

3. PŘEDNÁŠKA

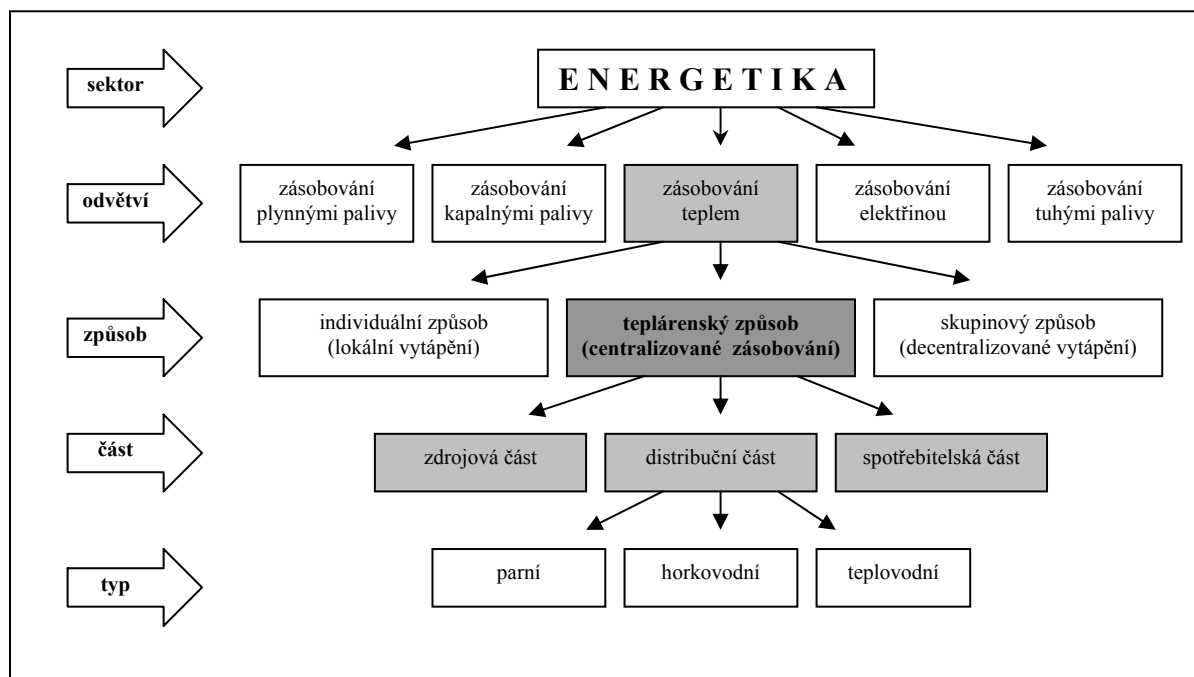
Popis systémů CZT Historie, typy a principy KVET

Ing. Josef Karafiát, CSc.

3.1 Definice teplárenství a jeho pozice v sektoru energetiky

Užívání pojmu „teplárenství“ bylo v dřívější době velmi úzce spjato s kombinovanou výrobou elektrické energie a tepla. S nástupem nových technologií a nových terminologií (např. kogenerace, kombinovaný cyklus, atd.) však výraz „teplárenství“ poněkud zevšeobecněl a chápání jeho významu se posunulo více do obecné roviny. Teplárenstvím je v Energetické politice státu nazýváno celé odvětví zásobování teplem, za teplárenské jsou dnes označovány i výrobní a distribuční společnosti bez výroby elektrické energie. Význam pojmu „teplárenství“ je znázorněn na obrázku.

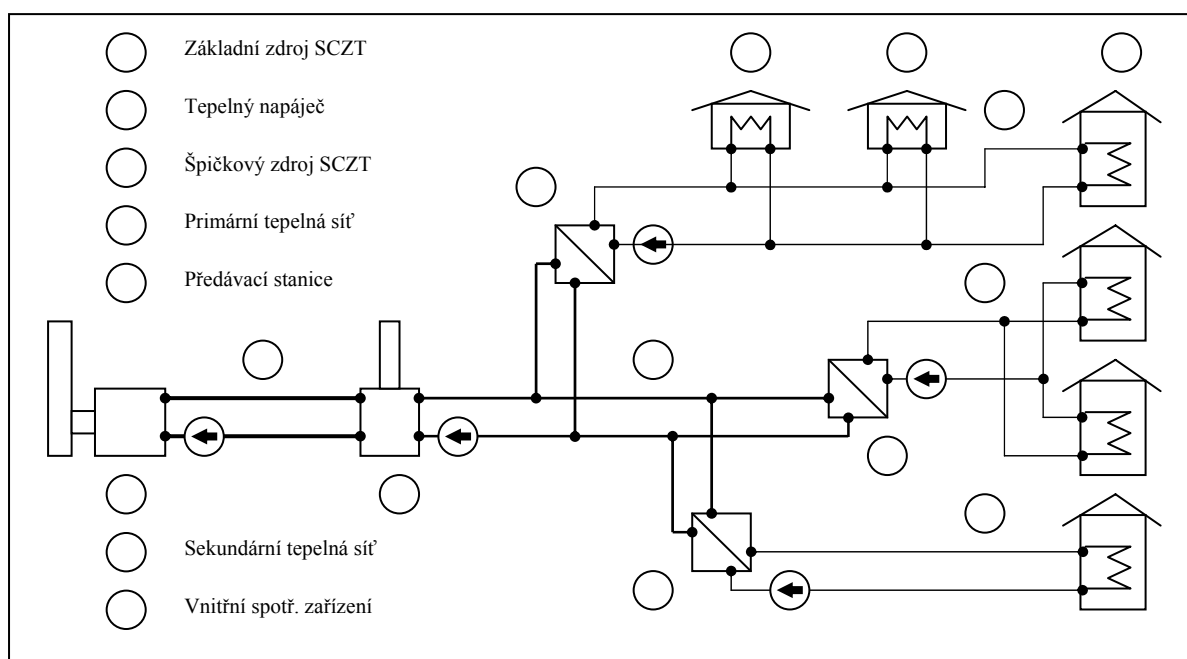
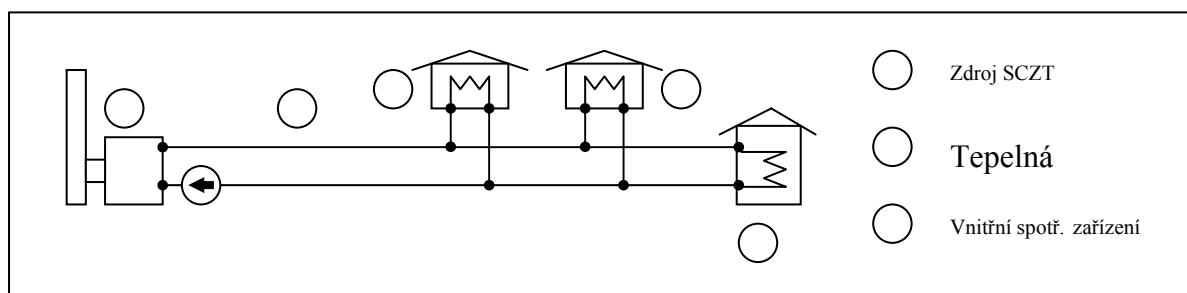
Jeden ze způsobů možného vymezení pojmu teplárenství v rámci sektoru energetiky



