



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

NOVÉ TRENDY V TEPLÁRENSTVÍ

NEW TRENDS IN THE HEAT INDUSTRY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Barbora Menšíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Petr Kracík, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Energetický ústav
Studentka:	Barbora Menšíková
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Energetika, procesy a životní prostředí
Vedoucí práce:	Ing. Petr Kracík, Ph.D.
Akademický rok:	2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Nové trendy v teplárenství

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Teplárenská soustava v České republice prochází dynamickým vývojem s ohledem na stárnoucí technologie, dopady klimatických jevů a množství zákazníků, kteří se odpojují od sítě. Základní náplní práce je popsat současný stav teplárenství v ČR a jeho možnosti do budoucnosti.

Cíle bakalářské práce:

- základní popis typů teplárenských zdrojů
- přehled teplárenských soustav v ČR
- přehled nákladů na teplo z CZT a dalších veličin vystihujících danou teplárenskou soustavu
- možnosti rozvoje teplárenské soustavy v ČR

Seznam doporučené literatury:

DVORSKÝ, E. a P. HEJTMÁNKOVÁ. Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 281 s. ISBN 80-7300-118-7.

KRBEK J, OCHRANA L. a B. POLESNÝ. Zásobování teplem a kogenerace. Vyd. 1. Brno: PC-DIR Real; 1999.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá současným stavem teplárenství v České republice, popsáním centralizovaného a decentralizovaného zásobování teplem, zejména pak typy teplárenských zdrojů, jejich rozvody a teplotními médii, která zajišťují přenos tepelné energie ze zdroje k odběratelům. Dále se zabývá přehledem a stručnou charakteristikou vybraných teplárenských společností, jejich zdroji a v nich instalovanými zařízeními pro kombinovanou výrobu elektrické a tepelné energie. Jsou zde podrobně popsána zastoupení jednotlivých druhů paliv, která se v zařízeních spalují a současně i přehled těchto paliv v instalovaných výkonech teplárenských kotlů. Také pojednává o cenách za teplo, pro koncové odběratele, ve vybraných městech České republiky. Závěr práce je zaměřen na znečišťování ovzduší, emise, jejich limity a normy a je zde nastíněn vývoj teplárenství v nadcházejících letech, s ohledem na stále se zpřísňující požadavky na zdroje znečištění.

Klíčová slova

KVET, palivo, emise

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the current state of the heating industry in the Czech Republic describing the centralized and decentralized heat supply especially the types of heat sources their distribution and heat transfer media, which ensure the transfer of heat energy from the source to the customers. Furthermore it deals with the overview and brief characteristics of selected companies, their sources and the installed facilities for combined production of electric and thermal energy. There are described in detail the representation of individual types of fuels that are burned in the facilities and an overview of these fuels in the installed capacity of the heating boilers. It also deals with prices for heat for end customers in selected cities of the Czech Republic. The conclusion of the work is focused on air pollution, emissions, their limits and norms and there is outlined the development of heating industry in the coming years with respect to stricter requirements for sources of pollution.

Key words

Combined heat and power generation, fuel, emission

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MENŠÍKOVÁ, Barbora. *Nové trendy v teplárenství* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116436>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav. Vedoucí práce Petr Kracík.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Nové trendy v teplotě* vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

17. května 2019

Datum

Barbora Menšíková

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu Ing. Petru Kracíkovi Ph.D. za cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování závěrečné práce. Velké díky také patří моým rodičům za podporu po dobu mého studia.

OBSAH

1	ÚVOD.....	17
2	Teplotě.....	18
	2.1 Tepelné oběhy.....	18
	2.1.1 Oběhy spalovacích motorů.....	18
	2.1.2 Rankin-Clausiusův oběh.....	19
	2.1.3 Braytonův oběh.....	20
	2.1.4 Paroplynový oběh.....	20
	2.2 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla.....	21
	2.3 Charakteristické ukazatele KVET.....	22
	2.3.1 Teplotěnský modul.....	22
	2.3.2 Celková účinnost zdroje KVET.....	22
3	Soustavy centralizovaného zásobování teplem.....	24
	3.1 Zdroje tepla.....	24
	3.1.1 Teplotěna s parní protitlakovou turbínou.....	25
	3.1.2 Teplotěna s kondenzační turbínou.....	26
	3.1.3 Teplotěna se spalovací turbínou.....	26
	3.1.4 Paroplynová teplotěna.....	27
	3.1.5 Teplotěna se spalovacím pístovým motorem.....	28
	3.2 Tepelné sítě.....	28
	3.3 Předávací stanice.....	30
4	Decentralizované zásobování teplem.....	31
5	Vybrané teplotěnské společnosti a jejich zařízení.....	33
	5.1 Teplotěnský Brno, a.s.....	33
	5.1.1 Provoz Špitálka.....	33
	5.1.2 Provoz Červený mlýn.....	34
	5.1.3 Provoz Brno-Sever.....	34
	5.1.4 Provoz Staré Brno.....	35
	5.1.5 Provoz Kamenný vrch.....	35
	5.1.6 Provoz Bystrc.....	35
	5.2 SAKO Brno, a.s.....	36
	5.2.1 Zařízení pro energetické využití odpadů (ZEVO).....	36
	5.3 TTS energo, s.r.o.....	36
	5.3.1 Teplotěna Sever.....	36
	5.3.2 Teplotěna Jih.....	37
	5.3.3 Teplotěna Západ.....	37
	5.4 Teplotěna Liberec, a.s.....	37
	5.5 TERMIZO, a.s.....	38
	5.6 Teplotěna Tábor, a.s.....	38

5.7	Teplárna Písek, a.s.	38
5.8	Teplárna Otrokovice, a.s.	39
5.9	Teplárna Kyjov, a.s.	39
5.10	Teplárna České Budějovice, a.s.	40
5.11	Teplárna ŠKO-ENERGO, s.r.o.	40
5.12	Plzeňská teplotárenská, a.s.	41
5.13	Energetika Třinec, a.s.	42
5.13.1	Teplárna E2	42
5.13.2	Teplárna E3	42
5.14	Elektrárny Opatovice, a.s.	43
5.15	innogy Energo, s.r.o.	43
5.15.1	Teplárna Králův Dvůr, Výtopna Beroun	43
5.15.2	Teplárna Odolena Voda.....	43
5.15.3	Teplárna Náchod	44
5.16	Alpiq Generation (CZ) s.r.o.	44
5.16.1	Elektrárna Kladno.....	44
5.16.2	Teplárna Zlín	45
5.17	ACTHERM, s.r.o.	45
5.18	United Energy, a.s.	46
5.19	Pražská teplotárenská, a.s.	46
5.19.1	Teplárna Malešice	46
5.19.2	Teplárna Michle.....	46
5.19.3	Teplárna Holešovice.....	46
5.19.4	Výtopna Krč	47
5.20	Elektrárna Mělník I.....	47
5.21	Zařízení na energetické využití odpadu Malešice.....	47
5.22	Teplárna Trmice.....	48
5.23	Teplárna ŽĎAS.....	48
5.24	Veolia Energie ČR, a.s.	49
5.24.1	Teplárna Olomouc	49
5.24.2	Teplárna Přerov	49
5.24.3	Teplárna Veleslavín.....	50
5.24.4	Výtopna Juliska	50
5.24.5	Výtopna Mariánské Lázně.....	50
5.24.6	Elektrárna Kolín	50
5.24.7	Elektrárna Třebovice	50
5.24.8	Teplárna Přívoz	51
5.24.9	Teplárna Krnov.....	51
5.24.10	Teplárna Karviná	51
5.24.11	Teplárna Československé armády	52
5.24.12	Teplárna Frýdek-Místek	52
5.25	Shrnutí provozů a porovnání cen a paliv na území České republiky.....	53

6	Znečišťování ovzduší	57
6.1	Emise, emisní limit, imise, imisní limit	57
6.2	Významné znečišťující látky	58
6.3	Zjišťování úrovně znečišťování	59
6.4	Poplatky za znečišťující látky	60
7	Novinky v teplárenství.....	61
7.1	Výměna parovodů za nové horkovody	61
7.2	Skleníkové plyny	62
7.2.1	Obchodování s emisemi	63
7.2.2	Dražby povolenek	63
7.2.3	Reforma EU ETS	63
7.2.4	Vývoj cen emisních povolenek	64
7.2.5	Výpočet emisí oxidu uhličitého.....	64
7.3	BAT, BREF.....	65
7.3.1	Nové BREF pro velká spalovací zařízení	65
7.3.2	Stav v České republice	69
	ZÁVĚR.....	70
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	72
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	79

1 ÚVOD

Teplárenství je odvětví energetiky, pokrývající potřeby tepla bytových a rodinných domů, objektů občanské vybavenosti a průmyslových podniků a je zajišťováno prostřednictvím soustav centralizovaného zásobování teplem, která zahrnují výrobu, rozvod a dodávku tepla do míst jeho spotřeby. [1]

V České republice je začátek historie teplárenství datován od počátku 20.let 20. století a jeho vývoj je možné rozdělit do několika etap. [2]

Zakládání prvních soustav zásobování teplem začalo ve 20. až 40. letech minulého století a toto první období lze charakterizovat jako éru parních soustav s městskými teplárenskými zdroji spalující tuhá paliva. V tomto období docházelo k rozvoji průmyslové výroby ve městech s čímž byla spojená potřeba velkého množství tepla nejen pro tuto výrobu, ale také pro vytápění nově postavených bytů v dělnických čtvrtích. V Praze, Brně nebo Ústí nad Labem tehdy vznikaly na svou dobu vysoce moderní a progresivní soustavy zásobování teplem se zdroji kombinované výroby elektřiny a tepla. [2]

V 50. a 60. letech je zaznamenáván extenzivní rozvoj těžkého průmyslu a s tím spojenou koncentrací pracovních sil do průmyslových aglomerací, což vyvolalo celkové zvyšování energetické náročnosti a nutnost výstavby nových velkých systémových elektráren, které se staly zároveň významnými zdroji tepla pro soustavy zásobování teplem. Vznik rozsáhlých soustav byl zaznamenán v průmyslových a vysoce urbanizovaných aglomeracích na Ostravsku, v severních Čechách, v Praze, v Plzni, Pardubicích nebo Hradci Králové, kdy jejich zdroji byly nově vybudované elektrárny s horkovodními tepelnými napáječi a rozvody. [2]

V 70. a 80. letech byl rozvoj teplárenství ovlivněn celkovým nedostatkem investičních prostředků. Mělo to za následek budování sice relativně levných, ale energeticky vysoce náročných sídlištních soustav s výtopenskými zdroji (sídlištními kotelny) na ušlechtilá paliva nebo započítí výstavby rozsáhlejších soustav, kde však zůstalo pouze u nejlevnějších výtopenských řešení zdrojů, např. Brno-Sever, Praha-Třeboradice. Toto období můžeme charakterizovat jako éru sídlištních výtopen s celkovým technickým zaostáváním. [2]

V poslední dekádě 20.století a první dekádě 21.století má vliv na vývoj teplárenství mnoho nových faktorů, jako je postupné zdražování cen paliv a energií, utváření konkurenčního prostředí, příchod zahraničních investorů, přijetí nových ekologických a energetických zákonů, sblížení české legislativy s legislativou a standardy EU, dostupnost nejmodernějších teplárenských technologií, díky nimž nabyl celý proces od výroby až po konečnou spotřebu vyšší účinnosti. Objevily se také nové prvky ve zdrojích, jako jsou fluidní kotle, odsiřovací zařízení, kogenerační jednotky a další. V distribuci tepla to jsou předizolované potrubní systémy, výměníky s vysokými měrnými výkony a kompaktní objektové předávací stanice. [2]

Současnou dobu můžeme označit jako éru ekologizace a racionalizace provozu existujících zdrojů a soustav zásobování teplem, dále jako dobu nástupu využívání alternativních paliv a zdrojů energie. [2]

A právě současnému stavu a novým trendům v teplárenství se věnuje tato práce.

2 Teplárenství

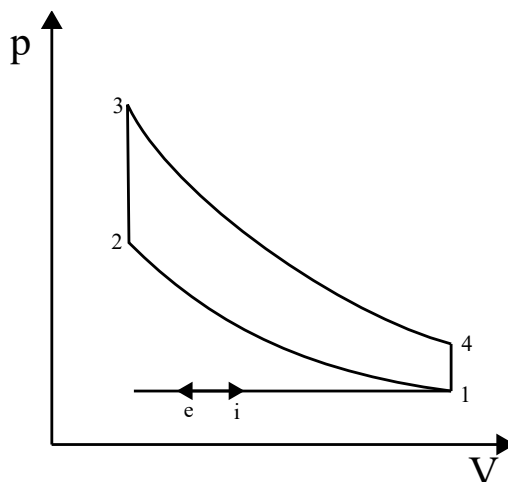
2.1 Tepelné oběhy

V zařízeních, která jsou schopna transformovat tepelnou energii na energii mechanickou, jež je následně prostřednictvím generátorů transformována na energii elektrickou, probíhá některý z tepelných oběhů. Při těchto obězích vzniká jako odpadní produkt teplo, které může být dále využíváno, čemuž je věnována pozornost v dalších podkapitolách.

2.1.1 Oběhy spalovacích motorů

Spalovací motory jsou objemové, pístové stroje jinak také nazývané jako motory s vnitřním spalováním, jelikož hoření palivové směsi probíhá přímo v pracovním válci. Nejpoužívanějšími oběhy spalovacích motorů je Ottův a Dieselův oběh. [3]

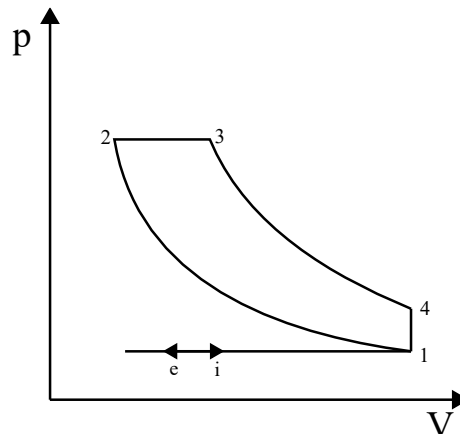
Ottův (výbušný) **oběh** neboli oběh zážehového motoru probíhá ve válci s dvěma ventily a s pístem, jehož pohyb probíhá spojitě pomocí klikového mechanismu. Pracovní látkou bývá hořlavá směs, nejčastěji směs vzduchu a hořlavých par paliva nebo hořlavého plynu. Celý cyklus se skládá ze čtyř termodynamických vratných změn, které se realizují během dvou zdvihů pístu. [3]



Obr. 1 Ottův oběh

Oběh začíná nasáním pracovní směsi, přičemž se píst pohybuje k jeho dolní úvrati. Sací ventil je uzavřen a nastává izoentropická komprese pracovní směsi, která je zobrazena mezi body 1 a 2. Na konci izoentropické komprese jsou hodnoty tlaku a teploty nižší než je teplota vznícení směsi, ale zároveň už musí odpovídat teplotě hoření, jelikož pomocí zapalovací svíčky dojde k iniciaci hoření směsi. Směs rychle shoří a zároveň tak dojde k jejímu zvýšení tlaku a teploty. Ideální hoření probíhá izochoricky – píst se nepohybuje. Vzniklé spaliny dále působí silou na píst, který se pohybuje do své dolní úvrati, což je označováno jako izoentropická expanze a je znázorněna mezi body 3 a 4. Na konci expanze se otevře výfukový ventil a část spalin odchází do výfuku. Zbytek spalin je vyfouknut při pohybu pístu k horní úvrati přes otevřený výfukový ventil. [3]

Dieselův oběh neboli oběh vznětového motoru je rozdělen do čtyř taktů podobně jako Ottův oběh s tím rozdílem, že je dosahováno mnohem většího stlačení, ohřev pracovní látky probíhá izobaricky a palivo je vstřikováno přímo do válce. [3]

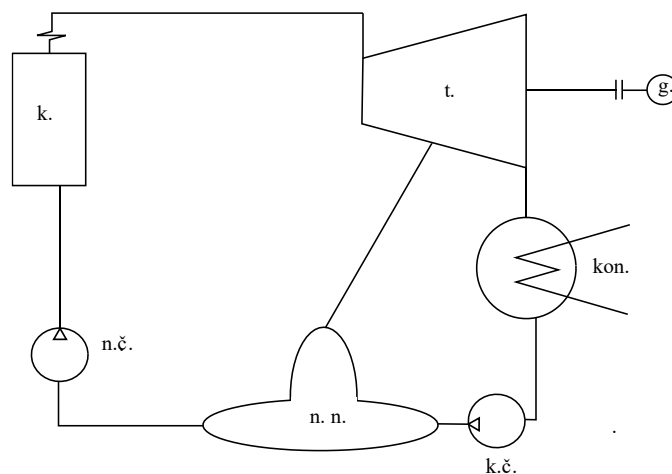


Obr. 2 Dieselův oběh

Oběh začíná pohybem pístu k jeho dolní úvrati, při kterém dochází k sání vzduchu. Sací ventil je uzavřen a následuje izoentropická komprese vzduchu, znázorněna mezi body 1 a 2, na jejímž konci dojde ke vstřikování paliva tryskou do válce. Hodnoty tlaku a teploty odpovídají teplotě samovznícení směsi vzduchu a paliva. Hoření směsi probíhá ideálně izobaricky – píst se pohybuje k dolní úvrati takovou rychlostí, aby bylo zajištěno izobarické spalování až do stavu 3. Píst je spaliny tlačeny do svojí dolní úvrati, což je označováno jako izoentropická expanze a je znázorněna mezi body 3 a 4. Dále je otevřen výfukový ventil a část spalin je izochoricky vyfouknuta do výfuku. Po poklesnutí tlaku se píst opět začne pohybovat ke své horní úvrati a je vyfouknut zbytek spalin přes otevřený výfukový ventil. [3]

