

Potenciál úspor energie při přechodu CZT pára-horká voda

Dílo bylo zpracováno za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie na období 2017–2021 – program EFEKT 2 pro rok 2020

listopad 2020

Obsah

1	Uvedení do problematiky	5
1.1	Zaměření publikace	5
2	Historie a současnost teplárenství	7
2.1	Evropský kontext	7
2.2	Český kontext	10
2.2.1	Podrobnosti k teplárenským soustavám v ČR za rok 2019	12
3	Legislativní úprava	14
3.1	Úroveň EU	14
3.2	Úroveň ČR	16
3.2.1	Cena tepla	17
3.2.2	Teplárenství a emisní povolenky	19
4	Výpočet tepelných ztrát	21
4.1	Ztráty mechanické	21
4.2	Ztráty tepelné	22
4.3	Materiály používané v teplárenství	27
4.4	Bilance teplárenských provozů a lokálních topidel	30
5	Rešerše systémů CZT pro velká města a provozy v ČR	34
6	Stanovení možných úspor	41
6.1	Vyhodnocení úspory ztrát tepla a úspory emisí při změně parních sítí na horkovodní síť	41
6.2	Úspory v kontextu České republiky	45
6.3	Shrnutí	47
7	Závěr	49
	Seznam zkratk	50
	Zdroje informací	52

1 Uvedení do problematiky

Soustavy centralizovaného zásobování teplem (SCZT) patří k rozšířeným způsobům zajištění tepla pro obyvatele, a to především ve městech a velkých aglomeracích. Výroba a distribuce tepelné energie skrze centralizované zásobování teplem (CZT) při správně nastavených provozních parametrech představuje nejefektivnější a k životnímu prostředí nejšetrnější způsob vytápění a ohřevu vody. V poslední době tomuto způsobu konkurují lokální zdroje, které se dostávají na podobné provozní náklady vztažené na jednotku tepelné energie. Ačkoliv může být využívání domácích topidel ekonomicky přibližně srovnatelné, z hlediska energetické účinnosti a ekologie je CZT daleko příznivější. V Česku je zásobováno přibližně 40 % domácností pomocí centralizovaného zásobování teplem, což je přibližně 1,5 mil. domácností, tedy 4 mil. obyvatel. Přibližně 60 % výroby tepla probíhá pomocí kombinované výroby elektřiny a tepla (KVET), která je energeticky efektivnější, než samostatná výroba tepla (přibližně o 30 %). V roce 2019 se pomocí KVET vyrobilo 99 TJ tepla z celkových 161 TJ (výroba tepla brutto) a zákazníci odebrali 88 TJ tepla. Celkový instalovaný tepelný výkon výroben tepla ke konci roku 2019 byl 41 GW. Většina tepla (51 %) je v Česku vyráběna z uhelných zdrojů (hnědé uhlí, černé uhlí, koks), dále jsou zastoupeny plynové zdroje ve výši 31 % (zemní plyn, bioplyn, ostatní plynná a kapalná paliva) a zbylá část připadá na ostatní zdroje (zejména biomasa a odpadní teplo), a to ve výši 18 %. Na straně dodávky tepla je dominance uhelných a plyných zdrojů nad ostatními ještě výraznější (57 : 34 : 9 %).

První tepelné sítě vznikaly již ve 20. letech 19. století (Holešovická elektrárna, Ústí nad Labem, Brno – Špitálka), ale teprve po druhé světové válce následoval bouřlivý rozvoj SCZT. Kvůli jednoduchosti přenosu tepelné energie ke spotřebiteli bez zřetele na energetické ztráty a maximální možné teplotě média byly tepelné sítě až do konce tisíciletí koncipovány jako parní (parovody). Nyní jsou v oblasti dodávek tepla pro domácnosti, administrativu a služby parovody postupně nahrazovány horkovody, a to zejména s ohledem na účinnost rozvodu tepelné energie v soustavě (spotřeba primárních paliv a ceny emisních povolenek). V těchto ohledech parovody dosahují tepelných ztrát okolo 20 %, což nejen že vyžaduje vyšší spotřebu paliva na krytí tepelných ztrát, ale také prodražuje cenu tepla koncovým odběratelům. Se vzrůstající důležitostí energetický úspor, dožívajících liniových staveb (parovodů), snižování energetických potřeb domácností a průmyslu (investice do zateplování a energetické efektivity provozů) a přecházení části zákazníků na decentralní zdroje tepelné energie přestala být pára vhodným tepelným médiem a bylo nutné tepelnou síť modernizovat a přebudovat na teplovody či horkovody. Rozvoj přestaveb z velké části podnítila možnost získat na tyto finančně náročné rekonstrukce dotace z (nejen) evropských fondů. Přestavbou parovodů na horkovody zajistí provozovateli zdroje snížení tepelných ztrát vlivem modernizace tepelných sítí (nová potrubí – vyšší tepelná izolace, nižší součinitel tření spolu s nižšími tepelnými ztrátami díky nižší teplotě média). V současné době existenčních problémů zdrojové základny s vícenáslednými v podobě emisních povolenek je maximální efektivita a zajištění konkurenceschopné ceny tepla pro zákazníky klíčovým faktorem.

1.1 Zaměření publikace

Cílem je zpracování širšího přehledu o aktuálních možnostech zejména v oblasti energetických úspor soustavami CZT. Publikace je určena pro širokou laickou i odbornou veřejnost, pro studenty vysokých škol (technického i netechnického zaměření) a také pro decizní sféru (MPO, MŽP, ERÚ, OTE). V publikaci jsou přehledným způsobem představeny informace z veřejně dostupných zdrojů a jsou dány do kontextu pohledu konzultační společnosti, která se energetikou zabývá více než 70 let. Výstupem publikace je podrobný souhrn možných provozních opatření a navazujících doporučení. Součástí publikace je grafický přehled možných úspor v CZT v jednotlivých krajích.

Tato publikace si bere za cíl stanovit možnosti dosažení energetických úspor v soustavách CZT v ČR ve městech nad 10 000 obyvatel, a to sumárně, pakliže by Česká republika přešla plošně ze systému

parovodů na rozvod horké/teplé vody v rozsahu celého CZT. Právě na základě parametrů soustavy rozvodů tepla a výši odběrů lze stanovit potenciál výše úspor energie, a to snížením energetických ztrát v potrubních rozvodech. Důvodem dosažení úspor je vyšší měrná tepelná kapacita vody a vylepšení parametrů izolace nových horkovodů. Efekt navyšování účinnosti rozvodu tepla se promítá do efektivity provozu výroben tepla, tedy i do výše emitovaných škodlivých látek a skleníkových plynů.

Publikace slouží čtenáři pouze jako úvod do této obsáhlé problematiky. Výsledky studie je proto nutno vnímat v jejím kontextu a s ohledem na časovou i finanční dotaci, tedy jako indikativní a vyzývající na mnoha místech k podrobné analýze a další diskuzi.

2 Historie a současnost teplárenství

Kapitola je úvodem do historie teplárenství a pohledem na současný stav. O teplárenství, ve smyslu budování prvních důmyslnějších soustav, můžeme mluvit už v souvislosti se starým Římem, přibližně v prvním století našeho letopočtu, kdy Římané využívali parovody pro vytápění domů a velkých komplexů. Vývoj byl od té doby postupný a vytápěná domácnost mimo oblast kuchyně patřila dlouho k privilegiím bohatých. Do dnešní podoby se teplárenství začalo formovat až v druhé polovině 19. století a postupně začal být kladen důraz na teplo, jako jednu ze základních lidských potřeb, což byl významný moment pro centrální zásobování teplem. V druhé polovině 20. století zaznamenává CZT zásadní rozvoj spolu s rozvojem průmyslu a urbanizace. 21. století znamená pro teplárenství a centrální zásobování nové výzvy především z pohledu ekologizace provozů a tlaku na pokles využívání fosilních paliv. Pozorujeme i celkový trend decentralizace, stejně jako v elektroenergetice, a je ohledně toho vedena velká diskuze, kdy se projevuje odlišný pohled a vnímání CZT mezi jednotlivými státy.

Do budoucna bude teplárenství ovlivňováno další liberalizací energetického trhu a globalizací světové ekonomiky, mezinárodními úmluvami o ochraně planety a legislativními normami a energetickou politikou zemí EU. Důsledkem těchto vlivů bude zejména další intenzifikace a racionalizace teplárenství. Směřujeme k vyšší unifikaci a modularitě jednotlivých technologických prvků. Budou mnohem více využívány OZE, kogenerace, akumulace a nové systémy budou provozovány při nižších teplotách a tlacích (Karafiát, nedatováno).

2.1 Evropský kontext

Často se mluví o tom, že české teplárenství a systémy CZT jsou v evropském i světovém měřítku unikátní, ale je to pravdou jen částečně. Celkově lze říci, že v Evropě (včetně celého Ruska) je zásobováno systémy CZT zhruba 100 milionů domácností, což znamená zhruba 250 milionů lidí. Čistě v EU se pak CZT podílí zhruba na 9 % dodávek tepla (Euroheat, 2017). Avšak mezi jednotlivými zeměmi jsou značné rozdíly v tom, jaký podíl na teplárenském trhu systémy CZT zaujímají a jak jsou rozvinuty. To souvisí s určitou specifičností celého sektoru. Teplárenství a CZT má v různých geografických lokalitách rozdílný význam. Velký rozdíl můžeme najít v přístupu vlád v jižních a severních státech, kdy především v severních státech je na dodávky tepla pohlíženo jako na nezbytnou komoditu pro život. Dále je vždy lokálně specifické svou formou, použitými zdroji i cenou. V každém státu se teplárenství skládá z určité míry z centrálního a decentrálního vytápění, dle použité technologie má různé dopady na životní prostředí, častými zdroji tepla je uhlí, zemní plyn a biomasa. Státy, které mají tu možnost, využívají i geotermální energie. Energetická náročnost teplárenského sektoru je vysoká, v Evropské unii je pro vytápění spotřebováno přes 50 % finální energetické spotřeby.

Základy současné podoby teplárenství položili ruští technici, kteří postavili první ústřední vytápění za vlády Petra I. Velikého na začátku 18. století, nejzachovalejší je v Letním paláci v Petrohradě. K rozmachu centrálního vytápění teplem přispělo využívání uhlí a především vynález žebrovaných radiátorů, první vyrobil Franz Karlovič San-Galli v roce 1855 v Petrohradě. První moderní systém dálkového vytápění byl ale postaven v New Yorku inženýrem Birdsem Hollyimem, výstavba začala v roce 1877 a uveden do provozu byl v roce 1882. V roce 1901 je pak v New Yorku postaveno prvních 70 centrálně vytápěných panelových domů, sloužící jako ubytovna dělníků a kanceláře. Tou dobou mluvíme o tzv. první generaci CZT, založené na výrobě páry spalováním uhlí. Systém byl založený na velmi vysokých teplotách, v důsledku toho zde byly problémy s velmi nízkou efektivností, spolehlivostí a bezpečností.

Většina systémů ve střední a východní Evropě má své kořeny v největší éře vzniku těchto soustav, tj. v 50.–60. letech minulého století, v období komunismu, kdy výstavba rozsáhlých centralizovaných systémů odpovídala idejím socialistického plánování, ekonomického rozvoje a řízené urbanizace. Za

komunistické éry poskytovaly soustavy CZT energetické služby jak průmyslu, tak domácnostem. Této době dominuje tzv. druhá generace CZT, která se začala rozvíjet po druhé světové válce a stavěla se až do 70. let. Byla založena na spalování uhlí a ropy, kdy teplota páry převyšovala 100 °C, pro přepravu páry bylo využíváno betonové vodní potrubí. Výhodou oproti první generaci byla větší úspora energií, která byla ještě vyšší při využití KVET. Tento systém CZT je také označován jako sovětský styl CZT a byl velmi využíván i v západních státech.

V západních státech byly hybatelem rozvoje CZT především energetické krize v 70. letech, po kterých byla snaha zvýšit bezpečnost dodávek tepla, zajistit stabilitu dodávek a snížit cenu tepla. Tou dobou byla vyvinuta třetí generace CZT a následně široce rozšířena do systémů CZT po celém světě. Je to tzv. Skandinávská technologie, která přednostně využívá pro systémy CZT domácí zdroje energie jako je uhlí, biomasa a odpad. V některých systémech se využívalo i geotermální a sluneční energie. Třetí generace používá prefabrikované, předem izolované potrubí, které jsou přímo uloženy v zemi i nad povrchem, je v nich možné přenášet teplo o nižších teplotách (obvykle pod 110 °C) a mají nižší tepelné ztráty.

V současnosti mluvíme o rozvoji čtvrté a páté generace, které jsou specifické zvyšováním energetické efektivity (mimo jiné využívají nižších teplot 4. generace do 70 °C a 5. generace do 45 °C), využíváním jiných než fosilních paliv a snahou snižovat cenu tepla. Stále je ale velké množství CZT třetí generace, která je méně efektivní a jako zdroj energie využívá uhlí, zemní plyn, biomasu a odpad.

Obecně můžeme evropské státy rozdělit na:

- státy s velkým podílem CZT, nad 50 % (např. Island, Rusko, Dánsko, Finsko),
- státy se středním podílem CZT, nad 20 % (např. ČR, Polsko, Rumunsko, Švédsko, Slovensko),
- státy s nízkým podílem CZT, nad 5 % (např. Bulharsko, Maďarsko, Slovinsko, Německo, Rakousko),
- a státy s nerozvinutým CZT, pod 5 % (např. Španělsko, Francie – výjimkou je Paříž, Itálie, Nizozemí, Norsko, Velká Británie, Švýcarsko).

Systémy centrálního zásobování teplem se v současné době musejí vyrovnávat s řadou výzev. Patří mezi ně rostoucí náklady na provoz, související s tlakem na ekologizaci provozů, systémem obchodování s emisními povolenkami (EU ETS), volatilita cen paliv a odpojování zákazníků, kteří chtějí přejít na levnější zdroj. Řada těchto vlivů úzce souvisí s dopadem na urychlování technologického rozvoje a zaváděním novinek do praxe, ale také s legislativními opatřeními EU a změnou perspektivy nahlížení na celý sektor.

Tyto nastíněné skutečnosti vedly k rozsáhlé diskuzi v rámci jednotlivých států o současné podobě systémů CZT a možnostech jejich transformace. Tato diskuze však probíhala či probíhá jak za dlouholetého opomíjení otázky na mezinárodním poli, tak za nedostatečného vědeckého pokrytí technických, politických a ekonomických aspektů, které se k sektoru váží. Formulaci obecných doporučení navíc komplikují specifika systémů na lokální úrovni a skutečnost, že efektivní reforma sektoru bude dost možná vyžadovat odhalení rizik jednotlivých soustav zvláště spíše než hledání univerzálního řešení.

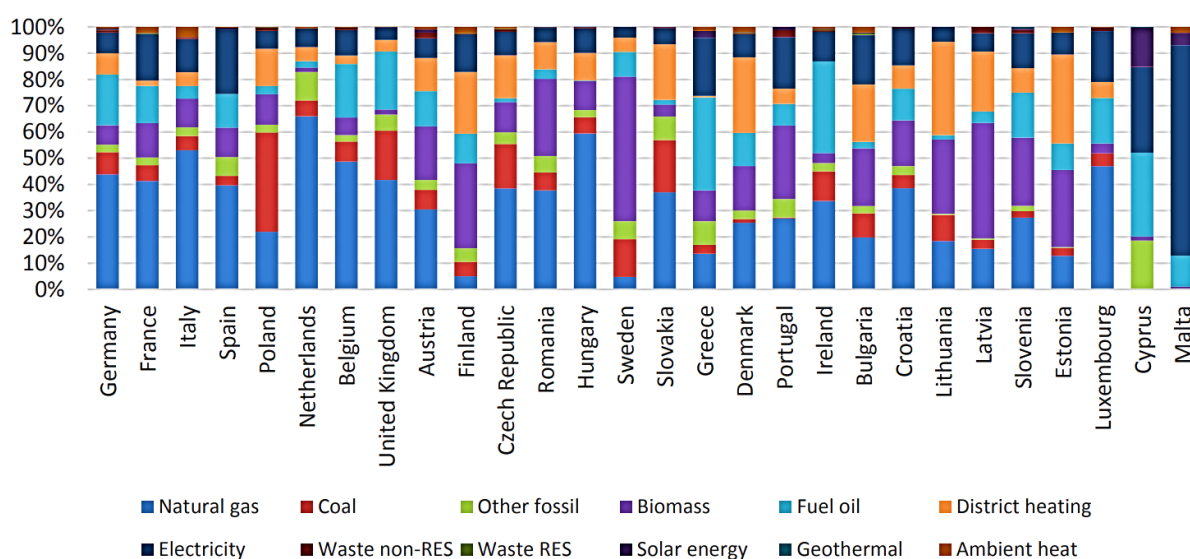
Mezi argumenty pro udržení a rozvoj CZT patří obavy o energetickou bezpečnost a environmentální otázky. Bez ohledu na řadu technologických, ekonomických či infrastrukturních obtíží lobbují proponenti soustav CZT za jejich udržení coby lokálního, efektivního a udržitelného způsobu zásobování teplem. Investice do energetické efektivity systémů CZT může mít dle jejich zastánců řadu benefitů jak pro národní ekonomiky, tak pro rozpočet běžných domácností, jako např. snížení spotřeby fosilních paliv, redukce emisí, přispění k ekonomickému rozvoji a společenské prosperitě (Poputoaia & Bouzarovski, 2010). Toto pojetí vedlo na řadě míst ke snahám modernizovat či dokonce rozšiřovat soustavy CZT. Není však pochyb o tom, že bez ohledu na toto pozitivní vnímání čelí systémy CZT řadě strukturálních

výzev, a tak i pohled na CZT se mezi státy a lidmi rŕzní. Někde je vnímán občany i průmyslem pozitivně, jako dobré efektivní a udržitelné řešení využívající pokročilé technologie, jinde spíše negativně v důsledku nedostatku investic, a tudíž degradaci infrastruktury, nepříznivé cenové regulaci, nebo nízké kvalitě.

Z tohoto pohledu tak můžeme rozdělit evropské státy na:

- státy s rozvíjícím se CZT (např. Dánsko, Finsko, Německo, Rakousko, Slovinsko),
- státy se stagnujícím CZT (např. Česká republika, Bulharsko, Estonsko, Litva, Polsko, Slovensko, Rusko),
- státy s ŕtlumem CZT (např. Lotyšsko, Mařarsko, Rumunsko).

Obrázek 2.1 Konečná energetická spotřeba pro vytápění a chlazení, podíl zdrojů EU (2012)



Poznámka: Aktuálnější data v tomto uceleném formátu nejsou k dispozici, proto je nutné vzít v ŕvahu určité nepřesnosti způsobené vývojem a transformací CZT v jednotlivých členských státech.

Zdroj: European Commission 2016

Jak je výše nastíněno, technická vyspělost systémů se velice rŕzní, v řadě států je problém zastaralých systémů zásobování teplem, které jsou neefektivní, drahé a více než polovina CZT stále vyrábí teplo z fosilních paliv (problém ve státech se stagnujícím CZT a s ŕtlumem CZT). Existují zde ale i příklady efektivních a dobře fungujících soustav, které využívají systémy CZT, které jsou mnohem účinnější než jednotlivé plynové a spalovací kotle a emitují méně CO₂. Široce využívané jsou například kogenerační jednotky (KVET) využívající přebytečné energie z výroby elektřiny pomocí fosilních paliv nebo biomasy k výrobě tepla distribuovaného prostřednictvím dálkového vytápění. Využívání KVET by se díky mnohým svým výhodám, celkovému pozitivnímu vnímání a podpoře ve strategických dokumentech jednotlivých států i EU mělo do budoucna rozšiřovat.

Evropská unie v sektoru teplařenství vnímá velký potenciál pro transformaci, do budoucna tak budou podporovány alternativní technologie a bude vyvíjen tlak na zvyšování efektivity vedoucí k dosažení rámcových cílů EU. Mezi zdroje tepla, které jsou podporovány patří tepelná čerpadla, geotermální a solární energie, odpadní teplo z průmyslu, jaderných elektráren atd., spalování odpadu a biomasy. V reflexi současného rozvoje elektroenergetiky směrem k OZE je výhodou CZT, že zároveň může fungovat jako určitý zdroj flexibility, kdy se využije akumulace termální energie.

2.2 Český kontext

Konec 19. století a počátek 20. století v českých zemích předznamenal větší využití páry z parních strojů pro výrobní procesy a vytápění textilních továren, papíren, cukrovarů atd. Spolu s tím můžeme datovat počátek rozvoje zásobování teplem v našich zemích.

První stejnosměrná elektrárna v Praze-Karlíně zahájila dodávku páry o tlaku 0,35 MPa pro školu a radnici již v roce 1895. Elektrárna v Holešovicích dodávala přibližně od roku 1900 menší množství páry pro spotřebitele v okolí, dodávání tepla do oblasti horních Holešovic začalo v roce 1929 a do dolních Holešovic 1930. V roce 1919 vznikla historicky první městská teplárna v Ústí nad Labem. V roce 1923 navštívil profesor Vladimír List New York, aby se podíval na první moderní dálkově vytápěný systém z roku 1877 a inspiroval se jím pro první teplárnu v Brně. Následně zde byla v roce 1930 uvedena do provozu na tehdejší dobu nejmodernější teplárna s práškovými kotli v Evropě.

Tyto milníky jsou součástí první éry, kterou můžeme označit za období zakládání prvních soustav zásobování teplem mezi 20. a 40. lety minulého století. K hlavním důvodům jejich rozvoje patřil především rozvoj průmyslové výroby ve městech a nutnost velkého množství tepla pro technologické účely a také pro nově vznikající byty v dělnických čtvrtích. Svůj význam měl i rozvoj elektroenergetiky, projevující se potřebou nových větších energetických zdrojů pro provoz místních, nebo regionálních elektrizačních soustav. Řešil také problémy s dopravou a skladováním paliva (v té době převážně uhlí) a omezil negativní vliv spalování díky rozptýlu kouřových plynů pomocí vysokých komínů a svozem zbytků po spalování (škváry a popílku) na úložiště (Karafiát, nedatováno).

V Československu si v té době udržovaly vedoucí postavení v teplárenství teplárna Holešovice a teplárna Brno. Obě tyto teplárny se na tehdejší dobu vyznačovaly poměrně velkým podílem výroby elektřiny s moderním a progresivním rozvodem tepla. České teplárenství, které se velmi rychle rozvíjelo a bylo na velmi dobré technické úrovni, bylo založeno na dodávce tepla formou páry a spalování tuhých paliv. To vedlo později k obtížím spočívajících v tom, že centra měst byla vybavena parními rozvody tepla na vysoký tlak páry (až 1,4 MPa). Tento velký odběr páry citelně snižoval podíl elektřiny získané při kombinované výrobě elektřiny a tepla. První období lze charakterizovat jako éru parních soustav s městskými teplárenskými zdroji spalujícími tuhá paliva.

Teplárenství zaznamenalo výrazný růst po druhé světové válce, 50. a 60. léta znamenají největší rozvoj velkých teplárenských soustav. Hybatelem je extenzivní rozvoj těžkého průmyslu, vyvolávající stále zvyšování energetické spotřeby, celkové zvyšování energetické náročnosti a koncentraci pracovních sil do průmyslových aglomerací. Dodávky tepla vyžadovala rostoucí sídlištní bytová výstavba s velkou hustotou obyvatelstva a energeticky náročný průmysl (těžké strojírenství, hutnictví atd.). Zároveň zapadala do propojování regionálních elektrizačních soustav do jednotného propojeného systému. Byla velká snaha o dostupnost energie v neomezeném množství pro všechny obyvatele, což vedlo k rozvoji teplárenství a systému zásobování teplem. Výstavba soustav zapadala do způsobu centrálního plánování a přerozdělování finančních zdrojů, který preferoval velké stavby na úkor rozptýlených drobných projektů a iniciativ. V té době mluvíme o rozsáhlých soustavách v průmyslových a vysoce urbanizovaných aglomeracích na Ostravsku, v severních Čechách, v Praze, Plzni, Hradci Králové a východních Čechách. Byly využívány tepelné napáječe a horkovodní rozvody, na tuto dobu se dalo stále hovořit o moderních systémech. Avšak odvrácenou stranou bylo zanedbávání inovací, rekonstrukcí a efektivnějšího řízení. Výsledkem toho bylo značně rozšířené centralizované zásobování teplem, ale i jeho nízká technická úroveň.