Pod pojmem teplárenství budeme chápat tu část (odvětví) energetiky, při které je krytí potřeb tepla bytových domů, objektů občanské vybavenosti a průmyslových podniků zajišťováno prostřednictvím soustav centralizovaného zásobování teplem (SCZT).

- Soustavy centralizovaného zásobování teplem jsou tvořeny vzájemně propojenými zdroji tepla, tepelnými sítěmi, popřípadě předávacími stanicemi a vnitřními spotřebitelskými zařízeními.
- Zdroje SCZT jsou samostatně umístěné energetické výrobní, 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 teplotonosné látky na hodnoty požadované vnitřními spotřebitelskými zařízeními.
- Vnitřní spotřebitelská zařízení (zpravidla otopné soustavy a rozvody TUV) jsou určena pro vnitřní rozvody tepla v objektech, nebo v souborech objektů jednoho odběratele.

Principiální technologická schémata jednoduchého a složitějšího (typického) uspořádání SCZT



3.2 Historie a současnost teplárenství

Teplárenství, respektive centralizované zásobování teplem se začalo rozvíjet od počátku třicátých let dvacátého století. V jeho historii lze vysledovat několik charakteristických období.

Prvním obdobím je již zmiňovaná éra zakládání soustav centralizovaného zásobování teplem, tedy období 30tých a 40tých let 20tého století. K hlavním důvodům, proč bylo započato s budováním prvních teplárenských soustav, patřilo zejména :

- rozvoj průmyslové výroby ve městech a s tím spojené potřeby velkého množství tepla pro technologické účely a pro vytápění nově budovaných bytů v dělnických čtvrtích
- rozvoj elektroenergetiky, projevující se potřebou nových větších energetických zdrojů pro provoz místních, nebo regionálních elektrizačních soustav
- potřeba řešit problémy s dopravou a skladováním paliva (v té době převážně uhlí) a omezit důsledky jeho spalování rozptylem kouřových plynů pomocí vysokých komínů a svozem zbytků po spalování (škváry a popílku) na úložiště.

Ve 30tých letech tak vznikly na svoji dobu vysoce moderní a progresivní soustavy centralizovaného zásobování teplem se zdroji kombinované výroby elektřiny a tepla. Jako příklady je možno uvést parní soustavu v Brně se zdrojem Teplárnou Špitálka, nebo parní soustavu v Praze se zdrojem Elektrárnou Holešovice.

Toto první období lze charakterizovat jako éru parních soustav s městskými teplárenskými zdroji spalujícími tuhá paliva.

Druhým obdobím je poválečná éra 50 tých a 60tých let, kdy zaznamenáváme největší rozvoj velkých teplárenských soustav. Hlavní motivací pro další rozvoj CZT v té době bylo :

- extenzivní rozvoj těžkého průmyslu vyvolávající stálé zvyšování energetické spotřeby, celkové zvyšování energetické náročnosti a koncentraci pracovních sil do průmyslových aglomerací
- integrace regionálních elektrizačních soustav do jednotného propojeného systému a s tím spojená potřeba výstavby nových velkých systémových elektráren, které byly zároveň významnými zdroji tepla pro SCZT
- způsob centrálního plánování a přerozdělování finančních zdrojů, který preferoval velké stavby pětiletky na úkor rozptýlených drobných projektů a iniciativ.

Výsledkem tohoto období tedy bylo zakládání velmi rozsáhlých SCZT, především v průmyslových a vysoce urbanizovaných aglomeracích. Jednalo se o Ostravsko, severní Čechy, ale i o Prahu, Pardubice, Hradec Králové, Plzeň, atd. Zdroji těchto soustav byly zpravidla nově budované elektrárny nebo teplárny situované mimo městská centra, tepelné napáječe a rozvody byly horkovodní a stále se dalo hovořit na tu dobu o moderních systémech.

Ve třetím období, které tvořila 70tá a 80tá léta, byl rozvoj teplárenství ovlivňován zejména :

- budováním satelitních panelových sídlišť s okrskovými centrálními zdroji tepla
- nástupem ušlechtilých paliv (topných olejů a později i zemního plynu), jejichž spotřeba byla bilančně plánována
- celkovým nedostatkem investičních prostředků.

Důsledkem této éry bylo budování sice relativně levných, ale energeticky vysoce náročných sídlištních soustav s výtopenskými zdroji (sídlištními kotelny) na ušlechtilá paliva, nebo započeti výstavby soustav rozsáhlejších, kde se však vzhledem k nedostatku finančních prostředků zůstalo u nejlevnějších pouze výtopenských řešení zdrojů (Brno – Sever, Praha – Třeboradice, atd.).

Období 70tých a 80tých let lze charakterizovat jako éru sídlištních výtopen s celkovým technickým zaostáváním, projevujícím se absencí prvků měření a regulace, zachováváním technologie klasických předávacích stanic, pokračováním ve výstavbě sítí v kanálovém uložení, atd.

Na vývoj teplárenství **ve čtvrtém** období (90tá léta dvacátého století a 1. desetiletí 21. století) má vliv zejména :

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

Důsledkem výše uvedených vlivů je sice stagnace v zakládání nových soustav CZT, ale vysoká intenzifikace celého procesu od výroby až po konečnou spotřebu u soustav dnes provozovaných. Typickými novými prvky ve zdrojích jsou fluidní kotle, odsiřovací zařízení, kogenerační jednotky, atd., v distribuci tepla to jsou prefabrikované předizolované potrubní systémy, výměníky s vysokými měrnými výkony a kompaktní objektové předávací stanice, u spotřebitelů pak měření, regulace a termostatické ventily. Současnou dobu lze charakterizovat jako éru ekologizace a racionalizace existujících SCZT.

