a informační systémy se zavádí za účelem komplexního řízení provozu jak zdroje tepla, tak i dodávky tepla od zdroje tepla přes soustavu předávacích stanic až k vytápěným objektům. Mimo vlastní regulaci a ovlivňování dodávek tepla je možno dálkovým způsobem účinně zasahovat také do provozu jednotlivých technologických zařízení. Plného přizpůsobení soustavy výroby a dodávek tepla k vnějším klimatickým podmínkám a vnitřním podmínkám vytápěných prostorů je možno získat úspory tepla ve výši cca 7 %.

4.4.5 Optimální tloušťka izolace

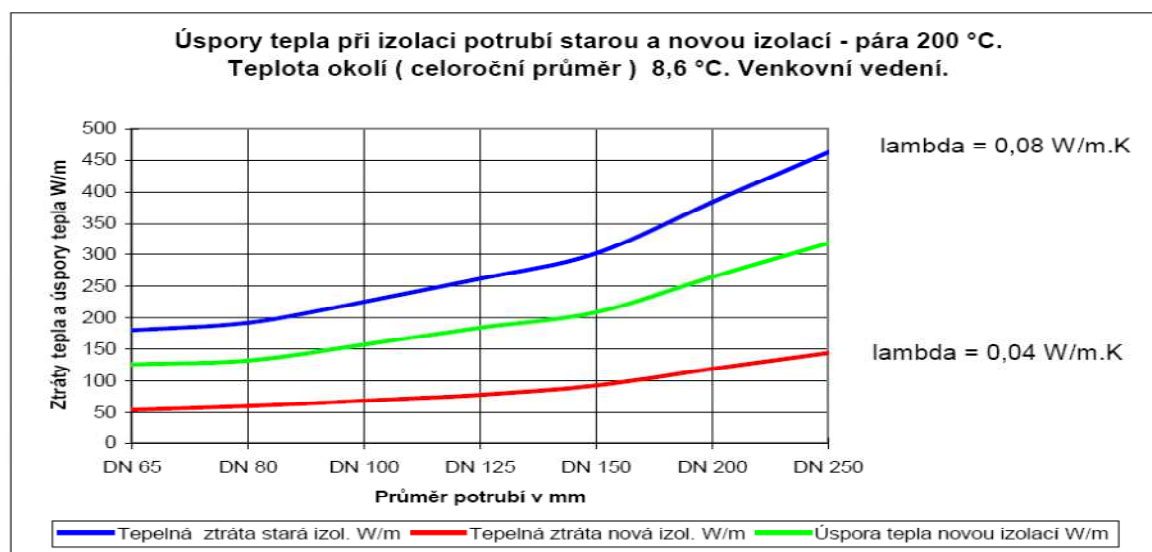
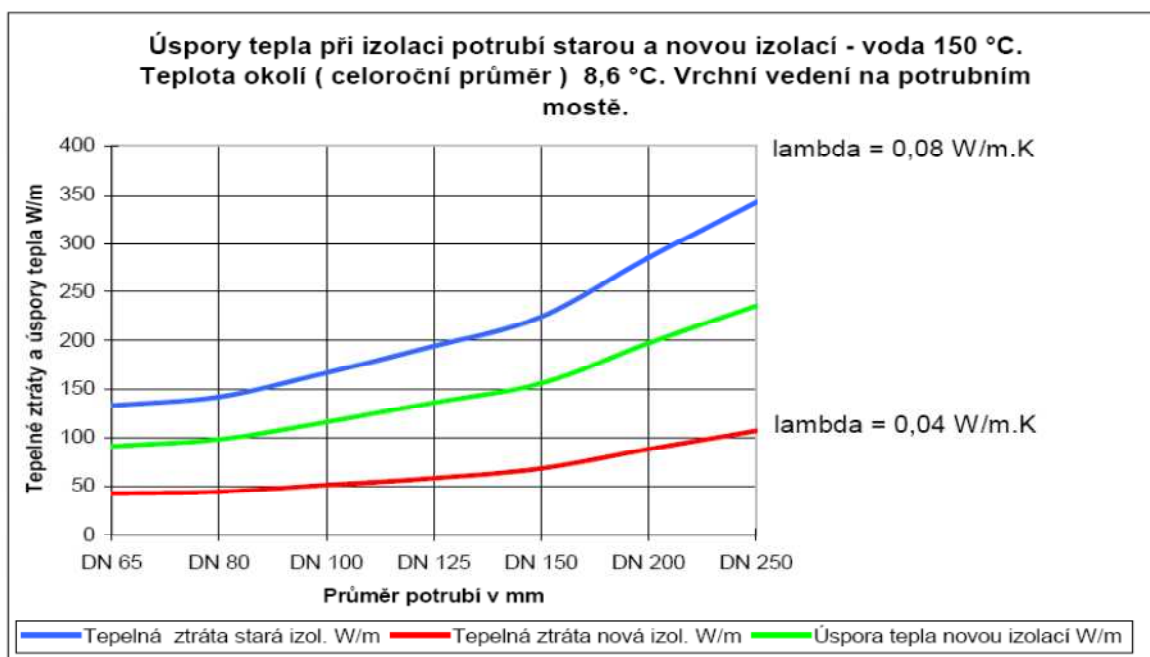
Podle vyhlášky 151/2001 Sb. jsou předepsána následující (hlavní, rozhodující) pravidla pro tepelné izolace rozvodů:

- 1 – tepelnou izolací se vybaví část tepelné sítě, kde prochází teplotně vyšší než 40°C.
- 2 – u vnitřních rozvodů s teplotou látkou do 110°C se tepelná izolace provádí tak, aby rozdíl její povrchové teploty a teploty okolí byl do 20 K. S teplotou látkou nad 110°C by teplotní rozdíl měl být do 25 K.
- 3 – pro tepelné izolace vnějších rozvodů se použije materiál jehož součinitel tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,045$ W/m.K a u rozvodů vnitřních $\lambda \leq 0,040$ W/m.K.
- 4 – tloušťka tepelné izolace vnitřních rozvodů se volí dle následující tabulky:

Rozsah průměrů potrubí	Tloušťka tepelné izolace
do DN 20	≥ 20 mm
DN 20 až DN 35	≥ 35 mm
DN 40 až DN 100	$\geq$ DN
nad DN 100	≥ 100 mm

U vnějších rozvodů se tloušťka tepelné izolace stanovuje optimalizačním výpočtem.

Dále je uveden příklad převzatý z / 4 / prezentující stanovení úspory tepla, kdy je stará izolace potrubí nahrazena izolací novou, jak předepisuje vyhláška 151/2001 Sb., s optimální tloušťkou izolace.



4.4.6 Předávací stanice

Trubkové výměníky tepla

Předávací stanice v předchozích obdobích byly standardně prováděny s klasickými trubkovými výměníky tepla. Tyto výměníky jsou sice různých konstrukcí, ale všechny se vyznačují poměrně značnými rozměry ve vztahu na přenášený výkon a tím i s příslušnou hodnotou tepelných ztrát z povrchu výměníků do okolí. Tyto ztráty tepla i při dobře provedené izolaci povrchu výměníků se pohybují na úrovni cca 5% v úspěšných případech. Celková provozní účinnost klasických trubkových výměníků se pohybuje ve výši cca 94 - 96%.

Při průtoku teplotonosných médií jsou u trubkových výměníků tepla dosahovány v běžných provozních režimech součinitelů prostupu tepla ve výši / 4 /:

Staré trubkové výměníky – ze strojíren Žilina a ZVU Hradec Králové

U soustavy voda – voda do 500 - 600 W/m².K

U soustavy pára – voda v případě syté páry do 500 W/m².K

Nové trubkové výměníky Secespol - Cz s.r.o.

U soustavy voda – voda do 1800 W/m².K

U soustavy pára – voda v případě syté páry do 1200 W/m².K

Deskové výměníky tepla

Pokud je v předávacích stanicích použita technologie deskových výměníků tepla dochází k výrazné miniaturizaci rozměrů výměníků. Zmenšení rozměrů výměníků má za následek především několikanásobné zvýšení součinitelů prostupu tepla, které se v běžné technické praxi pohybují ve výši od 400 – 4000 W/m².K. Obecně se dá říci, že součinitel prostupu tepla u deskových výměníků je cca 2,5 krát větší než u výměníků trubkových. Díky malým rozměrům je velmi příznivý ukazatel hmotnosti výměníku ve vztahu k přenášenému výkonu (kg/kW). Tento ukazatel je až 10x menší než u výměníků klasických trubkových.

Ze stavebního hlediska si vybudování předávací stanice s technologií deskových výměníků vyžaduje minimální prostory, což výrazně snižuje celkové investiční náklady s předávací stanicí související.

Výše uvedené skutečnosti umožňují konstruovat a realizovat předávací stanice jako integrované, miniaturní kompaktní celky, což je výhodné z hlediska údržby, oprav i ostatních provozních hledisek.

Z hlediska energetických ztrát jsou deskové výměníky podstatně provozně úspornější a to především s ohledem na malý povrch výměníků v relaci na přenášený tepelný výkon. Tepelné ztráty sáláním a vedením do okolí jsou proto minimální a celková účinnost deskových výměníků je nejméně o 3% vyšší než u výměníků klasických trubkových.

Relativní nevýhodou deskových výměníků jsou zpravidla vyšší hydraulické ztráty při průtoku topných médií a možnosti častého zanášení předávacích ploch vnitřními inkrustacemi a problémy s čištěním těchto ploch.

Přechod z klasických trubkových výměníků, které jsou dožité na deskové výměníky se provádí v současné době zcela automaticky a proto není třeba provádět žádné složité analýzy, ale pouze zdůraznit základní důležité a převažující výhody výměníků deskových.

4.5 Posouzení dodávek centrálního chladu

Rozvoj efektivního zásobování energií v rámci Evropské unie je známá nutnost v boji proti rostoucí ceně fosilních paliv. Je třeba snížit vysokou závislost na dovozu energie a splnit povinnosti související s ochranou klimatu. Další rozvoj energeticky účinných kombinovaných zdrojů elektřiny a tepla (CHP) je podstatný prvek pro úspěch evropské energetické strategie.

Jednou z hlavních překážek vyššího využití potenciálu efektivní kogenerační technologie tepláren v dálkovém vytápění je nízká zátěž systému během letních měsíců. Proto, zejména v létě je možné odpadní

teplo z technologií CHP využít v sítích dálkového vytápění jako zdroj tepla pro výrobu chladu v chladicích pro klimatizaci prostor.

Současný stav využití je velmi nízký a soustava CZT provozovaná na bázi kombinované výroby tepla a elektřiny obecně reprezentuje potenciál využitelný pro zajištění potřeb výroby chladu ve stávajících objektech a zejména pak nově budovaných systémů klimatizace budov.

Existuje mnoho výhod pro dálkové chlazení ve srovnání s tradičními systémy chlazení. Produkovat chlad na bázi využití z přebytečného tepla teplárny v letním období generuje následující přínosy pro společnost (Pramen: SUMMERHEAT Publisher Report – EU Intelligent Energy Europe Programme EIE-06-194):

- až 30 % úspor paliva
- až 80 % úspor elektrické energie
- až 65 % snížení emisí CO₂
- odstranění emisí HFC / HCFC

Chlazení využívající teplo produkované teplárnami v mimotopném období v EU často označované pojmem „Summerheat“ je energeticky úsporné, snižuje spotřebu elektrické energie a může případně i zabránit nedostatku elektřiny. Proto, chlazení založené na využití dálkového tepla poskytuje příležitost přizpůsobit se normám stanoveným v Kjótském protokolu a na novější, přísnější ekologické normy pro zlepšení místního životního prostředí.

Dálkové chlazení, je inovativní koncept, který nabízí skvělé příležitosti teplárnám a distribučním společnostem k rozšíření a / nebo diverzifikaci jejich podnikání, což významně podporuje politiku udržitelného rozvoje v oblasti zásobování energií. Na jedné straně, využití přebytečného tepla z kogeneračních zdrojů zvyšuje nákladovou efektivnost zásobování chladem. Na druhé straně, dodavatelé těží z lepší ekonomiky kombinované výroby tepla a elektřiny, jelikož využití tepla v letním období zaručuje vyšší účinnost zdrojů energie.

Hlavním přínosem pro spotřebitele je, že dodavatel tepla zajišťuje chlazení prostor odběratele a zajišťuje tak služby, které lze bezzbytku zařadit do celkového trendu nákup služeb mimo podnik. Kromě toho tato služba nezahrnuje žádné skryté náklady, protože náklady na chlazení nejsou zahrnuty v účtu za elektřinu.

4.5.1 Dvě základní technologie chlazení využívající tepelnou energii

Za základní principy provozu chladicích jednotek využívajících tepelnou energii se obecně považují technologie založené na principu adsorpce a absorpce. V obou případech jejich činnost je založena na užití chladicího média a sorpčního média. Chladicím médiem je nejčastěji voda a sorpčním médiem je nejčastěji bromid litnatý resp. čpavek u absorpčního chlazení, silikagel pak u adsorpčního chlazení.

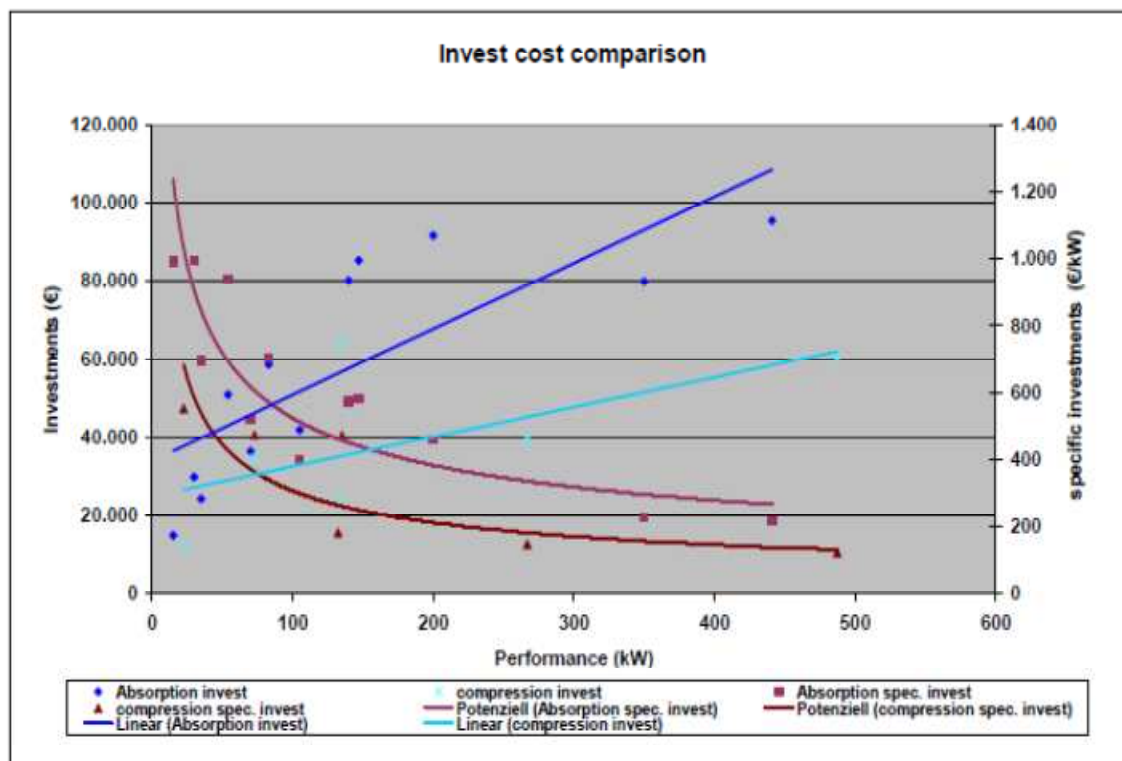
V následující tabulce je uvedeno jejich porovnání (údaje jsou převzaty z pramene Summerheat).