V období 70. a 80. let byl rozvoj teplárenství ovlivňován budováním satelitních panelových sídlišť s okrskovými centralizovanými zdroji tepla a nástupem topných olejů a později i zemního plynu, jejichž spotřeba byla bilančně plánovaná. Projevil se ale celkový nedostatek investičních prostředků. Důsledkem této éry bylo budování sice relativně levných, ale energeticky vysoce náročných sídlištních

soustav se sídlištními kotelny. Jednalo se také o plánování rozsáhlých soustav, které ale nebyly vzhledem k nedostatku finančních prostředků realizovány a zůstalo pouze u nejlevnějších výtopených řešení (např. soustavy Brno-Sever či Praha-Třeboradice). Toto období 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.

90. léta minulého století a první dekáda 21. století neboli doba změn společenského klimatu, znamenala pro teplárenství zásadní obrát. Postupná liberalizace cen paliv a energií, utváření konkurenčního prostředí, příchod zahraničních investorů a dostupnost nejmodernějších teplárenských technologií otevřely nové možnosti. Zároveň jsou sektoru kladeny nové výzvy v souvislosti s přijímáním nových ekologických norem a vytvářením nového energetického zákona, které souvisely s procesem sblížení české legislativy s legislativou a standardy EU. Probíhá také rozsáhlá privatizace a municipalizace sektoru. Tyto procesy vedly ke vzniku různých forem vlastnictví a řady různých přístupů ke správě systémů centrálního zásobování tepla, které zdůraznily již tak specifické lokální podmínky.

Jako důsledek výše uvedených vlivů se projevila stagnace v zakládání nových soustav (mimo soustavy na biomasu), ale došlo i k intenzifikaci celého procesu s velkým důrazem na efektivitu. Typickými novými prvky ve zdrojích jsou fluidní kotle, odsiřovací zařízení, kogenerační jednotky a další. 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. Proces odsiřování a denitrifikace provozů, který probíhal v 90. letech, byl významným milníkem ekologizace českého teplárenství i elektroenergetiky. Celé toto období tak můžeme charakterizovat jako éru ekologizace a racionalizace provozu existujících zdrojů a soustav zásobování teplem. Nebo jako dobu nástupu využívání alternativních paliv a zdrojů energie a hledání dlouhodobé koncepce v případě nedostatku základního paliva, čímž je hnědé uhlí. Na straně odběratelů jde rovněž o racionalizaci spotřeby související jak s rostoucí cenou energií, která už více odpovídá reálné tržní ceně, tak proměnou postoje k využívání fosilních zdrojů. Projevuje se například v komplexním zateplování, výměně oken a regulování domovních otopných soustav, což vede ke snížení odběru tepla.

Teplárenství v České republice se v současnosti vyznačuje velkým množstvím malých, středních a velkých zdrojů a rozvodných zařízení s různými teplárenskými nebo výtopenými technologiemi. Celková délka tepelných sítí v ČR je 10 000 km. Z tepláren, výtopen, elektráren, závodních energetik a blokových kotelů, tedy ze zdrojů mimo byt je v České republice teplem zásobováno téměř 1,6 milionu domácností, což je skoro 40 % domácností. Vedle toho dodávají teplárny teplo i pro tisíce společností, provozoven, obchodů, úřadů, škol, nemocnic a dalších odběratelů v dosahu jejich tepelných sítí. Více než dvě třetiny tepla jsou v teplárnách získávány v ekologicky čisté a k životnímu prostředí šetrné kombinované výrobě elektřiny a tepla – kogenerací, která šetří až třetinu paliva oproti oddělené samostatné výrobě tepla a elektřiny.

V posledních letech ale čelí tuzemské teplárny a výtopeny mnoha výzvám. Celkově lze shrnout, že stagnace sektoru teplárenství vyplývá především z poklesu spotřeby tepla, který je logickým důsledkem následujících hlavních faktorů:

- Masivní zateplování bytových domů, především v panelových sídlištních, což je postupný proces probíhající v posledních zhruba 20 letech. Do budoucna je nutné počítat s tím, že zatím nezateplené objekty budou i nadále rekonstruovány, ale nepůjde již o masový proces. To je problém zejména u starších staveb v historických centrech, kde jsou možnosti zateplování omezeny.
- Průběžné omezování potřeby průmyslového tepla, které je důsledkem změny struktury průmyslu – přechod od výroby v těžkém průmyslu do jiných průmyslových odvětví.

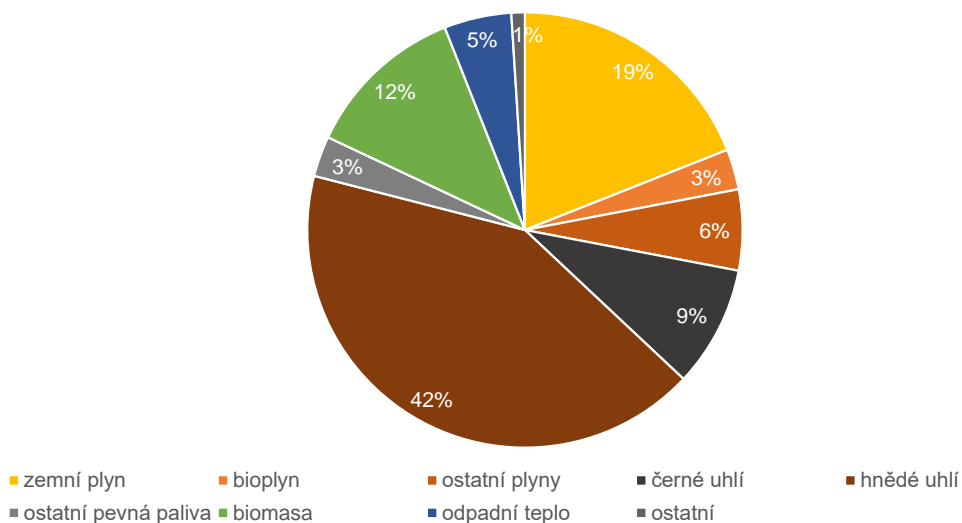
- Významné omezení ztrát v rozvodech tepelné energie mezi teplárnami a předávacími stanicemi. V těchto případech jde mnohdy i o desítky procent celkových objemů tepla. Spolu s výměnou potrubí a jejich dokonalým zateplením má značný vliv i změna teplotního média z páry na horkou vodu. Výměny potrubí jsou ale technologicky náročným procesem a jsou rozvrženy do řady let. V případech, kdy je pro průmysl potřeba tepelná energie o vysoké teplotě však záměna páry za horkou vodu není možná.
- Transformace palivových zdrojů, kdy historicky bylo české teplárenství postaveno na spalování domácího hnědého a černého uhlí. Z hnědého uhlí se ještě na začátku 21. stol. vyráběla více jak polovina tepla. Nyní dochází v důsledku tlaků na ekologizaci provozu a ukončování spalování uhlí k postupnému poklesu využívání z uhlí, zvyšování podílu zemního plynu a největší nárůst má biomasa. Do budoucna je předpoklad zrychlení tohoto trendu.
- Nerovností, na kterou upozorňuje Teplárenské sdružení ČR, je zdanění, poplatky a normy, které jsou zavedeny pouze pro teplárenské zdroje a nejsou nijak promítnuty pro domácnosti, které mají svůj vlastní zdroj. Přičemž při srovnání ekologických dopadů spalování je zřejmé, že při lokálním vytápění vznikají vlivem nedokonalého spalování mnohé nebezpečné škodliviny, které jsou vypouštěny do ovzduší. Teplárny jsou sice velkým emitentem škodlivých emisí, nicméně na provoz se vztahují mnohé přísné normy, které minimalizují negativní dopad pro okolí. Teplárenské zdroje jsou většinou provozovány mimo obytné části. Srovnáme-li teplárenské zdroje s domácím spalováním tepla, kde jednoduše řečeno co dům, to jeden kotel a komín, je výhodou velkých spaloven jeden vysoký komín, který pomáhá lepšímu rozptylu.
- Významný dopad má i teplé počasí, které způsobuje pokles spotřeby, například mezi roky 2018–2019 poklesla spotřeba tepla na vytápění a ohřev vody o šest až osm procent. To spolu s rostoucími náklady na výrobu (rostoucí cena emisních povolenek, rostoucí náklady na provoz související s tlakem na ekologizaci provozů, volatilita cen paliv) vytváří velký tlak na teplárny a udržení jejich provozu.

Dalšími faktory mohou být pokles produkce těžkého průmyslu a odpojování zákazníků v důsledku přechodu na jiné alternativní vytápění kvůli ceně. V každém případě lze ale konstatovat, že odpojování spotřebitelů od veřejných teplárenských sítí se v podmínkách České republiky zatím nestalo masovou záležitostí. Šlo o ojedinělé případy, například o rozpad teplárenské sítě v Jablonci nad Nisou. Je žádoucí, aby i do budoucna velké teplárenské zdroje zůstaly spolehlivými centrálními dodavateli tepla. Základem takového procesu musí být situace, kdy spalování uhlí nebude znevýhodňováno finančními opatřeními (ať už budou jakéhokoli charakteru). Nezanedbatelný vliv má také všeobecná informovanost, zejména uvádění plnohodnotných a nezkreslených informací o dálkovém vytápění.

Na druhé straně je pozitivní, že dochází k připojování nových objektů. Jsou to nově vystavěné městské čtvrti s větší hustotou osídlení nebo průmyslové a technologické parky. Tuto novou spotřebu tepla lze realizovat jen v případech, kdy je v blízkosti existující teplárenský zdroj a jsou dostatečně dimenzované sítě. Tam, kde stávající zdroj není, se situace řeší novými malými zdroji na bázi kogeneračních jednotek na zemní plyn nebo vysloveně lokálním vytápěním (plyn, přímotopy, tepelná čerpadla apod.).

2.2.1 Podrobnosti k teplárenským soustavám v ČR za rok 2019

V roce 2019 bylo vyrobeno celkem 161 652 TJ tepla brutto a oproti roku 2018 (162 933 TJ) došlo k poklesu o 0,8 %. Celkový instalovaný tepelný výkon vyroben tepla ke konci roku 2019 byl 41 348 MW. Dodávky tepla představovaly 87 544 TJ, což je pokles o 1,7 % oproti roku 2018 (89 062 TJ). Dodávky tepla tvořily zhruba 54 %, technologická vlastní spotřeba 6 % a ztráty 8 % z brutto výroby tepla. Nejvíce tepla bylo vyrobeno z hnědého uhlí (42 %), následuje zemní plyn (19 %) a biomasa (12 %).

Obrázek 2.2 Palivový mix vyrobeného tepla v CZT 2019 (%)

Nejvíce tepla bylo vyrobeno v Moravskoslezském kraji (19,1 %), následuje Ústecký kraj (18,7 %) a Středočeský kraj (17,1 %). Struktura výroby tepla z jednotlivých paliv se v jednotlivých krajích liší podle dostupnosti paliv. Nejvíce tepla z černého uhlí se vyrobilo v Moravskoslezském kraji (87 %), z hnědého uhlí v Ústeckém kraji (28 %), ze zemního plynu ve Středočeském kraji (21 %), z biomasy v Ústeckém kraji (37 %) a z bioplynu v kraji Vysočina (16 %).

Zhruba 32 % z brutto výroby bylo spotřebováno ve vlastním podniku nebo zařízení (převážně jde o závodní teplárny). V domácnostech bylo v roce 2019 spotřebováno 33 657 TJ, což je 42 % z celkové spotřeby, v průmyslu bylo spotřebováno 22 279 TJ (28 % ze spotřeby) a v sektoru obchodu a služeb 18 576 TJ (23 % ze spotřeby).

Z kombinované výroby elektřiny a tepla (KVET) bylo celkově vyrobeno 99 289,3 TJ užitečného tepla, což činí 65 % z výroby tepla netto. Nejvíce se užitečného tepla z KVET vyrobilo z hnědého uhlí (54,9 %), následuje biomasa (12,9 %) a zemní plyn (11,6 %). Nízký podíl užitečného tepla ze zemního plynu na teplu netto (38 %) je způsoben vyšším počtem výtopen na zemní plyn než kogeneračních jednotek. V roce 2019 bylo vyrobeno o 2,9 % méně tepla z kombinované výroby elektřiny a tepla než v roce 2018, k nárůstu došlo u výroby z biomasy (o 5,5 %) a zemního plynu (o 3,2 %). U ostatních paliv došlo k poklesu výroby užitečného tepla (ERÚ 2019).

3 Legislativní úprava

3.1 Úroveň EU

I když sektor teplárenství představuje polovinu spotřeby energie a jeho emise stále rostou, tak EU dlouhodobě neměla žádnou specifickou směrnici nebo strategii pro tento sektor. Regulační rámec teplárenství tak byl utvářen spíše zohledněním této problematiky v rámci jiných směrnic EU: pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny, průmyslové emise, obchodování s emisemi, energetickou náročnost budov, obnovitelné energie, nakládání s odpady, zdanění energie a energetickou účinnost. Rostoucí zájem o tuto oblast lze pozorovat až od roku 2012 a větší důraz až v letech 2015–2016 především v souvislosti s dekarbonizací a energetickou bezpečností. Nicméně v rámci sektoru teplárenství je CZT stále přidáván nižší význam.

Prvním významnějším dokumentem byla *Směrnice o energetické účinnosti 2012/27/EU* (součást strategie 2020¹), která měla za cíl zlepšit energetickou účinnost o 20 % do roku 2020 ve srovnání s úrovní z roku 1990 a začlenit požadavek na všechny země EU, aby stanovily národní cíle energetické účinnosti, kterých mají dosáhnout. Podporuje energetickou účinnost napříč EU prostřednictvím společného rámce opatření, která zahrnují každou fázi energetického řetězce od výroby přes přenos až po konečnou spotřebu. Pro sektor teplárenství znamenala tlak na zvyšování energetické efektivity; transparentnosti v rozdělování nákladů za služby v oblasti vytápění, chlazení a dodávek teplé vody v budovách s více byty a pro více účelů, kde jsou tyto služby sdíleny; a posílení společenských aspektů energetické účinnosti tím, že bude v navrhování schémat energetické účinnosti a alternativních opatření zohledněna energetická chudoba. Pro teplárenství je také významný čl. 14. Podpora účinnosti při dodávkách tepla a chlazení. Klíčový princip je dosažení účinného dálkového vytápění a chlazení, tedy nejméně 50 % obnovitelné energie nebo 50 % odpadního tepla nebo 75 % kombinované výroby tepla nebo 50 % kombinace takové energie a tepla (čl. 2 odst. 41 směrnice 2012/27/EU).

V roce 2016 Evropská komise vydala unijní *Strategii pro vytápění a chlazení COM (2016) 51*, která představuje rámec pro integrování efektivního vytápění a chlazení do energetické politiky EU, se zaměřením na úniky tepla z budov, maximalizaci efektivity a udržitelnosti topných a chladicích systémů, podpory efektivity v průmyslu, s poukázáním na benefity. Evropská komise doporučila v rámci této strategie nárůst využívání CZT (European Commission 2016).

Dál lze zmínit zahrnutí sektoru v *Balíčku předpisů v oblasti čisté energie*. Pro teplárenství je významná *Směrnice 2018/2002* ze dne 11. prosince 2018, která reviduje směrnici 2012/27/EU. Směrnice mimo jiné udává, že do 25. října 2020 by měly být nově instalované měřiče tepla a indikátory pro rozdělování nákladů na vytápění dálkově odečitatelné za účelem zajištění nákladově efektivního a častého poskytování informací o spotřebě. Dále v revidované *Směrnici 2018/2001/EU o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů*, která udává pro teplárenství v čl. 23. cíl od roku 2021 zvyšovat každý rok výrobu tepla z OZE o 1,3 % a zvyšovat flexibilitu. Čl. 24 nařizuje vyšší informovanost zákazníků²,

¹ Rámcově jsou mimo strategii 2020 významné i strategie 2030 a 2050, které udávají a navyšují cíle pro nadcházející roky.

² Konečný zákazník musí být informovaný o energetickém výkonu a podílu OZE v systému CZT, na který je napojen.

zavádí možnost odpojení se³, zavedení zvýšení podílu RES a odpadu o 1 % ročně⁴, nebo zavedení přístupu třetí strany⁵.

V rámci Horizontu 2020 byl podpořen projekt Heat Roadmap Europe 1-4 (HRE). HRE je série 18 reportů publikovaných mezi roky 2012-2018, zaměřuje se na dlouhodobé změny, které jsou potřebné k dekarbonizaci sektoru vytápění a chlazení. V rámci něj vznikla například *Heat Roadmap Europe 2050*⁶, která byla publikována Evropskou komisí. Roadmap byla vytvořena v souladu s evropskými cíli do roku 2050 a analyzuje současný stav EU, dává výhled do budoucna a vytváří sedm scénářů vývoje, CZT v nich ale pomíjí, což je mnohými odborníky a zastánci CZT kritizováno.

Z širšího pohledu evropské legislativy je nutné zmínit *Zelenou dohodu pro Evropu* (European Green Deal EGD) a aktuální vývoj týkající se projednávaného evropského právního rámce pro klima (ECL), protože obojí má význam pro teplárenství z pohledu trendu budoucího vývoje. Klíčovým principem EGD je udržitelná budoucnost a klimatická neutralita. Mezi hlavní kroky v rámci EGD patří směřování financí k podporování ekologicky udržitelných investic, klimatický zákon (předložený v březnu 2020), podpora průmyslu a obchodu (ve formě strategie pro konkurenceschopnou, ekologickou a digitální Evropu), podpora oběhového hospodářství, udržitelného potravinového koloběhu nebo zachování přírodní rozmanitosti. Z čehož hned několik kroků je významných pro sektor teplárenství a dávají určitý signál do budoucna. Principy EGD se budou odrážet v evropské politice ještě výrazněji i v souvislosti s hospodářskou obnovou po pandemii covid-19. Je snaha, aby byla EGD východiskem pro obnovu a aby veškeré investice byly v souladu s EGD a podporovaly cíl klimatické neutrality do roku 2050. Do fondu obnovy bylo uvolněno 750 milionů eur a 30 % fondu obnovy je alokováno pro naplňování klimatických cílů (stejná alokace platí i pro víceletý finanční plán EU). Cílem ECL je ukotvit cíl klimatické neutrality EU do 2050 (schválen ER 12/2019) do legislativy a stanovit proces nastavování dílčích cílů, popř. trajektorie (2030-40-50). Součástí návrhu je stanovení vyššího cíle snižování emisí CO₂ pro rok 2030 (50–55 % oproti 1990). Návrh podporuje většina členských států i Evropský parlament, který volá ještě po vyšších cílech. Stanovení ambicióznějších cílů bude znamenat i nové investice (v této souvislosti je vytvářen Just Transition Fund a Sustainable Investment Plan), pro které hledá EK nové zdroje do rozpočtu EU (diskutované jsou nerecyklovatelné plastové obaly (0,8 eur/Kg), CBAM⁷, ETS). Vyšší ambice budou pravděpodobně znamenat i zpřísnění a rozšíření systému EU ETS. Z pohledu CZT bude pozitivně vnímáno, pokud by byly do systému EU ETS zahrnuty i ostatní formy vytápění (vč. lokálního vytápění v budovách), což by znamenalo srovnání konkurenčních podmínek. Kritické pro systémy CZT bude, pokud ke srovnání podmínek nedojde a zvýší se cena povolenek jen pro výroby nad 20 MW. Zvažovaná minimální cena povolenek by mohla přispět k snížení volatility ceny (podrobněji viz podkapitola k ceně tepla).

Do budoucna je předpokládáno, že bude teplárenství v evropské legislativě ukotveno více detailně a bude kladen i větší tlak na jeho dekarbonizaci a hlavní důraz bude kladen na energetickou efektivitu.

³ Je aplikovatelné pouze na neefektivní soustavy a do 31. 12. 2025.

⁴ Zvýšení podílu obnovitelných zdrojů a odpadního tepla/chladu nejméně o 1 p. b. jako roční průměr v období 2021–2025 a 2026–2030.

⁵ Pro dodavatele tepla z OZE a odpadového tepla. Vlastník soustavy má povinnost připojit zařízení, ale existuje možnost odmítnutí z důvodu, jako je nedostatek kapacity, nesplnění technických parametrů, nebo příliš velké dopady do ceny pro konečné zákazníky, dále je možnost zažádat o výjimku.

⁶ Dalšími výstupy jsou reporty Heat Roadmaps ze 14 členských států EU (včetně ČR).

⁷ Carbon Border Adjustment Mechanism = pohraniční mechanismus kompenzačních opatření v souvislosti s uhlíkem, jenž by měl rovněž vést k zajištění rovných podmínek v mezinárodním obchodu a k omezení přesouvání výroby do zahraničí a současně internalizovat náklady spojené se změnou klimatu do cen dováženého zboží.

3.2 Úroveň ČR

Z pohledu státní správy je teplárenství zakotveno v strategických dokumentech, např. ve *Státní energetické koncepci* (2015), která rozvoj teplárenství podporuje, i ve *Vnitrostátním plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu* (2019), který stanovuje prioritní zachování (ekonomicky i energeticky) efektivních systémů zásobování teplem, pokrytí minimálně 60 % dodávek tepla z CZT výrobou z KVET. Dále podporuje obnovu, transformaci a stabilizaci soustav zásobování teplem založenou v rozhodující míře na domácích zdrojích (jádro, uhlí, OZE, druhotné zdroje) doplněné o zemní plyn. Podporuje přechod zejména středních a menších soustav zásobování teplem na více palivové systémy využívající lokálně dostupnou biomasu, zemní plyn, případně další palivo, kdy především zemní plyn bude plnit roli stabilizačního a doplňkového paliva. A podporuje využití především větších tepláren pro dodávku regulačních služeb pro přenosovou soustavu.

Z pohledu české legislativy je teplárenství, postavení držitele licence a odběratele upravováno v rámci právních ustanovení, přesněji se jedná o:

- zákon č. 458/2000 Sb., energetický zákon a související předpisy,
- zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií a související předpisy, upravuje práva a povinnosti držitele licence a odběratele,
- zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů,
- zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů,
- Cenová rozhodnutí ERÚ,
- vyhláška č. 194/2015 Sb., o způsobu regulace cen a postupech pro regulaci cen v elektroenergetice a teplárenství,
- vyhláška č. 50/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 262/2015 Sb., o regulačním výkaznictví cena je kalkulována v souladu se zákonem č. 526/1990 Sb., o cenách.

Podrobněji k zákonu č. 165/2012 Sb., který se mimo jiné věnuje podpoře zdrojů i v sektoru teplárenství. Od roku 2021 vstoupí v platnost nový systém podpory pro nové palivové zdroje vyjma palivových zdrojů, kde je obtížné uplatnit vyrobené teplo (skládkový a kalový plyn). Tato podpora zahrnuje biomasu (s výkonem nad 200 kW), bioplyn (s výkonem nad 500 kW) vyjma skládkového a kalového plynu, a geotermální energii. O nové formy podpory budou mít možnost žádat i současné zdroje s cílem zachovat provoz energeticky efektivních výroben do roku 2030, a to z důvodu významného příspěvku k novým energetickým cílům do roku 2030 a plnění cíle v sektoru vytápění a chlazení, tzv. podpora pro zachování výroby tepla v provozu. Dále je pro spalování OZE a neobnovitelných zdrojů připravován několikastupňový systém regulace podpory.

Připravována je i nová legislativa odpadového hospodářství, v rámci které je například diskutován rok zákazu skládkování recyklovatelných a využitelných odpadů, výše skládkovacích poplatků, parametr výhřevnosti, nastavení třídicích slev, poplatků za spalování odpadů, omezení dovozu ze zahraničí, domácí kompostování nebo vážení odpadů. Tato debata je důležitá především z pohledu efektivního využívání odpadů, například nízké poplatky za skládkování nevedou k investicím do instalace moderních technologií na zpracování odpadu a např. jeho využití v teplárenství.