Budoucnost teplárenství bude ovlivňována zejména :

- úplnou liberalizací energetického trhu a globalizací světové ekonomiky
- mezinárodními úmluvami o ochraně naší planety (snižování emisí skleníkových plynů, atd.)
- legislativními normami a energetickou politikou zemí EU (podpora využívání obnovitelných a netradičních energetických zdrojů, podpora kombinované výroby elektřiny a tepla, atd.)

Důsledkem těchto vlivů bude zejména další intenzifikace a racionalizace teplárenství, integrace dodávek tepla jako služby do celých balíčků služeb (spolu s dodávkami elektřiny, vody, komunikačních a informačních služeb, atd.). Setkáme se zřejmě s vyšší unifikací a modularitou jednotlivých technologických prvků.

Ve zvýšené míře bude využíváno obnovitelných zdrojů energie, kogenerace, akumulace, měření a regulace. Nové systémy budou provozovány při nižších teplotách a tlacích, budou celkově flexibilnější, jejich doby výstavby či likvidací budou podstatně zkráceny. Budoucnost teplárenství lze charakterizovat slovy intenzifikace a kvalita.

Přehled o charakteristických prvcích teplárenství v průběhu jeho historického rozvoje včetně předpokladu jeho dalšího vývoje.

OBDOBÍ CHARAKTERISTIKA	30. a 40. léta 20. století	50. a 60. léta 20. století	70. a 80. léta 20. století	přelom tisíciletí	20. a 30. léta 21. století
Charakteristika vývoje teplárenství v ČR	vznik teplárenství	extenzivní rozvoj	technické zaostávání	ekologizace racionalizace	intenzifikace kvalita
Typické zdroje nově budovaných SCZT	teplárny (výtopny)	elektrárny (teplárny)	výtopny (elektrárny)	malé teplárny	všechny typy
Typické druhy používaných paliv	uhlí	uhlí	topné oleje (uhlí)	zemní plyn	všechny druhy (biomasa)
Typicky používaná teplotonosná látka	pára	horká voda (pára)	horká voda	teplá voda (horká voda)	teplá voda
Charakteristika zásobované oblasti	průmysl (sídliště)	města (průmysl)	sídliště (průmysl)	sídliště	části měst
Používaný způsob uložení tepelných sítí	nadzemní (kanálové)	kanálové (nadzemní)	kanálové	bežkanálové podzemní	bežkanálové podzemní
Běžné používané typy odběrných zařízení	přímé odběry (objektové PS)	okrskové PS	okrskové PS	objektové PS (přímé odběry)	objektové PS (přímé odb.)

3.3 Druhy CZT podle skupenství a parametrů teplotnosné látky

Podle skupenství a parametrů teplotnosné látky, kterou bývá chemicky upravená voda, lze rozlišovat SCZT na :

- parní
- horkovodní
- 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.

Přehled o základních typech a parametrech teplotěrenských soustav

TYP SOUSTAVY CZT PARAMETR SOUSTAVY CZT		PARNÍ SCZT	HORKOVODNÍ SCZT	TEPLOVODNÍ SCZT
Druh zdroje :	Typický Běžný	teplárna elektrárna, výtopna	teplárna elektrárna, výtopna	výtopna malá teplárna
Výkon soustavy :	Typický Běžný	70 MWt 20 až 200 MWt	150 MWt 50 až 300 MWt	4 MWt 2 až 8 MWt
Rozsah tepelných sítí :	Typický Běžný	10 km 2 až 40 km	25 km 5 až 80 km	1 km 0,5 až 3 km
Provedení tepel. sítí :	Typické Běžné	dvoutrubkové jednotrubkové	dvoutrubkové třítrubkové	čtyřtrubkové dvoutrubkové
Uložení tepelných sítí :	Typické Běžné	nadzemní podzemní	podzemní nadzemní	podzemní
Teploty v přívodní větvi :	Typické Běžné	220 °C (pára) 180 až 240 °C	130 °C 110 až 160 °C	80 °C 70 až 90 °C
Teploty ve vratné větvi :	Typické Běžné	60 °C (kondenzát) 40 až 70 °C	60 °C 50 až 80 °C	45 °C 40 až 60 °C
Konstrukční tlaky v síti :	Typické Běžné	1,2 MPa (pára) 0,8 až 2,4 MPa	1,6 MPa 1,6 až 2,5 MPa	0,6 MPa 0,4 až 0,6 MPa
Druh odběratelů :	Typický Běžný	průmysl byty, vybavenost	byty, vybavenost průmysl	byty vybavenost
Druhy odběr. zařízení :	Typický Běžný	přímé odběry objektové PS	okrskové PS objektové PS	přímé odběry objektové PS

3.4 Charakteristiky teplárenských soustav

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** teplárenských soustav jsou výroby a dodávky tepla a s ním související výroby a dodávky elektrické energie.

Teplem dodávané ze zdrojů SCZT je v soustavách spotřebováno pro účely :

- uspokojování potřeb odběratelů
- 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. Velikost ztrát v důsledku úniku teplotního média závisí na těsnosti potrubí, respektive na těsnosti kompenzátorů a armatur, na těsnosti ucpávek čerpadel, na těsnosti teplosměnných ploch v předávacích stanicích, u parních soustav pak ještě na způsobu nakládání s kondenzátem.