	Thermal				
Technology	Absorption				Adsorption
Type	LiBr/H ₂ O			H ₂ O/NH ₃	H ₂ O/Silicagel
	single-effect	double-effect	single-effect/double-lift		
Heat source	warm water, district heat, steam	steam, direct fired	district heat	steam, district heat, solar thermal heat, steam	low heat source is sufficient
Inlet Temperature	75 - 110°C	135 - 200°C	80 - 100°C	100 - 180°C	55 - 90°C
Capacity	(15) 35 kW - 12 MW	200 kW - 6 MW	600 kW - 6 MW	100 kW - 10 MW	50 - 500 kW
COP	0.6 - 0.8	0.9 - 1.3	0.4 - 0.75	0.25 - 0.5	0.5 - 0.7
Price / kW _{th}	1,200 - 200 €	-	> 400 €	1,250 - 400 €	1,500 - 350 €
Space	(1.8) 15 - 96 m ³	17 - 56	25 - 168 m ³	> 50 m ³	12 - 70 m ³
Weight	(0.6) 5 - 41 t	10 - 30 t	15 - 60 t	> 11 t	5 - 25 t
Application	Air-conditioning	Air-conditioning & industrial	Air-conditioning & district cooling	Retailing, industry	Air-conditioning
Market penetration	high	high	small	small	small
# Suppliers	> 8	> 5	Entropie (Patent)	> 2	2

4.5.2 Ekonomické a ekologické porovnání kompresorového a tepelného chlazení

Při porovnání klasického způsobu chlazení na bázi kompresorových zdrojů chladu a využití tepelné energie v absorpčních chladicích jednotkách vychází z důvodů poměrně nízké dostupnosti konkrétních cenových údajů a obtížné srovnatelnosti chladicích jednotek z hlediska výkonů z průměrných cen aplikací ve vybraných evropských zemích vztažených na shodný chladicí výkon.

V následujícím grafu jsou prezentovány měrné investiční náklady chladicích jednotek implementovaných ve vybraných evropských zemích a jejich interpolace, která vyjadřuje závislost investičních nákladů na výkonu a průběh závislosti měrných investičních nákladů na velikosti instalovaného chladicího výkonu kompresorového zdroje a absorpčního zdroje.



Investiční náklady tvoří především náklady na chladicí jednotky, chladicí věže a pomocná zařízení a instalace. Náklady na výstavbu primární sítě dálkového tepla v případě CZT, nejsou brány v úvahu. Z uvedeného grafu je zřejmé, že investiční náročnost chladicího zařízení založeného na využití tepelné energie v absorpčním zdroji chladu je vyšší.

Z výše přiloženého grafu vyplývá, že chladicí jednotky na bázi tepelné energie vycházejí investičně dražší než v současné době nejvíce využívané kompresorové chladicí jednotky.

Měrné investiční náklady absorpčních jednotek jsou cca 1,8 krát vyšší než kompresorové.

Další složkou investičních nákladů výroby chladu jsou chladicí věže a pomocná zařízení.

Opětovné chlazení je důležitou součástí pro všechny chladicí technologie. Pokud jde o vodou chlazené chladiče, vlastní dochlazovací cyklus může být realizován s otevřeným či uzavřeným cyklem na bázi suchého či mokrého procesu.

Množství tepla, které je třeba opětovně chladit v chladicí věži závisí na druhu chlazení. Obecně se jedná o následující množství:

$$\text{MNOŽSTVÍ OPĚTOVNÉHO CHLAZENÍ} = \text{CHLADICÍ VÝKON} + \text{MNOŽSTVÍ VSTUPNÍ ENERGIE}$$

Pro naše srovnání a dimenzi chladicí věže jsme vycházeli z těchto koeficientů COP:

Absorpční chlazení COP: 0,7

Kompresorové chlazení COP: 4

4.5.3 Případová studie

Pro porovnání absorpčního a kompresorového chlazení jsme vyšli z obchodně –administrativního centra, které vyžaduje jak vytápění tak i chlazení pro zajištění požadovaných mikroklimatických podmínek prostor obchodního centra.

Objekt je vytápěn převážně vzduchotechnikou, ústřední vytápění slouží pouze pro vytápění některých kanceláří, chodeb, sociálních zařízení a temperování různých pomocných místností.

V objektu je instalována dvourubková teplovodní otopná soustava s teplotním spádem max. 90/70°C, která je připojena v jednom okruhu vedeném z rozdělovače.

Objekt je větrán nuceně prostřednictvím vzduchotechnických zařízení, která slouží pro zajištění mikroklimatických podmínek ve větraných prostorách.

Převážná část vzduchotechnických zařízení je umístěna na střeše objektu (jednotky ve venkovním provedení), část jednotek je osazena ve strojovně vzduchotechniky, ostatní zařízení jsou umístěna přímo ve větraných místnostech.

Podle jednotlivých funkcí lze VZT v objektu rozdělit na část klimatizace prodejních ploch, teplovzdušné větrání připravené a zázemí restaurací, strojoven, rozvodů, příručních skladů a sociálních zařízení.

Pro klimatizaci prodejních ploch jsou využity sestavné klimatizační jednotky.

Několik jednotek je určeno pro přívod a úpravu čerstvého vzduchu (jsou vybaveny deskovými rekuperačními výměníky), ostatní slouží pouze pro úpravu cirkulačního vzduchu. Jednotky pro cirkulaci vzduchu jsou opatřeny dvouotáčkovými motory, s automatickým přepínáním podle požadavku tepelné zátěže v dané části větrané plochy.

Jednotky ve venkovním provedení jsou vybaveny volnými komorami pro osazení směšovacích uzlů ohříváčů a chladičů.

Zdrojem chladu jsou dvě blokové kompresorové jednotky umístěné ve strojovně chlazení v samostatné místnosti. Jsou to jednotky s oddělenými vzduchem chlazenými kondenzátory umístěnými na střeše budovy. Každou blokovou jednotkou je zabezpečeno cca 50 % spotřeby chladu, tj výkon jedné jednotky je **805 kW**.

Maximální instalovaný výkon zdroje chladu je 1 610 kW. Zařízení pracuje s chladivem R 22.

Jednotky jsou vybaveny mikroprocesorovým systémem řízení, který zajišťuje optimalizaci provozního režimu jednotky při různých režimech provozu při různém zatížení. Pro obě jednotky jsou dvě společná oběhová čerpadla na oteplenou vodu. Čerpadla pracují současně. Je jimi dopravována oteplená pracovní látka v chladicím okruhu zdroje chladu i ve vlastním rozvodu.

Rozvody potrubí jsou provedeny z ocelových trubek závitových bezešvých normálních a z ocelových trubek bezešvých hladkých. Potrubní rozvody jsou opatřeny tepelnou izolací. Způsob chlazení je nepřímý uzavřený s odvodušněním. Systém vodního chlazení pracuje s teplotním spádem 7/12°C.

Instalovaná zařízení:

Chladicí jednotka včetně propojovacího potrubí CU s odděleným kondenzátorem.

Oddělený vzduchem chlazený kondenzátor

Oběhové čerpadlo rozvodu chladu

Tlaková expanzní nádoba

Sběrač oteplené vody

Kapacita VZT jednotek činí 365 000 m³/h. Kapacita chladičů VZT jednotek je 1465 kW.

Alternativou ke kompresorovému zdroji chladu je uvažován absorpční chladicí zdroj tvořený rovněž dvěma jednotkami, které mají shodný instalovaný chladicí výkon jako kompresorový zdroj chladu tj. 2 x 805 kW.

Rozvody chladicí vody jsou řešeny shodně a chladicí jednotka je řešena na obdobném principu jako u kompresorového chlazení avšak s odlišným chladicím výkonem.

Na základě tohoto objektu a VZT systému provedeme ekonomické porovnání.

Investiční náklady zdroje chladu

Měrné investiční náklady absorpční jednotky s chladicím výkonem 805 kW	195 EUR / kW	
Investiční náklady absorpčního zdroje chladu 2 x 805 celkem	313.950	EUR
Měrné investiční náklady kompresorové jednotky s chladicím výkonem 805 kW	110 EUR / kW	
Investiční náklady absorpčního zdroje chladu 2 x 805 celkem	177.100	EUR

Investiční náklady chladicích jednotek a pomocných zařízení:

Na základě výše uvedeného vztahu pro opětovné chlazení bude potřebný výkon chladicích jednotek (věží) následující:

Absorpční chlazení – výkon chladicí jednotky $2 \times 805 \text{ kW} + 2 \times 805 / 0,7 = 3 \text{ 910 kW}$

Kompresorové chlazení – výkon chladicí jednotky: $2 \times 805 \text{ kW} + 2 \times 805 / 4 = 2 \text{ 013 kW}$

Odhadované investiční náklady chladicích věží včetně instalace, rozvodů vody a dalších nutných zařízení:

	Absorpční chlazení	Kompresorové chlazení
Dimenze chladicí věže	3910 kW	2013 kW
Investiční náklady chladicí věže	78 200 EUR	50 300 EUR

Ostatní investiční náklady na pomocná zařízení	109 900 EUR	97 400 EUR
Celkem	188 100 EUR	147 700 EUR

Celkové investiční náklady

	Absorpční chlazení	Kompresorové chlazení
Chladicí jednotka	313 950 EUR	177 100 EUR
Chladicí věž	78 200 EUR	50 300 EUR
Ostatní zařízení	109 900 EUR	97 400 EUR
Investiční náklady celkem	502 050 EUR	324 800 EUR

Provozní náklady chladicích jednotek:

Posuzované zdroje chladu mají různé nároky rovněž na provoz a z toho vyplývající provozní náklady. Následující tabulka kvantifikuje výchozí data pro stanovení provozních nákladů.

Ceny a měrné náklady		
Cena tepla	50	EUR/MWh
Cena elektřiny	115	EUR/MWh
Cena vody	2	EUR/m ³
Náklady na opravy a údržbu absorpční jednotka	10,4	EUR/MWh
Náklady na opravy a údržbu kompresorová jednotka	22	EUR/MWh

Ekonomické porovnání

Na základě kvantifikace investičních nákladů a provozních nákladů bylo provedeno porovnání ekonomické výhodnosti absorpčního a kompresorového chlazení o jmenovitém výkonu 1610 kW.

Typ chladicí jednotky	Absorpční jednotka 2 x 805 kW, 2000 hodin doby využití maximálního výkonu, 50 EUR/ MWh tepla		
Roční výroba chladu	3220	MWh	
Roční spotřeba tepla	4600	MWh	
Roční spotřeba el. energie	140	MWh	
Náklady na energii a vodu	262 200	EUR/rok	
Náklady na opravy a údržbu	33 488	EUR/rok	
Investiční náklady celkem	502 050	EUR	
Roční anuita (6%, 15 let)	50 707	EUR/rok	
Náklady celkem	346 395	EUR/rok	
Měrné náklady	107,58	EUR/MWh	

Typ chladicí jednotky	Kompresorová jednotka 2 x 805 kW, 2000 hodin doby využití maximálního výkonu, 115 EUR/MWh elektřiny		
Roční výroba chladu	3220	MWh	
Roční spotřeba tepla	0	MWh	
Roční spotřeba el. energie	915	MWh	
Náklady na energii a vodu	116 495	EUR/rok	
Náklady na opravy a údržbu	70 840	EUR/rok	
Investiční náklady celkem	324 800	EUR	
Roční anuita(6%, 15 let)	32 805	EUR/rok	
Náklady celkem	220 140	EUR/rok	
Měrné náklady	68,37	EUR/MWh	

Z výše uvedených výsledků je zřejmé, že za předpokladu měrných cen energie a nákladů na opravy je výhodnější využití klasických kompresorových chladicích jednotek.

Hlavními důvody je:

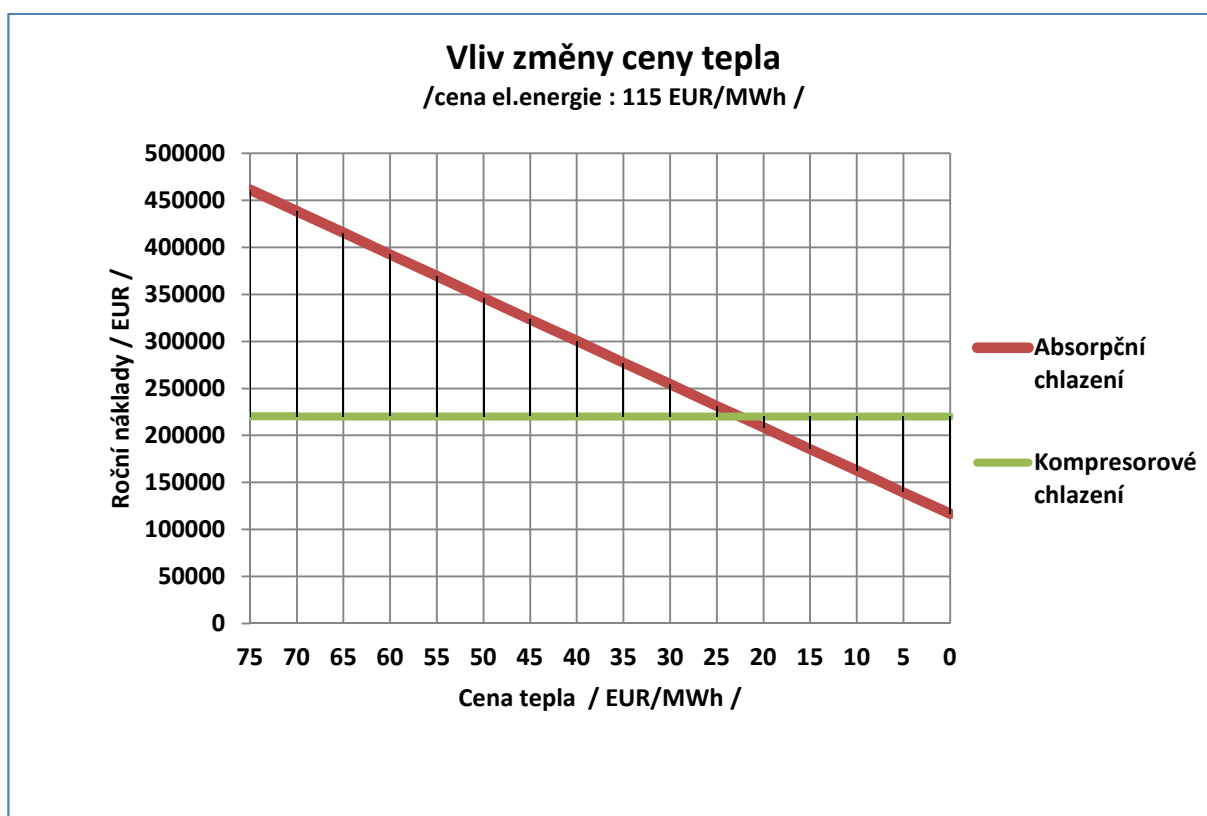
- nižší investiční náročnost pořízení chladicí jednotky
- nižší energetická náročnost výroby jedné MWh chladu
- nižší provozní náklady

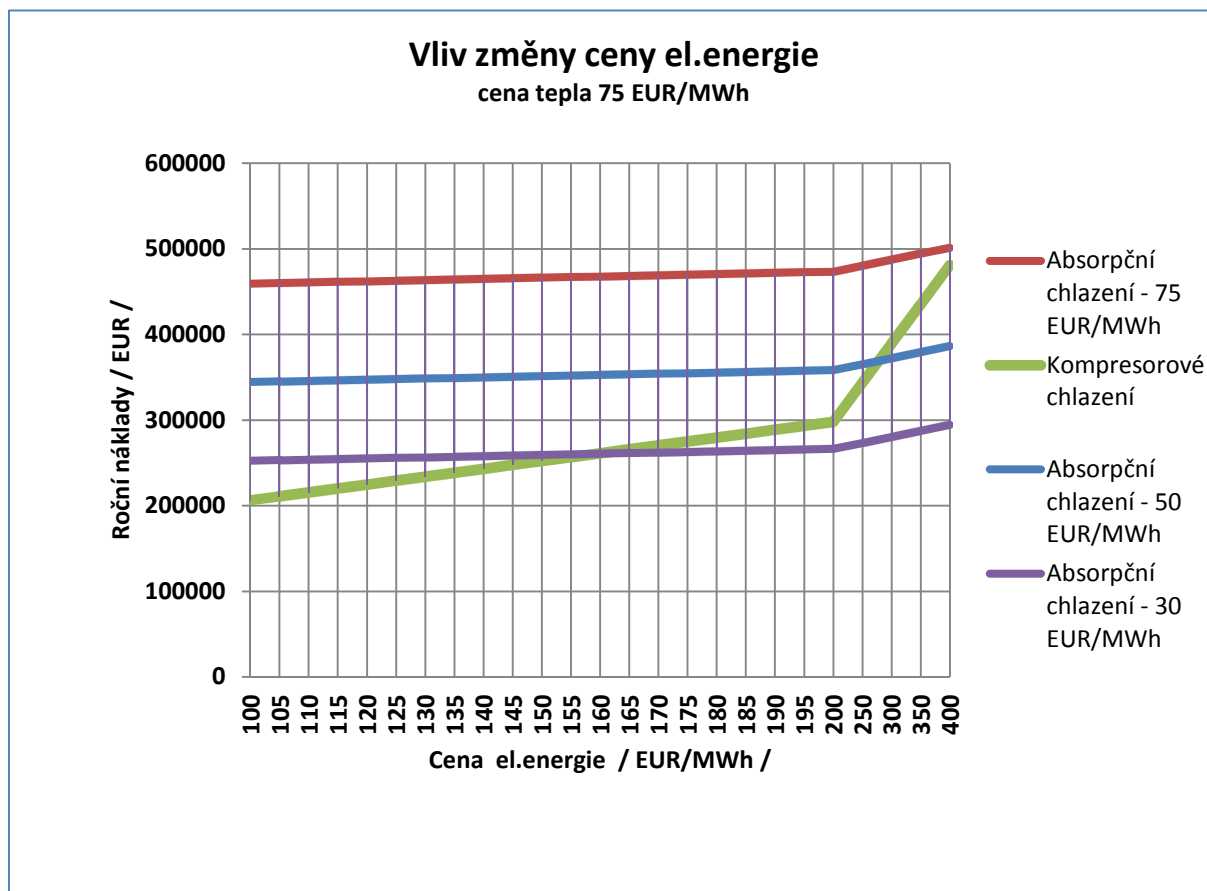
Z hlediska vlivu na životní prostředí, jak již bylo konstatováno, je výhodnější využití dodávkového tepla produkovaného z kogenerační jednotky.