3.2.1 Cena tepla

Cena tepelné energie je cenou věcně usměrňovanou⁸, tzn. do ceny lze promítnout pouze ekonomicky oprávněné náklady (na zajištění spolehlivého, bezpečného a efektivního provozu a na zvyšování energetické účinnosti), odpisy, přiměřený zisk a daň z přidané hodnoty. Podmínky věcného usměrňování cen tepelné energie se nevztahují na ceny tepelné energie kalkulované a uplatňované nižší, než je limitní cena, která je stanovena v cenovém rozhodnutí. Cenovou regulaci a kontrolu provádí ERÚ.

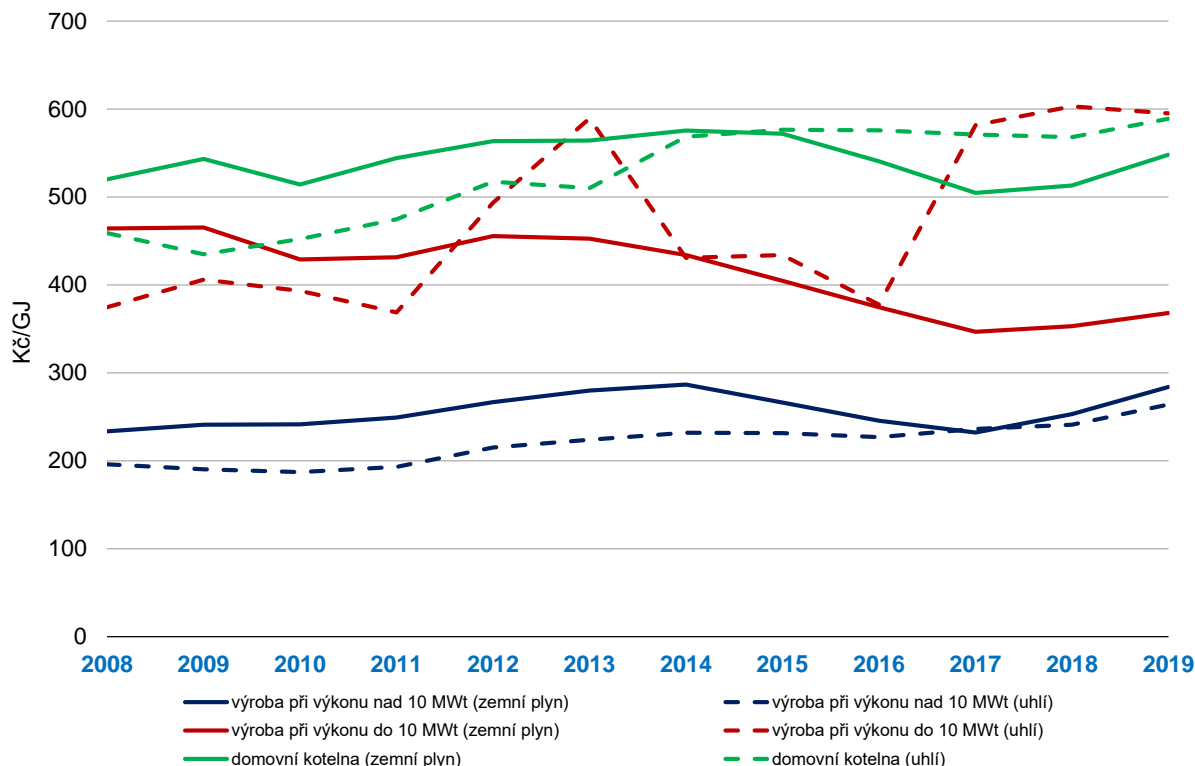
Oprávněné náklady vycházejí z údajů v účetnictví dodavatele a lze je rozdělit na dvě základní skupiny:

- Proměnné náklady (výše je přímo závislá na spotřebě tepla):
 - palivo a voda pro doplňování,
 - elektrická energie pro výrobu tepla,
 - elektrická energie pro distribuci tepla,
 - daně a ekologické poplatky (ekologickou spotřební daň⁹, poplatky za emise, nákup emisních povolenek CO₂).
- Stálé náklady, jejich výše není přímo závislá na spotřebě tepla. Pokud se spotřebuje více tepla, rozloží se stálé náklady na více dodaných GJ tepla a cena tak může klesnout. V opačném případě, kdy se spotřebuje méně tepla, se naopak cena může zvýšit:
 - odpisy zařízení – zdroj a sítě,
 - údržba a opravy zařízení,
 - mzdy a odbyt,
 - ostatní režie a pojištění.

⁸ Nejde o přímou cenovou regulaci, jako u regulovaných složek v elektroenergetice nebo teplárenství, jde o nastavení pravidel cenotvorby (ceny jsou kalkulovány regulovanými subjekty). Věcné usměrňování cen je definováno v § 6 odst. 1 zákona č. 526/1990 Sb., o cenách, a spočívá ve stanovení podmínek cenovými orgány pro sjednání cen.

⁹ Ekologická daň v případě teplárenství není vztažena přímo na tepelnou energii, ale promítá se do nákladů na palivo použité při výrobě tepla, a je tak součástí proměnných nákladů. Pokud může být dodavatel tepla od ekologické daně ze zákona osvobozen, cenové předpisy stanovují, že daň nesmí být zahrnuta do ceny tepla.

Obrázek 3.1 Vývoj cen tepla z uhlí a zemního plynu (2008–2018)



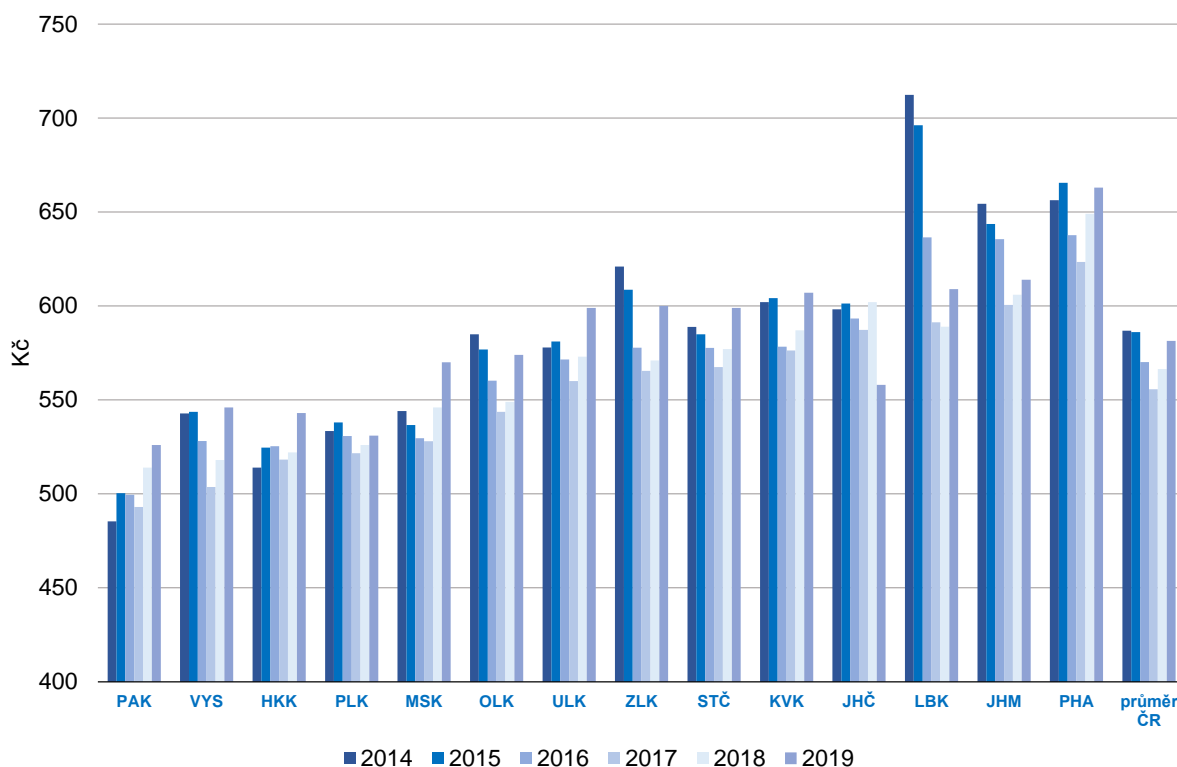
Kalkulaci cen tepelné energie je nutno tvořit samostatně pro každou cenovou lokalitu a každou úroveň předání. V cenové lokalitě se cena tepelné energie kalkuluje pro kalendářní rok pro odběrná místa na stejné úrovni předání. To znamená, že cena tepelné energie se v ČR liší výrazně i v jednotlivých krajích.

Cena tepelné energie je s odběrateli sjednána buď jako jednosložková, nebo jako dvousložková. Jednosložková cena je vztažena na jednotkové množství tepelné energie (Kč/GJ, Kč/kWh). Dvousložková cena, která je tvořena proměnnou složkou ceny vztaženou na jednotkové množství tepelné energie (Kč/GJ, Kč/kWh) a stálou složkou ceny vztaženou na jednotkové množství tepelné energie (Kč/GJ, Kč/kWh) nebo na jednotku tepelného výkonu (Kč/kW), které odpovídají příslušnému rozvodnému nebo odběrnému tepelnému zařízení.

Cenu tepelné energie může dodavatel stanovovat i samostatně pro odůvodněná odběrná místa, nesmí ale dojít k cenovému znevýhodnění ostatních odběrných míst. Může být stanovena i individuální cena tepelné energie pro dodávky se specifickým technickým charakterem, průběhem či velikostí dodávky tepelné energie nebo specifickými připojovacími podmínkami.

Nejnižší ceny tepelné energie jsou zpravidla v krajích s velkými, nejčastěji uhelnými zdroji tepelné energie, které významněji využívají kombinovanou výrobu elektřiny a tepla a rozsáhlé soustavy zásobování tepelnou energií. Nejvyšší průměrné ceny tepelné energie pro konečné spotřebitele jsou v soustavách, které při výrobě tepelné energie ve velké míře uplatňují ostatní paliva, a to v kombinaci s parními primárními rozvody.

Následující obrázek ukazuje vývoj ceny tepla dle jednotlivých krajů. Ceny za rok 2019 jsou stále předběžné, protože se cena tepla vyhodnocuje ex post.

Obrázek 3.2 Vývoj ceny tepla dle jednotlivých krajů

3.2.2 Teplárenství a emisní povolenky

Většina tepla je v České republice vyráběna ve spalovacích zdrojích nad 20 MW, které jsou povinně zařazeny do systému emisního obchodování. Část povolenek na výrobu tepla je přidělována bezplatně. Tento podíl z výpočtové hodnoty dle referenční úrovně tepla (benchmarku na teplo) však v souladu s příslušnou směrnicí EU každoročně lineárně klesá z 80 % v roce 2013 na 30 % v roce 2020. Pokračování v poklesu je předpokládáno i v dalším období.

V průběhu roku 2018 došlo v důsledku připravované změny systému EU ETS (Směrnice 2018/410 ze dne 14. března 2018) k významnému nárůstu ceny povolenek. Cena povolenek v průběhu května 2018 stoupla na úroveň cen povolenek v roce 2005, kdy byl systém zaveden, a dál posilovala. Dne 23. srpna 2018 poprvé přesáhla hranici 20 eur/t CO₂. Od poloviny roku 2018 lze na trhu s povolenkami pozorovat postupný růst cen a rostoucí volatilitu, kdy se povolenka začala chovat jako tržní komodita a začala ji ovlivňovat vysoká míra spekulace. V 3Q 2020 se cena povolenky pohybovala v průměru kolem 27 eur/t CO₂ v rozpětí 25–30 eur/t CO₂, v červenci 2020 dosáhla maxima 30,13 eur/t CO₂. Tento stav znamená pro vlastníky teplárenských zdrojů zvýšené provozní náklady, a především velkou nejistotu, protože po dlouhém období (říjen 2011 až březen 2018) poměrně stabilních cen v průměru kolem 6 eur/t CO₂, byl takovýto nárůst neočekávaný. Zásadním hybatelem pro něj byla již zmíněná reforma EU ETS a do budoucna je předpokládáno ještě další zpřísnění celého systému za účelem přiblížení se dekarbonizačním cílům roku 2050. V období 2021–2030 bude probíhat 4. obchodovací období systému EU ETS, které je rozděleno do dvou alokačních období (2021–2025 a 2026–2030). Bezplatná alokace na první alokační období se stanoví na základě průměru historických dat o výrobě z let 2014–2018.

Obrázek 3.3 Vývoj ceny povolenek

Rostoucí ceny povolenek tak představují pro mnohé výroby nad 20 MW ekonomické riziko, ztížené konkurenční podmínky a vyžadují přehodnocení ekonomiky provozu a rozvojové strategie. V reakci na tento stav a zvyšující se ekonomické náklady pro teplárenské provozy bylo vyjednáno snížení sazby DPH na teplo z 15 na 10 % s účinností od 1. ledna 2020. Nicméně podle teplárenského sdružení je toto nedostačující.

Nejdůležitější je sjednocení podmínek pro všechny výroby tepla, tedy ty nad 20 MW i ty menší, včetně kotle v jednotlivých domácnostech. Výroby nad 20 MW jsou takto značně znevýhodněny a klesá jim konkurenceschopnost. V případě odpojování zákazníků od CZT pak paradoxně dochází k zvýšení cen pro konečné zákazníky, kteří zůstávají připojeni, ale nemohou se odpojit, aby získali levnější zdroj vytápění, protože ho nejsou schopni financovat, což vede k prohlubování energetické chudoby.

Ve snaze řešit tuto ekonomicky náročnou situaci pak dochází k paradoxům, kdy výroby tepla úmyslně snižují svůj výkon pod 20 MW, aby se na ně povolenky nevztahovaly, což z environmentálního pohledu úplně míjí svůj prvotní účel, tedy snižování emisí CO₂ a dalších škodlivin.

4 Výpočet tepelných ztrát

Dříve se vodní pára, díky jejímu velkému technologickému využití, stala předním distribuovaným médiem pro účely rozvodů tepla v centralizovaných systémech zásobování teplem (CZT). Klíčovou při stanovení tepelných ztrát je pak tlaková úroveň na začátku a konci potrubí, světlost potrubí, mocnost stěny potrubí a izolace, stejně jako tepelné vlastnosti izolace a materiálu potrubí. V teplárenství pak platí, že čím méně tepla přejde do okolí (tepelné ztráty), tím lépe.

V následujícím textu bude proveden úvod do problematiky modelování tepelných ztrát, aby bylo zřejmé, na kterých parametrech jsou tepelné ztráty závislé.

4.1 Ztráty mechanické

Při přepravě teplotnosného média, ať už páry nebo vody, je třeba zajistit jeho dopravu k místu odběru tepla potrubím. To, jakým způsobem je přeprava a distribuce média uskutečňována, má vliv na provozně-technické parametry soustavy. Hlavními fyzikálními obory, které se přepravou zabývají, je hydraulika, termika a kinematika.

Hydraulika

Při výpočtu chodu soustavy CZT je nutné zohledňovat tlakové poměry v soustavě s ohledem na distribuované médium (např. s ohledem na zabránění poklesu tlaku za vzniku kondenzace páry). To, jaké budou tlakové ztráty statického tlaku, je odvislé předně od drsnosti vnitřní stěny použitého potrubí. Drsnost se udává v absolutních i relativních číslech (vztažena ke světlosti potrubí DN). Tlakové ztráty mezi oběma místy jsou:

$$\Delta p = \frac{f \cdot L \cdot \rho \cdot \left(\frac{Q_v}{A}\right)^2}{2D},$$

kde f je *Darcyho faktor tření*, L je délka potrubí, Q_v je objemový průtok, A je plocha vnitřku potrubí a D je světlost. Hustotu pro zjednodušení budeme uvažovat konstantní a neměnnou na stanových veličinách, proto zbývá určit *Darcyho faktor tření*:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right),$$

kde k je absolutní drsnost potrubí a Re je *Reynoldsovo číslo*, které říká, jak moc v potrubí převažují setrvačné síly nad třecími. Velikost *Reynoldsova* čísla určuje vztah:

$$Re = \frac{D \cdot v}{\nu},$$

kde v je rychlost toku a ν je kinematická viskozita, jejíž hodnota je předně závislá na teplotě a tlaku p :

$$\nu = \frac{3,638 \cdot 10^{-5} \cdot e^{0,0014425^\circ\text{C}^{-1}\vartheta} \cdot e^{-5,8 \cdot 10^{-7} \text{Pa}^{-1} \cdot p}}{\rho}.$$

Pro hustotu páry platí aproximační vztah (tlak v barech):

$$\rho = \frac{216,5 \cdot p}{\vartheta + 273,15^\circ\text{C} \cdot \left[1 - \frac{(0,024 \cdot p^{0,654})}{(220 - p)^{0,08}} \right]}$$

Pro vodu jsou pak obě hodnoty rovny:

$$\eta = \frac{0,027415}{\vartheta}; \quad v = \frac{\eta}{\rho}.$$

$$\rho = 1013,668 \cdot e^{-0,0007597 \cdot \vartheta} \cdot e^{-1,8939 \cdot 10^{-10} p}.$$

Nyní stačí získat rychlost toku. Rychlost toku se mění s velikostí tlaku a platí, že v místech o vyšším statickém tlaku (pata teplárny) je rychlost toku nižší a médium expanduje k nižšímu tlaku za nárůstu rychlosti. Rychlost toku lze zjistit z rovnice:

$$v = \frac{Q_v}{A} = \frac{Q_v \cdot 4}{\pi \cdot D^2}.$$

Hodnotu objemového průtoku určuje velikost odběru tepla u zákazníků, tj. předávka tepla ve výměníku, kdy tepelný tok Q_T odebraný za 1 s je rovno teplu dodanému (ve výměníku o účinnosti η_v) a:

$$Q_t = \frac{Q_v \cdot \rho \cdot c_p \cdot \vartheta_z}{\eta_v} \rightarrow Q_v = \frac{Q_t \cdot \eta_v}{\rho \cdot c \cdot \vartheta_z},$$

kde Q_m je hmotnostní tok, c_p je měrná tepelná kapacita teplotnosného média za konstantního tlaku, ϑ_z je teplota výměníku na straně soustavy a udává, pod jakou hodnotu by teplota neměla klesnout. Tu je možné pro zjednodušení uvažovat neměnnou, neboť její hodnota je závislá spíše na teplotě, jak tlaku 4 186 J/kg·K, u páry asi 2 450 J/kg·K.

Kromě tlakových ztrát vzniklých třením se uplatňují ztráty vřazených odporů, což jsou kolena, armatury a tvarovky. V nich vznikají ztráty dynamického tlaku vlivem vzniku vířivých proudů (odtržení proudnic). Stanovení vlivu jednotlivých vřazených odporů je však technicky náročné, proto se v praxi vliv vřazených odporů na tlakové ztráty transponoval na efekt ztrát třením – ztráty třením se navýšily až o 10 %. Expanze páry z vyššího statického tlaku na nižší a tepelná výměna mezi přehřátou párou a okolím jsou doprovázeny změnou měrné entalpie páry (obsahu tepelné energie páry). Zatímco pára je přirozeně v pohybu vlivem expanze a není třeba jí v soustavě dále komprimovat, pak v horkovodních systémech je třeba vodu v soustavě dále k místu odběru čerpat. K tomu jsou zřízeny čerpací stanice na vybraných lokacích soustavy. Avšak provoz horkovodu lze regulovat právě i s pomocí čerpadel (průtok) a nejen parametry samotné vody, zatímco u páry se tak děje jen a pouze provozními stavovými parametry páry na vstupu do CZT soustavy.

4.2 Ztráty tepelné

Termomechanika

Jedna z problematik provozu tepelných rozvodů spočívá v minimalizaci tepelných ztrát v soustavě. Při výpočtech se pracuje s chemicko-fyzikálními vlastnostmi distribuovaného média, použitého materiálu potrubí (vč. jeho geometrie), vlastnostmi půdy a dalšími veličinami (tlak, průtok). Při výpočtech tepelných ztrát je třeba definovat základní veličiny:

- Teplota (T , ϑ): je jednou ze základních stavových veličin. Vyjadřuje se nejčastěji v *Kelvinech* (termodynamická teplota, [K]) nebo *Celsia* [°C].
- Teplo (Q): je jednou z forem energie soustavy; popisuje stav soustavy, ve kterém se tato soustava nachází.
- Tepelná vodivost (λ): veličina charakterizující schopnost vést tepelnou energii v daném prostředí, resp. říká, jak rychle se šíří tepelná energie mezi částicemi prostředí.
- Součinitel emisivity (ϵ): popisuje, jaký je poměr vyzařování mezi zvoleným tělesem a absolutně černým tělesem, jehož faktor emisivity je roven 1.

- Měrná entalpie (i): je charakterizován jako tepelná energie obsažená v látce. Při izobarickém ději (za stálého tlaku), pak $dQ = d(U + pV) = di$, tu vztáhneme na hmotnost látky $i = I/m$.
- Měrná tepelná kapacita při konstantním tlaku (c_p) a objemu (c_v): jedná se o vlastnost látky, které je definována jako množství tepla, které je potřeba látky dodat, aby se její teplota navýšila o 1 K. Měrná tepelná kapacita za konstantního tlaku je závislá na teplotě a tlaku média, a vyjadřuje změnu entalpie za změnu teploty látky:

$$c_p = \left(\frac{\partial i}{\partial T} \right)_{p=\text{konst.}}$$

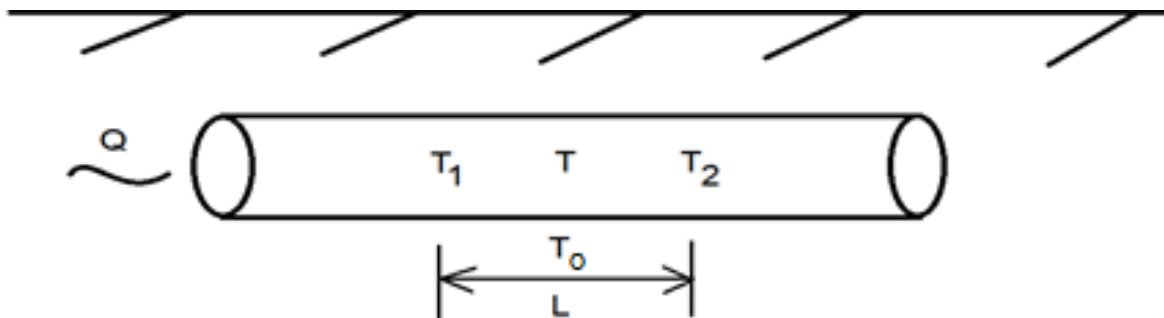
- Součinitel teplotní vodivosti (a): jedná se o vlastnost látky vyrovnávat rozdíly teplot ve stavu, kdy je látkou vedeno teplo Q . Platí:

$$a = \frac{\lambda}{c_p \cdot \rho}$$

- Součinitel přestupu tepla (α): jde o součinitel vyplývající z *Newtonovy* rovnice, jeho hodnota u tekutin je funkcí hned několika proměnných (viskozita, tepelná vodivost, měrná tepelná kapacita atd.). Koeficient určuje, jaký tepelný tok je předán na rozhraní dvou prostředí.
- Součinitel prostupu tepla (k): jedná se o totožnou definici jako v předchozím případě, avšak s tím rozdílem, že součinitel prostupu se vyjadřuje pro složené případy sdílení tepla, tedy uvažuje všechny formy předání tepelné energie (kondukce – sdílením, konvekce – prouděním, radiací – sáláním).