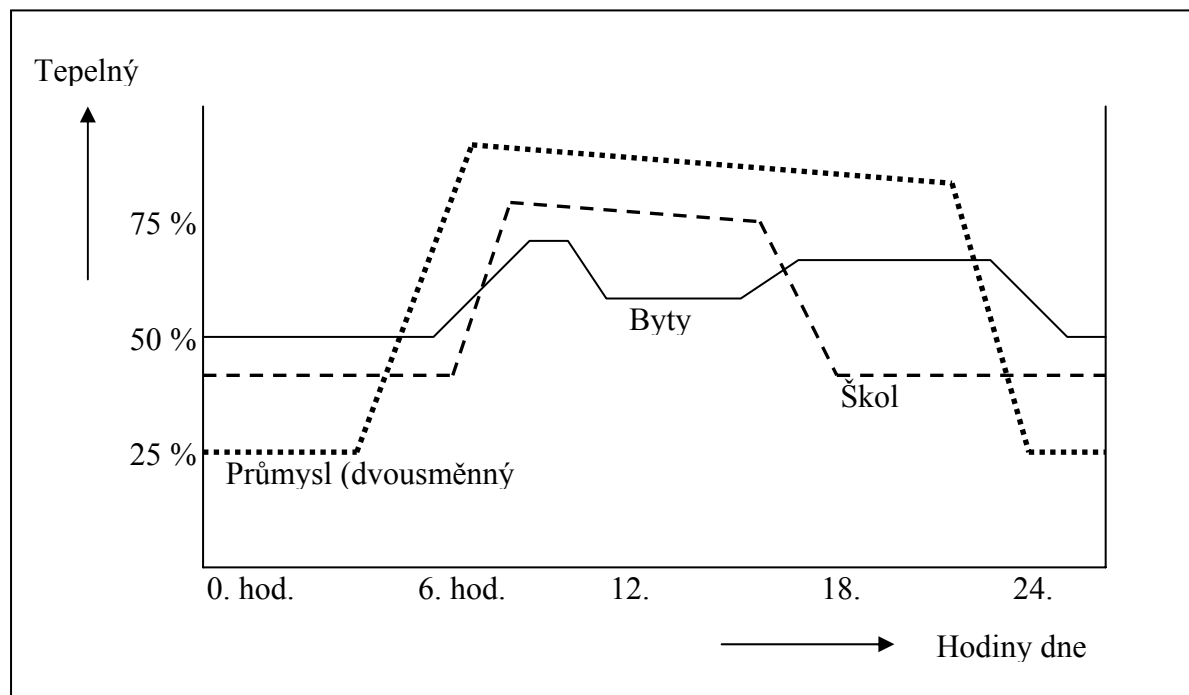
Prostřednictvím SCZT je teplo dodáváno třem hlavním typům odběratelů, kterými jsou :

- Bytové domy (obytné soubory, činžovní a rodinné domy)
- Občanská vybavenost (školy, úřady, nemocnice, obchody, sportoviště, atd.)
- Průmyslové podniky (výrobní a montážní haly, administrativní budovy, sklady)

U bytů, vybavenosti a průmyslu je teplo využíváno pro otop a přípravu teplé užitkové vody (TUV), pro větrání a klimatizaci (v podmínkách ČR pouze výjimečně) a v průmyslu navíc i pro technologické účely.

Potřeby tepla pro vytápění jsou ovlivňovány zejména venkovní teplotou, tepelně technickými vlastnostmi obvodových plášťů budov a zvoleným topným režimem pro daný objekt.

Typické průběhy denních potřeb tepla pro otop u různých typů odběratelů



Obrázek č. 4 Typické průběhy denních potřeb tepla pro otop u různých typů odběratelů

Spotřeba tepla pro přípravu TUV závisí předně na provozním charakteru zásobovaných budov a počtu osob, které ji využívají.

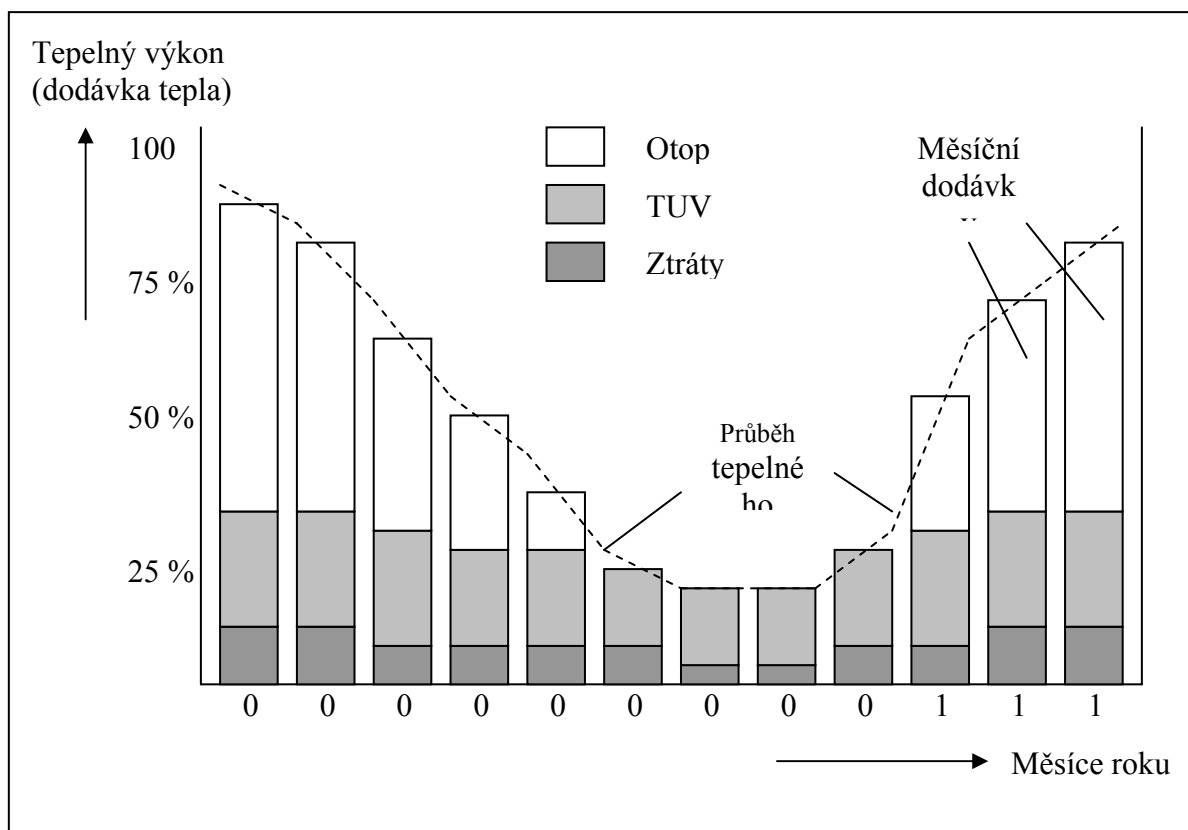
Například u bytových domů zaznamenáváme zvýšené odběry TUV ráno a večer, v nemocnicích je spotřeba podstatně vyrovnanější, a naopak v průmyslových podnicích se mohou vyskytovat ostré odběrové špičky při střídání pracovních směn. Nerovnosti v odběru TUV jsou s ohledem na dimenzování zdrojů u spotřebitelů zpravidla vyrovnávány akumulací.

Nejrovnoměrnější spotřeby (samozřejmě kromě ztrát tepla v rozvodech) vykazují technologické odběry. Odběry tepla pro technologické účely jsou typické pro parní SCZT, kde je pára využívána například v potravinářském průmyslu (mlékárny, masokombináty, konzervárny), v chemickém průmyslu, ve strojírenství, ale také například v nemocnicích (kuchyně, sterilizace, prádelny).