Ekonomická výhodnost výroby chladu na bázi využití el. energie či tepla je významně závislá na ceně energie vstupující do procesu výroby chladu.

Proto jsme ještě provedli citlivostní analýzu vlivu ceny tepla a ceny el. energie na ekonomickou efektivnost způsobu výroby chladu.

Výsledky jsou prezentovány na následujících grafech.





Z provedené citlivostní analýzy je zřejmé, že rozhodující vliv na efektivnost absorpčního způsobu chlazení má cena tepla. Z provedeného porovnání vyplynulo, že pro zajištění konkurence schopnosti chlazení na bázi dodávkového tepla je cena tepla v úrovni cca 20 EUR/MWh. Změna ceny el. energie nemá zásadní vliv, což je způsobeno mnohem nižší náročností na energii kompresorové chladicí jednotky, kdy COP činí 4 a absorpční chladicí jednotka dosahuje hodnoty COP 0,7. Například při současné ceně tepla 72,8 EUR/MWh by absorpční chlazení nebylo výhodnější ani při ceně elektřiny ve výši 400 EUR/MWh. Naopak při ceně tepla 30 EUR/MWh by absorpční chlazení bylo konkurenceschopné při nárůstu ceny elektřiny na hodnotu 160 EUR/MWh.

Při porovnání nebyl brán fakt, že kompresorová jednotka má téměř poloviční dobu životnosti než je u absorpční jednotky. Na druhou stranu u absorpční jednotky nejsou do výpočtu zahrnuty náklady na přívod tepla do objektu.

4.5.4 Závěr, doporučení

1. Trh výroby a dodávky chladu na bázi tepelné energie je rozhodně perspektivní činností pro další rozvoj a udržení pozic společností vlastnících soustav CZT, neboť umožňuje rozvoj efektivního stávajícího teplárenského provozu na bázi trigenerace. Trigenerační způsob výroby je nejefektivnějším způsobem

kombinované výroby systémů CZT. Tento způsob výroby má jednoznačně pozitivní vliv na hospodárnost stávajícího systému a je nutné mu věnovat mnohem větší pozornost, než tomu bylo doposud. Zároveň je z hlediska dopadů na životní prostředí a klima Země nejvhodnějším způsobem zajišťování výroby chladu. Z těchto důvodů je třeba zaměřit úsilí na postupné získávání zákazníků v oblasti produkce chladu na bázi dodávkového tepla.

2. Z výsledků ekonomického porovnání absorpčního a kompresorového chlazení však vyplynulo, že chlazení na bázi dodávkového tepla je v současných podmínkách ekonomicky nevýhodné oproti kompresorovému chlazení. Hlavním důvodem je vyšší investiční náročnost a významně nižší energetická účinnost přeměny tepla na chlad.

3. Z citlivostní analýzy konkurenceschopnosti absorpčního chlazení, jednoznačně vyplynulo, že konkurenční cenu tepla pro realizaci absorpčního chlazení lze považovat ve výši **20 až 15 EUR/MWh**, což vzhledem k současné průměrné ceně tepla BAT, a.s. ve výši cca **72,8 EUR/MWh** by vedlo k nutnosti radikálního snížení ceny ve výši až 70 % současné úrovně. Tento stav se jeví jako nereálný, neboť by implementace chladicích zařízení na bázi absorpčního chlazení v širším měřítku měla negativní dopad na ekonomiku celého systému CZT.

4. Z výše uvedených důvodů lze doporučit orientovat realizační aktivity v oblasti implementace absorpčního chlazení pro nízkou ekonomickou konkurenceschopnost pouze na příležitosti, které budou ekonomicky výhodné. Tuto oblast je však nutné stále považovat za perspektivní. Důvodem je skutečnost, že v této oblasti lze velmi efektivně využít trigenerační způsob výroby tepla a elektřiny a lze očekávat, že tento způsob výroby bude podporován v rámci EU stejně tak jako tomu je již dnes v oblasti vysoce účinné kogenerační výrobě elektřiny a tepla.

5. Dále je doporučitelné sledovat trh s chladem zejména v oblasti průmyslových podniků, velkých administrativních center a nemocničních areálů stávajících či nově připravovaných k výstavbě, které jsou či budou napojeny na distribuční soustavu dodávkového tepla z CZT. Základem úspěchu je poskytnutí výhodné ceny tepla pro výrobu chladu, která by úspěšně konkurovala stávajícím kompresorovým zdrojům chladu. Tato cena by proto měla vycházet pouze z nákladů spojených s distribucí tepla do místa spotřeby, neboť v mimootopném období je převážná část tepla z kogenerace mařena v kondenzaci a toto teplo lze charakterizovat jako odpadní teplo s minimální cenou. Zároveň je zřejmé, že výše ceny el. energie rovněž napomáhá růstu konkurenceschopnosti užití tepla při výrobě chladu. Trend růstu ceny elektřiny je však nutné vždy spojit s minimalizací ceny tepla pro účely chlazení.

6. Základem pro úspěšnou budoucí implementaci absorpčního chlazení u spotřebitelů chladu je **efektivní marketingová strategie** zaměřená cíleně na stávající odběratele tepla disponující klimatizačními jednotkami, provozovatele vlastních zdrojů chladu nenapojených na CZT a dále pak developery. Kromě

cílené propagace poskytování nových služeb na webových stránkách vlastníků systémů CZT je nezbytné vypracovat propagační nabídkový list, který bude prezentovat výhody tohoto způsobu výroby chladu oproti klasickému kompresorovému způsobu. Kromě populárního seznámení s výhodami absorpčního chlazení a jeho principy, je třeba formulovat nabídku na připravenost zajistit kompletní služby v předemné oblasti pro budoucí spotřebitele. V této souvislosti považujeme za účelné realizaci cyklických odborně populárních seminářů organizovaných zejména pro potenciální zákazníky a pracovníky povolovacích orgánů zaměřené na propagaci výroby chladu na bázi užití tepla.

7. Nabídka služeb by měla obsahovat alternativní rozsah služeb např. ve formě **kompletní služby** zajištění dodávek tepla a chladu pro spotřebitele, tzn. realizaci tepelné přípojky a absorpční jednotky včetně zajištění potřebné projektové dokumentace a následnou výstavbu dle požadavku investora a stavebně-správních městských organizací a zároveň prezentovat připravenost zajistit **následné provozování zdroje chladu** dle požadavku investora. Další alternativou služeb spojených s výrobou chladu je např. zabezpečení pouze tepelné přípojky a její napojení na absorpční zdroj chladu, který si bude financovat vlastník objektu. Je tedy zřejmé, že je vždy třeba volit **individuální přístup k potenciálnímu odběrateli tepla pro účely výroby chladu**. To ve svém důsledku znamená, aby bylo při respektování technických podmínek napojení využito i vhodných ekonomických nástrojů, které podpoří rozhodování o využití absorpčního chlazení. Cenu tepelné energie pro výrobu chladu je nezbytné stanovit na bázi výhodnosti absorpčního chlazení oproti kompresorovému vzhledem k jejímu rozhodujícímu vlivu na efektivnost. Za tím účelem bude nezbytné provést ekonomickou analýzu dodávek tepla ve vztahu k možnostem minimalizace ceny tepla pro komplexní služby zahrnující vytápění, přípravu teplé vody a chladu a promítnout její závěry do výše ceny uplatnění trigeneračního způsobu výroby energie, která vede k minimalizaci nákladů a k nejvyšší energetické účinnosti. Rovněž je vhodné klást důraz na ekologickou stránku výroby chladu.

8. Za perspektivní cestu jak se uplatnit v budoucím období na trhu s chladem lze považovat aktivity u stávajících odběratelů tepla, kteří vyrábějí chlad na bázi klasického kompresorového způsobu, jsou před obnovou zdroje chladu a mají vyšší úroveň ceny elektřiny. Těmto zákazníkům je třeba nabídnout dodávky tepelné energie a sjednaných objemů odběru kWh chladu na bázi poskytnutí služby v podobě **kompletního připojení objektu**, tzn. realizaci tepelné přípojky a zdroje chladu včetně zajištění potřebné projektové dokumentace a následnou výstavbu dle požadavku investora a stavebně-správních městských organizací. Při této variantě by byla účtovaná cena za odebranou kWh chladu a tepla. Druhou nadějnou alternativou je, že zákazník na základě jednoduché studie proveditelnosti o výhodnosti absorpčního chlazení, zainvestuje z vlastních prostředků absorpční jednotku, chladicí věž atd. Náklady spojené s provozem zdroje chladu hradí rovněž odběratel a vlastník soustavy CZT zajistí přípojku tepla včetně dodávek tepla v potřebném množství. Při této variantě bude účtovaná cena za odebraný GJ na vstupu do absorpční jednotky.

9. Budoucí nadějnou oblastí rozvoje dodávek tepla za účelem výroby chladu jsou pak **noví potenciální odběratelé tepla**, kteří disponují klimatizovanými prostory. V takovémto případě je třeba opět nabídnout komplexní služby v oblasti vytápění a výroby chladu včetně. Za efektivní podpůrný nástroj považujeme studii proveditelnosti zpracovanou pro budoucího odběratele, která bude prezentovat ekonomickou výhodnost komplexní služby zajištění dodávek tepla pro vytápění, přípravu teplé vody a chladu.

10. Důležitým aspektem pro průnik tepla do segmentu výroby chladu je nutné považovat rovněž **rozvoj těsnější spolupráce dodavatele tepla s výrobcí absorpčních chladicích jednotek** a zajištění společného marketingového programu zaměřeného na stávající a budoucí spotřebitele chladu. Cílem je snížení investičních nákladů na pořízení předmětných energetických zařízení resp. zajištění provozního leasingu apod.

11. Dalším účinným marketingovým nástrojem spatřujeme **oblast projektové přípravy staveb**. Dodavatel tepla musí svou pozornost zaměřit na projektanty TZB a podílet se na jejich vzdělávání v oblasti implementace absorpčního chlazení. Za efektivní formy lze považovat poskytování projektových podkladů ve spolupráci s výrobcí projektantům TZB v podobě vzorových projektů, technických podkladů a jejich bezplatné školení v této oblasti.

Závěrem lze konstatovat, že pro úspěšnou aplikaci absorpčního chlazení je za klíčový faktor nutno považovat **cenu tepla pro výrobu chladu**. Z tohoto faktu je zřejmé, že maximální pozornost je třeba upřít na obchodní strategii.

5 PŘÍPADOVÁ STUDIE DIVERZIFIKACE STÁVAJÍCÍHO SYSTÉMU CZT

5.1 Úvod

Na případové studii je dokladováno jedno z možných řešení diverzifikace rozsáhlého v současné době předimenzovaného parního systému CZT.

Soustava CZT byla založena v 60 letech 20. století jako parní a je dimenzována na výrazně vyšší zatížení, než na jaké je nyní provozována. Pokles zatížení je způsoben odpojováním odběratelů tepla, změnou výrobní náplně průmyslových odběratelů tepla, která je doprovázena zejména snižováním nebo zánikem technologického odběru páry a úspornými opatřeními na straně odběratelů tepla. Vlivem poklesu zatížení se zvyšuje podíl tepelných ztrát převážně původních rozvodů tepla na dodávce tepla ze zdroje tepla. V budoucím období se dá očekávat další pokles poptávky po teple v důsledku pokračování realizace úsporných opatření na straně spotřeby.

Možným řešením výše uvedených nepříznivých vlivů je přizpůsobení soustavy CZT očekávané poptávce po teple. Konkrétními opatřeními potom jsou zejména:

- změna teplotnosné látky spojená s rekonstrukcí distribučního systému,
- opatření na zdroji tepla spolu s eventuálním doplněním kombinované výroby tepla a elektrické energie
- parciální řešení některých částí soustavy CZT

Cílem případové studie je právě posouzení disponibilních možností v části soustavy CZT, která je situována ve vzdálenější části města od zdroje tepla.

Řešeno je tedy zásobování teplem lokality D, která je částí soustavy CZT. V části trasy parovodu pro lokalitu D jsou pouze izolované odběry tepla. V lokalitě D není technologická potřeba páry.