2.1.2 Rankin-Clausiusův oběh

Rankin-Clausiusův oběh je nejrozšířenějším tepelným oběhem v oblasti energetiky. Pracovní látkou bývá voda, a proto se označuje také jako oběh parní. Dříve se používaly pro transformaci tepla na práci parní motory, dnes jsou nahrazeny parními turbínami. [3]



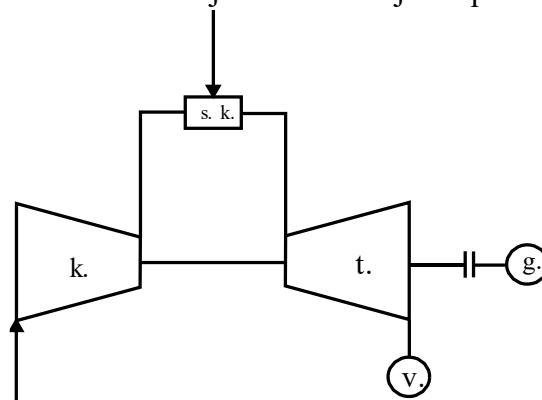
k. – kotel, t. – turbína, kon. – kondenzátor, k.č. – kondenzátní čerpadlo, n.n. – napájecí nádrž,
n.č. – napájecí čerpadlo

Obr. 3 Rankin-Clausiusův oběh

Voda z napájecí nádrže je pomocí napájecího čerpadla vedena do kotle, přičemž dojde k zvýšení jejího tlaku. Tato voda o vysokém tlaku je v kotli nejprve přivedena na mez sytosti kapaliny, následně dochází k jejímu varu až na stav syté páry. Za kotlem obvykle následuje přehřívák, ve kterém je sytá pára upravena do stavu přehřáté páry. Pára je vedena na parní turbínu, kde proběhne ideálně izoentropická expanze, přičemž práce parní turbíny je transformována na elektrickou energii pomocí elektrického generátoru. Část páry může být také odebírána do napájecí nádrže k odplynění vody. Na konec expanze navazuje kondenzace páry probíhající v kondenzátoru. Zkondenzovaná voda je vedena do napájecí nádrže a oběh se opakuje. [3]

2.1.3 Braytonův oběh

Braytonův oběh popisuje cyklus spalovací turbíny. Vznikl vylepšením spalovacích motorů, rozdělením komprese a expanze do dvou vzájemně propojených pístových motorů, přičemž v současné době se už místo pístových strojů používají stroje lopatkové, a to turbokompresor a turbína, které tvoří soustrojí označované jako spalovací turbína. [3]



k. – kompresor, s.k. – spalovací komora, t. – turbína, g. – generátor, v. – výfuk

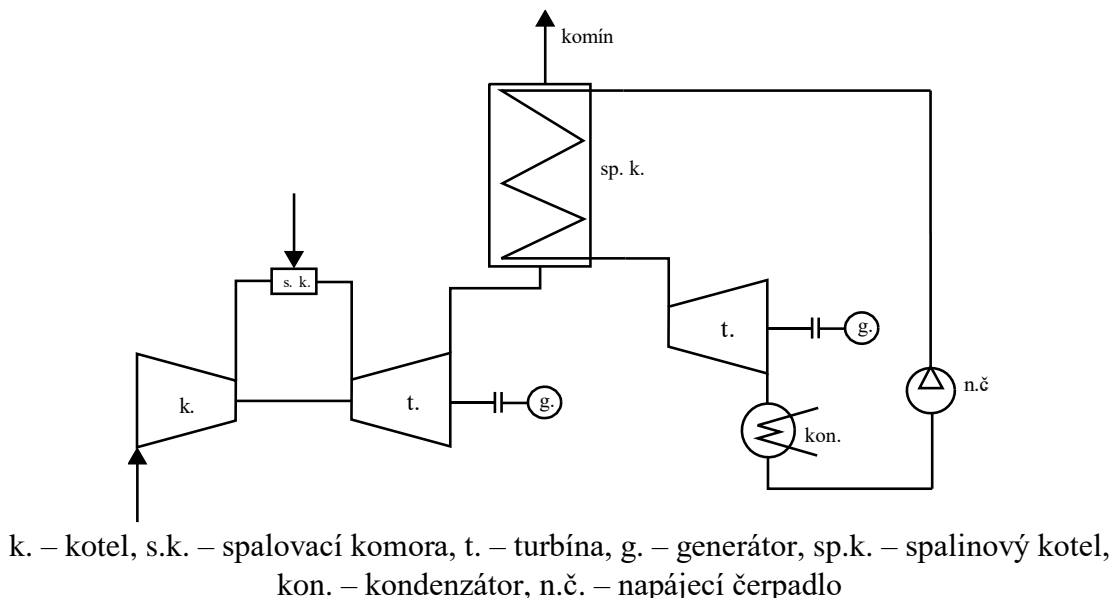
Obr. 4 Braytonův oběh

Atmosférický vzduch je nasáván do kompresorové části spalovací turbíny a ideálně dochází k izoentropické kompresi. Takto stlačený vzduch pokračuje do spalovací komory, ve které je do stlačeného vzduchu nastříknuto palivo a celá směs je izobaricky ohřívána. Směs následně izoentropicky expanduje, přitom koná práci na hřídeli turbíny, která se projeví ve formě otáčení této hřídele, jenž přímo pohání turbokompresor a zbytek práce je využit k pohonu elektrického generátoru a výrobě elektrické energie. V případě otevřeného oběhu jsou spaliny nakonec vedeny do výfuku. [3]

2.1.4 Paroplynový oběh

Paroplynový oběh vznikl kombinací oběhu spalovací turbíny a parní turbíny. Hlavním důvodem pro spojení těchto dvou oběhů je, že při spálení paliva v paroplynovém oběhu se vyrobí více práce než při spálení stejného množství paliva zvláště v jednotlivých obězích.

Spojení těchto dvou oběhů spočívá v tom, že jsou horké spaliny ze spalovací turbíny přiváděny do spalínového kotle, přičemž kvůli požadovanému teplotnímu spádu v tepelném výměníku kotle – přehříváku, jsou spaliny vycházející z plynové turbíny vždy o vyšší teplotě, než je maximální teplota páry jdoucí na parní turbínu. [4]

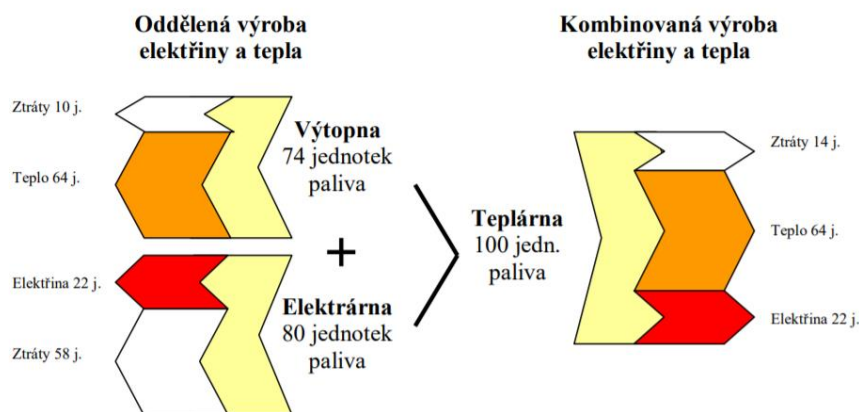


Obr. 5 Paroplynový oběh

2.2 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla

Kombinovaná výroba elektřiny a tepla, zkráceně KVET nebo jinak označována také jako kogenerace je spolehlivý, ale především ekologicky šetrný způsob výroby elektrické energie, při které dochází k efektivnímu využití odpadního tepla, které jinak bývá u klasických elektráren odváděno do okolního prostředí skrz chladicí věže a dochází tím k značným energetickým ztrátám. Navíc díky menšímu množství spáleného paliva vznikne i menší množství emisí znečišťujících látek, které zatěžují životní prostředí. To je také jedním z důvodů, proč je právě tento způsob výroby energií podporován i ze zákona. [5]

Hlavním omezením každého zdroje, který využívá KVET je však zajištění dostatečného odběru tepelné energie, a navíc odběrná místa musí být v ekonomicky přijatelné vzdálenosti. Zatímco elektrizační soustava je schopna přijímat celoročně prakticky „libovolný“ elektrický výkon, soustava tepelná je schopna absorbovat tepelný výkon pouze v omezeném množství, který se navíc velmi liší v letních a zimních měsících. Nezanedbatelnou roli hraje i vzdálenost zdroje od odběrných míst, jelikož v tepelných sítích vznikají velké ztráty způsobené především přestupem tepla, který je závislý na teplotě teplotnosného média a kvalitě izolace a případným únikem teplotnosného média, závisící na těsnosti potrubí, kompenzátorů, armatur a ucpávek. [5]



Obr. 6 Porovnání spotřeby paliva klasického zdroje vůči zdroji KVET [5]

2.3 Charakteristické ukazatele KVET

Pro popis technického a provozního hodnocení technologií KVET se používá mnoho ukazatelů jako jsou například celková roční doba provozu KVET, doba využití maximálního výkonu zdroje KVET, doba využití maximálního výkonu zdroje KVET, výkonový teplotěnský součinitel nebo roční teplotěnský součinitel. Mezi nejdůležitější ukazatele však patří teplotěnský modul a celková účinnost zdroje KVET. [5]

2.3.1 Teplotěnský modul

Teplotěnský modul je definován jako podíl vyrobené elektrické energie ku vyrobené užitečné tepelné energii. Hodnoty teplotěnského modulu se liší podle konstrukce daného zařízení KVET a typu tepelného stroje, který je v něm instalován. Pro výpočet teplotěnského modulu platí vztah [5]:

$$e = \frac{E_{KVET}}{Q_{U-KVET}} \quad (2.1)$$

e ... teplotěnský modul [-]

E_{KVET} ... elektrina vyrobená v procesu KVET [GJ, MWh]

Q_{U-KVET} ... užitečné teplo vyrobené v procesu KVET [GJ, MWh]

V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty nejčastějších teplotěnských modulů pro jednotlivé typy teplotěren podle instalovaného tepelného stroje.

Tab. 1 Přehled teplotěnských modulů dle instalovaného tepelného stroje [4]

Typ teplotěrny	e [-]
Teplotěrna s R-C oběhem	0,15–0,4
Teplotěrna s Braytonovým oběhem	0,4–0,7
Teplotěrna se spalovacím motorem	0,6–0,8
Teplotěrna s paroplynovým oběhem	0,7–1,2

2.3.2 Celková účinnost zdroje KVET

Celková účinnost zdroje KVET se vypočítá jako podíl celkové elektriny vyrobené ve zdroji a užitečného tepla vyrobeného ve zdroji ku celkové spotřebě tepla v palivu. [5]

$$\eta_{KVET} = \frac{E_{KVET} + Q_{U-KVET}}{Q_{PAL}} \cdot 100 \quad (2.2)$$

η_{KVET} ... celková účinnost zdroje KVET [%]

E_{KVET} ... elektrina vyrobená v procesu KVET [GJ, MWh]

Q_{U-KVET} ... užitečné teplo vyrobené v procesu KVET [GJ, MWh]

Q_{PAL} ... spotřeba tepla v palivu ve zdroji [GJ, MWh]

Druhým způsobem výpočtu celkové účinnosti zdroje KVET je součet účinnosti výroby elektrické energie a účinnosti výroby užitečného tepla ve zdroji KVET. [5]

$$\eta_{KVET} = \eta_{KVET}^Q + \eta_{KVET}^E \quad (2.3)$$

η_{KVET} ... celková účinnost zdroje KVET [%]

η_{KVET}^Q ... účinnost výroby užitečného tepla ve zdroji KVET [%]

η_{KVET}^E ... účinnost výroby elektrické energie ve zdroji KVET [%]

Kde pro účinnost výroby elektrické energie ve zdroji KVET platí vztah [5]:

$$\eta_{KVET}^E = \frac{E_{KVET}}{Q_{PAL}} \cdot 100 \quad (2.4)$$

A obdobně pro výpočet účinnosti výroby užitečného tepla ve zdroji KVET platí vztah [5]:

$$\eta_{KVET}^Q = \frac{Q_{U-KVET}}{Q_{PAL}} \cdot 100 \quad (2.5)$$

3 Soustavy centralizovaného zásobování teplem

Soustavy centralizovaného zásobování teplem jsou tvořeny zdrojem, popřípadě více zdroji tepla, tepelnými sítěmi, předávacími stanicemi a odběratelskými zařízeními. Tyto zdroje jsou samostatně umístěné energetické výroby, jejichž alespoň jeden produkt tvoří teplo dodávané do tepelných sítí, kterými je vedeno od zdroje k odběratelům. Před vstupem do vnitřních rozvodů tepla v objektech musí být tato tepelná energie upravena na hodnoty požadované vnitřními spotřebitelskými zařízeními, a to nejčastěji v předávacích stanicích. [1]

3.1 Zdroje tepla

Samostatně umístěný zdroj tepla, jehož součástí není žádný tepelný stroj, a který se zabývá pouze výrobou a dodávkou samotného tepla pro obytné domy nebo pro průmyslové objekty, nazýváme výtopna. Výtopnu o nižších výkonech označujeme jako kotelna. [6]

Teplárna je takový zdroj tepla, ve kterém je instalován tepelný stroj a dochází tak k výrobě tepelné a elektrické energie sdruženým způsobem. [6]

Teplárenské zdroje lze dělit podle několika hledisek. Podle účelu dodávky tepla a páry se dělí na [7]:

- městské (veřejné) teplárny,
- průmyslové teplárny,
- ostatní teplárenské zdroje tepla.

Dalším možným dělením je podle druhu hlavní technologie, která je v teplárně instalována [7]:

- teplárna s parní protitlakovou turbínou,
- teplárna s kondenzační turbínou,
- teplárna se spalovací turbínou,
- paroplynová teplárna,
- teplárna se spalovacím pístovým motorem,
- ostatní technologie (mikroturbína, palivový článek, organický Rankinův cyklus a další).

Účelem **městských tepláren** je dodávka tepla na vytápění a přípravu teplé užitkové vody pro obyvatele, ale také pro podniky, organizace, výroby a některé průmyslové závody. Pro průmyslové závody bývá často dodávána kromě tepla i technologická pára. Současně s dodávkou tepla mají městské teplárny za úkol výrobu elektrické energie do rozvodné sítě. [7]

Průmyslové teplárny bývají součástí velkých průmyslových závodů a mají za úkol především dodávat páru pro technologické účely, ale také teplo pro vytápění a pro přípravu teplé užitkové vody. Elektrická energie je obvykle vyráběna pro vlastní závod, popřípadě je dodávána i do sítě. [7]

Mezi ostatní teplárenské zdroje řadíme například **spalovny odpadů**. Spalovna je zařízení primárně určené pro spalování odpadů. Spalováním však dochází k uvolnění velkého množství tepelné energie, která se dá dále využít. Proto jsou některé spalovny určeny k energetickému využití odpadů, kde se tepelná energie využívá jako zdroj energie centrálního zásobování teplem ve městech, nebo jako zdroj pro výrobu páry k pohonu parní turbíny. Tímto způsobem lze získat kromě tepelné i elektrickou energii, která je dále předávána do elektrické rozvodné sítě. [8]

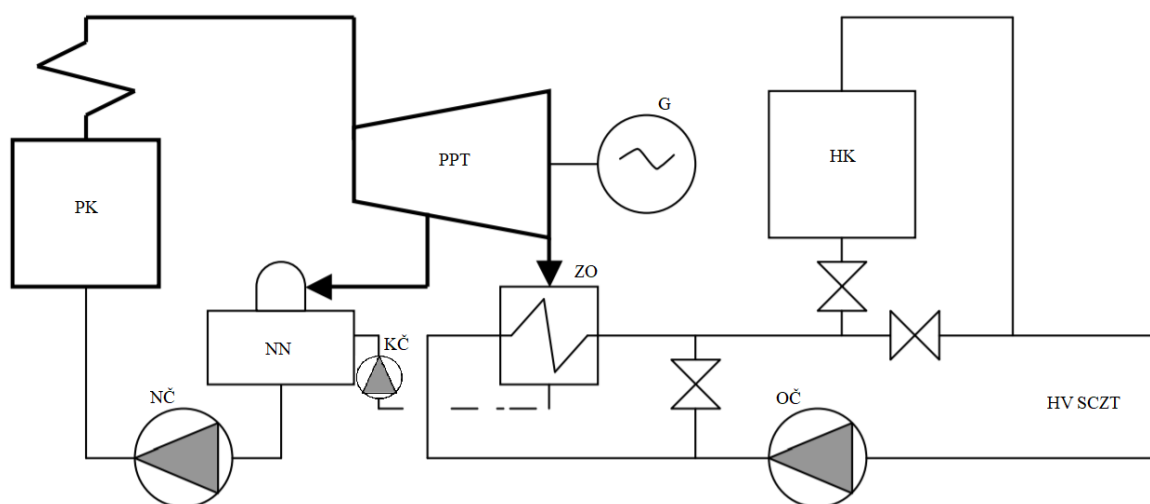
3.1.1 Teplárna s parní protitlakovou turbínou

Parní turbína je tepelný točivý stroj, který ke své funkci vyžaduje dostatečný přívod páry. Zdrojem páry bývá nejčastěji kotel, který spaluje fosilní paliva nebo biomasu. [5]

Pára procházející turbínou transformuje svoji energii na mechanickou práci na rotoru tím, že svou energií působí na lopatky rotoru, který je tak roztáčen a je schopen pohánět generátor, jenž transformuje mechanickou práci na elektřinu. Působením páry na lopatky klesá její tlak souledně s teplotou a zvyšuje se její měrný objem, což označujeme jako expanzi páry. V případě, že pára na výstupu z turbíny dosahuje vyššího tlaku než atmosférického, jedná se o turbínu protitlakovou. Tato vystupující pára o relativně vyšších parametrech je buď přímo odváděna odběratelům nebo ohřívá ve výměníku pára/voda topnou vodu. [5]