Pro SCZT, respektive pro provoz zdrojů SCZT nejsou ani tak důležité odběrové diagramy jednotlivých spotřebitelů, jako výsledek vzniklý nasčítáním průběhů všech odběrů, kde se projeví efekt soudobosti (statistické rozložení špiček odběrů do delšího časového pásma) a u horkovodních soustav CZT i efekt rozdílných dopravních zpoždění (požadavky odběratelů lokalizovaných blíže ke zdroji se projeví dříve, než požadavky odběratelů vzdálených).

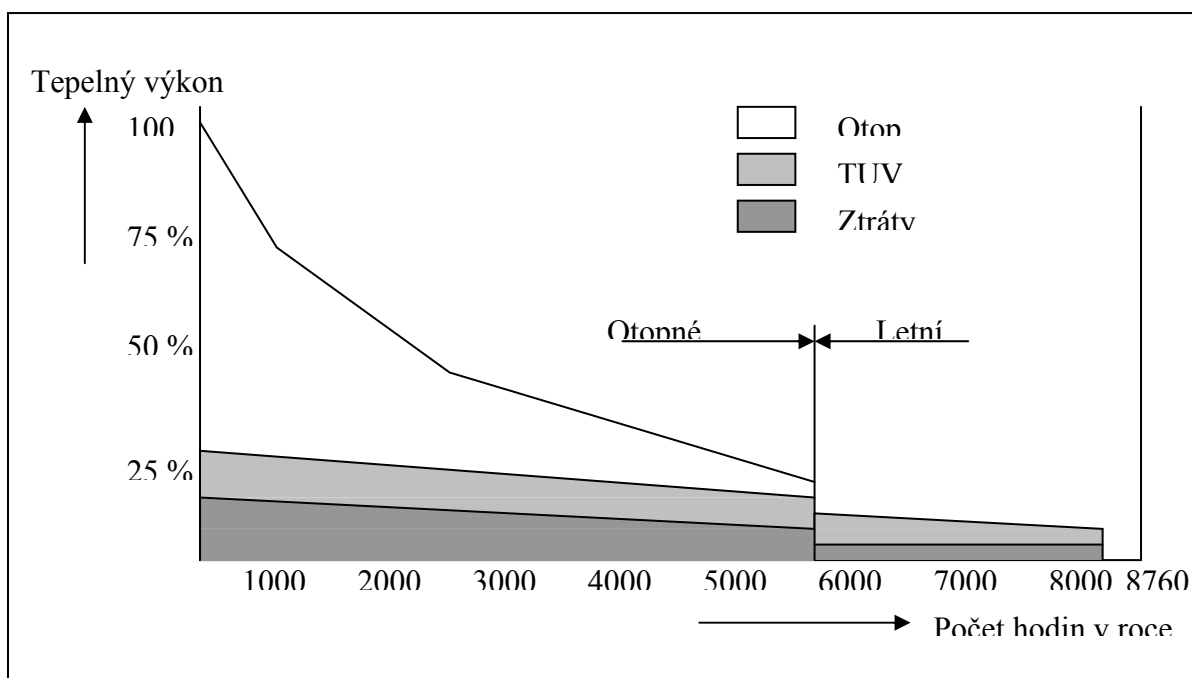
Celkové roční průběhy potřeb tepla lze znázornit buď ve formě diagramů doby trvání tepelného výkonu, nebo ve formě týdenních či měsíčních diagramů průměrných potřeb. Týdenní, nebo měsíční diagramy průměrných potřeb tepla jsou časově sousledně vynesené naměřené hodnoty (odečty) výrob nebo dodávek tepla, které nám dávají zpětný obraz o souladu plánu se skutečností.

Typický měsíční diagram potřeb tepla s rozlišením účelů spotřeby

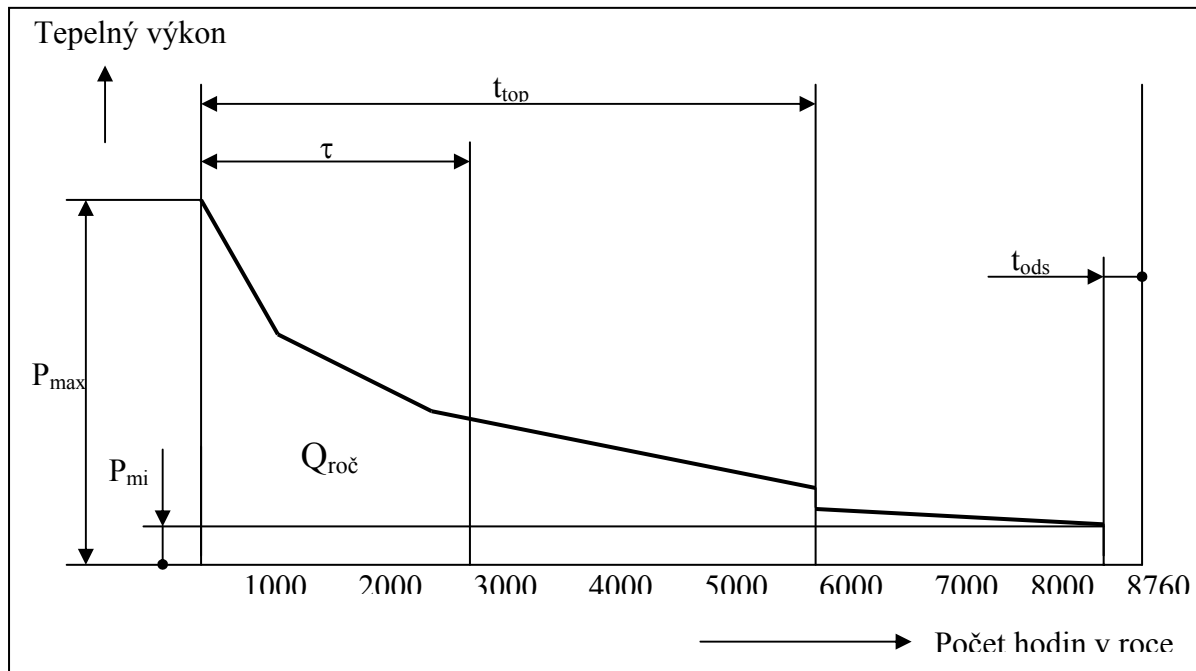


Diagramy doby trvání tepelného výkonu představují sestupné seřazení hodnot okamžitých (hodinových) výkonových zatížení soustavy v průběhu celého roku. Tyto diagramy umožňují odečítat, kolik hodin byla, je, nebo pravděpodobně bude zatížení soustavy vyšší, než zvolená hodnota.