5.2 Popis stávajícího stavu

Schéma situace

Schéma celé soustavy CZT

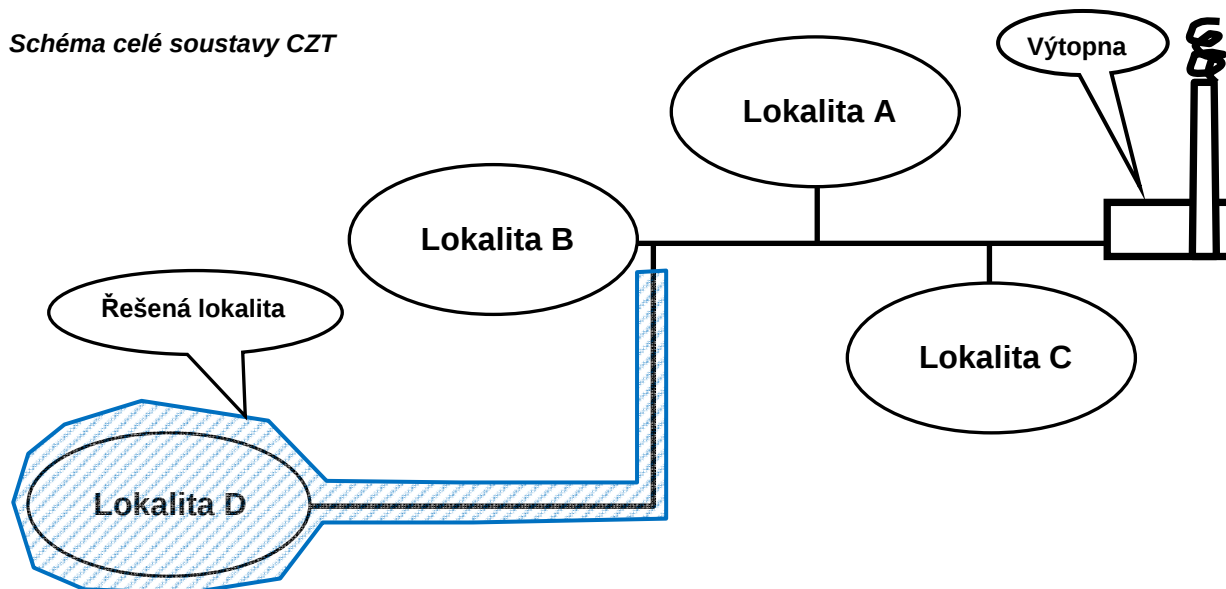
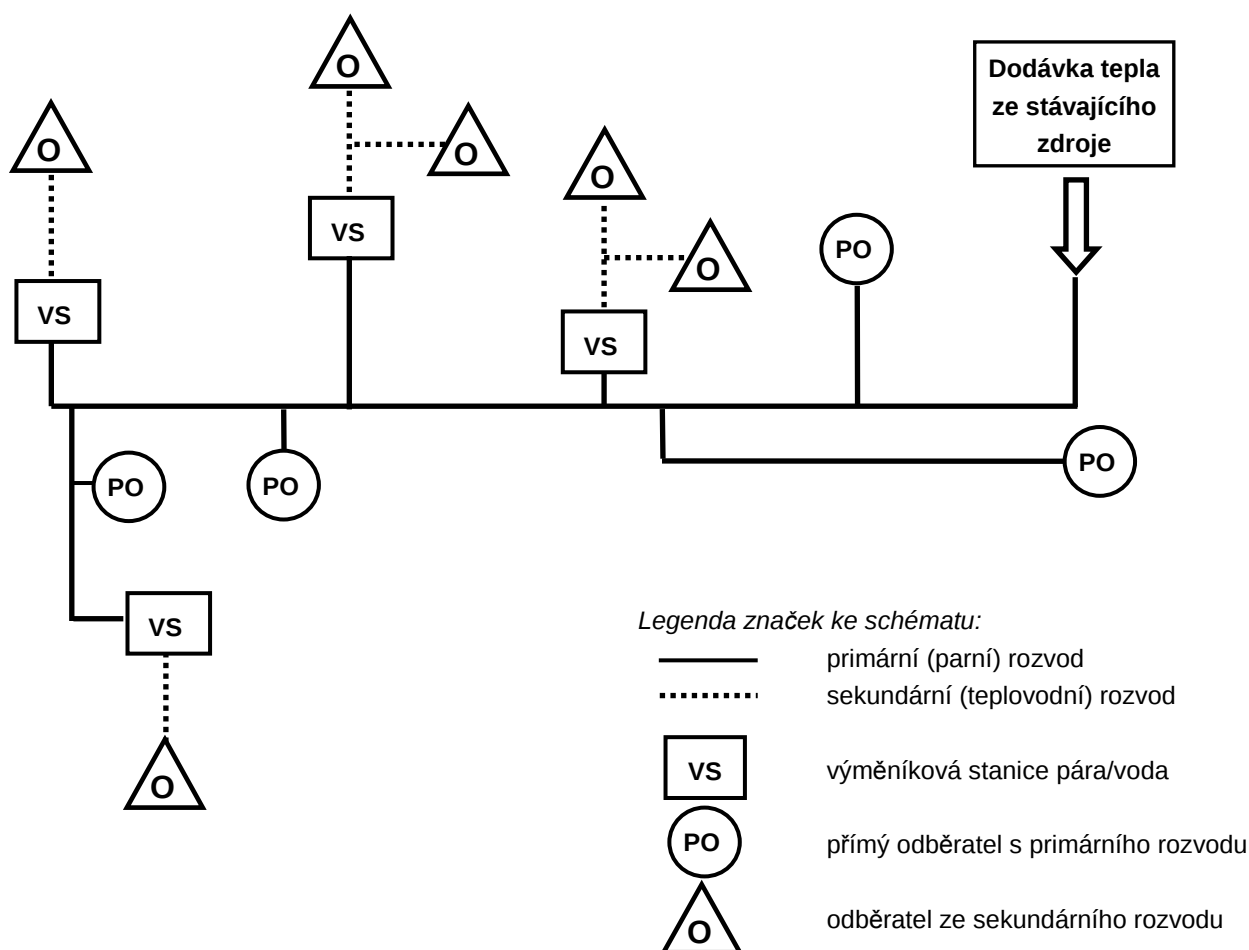


Schéma lokality D



Zdroje tepla - výtopna

Zdrojem parní soustavy CZT je výtopna na zemní plyn, realizovaná v 70. letech minulého století. Výtopna je osazena čtyřmi parními kotli o výkonu 50 t/h, vyráběna je přehřátá pára (1,2 MPa, 220 °C), tj. celkový instalovaný výkon zdroje tepla je **200 t/h (130 MW)**.

Distribuční systém

Primární parní rozvody napojující na zdroj tepla jednotlivé části soustavy CZT (lokality A, B, C a D) jsou v méně zastavěných oblastech převážně nadzemního provedení. V zastavěném území je primární parní rozvod veden převážně v neprůlezných kanálech. Rozvod tepla je převážně původní s izolacemi provedenými minerální vlnou s povrchovou úpravou plechem, při podzemním vedení rovněž fólií. Rekonstruovány byly pouze malé části rozvodu tepla, novější jsou převážně přípojky realizované v nedávné době napojující nové odběratele.

V lokalitě D soustavy CZT primární (parní) rozvody zásobují celkem čtyři výměňkové stanice pára/voda, na které navazuje sekundární rozvod, který vždy zásobuje přilehlou oblast. Dále jsou v lokalitě D celkem čtyři přímí odběratelé páry. Celková délka primárních parních rozvodů tepla v lokalitě D je 3070 m. Dimenze potrubí jsou v rozsahu od DN 50 do DN 300, pátevní trasa je v dimenzích DN 200 až DN 300. Rozvody tepla jsou z cca 80 % nadzemní. Izolace jsou provedeny minerální vlnou o tloušťce do 150 mm, převažuje povrchová úprava plechem.

Výměňkové stanice

Výměňkové stanice (dále jen VS) distribučního systému v lokalitě D stojí převážně v samostatných jednopodlažních budovách.

VS jsou osazeny jak ležatými, tak stojatými protiproudými výměňky pára/voda v počtu 2 – 4 ks. Součástí VS je i příprava teplé vody pro hygienické účely (dále jen TV), která probíhá v stojatých zásobníkových ohřívacích o velikosti 2 - 3x 2 500 - 6 300 l. Zásobníky jsou vyhřívány parou. VS jsou dále doplněny chladičem kondenzátu, který předeheřívá vodu na přípravu TV.

Spotřebitelský systém

Spotřebitelský systém tvoří převážně bytové panelové domy a částečně objekty terciární sféry - školy, budovy zdravotní a sociální péče, obchody apod.

5.3 Zhodnocení stávajícího stavu

Zdroje tepla

Zdroj soustavy CZT je v odpovídajícím technickém stavu. Struktura výrobní základny v současné době neodpovídá velikosti poptávky po teple a v případě rozdělení soustavy CZT bude nepochybně potřebné řešit v dalším kroku výkonovou skladbu kotelních jednotek.

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 CZT byly realizovány v 70. - 90. letech minulého století. Sekundární rozvody tepla byly převážně realizovány v letech v 70. - 80. letech a již byly z větší části rekonstruovány. Kromě toho se soustava potýká s problémy devastace zejména izolací potrubí ze strany nepříznivých osob.

Energetická bilance

V následujících tabulkách jsou uvedeny dodávky tepla a tepelné ztráty pro celou soustavu CZT a pro část soustavy CZT – lokalitu D. Údaje odpovídají výchozímu stavu. Tepelná ztráta sekundárních rozvodů TV mezi VS a zásobovaným objektem, byla odhadnuta na základě množství ohřívání vody a tepla pro ohřev a dohřev.

Tab.: Spotřeby tepla v palivu, tepelné ztráty a dodávky tepla - celkem soustava CZT lokality A, B, C a D a podíl lokality D

Název položky	Jednotka	Výchozí stav	
		Celkem lokality A, B, C a D	Lokalita D
Teplo v palivu	GJ/rok	859 526	146 222
Dodávka tepla do parovodů	GJ/rok	745 209	126 774
Dodávka tepla primárním odběratelům	GJ/rok	134 425	35 451
Dodávka tepla do výměňkových stanic (VS)	GJ/rok	519 798	75 085
Celkem dodávka primárním odběratelům a do VS	GJ/rok	654 223	110 536
Primární tepelné ztráty	GJ/rok	90 986	16 239
Podíl primárních tepelných ztrát na dodávce tepla do parovodů	%	12,2	12,8
Tepelné ztráty VS a sekundárních rozvodů ÚT	GJ/rok	77 111	11 185
Dodávka z VS na vstupu do objektů ÚT + TV (odhad)	GJ/rok	558 911	94 022

5.4 Varianty řešení

Navrhované řešení je založeno na třech základních variantách, které se vzájemně liší stavem ke stávající soustavě CZT a strukturou výrobní základny:

Varianta 1 – lokalita D zůstane připojena ke stávající soustavě CZT s tím, že v posuzované lokalitě bude vybudována nová centrální výměňková stanice pára-voda.

Varianta 2 – lokalita D bude odpojena od celé soustavy CZT a v lokalitě bude vybudován nový zdroj na výrobu tepla (výtopna).

Varianta 3 – lokalita D bude odpojena od celé soustavy CZT a v lokalitě bude vybudován nový kombinovaný zdroj na výrobu tepla a el. energie.

Popis variant:

Varianta 1 – vybudování centrální výměňkové stanice a rekonstrukce distribučních rozvodů tepla

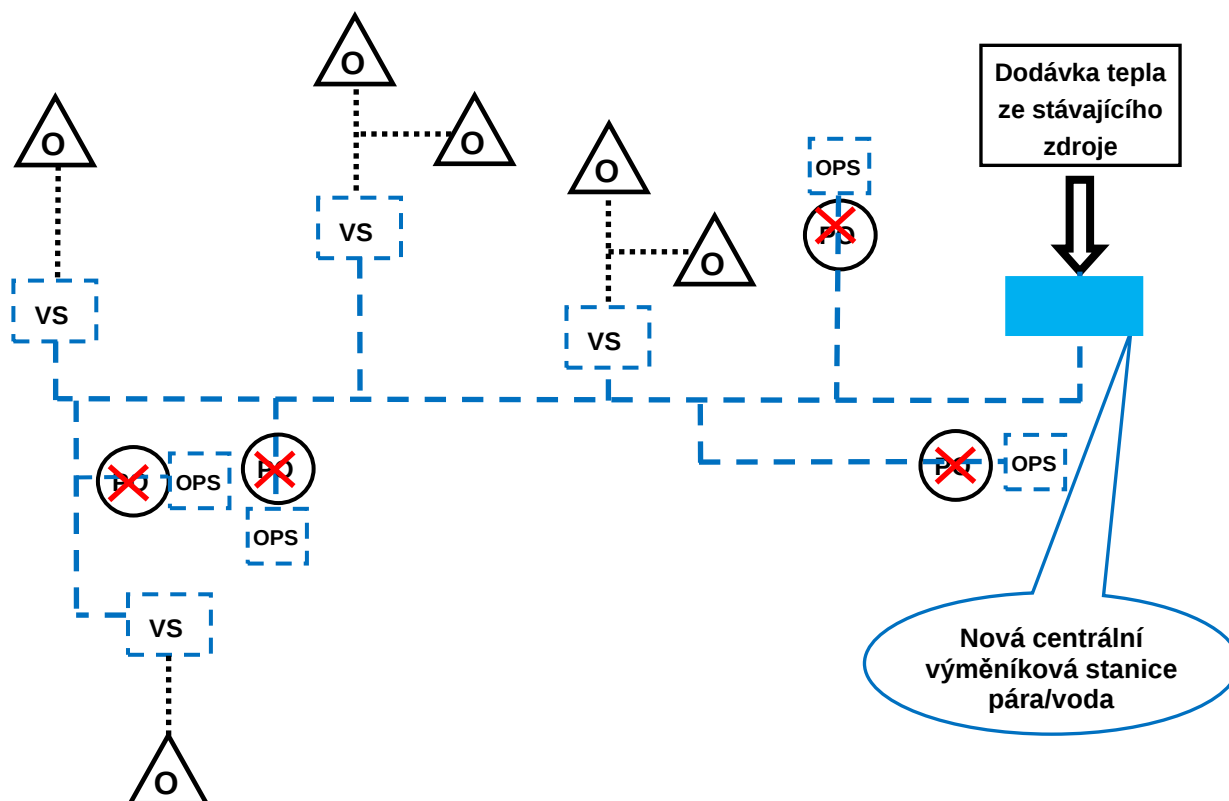
Návrh předpokládá vybudování nové centrální výměňkové stanici pára/voda, která bude umístěna v blízkosti místa odpojení parovodu pro lokalitu D. VS kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro celou oblast CZT – lokalitu D. Nový dvoutrubkový rozvod tepla (110/70 °C) z centrální výměňkové stanice pára-voda bude veden v trasách stávajícího parního rozvodu a bude proveden z bezkanálově uloženého předizolovaného potrubí. Délka nového rozvodu bude cca 3100 m. V objektech a areálech budou instalovány nové výměňkové stanice voda/voda nebo objektové předávací stanice (OPS).

Trvale odstaveny budou parovody v celkové délce cca 3070 m.

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

Schéma varianty 1 je zobrazeno na následující straně.

Schéma varianty 1



Legenda značek ke schématu varianty:

- | | |
|---|--|
|  | primární (parní) rozvod (stávající) |
|  | sekundární (teplovodní) rozvod (stávající) |
|  | primární (teplovodní) rozvod (nový) |
|  | výměníková stanice pára/voda |
|  | přímý odběratel s primárního rozvodu |
|  | odběratel ze sekundárního rozvodu |
|  | lokální zdroj na zemní plyn (nový) |
|  | výměníková stanice voda/voda (nová) |
|  | objektová předávací stanice (nová) |
|  | zrušeno |

Varianta 2 - odpojení lokality D od soustavy CZT a vybudování oblastní výtopny

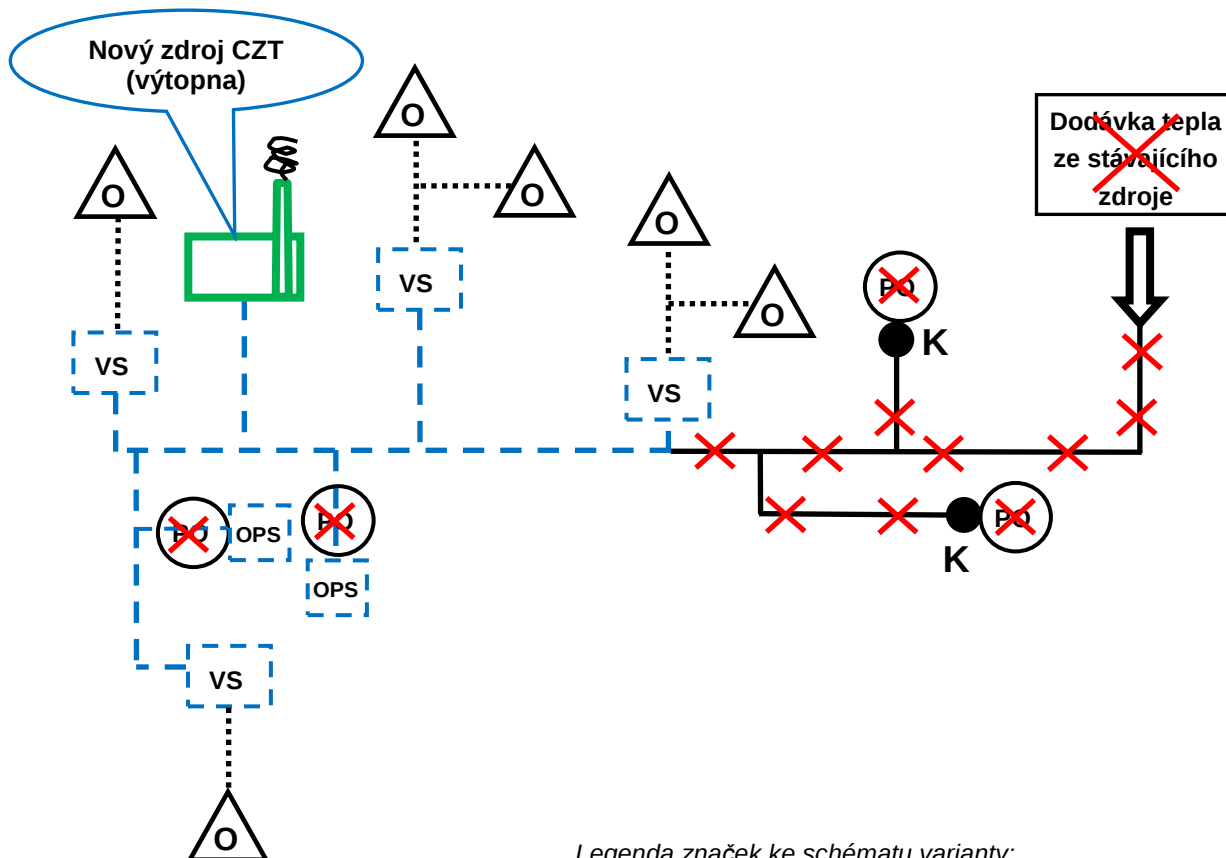
Na vybraném místě v lokalitě D bude vybudován nový zdroj na výrobu tepla (výtopna) osazený třemi teplovodními kotli. Nový zdroj kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro objekty zásobované ze stávajících výměňkových stanic, vyjma dvou izolovaných odběratelů tepla, kteří budou přepojeni na nové teplovodní kotelny na zemní plyn. Nový dvoutrubkový rozvod tepla (110/70 °C) ze zdroje bude veden v trasách stávajícího parního rozvodu a bude proveden z bezkanálově uloženého předizolovaného potrubí. Délka nového rozvodu bude cca 1 460 m. V objektech a areálech budou instalovány nové výměňkové stanice voda/voda nebo objektové předávací stanice (OPS).