Na základě známé teploty média v soustavě se odvíjí hodnoty fyzikálních stavových výše uvedených veličin v každém místě soustavy. Pro odvození velikosti sdíleného tepla mezi médiem/potrubím/okolím je východiskem následující situace:

Obrázek 4.1 Výměna tepla s okolím



Předpokládá se tepelný tok Φ (*Fourièrův* zákon) plochou s teplotním součinitelem přestupu tepla α :

$$\Phi = -m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2) = \alpha \cdot A \cdot (T - T_o),$$

kde c_p je specifické teplo plynu při konstantním tlaku, T je průměrná teplota mezi dvěma body, T_o je teplota okolí a A je teplosměnná plocha mezi médiem a potrubím. Což je diferenciální rovnice 1. řádu s řešením:

$$\int_{bod\ 1}^{bod\ 2} \frac{1}{T - T_o} dT = - \int_{bod\ 1}^{bod\ 2} \left(\frac{\pi \cdot \alpha \cdot D}{m \cdot c_p} \right) dL \rightarrow T_2 = T_o + (T_1 - T_o) \cdot e^{-\frac{\pi \cdot \alpha \cdot D \cdot \Delta L}{m \cdot c_p}}$$

Řešení rovnice teplotního profilu

Výpočet tepelných ztrát vlivem kondukce a konvekce v potrubí uvažuje tepelné děje související s vynuceným tokem média, který charakterizují tři podobnostní čísla – Re (*Reynoldsovo* – dává do souvislosti viskozitu a setrvačnou sílu), Nu (*Nusseltovo* – poměr konduktivního a konvekčního přenosu tepla) a Pr (*Prandtlovo* – poměr mezi rychlostním a teplotním polem, kondukce tepla mezi částicemi média):

$$Nu = \frac{\alpha_k \cdot D}{\lambda}; Pr = \frac{c_p \cdot \eta}{\lambda} = \frac{c_p \cdot \nu \cdot \rho}{\lambda}; Re = \frac{v \cdot D}{\nu},$$

kde η je dynamická viskozita média (určuje odpor látky k tečení), což je kinematická viskozita násobená hustotou média:

$$\eta = \nu \cdot \rho.$$

Pomocí *Nusseltova* čísla (podobnost mezi konvekcí a kondukcí v mezní vrstvě média) je možné získat hledaný součinitel přestupu tepla pro médium. Protože je proudění vynucené, pak se používá závislost *Nusseltova* čísla na *Reynoldsově* a *Prandtlově* čísle, pro případy laminárního proudění pak závislost na *Reynoldsově* a *Grashofově* čísle. Doprava horké vody i páry jsou případy vynuceného toku s hodnotami Re nad 10 000, tj. jedná se o turbulentní tok.

Získat součinitel přenosu tepla konvekce a kondukce proudícího média v potrubí leží mj. v problematice zjištění součinitele přestupu tepla.

$$\alpha_k = \frac{Nu \cdot \lambda}{D}.$$

Dále bude platit, že D je vnitřní průměr potrubí a tento rozměr je také vztažným průměrem, vůči kterému se stanovují dílčí tepelné veličiny. Tepelná vodivost je pro vodu rovna přibližně 0,7 W/m·K, u páry přibližně 0,042 W/m·K.

Je třeba vypočítat *Nusseltovo* číslo. Zatímco u laminárního proudění s konstantním tepelným tokem skrz stěny potrubí a izolaci je možné uvažovat $Nu = 4,36$, pak u turbulentního proudění závisí *Nusseltovo* číslo na *Reynoldsově* a *Prandtlově* čísle:

$$Nu = 0,023 Re^{\frac{4}{5}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}}$$

Protože se v případě přepravy média v potrubí jedná o složený případ sdílení tepla, místo součinitele přestupu tepla α se vyčísluje součinitel prostupu tepla k na jednotku délky potrubí. Nejprve je ale třeba stanovit součinitele prostupu tepla všech relevantních vrstev a materiálů. Pro zjednodušení se uvažuje povrchová teplota stěny je rovna teplotě média. Pro dokonale symetrický válec platí vztah pro stanovení součinitele přestupu tepla jeho stěnou (u oceli je $\lambda_v = 50$ W/m·K):

$$\alpha_v = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda_v}{D_{ref} \cdot \ln \frac{D_{vnější}}{D_{vnitřní}}}$$

Tento vztah platí i pro izolaci o mocnosti s a tepelné vodivosti λ_i . Pokud je na potrubí použita vysokohustotní polyetylenová izolace je $\lambda_i = 0,45$ W/m·K:

$$\alpha_i = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda_i}{D_{ref} \cdot \ln \frac{D_{vnější} + 2s}{D_{vnější}}}$$

Je-li potrubí uloženo pod vrstvou zeminy (skrývky o tepelné vodivosti λ_z) v mocnosti vrstvy uložení h nad potrubím, pak je součinitel prostupu teplat roven:

$$\alpha_z = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda_z}{D_{ref} \cdot \ln \frac{4h + s + 0,5 \cdot D_{vnější}}{D_{vnější}}}$$

Za referenční průměr D_{ref} je brán vždy vnější průměr potrubí (tj. styčná plocha se zemínou), tedy pokud je na potrubí izolace, pak $D_{ref} = D_{vnější} + s$. Tepelná vodivost zeminy je velmi proměnlivá v závislosti na syčení zeminy spodní vodou, hodnoty se pohybují od 0,8 do 4 W/m·K. V podmínkách ČR lze s použitím hodnotu 1,2 W/m·K. Ve směru od osy potrubí směrem přes stěnu potrubí a zeminu leží sériově řazené tepelné odpory $1/\alpha$. Součinitel prostupu tepla k je roven:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_k} + \frac{1}{\alpha_v} + \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_z}$$

Hodnoty k se indikativně pohybují v rozmezí 0,5 až 0,8 W/m²·K. V úvahu je možné vzít jak součinitel přestupu tepla vzniklý vlivem konvekce, tak i vlivem sálání, jehož hodnoty jsou ale ve srovnání s ostatními součiniteli přestupu nízké (jednotky W·m²·K⁻¹). Pro stanovení součinitele přestupu tepla α_s sáláním platí

$$\alpha_s = \frac{\varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_{stěny}^4 - T_o^4)}{(T_{stěny} - T_o)}$$

kde σ je Stefan-Boltzmannova konstanta (5,67051·10⁻⁸ W·m⁻²·K⁻⁴) a ε je emisivita materiálu izolace. U válcované oceli je emisivita přibližně rovna 0,7; a pokud je izolační vrstva chráněna černou PE izolací, dosahují ztráty sáláním velmi malých hodnot, proto nebudou uvažovány.

Na vzduchu platí tytéž zákony – tedy výše uvedené rovnice. Možností, jak ztráty na vzduchu stanovit je vícero – buď teoreticky, nebo na základě tabulkových hodnot. Při uvažování, že je teplovodní potrubí uloženo v chrániče, která je vyplněna vzduchem o teplotě okolí, pak se součinitel prostupu tepla teplovodního potrubí stanoví na základě vztahu:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_k} + \frac{1}{\alpha_v} + \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_{vz}} + \frac{1}{\alpha_s}$$

Je dobré dodat, že vzduch má velmi nízkou hodnotu tepelné vodivosti (0,026 W/m·K), na rozdíl od zeminy saturované vodou (viz výše). Výpočet hodnoty součinitele přestupu tepla mezi potrubím a vzduchem je složitý, v praxi se proto ujal vyjádření pomocí aproximačního vztahu:

$$\alpha_{vz} = 12,12 - 1,16 \cdot v + 11,6 \cdot v^{0,5},$$

kde v je rychlost vzduchu nad potrubím. Hodnoty se běžně pohybují mezi 10 až 100 W/m²·K. Ztráty sáláním již mohou být významné, ale opět záleží na tom, z jakého materiálu je ochranná vrstva izolace. V letních měsících se navíc vzduch v plechové chrániče může velmi výrazně ohřát. Poté, co je znám součinitel prostupu tepla k , je možné vyřešit rovnici při stanovení teploty média u odběrného místa zákazníka:

$$T_2 = T_o + (T_1 - T_o)e^{-aL},$$

kde T_o je teplota okolí a koeficient a je roven:

$$a = \frac{k \cdot \pi \cdot D}{Q_m \cdot c_p}$$

kde Q_m je hmotnostní tok média k zákazníkovi. Ten se získá pomocí známé hustoty a objemového toku média:

$$Q_m = Q_v \cdot \rho.$$

Tím je možné určit ztrátu tepla ΔQ (T_1 je teplotou na patě teplárny, T_2 teplota u odběrného místa zákazníka):

$$\Delta Q = Q_m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2) = Q_v \cdot c_p \cdot \rho \cdot (T_1 - T_2).$$

Orientační a velmi hrubé hodnoty ztráty tepla (závisí na parametrech soustavy) se u parovodů uložených v zemině pohybují okolo 60 až 100 W/m, u systémů s horkou vodou okolo 40 až 80 W/m. Záleží

samořejmě na provozních parametrech, způsobu uložení (kanálové, bezkanálové, nadzemní), okolní teplotě a použité izolaci atd. Při uložení na vzduchu je situace obdobná, avšak záleží na parametrech vzduchu v chrániče a ztráty budou více kolísat mezi létem a zimou, neboť teplota půdy v nezamrzlé hloubce je více stabilní. Nutno dodat, že obdobně lze teoreticky snížit ztráty při přechodu horkovodních sítí na nízkopotenciálové teplo distribuované v teplovodních sítích. Tato problematika ale není předmětem publikace. Níže je tabulárně zpracován demonstrační výpočet. Požadavky na izolační vlastnosti rozvodů CZT se věnuje mj. norma ČSN 38 3360.

Tabulka 4.1 Demonstrační příklad záměny horkovodu za parovod

parametry výpočtu záměny parovodu za horkovod			
parametry potrubí			
délka	5		km
D pára/voda	500/450		mm
drsnost	0,5		mm
λ potrubí	50		W/m/K
síla stěny	10		mm
parametry izolace			
izolace pára/voda	200/120		mm
λ izolace	0,075		W/m/K
parametry okolí (zemina)		parametry okolí (vzduch)	
teplota	8 °C	teplota	-10 °C
hloubka uložení	0,8 m	rychlost vzduchu	1 m/s
λ zeminy	1,2 W/m/K	α vzduchu	22,6 W/m ² /K
vstupní parametry páry		vstupní parametry vody	
tlak	1,7 MPa	tlak	2,6 MPa
teplota	230 °C	teplota	180 °C
průtok	4,68 m ³ /s	průtok	0,40 m ³ /s
vypočtené parametry parovodu (zemina)		vypočtené parametry horkovodu (zemina)	
tlakový spád	0,45 MPa	tlakový spád	0,64 MPa
součinitel prostupu	0,25 W/m ² /K	součinitel prostupu	0,34 W/m ² /K
výstupní teplota	224 °C	výstupní teplota	129 °C
teplotní spád	6 °C	teplotní spád	1 °C
tepelné ztráty	426 959 W	tepelné ztráty	289 444 W
měrné tepelné ztráty	85 W/m	měrné tepelné ztráty	58 W/m
vypočtené parametry parovodu (vzduch)		vypočtené parametry horkovodu (vzduch)	
tlakový spád	0,45 MPa	tlakový spád	0,64 MPa
součinitel prostupu	0,29 W/m ² /K	součinitel prostupu	0,41 W/m ² /K
výstupní teplota	223 °C	výstupní teplota	129 °C
teplotní spád	7 °C	teplotní spád	1 °C
tepelné ztráty	523 779 W	tepelné ztráty	450 631 W
měrné tepelné ztráty	105 W/m	měrné tepelné ztráty	90 W/m

Výše uvedený výpočet je demonstrační, kdy silně izolovaný parovod byl vyměněn na horkovod o nižší světlosti a menší moci izolační vrstvy, což se promítlo při uložení v zemině snížením tepelných ztrát. V parovodech se ztráty tepla a expanze páry projevují navíc také ve formě vzniku kondenzátu, jehož průtokové množství Q_{mk} (kg/h) je závislé na měrné tepelné ztrátě páry v potrubí ΔQ (W/m) a měrném skupenském teple varu vody l_v (kJ/kg) při daných stavových podmínkách a délce potrubí L (m):

$$Q_{mk} = \frac{3,6 \cdot \Delta Q \cdot L}{l_v}$$

Hodnoty výparného tepla jsou závislé na teplotě a tlaku páry a pohybují se v přibližném rozmezí 1 950 až 2 300 kJ/kg. Vzniklý kondenzát je z potrubí odváděn speciálními soupravami, kde je následně jímán. Vratná potrubí se také běžně izolují. To ale není předmětem této publikace.

4.3 Materiály používané v teplotě

Teplárenské distribuční systémy jsou tvořeny základní dvojicí, přepravní prvek (potrubí, armatura atd.) a tepelná izolace. Nad tepelnou izolaci je dále možné umístit vrstvu chránící proti mechanickým a tepelným vlivům (nátěry, chráničky). Jednotlivé části CZT jsou navrhovány podle velikosti odběrů v zásobovaných lokalitách, podle způsobu uložení potrubí, ale i velikostí investičních a provozních nákladů. Je zřejmé, že nejlepší možná řešení (BAT) mohou být v některých případech ekonomicky neefektivní a provozovateli soustavy se záměna média, rekonstrukce, nebo zvýšené investice do obnovy zařízení nevyplácí.

Potrubí používaná v teplovodních soustavách jsou nejčastěji vystavěna z nerezové oceli, která má navíc protikorozní ochranu v podobě vrstvy vysokohustotního PE (polyetylen), nebo bývají potrubí tvořena právě vysokohustotním PE. U nadzemního vedení se v praxi osvědčilo využití uložení v hliníkových chráničkách, pozinkovaných ocelových potrubích nebo kompozitních fóliích.

Materiály používané jako izolační musí splňovat několik kritérií: požadavky na nízkou tepelnou vodivost materiálu případně emisivitu (cílem je snížení tepelných ztrát), životnost, měrnou hmotnost takovou, aby bylo potrubí bezpečně provozováno bez nadměrného mechanického zatížení, hořlavost, mechanickou tvarovatelnost a požadavky na cenu atd. Takové materiály bývají, u zemního uložení, většinou sypané (sypané hmoty), lité, nebo porézní (vláknité a pěnové izolace). Posledně zmiňovaný typ izolace je upřednostňovaným typem izolace a lze jej dělit na další kategorie – např. dle materiálu (organický, anorganický), dle struktury (krystalické, amorfni) a celkového složení dle použitých prvků. Velmi oblíbené jsou materiály na bázi minerálních a skelných vat. Minerální vata je nehořlavá, zachovává si tvar, je lehká a stálá v širokém spektru teplot, ale oproti skelným vatám se hůře tvaruje vlivem větší hustoty. Dalším typem je vlna s příměsí křemíku, který zaručuje výbornou žáruvzdornost a odolnost, avšak je investičně nákladná. To neplatí o PUR pěnách, které se spíše hodí pro rozvody nízkopotenciálového tepla (teplovodní systémy), neboť mají nízkou tepelnou odolnost, ale jejich izolační vlastnosti jsou velmi dobré. Totéž platí o kaučuku a PE pěnách. Tyto materiály se proto využívají třeba i v interiérech budov. Nakonec je vhodné zmínit tzv. pěnové sklo, které se vyrábí z recyklovaného skla, křemičitého skla a koksu. Jeho předností je velmi vysoká tepelná stabilita, nízká tepelná vodivost a nehořlavost. Speciálním typem izolace jsou vakuové izolační systémy. S vlastnostmi izolačních materiálů seznamuje tabulka níže. Ovšem kromě vlastností materiálu je důležitá i jeho mocnost na teplovodním potrubí.

Tabulka 4.2 Provozní parametry izolačních materiálů

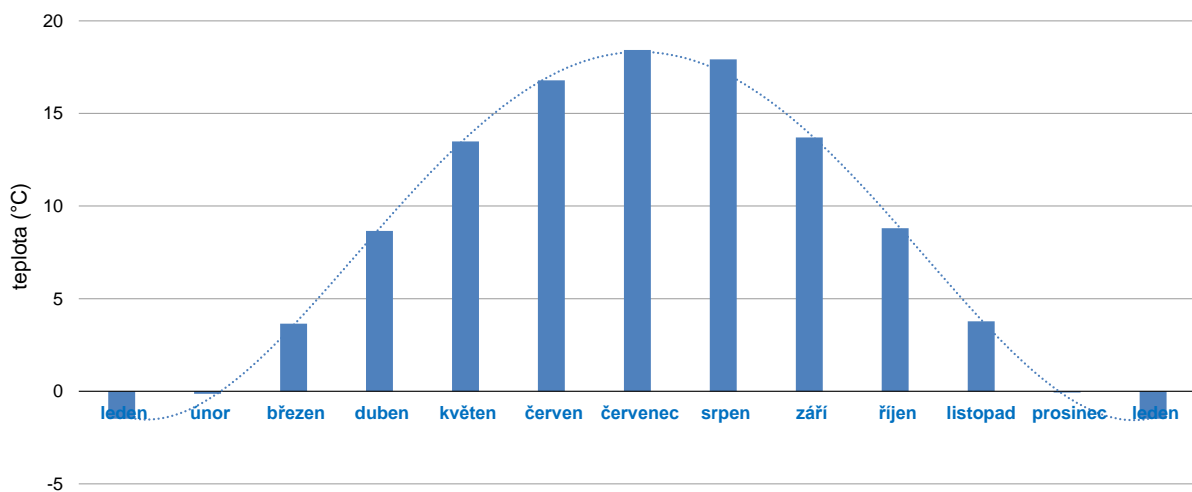
materiál	provozní teploty (°C)	tepelná vodivost (W/m/K)	měrná hmotnost (kg/m ³)	poddajnost
minerální vata	250 až 800	0,04 až 0,31	50 až 200	velká
skelná vata	méně než 450	0,05 až 0,31	15 až 150	velmi velká
keramická vata	méně než 1 650	0,04 až 0,45	100 až 200	velká
pěnové sklo	-270 až 430	0,06 až 0,10	120 až 200	žádná
kaučuk	-200 až 150	0,04 až 0,45	-	velmi velká
PE pěna	méně než 105	0,04	30 až 50	velká
PUR pěna	-200 až 140	0,02 až 0,09	120 až 200	malá

Metodika přidělení tepelné spotřeby

Spotřeba tepla v páře se v zásadě dělí na dvě hlavní kategorie – spotřeba pro obyvatelstvo (ohřev TUV + vytápění) a pro průmyslové účely. Metodika použitá při stanovení spotřeby tepla během měsíců v roce se řídila následujícími principy (s využitím teplot dle navazujícího obrázku):

- spotřeba tepla pro průmysl je konstantní během roku, avšak technologicky nepředpokládáme změnu média na horkou vodu,
- spotřeba tepla pro ohřev TUV obyvatelstva je konstantní během roku, spotřeba tepla pro otop se řídí průměrnou venkovní teplotou vzduchu,
- 6/7 spotřeby tepla je pro otop, zatímco ohřev TUV činí 1/7 spotřeby.

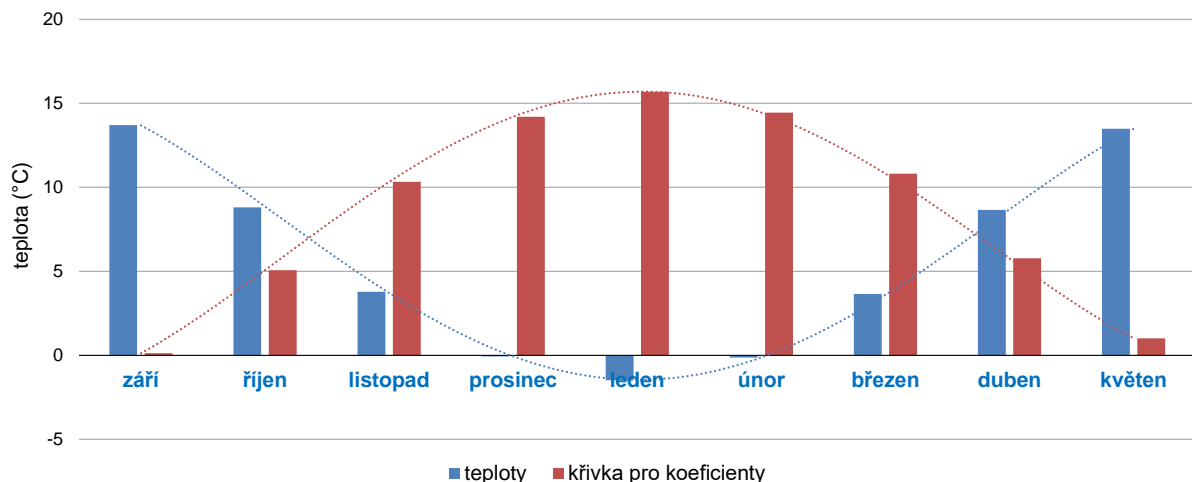
Obrázek 4.2 Průměrné měsíční teploty v ČR v letech 1961 až 2019



Protože uvažujeme topnou sezónu od začátku září do konce května, je vzata tato časová řada a pro ni je stanoven měsíc září jako referenční hodnota. Křivka vychází právě z průměrných měsíčních teplot. Výsledkem je histogram, kterému lze přidělit spojnicí trendu 4. řádu. Na základě spojnice jsou každému měsíci přiděleny koeficienty spotřeby. Rovnice křivky pro koeficienty má tvar:

$$y = 0,028 \cdot x^4 - 0,5609 \cdot x^3 + 2,8205 \cdot x^2 - 0,01223 \cdot x - 2,152,$$

Obrázek 4.3 Závislost měsíčních spotřeb tepla na venkovní teplotě



kde x je pořadí měsíce topné sezony, počínaje zářím. Nyní je třeba stanovit hodnoty tepla pro otop a ohřev TUV, což je provedeno za pomoci rozpočtového tepla Q_r :

$$\sum Q = 3 \cdot \frac{1}{7} Q_r + 9 \cdot \frac{1}{7} Q_r + 9 \cdot \frac{6}{7} Q_r$$

Kde čísla 3 a 9 značí počet měsíců netopné a topné sezóny. Odběr tepla pro otop je pak určen koeficienty K_x pro měsíce v topné sezóně:

Tabulka 4.3 Měsíční podíly tepla pro otop

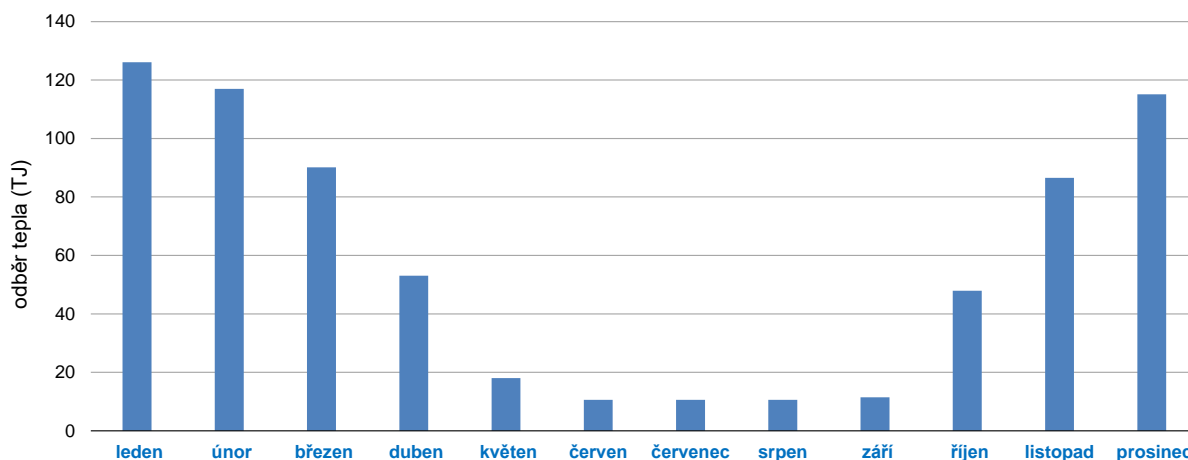
září	říjen	listopad	prosinec	leden	únor	březen	duben	květen
0,12	5,07	10,32	14,20	15,69	14,45	10,81	5,77	1,01

Prostým součtem lze zjistit, že počet „dílků“ u všech měsíců topné sezóny je 77,43. Velikost odebraného tepla (pro otop v hranaté závorce) po měsíci topné sezóny se poté stanoví takto:

$$Q_x = \left(\frac{1}{7} + \frac{K_x}{77,43} \cdot \frac{54}{7} \right) \cdot Q_r$$

Křivka pro odběr obyvatelstva pak vypadá následovně (demonstrační příklad, v TJ pro soubor všech zákazníků v nekonkretizované CZT soustavě).