Pro protitlakovou turbínu platí dvě důležitá pravidla. Prvním pravidlem je, že čím vyšší bude tlak páry na výstupu z turbíny, tím menší podíl elektřiny bude vůči dodávkám tepla. Druhým pravidlem je, že v případě tohoto typu turbín je využívána veškerá vyrobená elektrická, ale současně i tepelná energie. Tento faktor patří k velkému omezení zdroje, jelikož výroba elektrické energie je vázán na výrobu tepelné energie a v letních měsících, kdy jsou odběry tepla minimální a pokrývají především jen ohřev užitkové vody, stagnuje tím i výroba elektřiny. Proto bývá rozhodujícím kritériem při dimenzování turbín minimální požadavek na dodávku tepla, který koresponduje s minimálním průtočným množstvím páry turbínou. V případě předpokladu využívání turbíny celoročně se turbína dimenzuje podle potřeb tepla v letních měsících, naopak v případě sezónního provozu turbíny ji navrhujeme v závislostech na potřebách tepla na začátku a konci topného období. [5]

U protitlakové turbíny mohou být realizovány i odběry páry. V případě malých, neregulovaných odběrů slouží tato odebíraná pára obvykle pro odplynění, předehřev napájecí vody do kotle nebo vzduchu proudícího do spalovací komory kotle. V případě potřeby odběratelů páry o různých tlacích musí být odběry regulované, ovšem taková turbína s regulovanými odběry páry je mnohem dražší, rozměrnější a složitější. [5]



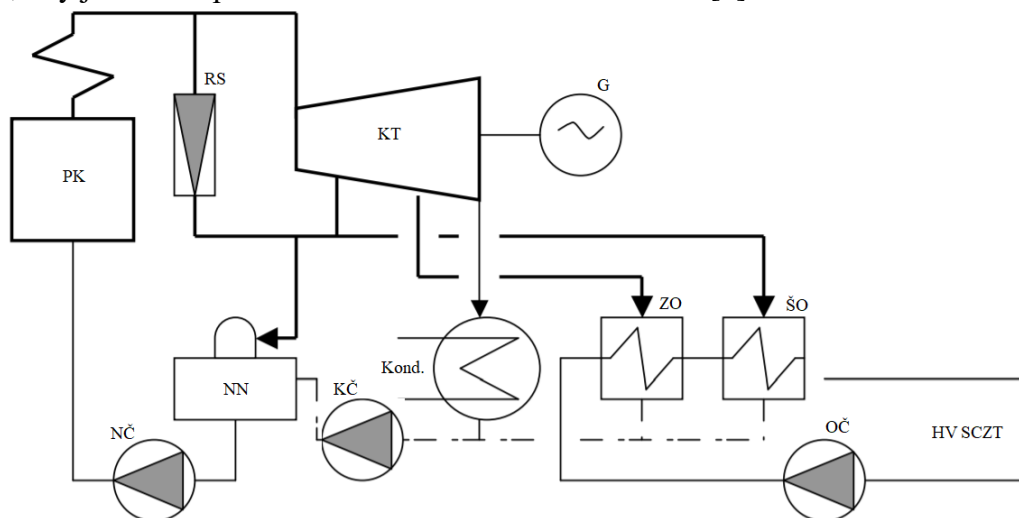
PK – parní kotel, PPT – parní protitlaková turbína, G – generátor, NN – napájecí nádrž, NČ – napájecí čerpadlo, ZO – základní ohřívák, HK – horkovodní kotel, OČ – oběhové čerpadlo, KČ – kondenzátní čerpadlo, HV SCZT – horká voda do soustavy centrálního zásobování teplem

Obr. 7 Základní schéma zapojení zdroje s parní protitlakovou turbínou [5]

3.1.2 Teplárna s kondenzační turbínou

Princip fungování teplárny s parní kondenzační turbínou je totožný jako u teplárny s protitlakovou turbínou. Opět je zapotřebí kotlů pro výrobu páry, která pak roztáčí turbínu a je tak generována elektrická energie a odebíráno teplo. Samotná turbína se však od protitlakové liší v několika aspektech. Pára vstupující do turbíny roztáčí rotor a prochází přes jednotlivé řady lopatek. V místě, kde má procházející pára ještě dostatečné tlakové i teplotní parametry, je odebírána pro teplárenské účely, zatímco zbylá pára, která nebyla odebrána, prochází ještě kondenzační částí turbíny a její zbytková energie je tak využita pro další výrobu elektřiny. Za kondenzační turbínou následuje kondenzátor. Množství odebírané páry lze regulovat obvykle v rozmezí od nuly, kdy je turbína v čistě kondenzačním režimu, až po maximální odběrové množství, na něž je turbína konstruována. Kromě hlavních odběrů může být z turbíny odebírána i procesní pára neregulovaným odběrem, obdobně jako u protitlakové turbíny. [5]

Velkou výhodou kondenzačních turbín na rozdíl od turbín protitlakových je, že jsou částečně nezávislé na odběru tepla. Při minimálních odběrech tepla, které jsou v letních měsících, není nutné odstavení turbíny, ale naopak je dosahováno maximálního elektrického výkonu, kdy je turbína provozována v kondenzačním režimu. [5]



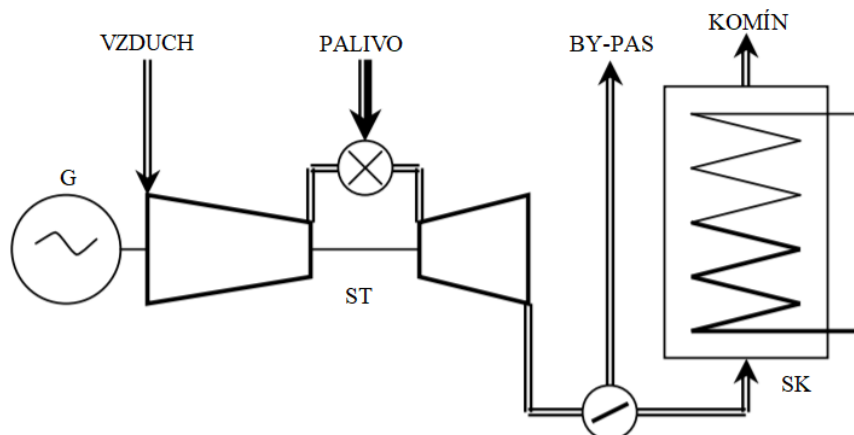
PK – parní kotel, RS – redukční stanice, KT – kondenzační turbína, G – generátor,
Kond. – kondenzátor, NN – napájecí nádrž, NČ – napájecí čerpadlo, KČ – kondenzační
čerpadlo, ZO – základní ohřívák, ŠO – špičkový ohřívák, OČ – oběhové čerpadlo,
HV SCZT – horká voda do soustavy centrálního zásobování teplem

Obr. 8 Základní schéma zapojení zdroje s kondenzační turbínou [5]

3.1.3 Teplárna se spalovací turbínou

Spalovací neboli plynová turbína je stejně jako turbína parní točivý tepelný stroj. Pracuje však na jiném principu. Z okolí je do turbíny nasáván venkovní vzduch, který je v kompresorové části díky velkému počtu lopatkových řad stlačován. Takto stlačený vzduch vstupuje do spalovací komory, a v důsledku hoření paliva, kterým bývá nejčastěji zemní plyn, se ohřívá a zvětšuje svůj objem. Poslední část turbíny tvoří opět rotační stroj s několika řadami lopatek, který je roztáčen vstupujícími spaliny z spalovací komory. Mechanická práce, která vzniká expanzí páry je zčásti využita pro pohon kompresorové části turbíny a zčásti pro pohon generátoru. Spaliny vycházející ze spalovací turbíny mají ještě dostatečnou teplotu na využití pro teplárenské účely, a proto můžeme za turbínu zavést spalínový kotel. [5]

Elektrický výkon turbíny značně závisí na teplotě a tlaku nasávaného vzduchu. Čím nižší teploty a vyššího tlaku u vzduchu dosáhneme, tím vyšší elektrický výkon získáme. [5]

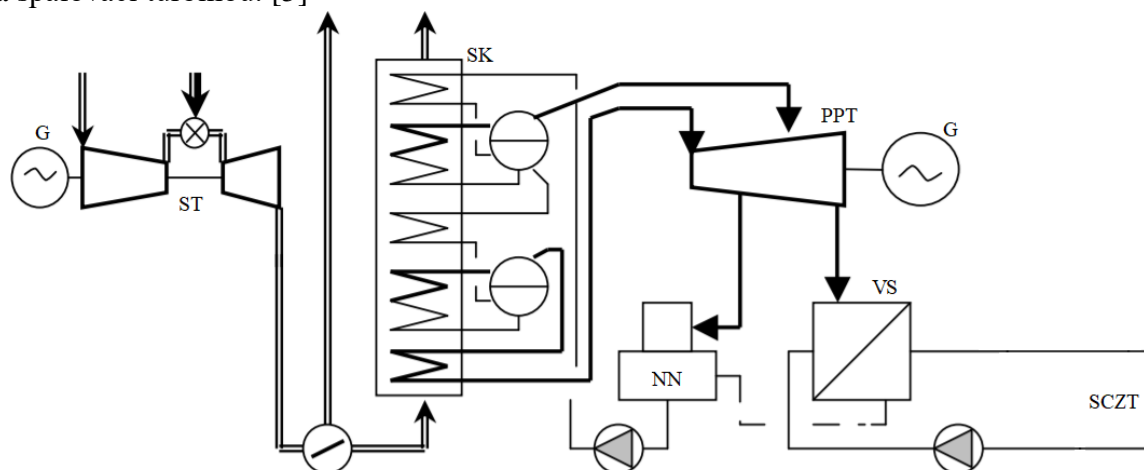


G – generátor, ST – spalovací turbína, SK – spalínový kotel

Obr. 9 Základní schéma zapojení zdroje se spalovací turbínou [5]

3.1.4 Paroplynová teplárna

Paroplynové teplárny využívají principu paroplynového cyklu. Ten je kombinací parního a plynového cyklu. Jedná se tedy o sousledné uspořádání tří technologických celků. První technologií je spalovací turbína, která vyrábí elektřinu a odcházející spaliny jsou vedeny do spalínového kotle, jenž se nachází za ní. Ve spalínovém kotli je vyráběna vysokotlaká pára, která je dále vedena na parní turbínu. Parní turbína vyrábí další elektrickou energii a odebíraná nebo odcházející pára, záleží na typu turbíny, je využívána pro teplotní účely. Takové složité uspořádání umožňuje řadu modifikací. Jednou z modifikací je možnost využívání pouze samotné spalovací turbíny, díky výstavbě by-pasového komína, kterým jsou odváděny spaliny za spalovací turbínou. [5]



G – generátor, ST – spalovací turbína, SK – spalínový kotel, PPT – parní protitlaková turbína, VS – výměník, NN – napájecí nádrž, SCZT – soustava centrálního zásobování teplem

Obr. 10 Základní schéma zapojení zdroje v paroplynovém cyklu [5]

3.1.5 Teplárna se spalovacím pístovým motorem

Spalovací pístový motor se stává kogenerační jednotkou v případě, že jeho mechanická práce je využita prostřednictvím generátoru pro výrobu elektrické energie a jeho odpadní teplo je využíváno pro teplárenské účely. Principem funkce spalovacího pístového motoru je opakovaný plynový cyklus, ve kterém je nasátý vzduch nejdříve stlačen, dojde k nástřiku paliva, kterým bývá nejčastěji zemní plyn a zažehnutí. Palivo, spolu se vzduchem, se vznítí a následuje expanze, při které je tlaková energie přeměněna na mechanickou práci. [5]

Kogenerační jednotky, respektive spalovací pístové motory s výměníky tepla, jsou vyráběny od malých elektrických výkonů v jednotkách kW až po výkony několika MW. Proto je zde možnost jejich využití ve velké energetice, i jako menší lokální zdroj. Ve velkých provozech obvykle slouží pouze jako jeden z doplňkových zařízení, které snižuje náklady za nákup elektrické energie ze sítě. [5]

Výhodou kogeneračních jednotek je jejich schopnost rychlých a četných startů nebo odstávek, které například u parní turbíny nejsou možné. [5]

3.2 Tepelné sítě

Tepelné sítě slouží k rozvodu tepla ze zdroje k odběratelům. Na jejich kvalitu je kladen velký důraz, protože zde dochází ke vzniku velkých ztrát tepla. Právě kvůli zmenšení ztrát jsou v současnosti nejvíce preferovaná takzvaná předizolovaná potrubí, která zaručují rovnoměrné pokrytí potrubí izolací, a navíc v případě poruchy potrubí je zde snadný způsob zjištění místa poškození. Tepelné sítě můžeme rozdělit podle mnoha aspektů. Podle druhu teplonosných látek, počtu trubek v potrubní trase, způsobu uložení nebo tvaru sítě. [7]

a) Druhy teplonosných látek

Teplonosné látky musí vyhovovat celé řadě tepelně technických, provozních a ekonomických požadavků. Měly by mít vysoký součinitel přestupu tepla a součinitel tepelné vodivosti, malou viskozitu, dále by měly být zdravotně nezávadné, neagresivní vůči materiálům potrubí, snadno dostupné a za nízkou cenu. Tyto všechny požadavky nejlépe splňuje voda a vodní pára. V současnosti je však více preferovanou teplonosnou látkou samotná voda. Podle stupně ohřevu je dodávána buď jako horká nebo teplá voda. Vyznačuje se svou vysokou měrnou tepelnou kapacitou, která činí asi 4,2 kJ/kg·K. Její další výhodou je, že na rozdíl od páry je u ní možnost regulace nejen průtoku, ale i teploty, což vyhovuje současnému trendu snižování teploty v rozvodech. [7]

b) Počet trubek v potrubní trase

Pro dopravu teplonosné látky v jednom směru, tedy pouze od zdroje k odběrateli, se používají jednotrubkové sítě. Tento druh rozvodů požaduje nejnižší investiční náklady, a proto je dobré jej využívat všude tam, kde je to možné. Nejčastěji tomu tak bývá u parních rozvodů v průmyslových provozech, kde se teplonosná látka buď zcela spotřebuje nebo dojde k znečištění kondenzátu a jeho následnému čištění a vypuštění do okolí. Avšak je třeba doplnit znehodnocené množství kondenzátu novou, chemicky upravenou vodou, což zvyšuje náklady na provoz parní sítě. [7]

Dalším typem rozvodů jsou dvoutrubkové sítě. Ty se skládají z přívodného a vratného potrubí a umožňují tak oběh teplonosné látky mezi zdrojem a spotřebitelem. V případě, že teplonosnou látkou je voda, mají obě potrubí stejný průměr. Pokud je však teplonosnou látkou pára, je parní potrubí o větším průměru než potrubí vracejícího se kondenzátu. Dvoutrubkové potrubí patří k nejrozšířenějšímu druhu tepelných sítí. [7]

Posledním typem jsou vícetrubková vedení. Třítrubkové sítě se využijí v případě, že je zapotřebí dodávek pracovní látky o různých parametrech. Výjimečně se také uplatňují čtyřtrubkové sítě, a to v případě, že potřeba tepla je v jednom období značně menší než ve zbývajícím období provozu. [7]

c) Způsob uložení tepelných sítí

V případě, že je potrubí uloženo na ocelových stožárech, železobetonových sloupech nebo potrubních mostech jedná se o nadzemní tepelné sítě. Nevýhodou tohoto způsobu uložení je, že působí jak v krajině, tak ve městech velmi rušivě a při současných cenách půdy v městských částech by byl tento způsob uložení velice nákladný. [7]

Pozemní sítě jsou uloženy nízko nad povrchem země obvykle na betonových nebo železobetonových sloupcích. Jedná se o investičně nejméně náročný způsob uložení. Představují však překážku v terénu a ve městech je tento způsob téměř nevyužitelný. [7]

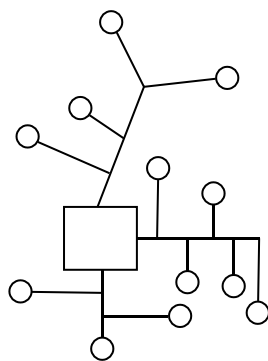
Nejvíce používaný způsob uložení tepelných sítí je uložení podzemní. Může být provedeno buď kanálově nebo bezkanálově. V případě bezkanálového provedení musí potrubí, respektive tepelná izolace potrubí snést tíhu zeminy. U kanálového provedení je tlak zeminy zachycen stěnami kanálů. Kanály se dělají obvykle neprůchozí, což znesnadňuje přístup k provádění revizí. Používají se však i kanály průchozí, průlezné nebo kolektorové, kde je spolu s tepelným potrubím i vedení elektrické nebo vodovodní. [7]

d) Tvary sítí zásobování teplem

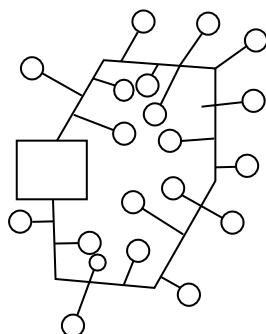
Pro rozlehlá území se nejvíce hodí paprskovitá síť. Ta se skládá z jednotlivých napáječů, vedoucích od zdroje nejkratší cestou k jednotlivým odběrným skupinám. Blízké konce odboček jednotlivých napáječů se často propojují, aby tak došlo k umožnění provozu i při odstavení některého z napáječů. [7]

Z paprskovité sítě propojením jednotlivých napáječů vznikla síť okružní. Okruh prochází celým zásobovaným územím a jsou z něj vyvedeny odbočky k jednotlivým odběratelským skupinám. Tato síť umožňuje připojení více zdrojů a je vhodná pro kompaktní zástavbu území zásobovaného teplem. [7]