Trvale odstaveny budou parovody v celkové délce cca 3070 m.

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

Schéma varianty 2 je zobrazeno na následující straně.

Schéma varianty 2



Legenda značek ke schématu varianty:

-  primární (parní) rozvod (stávající)
-  sekundární (teplovodní) rozvod (stávající)
-  primární (teplovodní) rozvod (nový)
-  výměníková stanice pára/voda
-  přímý odběratel s primárního rozvodu
-  odběratel ze sekundárního rozvodu
-  lokální zdroj na zemní plyn (nový)
-  výměníková stanice voda/voda (nová)
-  objektová předávací stanice (nová)
-  zrušeno

Varianta 3 - odpojení lokality D od soustavy CZT a vybudování oblastního kombinovaného zdroje tepla a elektřiny

Na vybraném místě v lokalitě D bude vybudován nový kombinovaný zdroj na výrobu tepla a el. energie osazený dvěma teplovodními kotli a jednou až dvěma kogeneračními jednotkami (KJ). Nový zdroj kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro objekty zásobované ze stávajících výměňkových stanic, vyjma dvou izolovaných odběratelů tepla, kteří budou přepojeni na nové teplovodní kotelny na zemní plyn. Zdroj tepla s kogenerací je s ohledem na kapacitu akumulace tepla dimenzován na provoz kogenerace po dobu 8 až 12 hodin za den. Nový dvoutrubkový rozvod tepla (110/70 °C) ze zdroje bude veden v trasách stávajícího parního rozvodu a bude proveden z bezkanálově uloženého předizolovaného potrubí. Délka nového rozvodu bude cca 1 460 m. V objektech a areálech budou instalovány nové výměňkové stanice voda/voda nebo objektové předávací stanice (OPS).

Trvale odstaveny budou parovody v celkové délce cca 3070 m.

Nový zdroj tepla je řešen ve třech výkonových stavech (dle velikosti kogenerační jednotky) a dvou provozních režimech kogenerační jednotky:

Stav:

A (označení **V3A**) – bude instalována 1x KJ o parametrech 1560 kW_{el}/1713 kW_{tep} a dva teplovodní kotle

B (označení **V3B**) – bude instalována 1x KJ o parametrech 2000 kW_{el}/2155 kW_{tep} a dva teplovodní kotle

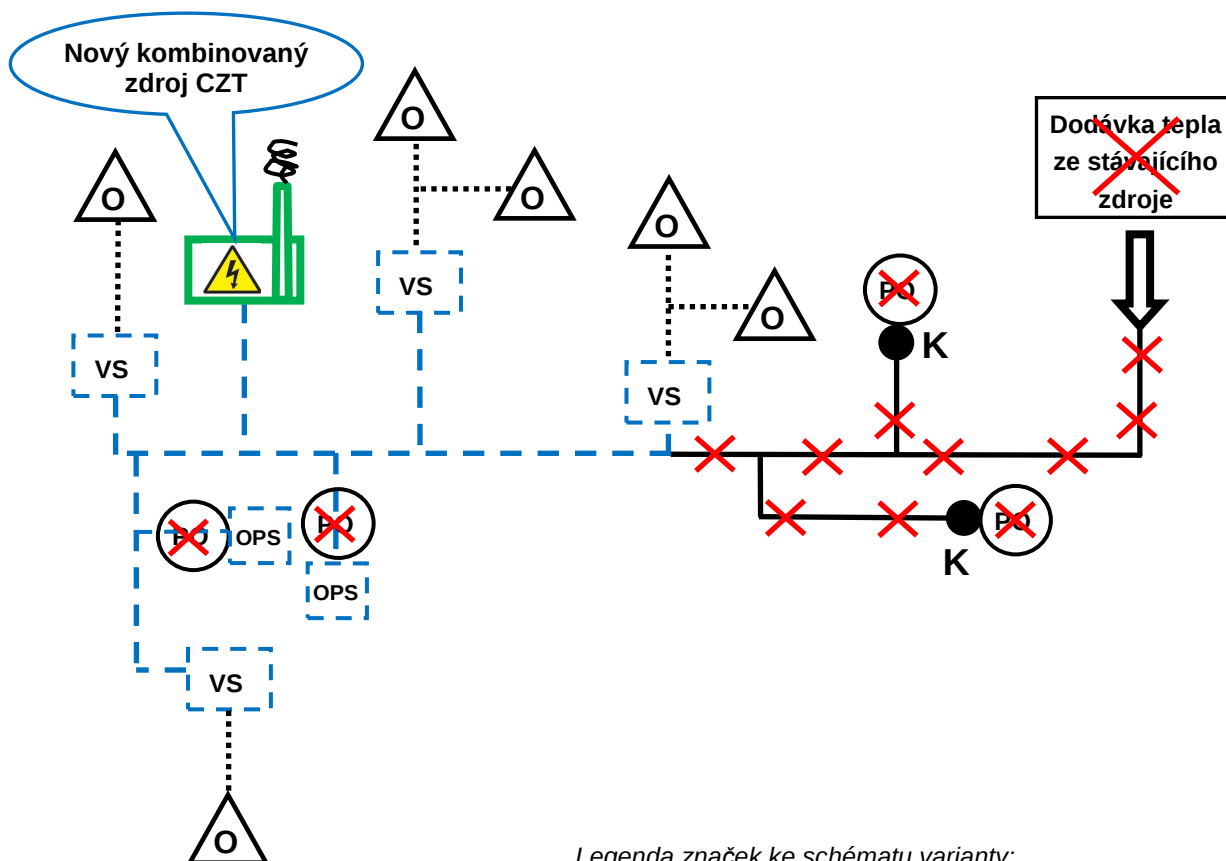
C (označení **V3C**) – budou instalovány 2x KJ o parametrech 1560 kW_{el}/1713 kW_{tep} a dva teplovodní kotle

Z hlediska očekávaného provozního režimu kogeneračních jednotek je zvažován provoz v délce 8 hodin (jednotlivé stavy variant jsou označeny **V3A8**, **V3B8** a **V3C8**) a provoz v délce 12 hodin (jednotlivé stavy variant jsou označeny **V3A12**, **V3B12**, **V3C12**).

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

Schéma varianty 3 je zobrazeno na následující straně.

Schéma varianty 3



Legenda značek ke schématu varianty:

-  primární (parní) rozvod (stávající)
-  sekundární (teplovodní) rozvod (stávající)
-  primární (teplovodní) rozvod (nový)
-  výměňková stanice pára/voda
-  přímý odběratel s primárního rozvodu
-  odběratel ze sekundárního rozvodu
-  lokální zdroj na zemní plyn (nový)
-  výměňková stanice voda/voda (nová)
-  objektová předávací stanice (nová)
-  zrušeno

5.5 Porovnání variant

V následujících tabulkách sestavená energetická a nákladová bilance je vztažena pouze pro hodnocenou lokalitu tj. pro lokalitu D.

Energetická bilance variant

Parametr	Měr. jedn.	Výchozí stav	Varianta s novou centrální VS pára-voda pro oblast D	Varianta s novým výtopenským zdrojem tepla pro oblast D	Varianty s novým zdrojem tepla s kogenerací pro oblast D					
					denní doba provozu KJ 8 hodin			denní doba provozu KJ 12 hodin		
					inst. elektrický/tepelný výkon KJ			inst. elektrický/tepelný výkon KJ		
					1560 kW _{el} 1713 kW _{tep}	2000 kW _{el} 2155 kW _{tep}	2x1560 kW _{el} 2x1713 kW _{tep}	1560 kW _{el} 1713 kW _{tep}	2000 kW _{el} 2155 kW _{tep}	2x1560 kW _{el} 2x1713 kW _{tep}
			V1	V2	V3A8	V3B8	V3C8	V3A12	V3B12	V3C12
Teplo v palivu - stávající zdroj CZT	GJ/rok	146 222	130 583	0	0	0	0	0	0	0
Teplo v palivu - nové lokální zdroje	GJ/rok	0	0	10 374	10 374	10 374	10 374	10 374	10 374	10 374
Teplo v palivu - nový zdroj CZT - KJ	GJ/rok	0	0	0	34 406	43 677	65 529	51 609	63 374	89 660
Teplo v palivu - nový zdroj CZT - kotle	GJ/rok	0	0	110 428	92 618	88 023	76 509	83 714	77 920	64 018
Teplo v palivu - nový zdroj CZT - celkem	GJ/rok	0	0	110 428	127 024	131 701	142 037	135 323	141 294	153 678
Teplo v palivu - celkem	GJ/rok	146 222	130 583	120 802	137 398	142 075	152 411	145 697	151 668	164 052
Nákup el. energie	GJ/rok	2 154	3 238	2 185	2 323	2 362	2 448	2 392	2 442	2 545
Výroba el. energie	GJ/rok	0	0	0	-14 759	-18 922	-28 109	-22 138	-27 455	-38 461
Energie - celkem	GJ/rok	148 376	133 820	122 987	124 963	125 515	126 750	125 951	126 655	128 136
Úspory tepla v palivu, snížení nákupu el. energie a zvýšení výroby el. energie	GJ/rok	0	14 556	25 389	23 413	22 861	21 626	22 425	21 721	20 240

Nákladová bilance variant

Parametr	Měr. jedn.	Výchozí stav	Varianta s novou centrální VS pára-voda pro oblast D	Varianta s novým výtopenským zdrojem tepla pro oblast D	Varianty s novým zdrojem tepla s kogenerací pro oblast D					
					denní doba provozu KJ 8 hodin			denní doba provozu KJ 12 hodin		
					inst. elektrický/tepelný výkon KJ			inst. elektrický/tepelný výkon KJ		
					1560 kW _{el} 1713 kW _{tep}	2000 kW _{el} 2155 kW _{tep}	2x1560 kW _{el} 2x1713 kW _{tep}	1560 kW _{el} 1713 kW _{tep}	2000 kW _{el} 2155 kW _{tep}	2x1560 kW _{el} 2x1713 kW _{tep}
			V1	V2	V3A8	V3B8	V3C8	V3A12	V3B12	V3C12
Teplo v palivu - stávající zdroj CZT	tis.Kč/rok	29 489	26 335	0	0	0	0	0	0	0
Teplo v palivu - nové lokální zdroje	tis.Kč/rok	0	0	2 092	2 092	2 092	2 092	2 092	2 092	2 092
Teplo v palivu - nový zdroj CZT - celkem	tis.Kč/rok	0	0	22 270	25 617	26 560	28 645	27 291	28 495	30 992
Teplo v palivu - celkem	tis.Kč/rok	29 489	26 335	24 362	27 709	28 652	30 737	29 383	30 587	33 085
Údržba kotle + KJ - celkem	tis.Kč/rok	0	-300	-300	1 340	1 802	2 823	2 160	2 751	3 973
Nákup el. energie	tis.Kč/rok	1 762	2 873	1 887	1 982	2 009	2 068	2 030	2 064	2 135
Výroba el. energie (tržby)	tis.Kč/rok	0	0	0	-11 110	-14 244	-21 160	-14 328	-17 769	-24 893
Energie - celkem	tis.Kč/rok	31 251	28 908	25 949	19 921	18 220	14 468	19 244	17 632	14 300
Úspory tepla v palivu, snížení nákupu el. energie a zvýšení výroby el. energie	tis.Kč/rok	0	2 343	5 302	11 330	13 031	16 783	12 007	13 619	16 951

Ekonomické hodnocení variant

Ekonomické výpočty byly provedeny na bázi těchto předpokladů:

Název parametru	Měr. jednotka	Hodnota
Diskontní činitel	-	1,04
Doba porovnání	Roky	20
Cena tepla ze ZP (bez DPH)	Kč.GJ ⁻¹	201,7
Cena el. energie, zdroje tepla (bez DPH)	Kč.MWh ⁻¹	2 485,0
Cena el. energie, distribuce tepla (bez DPH)	Kč.MWh ⁻¹	3 560,0
Cena el. energie, kogenerace včetně příspěvku k ceně elektřiny, zdroj s instalovaným výkonem 1 MW až 5 MW včetně, provoz 8 hodin denně (bez DPH)	Kč.kWh ⁻¹	2 710,0
Cena el. energie, kogenerace včetně příspěvku k ceně elektřiny, zdroj s instalovaným výkonem 1 MW až 5 MW včetně, provoz 12 hodin denně (bez DPH)	Kč.kWh ⁻¹	2 330,0
Meziroční eskalace cen	%	0

Výsledky výpočtu ekonomické efektivity navržených variant

Název varianty	NPV	IRR	Reál. doba návratnosti	Prostá doba návratnosti	Investiční náklady	Roční úspory	Úspory energie
-	tis. Kč	%	roky	roky	tis. Kč	tis. Kč	GJ/rok
V1 - Lokalita D – centrální VS pára-voda	-38 935,6	-4,1	nesplati se	29,7	69 715,0	2 343,5	14 556,1
V2 - Lokalita D – nový zdroj CZT – výtopna	-14 348,9	1,9	nesplati se	15,8	83 990,0	5 302,4	25 389,0
V3A8 - Lokalita D – nový zdroj CZT s kogenerací, 1x KJ 1560 kW _{el} /1713 kW _{tep} , provoz 8 hod	22 521,1	6,0	16,0	11,1	126 290,0	11 330,3	23 413,2
V3B8 - Lokalita D – nový zdroj CZT s kogenerací, 1x KJ 2000 kW _{el} /2155 kW _{tep} , provoz 8 hod	35 554,0	6,9	14,0	10,4	135 600,0	13 031,4	22 860,7
V3C8 - Lokalita D – nový zdroj CZT s kogenerací, 2x KJ 1560 kW _{el} /1713 kW _{tep} , provoz 8 hod	44 956,7	6,8	14,0	10,5	175 470,0	16 783,0	21 625,9
V3A12 - Lokalita D – nový zdroj CZT s kogenerací, 1x KJ 1560 kW _{el} /1713 kW _{tep} , provoz 12 hod	31 414,5	6,8	14,0	10,5	126 290,0	12 007,4	22 425,3
V3B12 - Lokalita D – nový zdroj CZT s kogenerací, 1x KJ 2000 kW _{el} /2155 kW _{tep} , provoz 12 hod	43 270,9	7,5	13,0	10,0	135 600,0	13 619,0	21 720,5
V3C12 - Lokalita D – nový zdroj CZT s kogenerací, 2x KJ 1560 kW _{el} /1713 kW _{tep} , provoz 12 hod	47 163,6	7,0	14,0	10,4	175 470,0	16 951,0	20 240,1

Z výsledků ekonomického hodnocení je patrné, že nejlepší ekonomické výsledky (nejvyšší hodnotu NPV) má varianta V3C12 (nový zdroj s kogenerací s instalovaným výkonem 2x1560kW_{el}, 2 x 1760kW_{tep}, provozovanou 12 hodin denně). V ostatních ekonomických kritériích (IRR, reálná a prostá doba návratnosti) je nejlepší varianta V3B12 (nový zdroj s kogenerací s instalovaným výkonem 2000kW_{el}, 2155kW_{tep}, provozovanou 12 hodin denně).