Obrázek 4.4 Typové měsíční spotřeby tepla – bytová sféra



Poté, co jsou přiděleny výroby tepla pro všechny sledované lokality, je jim přiřazena okamžitá výroba tepla dle statistických údajů tak, že je považována za neměnnou během dne. Čili, hodnota měsíční výroby tepla se převede na okamžitou dodávku tepla ve wattech:

$$Q_v = \frac{Q_x}{\text{počet dní} \cdot 24 \cdot 3600}$$

Poté je ke každému měsíčnímu odběru pro domácnosti připočten odběr průmyslu (jako konstantní) a přenášený výkon je roven rozdílu hmotnostnímu průtoku násobeného rozdílem vstupní a výstupní měrné entalpie teplotního média. Celá soustava je nahrazena ekvivalentním parovodem – čili potrubím, které by daný výkon přenášelo bez ohledu na různé světlosti parovodů v soustavě. Každý parovod je pak nahrazen ekvivalentním horkovodem tak, aby nedošlo k nedovolenému úbytku tlaku a teploty. Tato metodika byla volena metodou pokusů z katalogu výrobce potrubních systémů.

Na základě výše uvedených postupů byla hodnocena úspora tepelné energie v jednotlivých teplotních lokalitách. Závěry z tohoto postupu a zhodnocení výsledných úspor jsou popsány v kapitole 6, která navazuje na část zprávy zabývající se konkrétním výběrem významných teplotních lokalit.

4.4 Bilance teplotních provozů a lokálních topidel

Lokální topeniště

Účinnost klasického kotle (relace mezi teplem v palivu na úrovni výhřevnosti a získanou tepelnou energií) na uhlí se pohybuje na úrovni 60 %, automatický kotel v hodnotách nad 80 %. Rozsahem je tomu podobně i u kotlů na palivové dřevo, jejichž účinnost se pohybuje mezi 70 až 85 %. Zvolené účinnosti pro jednotlivá paliva je možné vidět níže. Tabulka rovněž doplňuje hodnoty průměrné výhřevnosti jednotlivých typů paliv.

Tabulka 4.4 Základní parametry topenišť

palivo	měrné jednotky	průměrná výhřevnost	účinnost topeniště
hnědé uhlí	GJ/t	18,23	77%
černé uhlí	GJ/t	25,40	77%
palivové dřevo	GJ/t	14,60	75%
propan-butan	GJ/t	46,00	89%
lehký topný olej	GJ/t	42,30	89%
zemní plyn	GJ/tis. m ³	34,05	95%

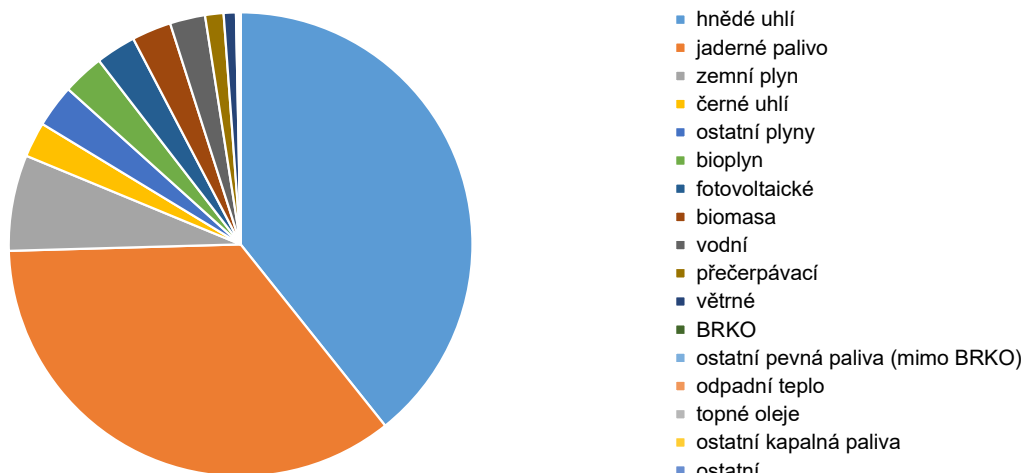
Stanovení emisních koeficientů proběhlo zpracováním výsledků studie *Stanovení emisních faktorů a emisních příspěvků stacionárních zdrojů pro účely zjednodušení přípravy a vyhodnocení žádosti o podporu z OPŽP*. Souhrn byl následně přepočten přes průměrnou výhřevnost a účinnost topeniště na emisní faktory vztažené ke spotřebě tepla na vytápění.

Tabulka 4.5 Emisní faktory na spotřebu tepla na vytápění (kg/GJ)

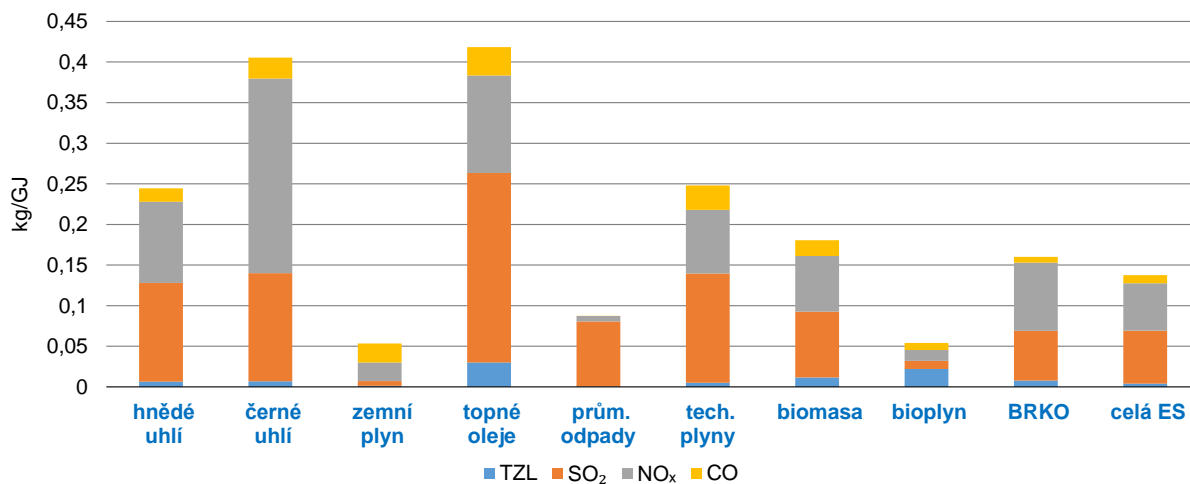
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC
hnědé uhlí	0,580247	1,176471	0,143791	6,005810	0,632534
černé uhlí	0,581545	1,178529	0,144100	6,021306	0,633009
palivové dřevo	0,476793	0,091691	0,064184	0,091691	0,081605
propan-butan	0,011041	0,000098	0,044165	0,011287	0,002208
lehký topný olej	0,001137	0,533649	0,053365	0,015743	0,009072
zemní plyn	0,000622	0,000012	0,040401	0,009945	0,001989

Tepelná čerpadla

V následujícím textu byly uvažovány emise z výroby elektřiny. Emise z elektrické energie spotřebované tepelnými čerpadly jsou zvoleny z celoročního energetického mixu dle *Roční zprávy o provozu ES ČR pro rok 2019*, viz obrázek níže. Pro tepelná čerpadla byl zvolen topný faktor 3.

Obrázek 4.5 Podíl paliv na výrobě elektřiny brutto v roce 2019

Simulací a následnou analýzou chodu elektrizační soustavy byly stanoveny emise z výroby elektrické energie. Zároveň s tím byla analyzována spotřeba paliv, respektive teplo v palivu pro výrobu elektřiny. Podílem byly získány celosystémové emisní koeficienty pro jednotlivá paliva i pro celou elektrizační soustavu, jak je možné vidět v sloupcovém grafu níže. Do samotných skupin paliv se promítly jak statistika a technické parametry jednotlivých zdrojů, tak parametry zdrojů uvažovaných agregovaně ve skupinách.

Obrázek 4.6 Emisivita výroby elektřiny na teplo v palivu

Na základě topného faktoru, simulace chodu ES a *Roční zprávy o provozu ES ČR pro rok 2019* byla stanovena účinnost celého cyklu, tj. přechodu od tepla v palivu na spotřebu tepla na vytápění tepelným čerpadlem. Dosazením emisních koeficientů do struktury paliv na výrobu elektřiny a aplikací účinnosti soustavy byly získány emisní faktory vztažené k spotřebě tepla na vytápění, viz tabulka níže.

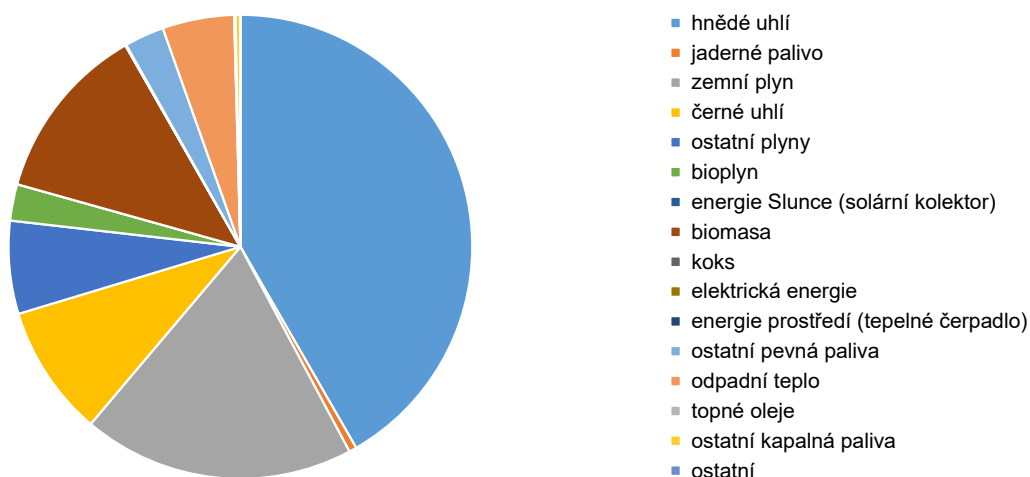
Tabulka 4.6 Emisní faktory na spotřebu tepla na vytápění (kg/GJ)

	TzL	SO ₂	NO _x	CO
tepelné čerpadlo	0,003709	0,057139	0,050260	0,009531

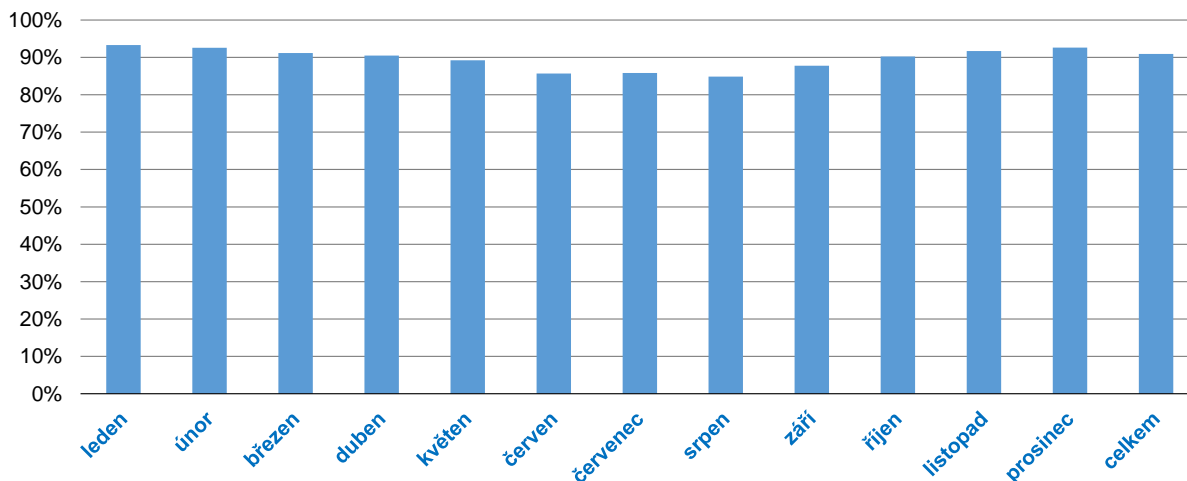
CZT

Na základě *Roční zprávy o provozu teplotních soustav ČR za rok 2019* byl vyčíslen podíl paliv na dodávce tepla do teplotních soustav. Podílem mezi dodávkou do soustav a spotřebou tepla byly stanoveny ztráty v teplotní síti. Výsledky obou analýz zprávy o provozu je možné vidět na následujících obrázcích.

Obrázek 4.7 Podíl paliv na dodávce tepla do teplotních soustav v roce 2019

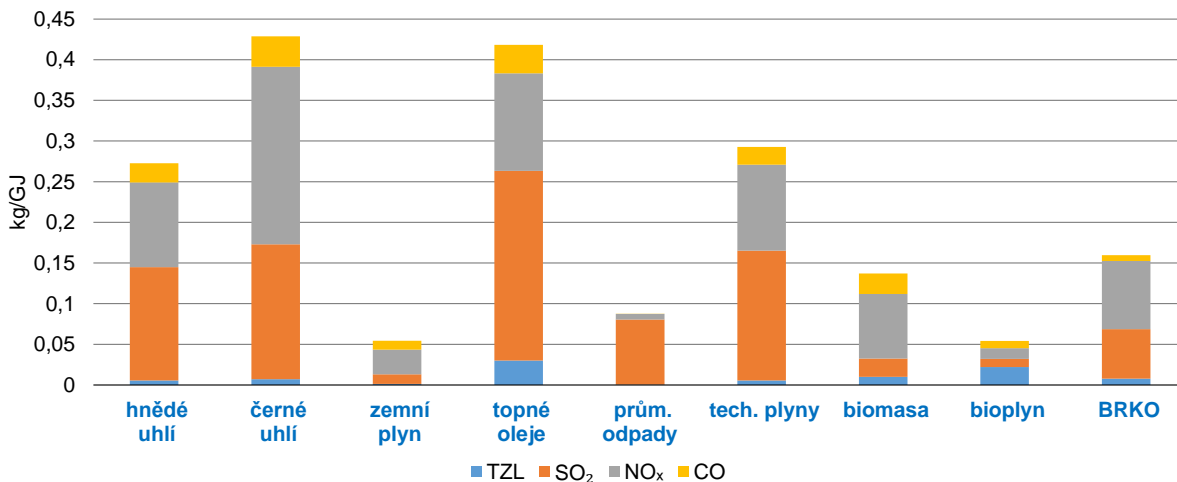


Obrázek 4.8 Podíl spotřeby tepla k dodávce do teplotních soustav v roce 2019



Simulace provozu ES prostřednictvím modelů EGÚ Brno rovněž zpracovává dodávkové teplo, analogicky k elektřině tak lze vyčíslit emisivitu vztaženou k teplu v palivu pro dodávku tepla. Na základě chodu soustavy byly vyčísleny celkové emise v jednotlivých kategoriích znečišťujících látek a celkové teplo v palivu za jednotlivé skupiny. Podílem byly získány celosystémové emisní koeficienty pro jednotlivá paliva, jak je možné vidět v sloupcovém grafu níže. Do samotných skupin paliv se opět promítly jak statistika a technické parametry jednotlivých zdrojů, tak parametry zdrojů uvažovaných agregovaně ve skupinách.

Obrázek 4.9 Emisivita CZT na teplo v palivu



Výsledné hodnoty byly převedeny na spotřebu tepla na vytápění, jak je možné vidět v tabulce níže. Kromě emisních faktorů za celý systém CZT byla tabulka doplněna o vyčleněné emisní faktory za uhlí a zemní plyn.

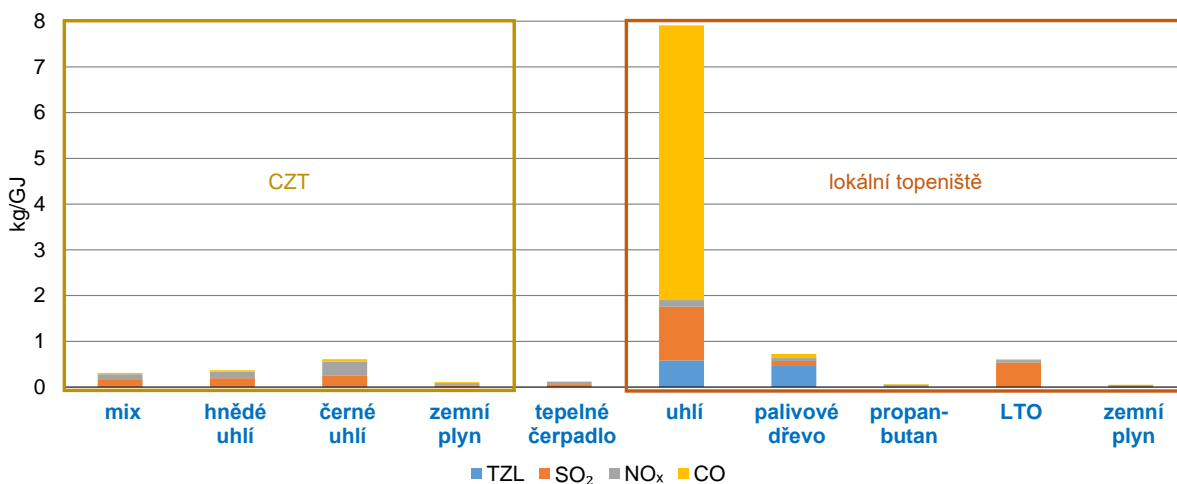
Tabulka 4.7 Emisní faktory na spotřebu tepla na vytápění v CZT (kg/GJ)

	TZL	SO ₂	NO _x	CO
mix	0,007690	0,144826	0,127379	0,028716
hnědé uhlí	0,007314	0,187388	0,139915	0,031952
černé uhlí	0,010063	0,236509	0,311329	0,053352
zemní plyn	0,002416	0,023449	0,059376	0,021349

Souhrn

Následující obrázek shrnuje dosažené výsledky. Vzhledem k téměř stejným dosaženým hodnotám bylo pro lokální topeniště hnědé a černé uhlí zahrnuto v jedné kategorii. Z grafu jsou zřejmá negativa emisí znečišťujících látek pro lokální topeniště spalující tuhá paliva. I přes účinnost celého cyklu je vhodným způsobem zajištění tepla systém CZT. Nejlépe z bilance vycházejí tepelná čerpadla a vytápění plynem.

Obrázek 4.10 Emisní faktory na spotřeba tepla na vytápění



5 Rešerše systémů CZT pro velká města a provozy v ČR

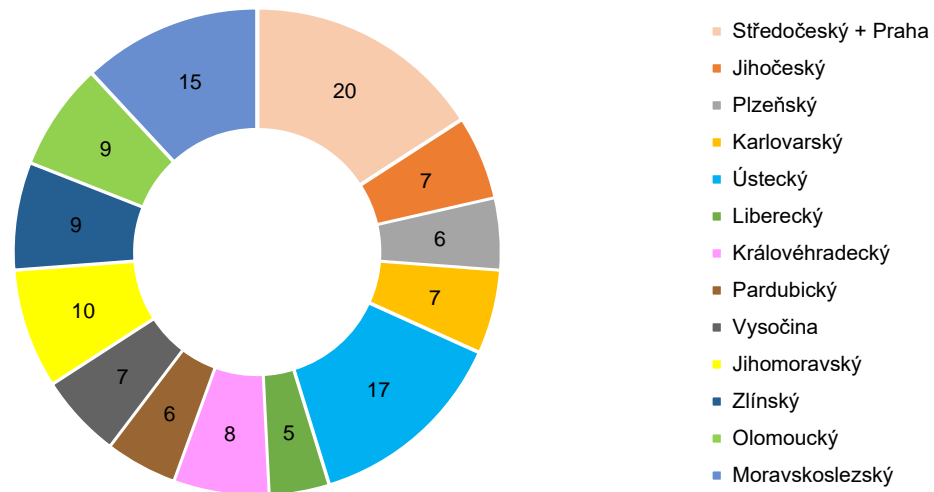
V České republice vznikla historicky řada teplárenských systémů, ale jejich charakter je značně různorodý. První teplárny (ve smyslu zdrojů s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla) vznikaly zejména pro potřeby průmyslových podniků v době, kdy ani zdaleka nebyla plošná elektrifikace. Teplárenské výroby tak společně řešily jak potřebu elektřiny, tak potřebu tepla. V případě tepla byla důležitá i vlastnost samotného média. Protože šlo v první řadě o průmyslové procesy, kde jsou vyžadovány vysoké parametry teplotnosné látky, dodávalo se teplo v podobě páry. Závodní teplárny tak byly od počátku svázány zejména s těžkými obory jako hutnictví nebo chemie, ale i s textilním průmyslem. Dodávka tepla pro vytápění byla v těchto případech až druhotná a nabývala na významu až v období samostatného Československa, a zejména pak v období po 2. světové válce.

Poválečné období bylo charakterizováno nejen významným rozvojem průmyslové výroby, ale zejména rozsáhlou bytovou výstavbou. V předválečném období převládala ve městech klasická uliční zástavba, kde bylo jako základní způsob využíváno individuální vytápění – byla převážně využívána pevná paliva, tj. uhlí, případně koks a dřevo. V té době již existovaly také lokální plynárenské sítě, takže ve městech bylo případně možné využívat plynové topení spalující svítíplyn, který byl tehdy vyráběn z uhlí v městských plynárnách.

Poválečný rozvoj bydlení pak nabral úplně jiný směr – od 50. let začala výstavba větších sídlištních celků, kde již nebyla možnost individuálního vytápění. Dodávku tepla bylo nutno zajišťovat jiným způsobem, tedy z centrálních zdrojů. To prakticky znamenalo, že ve městech, kde již teplárny existovaly, docházelo k jejich rozšiřování tak, aby vedle dosavadní průmyslové spotřeby mohly zajistit dodávku tepla i pro nově vznikající sídliště. Tam, kde původně teplárny nebyly, bylo nutné vybudovat zdroje nové. V takových případech připadala v úvahu alternativně buď výstavba teplárny nebo výstavba výtopny bez výroby elektřiny. Ne vždy byla respektována skutečnost, že kombinovaná výroba má celkově větší účinnost přeměny energie paliva na výsledné produkty. Situaci pak mnohdy nahrálo to, že výstavba výtopny je technicky jednodušší a investičně méně náročná. Proto dodnes v řadě lokalit existují plošně rozsáhlé urbanizační celky s CZT, nejedná se ale o teplárny. Navíc mnohdy nemusí jít o jeden zdroj, ale o více centrálních zdrojů, jejichž systémy nejsou spojené.

V případech, kdy se dodává teplo pro vytápění a pro ohřev teplé užitkové vody, nejsou potřebné vysoké parametry a vystačí se namísto rozvodů parních se systémem založeným na horké nebo jen teplé vodě (hranicí je teplota 110 °C). Úkolem tohoto materiálu je ukázat na možnosti úspor při přechodu z dodávek tepla v páře na dodávky v horké nebo teplé vodě – technologické výhody i energetická úspora jsou jednoznačné. To ale neznamená, že by měl zaniknout odběr tepla v páře. Řada průmyslových procesů ho dnes stále potřebuje a ani do budoucna tomu nebude jinak. Úkolem proto je, aby se systémy CZT optimalizovaly. Tam, kde se jedná o dodávku tepla pro vytápění (včetně ohřevu TUV), bude žádoucí provést záměnu. Dodávka páry tak zůstane jen v omezeném rozsahu, kde je skutečně potřebné využívat vysoké parametry média.