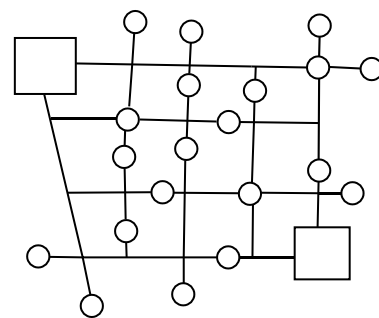
Posledním typem sítě je síť mřížová. Skládá se z vedle sebe umístěných na sebe navazujících okruhů. Síť bývá napájena z jednoho nebo více zdrojů různě umístěných. [7]



Obr. 11 a) Paprskovitá síť



b) Okružní síť



c) Mřížová síť

3.3 Předávací stanice

Jelikož není možné pouštět do vodovodů a topení v domech teplonosné médium o teplotě a tlaku něco málo nižším, než je u zdroje tepla, je potřeba tyto parametry upravit v předávací stanici. Pokud by totiž požadovanou teplotu a tlak mělo teplonosné médium již na výstupu ze zdroje, klesly by na příliš nízké hodnoty v rozvodech tepla. V předávací stanici obvykle dochází k předání tepelné energie, pomocí výměníků, z primární rozvodné tepelné sítě, která je mezi výrobnou tepla a předávací stanicí, do sekundární rozvodné sítě, jenž se nachází mezi předávací stanicí a odběrateli. V současnosti se využívají dva typy předávacích stanic, a to centrální výměňkové stanice a domovní předávací stanice. [9]

Centrální výměňkové stanice patří ke staršímu typu předávání tepelné energie v rámci centralizovaného zásobování teplem. Primární potrubí není vedeno až do zásobovaného objektu, ale do samostatně stojícího objektu s výměníky tepla. Teplonosné médium z primárního topného okruhu předává tepelnou energii teplonosnému médiu uzavřeného sekundárního topného okruhu a do okruhu rozvodu teplé užitkové vody. Tento čtyřtrubkový systém slouží pro zásobování více domů dvěma samostatnými okruhy. Přičemž jeden dodává celoročně teplou vodu do baterií a druhý slouží pro vytápění a je v provozu pouze po dobu topné sezóny. [10]

Domovní předávací stanice je umístěna přímo ve vytápěném objektu nebo bytu. Slouží pro předávání tepelné energie z primárního topného okruhu do teplonosného média uzavřeného topného okruhu v objektu a rovněž zajišťuje ohřev teplé užitkové vody. Domovní předávací stanice můžeme rozdělit na tlakově závislé a tlakově nezávislé. [10]

Tlakově závislé předávací stanice nemají teplosměnnou plochu, ve které je předávána tepelná energie z primárního teplonosného média na sekundární. Dochází zde pouze k regulaci teploty a tlaku teplonosného média v redukční stanici. Obvykle se tento způsob zapojení používá v nových objektech s čistým potrubím, aby se nečistoty z potrubí nedostaly do primární rozvodné sítě. [10]

Tlakově nezávislé předávací stanice mají vždy teplosměnnou plochu, která odděluje primární a sekundární médium. Obě strany jsou na sobě tlakově i hydraulicky nezávislé. Tento způsob se používá v objektech se starším potrubím, kde hrozí znečištění teplonosného média. [10]

4 Decentralizované zásobování teplem

Druhým způsobem vytápění, kdy zdrojem tepla není teplárna a teplo není vedeno tepelnou sítí, se nazývá decentralizované zásobování teplem. Může se jednat o vytápění jedné místnosti, bytu, domu nebo celého objektu. V případě umístění zdroje tepla přímo v místnosti, kterou vytápí, se jedná o lokální vytápění. Ústřední vytápění využijeme, pokud chceme vytápět více místností jedním zdrojem tepla a kvůli úspoře místa se do jednotlivých místností instalují radiátory, které jsou mnohem menší než lokální topidla. Jako zdroje tepla při individuálním vytápění se používají kamna, krby, kotle nebo tepelná čerpadla. [11]

Stavěná kamna a krby mohou být instalovány primárně buď kvůli vytápění nebo jako estetický prvek v místnosti. Obvykle se skládají z kamnové či krbové vložky a obezdívky, která bývá přizpůsobena interiéru místnosti. Právě individuální možnost navržení si proporcí topidla je jejich hlavní výhodou. [12]

Krbová kamna se vyznačují svou snadnou a rychlou montáží. Jediným stavebním požadavkem pro tento druh topidla je přítomnost komínu, pro odvádění spalin z ohniště. V současné době je nabízena široká škála modelů, od rustikálních kamen s kachlovým obkladem přes celokovové modely až po moderní prosklená krbová kamna. Při výběru je hlavním kritériem očekávání, jakou funkci budou krbová kamna plnit. Pokud mají plnit především funkci vytápění, jsou nejlepším řešením krbová kamna s teplovodním výměníkem. Část tepla vzniklého hořením je předáváno do vodního média, které je prostřednictvím topné soustavy distribuováno do radiátorů. Další variantou je možnost instalace akumulční nádrže, z které je možné čerpat ohřátou vodu i několik hodin po dohoření v krbových kamnech. [12]

Kotle na tuhá paliva nabízí možnost spalování celé řady paliv, jako jsou fosilní paliva – černé a hnědé uhlí, koks nebo biomasu v podobě kusového dřeva, dřevních briket, pelet a jiných dřevních produktů. Některé kotle nabízí i možnost spalování více druhů paliv, což umožňuje flexibilitu výběru paliva v závislosti na jeho ceně či dostupnosti. Hlavní nevýhodou kotlů, která spalují především fosilní paliva je vysoké množství vypouštěných emisí. Dalším omezením může být nutnost pravidelného přikládání paliva a vymetání popela, to se dá však vyřešit v případě větší investice do kotle a to tak, že je možné instalovat automatický dopravník paliva. Ten je navíc schopný zajistit i optimální dávkování paliva, což vede k efektivnějšímu ekonomickému provozu. Snížení množství popela může být vyřešeno použitím vhodného paliva a spalovacích teplot. [13]

Pro **plynové kotle** je nejpoužívanějším palivem zemní plyn. Spalovat je však možné i bioplyn či propan – butan. Tento zdroj tepelné energie je velmi využíván ve větších městech s běžně dostupnými plynovými přípojkami. Podle způsobu provedení a umístění je dělíme na stacionární kotle a závěsné kotle. Stacionární kotle bývají obvykle větších rozměrů a výkonů a bývají umístěny spíše na podlaze místnosti. Jejich primární funkce bývá vytápění, ale moderní kotle nabízí také možnost přípravy teplé užitkové vody. Tento typ kotlů se používá hlavně v rodinných domech. Na rozdíl od stacionárních kotlů se kotle závěsné používají spíše pro vytápění a ohřev vody v bytech. Mají menší rozměry a jsou určeny pro menší výkonové aplikace. Díky svým rozměrům mohou být umístěny téměř kdekoli v souladu s bezpečnostními normami. [13]

Elektrické kotle se vyznačují možností instalace a provozu téměř kdekoli, kde je zdroj elektřiny. Dále se tento typ kotlů vyznačuje nízkými pořizovacími náklady, snadnou obsluhou a vysokou účinností. Kromě všech těchto kladů je zde i jedna velká nevýhoda a to, že kvůli čím dál vyšším cenám za energie patří tento způsob vytápění k jednomu z nejdražších. V kombinaci s akumulací je možnost vytvoření hybridní soustavy a dosáhnout výhodnějších tarifů dodávek elektřiny. Tyto tarify spočívají v nižší ceně za spotřebovanou elektrickou energii všemi spotřebiči v době nízkého tarifu. Další variantou v případě vytápění pomocí elektrické energie jsou elektrická akumulční kamna. Ta jsou v průběhu dne podle nízkého a vysokého tarifu spínána a vypínána a akumulují se v nich tepelná energie, která je postupně uvolňována v době jejich vypnutí. [13]

Tepelná čerpadla patří stejně jako elektrické kotle k tepelným zdrojům, která potřebují ke svému provozu elektrickou energii. Ze všech těchto zařízení však patří k těm neekonomičtějším. Tepelná čerpadla pracují na principu odebírání nízkopotenciálního tepla z okolí, například ze vzduchu, z vody, či ze země a převádí ho na vyšší teplotní úroveň. Teplo je možné využít jak k vytápění objektu, tak k přípravě teplé užitkové vody. Na rozdíl od elektrického kotle jsou však pořizovací náklady na tepelné čerpadlo několikanásobně vyšší. [13]

5 Vybrané teplárenské společnosti a jejich zařízení

5.1 Teplárny Brno, a.s.

Město Brno zásobuje teplem městská společnost Teplárny Brno. Jediným vlastníkem společnosti je Statutární město Brno, které vlastní všechny akcie společnosti. Teplo je rozváděno do zhruba 4000 odběrných míst v Brně a mezi velké odběratele patří například VUT v Brně, AZ Tower, Masarykův onkologický ústav, SONO Centrum, Vila Tugendhat, univerzity, pivovar, dále pak desítky brněnských firem a asi 99 535 domácností. Teplárny Brno jsou čtvrtou největší teplárenskou společností v ČR a patří k největšímu odběrateli zemního plynu, jelikož zemní plyn je používán jako primární palivo ve všech provozech. Výroba a distribuce tepelné energie je zajištěna soustavou parních a horkovodních sítí, které jsou napájeny ze čtyř hlavních zdrojů. Těmito zdroji jsou provoz Špitálka, provoz Červený mlýn, provoz Brno-Sever a provoz Staré Brno. [14]

Pátým zdrojem poskytujícím tepelnou energii je zařízení pro energetické využití odpadu patřící společnosti Spalovna a komunální odpady Brno, a.s. Díky tepelné energii, která se získá spálením komunálního odpadu, jenž činí 22 % celkové distribuované tepelné energie, je umožněno snížit spotřebu zemního plynu na ostatních zdrojích SCZT. [14]

Kromě velkých zdrojů vlastní také Brněnské teplárny menší lokální zdroje, mezi které patří provoz Kamenný vrch a provoz Bystrc. V současné době probíhají ve městě Brně rozsáhlé výměny parovodního potrubí za horkovodní, označovány jako projekt „Pára x horká voda“. Projekt je uskutečněn především kvůli zmenšení tepelných a hydraulických ztrát, které vznikají kvůli vysokým teplotám páry a velkému teplotnímu diferenciu vůči okolí. [14]

Teplárenství má v Brně bohatou historii a může se pyšnit tím, že už v roce 1930, především díky profesoru Vladimíru Listovi, mělo první teplárnu v Československu, a to teplárnu Na Špitálce, která je dodnes jednou z provozů Tepláren Brno. Rozvinutý průmysl a působení řady významných továren, které potřebovaly ke své výrobě a provozu elektřinu a teplo v podobě páry vedlo k postavení teplárny právě ve městě Brně. Spotřeba páry dokonce převyšovala spotřebu páry tehdejšího New Yorku. Díky nové teplárně bylo možné odstavení na sedmdesát starých průmyslových výtopen a několik lokálních topenišť v domech a bytech, což přispělo ke zlepšení brněnského ovzduší. [14]

5.1.1 Provoz Špitálka

Provoz Špitálka je nejstarším teplárenským provozem s kombinovanou výrobou tepla a elektřiny. Výkopové práce začaly 1. dubna 1929 a za pouhých 20 měsíců byl zahájen provoz. Tehdejší teplárna byla na svoji dobu špičkově zařízena, a to 4 kotli o celkovém výkonu 135,5 MW, třemi protitlakovými turbínami o celkovém výkonu 18 MW a jednou turbínou kondenzační o výkonu 6 MW. První dodávky tepla v páře byly o tlaku 0,9 MPa a zásobovaly okolní textilní podniky. Postupně se začali připojovat další odběratelé a k původním 4 kotlům byla instalována další zařízení pro pokrytí jejich potřeb. Jedním z velkých milníků teplárny byl rok 1958, kdy bylo zahájeno spalování zemního plynu místo uhlí. V současné době je teplo dodávané do sítí systému centrálního zásobování teplem Brna v podobě horké vody a vyrobená elektrická energie je využívána pro vlastní potřebu a zbytek je dodáván do veřejné sítě. [14] Teplárna disponuje těmito zařízeními [15]:

- kotel K1 – vysokotlaký dvoutahový jednobubnový kotel s přirozenou cirkulací, jmenovitý tepelný výkon 198 MW,

- kotel K25 – parní vysokotlaký stromtrubnatý třibubnový kotel, jmenovitý tepelný výkon 55 MW,
- kotle K28, K29 – vysokotlaké parní stromtrubnaté kotle, každý o jmenovitém tepelném výkonu 79 MW,
- turbína TG20 – parní odběrová protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 5 MW,
- turbína TG22 – parní protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 6,6 MW,
- turbína TG26 – parní protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 9 MW,
- turbíny TG27, TG28 – parní protitlakové turbíny, každá o jmenovitém elektrickém výkonu 30 MW.

5.1.2 Provoz Červený mlýn

Počátek historie provozovny Červený mlýn sahá do let 1963–1965, kdy kvůli plánování výstavby sídlišť Lesná, Žabovřesky a Královo Pole byla zahájena výstavba špičkové výtopny Červený mlýn. Ta byla později propojena parním napáječem s teplárnou na Špitálce. Prvními zařízeními byly do výtopny plánovány 4 horkovodní kotle o celkovém výkonu 139,4 MW pro spalování uhlí. V roce 1996 došlo k ukončení provozu, jakožto posledního uhelného zdroje a nastala rekonstrukce na novou paroplynovou teplárnu. V roce 2016 proběhla generální oprava spalovací turbíny a bylo dokončeno horkovodní propojení s provozem Špitálka v rámci projektu „Pára x horká voda“. Od února roku 2018 se může provoz Červený mlýn pyšnit spuštěním největšího systému akumulace tepla do horké vody v České republice. Ten vznikl přestavbou nevyužívaného zásobníku na lehký topný olej a doplnil tak původní akumulční nádrž o další. Oba akumulátory mají celkový objem 9900 m³ a lze do nich uložit až 345 MWh tepelné energie, což postačí k pokrytí denní tepelné potřeby asi 17 tisíc domácností. Tento rozšířený systém akumulace tepla omezí využívání starších zdrojů tepla, čímž zajistí větší spolehlivost a efektivitu tepelné soustavy. Dnes je teplárna hlavním zdrojem horkovodních napáječů Lesná a Královo Pole-Žabovřesky a vyrobená elektrická energie je dodávána do rozvodné sítě distributora. [14] V provozu jsou instalována tato zařízení [16]:

- kotel K3 – parní spalinový horizontální kotel, jmenovitý tepelný výkon 100 MW,
- kotle K1, K2 – horkovodní kotle, každý o tepelném výkonu 27 MW,
- elektrodový horkovodní kotel – jmenovitý tepelný výkon 20 MW,
- turbína TG10 – spalovací turbína SGT-1000F, jmenovitý elektrický výkon 75 MW,
- turbína TG20 – parní protitlaková turbína s regulovaným odběrem, vysokotlaková a nízkotlaková část ve společném tělese, jmenovitý elektrický výkon 24 MW.

5.1.3 Provoz Brno-Sever

V roce 1971 začala výstavba nového teplárenského zdroje v Brně-Maloměřicích, která trvala tři roky. Nový zdroj byl vybaven dvěma parními kotli na spalování těžkého topného oleje s celkovým tepelným výkonem 110 MW. O dva roky později byla dokončena výstavba parovodu, který zajistil propojení nového provozu s provozem Špitálka. V roce 1995 byla spuštěna do provozu dvoustupňová rychloběžná parní turbína o elektrickém výkonu 3,5 MW, tímto počinem se stala z výtopny teplárna. Jedním z posledních milníků teplárny bylo definitivní odstranění těžkého topného oleje v roce 2017, kdy bylo přečerpáno a odvezeno pryč 7000 tun mazutu patřící státním hmotným rezervám. Naposledy se mazutem přitápělo v roce 2011 kvůli dlouhotrvajícím mrazům. [14]

V současné době tvoří provoz Brno-Sever hlavní propojovací uzel horkovodních napáječů Lesná a Líšeň-Vinohrady. Tepelná energie je dodávána ve formě horké vody a elektrická energie je dodávána do sítě E.ON. [14] Ve zdroji jsou instalována zařízení [17]:

- kotle K1, K2 – horkovodní válcové žárotrubnaté kotle s nízkoemisními hořáky, každý o jmenovitém tepelném výkonu 15 MW,
- kotle K13, K14 – parní dvoububnové samonosné membránové kotle s přirozenou cirkulací, každý o tepelném výkonu 75 MW,
- turbína TG1 – parní protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 3 MW.