Environmentální přínos variant

Produkce emisí posuzovaných variant byla stanovena z globálního pohledu. Zahrnuta je produkce emisí příslušných lokalit D, tj. podíl spotřeby zemního plynu ve stávajícím zdroji před realizací projektu. Po realizaci projektu je rovněž zahrnut podíl spotřeby zemního plynu příslušný lokalitě D ve stávajícím i nových

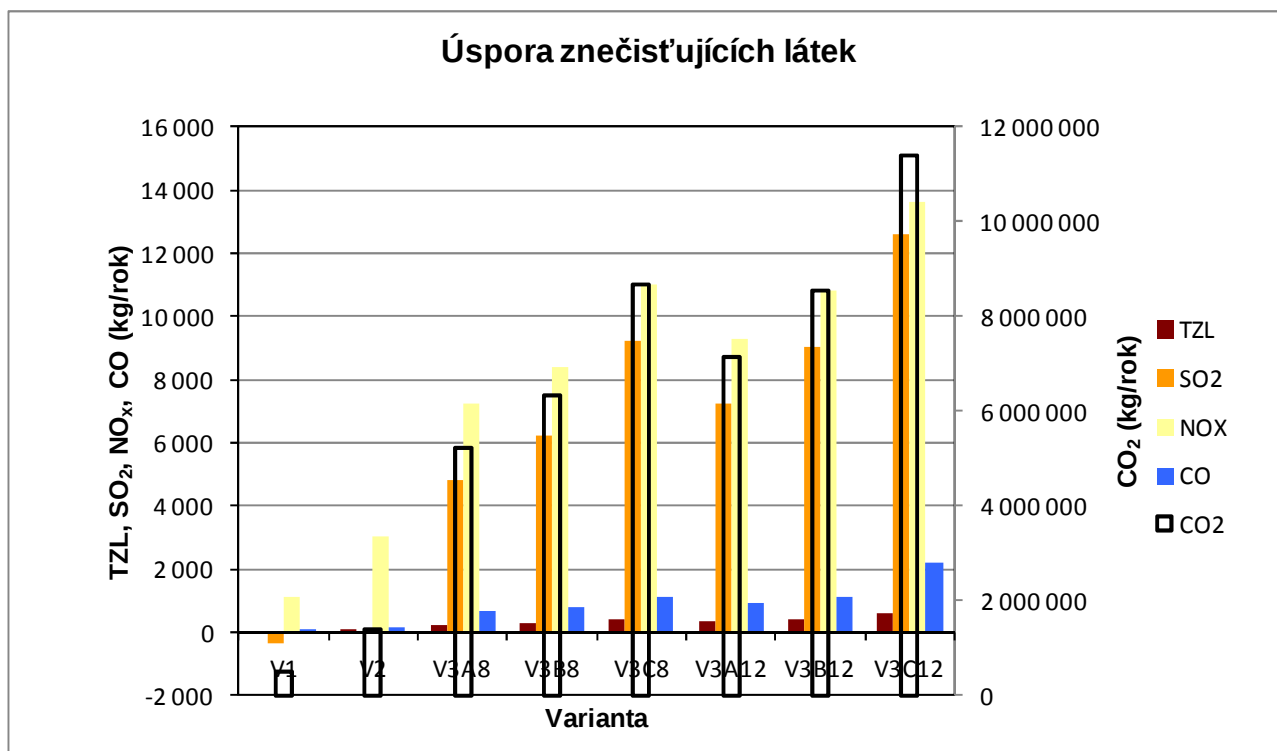
zdrojích tepla. Vliv spotřebované, resp. vyrobené či nevyrobené elektrické energie byl kvantifikován na bázi emisních koeficientů dosahovaných při výrobě elektrické energie v uhelných elektrárnách na území ČR.

Celkové emise

Emise	Výchozí stav	Varianta s novou centrální VS pára-voda pro oblast D	Varianta s novým výtopenským zdrojem tepla pro oblast D	Varianty s novým zdrojem tepla s kogenerací pro oblast D					
				denní doba provozu KJ 8 hodin			denní doba provozu KJ 12 hodin		
				inst. elektrický/tepelný výkon KJ			inst. elektrický/tepelný výkon KJ		
				1560 kW _{el}	2000 kW _{el}	2x1560 kW _{el}	1560 kW _{el}	2000 kW _{el}	2x1560 kW _{el}
				1713 kW _{tep}	2155 kW _{tep}	2x1713 kW _{tep}	1713 kW _{tep}	2155 kW _{tep}	2x1713 kW _{tep}
		V1	V2	V3A8	V3B8	V3C8	V3A12	V3B12	V3C12
-	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
TZL	119,3	127,2	105,0	-115,9	-178,2	-315,8	-226,4	-306,0	-470,0
SO ₂	715,6	1 074,7	725,6	-4 120,0	-5 486,7	-8 503,3	-6 542,8	-8 288,3	-11 901,9
NO _X	14 906,8	13 799,2	11 858,8	7 683,8	6 510,4	3 907,2	5 596,3	4 098,4	1 248,9
CO	1 398,3	1 397,5	1 216,3	728,1	577,3	286,5	484,0	289,2	-828,2
CO ₂	8 823 494,4	8 306 961,1	7 421 347,2	3 591 663,7	2 511 209,2	127 374,9	1 676 803,5	296 889,8	-2 558 700,0

Úspora emisí

Emise	Výchozí stav	Varianta s novou centrální VS pára-voda pro oblast D	Varianta s novým výtopenským zdrojem tepla pro oblast D	Varianty s novým zdrojem tepla s kogenerací pro oblast D					
				denní doba provozu KJ 8 hodin			denní doba provozu KJ 12 hodin		
				inst. elektrický/tepelný výkon KJ			inst. elektrický/tepelný výkon KJ		
				1560 kW _{el}	2000 kW _{el}	2x1560 kW _{el}	1560 kW _{el}	2000 kW _{el}	2x1560 kW _{el}
				1713 kW _{tep}	2155 kW _{tep}	2x1713 kW _{tep}	1713 kW _{tep}	2155 kW _{tep}	2x1713 kW _{tep}
		V1	V2	V3A8	V3B8	V3C8	V3A12	V3B12	V3C12
-	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
TZL	0,0	-7,9	14,4	235,3	297,6	435,1	345,7	425,3	589,3
SO ₂	0,0	-359,1	-10,0	4 835,6	6 202,4	9 218,9	7 258,5	9 003,9	12 617,5
NO _X	0,0	1 107,6	3 048,0	7 223,0	8 396,4	10 999,6	9 310,4	10 808,4	13 657,9
CO	0,0	0,7	182,0	670,2	821,0	1 111,8	914,3	1 109,1	2 226,5
CO ₂	0,0	516 533,3	1 402 147,2	5 231 830,8	6 312 285,3	8 696 119,5	7 146 691,0	8 526 604,6	11 382 194,4



5.6 Doporučené řešení, formulace přínosů

K další realizaci **doporučujeme variantu V3B12**, tj. odpojení lokality D od stávající soustavy CZT a vybudování nového oblastního kombinovaného zdroje tepla a elektřiny.

Nový zdroj CZT s kogenerací (instalovány dvě KJ o parametrech 2000 kW_{el}/2155 kW_{tep}, kogenerace provozována 12 hodin denně) pro lokalitu D kapacitně zabezpečí dodávku tepla pro objekty zásobované ze stávajících výměňkových stanic, vyjma dvou izolovaných odběratelů tepla, kteří budou přepojeni na nové teplovodní kotelny na zemní plyn. Nový dvoutrubkový rozvod tepla (110/70 °C) ze zdroje bude veden v trasách stávajícího parního rozvodu a bude proveden z bezkanálově uloženého předizolovaného potrubí. V objektech a areálech budou instalovány nové výměňkové stanice voda/voda nebo objektové předávací stanice.

Realizací projektu dojde k významné úspoře energie ve výši 21,7 TJ/r a to za podmínky investování ve výši 135,6 mil Kč. Roční úspory lze odhadnout na cca 13,6 mil Kč.

Po odpojení lokality D doporučujeme řešit výkonovou skladbu kotlů ve stávajícím zdroji CZT.

5.7 Závěr

Studie prokázala oprávněnost otázky nového posuzování soustav CZT z hlediska efektivnosti výroby a distribuce tepla v případě, že jsou, ve vztahu k současné velikosti poptávky po teple, předimenzovány. Význam takového posudku stoupá zvláště v těch případech, kde součástí soustavy CZT jsou i od zdroje vzdálenější oblasti, a primární rozvody tepla jsou parní.

V daném případě byla prokázána ekonomické efektivnost řešení založeného na odpojení části soustavy CZT a vybudování nového kombinovaného zdroje energie. Tržby za vyrobenou energii jsou jednoznačným přínosem projektu s tím, že účinnost užití energie se oproti stávajícímu stavu zvýšila.

Z hlediska ekologického hodnocení je rovněž možné projekt považovat za úsporný, i když je třeba připomenout vyšší emisní faktory při spalování zemního plynu ve spalovacích motorech.

Lze tedy doporučit obecné posouzení soustav CZT s cílem posoudit účinnost užití energie v jednotlivých částech systému, tedy při výrobě, distribuci i spotřebě energie.

6 POSOUZENÍ DIVERZIFIKACE Z HLEDISKA ENERGETICKÉ EFEKTIVNOSTI A DISPONIBILITY PRIMÁRNÍCH ENERGETICKÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Diverzifikaci soustav CZT je třeba považovat za jeden z nástrojů zvyšování energetické efektivity a nikoli jako nástroj vedoucí k decentralizovanému zásobování teplem.

Cíle diverzifikace, jak již bylo dokumentováno v předchozích kapitolách, spočívají v zachování dosavadních soustav centralizovaného zásobování teplem avšak na bázi optimalizované soustavy z hlediska zdrojové a distribuční soustavy.

Jedná se zejména o optimalizaci skladby zdrojů tepla a to prioritně na základě implementace kogeneračních jednotek vhodně doplněných špičkovými kotli a akumulátory. Počet takovýchto zdrojů je odvislý od konkrétní situace soustav CZT a rozhodně není nutné, aby se jednalo pouze o jeden centrální zdroj. Existence více okrskových zdrojů totiž umožní zabezpečit vyšší spolehlivost dodávek nikoli nutně při vyšší investiční náročnosti.

S tím bezprostředně souvisí i optimalizace přenosové a distribuční soustavy tepla, která by měla respektovat zásady uvedené v kapitole 4. Jedná se tedy o řádně izolované potrubí na bázi dvoutrubky a pokud možno v teplovodním provedení.

Takto pojatá a následně realizovaná diverzifikace dává předpoklad pro udržení konkurenceschopnosti CZT oproti plynovým kotelnám a tím i zachování možností efektivního využití kogeneračního způsobu výroby tepla, který rovněž efektivně substituuje monovýrobní způsob elektrické energie energetických centrálách.

Z výše uvedeného je zřejmé, že udržení a racionalizace stávajících soustav CZT dává možnost využívat i obnovitelné energetické zdroje energie, ale i fosilní primární energetické zdroje.

7 SWOT ANALÝZA TRŽNÍHO PROSTŘEDÍ V OBLASTI ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM ÚZEMNÍHO CELKU

Korektní formou pro kritické vyhodnocení trhu s teplem v daném územním celku (např. ve městě, nebo jeho částech) z pohledu dodavatele tepla ze systému CZT je provedení a formulace **SWOT analýzy**. Tuto analýzu je nezbytné vždy provést ve vztahu předmětného systému k okolí. Předmětem SWOT analýzy nutně nemusí být vnitřní technické a ekonomické aspekty podnikání společnosti zajišťující dodávkové teplo v rámci systému CZT (tato oblast bývá často předmětem samostatné analýzy)

Obecně platí, že ve SWOT analýze jsou hodnoceny silné a slabé stránky (S, W) zejména se zaměřením na interní prostředí firmy a příležitosti a ohrožení (O,T) především se zaměřením na externí prostředí.

Při hodnocení **silných a slabých stránek** je třeba hodnotit zejména:

- Finanční sílu, vlastnickou strukturu a její stabilitu.
- Pozici v jednotlivých částech trhu.
- Míru flexibility, schopnost pronikat do jednotlivých segmentů.
- Technickou a technologickou úroveň, složitost a účelnost organizační struktury.
- Úroveň strategie rozvoje firmy.
- Účinnost akvizičních činností.
- Personální struktura společnosti, odbornost a dovednost zaměstnanců, apod.

V části **příležitostí a ohrožení** jsou sledovány zejména tyto aspekty:

- Vztah k zákazníkům a vnějšímu okolí obecně.
- Pozice vůči konkurenci.
- Image a goodwill společnosti směrem k zákazníkům a širšímu okolí.
- Dynamika a struktura investic, apod.

Z jiného pohledu lze za **silné stránky**, mimo jiné, považovat:

- Speciální a účelově zaměřené marketingové analýzy.
- Přístup k informačním zdrojům.
- Nové inovativní produkty a služby.
- Know-how.
- Kvalitní postupy a procesy.
- Nízká nákladovost.
- Nové technologie.
- Silná značka a reputace.

Obvyklými **slabými stránkami** bývá zejména:

- Špatná marketingová strategie.
- Omezený přístup k distribučním kanálům.
- Vysoké náklady a nízká produktivita.
- Špatná kvalita produktů a služeb.
- Slabá značka a reputace.

Mezi hlavní **příležitosti** je nutno naopak zařadit především:

- Uspokojení (ve vyšší míře) potřeb zákazníka.
- Rozvoj a využití nových trhů.
- Strategické aliance, fúze, akvizice, apod.
- Oslovení nových zákaznických segmentů.
- Outsourcing vybraných procesů.

Hrozbami pro společnost je obvykle:

- Nová konkurence na trhu.
- Zvýšení tržních bariér.
- Cenové válka.
- Regulace trhu.
- Inovace služeb a produktů ze strany konkurence, atd.

Velmi obecně lze formulovat základní aspekty SWOT analýzy tržního prostředí v předmětném územním celku například v této podobě:

Silné stránky	Slabé stránky
➤ Tradiční společnost zásobující město teplem ➤ Environmentální přijatelnost výroby energie ➤ Zásobování sídlištních celků teplem ➤ Kombinovaná výroba tepla a elektřiny	➤ Cena tepla ➤ Úbytek zákazníků vlivem odpojení od soustavy ➤ Absence systému CZT v některých potencionálně vhodných částech města

Příležitosti	Ohrožení
➤ Připojení relevantních rozvojových oblastí na stávající CZT ➤ Dodávky centrálního chladu ➤ Vybudování nových oblastních CZT v rozvojových oblastech ➤ Poskytování vyšší úrovně služeb zákazníkům ➤ Účelné akvizice ➤ Implementace v oblasti OZE	➤ Úbytek poptávky po teple vlivem realizace úsporných opatření na straně spotřeby ➤ Působení konkurence ➤ Zvýšená aktivita konkurence na trhu s teplem ➤ Vliv ceny primárních energetických zdrojů a ceny tepla ➤ Nedostatečná inovace výrobních a distribučních zařízení ➤ Nestabilní legislativní prostředí ➤ Zvýšená aktivita v oblasti využívání OZE

V následujících odstavcích je proveden komentář relevantních zjištěné aspektů.

7.1 Silné stránky

7.1.1 Tradiční společnost zásobující mě teplem

Společnost vlastní soustavu CZT je obvykle tradičním výrobcem a dodavatelem tepla na bázi CZT. Spotřebitelé jsou tedy na tuto formu dodávkového tepla zvyklí a považují ji za standardní.

Spolehlivost dodávek tepla je zásadním podpůrným faktorem pro přijatelnost soustavy CZT pro zajišťování potřeb po tepelné energii v daném územním celku. Při komunikaci se zákazníky a poskytování služeb je tedy třeba jméno dodavatele tepla účelně akcentovat.

7.1.2 Environmentální přijatelnost

Je všeobecně známo, že forma centrálního zásobování teplem a zejména na bázi kombinované výroby tepla a elektrické energie je oproti jakémukoliv lokálnímu zdroji tepla energeticky i ekologicky přijatelnější.

Tento fakt je významný zejména v městských aglomeracích, kde je jedním z hlavních cílů v oblasti zajišťování kvality ovzduší koncentrovat spalovací zdroje znečišťování, které mají dobrý předpoklad pro zajištění environmentálně přijatelné úrovně emisí znečišťujících látek.

Rozptýl znečišťujících látek z malých zdrojů tepla zejména v oblastech s hustou zástavbou rozhodně není vhodný. Z tohoto pohledu, je tedy jednoznačně výhodou a přínosem k ochraně ovzduší provozování centrálních zdrojů s vysokou účinností spotřeby primárních zdrojů tepla, kvalitním zařízením na likvidaci znečišťujících látek.

Je tedy doporučitelné oběma participujícím společnostem zdůrazňovat v PR procesech aspekty environmentální přijatelnosti svých podnikatelských aktivit a produktů.

7.2 Slabé stránky

7.2.1 Cena tepla

Cena tepla je pro dodavatele z pohledu zajištění konkurenceschopnosti na trhu s teplem klíčová.

Dodavatel dodávkového tepla ze systému SCZT by měl vždy považovat svojí cenu za faktor, který rozhoduje o úspěšnosti společnosti na trhu a na druhé straně za faktor, který je variabilní a závislý nejen na ceně primárního zdroje energie.

Často se po provedení kritické analýzy realizovaných cen tepla jednotlivými dodavateli tepla ve městě formulovat tyto poznatky:

- Společnost vlastníci soustavu CZT se z hlediska průměrné ceny tepla (vypočtené na shodné bázi pro všechny dodavatele tepla ve městě) pohybuje v blízkosti průměru statistického souboru
- Společnost vlastníci soustavu CZT má ve srovnání s ostatními podnikatelskými subjekty na trhu s teplem poměrně vysoké fixní náklady. Naopak variabilní složky nákladů jsou obvykle konkurenceschopné.
- Náklady na distribuci tepla významně ovlivňují cenu tepla. Důvodem často je významné předimenzování distribučních systémů ve vztahu k současné poptávce po teple.