Typický diagram doby trvání tepelného výkonu tepla horkovodní SCZT včetně rozlišení spotřeby pro příslušné účely užití tepla.



Na diagramu doby trvání potřeb tepla lze demonstrovat některé typické základní ukazatele teplotních soustav, jak je uvedeno na následujícím obrázku.



- kde : $Q_{\text{roč}}$ - roční celková dodávka tepla do SCZT (tvoří ji dodávka tepla pro otop, pro přípravu TUV, pro krytí ztrát v rozvodech a případně i dodávka tepla pro technologické účely nebo pro chlazení a klimatizaci)
- P_{\max} - maximální výkonové zatížení teplotní soustavy (zpravidla nastává při nejmraznějších pracovních dnech v roce v době ranních odběrových špiček)
- P_{\min} - minimální výkonové zatížení teplotní soustavy (nastává v letním období, zpravidla ve volných dnech a v době dovolených v nočních hodinách a často se rovná pouze momentálnímu příkonu ztrát tepla v rozvodech)
- τ - doba využití maximálního tepelného výkonu (udává dobu, za kterou by byla realizována celková roční dodávka tepla $Q_{\text{roč}}$ při maximálním zatížení teplotní soustavy P_{\max} .)
- t_{top} - doba trvání topné sezóny (tj. doba, po kterou je v zásobovaných objektech teplo využíváno pro otop)
- t_{ods} - doba odstávky v letním období (tj. doba, po kterou jsou dodávky tepla přerušeny z důvodu plánovaných oprav, nebo revizí zařízení).

Přehled o obvyklých hodnotách výše uvedených ukazatelů charakterizujících průběhy dodávek tepla

		Větší průmyslová parní SCZT	Rozsáhlá městská parní SCZT	Rozsáhlá městská hor- kovodní SCZT	Menší okrs- ková horko- vodní SCZT	Menší síd- lištní teplo- vodní SCZT
Q_{roč} v tom	celkem	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	otop	17 %	36 %	66 %	68 %	69 %
	TUV	5 %	12 %	22 %	24 %	25 %
	technol.	60 %	30 %	-	-	-
	ztráty	18 %	22 %	12 %	8 %	6 %
P_{max} v tom	celkem	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	otop	36 %	59 %	84 %	84 %	83 %
	TUV	7 %	10 %	11 %	13 %	15 %
	technol.	45 %	20 %	-	-	-
	ztráty	12 %	11 %	5 %	3 %	2 %
τ	průměr.	4 500 hod.	3 200 hod.	2 500 hod.	2 300 hod.	2 100 hod.
t_{top}	max.	270 dnů	265 dnů	260 dnů	265 dnů	270 dnů
	průměr.	255 dnů	255 dnů	250 dnů	250 dnů	250 dnů
	min.	225 dnů	230 dnů	230 dnů	225 dnů	220 dnů
t_{ods}	průměr.	16 dnů	9 dnů	9 dnů	5 dnů	5 dnů

Tabulka č. 3 Obvyklé hodnoty základních ukazatelů charakterizujících průběhy dodávek tepla

3.5 Výhody a nevýhody teplotních soustav

Kromě typů, parametrů a základních ukazatelů popisujících objemy a průběhy dodávek tepla jsou teplotní soustavy také charakteristické souborem svých výhod a nevýhod, které se v každé SCZT projeví různě výrazně či různě intenzivně.

Ke třem hlavním výhodám teplotních soustav patří :

- **vyšší účinnost energetických přeměn** ve zdrojích, zejména v souvislosti s kombinovanou výrobou elektrické energie a tepla.
- **možnost využívání různých, i méněhodnotných 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.
- **příznivý dopad na životní prostředí** v důsledku kontrolovaného nakládání s palivy, vodou a odpady, čištění spalin a jejich vypouštění do vyšších vrstev atmosféry a v důsledku kontinuálního monitoringu emisí znečišťujících látek.

Ke třem hlavním nevýhodám teplotních soustav patří :

- **ztráty v dopravě a v distribuci tepla**
- **vyšší investiční náročnost** teplotních staveb
- **obtížnější způsob měření, řízení a regulace**

3.6 Energetické účinnosti teplárenských soustav

Na celkových energetických účinnostech teplárenských soustav se projevuje zejména :

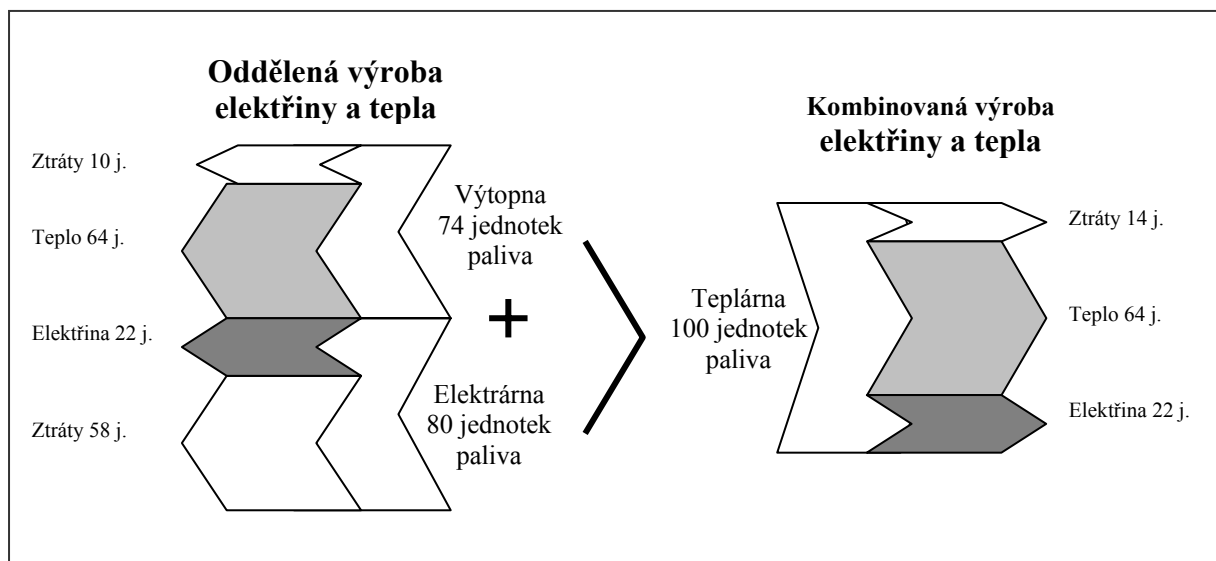
- Efekt účinnosti spalovacích zařízení (kotlů)
- Efekt kombinované výroby elektrické energie a tepla ve zdrojích
- Efekt ztrát tepla při jeho dopravě a distribuci

U spalovacích zařízení (kotlů) obecně platí, že čím větší výkon kotle, tím je lepší jeho střední roční energetická účinnost. Lepší energetické účinnosti ve prospěch větších jednotek je dosahováno konstrukční dokonalostí (ekonomizéry, řízené procesy spalování, atd.), způsobem provozu (řazením více jednotek a jejich udržováním v optimálních režimech) a kvalitou obsluhy (proškolený personál disponující prostředky měření, řízení a regulace).