5.1.4 Provoz Staré Brno

Provoz Staré Brno byl zbudován, kvůli začínající výstavbě sídlišť na Starém Brně, v oblasti ulic Rybářská a Koněvova. Bylo zapotřebí zajistit dodávky tepla do těchto nových lokalit, a proto zde byla v letech 1963–1965 vystavěna špičková výtopna. Nový provoz byl vybaven čtyřmi parními kotli. Ve stejných letech také došlo pomocí parního napáječe k propojení výtopny s teplárnou na Špitálce. V roce 1993 byla výtopna na ulici Rybářská plně plynofikována a modernizována. V současné době provoz Staré Brno dodává tepelnou energii ve formě páry do propojené parní sítě a z výměňkové stanice ve formě horké a teplé vody zásobuje lokality Staré Brno. V provozu jsou pro výrobu páry dva středotlaké, parní, plynové kotle, každý o tepelném výkonu 17 MW. Elektrická energie je odebírána ze sítě distributora, jelikož v provozu není instalován žádný zdroj elektrické energie. Celkový instalovaný výkon provozovny je 34 MW_t. [14]

5.1.5 Provoz Kamenný vrch

Provoz výtopny byl zahájen v letech 1989–1990 a je situován na ulici Svážná. Využívaným palivem je zde stejně jako ve všech ostatních provozech zemní plyn. Centrální výtopna Kamenný vrch se skládá z plynové kotelny a z části s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla. V plynové kotelně jsou 4 plynové kotle, a to kotle K1 a K2 každý o jmenovitém tepelném výkonu 5200 kW a totožné kotle K3 a K4 o jmenovitých výkonech 2800 kW. Kombinovaná výroba, která je zajištěna v druhé části provozu se uskutečňuje díky kogenerační jednotce o tepelném výkonu 887 kW a elektrickém výkonu 736 kW. Ta zde byla nainstalována v roce 2009. Celkový instalovaný výkon provozovny je 16,9 MW_t a 0,736 MW_e. [14]

5.1.6 Provoz Bystrc

Provoz Bystrc je umístěn na ulici Teyschlova a jejím úkolem je zásobovat teplem lokalitu Brno-Bystrc. Tepelná energie je vyráběna v šesti kotlích a jako palivo se zde kromě zemního plynu využívá i dřevní štěpka. Jedná se tedy o kotelnu, která je kombinací biomasového zdroje a plynové kotelny. V rámci rekonstrukce a modernizace části kotelny spalující dřevní štěpku došlo ke zvýšení jejího výkonu a snížení emisí, díky instalaci elektrofiltru. Další investice do provozovny se týkala rozšíření soustavy CZT Teyschlova, čehož bylo docíleno vybudováním nového teplovodního propojení stávajících plynových, blokových kotelen KB 7 Vejrostova a KB 6 Ečerova s kotelnou Teyschlova. Důvodem rozšíření soustavy byla náhrada spotřeby tepla vyrobeného ze zemního plynu v blokových lokálních kotelnách teplem ze spalování dřevní štěpky na kotelně Teyschlova. Celkový instalovaný tepelný výkon provozovny je 21,2 MW_t. [14]

5.2 SAKO Brno, a.s.

SAKO Brno je akciová společnost, která vznikla v roce 1994 a poskytuje komplexní služby v oblasti odpadového hospodářství. Jejím jediným vlastníkem je statutární město Brno. Mezi předměty činnosti společnosti patří výroba tepelné energie, rozvod tepelné energie, obchod s elektřinou, podnikání v oblasti nakládání s odpady a s nebezpečnými odpady, silniční motorová doprava nákladní a mnoho dalších. Společnost se dělí na dvě divize, a to na divizi ZEVO a divizi Svoz odpadu. [18]

5.2.1 Zařízení pro energetické využití odpadů (ZEVO)

Zařízení ZEVO neboli zařízení na energetické využití odpadů představuje významný zdroj energie a je jedním z pouhých čtyř takovýchto zařízení, které můžeme v České republice najít. Jeho účelem je získávání tepelné energie ve formě přehřáté páry ze spalování odpadů, která se pak dále využívá pro výrobu elektřiny a dodávky tepla ve formě páry nebo horké vody, které pokrývají část spotřeby tepla v Brně. Využívání odpadů jako paliva má hned dvě velké výhody, a to úsporu primárních neobnovitelných paliv jako jsou uhlí nebo zemní plyn a snížení množství odpadů, které by bylo jinak ukládáno na skládky. V brněnském zařízení jsou k dispozici dvě spalovací linky, každá o jmenovitém výkonu 14 t/h spalovaného odpadu. [18] V ZEVO jsou instalována tato zařízení [19]:

- kotle K2, K3 – dvoububnové kotle, pětitažové koncepce s vrativými rošty, každý kotel je vybaven plynovým hořákem pro najíždění a případné automatické zajištění minimální požadované teploty v ohništi, spalovací komory kotlů jsou vyzděny žáruvzdornou vyzdívkou, aby bylo zajištěno požadované teploty a doby setrvání spalin ve spalovací komoře, kotle jsou dále vybaveny expanzními klapkami v případě, že by došlo k expanzi vlivem přítomnosti výbušné látky,
- turbína – parní kondenzační turbína s jedním regulovaným a jedním neregulovaným odběrem pro dodávku páry do sítě CZT nebo k ohřevu procesních médií v zařízení, jmenovitý elektrický výkon 22 MW.

5.3 TTS energo, s.r.o.

Společnost působí na trhu s teplem ve městě Třebíč od roku 1995. Hlavním cílem společnosti je ekologické vytápění města, a proto se již od roku 2001 soustředí na obnovitelné zdroje. Dodávky tepla jsou realizovány ze tří tepláren a dvou kotelen a z více jak 90 % je teplo vyráběno pomocí kotlů na spalování biomasy, což je například dřevní štěpka nebo sláma. Palivo společnost odkupuje od místních lesníků a zemědělců, aby byly peníze udrženy v regionu a vznikaly nové pracovní příležitosti. Elektřina je dodávána do průmyslových objektů, které se nacházejí v okolí tepláren. Mezi hlavní odběratele tepla patří školy, školky, nemocnice, průmyslové objekty a rodinné a bytové domy. [20]

5.3.1 Teplárna Sever

Teplárna Sever je vícepalivová ORC teplárna spalující dřevní biomasu, slámu, zemní plyn a lehké topné oleje. Do roku 2000 to byla pouze kotelna, kde se spalovalo uhlí, ale postupným přebudováním vznikl tepelný zdroj, který v současnosti zásobuje sídliště Hájek, Nové dvory, hotel a plavecký areál. Celkový instalovaný výkon provozovny je 40,5 MW_t a 1662 kW_e. [20] V teplárně jsou instalována tato zařízení [20]:

- kotel VESKO-S – tepelný výkon kotle 5 MW, hlavním palivem jsou balíky slámy,
- kotel VESKO-B – tepelný výkon kotle 3 MW, hlavním palivem je dřevní biomasa,

- kotel VESKO-T – termoolejový kotel, tepelném výkonu 7 MW, hlavním palivem je dřevní biomasa,
- 2 plynové kotle o výkonech 6 MW_t a 5 MW_t,
- 2 kombinované kotle sloužící ke spalování lehkých topných olejů a zemního plynu, přičemž jejich tepelné výkony jsou 6 MW_t a 5 MW_t,
- kogenerační jednotky Tedom – o výkonech 2 × 140 kW, 2 × 132 kW a 22 kW,
- zařízení ORC na výrobu elektrické energie o výkonu 1 MW.

5.3.2 Teplárna Jih

Bývalá mazutová kotelná prošla od roku 2007 přestavbou na vícepalivovou teplárnu, ve které je spalována dřevní biomasa, sláma, zemní plyn a lehké topné oleje. V současné době slouží jako zdroj tepla pro sídliště Horka Domky, nemocnici a průmyslové objekty. Celkový instalovaný výkon provozovny je 29,3 MW_t a 680 kW_e. [20] Teplárna disponuje těmito zařízeními [20]:

- kotle VESKO-S – dva totožné kotle, každý o tepelném výkonu 5 MW, hlavním palivem jsou balíky slámy,
- kotle VESKO-B – dva totožné kotle, každý o tepelném výkonu 3 MW, hlavním palivem je dřevní biomasa,
- kombinovaný kotel LOOS – tepelný výkon 12 MW, palivem je zemní plyn nebo lehký topný olej,
- kogenerační jednotky Tedom – o výkonech 140 kW a 2 × 132 kW,
- kogenerační jednotka Caterpillar – o výkonu 260 kW.

5.3.3 Teplárna Západ

Teplárna se nachází v bývalém průmyslovém areálu BOPO, který se postupně mění na plnohodnotnou městskou čtvrť Borovina. Teplárna Západ je vícepalivovou teplárnou, ve které je spalována dřevní biomasa, zemní plyn a lehký topný olej. Záložními zdroji pro teplárnu jsou dvě blokové kogenerační kotelny B1 a B2. Celkový instalovaný výkon provozovny je 10,1 MW_t a 390 kW_e. [20] V teplárně jsou instalována zařízení [20]:

- kotel VESKO-B – tepelný výkon 3 MW, palivem je dřevní biomasa,
- kotle LOOS – dva kombinované kotle, každý o výkonu 2,9 MW_t, palivem je zemní plyn či lehký topný olej,
- kogenerační jednotky Tedom – o výkonu 3 × 132 kW.

5.4 Teplárna Liberec, a.s.

Teplárna Liberec je vlastněna společností ENERGIE Holding a.s., jenž je součástí společnosti MVV Energie CZ, a.s. a Statutárním městem Liberec. Přičemž 76 % akcií teplárny náleží společnosti ENERGIE Holding a zbylých 24 % městu Liberec. Tepelnou energií jsou zásobovány jak domácnosti převážně na libereckých sídlištích, tak průmyslové areály nebo odběratelé z terciální sféry na území Liberce. Teplárna je propojena se spalovnou komunálních odpadů TERMIZO, ze které je také vyrobené teplo dodáváno do sítě centrálního zásobování teplem. Palivem pro teplárnu je zemní plyn a v případě velkých mrazů se využívá jako doplňkové palivo topný olej. [21] Teplárna disponuje těmito zařízeními [22]:

- kotle K1, K2 – sloužící pro kombinované spalování zemního plynu a těžkého topného oleje, kotle jsou osazeny kombinovanými hořáky, jmenovitý tepelný výkon K1 je 52 MW a kotle K2 je 78 MW,

- kotle K13, K14 – spalující zemní plyn, každý o jmenovitém tepelném výkonu 11 MW,
- turbína – parní jednotělesová protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 5 MW.

5.5 TERMIZO, a.s.

Akciová společnost TERMIZO, jenž je od roku 2011 členem skupiny MVV Energie CZ, a.s. provozuje zařízení na energetické využití odpadů ve městě Liberec. Výstavba spalovny byla započata v roce 1996 a doposud je jednou ze čtyř velkých spaloven na území České republiky. Komunální odpad je zde využíván jako palivo pro výrobu tepla, teplé vody a elektřiny. Kromě výroby energií se společnost také zabývá nakládání s odpady a nakládání s nebezpečnými odpady. Pro umožnění využití synergického efektu při odběru vody pro výrobu páry nebo při odběru zemního plynu, je spalovna spojena s Teplárnou Liberec energetickým uzlem. [23] Ve spalovně jsou instalována zařízení [24]:

- kotel – parní spalovenský kotel s automatickou regulací, kapacita kotle je 12 tun odpadu za hodinu, v ohništi je dosahováno teplot mezi 950 až 1100 °C, výstupní teplota spalin z kotle je asi 200 °C,
- turbína TG1 – parní protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 3,5 MW,
- turbína TG2 – parní kondenzační turbína, jmenovitý elektrický výkon 1 MW, využívána v letních měsících při nedostatečném odběru tepla pro výrobu elektrické energie.

5.6 Teplárna Tábor, a.s.

Teplárna Tábor vznikla v roce 1969, jakožto jeden ze závodů Jihočeských energetických závodů České Budějovice. O dva roky později byl zahájen provoz dalšího tepelného zdroje, a to špičkové kotelny. Oba tyto zdroje jsou dodnes v provozu a zajišťují výrobu tepla, které je pak obyvateli a organizacemi odebíráno ze soustavy centralizovaného zásobování. Základní závod teplárny, označován jako TTA 1, využívá k výrobě energií palivo, kterým je hnědé uhlí nebo palivo kapalné. Špičková plynová kotelna – TTA 2, využívá pro svoji potřebu pouze zemní plyn a rezervním palivem je topný olej. Kromě zmíněných dvou zdrojů provozují teplárny ještě kotelnu v nemocnici, kde je hlavním palivem, stejně jako ve špičkové kotelně, zemní plyn. Vyrobena elektrická energie je využita pro vlastní potřebu TTA 1 a zbytek je dodáván do sítě E-ON. [25] Teplárna TTA1 disponuje těmito zařízeními [26]:

- kotle K1.4, K1.6 – dvoububnové vodotrubnaté kotle sloužící k výrobě středotlaké páry, palivem je hnědohelný generátorový dehet a topný olej, každý o tepelném výkonu 17,186 MW,
- kotel K1.5 – napojen na turbínu TG1, třítahový vodotrubnatý jednobubnový kotel s přirozeným oběhem, palivem je hnědohelný generátorový dehet a topný olej, tepelný výkon 78,681 MW,
- kotel K1.7 – fluidní kotel napojený na turbíny TG1 a TG2, palivem je hnědé uhlí, možnost spoluspalování biomasy, tepelný výkon 71 MW,
- turbína TG1 – parní turbína o jmenovitém elektrickém výkonu 9 MW,
- turbína TG2 – kondenzační turbína o jmenovitém elektrickém výkonu 10,55 MW.

5.7 Teplárna Písek, a.s.

Teplárna Písek je akciová společnost, která byla založena Fondem národního majetku. V současné době většinu akcií, respektive 75,59 % akcií vlastní Město Písek, zbytek je rozdělen mezi menší akcionáře. Teplo je vyráběno ve dvou zdrojích, a to v základním zdroji a ve zdroji Výtopna Samoty, ta však slouží pouze jako záložní zdroj, který je využíván v zimních měsících,

při poruchách či odstávkách. Ve výtopně jsou instalovány tři kotle (K21, K22, K23) na těžký topný olej. [27] V teplotárně jsou instalována tato zařízení [28]:

- kotle K11, K12 – práškové membránové kotle s granulačním topeništěm, palivem je hnědé prachové uhlí, možné spoluspalování biomasy, najížděcím palivem je těžký topný olej, každý o tepelném výkonu 24 MW,
- turbína TG1 – protitlaková turbína o elektrickém výkonu 6 MW,
- turbína TG2 – protitlaková turbína o elektrickém výkonu 1,8 MW.

5.8 Teplotárna Otrokovice, a.s.

První rozvody tepla a elektřiny na území Otrokovic zásobovaly nejen areál Baťových závodů, ale také sídliště, hotel a obchodní centrum a zajišťovala je elektrárna, která byla zbudována obuvnickou firmou Baťa ve 30. letech minulého století. Akciová společnost Teplotárna Otrokovice vznikla v roce 1992 a zapříčinila se o modernizaci původního centrálního zásobování teplem a vybudování horkovodní sítě, která zajišťuje dodávky tepla do lokalit Otrokovice a Zlín-Malenovice. V roce 2013 se Teplotárna Otrokovice stala součástí skupiny Lama Energy Group, jenž vlastní 100 % jejích akcií. Hlavními odběrateli energií vyrobených v teplotárně jsou společnosti Continental Barum, Toma a Fatra. [29] V teplotárně jsou instalována tato zařízení [30, 31]:

- kotle K3, K4, K5 – granulační jednobubnové stromtrubnaté kotle s přirozenou cirkulací, palivem je hnědouhelný prášek s možností spoluspalování biomasy a černého uhlí, každý o jmenovitém tepelném výkonu 88,3 MW, ke dni 30.6.2020 dojde k odstavení kotle K5,
- kotel K8 – parní plynový bubnový kotel s přirozenou cirkulací, třítahové provedení s membránovými stěnami, palivem je zemní plyn, jmenovitý tepelný výkon 70,8 MW, provozní náhrada za odstavený kotel K5,
- turbína TG1 – protitlaková turbína se dvěma regulovanými odběry, instalovaný elektrický výkon je 25 MW,
- turbína TG2 – kondenzační turbína se dvěma regulovanými odběry, instalovaný elektrický výkon je 25 MW.

5.9 Teplotárna Kyjov, a.s.

Společnost vznikla v roce 1997 a nachází se v areálu skláren společnosti Vetropack Moravia Glass v Kyjově. V současnosti je společnost součástí skupiny Lama Energy Group. Teplotárna Kyjov vyrábí tepelnou a elektrickou energii na principu paroplynového cyklu spalujícího zemní plyn. Teplo ze spalin, procházející plynovou turbínou je dále využito ve spalinových kotlích k výrobě teplé vody a páry. Z parní turbíny je vyveden odběr páry, jenž předává ve výměníku teplo teplotonosnému médiu pro účely vytápění. Díky umístění teplotárny v areálu skláren je také využíváno odpadní teplo spalin ze sklářských van pro výrobu páry v dalších dvou spalinových kotlích. Vyrobena elektrická energie je dodávána distribuční společnosti ČEPS a.s. [32] Teplotárna disponuje těmito zařízeními [33]:

- kotle SK1, SK2 – spalinové vertikální věžové kotle, využívající odpadní teplo spalin ze spalovacích turbín,
- kotle FC81, FC82 – spalinové kotle využívající odpadní teplo za sklářskými vanami,
- turbíny ST1, ST2 – spalovací jednohřídelové neregenerační turbíny pracující v otevřeném cyklu, každá o elektrickém výkonu 7,4 MW,
- turbína FC31 – parní kondenzační odběrová turbína o elektrickém výkonu 8,2 MW.

5.10 Teplárna České Budějovice, a.s.

Historie teplárenství v městě České Budějovice sahá až do roku 1907, kdy tehdejší obec uzavřela ve Vídni smlouvu s firmou Internationale Elektrizität Gesellschaft o vybudování tepelné elektrárny, dodávce elektřiny a zařízení elektrické pouliční dráhy. Již od roku 1946 byla připravována výstavba nové teplárny na Novohradské ulici vedle původní městské elektrárny. Výstavba však nakonec začala až v roce 1962 a stará elektrárna se od té doby používala pouze pro případ krytí špiček v zimním období. Dalším posílením soustavy bylo zprovoznění výtopny Vráto v roce 1989. Samostatná akciová společnost Teplárna České Budějovice vznikla ve druhé vlně privatizace k 1.1.1994. V současné době je vlastníkem 80 % jejich akcií Statutární město České Budějovice, 17,93 % Forum Energy s.r.o. a 3,03 % Nuboneri Business s.r.o. Hlavní činností společnosti je výroba, nákup, prodej a rozvod tepla a teplé užitkové vody. Elektřina, která v teplárně vzniká díky dvěma protitlakovým odběrovým turbínám a nové kondenzační turbíně, je dodávána distribučním společností. [34] V teplárně jsou instalována tato zařízení [35]:

- kotle K9, K10 – plynové dvoutahové kotle s nízkoemisními hořáky, palivem je zemní plyn, každý o jmenovitém tepelném výkonu 89 MW,
- kotle K11, K12 – práškové granulační jednobubnové kotle s přirozenou cirkulací vody, hlavním palivem je hnědé práškové uhlí, najížděcím palivem je zemní plyn, každý o jmenovitém tepelném výkonu 117 MW,
- turbína TG4 – protitlaková odběrová turbína, jmenovitý elektrický výkon 25 MW,
- turbína TG5 – protitlaková odběrová turbína, jmenovitý elektrický výkon 14,6 MW,
- turbína TG6 – parní kondenzační turbína, jmenovitý elektrický výkon 12 MW.