Rozhodně tedy lze vždy doporučit podrobit důkladné analýze všechny relevantní faktory, které ovlivňují cenu tepla.

7.2.2 Úbytek zákazníků

Je častým jevem, že v uplynulém období se z nejrůznějších důvodů odpojil určitý počet odběratelů s významnou roční spotřebou roční spotřebou energie.

Důvody odpojení jsou vesměs přechod na lokální způsob zásobování teplem z rozhodnutí předmětného odběratele.

Nelze samozřejmě pregnančně posoudit, zda za tímto rozhodnutím vždy stála ekonomická výhodnost nového řešení, nicméně v některých případech tomu tak ve vztahu k příslušným cenovým rozhodnutím skutečně je.

Dále lze doporučit kontaktovat i další zejména dříve odpojené zákazníky, kteří stojí před rozhodováním o reprodukci zdroje tepla s tím, že lze využít empirického faktoru v oblasti zásobování dodávkovým teplem.

Faktoru úbytku zákazníků lze čelit pouze soustředěnou komunikací se zákazníky, vhodnou PR strategií nabídkou nadstandardních služeb zákazníkům a samozřejmě neúčinněji konkurenceschopnou cenou tepla.

7.2.3 Absence systému CZT v některých částech města

Tato otázka je obvykle mimořádně komplikovaná ve vztahu k charakteru zástavby, citlivosti území na změny a samozřejmě také z hlediska naděje na získání dostatečné poptávky po teple.

Případná substituce stávajících bodových zdrojů tepla (plynových kotelen) je reálnou příležitostí pro rozvoj soustavy CZT.

V některých případech je nutnou podmínkou dohoda se stávajícími vlastníky plynových kotlen. Obchodní alternativou je eventuálně akviziční činnost v oblasti zajištění dodávek tepla pro potencionálně vhodné spotřebitele či spotřebitelské skupiny.

7.3 Příležitosti

7.3.1 Připojení relevantních rozvojových oblastí na stávající SCZT

Nový či aktualizovaný územní plán územního celku často předpokládá, mimo jiné, i budování významných rozvojových lokalit a to jak na okraji města, tak i v oblastech současné zástavby.

Je zřejmé, že územní rozvoj bude realizován v dlouhém časovém horizontu, různým tempem a v jednotlivých etapách výstavby. Příprava projektů je často velmi zdoluhavá.

V současné době lze za pravděpodobné a relevantní považovat rozvojové projekty, které byly či jsou podrobovány zjišťovacímu řízení z hlediska vlivu na životní prostředí.

Některé z připravovaných projektů mají v záměrech predikováno připojení na soustavu CZT, respektive variantu připojení na CZT. Jiné projekty předpokládají užití zemního plynu na bázi nového lokálního plynového zdroje.

Je nesporné, že společnost vlastníci soustavu CZT musí mít ambice ve věci zajištění nových obchodních příležitostí v případě všech vhodných rozvojových projektů.

Při identifikaci potencionálních zákazníků je nezbytné aktivně využívat relevantních informačních zdrojů a to jak v oblasti budoucích investorů, tak i zdrojů na úseku územního plánování.

Účelnou variantou je i zpracování nabídek na zajištění zásobování větších rozvojových lokalit teplem, event chladem na úrovni tzv. routing study.

V některých případech velkých developerských projektů, které nejsou v dosahu stávajících soustav SCZT je třeba zvážit i variantu vybudování nového lokálního systému zásobování teplem.

Technické řešení připojení jednotlivých nových odběrných míst je vhodné řešit po provedení preliminární dohody dodávkách tepla či chladu.

Potenciálně lze samozřejmě uvažovat o rozšíření soustavy CZT do dosud nepokrytých městských částí resp. rozšíření soustav do okrajových částí města.

Základním limitujícím faktorem pro konkrétní úvahy o způsobu řešení, eventuálně přípravě projektů rozšíření je pravděpodobnost a velikost poptávky po teple. Vzhledem ke skutečnosti, že v povolovacích procesech nejsou uplatňovány prakticky žádné regulativy z hlediska způsobu zásobování teplem, je třeba vycházet pouze z předpokladu dohodnutých dodávek tepla s investorem.

Velmi problematické se jeví rozšiřování systémů CZT do území, které jsou v současně stabilizované z hlediska zásobování teplem. Případný průnik na tento trh představuje podmínku formulace výhodné nabídky a jednoznačně využití synergického efektu

7.3.2 Dodávky centrálního chladu

Trh výroby a dodávky chladu na bázi tepelné energie je za určitých podmínek perspektivní činností pro další rozvoj a udržení pozic společnosti vlastníci soustavu CZT v oblasti zásobování teplem, neboť umožňuje případný rozvoj efektivního stávajícího teplárenského provozu na bázi trigenerace.

Podmínky pro širší využití dodávek chladu na bázi absorpčního chlazení jsou limitovány vyšší investiční náročností absorpčních jednotek chladu oproti kompresorovým jednotkám a cenou dodávkového tepla pro potřeby chlazení.

7.3.3 Vybudování nových oblastních systémů CZT v rozvojových oblastech

Varianta budování nových oblastních systémů CZT v rozvojových oblastech vzdálených od stávajících systémů je obvykle korektní podnikatelskou variantou. Kritériem pro rozhodnutí je samozřejmě ekonomická efektivnost a technická proveditelnost. Za těchto předpokladů by měla být spíše preferována alternativa rozšiřování stávající soustavy.

Případné budování oblastních systémů CZT přímo souvisí se systémovou koncepcí rozvoje soustavy CZT.

7.3.4 Účelné akvizice

Jedním ze způsobů rozvoje společnosti je i případné provedení účelné akvizice na trhu s teplem v předmětném městě. Obchodní forma a předmět jsou samozřejmě závislé na vůli dotčených účastníků.

V úvahu obecně připadá nákup podnikatelského subjektu, nebo investičního celku.

Případné akvizice jsou předmětné zejména v oblasti posílení pozice na území stávajících systémů CZT, tedy konkrétně akvizice obchodníků s teplem dodávajících teplo konečným spotřebitelům. Druhou možností je akvizice s cílem substituuovat stávající plynové kotelny zejména v oblasti území soustavy CZT a jeho nejbližším okolí.

7.3.5 Implementace v oblasti OZE

Rozvoj implementace obnovitelných zdrojů energie je patrný a souvisí s predikovanými záměry Evropské unie. Lze tedy předpokládat, že v určité míře bude implementace OZE realizována i na území příslušného města a pravděpodobně se dotkne i oblastí, které jsou předmětem podnikatelského zájmu společnosti vlastníci soustavu CZT. Za reálné lze považovat zejména individuální využití solární energie na ohřev teplé vody a instalaci tepelných čerpadel.

Příležitostí tedy je zvážit zaměření poskytovaných služeb tímto směrem s cílem stabilizovat zákazníky.

7.4 Ohrožení

7.4.1 Úbytek poptávky

Úbytek poptávky po teple je aspekt, který potenciálně ohrožuje soustavu SCZT.

V podmínkách územního celku lze očekávat úbytek poptávky po teple zejména z těchto důvodů:

- úbytek zákazníků z důvodů cenové nevýhodnosti oproti jiným formám zásobování teplem,
- úbytek zákazníků vlivem ukončení činnosti,
- úbytek objemu dodaného tepla vlivem realizace úsporných opatření na straně spotřeby,
- úbytek objemu dodaného tepla vlivem realizace projektů na využití obnovitelných zdrojů energie.

Příčiny trvalého poklesu poptávky po teple jsou kombinací faktorů odklonu zákazníků z důvodu domnělé či reálné cenové nevýhodnosti, snahy o autonomii v rozhodování o dodávkách tepla, změny či dokonce ukončení podnikatelských aktivit a faktoru uvědomělého chování ve vztahu ke snižování spotřeby tepla.

V predikci budoucí poptávky po teple v předmětném městě budou i nadále rozhodující všechny uvedené faktory a navíc faktor zvyšující se snahy o využití obnovitelných zdrojů energie (která je a pravděpodobně i nadále bude podporována ve formě finančních intervencí).

Proti faktorům úbytku poptávky po teple z uvedených důvodů stojí samozřejmě i potenciál možného růstu poptávky vlivem získání nových zákazníků, především v rozvojových oblastech. Reálnost získání nových zákazníků nepochybně souvisí s konkurenceschopnou nabídkou, nejen cenovou, ale i nabídkou kvalitních služeb, eventuálně bonusů

V oblasti snižování poptávky po teple vlivem zvyšování účinnosti užití energie je nezbytné logicky vycházet z realizace dalších úsporných opatření v distribuci tepelné energie (rozvody tepla a předací stanice) a opatření ve spotřebitelských systémech (zateplování budov, zaregulování otopných systémů). V prvním případě jde o nedodání uspořené energie, která ovlivňuje nákladovou bilanci dodavatele tepla a ve druhém případě dochází ke snížení tržeb dodavatele tepla.

Státní energetická koncepce České republiky formuluje, mimo jiné, opatření zaměřené na stranu spotřeby v podobě požadavku na dosažení maximálního využití potenciálu úspor tepla v podnikatelské, státní a komunální oblasti, stejně jako v domácnostech. Priority jsou orientovány na projekty úspor tepla, které mají nízké investiční náklady s maximálními přínosy - rekonstrukce a zaizolování tepelných rozvodů. V budovách je předpokládána implementace harmonizovaných technických norem založených na realizaci energetické certifikaci budov, definování tepelně technických požadavků na nové a obnovované budovy, pravidelné kontrole tepelně technických zařízení a klimatizace.

Koncepce dále předpokládá navržení podpůrných programů, obsahujících priority a opatření směřujících k podpoře energetické efektivity přípravu informační kampaně zaměřené na zvyšování povědomí spotřebitelů o energetické efektivity, o spotřebě a energetických nákladech, o výhodách vyplývajících z úspor a možnostech financování opatření zaměřených na energetickou efektivity.

Je tedy zřejmé, že trend realizovaných úsporných opatření, a z toho vyplývající úbytek poptávky po teple u stávajících odběratelů bude v následujících letech pokračovat.

Lze očekávat v této oblasti trend postupné intenzifikace, kdy EU bude zvyšovat úsilí v oblasti podpory zvyšování energetické efektivity a vyššího využívání OZE.. Spotřeba tepla se ustálí pravděpodobně v horizontu cca 12 až 15 let.

Z hlediska tempa snižování spotřeby tepla vlivem realizace úsporných opatření a celkového potenciálu úspor lze odhadnout tempo 1,5 až 3 % ročně, při celkovém realizovatelném potenciálu úspor.

Horní odhad realizovatelných úspor je spíše vázán na předpoklad vyššího zapojení programů podpor.

Lze tedy předpokládat postupné snižování poptávky po teple ze strany stávajících spotřebitelů vlivem realizace úsporných opatření.

Úbytek v poptávce lze substituuovat buď získáním nových odběratelských míst, eventuálně implementací dodávek centrálního chladu.

7.4.2 Působení konkurence

Trh s teplem v každém územním celku samozřejmě existuje v konkurenčním prostředí.

Konkurenční prostředí lze identifikovat podle jednotlivých účastníků trhu takto:

- dodavatelé síťových forem energie
 - o zemního plynu,
 - o dodávkového tepla,
 - o elektřiny.
- vlastníci zdrojů tepla
 - o oblastních kotelen,
 - o objektových kotelen,
 - o vlastníci průmyslových zdrojů tepla.

Z hlediska územního lze rozlišovat:

- konkurenty v dosahu systémů CZT,
- konkurenty mimo dosah systémů CZT.

Z hlediska použitého primárního energetického zdroje lze rozlišovat:

- užití pevných paliv,
- užití plyných paliv,
- užití kapalných paliv,
- užití mixu palivové základny.

Obečně je nutno vnímat oba pohledy na konkurenční prostředí:

- působení konkurence na společnost vlastníci soustavu CZT
- působení společnosti vlastníci soustavu CZT na konkurenci.

V oblasti působení konkurence na společnost vlastníci soustavu CZT je klíčová jejich cena tepla vůči konečným odběratelům. Jde zejména o ceny tepla produkovaného z oblastních a objektových kotelen. Ohrožením může být i aktivní osvětová a akviziční činnost zaměřená na jinou formu zásobování teplem (např. na bázi plynových oblastních nebo objektových kotelen, tepelných čerpadel či kogeneračních jednotek).

Samostatným problémovým okruhem mohou být i případné odstředivé tendence vlastníků sekundárních rozvodů v soustavách CZT.

Z obchodního hlediska přicházejí v úvahu i případné akviziční činnosti konkurenčních společností působících na trhu.

V oblasti působení společnosti vlastníci soustavu CZT. na konkurenci jsou relevantní zejména tyto aspekty:

- cenová strategie,
- osvěta,
- péče o zákazníky,
- identifikace potenciálních příležitostí pro rozvoj CZT, eventuálně pro budování nových systémů,
- rozhodnutí o rozšiřování podnikatelských aktivit na území předmětného města formou obchodních akvizic.

Formulace správné taktiky ve vztahu ke konkurenci je závislá na strategii a podnikatelském záměru vlastníci soustavu CZT.

Konkrétními konkurenty společnosti vlastníci soustavu CZT jsou společnosti, které jsou držiteli licence ERÚ obecně majitelé zdrojů tepla situovaných na území města.

7.4.3 Zvýšená aktivita konkurence na trhu s teplem

Podpora prodeje podnikatelských aktivit společnosti dodávající teplo širokému spektru zákazníků je naprosto nezbytná.

V situaci neustálého konkurenčního boje s jinými formami zásobování teplem je třeba trvale působit na zákazníky, resp. konečné odběratele formou osvěty a na bázi otevřenosti.

Na základě vnějších podmínek na trhu je třeba zvážít všechny účinné možnosti a způsoby propagace produktu, akcentování předností centrálního zásobování teplem na bázi kombinované výroby tepla a elektřiny, environmentální přijatelnosti a otevřenosti v oblasti tvorby cen.

Pasivita ve vztazích k veřejnosti může mít za důsledek odklon zákazníků od centrální formy zásobování teplem a ztížené podmínky při vyjednávání o nových obchodních příležitostech.

Naopak zvýšená aktivita konkurence ve snaze zvýšit podíl na trhu dodávkového tepla na úkor systému CZT je reálnou hrozbou. Tyto aktivity mohou projevovali jednak společnosti – držitelé příslušné licence s cílem

odpojení se od soustavy a vybudování nového zdroje resp. nových zdrojů tepla a jednak společnosti vlastníci stávající bodové nebo oblastní zdroje tepla s cílem rozšířit své podnikatelské aktivity.

7.4.4 Vliv ceny paliva a ceny tepla

Působení ceny zemního plynu je rozhodujícím faktorem na cenu tepla pro konečného spotřebitele. Podobným způsobem lze odvodit i vývoj dalších primárních energetických zdrojů- pevných a kapalných paliv.

Ceny zemního plynu jsou na světových trzích odvozovány od cen ropy.

Z hlediska prognózy budoucího vývoje ceny zemního plynu (resp. ropy) existuje mnoho odhadů, pesimističtějších i optimistických, Většinou jsou zpracovány ve scénářích, které vycházejí z minulého vývoje cen.

Z této prognózy lze vycházet i při odhadech trendů budoucí ceny dodávkového tepla.