Přehled hodnot typických středních ročních účinností hlavních skupin kotlů .

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 %

Efekt kombinované výroby elektrické energie a tepla spočívá v celkově lepším zhodnocení energie uvolňované při spalování paliv, než je tomu v případech samostatné výroby pouze elektrické energie a samostatné výroby pouze tepla. U parních cyklů jde z hlediska elektrické energie o mírné snížení její výroby na turbosoustrojích v důsledku vyšších parametrů odebírané či emisní páry, ale veškeré kondenzační teplo této páry je přitom využíváno pro užitečné dodávky tepla, nikoliv mařeno v kondenzátorech a následně v chladících věžích.



Srovnání efektů energetických transformací v různých typech zdrojů 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 v různých typech zdrojů pro zdroje spalující 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 %

Na celkové energetické účinnosti teplárenských soustav se samozřejmě podílejí i ztráty tepla při jeho dopravě a distribuci.

Přehled o obvyklých hodnotách procentních ztrát tepla v jednotlivých částech rozvodných tepelných sítí

	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 %

Budeme-li porovnávat celkové energetické účinnosti jednotlivých systémů zásobování energiemi (teplem a elektřinou), je třeba do porovnání zahrnout všechny efekty, tj. účinnosti spalovacích zařízení, účinnosti dopravy a distribuce tepla a energetické úspory vyplývající z kombinované výroby elektřiny a tepla.

V následujícím přehledu je provedeno porovnání, s jakou energetickou náročností (účinností) lze při aplikaci různých typů zdrojů zajistit výrobu tepla a elektrické energie v poměru 70/30 (průměrný poměr vyráběného tepla a el. energie v ČR).

Nebude-li některý typ zdroje schopen při výrobě 70 jednotek tepla vyrobit celých 30 jednotek elektrické energie, bude se modelově předpokládat zbytková výroba v čistě kondenzačních parních elektrárnách (nebo v kondenzačních paroplynových cyklech v případě zdrojů na ušlechtilá paliva), naopak, v případě, že daný typ zdroje při výrobě 30 jednotek el. energie bude schopen vyrobit méně tepla než 70 jednotek, bude předpokládána výroba zbylého objemu tepla výtopeny v malých decentralizovaných zdrojích.

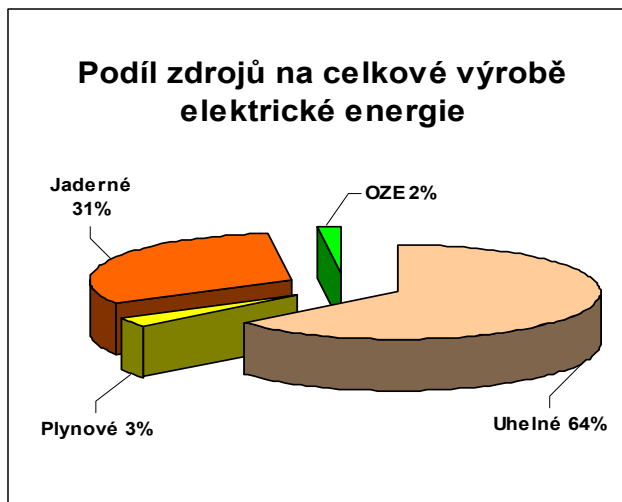
Energetická náročnost výrobních procesů (v energ. jednotkách)		Konečné energet. potřeby	Ztráty tepla v rozvod.	Výroba ve vlast. zdroji	Výroba v náhrad. zdroji	Spotřeba ve vlast. zdroji	Spotřeba v náhrad. zdroji	Spotřeba zdrojů celkem
<i>Zdroje spalující tuhá paliva (černá a hnědá uhlí)</i>								
Rozsáhlá HV SCZT s teplár. s protitl. turb.	Teplo	70	13	83	-	97	-	97
	Elektř.	30	-	24	6	28	16	44
	Celkem	100	13	107	6	125	16	141
Velká parní SCZT s teplár. s protitl. turb.	Teplo	70	18	88	-	105	-	105
	Elektř.	30	-	20	10	24	26	50
	Celkem	100	18	108	10	129	26	155
Malá HV SCZT s teplárnou s točivou redukcí	Teplo	70	5	75	-	107	-	107
	Elektř.	30	-	3	27	4	79	83
	Celkem	100	5	78	27	111	79	190
Lokální zdroje do 0,2 MW s výtopenými kotli	Teplo	70	-	70	-	123	-	123
	Elektř.	30	-	-	30	-	88	88
	Celkem	100	-	70	30	123	88	211
<i>Zdroje spalující ušlechtilá paliva (zemní plyn, nebo topné oleje)</i>								
Rozsáhlá HV SCZT s PPC s protitl. par. turb.	Teplo	70	4	22	52	26	60	86
	Elektř.	30	-	30	-	36	-	36
	Celkem	100	4	52	52	62	60	122
Velká parní SCZT s plynovou turb. a kotlem	Teplo	70	9	45	34	55	39	94
	Elektř.	30	-	30	-	37	-	37
	Celkem	100	9	75	34	92	39	131
Střední HV SCZT s plynov. motory	Teplo	70	7	50	27	59	31	90
	Elektř.	30	-	30	-	35	-	35
	Celkem	100	7	80	27	94	31	125
Lokální zdroje do 0,2 MW s výtopenými kotli	Teplo	70	-	70	-	80	-	80
	Elektř.	30	-	-	30	-	64	64
	Celkem	100	-	70	30	80	64	144

Z uváděných údajů je zřejmé, že v podmínkách ČR, kde je energetická výroba stále ještě založena převážně na spalování tuhých paliv, jsou teplárenské systémy s kombinovanou výrobou elektrické energie a tepla na bázi tuhých paliv zcela zřejmě energeticky nejefektivnějším řešením. Méně výrazné rozdíly a složitější úvahy o hodnocení efektivity zaznamenáváme u systémů využívajících ušlechtilá paliva.