5.11 Teplárna ŠKO-ENERGO, s.r.o.

Společnost byla založena v roce 1995 a již ve stejném roce začaly velmi intenzivní práce na převzetí zařízení od Škoda Auto a na vybudování moderních zařízení, a to hlavně nové teplárny a čistících stanic. Teplárna, která byla uvedena do provozu v roce 1999 se nachází ve městě Mladá Boleslav, jenž je už více než sto let spjato s výrobou automobilů, ke které jsou nepřerušované dodávky energií nutností. Společnost zajišťuje pro Škoda Auto veškeré tyto dodávky energií a zároveň zásobuje teplem město Mladá Boleslav. Velký důraz je kladen na distribuci ekologicky čisté energie s využitím bezuhlíkatých technologií. Kromě teplárny, jako hlavního zdroje, provozuje společnost ještě tři závody – Závod Česana, Závod Vrchlabí a Závod Kvasiny. Celkový instalovaný výkon společnosti je 443,934 MW_t a 94 MW_e. [37] V teplárně jsou instalována zařízení [38]:

- kotle K40, K50 a K60 – horkovodní kotle, palivem je zemní plyn, každý o jmenovitém tepelném výkonu 58 MW,
- kotel K70 – parní kotel, výroba vysokotlaké páry, palivem je zemní plyn, záložním palivem je extra lehký topný olej, jmenovitý tepelný výkon 46 MW, záloha pro kotle K90 a K80,
- kotle K80, K90 – fluidní kotle sloužící k výrobě vysokotlaké páry, palivem je hnědé uhlí se spoluspalováním biomasy, najížděcím a stabilizačním palivem je zemní plyn, každý o jmenovitém tepelném výkonu 95 MW,
- turbíny T90, T80 – parní odběrové kondenzační turbíny, každá o elektrickém výkonu v odběrovém provozu 35 MW a 45 MW v kondenzačním provozu.

5.12 Plzeňská teplárenská, a.s.

Plzeňská teplárenská je největším výrobcem energií v Plzeňském kraji. Energie jsou vyráběny v centrální teplárně, zařízení k energetickému využití odpadů, elektrárně a třech lokálních plynových kotelnách a jsou dodávány do domácností a komerčních, podnikatelských, správních a školských systémů. Jako hlavní palivo je využíváno hnědé uhlí, ale v některých kotlích je také možné spalování biomasy a ke stabilizaci a zapalování parních kotlů zemní plyn. [39] Centrální teplárna disponuje těmito zařízeními [40]:

- kotle K2, K3 – horkovodní roštové kotle, palivem je hnědé uhlí, každý o jmenovitém tepelném výkonu 35 MW,
- kotle K4, K5 – granulační práškové kotle, palivem je hnědé uhlí a biomasa, každý o jmenovitém tepelném výkonu 130,8 MW,
- kotel K6 – fluidní kotel s cirkulující fluidní vrstvou, palivem je hnědé uhlí a biomasa, jmenovitý tepelný výkon 134,4 MW,
- kotel K7 – fluidní kotel, spalování čisté biomasy, jmenovitý tepelný výkon 38,6 MW,
- turbína TG1 – parní protitlaková odběrová turbína s jedním regulovaným odběrem, instalovaný elektrický výkon 70 MW,
- turbína TG2 – kondenzační odběrová turbína, instalovaný elektrický výkon 67 MW,
- turbína TG3 – kondenzační odběrová turbína, instalovaný elektrický výkon 13,5 MW.

Zařízení na energetické využívání odpadu je moderní zdroj, který byl uveden do zkušebního provozu v roce 2016. Tepelná energie vzniklá při procesu spalování širokého spektra odpadů je dodávána po celém území města a také využívána k výrobě elektrické energie. [39] V ZEVO jsou instalována zařízení [39]:

- kotel – parní roštový kotel určený pro spalování směsného komunálního odpadu, jmenovitý tepelný výkon 31,65 MW,
- turbína – parní kondenzační odběrová turbína, jmenovitý elektrický výkon 10,5 MW.

Zařízení Energetika původně patřící společnosti Plzeňská energetika přešlo v roce 2018 do vlastnictví společnosti Plzeňská teplárenská díky fúzi společností. [41] Ve zdroji jsou instalována tato zařízení [42]:

- kotel K1 – parní granulační kotel, palivem je hnědé uhlí, instalovaný tepelný výkon 132,33 MW,
- kotel K3 – parní granulační kotel, palivem je hnědé uhlí, instalovaný tepelný výkon 127,06 MW,
- kotel K4 – parní granulační kotel, palivem je hnědé uhlí, instalovaný tepelný výkon 87 MW,
- kotel K7 – parní vodotrubnatý kotel, palivem je zemní plyn, jmenovitý tepelný výkon 18 MW,
- turbíny TG8, TG9, TG10 – parní odběrové kondenzační turbíny, odběry o parametrech 1,4 MPa, 0,8 MPa a 0,3 MPa, každá o jmenovitém elektrickém výkonu 28 MW,
- motorgenerátory MG1, MG2, MG3 – spalovací motorgenerátory, každý o instalovaném elektrickém výkonu 6,52 MW.

5.13 Energetika Třinec, a.s.

Historie průmyslu ve městě Třinec sahá až do roku 1839, kdy byly založeny Třinecké železárny a vzniklo pracoviště energetika. Třinecké železárny jsou zároveň jediným akcionářem společnosti Energetika Třinec. Hlavním předmětem podnikání je výroba, rozvod a prodej elektrické energie, horké vody, technologické páry, dmýchaného a stlačeného vzduchu a mnoho dalšího. Vyroběnými energiemi je zásobován především mateřský podnik Třinecké železárny. Společnost je tvořena třemi útvary, a to útvarem provoz tepelné energetiky, provoz tepláren a řídicími odbornými útvary. Provoz tepelné energetiky zajišťuje vodní a vzduchové hospodářství, plynové hospodářství a tepelné hospodářství. Řídicí odborné útvary tvoří finanční a obchodní úsek, technický úsek a strategie. Samotný útvar provoz tepláren je pak tvořen dvěma teplárnami E2 a E3, elektrorozvodem a chemickou úpravou vod. [43]

5.13.1 Teplárna E2

Středisko Teplárna E2 vyrábí vysokotlakou páru na čtyřech kotlích a elektrickou energii na dvou turbogenerátorech. Dále pak středisko zajišťuje distribuci technologické středotlaké páry, stlačeného vzduchu a zajišťuje výrobu technických plynů třemi parními turbokompresory. [43] V teplárně jsou instalována zařízení [44]:

- kotel K1 – vysokotlaký plynový kotel, spalující hutní plyny (vysokopecní, konvertorový, koksový) a zemní plyn, jmenovitý tepelný výkon 73 MW,
- kotel K2 – vysokotlaký průtočný plynový kotel, spalující hutní plyny (vysokopecní, konvertorový, koksový) a zemní plyn, jmenovitý tepelný výkon je 55 MW,
- kotle K3, K4 – průtočné plynové kotle, spalující hutní plyny (vysokopecní, konvertorový, koksový) a zemní plyn, každý o jmenovitém tepelném výkonu 56 MW,
- turbína TG2 – kondenzační odběrová turbína, jmenovitý elektrický výkon 25 MW,
- turbína TG3 – protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 14,5 MW.

5.13.2 Teplárna E3

Středisko Teplárna E3 vyrábí vysokotlakou páru na třech kotlích a elektrickou energii na čtyřech turbogenerátorech. Palivem každého z kotlů je černé energetické uhlí, hnědé uhlí, proplástek a vysokopecní plyn. [43] Teplárna disponuje těmito zařízeními [45]:

- kotel K11 – fluidní vysokotlaký bubnový kotel, jmenovitý tepelný výkon 126,8 MW,
- kotel K12 – fluidní vysokotlaký bubnový kotel, jmenovitý tepelný výkon 125,5 MW,
- kotel NK14 – fluidní vysokotlaký bubnový kotel, kromě výše uvedených paliv možnost spalování i biomasy, jmenovitý tepelný výkon 98,7 MW,
- turbína TG11 – vysokotlaká protitlaková turbína s instalovaným elektrickým výkonem 12 MW,
- turbína TG12 – vysokotlaká kondenzační odběrová turbína se středotlakým a nízkotlakým regulovaným odběrem, instalovaným elektrickým výkonem 32 MW,
- turbína TG14 – středotlaká kondenzační turbína s nízkotlakým regulovaným odběrem, instalovaný elektrický výkon 17 MW,
- turbína TG15 – středotlaká protitlaková turbína, využití spíše jako točivá redukce, instalovaný elektrický výkon 0,9 MW.

5.14 Elektrárny Opatovice, a.s.

Společnost Elektrárny Opatovice je jedním z předních dodavatelů energií v České republice. Vlastníkem společnosti je Energetický a průmyslový holding, a.s. prostřednictvím dceřiné společnosti EP Energie a.s., což je střeoevropská energetická skupina, která působí v České republice, na Slovensku, v Německu a v Polsku. Soustavu zásobování teplem elektrárny Opatovice tvoří asi 310 km tepelných sítí z nichž je teplo odebíráno více než 60 tisíce domácnostmi, průmyslovými objekty, správními, zdravotnickými a kulturními zařízeními v regionu Hradec Králové, Pardubice a Chrudim. Spolu s tepelnou energií je kogeneračním způsobem vyráběna i energie elektrická. Celkový instalovaný výkon je 378 MW_e a 1068 MW_t. [46] V elektrárně jsou instalována tato zařízení [47]:

- kotle K1–K6 – práškové granulační kotle, spalující hnědé uhlí, spolu s hnědým uhlím je možné spalovat také uhlí černé, nízkovýhřevný černouhelný nebo hnědouhelný prach a biomasu, každý z kotlů o jmenovitém tepelném výkonu 178 MW,
- turbína TG1, TG2, TG4 – parní kondenzační turbíny, každá o jmenovitém elektrickém výkonu 56 MW,
- turbína TG6 – parní odběrová protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 63 MW,
- turbína TG5 – parní protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 56 MW,
- turbína TG3 – parní odběrová kondenzační turbína, jmenovitý elektrický výkon v odběrovém režimu 63 MW a 55 MW v režimu kondenzačním.

5.15 innogy Energo, s.r.o.

Společnost innogy se v České republice specializuje především na dodávky zemního plynu pro domácnosti a firmy. Mimo dodávek, distribuci a skladování plynu také vyrábí teplo a prodává elektřinu. Teplárenskými provozami a soustavami centrálního i lokálního zásobování teplem se zabývá dceřiná společnost innogy Energo, s.r.o., která je výrobní divizí společnosti innogy v České republice. [48]

5.15.1 Teplárna Králův Dvůr, Výtopna Beroun

Soustavu centrálního zásobování teplem v městech Beroun a Králův Dvůr tvoří dvě soustavy distribuční sítě a tři výrobní zdroje. První soustava je kombinací horkovodní a teplovodní sítě, která propojuje obě města. Teplo se pro tuto soustavu vyrábí v Teplárně v Králově Dvoře a ve výtopně v centru města Beroun. Druhá soustava je samostatná teplovodní distribuční síť v lokalitě Beroun-Hlinky, kde se nachází i třetí zdroj ve kterém je teplo pro tuto lokalitu vyráběno. [49]

Teplárna Králův Dvůr využívá jako jediné palivo zemní plyn. Výroba tepla je zajišťována třemi kotli a kogeneračními jednotkami, díky kterým je zajištěna současná výroba elektrické a tepelné energie. Instalovaný tepelný výkon je 34,512 MW a instalovaný elektrický výkon je 3,120 MW. [49]

Výtopna Beroun-centrum je druhým zdrojem soustavy, ve kterém jsou instalovány tři kotle na zemní plyn. Instalovaný tepelný výkon je 18,4 MW. [49]

Výtopna Beroun-Hlinky vyrábí teplo pro lokalitu Hlinky a není propojena s předchozími zdroji tepla. Výrobu tepla zajišťují tři kotle na zemní plyn. Instalovaný tepelný výkon je 5,45 MW. [49]

5.15.2 Teplárna Odolena Voda

Soustavu centrálního zásobování teplem ve městě Odolena Voda tvoří teplovodní, nízkotlaká distribuční síť s jedním zdrojem tepla, a to teplárnou v Odolene Vodě. Teplo je

vyráběno třemi kotly a kogenerační jednotkou, která vyrábí jak tepelnou, tak elektrickou energii. Palivem je zemní plyn. Instalovaný tepelný výkon činí 10,309 MW a instalovaný elektrický výkon je 1,56 MW. [49]

5.15.3 Teplárna Náchod

Teplárna je situována na severovýchodním okraji města Náchod a je v něm vyráběna pára, jak pro účely vytápění a ohřevu, tak k výrobě elektrické energie a technologické páry. Teplo je dodáváno do náchodských domácností, průmyslových zařízení, škol, úřadů a zdravotnických zařízení. [49] V teplárně jsou instalována tato zařízení [50]:

- kotel K4 – granulační dvoutahový jednobubnový kotel, palivem je hnědé uhlí v podobě uhelného prášku, pro najíždění a stabilizaci se používá zemní plyn a lehký topný olej, jmenovitý tepelný výkon při spalování uhlí 42 MW, při spalování zemního plynu 30,8 MW,
- kotle K5, K6 – parní vodotrubnaté dvoububnové kotle s přirozeným oběhem, palivem je zemní plyn, každý z kotlů o jmenovitém tepelném výkonu 16,8 MW,
- kotel K9 – parní plynový kotel, palivem je zemní plyn, jmenovitý tepelný výkon 10,8 MW,
- kotle K11, K12, K13 – parní vodotrubnaté dvoutahové kotle s přirozeným oběhem, palivem pro kotle K11 a K13 je těžký topný olej a pro kotel K12 zemní plyn, každý o jmenovitém tepelném výkonu 10,6 MW,
- kogenerační jednotky KGJ1, KGJ2 – spalující zemní plyn, každá o jmenovitém tepelném výkonu 1,044 MW,
- turbína TG4 – protitlaková odběrová turbína o jmenovitém elektrickém výkonu 12 MW,
- turbína TG2 – kondenzační turbína o jmenovitém elektrickém výkonu 5 MW.

5.16 Alpiq Generation (CZ) s.r.o.

Společnost Alpiq Generation (CZ) je nezávislým výrobcem a dodavatelem energií a služeb ve Středočeském a Zlínském kraji a je ve stoprocentním vlastnictví švýcarské energetické společnosti Alpiq. Ve městech Zlín a Kladno, provozuje společnost dva moderní kogenerační zdroje na výrobu elektrické a tepelné energie. Hlavními předměty podnikání jsou nejen dodávky elektřiny a tepla, ale také dodávky plynu, tlakového vzduchu, měkčené vody nebo demivody. [51]

5.16.1 Elektrárna Kladno

Elektrárna v Kladně je rozdělena na dvě výrobní jednotky, a to na Elektrárnu Kladno I, umístěnou v lokalitě Kladno – Dubí a Elektrárnu Kladno II, umístěnou v lokalitě Kladno – Dřív. Lokality jsou od sebe vzdáleny asi 2 km. Výrobní jednotky se skládají celkově z pěti výrobních bloků – K4, K5, K6, K7 a K8. [51] Elektrárna I disponuje těmito zařízeními [52]:

- kotle K4, K5 – fluidní cirkulační kotle, palivem je hnědé nebo černé uhlí a biomasa, najížděcím a stabilizačním palivem je extralehký topný olej, každý o tepelném výkonu 300 MW,
- kotel K6 – spalínový kotel umístěný za spalovací turbínou TG6,
- kotel K7 – fluidní kotel s cirkulující fluidní vrstvou, palivem je hnědé uhlí s možností spoluspalování biomasy, tepelný výkon kotle 313,3 MW,
- turbíny TG4, TG5 – kondenzační odběrové turbíny, každá o elektrickém výkonu 135,3 MW,

- turbína TG6 – spalovací turbína, palivem je zemní plyn nebo extralehký topný olej, jmenovitý elektrický výkon 66,9 MW,
- turbína TG7 – kondenzační odběrová turbína, jmenovitý elektrický výkon 135 MW.