Pro hodnocení možností úspor byly vybrány rozsáhlejší systémy CZT, navázané zejména na klasické teplárny včetně závodních výroben. V prvním kroku bylo rozhodnuto, že se budou sledovat poměry ve městech s počtem obyvatel od 10 000 výše. Na základě statistických údajů o všech obcích v ČR bylo vyhodnoceno, že na území ČR je **606 obcí se statutem města**, z nichž 126 má počet obyvatel od 10 000 výše. Analýzy jsou orientovány na krajskou úroveň. Rozdělení měst nad uvedenou hranicí je následujícím obrázkem.

Obrázek 5.1 Počty měst nad 10 000 obyvatel dle krajů

Z grafu vyplývá, že největší počet měst nad 10 000 obyvatel je v krajích Středočeském, Ústeckém a Moravskoslezském. Pro sledování významnějších teplotních lokalit byla tato úroveň velikosti města zvolena jako určitá hranice filtru. Zdaleka ne ve všech případech těchto měst lze nalézt větší systémy CZT. Jejich počet je nižší, jak bude zřejmé z dalších analýz. Paradoxně však právě v krajích s největším počtem měst jsou systémy CZT nejvíce zastoupeny, jak plyne z následující tabulky.

Tabulka 5.1 Přehled nejvýznamnějších tepelných energetických zdrojů – dle typu a dle krajů

kraj	elektrárny	teplárny a výtopny	závodní energetika
Praha (PHA)	–	Praha-Malešice spalovna	–
Středočeský (STC)	Mělník II, Mělník III, Kladno	Mělník I, Příbram, Kolín	Mladá Boleslav, Kralupy
Jihočeský (JHC)	–	Čes. Budějovice, Tábor, Písek, Strakonice, Český Krumlov, Jindřichův Hradec	Planá nad Lužnicí
Plzeňský (PLK)	–	Plzeň (teplárna)	Plzeň (Škoda)
Karlovarský (KVK)	PPC Vřesová, Tisová II	Tisová I, Mariánské Lázně	ZE Vřesová
Ústecký (ULK)	Tušimice II, Pruněřov II, Počeradky, Ledvice	Komořany, Trmice, Děčín	Unipetrol, Mondí Štětí, Lovochemie
Liberecký (LBK)	–	Liberec, Jablonec nad Nisou	–
Královéhradecký (HKK)	–	Poříčí, Dvůr Králové, Náchod	–
Pardubický (PAK)	Chvaletice	Opatovice	Semtín
Vysočina (VYS)	–	Jihlava	–
Jihomoravský (JHM)	–	Hodonín, Brno (3 lokality), Kyjov	–
Olomoucký (OLK)	–	Olomouc, Přerov	–
Zlínský (ZLK)	–	Zlín, Otrokovice, Valašské Meziříčí	–
Moravskoslezský (MSK)	Dětmorovice	Třebovice, Karviná, ČSA, Přívoz, Krnov, Frýdek-Místek	TAMEH, Energetika Třinec

Ve výše uvedené tabulce je v členění podle krajů uveden přehled hlavních energetických zdrojů, které mají nebo mohou mít něco společného s teplárenstvím. Zdroje jsou rozděleny do tří základních skupin:

- Ve skupině **elektráren** jsou uvedeny výrobní, které byly původně konstruovány jako klasické elektrárny, ale v průběhu jejich životnosti byly mnohé z nich upraveny na dodávky tepla. Některé z nich mají dodávku tepla minimální (např. obě elektrárny v lokalitě Počerady, Mělník III), ale většina z nich se stala významným dodavatelem tepla do okolních měst.
- Druhá skupina představuje klasické **teplárny** nebo dřívější elektrárenské zdroje, které byly na dodávky tepla rekonstruovány (to je případ zdrojů Opatovice, Mělník I, Tisová I, Poříčí). Ke skupině tepláren jsou přiřčeny i významnější systémy CZT zásobované téměř výlučně **výtopenskými zdroji** (např. Jihlava, Jablonec nad Nisou).
- Poslední skupinou jsou tzv. **závodní elektrárny**, což jsou zdroje, které byly původně vybudovány jako součásti průmyslových podniků pro dodávky tepla i pro jejich zásobování elektřinou. V současnosti jsou tyto výrobní zdroje mnohdy samostatnými společnostmi (i když jde často o 100% dceřiné společnosti původních podniků). Přestože jsou formálně odděleny, je jejich provoz specifický, odpovídající návaznosti na výrobní proces v mateřském závodě. Zejména z pohledu tepelných sítí právě v jejich případech jde často o dodávku tepla v páře, proto možnost přechodu z parní na horkovodní síť není možná v plném rozsahu.

Analýza možnosti přechodu z dodávky tepla v páře na dodávky v horké vodě se tedy soustředí na zdroje uvedené v tabulce. K tomu lze konstatovat následující:

- Jde o výrobní zdroje, v nichž se soustředí největší objem dodávek tepla. Proto bude právě zde největší potenciál pro případné úspory.
- Tyto zdroje zásobují rozhodující územní celky se spotřebou tepla realizovanou ze systémů centralizovaného zásobování – jde tedy o lokality krajských a řady významných okresních měst.
- Poměry v jednotlivých lokalitách jsou ale značně rozdílné. Některé ze zdrojů jsou zaměřeny převážně na dodávky tepla obyvatelstvu, některé jsou naopak typické průmyslové teplárny.
- V některých lokalitách parní rozvody nejsou vůbec, někde existují, ale postupně se rekonstruují na horkovodní. Dalším případem jsou sítě, které musí vzhledem k potřebám odběratelů zachovávat dodávku tepla v páře. U nich je pak přechod na horkou vodu neproveditelný, nebo lze převést jen část. Další analýzy možných úspor se proto soustředí jen na ty zdroje, respektive lokality, v nichž se vyskytují parní sítě.
- Případné úspory tepla mají samozřejmě přímý vliv na pokles emisí. Protože většina teplárenských zdrojů s parními sítěmi spaluje hnědé nebo černé uhlí, bude úspora v emisích o to výraznější.

Pro posouzení celkových poměrů v tepelných sítích byly vybrány a zpracovány údaje z přehledu licencí na rozvod tepelné energie (licence skupiny 32), které jsou veřejně dostupné z databází Energetického regulačního úřadu. Situaci dokumentuje následující tabulka.

Tabulka 5.2 Přehled údajů o držitelích licence na rozvod tepelné energie

parametr	celkem	parní síť	horkovodní síť	teplvodní síť
počet držitelů licencí	647	123	141	569
podíl držitelů s daným typem sítě (%)	100	19	22	88
délka sítí (km)	5 297	1 358	2 684	1 255
podíl sítí (%)	100	26	51	24

Z tabulky vyplývá, že parní sítě provozuje 123 držitelů licence na rozvod tepelné energie, což je jen 19 % z celkové počtu provozovatelů. Naopak teplovodní sítě provozuje téměř 88 % držitelů. Podíly na celku netvoří dohromady 100 %, protože licencované subjekty mají obvykle 2 nebo i všechny 3 druhy tepelných sítí. Ze zmíněných 123 provozovatelů parních sítí je 21 subjektů, které mají pouze parní sítě. Firmy provozující jen parní sítě působí zejména v průmyslových objektech, kde většinou náhrada páry horkou vodou není možná. Ostatní výlučně parní sítě jsou svými délkami malé.

Pokud jde o celkové délky sítí, parní sítě tvoří 26 % celkové délky sítí, zbylých 74 % jsou sítě horkovodní a teplovodní, přičemž horkovodních sítí je délkově asi dvojnásobek oproti sítím teplovodním.

Na základě všech výše uváděných údajů a dostupných podkladů byl sestaven přehled vybraných významných teplárenských lokalit (včetně systémů založených převážně na výtopených zdrojích). V přehledu jsou uvedeny podstatné parametry teplárenských výroben a soustav – tepelné výkony zdrojů a obvyklá roční výroba tepla, orientační počet zásobovaných domácností a poměr mezi průmyslovými odběrateli a obyvatelstvem a údaje o teplárenských sítích.

K dále uváděným informacím je potřebné připomenout, že jde o kombinaci údajů za výrobní zdroje i za teplárenské sítě. Zdaleka ne ve všech případech je uspořádání takové, že se jedná o jeden subjekt. V řadě případů je teplo na prahu zdroje předáváno jinému subjektu, který zajišťuje rozvod tepla, přičemž na straně zdrojů i na straně rozvodů může být více než jeden subjekt. V případech oddělených licencí na výrobu a na přenos tepla jsou informace odděleny. U některých subjektů se nepodařilo dohledat všechny údaje. To neplatí u držitelů licence na přenos – zde jsou data úplná, vycházejí z registru licencí na ERÚ.

Tabulka 5.3 Přehled rozhodujících systémů CZT a jejich hlavní parametry

lokality / provozovatel rozvodů	instalovaný tepelný výkon	roční dodávka tepla	délka parních sítí	délka horkovod. sítí	délka teplovod. sítí	hlavní palivo	zásobovaná města
	MW _t	TJ	km	km	km		
Praha-Malešice (spalovna)	116	865	1	1	0	komun. odp.	Praha
Pražská teplárenská	1046	229	13	387	152		Praha
Mělník I	1098	7517				hnědé uhlí	Praha
Mělník II	240	2291				hnědé uhlí	Mělník, Neratovice
Třeboradice	116	8					
Energotrans napaječ Praha			0	36	0		Praha
Energotrans systém Mělník			0	5	0		Mělník, Neratovice
ČEZ Teplárenská Mělník			0	37	6		Mělník
Kralupy nad Vltavou (TAMERO)	360	4850	12	19	8	zemní plyn	Kralupy
Kladno	177	820	1	16	0	hnědé uhlí	Kladno
Mladá Boleslav (ŠKO-ENERGO)	240	1620	0	9	0	hnědé uhlí	Mladá Boleslav, Kosmonosy
Kolín	180	650	25	0	0	hnědé uhlí	Kolín
Příbram	155	500	2	17	12	hnědé uhlí	Příbram
Tábor	149	470	25	6	15	hnědé uhlí	Tábor
Planá nad Lužnicí (C-energy)	97	500	5	3	0	hnědé uhlí	Planá nad Lužnicí
České Budějovice	412	2200	97	23	44	hnědé uhlí	České Budějovice
Český Krumlov	28	110	6	0	2	biomasa	Český Krumlov
Jindřichův Hradec – Otín	19	130	2	1	2	biomasa	Jindřichův Hradec
Strakonice	201	530	28	0	37	hnědé uhlí	Strakonice
Písek	44	430	8	10	22	hnědé uhlí	Písek

Tabulka 5.3 Přehled rozhodujících systémů CZT a jejich hlavní parametry (pokračování)

lokality / provozovatel rozvodů	instalovaný	roční	délka	délka	délka	hlavní palivo	zásobovaná města
	tepelný výkon	dodávka tepla	parních sítí	horkovod. sítí	teplovod. sítí		
	MW _t	TJ	km	km	km		
Plzeň – teplárna	437	2600	2	181	74	hnědé uhlí	Plzeň
Plzeň – Škoda	259	735				hnědé uhlí	Plzeň
Tisová I / Tisová II	520	800	34	8	0	hnědé uhlí	Sokolov, Habartov
Mariánské Lázně	51	260	20	0	9	zemní plyn	Mariánské Lázně
Vřesová ZE	1014					hnědé uhlí	Karlovy Vary, Chodov, Nejde
ČEZ Teplárenská Nejde		175	19	1	5		Nejde
K. HOLOUBEK - Trade Group		3325	0	62	18		Karlovy Vary, Chodov
Pruněřov II	506	1100	0	11	0	hnědé uhlí	Chomutov, Klášterec nad Ohří
ČEZ Teplárenská Chomutov			0	68	9		Chomutov
ČEZ Teplárenská Klášterec			0	13	0		Klášterec nad Ohří
Tušimice II	47	500				hnědé uhlí	Kadaň
ČEZ Teplárenská Kadaň			0	8	1		Kadaň
Komořany	510	1600				hnědé uhlí	Most, Litvínov
Severočeská teplárenská			0	103	45		Most, Litvínov
Záluží (Unipetrol RPA)	557	5900	47	0	47	hnědé uhlí	
Štětí (Mondi Štětí)	662	14600	11	10	0	biomasa	Štětí
Lovosice (Lovochemie)	175	2400	11	4	0	hnědé uhlí	Lovosice
Ledvice bl. 4 nebo bl. 6	50		1	5	0	hnědé uhlí	Bílina, Ledvice
ČEZ Teplárenská Proboštov		933	36	9	20		Teplice
ČEZ Teplárenská Bílina		246	5	9	7		Bílina
ČEZ Teplárenská Ledvice		21	0	9	0		Ledvice
Trmice	603	3000				hnědé uhlí	Ústí nad Labem, Trmice
ČEZ Teplárenská Trmice			107	8	0		Ústí nad Labem, Trmice
Děčín	74	310	0	0	38	zemní plyn	Děčín
Liberec	183	600	35	2	38	zemní plyn	Liberec
Jablonec nad Nisou	66	220	16	0	11	zemní plyn	Jablonec nad Nisou
Trutnov	569	800	1	0	1	hnědé uhlí	Trutnov, Svoboda nad Úpou, Janské Lázně, Úpice
ČEZ Teplárenská Poříčí			52	48	47		Trutnov, Svoboda nad Úpou, Janské Lázně, Úpice
Náchod	73	500	20	0	10	zemní plyn	Náchod
Dvůr Králové	67	220	2	11	3	hnědé uhlí	Dvůr Králové nad Labem
Opatovice	580	4300	0	194	122	hnědé uhlí	Hradec Králové, Pardubice, Chrudim, Lázně Bohdaneč
Semtín (Synthesia)	332	1400	51	1	0	hnědé uhlí	areál Synthesia + záložní zdroj
Chvaletice	70	125	0	5	0	hnědé uhlí	Chvaletice
ČEZ Teplárenská Chvaletice			0	5	2		Chvaletice
Jihlava	51	250	0	0	21	zemní plyn	Jihlava
Brno – Špitálka	288	500	156	171	141	zemní plyn	Brno
Brno – Červený mlýn	140	1170				zemní plyn	Brno
Brno – SAKO	92	1050	0	3	0	komun. odp.	Brno
Hodonín	275	500	0	0	4	hnědé uhlí	Hodonín, Holíč
ČEZ Teplárenská Hodonín			15	10	10		Hodonín, Holíč
Kyjov	50	100	0	0	6	zemní plyn	Kyjov
Otrokovice	291	1700	20	42	3	hnědé uhlí	Otrokovice, Napajedla
Zlín	320	1300	72	71	0	hnědé uhlí	Zlín
Valašské Meziříčí (DEZA)	351	2200	9	0	4	kapalná pal.	Valašské Meziříčí

Tabulka 5.3 Přehled rozhodujících systémů CZT a jejich hlavní parametry (pokračování)

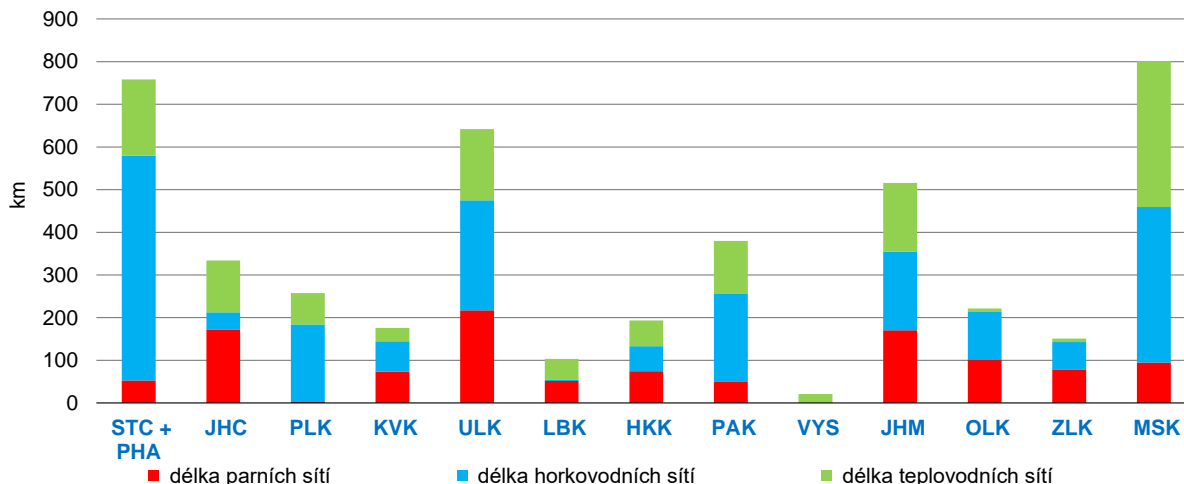
lokality / provozovatel rozvodů	instalovaný tepelný výkon	roční dodávka tepla	délka parních sítí	délka horkovod. sítí	délka tepl vod. sítí	hlavní palivo	zásobovaná města
	MW _t	TJ	km	km	km		
Olomouc	213	1960	48	55	6	hnědé uhlí	Olomouc
Přerov	169	1050	31	9	2	černé uhlí	Přerov
Třebovice	541	3700	54	129	162	černé uhlí	Ostrava
Přívoz	132	1250				koks, plyn	Ostrava
Karviná	350	2400	0	50	14	černé uhlí	Havířov
ČSA	171	1000	1	31	43	černé uhlí	Karviná
Frýdek-Místek	140	380	0	26	0	černé uhlí	Frýdek-Místek
Krnov	88	480	14	3	5	biomasa	Krnov
Dětmorovice	312	600	0	5	0	černé uhlí	Orlová, Bohumín
ČEZ Teplárenská Dětmorovice			0	38	1		Orlová, Bohumín
Ostrava – Kunčice (TAMEH)	1359	2600				černé uhlí	areál Liberty Ostrava
Liberty Ostrava			17	0	114		areál Liberty Ostrava
Třinec (ENERGETIKA TŘINEC)	585	1500	9	83	3	černé uhlí	Třinec

Pokud se údaje shrnou za kraje, dostáváme údaje uvedené v následující tabulce. V ní jsou sečteny údaje za Prahu a Středočeský kraj. Je to vzhledem k tomu, že klíčovým dodavatelem tepla pro Prahu je zdroj v Mělníku, který leží ve Středočeském kraji. Oddělené údaje by zcela neodpovídaly reálné situaci.

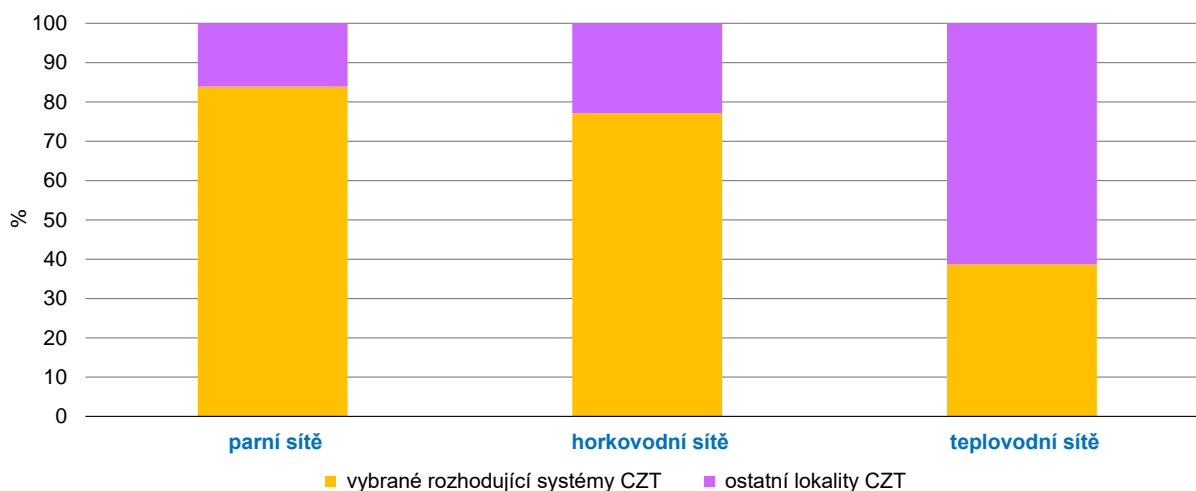
Tabulka 5.4 Shrnutí údajů o rozhodujících systémech CZT podle krajů

kraj	instalovaný tepelný výkon	roční dodávka tepla	počet zásobovaných domácností	tepelný výkon sítí	délka parních sítí	délka horkovodních sítí	délka tepl vodních sítí
	MW _t	TJ		MW _t	km	km	km
Středočeský kraj + Praha	3 728	19 350	289 099	3 772	53	527	178
Jihočeský kraj	950	4 370	60 285	1 147	171	41	121
Plzeňský kraj	696	3 335	51 700	940	2	181	74
Karlovarský kraj	1 585	4 560	15 450	595	73	71	31
Ústecký kraj	3 183	30 610	146 000	3 796	217	258	167
Liberecký kraj	248	820	17 200	502	52	2	49
Královéhradecký kraj	709	1 520	14 500	726	75	59	60
Pardubický kraj	982	5 825	35 005	1 032	51	205	124
Vysočina	51	250	10 000	56	0	0	21
Jihomoravský kraj	845	3 320	56 300	3 282	171	184	162
Zlínský kraj	962	5 200	31 900	1 549	101	113	7
Olomoucký kraj	382	3 010	43 100	520	79	64	8
Moravskoslezský kraj	3 678	13 910	220 183	2 922	95	364	342
ČR celkem	18 001	96 080	990 722	20 838	1 140	2 070	1 344

Pro lepší názornost jsou délky jednotlivých druhů tepelných sítí v rozhodujících systémech CZT dle krajů dokumentovány na následujícím obrázku.

Obrázek 5.2 Délky tepelných sítí v rozhodujících lokalitách CZT ve členění dle kraje

Údaje uvedené ve dvou předcházejících tabulkách a v obrázku reprezentují výběr klíčových systémů CZT, u nichž se má provést analýza možných úspor při přechodu z parních rozvodů na horkovodní. Vztah k údajům z tab. 5.2, týkajícím se všech licencovaných subjektů, dokumentuje následující obrázek. Ten ukazuje, jaký je podíl délek sítí v rozhodujících systémech CZT vzhledem k celkovým délkám všech licencovaných sítí.

Obrázek 5.3 Podíl sítí v rozhodujících lokalitách CZT na celkových délkách sítí

Z obrázku vyplývá, že **okruh výběru klíčových lokalit CZT** byl zvolen vhodně, neboť v případě parních sítí reprezentuje **84 % celkové délky** všech parních sítí. Právě tento segment je předmětem analýz. Podobná situace je i u sítí horkovodních. Naproti tomu sítě teplovodní jsou ve skupině určené k analýzám v menšině. Sítí s teplovodním rozvodem je sice početně více, ale jde spíše o sítě malých rozsahů.

Dosud uváděné údaje pocházejí z licencí na rozvod tepelné energie. V některých případech tyto veřejně dostupné oficiální údaje nejsou při rekonstrukcích aktualizovány. Proto při vyhodnocování možných úspor se u některých subjektů pracovalo s aktuálními délkami sítí, pokud tyto byly dostupné. Samotné vyhodnocení úspor je pak provedeno v navazující kapitole.

6 Stanovení možných úspor

Z předcházejícího textu vyplývá, že v ČR provozují licencované subjekty pro rozvod tepelné energie celkem 1358 km parních sítí. Ze skupiny všech provozovatelů této kategorie sítí byly vybrány společnosti s největším rozsahem centralizovaného zásobování teplem. Vybraná skupina zahrnuje **1140 km parních sítí**, reprezentuje tak téměř **84 % celkové délky parních sítí**, a tvoří tedy reprezentativní výběr. Na tuto skupinu je zaměřena analýza možných úspor tepla z titulu případného přechodu z parních sítí na sítě horkovodní.

V následujícím textu bude pro uvedenou skupinu rozhodujících systémů CZT vyhodnocen **potenciál úspor tepelných ztrát**, a v návaznosti na to pak i **dopad na snížení emisí**. Jde o emise odpovídající energii v palivu, které by muselo být vynaloženo na výrobu tepla odpovídajícího rozdílu ztrát mezi parními a horkovodními sítěmi.