3.7 Význam teplárenských zdrojů pro ES

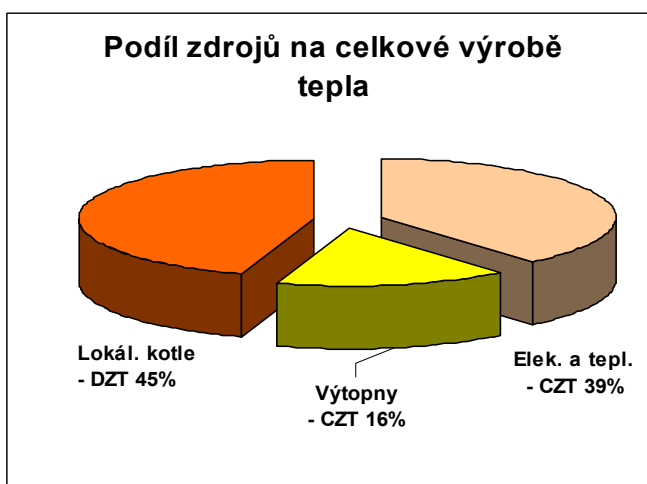
Podíl jednotlivých typů zdrojů na celkové výrobě elektrické energie v ČR v roce 2003

Roční výroba elektřiny z :	TWh/r
Uhelných elektráren a tepláren	53,0
Plynových elektráren a tepláren	2,6
Jaderných elektráren	25,9
Obnovitelných zdrojů energie	1,5
Výroba elektřiny celkem	83,0



Podíl jednotlivých typů zdrojů na celkové výrobě tepla v ČR v roce 2003

Roční výroba užitného tepla z :	PJ/y
Elektráren a tepláren - centralizovaně	156
Výtopen - centralizovaně	64
Lokálních kotlů - decentralizovaně	180
Výroba užitného tepla celkem	400



Základní bilance výroby, dodávky a spotřeby elektrické energie

Svorková výroba elektrické energie celkem	83 TWh
Vlastní spotřeba zdrojů elektrické energie	- 6 TWh
Dodávka elektrické energie ze zdrojů celkem	77 TWh
Saldo obchodní bilance import – export	-17 TWh
Dodávka elektrické energie pro tuzemský trh	60 TWh
Ztráty v přenosových a distribučních sítích	-6 TWh
Tuzemská spotřeba elektrické energie celkem	54 TWh

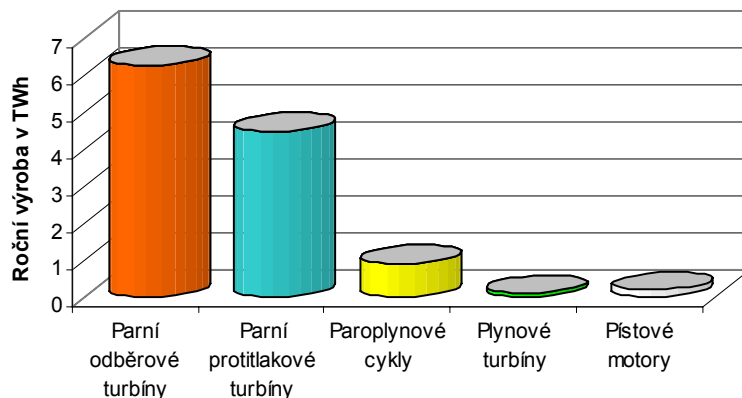
Základní bilance výroby, dodávky a spotřeby tepla v roce 2003

	Teplo z CZT	Teplo z DZT	Teplo celkem
Výroba tepla ve zdrojích celkem	220 PJ	180 PJ	400 PJ
Vlastní spotřeba zdrojů tepla	-10 PJ	-	-10 PJ
Dodávka tepla ze zdrojů celkem	210 PJ	180 PJ	390 PJ
Ztráty v tepelných sítích celkem	- 30 PJ	-	- 30 PJ
Tuzemská spotřeba tepla celkem	180 PJ	180 PJ	360 PJ

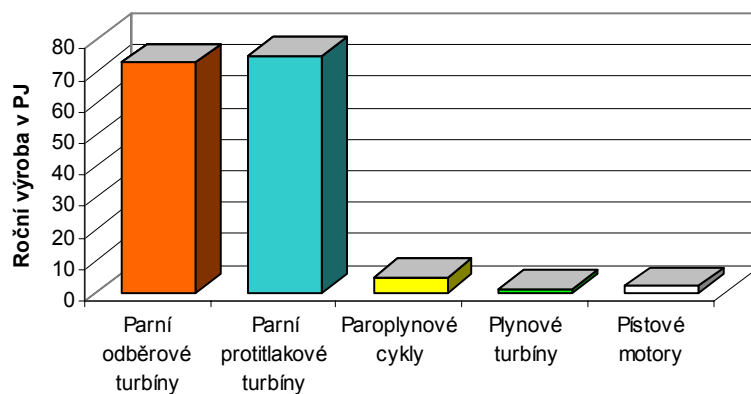
Struktura výroby elektřiny a tepla ve zdrojích KVET

Technologie výroby	Elektřina [TWh/r]	Teplo [PJ/r]
Kondenzační odběrové turbíny	6,3	73
Parní protitlakové turbíny	4,5	75
Paroplynová zařízení s dod. tepla	0,9	5
Plynové turbíny s rekuperací tepla	0,1	1
Spalovací pístové motory s rek. tepla	0,2	2
Ostatní technologie KVET	0	0
Technologie KVET celkem	12	156

Struktura výroby elektřiny ve zdrojích KVET



Struktura výroby tepla ve zdrojích KVET



Základní bilance výroby, dodávky a spotřeby energií ze zdrojů KVET

Zdroje KVET celkem	Elektřina	Teplo
Výroba ve zdrojích KVET celkem	12,0 TWh	156 PJ
Vlastní spotřeba zdrojů KVET	-1,5 TWh	- 8 PJ
Dodávky do distribučních sítí	10,5 TWh	148 PJ
Ztráty v distribučních sítích	-1,0 TWh	- 21 PJ
Dodávky spotřebitelům celkem	9,5 TWh	127 PJ