Elektrárna Kladno II představuje jeden výrobní blok, a to blok 8. Ten je nejnovějším výrobním blokem, který byl vybudován v letech 2005–2006. Špičkový blok pracující v otevřeném cyklu o jmenovitém elektrickém výkonu 45 MW sestává z plynové spalovací turbíny TG8, generátoru, spalínového komína a dalšího příslušenství. [51]

5.16.2 Teplárna Zlín

Teplárna Zlín je umístěna v bývalém areálu Baťových závodů a sestává z několika hlavních částí, kterými jsou první a druhý blok teplárny, plynová kotelná a balená kotelná. Mezi základní zařízení teplárny dále patří chemická a tepelná úpravná vody, kompresorové stanice nebo skládka stabilizátorů. [51] V teplárně jsou instalována tato zařízení [53]:

- kotel K31 – fluidní dvoutahový kotel s přirozenou cirkulací, palivem je hnědé a černé uhlí, možné spoluspalování biomasy, jmenovitý tepelný výkon 120 MW,
- kotel K32 – fluidní dvoutahový kotel s přirozenou cirkulací, palivem je hnědé a černé uhlí, možné spoluspalování biomasy, jmenovitý tepelný výkon 100 MW,
- kotle K21, K22 – plynové kotle, palivem je zemní plyn, slouží jako špičkové záložní zdroje, každý o jmenovitém tepelném výkonu 55 MW,
- kotel K13 – záložní zdroj, součást balené kotelny, palivem je zemní plyn, jmenovitý tepelný výkon 16 MW,
- turbína TG31 – protitlaková odběrová turbína, jmenovitý elektrický výkon 25 MW,
- turbína TG32 – kondenzační odběrová turbína, jmenovitý elektrický výkon 33 MW,
- turbína TG6 – kondenzační turbína, jmenovitý elektrický výkon 6 MW.

5.17 ACTHERM, s.r.o.

Společnost byla roku 1992 zapsána do obchodního rejstříku se zaměřením na provádění topenářských a instalatérských prací a již o čtyři roky později jí byla udělena státní autorizace Ministerstva průmyslu a obchodu na rozvod a výrobu tepla. V průběhu dalších let společnost expandovala a získala do pronájmu řadu společností a tepelná hospodářství, mimo jiné i elektrárenský komplex VT – Energetika Chomutov. V současnosti je hlavním předmětem podnikání společnosti výroba a rozvod tepelné energie, výroba a obchod s elektřinou, přičemž teplo i elektřina jsou dodávány z vlastní teplárny v Chomutově. Elektrická energie je dodávána do lokální distribuční sítě. [54] V teplárně jsou instalována zařízení [55]:

- kotel K1 – granulační dvoutahový jednobubnový kotel s přímým foukáním paliva a s přirozeným oběhem, palivem je hnědouhelný prášek, jmenovitý tepelný výkon 49,714 MW,
- kotel K3 – granulační dvoutahový jednobubnový kotel s přímým foukáním paliva a s přirozeným oběhem, palivem je hnědouhelný prášek, jmenovitý tepelný výkon 38,670 MW,
- turbína TG20 – kondenzační odběrová turbína, elektrický výkon 20 MW,
- turbína TG6 – protitlaková turbína, elektrický výkon 6 MW.

5.18 United Energy, a.s.

Společnost vznikla v padesátých letech minulého století a do dnešního dne patří k předním nezávislým výrobcům tepelné a elektrické energie v severočeském regionu. Vlastníkem akciové společnosti je Energetický a průmyslový holding, a.s. prostřednictvím dceřině společnosti EP Energy. Hlavním zdrojem tepla a elektřiny je teplárna v Komořanech, která zásobuje energiemi domácnosti, podnikatelské subjekty, školy, zdravotnická zařízení a úřady v Mostě a Litvínově. [56] V teplárně jsou instalována zařízení [57]:

- kotel K1 – fluidní kotel, palivem je hnědé uhlí, jmenovitý tepelný výkon 108,05 MW,
- kotle K2–K5 – fluidní kotle, palivem je hnědé uhlí, každý o jmenovitém tepelném výkonu 115,26 MW,
- kotle K6–K8 – fluidní kotle, palivem je hnědé uhlí, každý o jmenovitém tepelném výkonu 127,19 MW,
- kotle K9, K10 – fluidní kotle, palivem je hnědé uhlí, každý o jmenovitém tepelném výkonu 125,79 MW,
- turbíny TG4, TG5, TG6 – parní kondenzační turbíny, každá o jmenovitém elektrickém výkonu 32 MW,
- turbína TG7 – odběrová parní turbína, jmenovitý elektrický výkon 20 MW,
- turbína TG9 – protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 32 MW,
- turbína TG20 – protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 35 MW,
- turbína TG21 – protitlaková turbína, jmenovitý elektrický výkon 22 MW,
- turbína TG22 – kondenzační turbína, jmenovitý elektrický výkon 34 MW.

5.19 Pražská teplárenská, a.s.

Pražská teplárenská je z hlediska počtu provozovaných zařízení jednou z největších teplárenských společností v České republice a její aktivity jsou zaměřeny na oblast hlavního města Prahy a blízkého okolí. Společnost byla založena v roce 1992 a v současnosti provozuje celkem 7 zdrojů. Základním zdrojem tepla pro Pražskou teplárenskou soustavu je však Elektrárna Mělník I. Další zdroje jako je teplárna Malešice, teplárna Michle nebo výtopna Krč jsou provozovány jako zdroje špičkové. Společnost také odebírá teplo a páru ze Zařízení na energetické využití odpadu – ZEVO Malešice. Teplo je dodáváno do domácností, administrativních budov, průmyslových podniků nebo školních a zdravotnických zařízení. [58]

5.19.1 Teplárna Malešice

Teplárna dodává tepelnou energii do východní a jižní části Prahy. Sestává ze tří kotelen, které jsou označeny jako TMA I, TMA II a TMA III. V současnosti je provozován pouze zdroj TMA III, ve kterém jsou instalovány dva identické horkovodní plynové dvoutahové kotle, každý o jmenovitém tepelném výkonu 116 MW. V kotlích je spalován zemní plyn. [59]

5.19.2 Teplárna Michle

Teplárna sestává ze dvou kotelen TMI II a TMI III. V současné době jsou provozovány dva kotle, a to horkovodní průtočný kotel K5 o jmenovitém tepelném výkonu 116 MW a kotel K6 o jmenovitém tepelném výkonu 35,5 MW. Oba kotle využívají jako palivo zemní plyn. [60]

5.19.3 Teplárna Holešovice

V areálu tepláren Holešovice je provozován nový špičkový horkovodní zdroj THOL4, jelikož původní zdroj THOL3 byl v září roku 2018 odstaven. S tímto počínem se pojil i významný rozvojový projekt v oblasti Holešovic, a tím byla výměna parních sítí za síť

horkovodní. V tepelném zdroji THOL4 jsou instalovány dva identické plynové kotle BOSCH. Kotle, označené jako HK1 a HK2, jsou horkovodní dvouplamencové žárotrubnaté a plní funkci špičkového záložního zdroje, který je umístěn do nové kotelny v severní části areálu. Jmenovitý tepelný výkon kotelny je 47 MW. V kotlích je spalován zemní plyn. [61]

5.19.4 Výtopna Krč

Výtopna sestává ze dvou kotelů, a to z horkovodní kotelny Krč I, ve které došlo v rámci rekonstrukce ke zvýšení výkonu a z nově vybudované kotelny Krč II. V kotlích je spalován zemní plyn. [62] Ve výtopně jsou instalována tato zařízení [62]:

- kotle K1, K2, K3 – plynové stromtrubnaté dvoububnové kotle s přirozeným oběhem, každý o jmenovitém tepelném výkonu 17,44 MW,
- kotle K4, K6 – horkovodní vodotrubnaté kotle, každý o jmenovitém tepelném výkonu 18 MW,
- kotel K5 – horkovodní kotel, jmenovitý tepelný výkon 23,8 MW.

5.20 Elektrárna Mělník I

Elektrárna Mělník I prošla v osmdesátých letech přestavbou na teplárnu. Zároveň došlo k výstavbě tepelného napáječe kvůli dodávkám centrálního tepla do Pražské teplárenské soustavy. Od roku 2003 je do dodávek tepla ze zařízení zahrnuto i město Neratovice. Elektrárnu provozuje společnost Energotrans, a.s., která je dceřinou společností skupiny ČEZ, a.s. V současné době je elektrárna primárním výrobcem tepla do Pražské teplárenské soustavy, přičemž tepelný výkon přenesený napáječem činí asi 650 MW. Od roku 2014 je v provozu tepelný propoj mezi zdroji Mělník I a Mělník II, kterým lze dodávat z Mělníku II tepelný výkon až 120 MW do Pražské teplárenské soustavy, kvůli zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti dodávek. [63] V elektrárně jsou instalována tato zařízení [64]:

- kotle K1–K6 – parní granulační bubnové dvoutahové kotle s přímým foukáním uhelného prášku do spalovací komory, palivem je hnědé uhlí, každý o instalovaném tepelném výkonu 185,333 MW,
- turbíny TG1, TG2 – protitlakové turbíny, každá o elektrickém výkonu 60 MW,
- turbíny TG3, TG4 – odběrové kondenzační turbíny, každá o výkonu 60 MW.

5.21 Zařízení na energetické využití odpadu Malešice

ZEVO Malešice zhodnocuje spalováním tuhého komunálního odpadu jeho energetický obsah k výrobě páry a k vytápění bytů v Praze. Tímto způsobem dochází nejen k ušetření neobnovitelných zdrojů energie, ale také k likvidaci odpadu a zabránění tak jeho neekologickému ukládání na skládkách. Zařízení provozuje společnost Pražské služby, a.s. V letech 2018–2021 probíhají ve spalovně opravy vybraných částí zařízení, které zahrnují i rekonstrukci všech čtyř kotlů, které budou nově v pětitahovém provedení s vrativými rošty. Další opravy budou zaměřeny na čištění spalin. Stávající zařízení je rozděleno na dvě základní části, a to na výrobní blok, který se skládá z bunkru, kotelny a ventilátorovny a na část čištění spalin, které probíhá ve čtyřech stupních. [65] Zdroj disponuje těmito zařízeními [66]:

- kotle K1, K2, K3, K4 – třítahové roštové spalovenské kotle, palivem je tuhý komunální odpad, maximální kapacita každého kotle je 15 tun odpadu za hodinu, v provozu jsou tři kotle a čtvrtý slouží jako rezerva,
- turbína – parní kondenzační turbína s jedním neregulovaným odběrem, elektrický výkon 17,44 MW.

5.22 Teplárna Trmice

Historie teplárny sahá až do roku 1914, kdy začaly výkopové práce pro stavbu tehdejší elektrárny. Původní elektrárna přešla od roku 1976 na provoz, jehož prvořadým úkolem bylo zabezpečování tepla v kombinovaném cyklu spolu s výrobou elektřiny, která již přestala být hlavním produktem podniku. Ve stejném roce elektrárna také změnila svůj název z elektrárny na teplárnu. V současné době je teplárna součástí divize výroba ČEZ, a.s. [67] V teplárně jsou instalována tato zařízení [68]:

- kotle K1, K4 – roštové vodotrubnaté jednobubové kotle s přirozenou cirkulací vody a pohyblivými vratisuvnými rošty, palivem je hnědé uhlí s možností spoluspalování biomasy, každý o tepelném výkonu 42,7 MW,
- kotel K5, K6 – práškové granulační dvoutahové kotle s přirozenou cirkulací, palivem je hnědé uhlí, stabilizačním a zapalovacím palivem je těžký topný olej, každý o tepelném výkonu 110 MW,
- kotle K7, K8 – granulační práškové kotle s přirozenou cirkulací, palivem je hnědé uhlí, stabilizačním a zapalovacím palivem je mazut, každý o tepelném výkonu 81,9 MW.

Pro výrobu elektrické energie slouží 6 turbín o celkovém elektrickém výkonu 89 MW. Ve strojovně je instalováno 5 turbín, přičemž turbíny TG4 a TG5 jsou kondenzační a turbíny TG6, TG7 a TG8 protitlakové. Šestá, jednotělesová parní turbínka, o výkonu 1 MW slouží k pohonu čerpadla. [67, 68]

5.23 Teplárna ŽĎAS

Akciová společnost ŽĎAS patří k největším strojírenským společnostem v České republice. Výroba je soustředěna ve strojírensko-metalurgickém komplexu, který tvoří technologicky uzavřené celky pro těžkou kusovou a malosériovou výrobu probíhající v jednotlivých provozech. Provoz Energetika je pomocný provoz, pod který spadá i teplárna, jenž zajišťuje výrobu a dodávky elektřiny a tepelné energie pro ostatní provozy společnosti. Zbylé energie jsou dodávány do přilehlých městských částí Žďáru nad Sázavou. [69] Teplárna disponuje těmito zařízeními [70]:

- kotel K3 – parní roštový kotel s přesuvným roštem, palivem je hnědé uhlí, tepelný výkon 15,7 MW,
- kotel K5 – parní granulační kotel, palivem je hnědé uhlí s možným spoluspalováním agropelet, stabilizačním palivem je zemní plyn, tepelný výkon 43,2 MW,
- kotel K7 – parní kotel, palivem je zemní plyn, tepelný výkon 18,3 MW,
- kotel K8 – parní kotel, palivem je zemní plyn, tepelný výkon 7,13 MW,
- turbíny TG1, TG4 – každá o jmenovitém elektrickém výkonu 6 MW, TG1 v trvalé odstávce,
- turbína TG3 – protitlaková turbína, elektrický výkon 0,5 MW, instalována pro letní provoz.

5.24 Veolia Energie ČR, a.s.

Společnost Veolia Energie ČR je předním českým výrobcem a dodavatelem energií vyrobených v kogeneraci a je tvořena čtyřmi regiony, kterými jsou Region Severní Morava, Region Střední Morava, Region Východní Morava a Region Čechy. Největší organizační jednotkou je Region Severní Morava a Slezsko, který je dále geograficky rozdělen na oblast sever a východ. Region zahrnuje jednu z nejrozsáhlejších sítí dálkového tepla ve střední Evropě, jejímž prostřednictvím je teplo dodáváno asi 175 tisícům domácností, průmyslovým podnikům, nemocnicím, obchodním střediskům a dalším zákazníkům v Ostravě, Karvině, Havířově, Frýdku-Místku, Krnově a okolním městům a obcím. Teplo a elektřina pro tento region jsou vyráběny v šesti zdrojích, kterými jsou Teplárna Karviná, Teplárna ČSA, Teplárna Frýdek-Místek, Teplárna Přívoz, Elektrárna Třebovice a Teplárna Krnov. Region Střední Morava zajišťuje zásobování teplem pro města Olomouc, Přerov a Nový Jičín. Hlavními zdroji, ve kterých je tepelná a elektrická energie vyráběna je Teplárna Olomouc a Teplárna Přerov. Posledním regionem je Region Čechy. Ten zahrnuje aktivity svých třech dceřiných společností – Veolia Energie Praha, Veolia Energie Kolín a Veolia Energie Mariánské Lázně. [71]

5.24.1 Teplárna Olomouc

Teplárna Olomouc je jedním z nejmodernějších zdrojů tepelné a elektrické energie v České republice. [71] V teplárně jsou instalována tato zařízení [72]:

- kotel K3 – parní kotel s granulačním topeništěm, palivem je černé prachové energetické uhlí, k najíždění kotle se používá lehký topný olej, tepelný výkon 72,10 MW,
- kotel K5 – parní kotel s fluidním topeništěm, palivem je hnědé prachové uhlí, popřípadě černé prachové uhlí a biomasa ve formě extrahovaného šrotu a dřevní hmoty na bázi štěpky či pilin, k najíždění kotle se používá lehký topný olej, tepelný výkon 141,30 MW,
- turbína TG4 – protitlaková turbína, elektrický výkon 8 MW,
- turbína TG3 – protitlaková turbína s jedním regulovaným odběrem, elektrický výkon 41 MW.

5.24.2 Teplárna Přerov

Výstavba teplárny započala v roce 1960 a zpočátku byla úzce svázána s Elektrárnou Přerov na jejíž parní síť byla připojena. Postupně však samotná teplárna byla schopná pokrýt veškerou spotřebu města a nahradila tak provoz elektrárny. [73] V teplárně jsou instalována tato zařízení [74]:

- kotle K1, K2 – parní granulační jednobubnové kotle s přirozenou cirkulací, palivem je černé prachové uhlí a proplástek, jako přídatné palivo se využívá biomasa, stabilizačním a zapalovacím palivem je lehký topný olej, každý o tepelném výkonu 84,5 MW,
- turbína TG1 – kondenzační odběrová turbína, jmenovitý elektrický výkon 41 MW,
- turbína TG2 – jednotělesová kondenzační turbína, jmenovitý elektrický výkon 6,5 MW.

Kromě hlavního zdroje je k dispozici také záložní kotelná Teplárny Přerov, ve které jsou instalovány dva parní kotle K11, K12 a diesellový motor jako nouzový záložní zdroj elektrické energie pro turbogenerátory TG1 a TG2. Každý z kotlů má tepelný výkon 17,3 MW, palivem je zemní plyn. [74]

5.24.3 Teplárna Veleslavín

Teplárna spadá pod kompetence dceřiné společnosti Veolia Energie Praha [71]. V teplárně jsou instalována tato zařízení [75]:

- kotle K1, K2 – plynové horkovodní kotle, palivem je zemní plyn, každý o jmenovitém tepelném výkonu 58,13 MW,
- kotle K3, K4 – plynové horkovodní kotle, palivem je zemní plyn, každý o jmenovitém tepelném výkonu 7 MW,
- kogenerační jednotky KJ1, KJ2 a KJ3 – pístové plynové motory, palivem je zemní plyn, jmenovitý tepelný výkon každé jednotky je 0,87 MW a jmenovitý elektrický výkon činí 0,6 MW, kogenerační jednotka KJ1 je v současné době mimo provoz.

5.24.4 Výtopa Juliska

Výtopna spadá pod kompetence dceřiné společnosti Veolia Energie Praha [71]. V tepelném zdroji jsou instalovány tři parní jednobubnové kotle s přirozenou cirkulací. Každý z kotlů má jmenovitý tepelný výkon 17,2 MW a spaluje zemní plyn [76].