6.1 Vyhodnocení úspory ztrát tepla a úspory emisí při změně parních sítí na horkovodní síť

Stanovení úspor ztrát tepla

Samotný proces výpočtu tepelných ztrát byl proveden **samostatně pro každou teplotněnskou lokalitu**, v níž jsou provozovány parní sítě. Výpočet tak zohledňuje délku jednotlivých druhů sítí, celkovou dodávku tepla a poměr mezi dodávkami do průmyslu a dodávkami pro obyvatelstvo. Jedná se o údaje získané o jednotlivých výrobcích tepla a provozovatelích, pouze někde bylo nutné některý z údajů odhadnout. Výpočet uvažuje s typovými průměry a tloušťkami izolace parních a horkovodních sítí – hodnoty byly voleny podle charakteru každé teplotněnské sítě.

U jednotlivých subjektů však není známo rozdělení objemu dodávek tepla mezi jednotlivé druhy sítí, jsou známy pouze délky sítí podle kategorií teplotněnského média. V této situaci byly **dodávky tepla rozděleny na teplotněnská média podle příslušných délek sítí**, což nemusí ve všech případech odpovídat realitě, ale jiný odhad než tento se nenabízí.

Závěry vyplývající z výpočtů jsou následující:

- **Vyšších relativních úspor lze dosáhnout u velmi krátkých úseků** se záměnou parovodu za horkovod (okolo 15–20 %).
- Vyšších relativních úspor (18–25 %) lze dosáhnout v systémech, kde je **vyšší podíl stálého odběru tepla pro průmysl**, neboť tento odběr byl pokládán za neměnný v průběhu roku. Potrubní soustava je tak kapacitně více využita než v případě lokalit, které jsou určeny pro otop domácností s nerovnoměrným rozložením v průběhu roku.
- U soustav, které využívají médium pro ohřev TUV a otop obyvatelstva ve větší míře, **dosahují úspory výraznějšího měřítka (až 20 %) v topné sezóně**, avšak mimo topnou sezonu se míra úspor může výrazně snížit, může dokonce dosáhnout do záporných hodnot (tzn. horkovodní systém je méně úsporný než parovodní). Avšak, pokud takový stav nastal, jednalo se o nízké rozdíly mezi oběma médii. Vlivem výkyvu odběrů během roku pak úspory v takových soustavách dosahují **relativní výše 6–12 %**.
- Zvolená metodika rozpočtu distribuovaného tepla v parovodech je orientační a není přesná a plně vypovídající. Podle ní lze ve všech sledovaných lokalitách uspořit až **1005 TJ tepla na ztrátách**. To představuje přibližně **11,1 % tepla**, které je parovody distribuováno v současnosti. Kdyby se teplo přenášelo horkovody, pak by se ztráty o uvedených 1005 TJ snížily.

Uvedené hodnoty úspor po jednotlivých lokalitách jsou uvedeny v níže přiložené tabulce. Jedná se o **případ plné náhrady všech stávajících parních sítí** za sítě horkovodní. Jde v jistém smyslu o maximalistický teoretický případ, který by sice z hlediska úspor tepelných ztrát byl žádoucí, ale není příliš reálný.

Tabulka 6.1 Přehled úspory tepelných ztrát při přechodu z parních sítí na horkovodní sítě – případ úplné změny ve všech teplárenských systémech

kraj	výroba dodávkového tepla	délka parních sítí	podíl dodávek pro obyvatelstvo	úspory tepla	relativní úspory
	TJ	km	%	TJ	%
Středočeský kraj + Praha	17 542	53	53	69	10,2
Jihočeský kraj	4 370	171	50	90	13,6
Plzeňský kraj	3 335	2	63	2	21,0
Karlovarský kraj	1 235	73	82	40	14,7
Ústecký kraj	27 079	217	15	541	12,3
Liberecký kraj	820	52	95	15	13,0
Královéhradecký kraj	1 520	75	48	20	10,8
Pardubický kraj	1 400	51	1	38	9,9
Vysočina	-----	-----	-----	-----	0,0
Jihomoravský kraj	3 220	170	57	22	8,1
Zlínský kraj	5 200	101	21	65	6,3
Olomoucký kraj	3 010	79	75	59	11,5
Moravskoslezský kraj	10 530	95	57	44	10,0
ČR celkem	79 261	1 140	40	1 005	11,2

V průmyslových procesech se často vyžadují vysoké parametry teplotního média. Takové parametry není možné zajistit dodávkou horké vody, a proto v těchto případech musí zůstat funkční parní sítě. Není tedy fakticky možné paušálně zcela zrušit všechny parní sítě a převést je na horkovodní. Toto se týká mnohdy rozsáhlých tepelných sítí ve velkých průmyslových objektech, které mají vlastní závodní energetiku.

Z uvedených důvodů byl proto následně proveden ještě druhý výpočet. V něm se udělal předpoklad, že u teplárenských sítí průmyslových podniků se závodní energetikou může být přechod na horkovodní sítě velmi omezený, odhadem jen v rozsahu 10 % celkových délek. Výsledky tohoto výpočtu prezentuje následující tabulka. Dosažené hodnoty úspor jsou v porovnání s prvním maximalistickým případem výrazně odlišné. Je to proto, že právě v technologických provozech jsou délky tepelných, zejména parních sítí značné a také je jimi přenášen značný objem tepla. Proto za situace, když by tyto sítě zůstaly jako parní, by úspora ztrátového tepla byla menší – dle výpočtů zhruba na polovině ve srovnání s případem plného přechodu.

Vyhodnocení ztrát s popsány omezujícími předpoklady dává dle názoru řešitelů reálnější náhled na možnosti úspor. Celková **úspora** by při tomto **omezeném rozsahu přechodů sítí** činila za celou ČR asi **500 TJ**. Údaje uvádí následující tabulka; je z ní patrné, že mezi jednotlivými kraji jsou značné rozdíly. Například Ústecký kraj skýtá největší možnosti úspor, to souvisí s rozsáhlou parní sítí z teplárny v Trmicích. Ještě výraznější podíl Ústeckého kraje byl patrný v tabulce předcházející, kde jsou ještě započteny plné, byť v reálu těžko uskutečnitelné úplné přechody v obrovských průmyslových kombinátech – chemický provoz Unipetrolu v Záluží a papírenský provoz Mondi ve Štětí. Naproti tomu v případě Pardubického kraje jsou možnosti úspor malé, neboť hlavní teplárenský systém z elektrárny Opatovice je pouze horkovodní, a parní sítě jsou tak zastoupeny průmyslovým areálem Semtín.

V případě kraje Vysočina jsou možnosti úspor nulové, neboť se zde provozují jen teplárenské sítě pro dodávky tepla pro vytápění, nikoliv tepla technologického.

Tabulka 6.2 Přehled úspory tepelných ztrát při přechodu z parních sítí na horkovodní sítě – případ omezené změny v průmyslových provozech

kraj	výroba dodávkového tepla	délka parních sítí	podíl dodávek pro obyvatelstvo	úspory tepla	relativní úspory
	TJ	km	%	TJ	%
Středočeský kraj + Praha	17 542	53	53	36	5,4
Jihočeský kraj	4 370	171	50	78	11,8
Plzeňský kraj	3 335	2	63	2	17,4
Karlovarský kraj	1 235	73	82	40	14,8
Ústecký kraj	27 079	217	15	179	4,1
Liberecký kraj	820	52	95	15	13,0
Královéhradecký kraj	1 520	75	48	20	10,8
Pardubický kraj	1 400	51	1	4	1,0
Vysočina	-----	-----	-----	-----	-----
Jihomoravský kraj	3 220	170	57	22	8,1
Zlínský kraj	5 200	101	21	19	5,8
Olomoucký kraj	3 010	79	75	59	6,5
Moravskoslezský kraj	10 530	95	57	30	6,7
ČR celkem	79 261	1 140	40	503	5,8

Vedle vyhodnocení úspory ztrát za rozhodující teplárenské systémy byl proveden i odhad možných úspor ztrátového tepla na parovodech v ostatních teplárenských systémech. Na základě provedených analýz byla vypočtena **průměrná hodnota úspory tepelných ztrát** při přechodu z parních sítí na horkovodní. Tato hodnota činí **28,3 W/m**. Při celkové délce parních sítí v ČR na úrovni 1358 km a délce parních sítí v rozhodujících teplárenských systémech 1140 km zbývá na **ostatní parní sítě 218 km**. Celkový ztrátový výkon na ostatních parních sítích je tak 6,2 MW_t. Za předpokladu trvalého provozu sítí po celý rok se jedná o **ztrátovou energii 195 TJ**; toto číslo v kontextu výše uvedeného je maximální údaj pro případ úplné záměny parovodů za horkovody. Pokud bychom přijali předpoklad, že přechod na horkou vodu bude možný u poloviny z celkové délky, pak by pro ekvivalentní situaci označenou jako **omezenou změnu v průmyslových provozech** představovala **možnost úspory ztrát ve výši 97 TJ**.

Vyhodnocení úspory emisí při přechodu z parních sítí na horkovodní sítě

V návaznosti na výše uvedené potenciální úspory tepelných ztrát při očekávaných přechodech od parních sítí k horkovodním byly vyhodnoceny úspory jednotlivých kategorií emisí. Jedná se jak o **emise skleníkových plynů (CO₂)**, tak o **4 kategorie emisí znečišťujících látek**. Pro jednotlivé výrobní, respektive teplárenské soustavy, byly tyto emisní úspory vyhodnoceny na základě energetického množství uspořených ztrát a druhu paliva, které je na výrobu tepla v dané lokalitě využíváno.

Vyhodnocení emisních úspor je stejně jako v případě úspor energetických provedeno pro dvojí předpoklady. V první situaci se jedná o maximální teoretické úspory pro takový stav, kdy by došlo k úplné náhradě všech parovodních sítí horkovodními. Ve druhé situaci se předpokládá stav, kdy se na horkovody převede jen část parovodů a v průmyslových areálech budou parovody naopak zachovány vzhledem k technologickým vazbám. Obě situace jsou prezentovány v následujících tabulkách.

Tabulka 6.3 Přehled úspory emisí při přechodu z parních sítí na horkovodní sítě – případ úplné změny ve všech teplotních systémech

kraj	úspory emisí CO ₂ t	úspory emisí SO ₂ t	úspory emisí NO _x t	úspory emisí CO t	úspory emisí TZL t
Středočeský kraj + Praha	5 581	5	5	1	0
Jihočeský kraj	9 397	13	10	2	1
Plzeňský kraj	207	0	0	0	0
Karlovarský kraj	4 144	5	4	1	0
Ústecký kraj	33 168	51	55	15	4
Liberecký kraj	918	0	0	0	0
Královéhradecký kraj	1 683	2	1	0	0
Pardubický kraj	4 300	6	4	1	0
Vysočina	----	----	----	----	----
Jihomoravský kraj	1 701	1	1	0	0
Zlínský kraj	2 302	3	4	1	0
Olomoucký kraj	6 357	10	10	2	0
Moravskoslezský kraj	3 414	7	9	2	0
ČR celkem	73 172	103	105	25	7

Tabulka 6.4 Přehled úspory emisí při přechodu z parních sítí na horkovodní sítě – případ omezené změny v průmyslových provozech

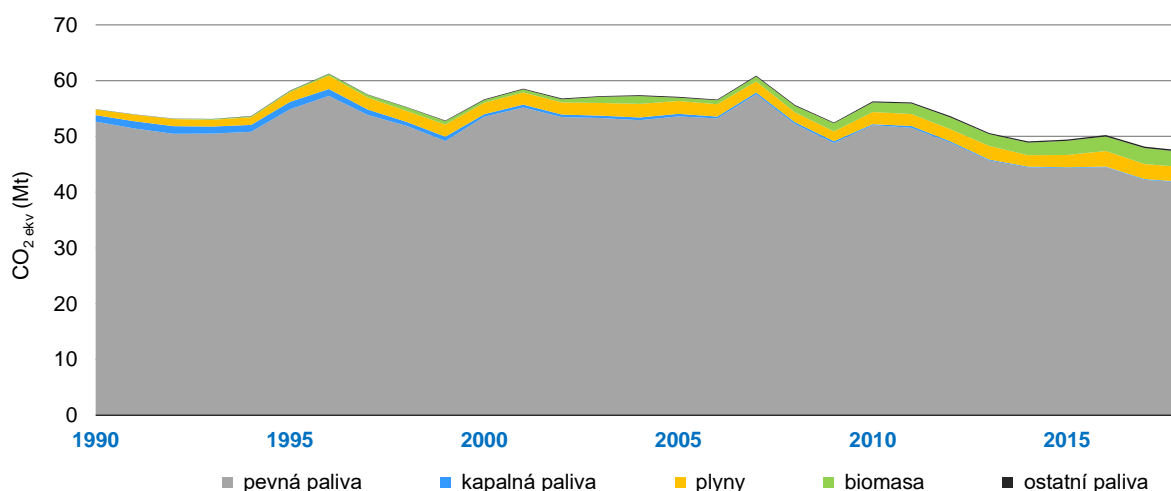
kraj	úspory emisí CO ₂ t	úspory emisí SO ₂ t	úspory emisí NO _x t	úspory emisí CO t	úspory emisí TZL t
Středočeský kraj + Praha	3 558	4	4	1	0
Jihočeský kraj	8 055	11	9	2	1
Plzeňský kraj	172	0	0	0	0
Karlovarský kraj	4 144	5	4	1	0
Ústecký kraj	17 337	24	20	5	1
Liberecký kraj	918	0	0	0	0
Královéhradecký kraj	1 683	2	1	0	0
Pardubický kraj	430	1	0	0	0
Vysočina	----	----	----	----	----
Jihomoravský kraj	1 701	1	1	0	0
Zlínský kraj	1 616	2	2	0	0
Olomoucký kraj	6 357	10	10	2	0
Moravskoslezský kraj	1 909	4	5	1	0
ČR celkem	47 879	65	58	13	3

6.2 Úspory v kontextu České republiky

Historický vývoj emisí v elektroenergetice a v teplárenství

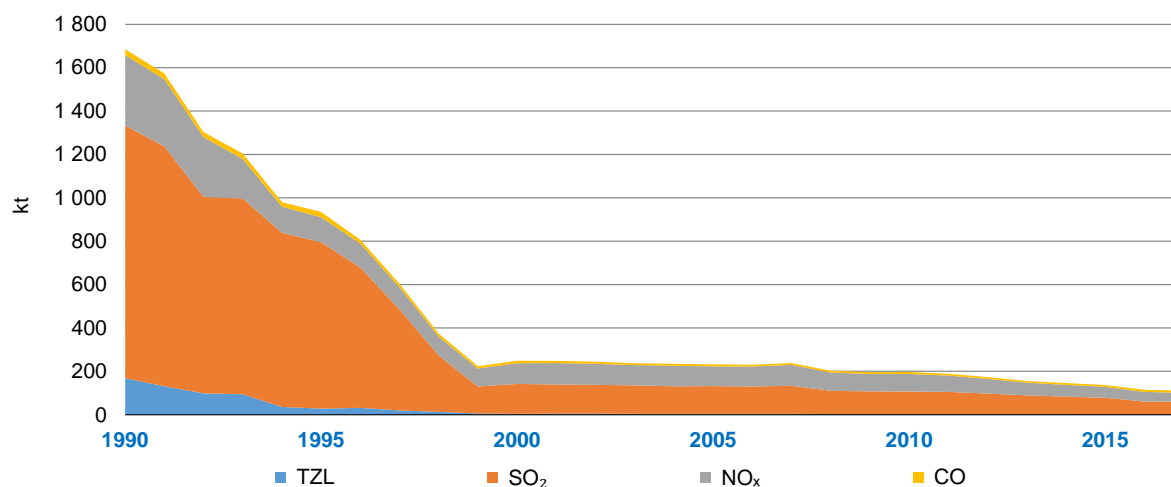
Výsledná produkce emisí u výrobního zdroje je přímo závislá na druhu použitého paliva s jeho jakostními hodnotami a na jeho spáleném množství. Emise znečišťujících látek jsou dále ovlivněny technickými parametry odloučení škodlivin u každého zdroje. Zatímco emise skleníkových plynů jsou tak dány výhradně spáleným teplem v palivu pro výrobu elektřiny a tepla, výsledné emise znečišťujících látek jsou výrazně ovlivněny opatřeními, technologickými postupy a stavy jednotlivých zdrojů, jak je možné vidět na následujících obrázcích.

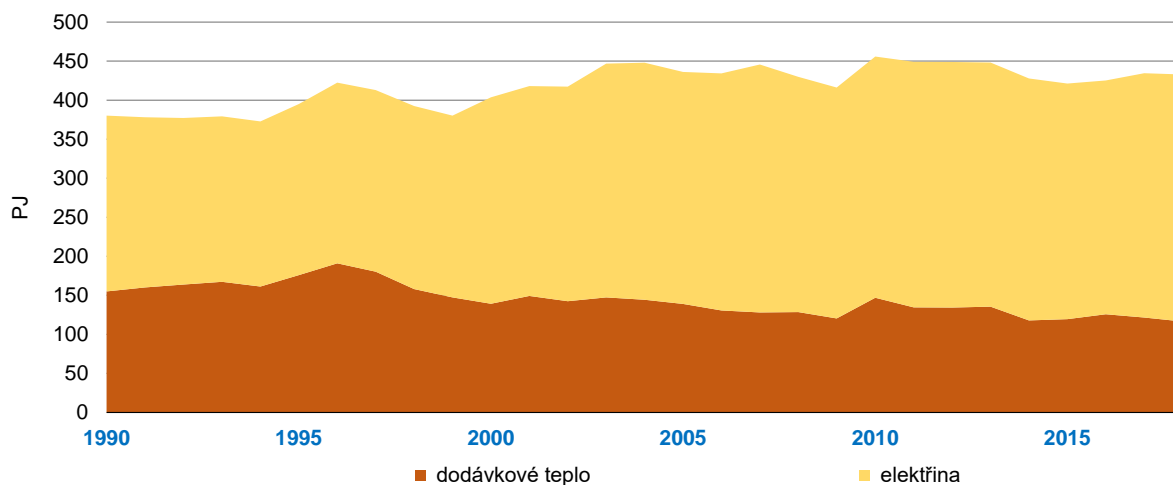
Obrázek 6.1 Celkové emise CO₂ ekv za elektroenergetiku a teplárenství (NIS)



Oproti emisím skleníkových plynů jsou emise škodlivin výrazně ovlivněny stavem a retrofity kotlů. Díky aplikovaným technologiím pro odsíření, denitrifikaci a odprášení je vidět výrazný a soustavný pokles v produkovaných emisích, a to i přes mírný růst v celkové dodávce elektřiny a tepla, jak je možné vidět na následujících obrázcích.

Obrázek 6.2 Celkové emise znečišťujících látek za elektroenergetiku a teplárenství (Eurostat)



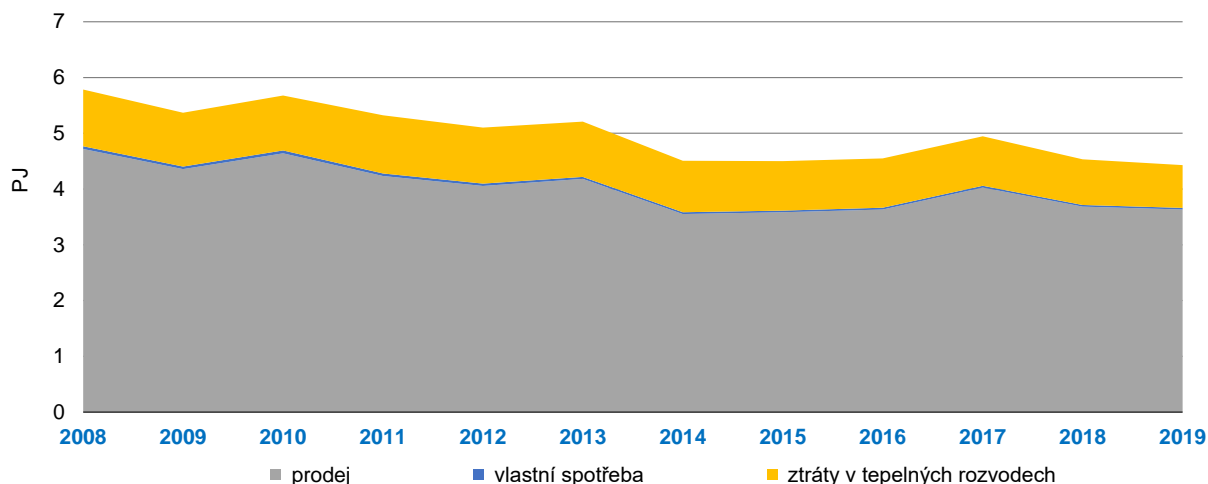
Obrázek 6.3 Hrubá výroba elektřiny a dodávkového tepla (Eurostat)

Příklady přechodů od parních sítí k horkovodním sítím

V následujícím textu budou u vybraných lokalit prezentovány dosažené úspory na ztrátách po přechodu z páry na horkou vodu.

Teplárny Brno

Teplárny Brno (TB) započaly konverzi parovodů na horkovody v roce 2010. V roce 2019 dosáhli výměny 49 km z celkového plánu 66 km. Naplnění cíle se očekává v roce 2023 s celkovou předpokládanou úsporou v distribuci na úrovni 450 TJ ročně, což by odpovídalo zhruba 14. mil. m³ zemního plynu.

Obrázek 6.4 Bilance tepla dle výroční zprávy Tepláren Brno

Centrální výtopna Luhačovice

Výměna stávajících parovodů za horkovody proběhla v letech 2016 až 2017. Celý projekt byl rozdělen do dvou etap, v první etapě proběhla renovace potrubí, vnitřních rozvodů a otopných těles. V druhé etapě byla v areálu kotelny vybudována moderní kogenerační jednotka. Očekávaná úspora v bilanci tepla je cca 17 TJ ročně.

Teplárna Písek

Teplárna Písek postupně přechází z parovodů na horkovody, a to v několika etapách: Písek – Horkovod Východ, Horkovodní přípojka Apex a Přechod parovodu na horkovod – Písek. Celý projekt zahrnuje zrušené parovody v délce 6,8 km a nově vybudované horkovody v délce 9,2 km. V letech 2021 až 2022 bude realizován poslední úsek výměny parovodu. Předpokládaná úspora primární energie je cca 53,4 TJ za rok.

Energo Příbram

Energo Příbram v bilanci dodávkového tepla vyčísluje ztrátu v dostupných parovodech i horkovodech. Ztráty v parovodech dosahují více jak 23 % z tepla dodaného do rozvodné sítě, ztráty v horkovodech cca 13 %, 9 % v primárním vedení a 4 % v sekundárním vedení.

Teplárna České Budějovice

Přestavba parovodního systému probíhá v několika etapách, v roce 2019 byly dokončeny přestavby v několika lokalitách.

Délka horkovodu v oblasti Havlíčkovy kolonie dosahuje téměř 1,4 km a pokles na celkových ztrátách ve vedení je očekáván z 4 971 GJ/rok na 1 578 GJ/rok, tj. o 68 %.

Délka horkovodu v oblasti Suchého Vrbného dosahuje 3,4 km a je zde očekáván pokles na ztrátách z 14 673 GJ/rok na 5 023 GJ/rok, tj. o 66 %.

Délka horkovodu v oblasti Novohradské ulice – parovod JIH I je 1,4 km s očekávaným poklesem na ztrátách z 9 881 GJ/rok na 1 969 GJ/rok, tj. o téměř 80 %.