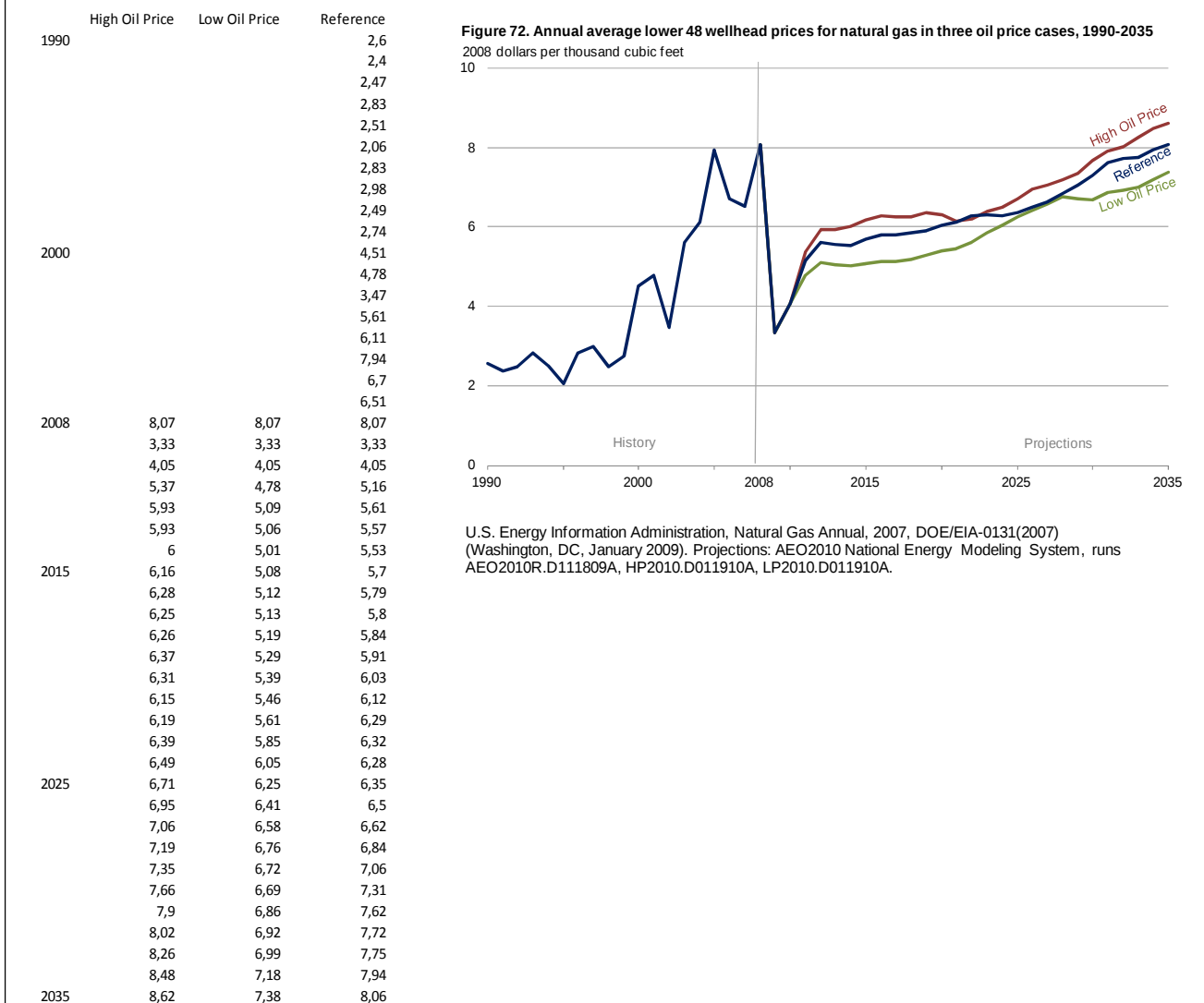
Příklad prognózy budoucího vývoje cen zemního plynu

Report #:DOE/EIA-0383(2010)

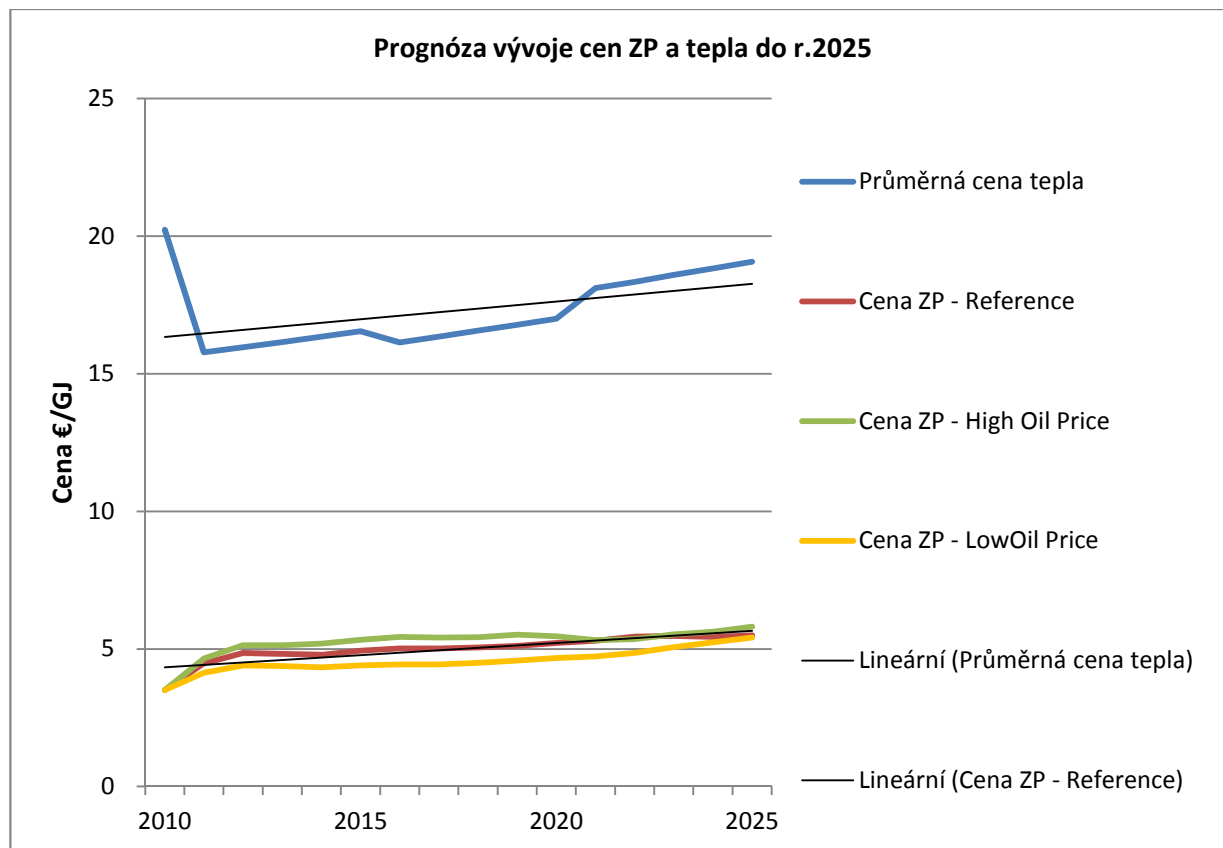
Release Date: May 11, 2010

Next Release Date: December 2010

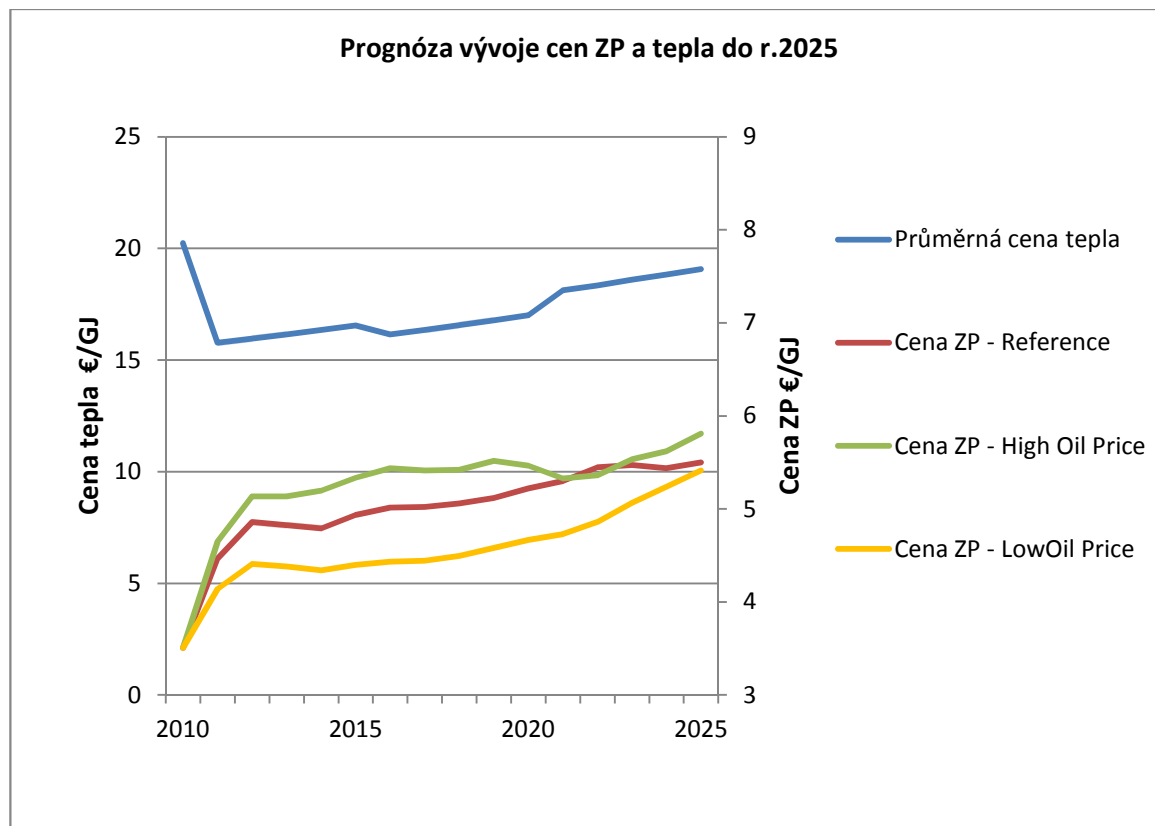
Figure 72. Annual average lower 48 wellhead prices for natural gas in three oil price cases, 1990-2035 (2008 dollars per thousand cubic feet)



(Zdroj: U.S. EIA)



Při bližším rozlišení jednotlivých scénářů ceny zemního plynu lze znázornit vývoj následovně:



Dalším problémovým okruhem v oblasti cen tepla je postavení ceny dodávkového tepla z CZT vůči ostatním formám zásobování teplem.

Konkurenceschopnost systému CZT oproti lokálním kotelnám je klíčovým faktorem pro rozhodování o budoucí koncepci rozvoje systému CZT.

7.4.5 Nedostatečná inovace výrobních a distribučních zařízení

Spolehlivost dodávek tepla je jednoznačně závislá na přiměřeném investování do inovačních procesů ve všech částech systému. V případě zanedbání údržby a nedostatečné reprodukce výrobních a distribučních zařízení dochází po určitém čase ke zvýšení četnosti poruch a následně ke zvýšení provozních nákladů systému. Důsledkem tohoto stavu může být rozhodnutí některých zákazníků o změně způsobu zásobování teplem.

7.4.6 Nestabilní legislativní prostředí

Trh s teplem je částečně ovlivňován regulací cen dodávaného tepla. Regulační prvky jsou patrné i v oblasti vysokoúčinnosti kogenerační výroby energie. Legislativní prostředí je sice nastaveno, ale svými četnými změnami navozuje nestabilní prostředí pro potřeby strategického rozhodování participantů na trhu s teplem.

8 SHRNUTÍ A ZÁVĚRY

Vize teplárenství je formulována jako "spolehlivý a konkurence schopný dodavatel tepla pro domácnosti, průmysl, podnikatelské subjekty a veřejný sektor a současně významný a energeticky efektivní dodavatel el. energie a regulačních služeb pro elektrizační soustavu".

Hlavní cíle pak spočívají mimo jiné v dalším rozvoji CZT v sídelních celcích, využití OZE, využití vícepalivových systémů, rozvoje vysoce účinné kombinované výroby elektřiny a tepla, podpoře restrukturalizace energeticky a ekonomicky neefektivních systémů CZT a podpoře využití tepla z provozu jaderných elektráren.

Současné systémy centrálního zásobování teplem se stále častěji potýkají s rostoucí konkurencí na trhu s teplem a s tím souvisejícími problémy s odpojováním stávajících odběratelů tepla. Důvody k odpojování však nejsou jen na straně rostoucí konkurence, ale i vlivem aspektů spočívajících na straně vlastníků a provozovatelů CZT.

Jedná se zejména o neefektivní chování dodavatele tepla k odběratelům např. v oblasti cenové politiky nebo neřešení stavu systému z hlediska energetické efektivity apod.

Vzhledem k tomu, že centralizované systémy zásobování teplem jsou dle našeho názoru stále perspektivním a ekologicky přijatelným dodavatelem tepla, což potvrzuje státní energetická koncepce, je nanejvýš žádoucí hledat efektivní přístupy k zvýšení konkurenceschopnosti stávajících systémů CZT ve vztahu k atomizaci dodávek tepla na bázi objektových plynových kotlen ve vybudovaných systémech CZT.

Jednou z cest jak podpořit konkurenceschopnost, je diverzifikace stávajících systémů CZT ve vztahu k očekávaným omezujícím faktorům, které lze v blízké budoucnosti očekávat. Jedná se zejména o nejistotu zabezpečení dodávek tuhých paliv ve vztahu k limitům těžby hnědého uhlí a jejich substituci, což se negativně projeví v nutnosti budování nových zdrojů a následně v ceně tepla. Tento efekt bude ještě umocněn navýšením sazby DPH.

Publikace je proto zaměřena na jeden z aktuálních problémů naší energetiky, kterým bezesporu je oblast zásobování teplem se všemi jeho neduhy i přednostmi. Vzhledem k tomu, že v České republice jsou vysoce rozvinuty systémy centralizovaného zásobování teplem, je třeba hledat efektivní cesty k jejich racionalizaci a vyšší hospodárnosti a zajištění cenové přijatelnosti zabezpečení potřeb odběratelů tepla z těchto systémů. Důležitým hlediskem je rovněž zajištění bezpečnosti dodávek a minimalizace negativních vlivů na životní prostředí a klimatu Země.

Diverzifikaci soustav CZT považujeme za jeden z nástrojů zvyšování energetické efektivity a nikoli jako nástroj vedoucí k postupné decentralizaci zásobování teplem.

Cíle diverzifikace, jak již bylo dokumentováno, spočívají v zachování dosavadních soustav centralizovaného zásobování teplem avšak na bázi optimalizované soustavy z hlediska zdrojové a distribuční soustavy.

Jedná se zejména o optimalizaci skladby zdrojů tepla a to prioritně na základě implementace kogeneračních jednotek vhodně doplněných špičkovými kotli a akumulátory. Počet takovýchto zdrojů je odvislý od konkrétní situace soustav CZT a rozhodně není nutné, aby se jednalo pouze o jeden centrální zdroj. Existence více

okresových zdrojů totiž umožní zabezpečit vyšší spolehlivost dodávek nikoli nutně při vyšší investiční náročnosti.

S tím bezprostředně souvisí i optimalizace přenosové a distribuční soustavy tepla, která musí respektovat moderní přístupy vedoucí k minimalizaci ztrát tepla. Jedná se tedy ekonomicky optimální izolace potrubí na bázi dvoutrubky a pokud možno v teplovodním provedení a to včetně rozvodů teplé vody.

Takto pojatá a následně realizovaná diverzifikace dává předpoklad pro udržení konkurenceschopnosti CZT oproti plynovým kotelnám a tím i zachování možností efektivního využití kogeneračního způsobu výroby tepla, který rovněž efektivně substituuje monovýrobní způsob elektrické energie energetických centrálách.

Z výše uvedeného je zřejmé, že udržení a racionalizace stávajících soustav CZT dává možnost využívat i obnovitelné energetické zdroje energie, ale i fosilní primární energetické zdroje.

Za základní aspekty podmiňující dosažení formulovaných cílů lze považovat realizaci :

- auditů stávajících zdrojů tepla z hlediska energetické účinnosti, instalované kapacity, disponibility palivové základny a struktury zdrojů,
- posouzení perspektivy palivového mixu zahrnující nejen fosilní paliva, ale i netradiční a obnovitelné zdroje energie,
- investic do inovativních projektů vedoucích k vyšší energetické efektivnosti soustav CZT, které budou zaměřeny jednak na zdroje, ale rovněž na distribuční soustavu za účelem minimalizace ztrát mezi zdroji a konečnými spotřebiteli
- ekonomického auditu zaměřeného na možnosti snižování zejména stálých nákladů soustav CZT

9 LITERATURA

/ 1 / Zpráva pracovní komise pro teplárství MPO ČR

/ 2 / Karafiát: Teplárství, ORTEP , Praha , 2001

/ 3 / Státní energetická koncepce 2011 -2060, Nová aktualizace, MPO ČR 2011

/ 4 / Studie problematiky snižování energetických ztrát a zvyšování spolehlivosti při dodávkách tepla, RAEN, 2007

/ 5 /Karafiát a kol.:Sborník technických řešení zdrojů s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla, ORTEP, 2007