6.3 Shrnutí

Na základě analýzy stávajících teplárenských sítí, především délky potrubí podle teplotního média, množství přenášeného tepla, struktury odběratelů a paliva využívaného v teplárnách byly stanoveny potenciály úspory tepelných ztrát pro případy, kdy budou parní sítě převedeny na sítě horkovodní. V návaznosti na hodnoty úspory tepla byly vyhodnoceny i úspory emisí. Z analýz vyplývají následující závěry:

- V ČR je celkem 5 297 km teplárenských sítí, které provozuje 647 subjektů s licenci na rozvod tepelné energie. Parních sítí je celkem 1 358 km, což je 26 % celkové délky teplárenských sítí, provozuje je celkem 123 držitelů licence. V klíčových, tedy nejvýznamnějších a největších teplárenských systémech je 1 140 km parních sítí, tedy 84 % celkové délky všech parních sítí.
- V případě, že by všechny parní sítě u rozhodujících teplárenských systémů byly převedeny na horkovodní sítě, došlo by k úspoře na tepelných ztrátách ve výši asi 1 000 TJ. To představuje 11,2 % z množství tepla přenášeného parními sítěmi. Tento rozsah úspor je maximální možné množství a představuje spíše teoretický potenciál. V praxi by vzhledem k potřebě dodávek páry zejména v průmyslu patrně nemohl být přechod z parovodů na horkovody v tomto měřítku realizován.
- Za situace, pokud by v areálech velkých průmyslových podniků, zejména tam, kde jsou provozovány závodní výroby, musely v převážné míře zůstat parní rozvody, možnost úspor by byla výrazně omezena. Odhaduje se, že jen asi 10 % tepelných rozvodů v průmyslu by mohlo přejít z páry na horkou vodu. Potenciál úspor by v tomto případě byl výrazně nižší – snížil by se oproti případu s úplnou záměnou sítí na 50 %, úspora tepelných ztrát by činila kolem 500 TJ. Tuto hodnotu lze považovat za potenciál uskutečnitelný.

- Pokles ztrát tepla by měl přímý dopad na úsporu v produkci emisí v teplárnách nebo výtopenách, které dodávají teplo do analyzovaných sítí. V případě naplnění teoretického plného potenciálu, tedy s kompletním zrušením parních sítí, by se uspořilo přes 73 tisíc tun CO₂. V případě realizace přechodu sítí podle potenciálu uskutečnitelného by se uspořilo necelých 48 tisíc tun CO₂. Zdánlivý nesoulad mezi poměry v úsporách tepla a v úsporách emisí souvisí s využívanými palivy. Vzhledem k tomu, že značný objem dodávek tepla se realizuje v papírenském kombinátě Štětí, kde je využívána jako majoritní palivo biomasa a další průmyslové materiály povahy obnovitelných zdrojů, není zde tak velká úspora v emisích CO₂, protože jde o proces s bilančně neutrálními emisemi.
- V případě, že by se do vyhodnocení zahrnuly i ostatní, jmenovitě neuvedené teplárenské sítě, vznikal by potenciál pro úspory na dalších 218 km parních sítí. Při maximalistickém pojetí, tedy při přeměně všech těchto parních sítí na horkovodní, by došlo k úspoře dalších 195 TJ tepelných ztrát. V případě využití uskutečnitelného potenciálu by úspora byla poloviční, tedy 97 TJ. Lze tedy sumárně odhadnout, že celkový uskutečnitelný potenciál úspor tepla při přechodu sítí z parních na horkovodní představuje asi 600 TJ (503 TJ ve velkých systémech, 97 TJ sumárně v ostatních teplárenských systémech). Úspora na emisích při započtení malých teplárenských sítí by byla obdobná, tedy asi o 20 % vyšší oproti sumě za významné teplárenské systémy.

7 Závěr

Centralizované zásobování teplem (CZT) patří neodmyslitelně již několik desítek let v ČR mezi hlavní způsoby zásobování tepelnou energií, tedy jak v rámci občanské vybavenosti, tak v průmyslových závodech. Soustavy centralizovaného zásobování teplem (SCZT) patří k rozšířeným způsobům zajištění tepla pro obyvatele, a to především ve městech a velkých aglomeracích. V rámci Evropy je systém CZT rozvinutý v několika státech na podobné úrovni, jako v ČR (Polsko, Švédsko, Slovensko), v některých zemích výrazně více (Rusko, Dánsko, Finsko). Je to dáno zejména klimatickými podmínkami a primárním palivem k jeho výrobě.

V rámci legislativních kontextů stojí teplárenství před značnými výzvami. V rámci EU je kladen velký důraz především na energetickou efektivitu, a i když některé dokumenty SCZT zcela opomíjejí (HRE), lze naopak v některých (COM) dohledat doporučení pro nárůst využívání CZT. Z pohledu ČR jsou soustavy CZT úzce spjaty se systémy KVET a v posledních letech se v rámci decentralizace, životního prostředí a lokální spotřeby surovin spoluspalují s primárním palivem i odpady a biomasa.

Cena tepla je regulována prostřednictvím Energetického regulačního úřadu a ceny se v jednotlivých krajích značně liší. Nejvyšší cenu má Praha (cca 660 Kč/GJ), nejnižší naopak Pardubický kraj (cca 530 Kč/GJ). Ceny tepla jsou výrazně ovlivňovány cenou emisních povolenek, která v průběhu roku 2018 výrazně narostla z přibližně 8 eur/tCO₂ na současných cca 25 eur/tCO₂. V rámci SCZT tato skutečnost představuje výrazné riziko pro zachování těchto soustav a obecně energetických zdrojů, které jsou závislé na ceně emisních povolenek.

Publikace se zabývá vyčíslením potenciálu energetických úspor v rámci přechodu z parních rozvodů na rozvody horkovodní. Přechod na jiné teplotnosné médium je v ČR již delší dobu v běhu a díky této transformaci se podařilo ušetřit značnou část energie, což zvýšilo efektivitu celého systému CZT a umožnilo zachovat příznivou cenu tepla pro koncové spotřebitele. V současné době v ČR provozují licencované subjekty pro rozvod tepelné energie celkem 1 358 km parních sítí, což je 26 % z celkových tepelných sítí v ČR. V rámci zjednodušené analýzy byly vybrány subjekty s největším rozsahem CZT. Vybraná skupina zahrnuje 1 140 km parních sítí, reprezentuje téměř 84 % celkové délky parních sítí, a tvoří tedy reprezentativní výběr. Na tuto skupinu byla zaměřena analýza možných úspor tepla z titulu potenciálu přechodu z parních sítí na sítě horkovodní a následně dopočítána úspora tepla a emisí v případě analýzy všech parních sítí.

V případě, že by byly všechny parní sítě teplárenských systémů převedeny na horkovodní sítě, došlo by k úspoře na tepelných ztrátách ve výši přibližně 1 200 TJ. To představuje 11 % z množství tepla přenášeného parními sítěmi. Tento rozsah úspor představuje maximální možný teoretický potenciál. Vzhledem k potřebě dodávek páry pro průmysl není možné tento teoretický potenciál v současné době využít. Uskutečnitelný potenciál úspor je tedy výrazně nižší – snížil by se dle podrobného výpočtu oproti teoretickému potenciálu na 50 %, úspora tepelných ztrát by činila kolem 600 TJ. Nejvyšší uskutečnitelný potenciál je v Ústeckém kraji, následuje s velkým odstupem kraj Jihočeský, Olomoucký a Karlovarský.

Pokles ztrát tepla by měl přímý dopad na úsporu v produkci emisí v teplárnách nebo výtopnách, které dodávají teplo do teplárenských sítí. V případě naplnění teoretického plného potenciálu, tedy s kompletním zrušením parních sítí, by se uspořilo přes 86 tisíc tun CO₂. V případě realizace přechodu sítí podle potenciálu uskutečnitelného by se uspořilo ročně necelých 57 tisíc tun CO₂. Pro srovnání, celkové emise CO_{2ekv} za elektroenergetiku a teplárenství se pohybují na úrovni pod 50 MtCO_{2ekv}.

Seznam zkratek

BRKO	biologicky rozložitelný komunální odpad
CZT	centrální zásobování teplem
ČS	členské státy
DPH	daň z přidané hodnoty
ECL	evropský právní rámec pro klima
EGD	European Green Deal (Zelená dohoda pro Evropu)
EK	Evropská komise
ER	Evropská rada
ERÚ	Energetický regulační úřad
ES	elektrizační soustava
ETS	Emissions Trading System (systém obchodování s emisními povolenkami)
EU	Evropská unie
Euroheat	mezinárodní sdružení teplárenských institucí
Eurostat	statistický úřad Evropské unie
HRE	Heat Roadmap Europe
KVET	kombinovaná výroba elektřiny a tepla
LTO	lehký topný olej
MPO	Ministerstvo obchodu
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NIS	Národní informační středisko
OPŽP	operační program Životní prostředí
OTE	operátor trhu s elektřinou a plynem
OZE	obnovitelné zdroje energie
PE	polyethylen
PUR	polyuretan
RES	rejstřík ekonomických subjektů
SCZT	soustava centrálního zásobování teplem
TB	Teplárny Brno
TUV	teplá užitková voda
TZL	tuhé znečišťující látky

Zkratky pro označování krajů:

HKK	Královéhradecký kraj
JHČ	Jihočeský kraj
JHM	Jihomoravský kraj
KVK	Karlovarský kraj
LBK	Liberecký kraj
MSK	Moravskoslezský kraj
OLK	Olomoucký kraj
PAK	Pardubický kraj
PHA	Praha
PLK	Plzeňský kraj
STČ	Středočeský kraj
ULK	Ústecký kraj
VYS	kraj Vysočina
ZLK	Zlínský kraj

Zdroje informací

- BCG (2017). The 2017 European Railway Performance Index. Dostupné z: <https://www.bcg.com/en-cz/publications/2017/transportation-travel-tourism-2017-european-railway-performance-index.aspx>
- BMVI (2019). Richtlinie über die Förderung der Energieeffizienz des elektrischen Eisenbahnverkehrs. Dostupné z: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/MKS/foerderung-energieeffizienz-elektrischer-eisenbahnverkehr.html>
- ERÚ (2018). Roční zpráva o provozu teplárenských soustav ČR. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/5391330/Zprava_o_provozu_TS_2018.pdf/bec4c828-cc45-4c94-89dd-f156bf49165c.
- ERÚ (2019). Roční zpráva o provozu teplárenských soustav ČR. Dostupné z: https://www.eru.cz/documents/10540/5391332/Rocni_zprava_provoz_TS_2019.pdf/a4d8e72d-4f7b-4d02-b464-201bf1648479.
- Euroheat (2017). Heating and cooling, facts and figures. Heat Roadmap 2050. Dostupné z: https://www.euroheat.org/wp-content/uploads/2017/07/29882_Brochure_Heating-and-Cooling_web-1.pdf.
- European Commission (2016). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions; an EU Strategy on Heating and Cooling. Brussels, 16.2.2016 COM(2016) 51 final. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/1-2016-51-EN-F1-1.PDF>.
- European Commission (2019). Fourth railway package of 2016. Dostupné z: https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/packages/2013_en
- European Commission (2018), rozhodnutí o státní podpoře v Německu SA.50165 (2018/N). Dostupné z: https://ec.europa.eu/competition/state_aid/cases/272954/272954_2028682_134_2.pdf
- Eurostat (2018). Energy, transport and environment statistics, 2018 edition. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9433240/KS-DK-18-001-EN-N.pdf/73283db2-a66b-4d34-9818-b61a08883681>
- Eurostat (2019). Energy, transport and environment indicators, 2019 edition. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/10165279/KS-DK-19-001-EN-N.pdf/76651a29-b817-eed4-f9f2-92bf692e1ed9>
- Eurostat (2019). Passenger transport statistics. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Passenger_transport_statistics#Rail_passengers
- Eurostat (2019). People on the move, 2019 edition. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/digpub/eumove/index.html?lang=en>
- Eurostat (2019). Railway passenger transport statistics - quarterly and annual data. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Railway_passenger_transport_statistics_-_quarterly_and_annual_data
- Eurostat (2016). Statistika přepravy cestujících. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Passenger_transport_statistics/cs#Cestuj.C3.ADc.C3.AD_v_.C5.BEelezni.C4.8Dn.C3.AD_doprav.C4.9B

- Fundacja ProKolej (2016). National Rail Programme review. Dostupné z: <http://prokolej.eu/news/2016/08/national-rail-programme-review>
- HURDA, L. Tepelné ztráty parního potrubí. Západočeská univerzita v Plzni, fakulta strojní. Plzeň, 2014. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/>
- iDNES.cz (2018). V Německu začaly jezdit vlaky na vodíkový pohon, první svého druhu. Dostupné z: https://www.idnes.cz/ekonomika/zahranicni/vlak-nemecko-vodik-diesel.A180917_151221_eko-zahranicni_mato
- IODA (2018). Železniční mapy. Dostupné z: http://www.ioda.cz/_mapy/map/mapaZ_koleje_trakce_2018.pdf
- Kadrnožka, J., Ochrana, L. (2001). Teplárenství. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM.
- Kaufman, P. (2007). Vývoj teplárenství v České republice. Magazín pro energy. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1423/jaro2012/MVZ458/um/Kaufmann_2007_18-21.pdf.
- Keating, D. (2019). Feeling the heat: Why EU climate targets depend on ditching fossil fuel boilers. Euractiv.com, 29.3.2019. Dostupné z: <https://www.euractiv.com/section/energy/news/feeling-the-heat-why-eu-climate-targets-depend-on-ditching-boilers/>.
- Kozelský, T., Novák, R. (2018). Special report, teplárenství v ČR. Dostupné z: csas.cz/content/dam/cz/csas/www_csas_cz/dokumenty/analyzy/Teplárenství%20v%20ČR_2018_10_public.pdf.
- Krčová, M. (2017). Vývoj teplárenství v průběhu liberalizace energetiky. Energetikainfo.cz. Dostupné z: https://www.energetikainfo.cz/33/vyvoj-teplarenstvi-v-prubehu-liberalizace-energetiky-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EvTRUDW-RInxOSXfoPGFCeFZwRYsMFH_3w/.
- Ministerstvo dopravy (2019). Ročenka dopravy České republiky 2018, str. 41
- Národohospodářská fakulta, Vysoká škola ekonomická (2011). Studie stavu teplárenství. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/43593/48917/575387/priloha001.pdf>.
- Naseteplo.cz (nedatováno). Historie a budoucnost dálkového vytápění. Teplárenské sdružení ČR. Dostupné z: <http://www.naseteplo.cz/?id=2020>.
- OTE (2019) Očekávaná dlouhodobá rovnováha mezi nabídkou a poptávkou elektřiny a plynu. Dostupné z: https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/dlouhodobarovnovaha/files_dlouhodobarovnovaha/prezentacni_material.pdf.
- Pohl, J. (2018). Energetické aspekty moderní železniční dopravy. Vědeckotechnický sborník ČD č. 45/2018. Dostupné z: https://vts.cd.cz/documents/168518/195507/4518_Pohl_Energeticke+aspekty+moderni+zeleznicni+dopravy_kor.pdf/ed65b2fd-a627-44fb-aad5-e571121b90c5
- Poputoaia, D., & Bouzarovski, S. (2010). Regulating district heating in Romania: Legislative challenges and energy efficiency barriers. Energy Policy, 38(7), 3820-3829.
- Vávra, R. (2018). Dálková železniční osobní doprava v relacích Praha – Drážďany/Cheb, diplomová práce. Dostupné z: <https://takt.fd.cvut.cz/new//ing-vavra.php>
- Železničář (2017). Názory odborníků na otevírání dopravního trhu v ČR: 4. železniční balíček musí mít jen jeden výklad. Dostupné z: [https://zeleznicar.cd.cz/zeleznicar/hlavni-zpravy/nazory-odborniku-na-otevirani-dopravniho-trhu-v-cr--4--zeleznicni-balicek-musi-mit-jen-jeden-vyklad/-13872/17,0,/,/](https://zeleznicar.cd.cz/zeleznicar/hlavni-zpravy/nazory-odborniku-na-otevirani-dopravniho-trhu-v-cr--4--zeleznicni-balicek-musi-mit-jen-jeden-vyklad/-13872/17,0,/)

Potenciál úspor energie v analyzovaných teplárenských systémech v ČR

Ústecký kraj	
Roční výroba dodávkového tepla	30 610 TJ
Instalovaný tepelný výkon	3 183 MWt
Tepelný výkon sítě	3 796 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	179 TJ
Úspory emisí CO ₂	17 337 tun
Délka parních sítí	217 km
Délka horkovodních sítí	258 km
Délka teplovodních sítí	167 km

Liberecký kraj	
Roční výroba dodávkového tepla	820 TJ
Instalovaný tepelný výkon	248 MWt
Tepelný výkon sítě	502 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	15 TJ
Úspory emisí CO ₂	918 tun
Délka parních sítí	52 km
Délka horkovodních sítí	2 km
Délka teplovodních sítí	49 km

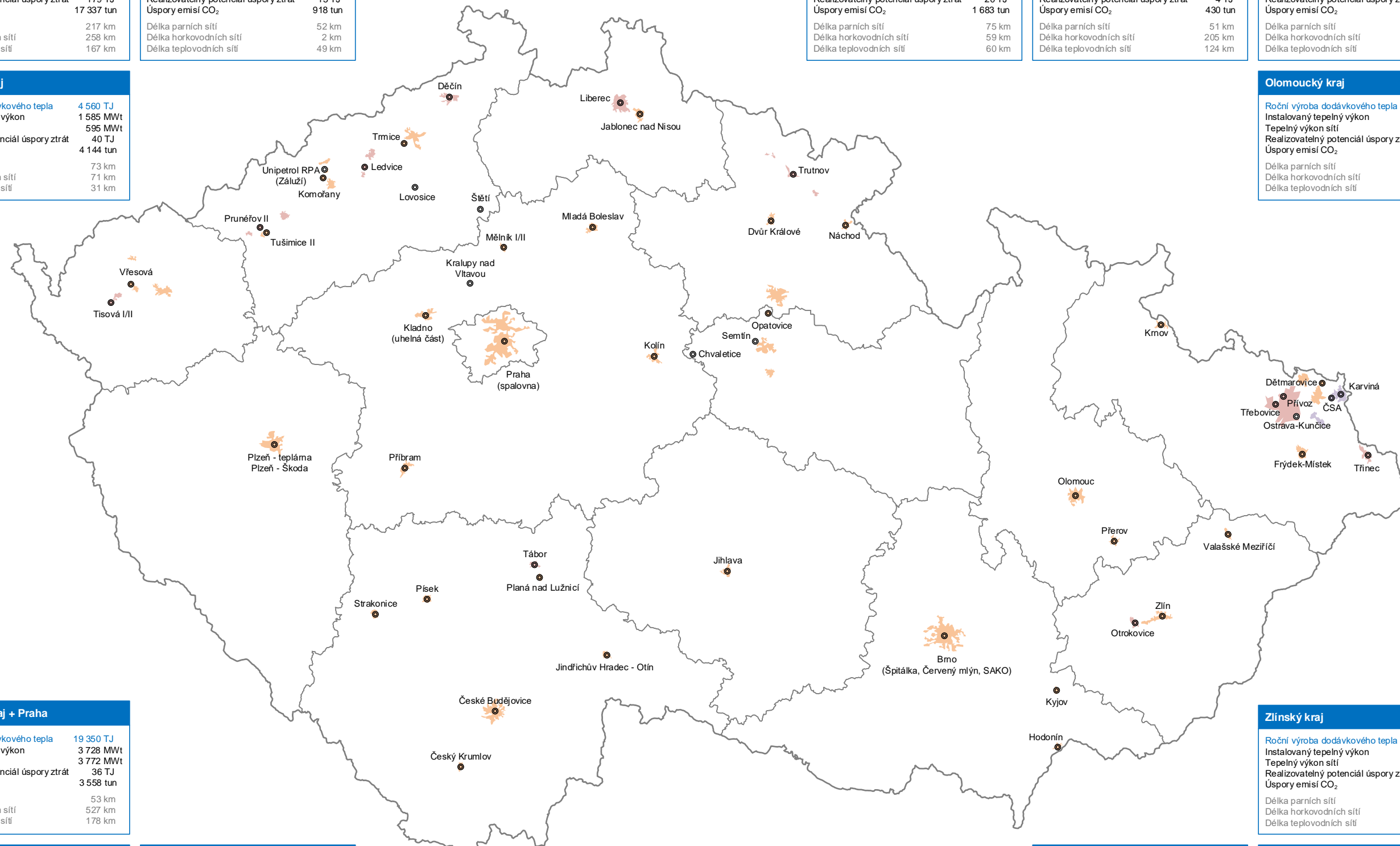
Královéhradecký kraj	
Roční výroba dodávkového tepla	1 520 TJ
Instalovaný tepelný výkon	709 MWt
Tepelný výkon sítě	726 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	20 TJ
Úspory emisí CO ₂	1 683 tun
Délka parních sítí	75 km
Délka horkovodních sítí	59 km
Délka teplovodních sítí	60 km

Pardubický kraj	
Roční výroba dodávkového tepla	5 825 TJ
Instalovaný tepelný výkon	982 MWt
Tepelný výkon sítě	1 032 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	4 TJ
Úspory emisí CO ₂	430 tun
Délka parních sítí	51 km
Délka horkovodních sítí	205 km
Délka teplovodních sítí	124 km

Moravskoslezský kraj	
Roční výroba dodávkového tepla	13 910 TJ
Instalovaný tepelný výkon	3 678 MWt
Tepelný výkon sítě	2 922 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	30 TJ
Úspory emisí CO ₂	1 909 tun
Délka parních sítí	95 km
Délka horkovodních sítí	364 km
Délka teplovodních sítí	342 km

Karlovarský kraj	
Roční výroba dodávkového tepla	4 560 TJ
Instalovaný tepelný výkon	1 585 MWt
Tepelný výkon sítě	595 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	40 TJ
Úspory emisí CO ₂	4 144 tun
Délka parních sítí	73 km
Délka horkovodních sítí	71 km
Délka teplovodních sítí	31 km

Olomoucký kraj	
Roční výroba dodávkového tepla	3 010 TJ
Instalovaný tepelný výkon	382 MWt
Tepelný výkon sítě	520 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	59 TJ
Úspory emisí CO ₂	6 357 tun
Délka parních sítí	79 km
Délka horkovodních sítí	64 km
Délka teplovodních sítí	8 km



Středočeský kraj + Praha	
Roční výroba dodávkového tepla	19 350 TJ
Instalovaný tepelný výkon	3 728 MWt
Tepelný výkon sítě	3 772 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	36 TJ
Úspory emisí CO ₂	3 558 tun
Délka parních sítí	53 km
Délka horkovodních sítí	527 km
Délka teplovodních sítí	178 km

Zlínský kraj	
Roční výroba dodávkového tepla	5 200 TJ
Instalovaný tepelný výkon	962 MWt
Tepelný výkon sítě	1 549 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	19 TJ
Úspory emisí CO ₂	1 616 tun
Délka parních sítí	101 km
Délka horkovodních sítí	113 km
Délka teplovodních sítí	7 km

Plzeňský kraj	
Roční výroba dodávkového tepla	3 335 TJ
Instalovaný tepelný výkon	696 MWt
Tepelný výkon sítě	940 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	2 TJ
Úspory emisí CO ₂	172 tun
Délka parních sítí	2 km
Délka horkovodních sítí	181 km
Délka teplovodních sítí	74 km

Jihočeský kraj	
Roční výroba dodávkového tepla	4 370 TJ
Instalovaný tepelný výkon	950 MWt
Tepelný výkon sítě	1 147 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	78 TJ
Úspory emisí CO ₂	8 055 tun
Délka parních sítí	171 km
Délka horkovodních sítí	41 km
Délka teplovodních sítí	121 km

Vysočina	
Roční výroba dodávkového tepla	250 TJ
Instalovaný tepelný výkon	51 MWt
Tepelný výkon sítě	56 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	-
Úspory emisí CO ₂	-
Délka parních sítí	0 km
Délka horkovodních sítí	0 km
Délka teplovodních sítí	21 km

Jihomoravský kraj	
Roční výroba dodávkového tepla	3 320 TJ
Instalovaný tepelný výkon	845 MWt
Tepelný výkon sítě	3 282 MWt
Realizovatelný potenciál úspory ztrát	22 TJ
Úspory emisí CO ₂	1 701 tun
Délka parních sítí	171 km
Délka horkovodních sítí	184 km
Délka teplovodních sítí	162 km



www.egubrno.cz