5.24.5 Výtopna Mariánské Lázně

Výtopna spadá pod kompetence dceřiné společnosti Veolia Energie Mariánské Lázně. Ve výtopně jsou instalována tato zařízení [77]:

- kotle K5, K6 – vodotrubnaté dvoububnové kotle s přirozenou cirkulací, palivem je zemní plyn, každý o jmenovitém tepelném výkonu 20 MW,
- kotel K7 – parní kotel, palivem je biomasa, jmenovitý tepelný výkon 9,3 MW,
- točivá redukce TR1 – elektrický výkon 130kW,
- točivá redukce TR2 – elektrický výkon 110kW,
- turbína TG1 – parní turbína o elektrickém výkonu 1 MW.

5.24.6 Elektrárna Kolín

Elektrárna Kolín spadá pod dceřinou společnost Veolia Energie Kolín [71]. V elektrárně jsou instalována tato zařízení [78]:

- kotel K5 – spalující hnědé uhlí a biomasu, tepelný výkon 33,61 MW,
- kotel K6 – spalující zemní plyn, tepelný výkon 57,56 MW,
- kotel K8 – spalující hnědé uhlí a biomasu, tepelný výkon 89,57 MW,
- turbína TG4 – protitlaková turbína, elektrický výkon 5 MW,
- turbína TG5 – kondenzační odběrová turbína, elektrický výkon 12 MW,
- turbína TG7 – protitlaková točivá redukce, elektrický výkon 0,56 MW,
- turbína TG8 – protitlaková turbína, elektrický výkon 0,7 MW.

5.24.7 Elektrárna Třebovice

Elektrárna Třebovice se nachází v Ostravě-Třebovicích a je zdrojem jak elektrické, tak tepelné energie. Vystavena byla v roce 1931 a o osm let později patřila k největším elektrárnám ve střední Evropě [79]. Palivem je černé uhlí, černouhelný prach, proplástek a pro najíždění, stabilizaci a odstavování kotlů se používá lehký topný olej. V elektrárně jsou instalována zařízení [80]:

- kotle K1, K2 – horkovodní granulační kotle, každý o jmenovitém tepelném výkonu 58 MW,

- kotle K3, K4, K5 – parní granulační kotle, každý o jmenovitém tepelném výkonu 55,3 MW,
- kotle K12, K13, K14 – parní kotle s výtavným ohništěm, každý o jmenovitém tepelném výkonu 161 MW,
- turbíny TG15, TG16 – rovnotlaké dvoutělesové kondenzační turbíny, každá o jmenovitém elektrickém výkonu 72 MW,
- turbína TG33 – přetlaková dvoutělesová kondenzační turbína, jmenovitý elektrický výkon 33 MW.

5.24.8 Teplárna Přívoz

Teplárna Přívoz zásobuje teplem ve formě páry lokalitu Ostrava střed a přímého odběratele, kterým je Koksovna Svoboda. Teplo ve formě teplé vody je dodáváno do tepelné sítě Slovenská. Kromě tepelné energie je v teplárně vyráběna i energie elektrická, která je dodávána do elektrické sítě. [81] Teplárna disponuje těmito zařízeními [81]:

- kotle K1, K2, K3, K4 – práškové granulační kotle, palivem je černé uhlí, proplástek, koksárenský plyn a zemní plyn, každý o jmenovitém tepelném výkonu 44 MW,
- turbína TG9 – parní protitlaková turbína, elektrický výkon 12,8 MW,
- točivá redukce TG10 – elektrický výkon 512 kW.

5.24.9 Teplárna Krnov

Schválení výstavby elektrárny v Krnově proběhlo roku 1902, avšak první myšlenky na rozvoj energetiky byly již v roce 1893, kdy padlo rozhodnutí o osvětlení města elektrickým proudem. Narůstající spotřeba elektrické energie byla způsobena především rozvojem textilního průmyslu, a proto bylo potřeba rozšířit výrobu k čemuž dopomohlo nainstalování první parní turbíny v zařízení. [82] V teplárně jsou instalována tato zařízení [83]:

- kotel K5 – fluidní dvoutahový bubnový stromtrubnatý kotel s přirozenou cirkulací, palivem je černé uhlí nebo proplástek ve směsi s hnědým uhlím, jmenovitý tepelný výkon 60 MW,
- kotel K6 – roštový bubnový stromtrubnatý kotel s přirozenou cirkulací, palivem je biomasa, jmenovitý tepelný výkon 28 MW,
- turbína TG4 – parní protitlaková turbína kombinovaného typu s upravenou generátorovou hřídelí pro možnost připojení kondenzačního dílu TG4K, jmenovitý elektrický výkon 4,8 MW.

5.24.10 Teplárna Karviná

Teplárna Karviná vyrábí a zajišťuje distribuci tepelné a elektrické energie pro město Havířov a částečně i pro město Karviná. V teplárně jsou instalována zařízení [84]:

- kotle K1–K4 – práškové granulační kotle s přirozenou cirkulací vody, palivem je černé prachové uhlí, granulované uhelné kaly a degazační plyn, každý o tepelném výkonu 62,5 MW,
- turbína TG5 – parní odběrová kondenzační turbína, elektrický výkon 39,8 MW,
- točivá redukce TG7 – elektrický výkon 110 kW.

5.24.11 Teplárna Československé armády

Teplárna ČSA je propojena horkovodem s teplárnou Karviná a spolu zásobují teplem města Havířov a Karviná. [85] Teplárna je využívána jako sezónní zdroj a jsou v ní instalována tato zařízení [86]:

- kotle K1, K6, K7 – parní granulační práškové kotle s přímým foukáním, palivem je černé uhlí s možností spoluspalování biomasy, každý o tepelném výkonu 57 MW,
- turbíny TG3, TG4 – protitlakové turbíny s jedním neregulovaným odběrem, každá o elektrickém výkonu 12 MW.

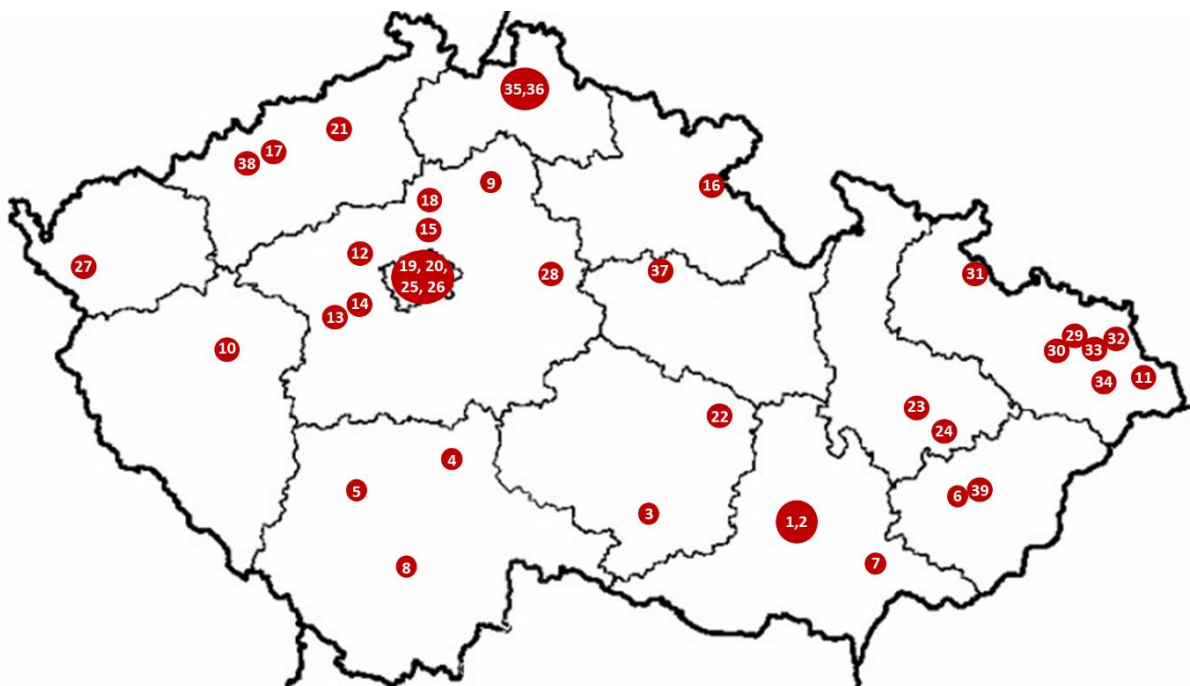
5.24.12 Teplárna Frýdek-Místek

V areálu Teplárny Frýdek-Místek se kromě samotné teplárny nachází i bioelektrárna, ve které je spalována dřevní štěpka. Díky spalování biomasy tak dochází ke snížení emisí v regionu, který je na kvalitu životního prostředí zvláště citlivý. [87] V areálu teplárny se nacházejí tato zařízení [88]:

- kotel K1 – parní kotel, palivem je černouhelný hruboprach, možné spoluspalování biomasy, tepelný výkon 35 MW,
- kotel K2 – horkovodní kotel, palivem je černouhelný hruboprach, možné spoluspalování biomasy, tepelný výkon 58 MW,
- kotel K3 – horkovodní kotel, palivem je černouhelný hruboprach, možné spoluspalování biomasy, tepelný výkon 48,5 MW,
- kotel K4 – parní roštový kotel, palivem je biomasa, tepelný výkon 18 MW, kotel je součástí bioelektrárny,
- turbína TG1 – protitlaková turbína, elektrický výkon 3 MW,
- turbína TG2 – protitlaková turbína se dvěma neregulovanými odběry, elektrický výkon 5,88 MW, turbína je součástí bioelektrárny.

5.25 Shrnutí provozů a porovnání cen a paliv na území České republiky

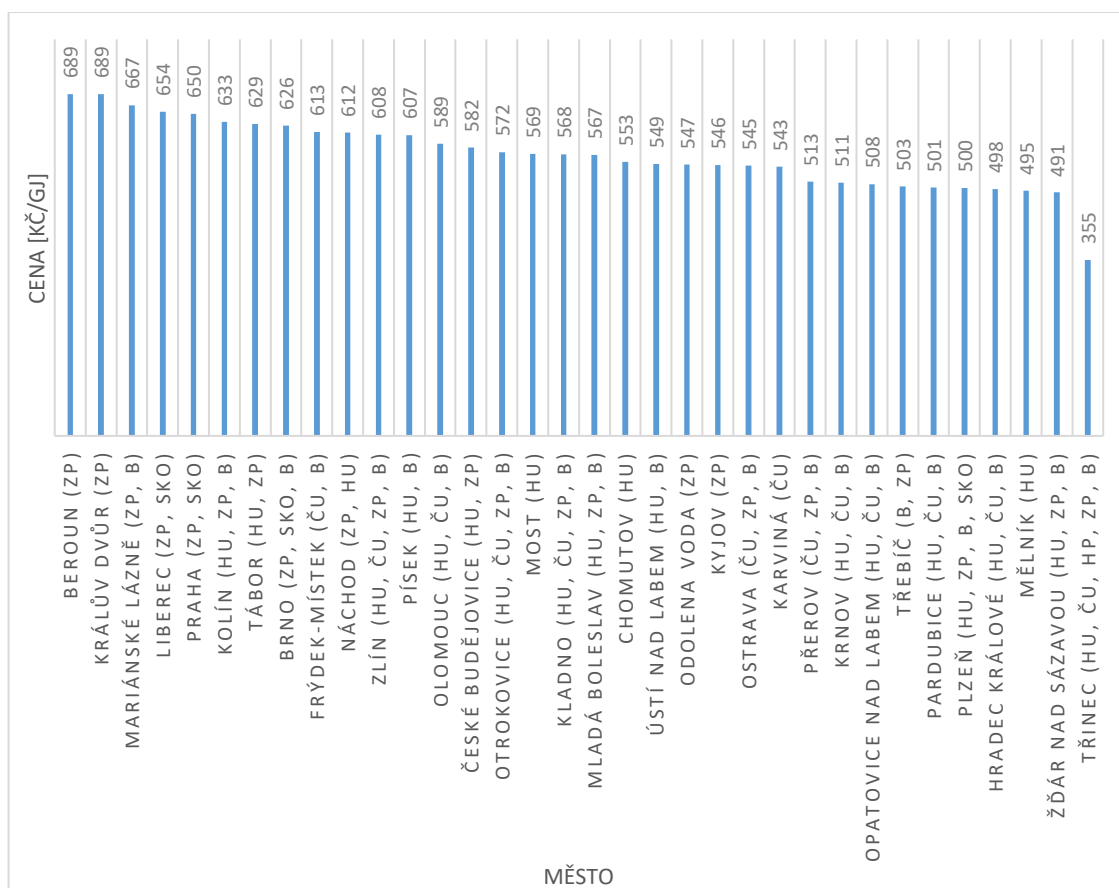
Na obrázku 12 jsou na mapě České republiky znázorněny vybrané teplárenské společnosti, které byly popsány v kapitole 5.



Obr. 12 Přehled teplárenských společností

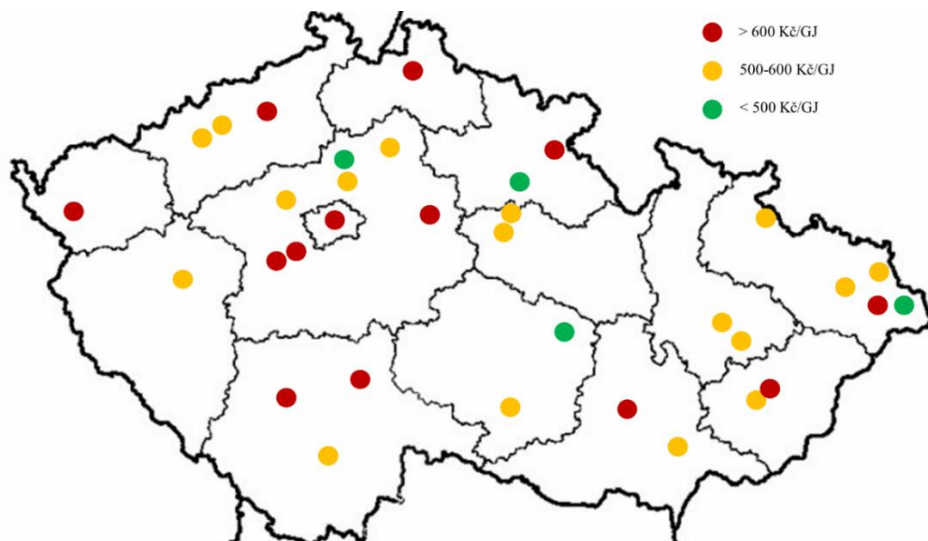
1 Teplárny Brno, a.s. – Špitálka, Červený mlýn, Brno-Sever, Staré Brno; 2 SAKO Brno, a.s. – ZEVO; 3 TTS energo, s.r.o. – Teplárna Sever, Teplárna Jih, Teplárna Západ; 4 Teplárna Tábor, a.s. – Teplárna Tábor; 5 Teplárna Písek, a.s. – Teplárna Písek; 6 Lama Energy Group, s.r.o. – Teplárna Otrokovice; 7 Lama Energy Group, s.r.o. – Teplárna Kyjov; 8 Teplárna České Budějovice, a.s. – Teplárna České Budějovice; 9 ŠKO-ENERGO, s.r.o. – Teplárna ŠKO- ENERGO; 10 Plzeňská teplárenská, a.s. – Teplárna Plzeň, ZEVO, Energetika; 11 Energetika Třinec, a.s. – Teplárna E2, Teplárna E3; 12 Alpiq Generation (CZ), s.r.o. – Elektrárna Kladno; 13 innogy Energo, s.r.o. – Teplárna Králův Dvůr, 14 Výtopna Beroun, 15 Teplárna Odolena Voda, 16 Teplárna Náchod; 17 United Energy, a.s. – Teplárna Komořany; 18 Energotrans, a.s. – Elektrárna Mělník I; 19 Pražská teplárenská, a.s. – Teplárna Malešice, Teplárna Michle, Teplárna Holešovice, Výtopna Krč; 20 Pražské služby, a.s. – ZEVO; 21 ČEZ, a.s. – Teplárna Trmice; 22 ŽĎAS, a.s. – Teplárna ŽĎAS; 23 Veolia Energie ČR, a.s. – Teplárna Olomouc, 24 Teplárna Přerov, 25 Teplárna Veleslavín, 26 Výtopna Juliska, 27 Výtopna Mariánské Lázně, 28 Elektrárna Kolín, 29 Elektrárna Třebovice, 30 Teplárna Přívoz, 31 Teplárna Krnov, 32 Teplárna Karviná, 33 Teplárna ČSA, 34 Teplárna Frýdek – Místek; 35 Teplárna Liberec, a.s. – Teplárna Liberec; 36 TERMIZO, a.s. – ZEVO; 37 Elektrárny Opatovice, a.s. – Elektrárna Opatovice; 38 ACTHERM, s.r.o. – Teplárna Chomutov; 39 Alpiq Generation (CZ), s.r.o. – Teplárna Zlín

Jedním z klíčových parametrů, který ovlivňuje množství odběratelů a vůbec udržení teplotenských společností v provozu, je výsledná cena za teplo. Na cenu tepla má vliv hned několik faktorů, kterými jsou druh používaného paliva v zařízení, zvyšující se cena emisních povolenek, investice do rekonstrukcí a výměn parovodů za horkovody, kterým se v současnosti věnuje velké množství teplotenských společností a v neposlední řadě jsou do cen tepla promítnuty i tepelné ztráty, které i přes rozsáhlé výměny za méně ztrátové horkovody nikdy nebudou nezanedbatelnou položkou. Nejvyšších cen za teplo dosahují města, ve kterých společnosti využívají zemní plyn, jelikož v porovnání s cenou uhlí je zemní plyn dražším palivem a jeho cena v současné době stále roste. Na druhou stranu nejnižší ceny si mohou dovolit provozovatelé, v jejichž zařízeních je spalováno hnědé uhlí spolu s biomasou, na kterou jsou navíc vypláceny bonusy, jakožto na obnovitelný zdroj. Na obrázku 13 jsou znázorněny průměrné ceny za GJ tepelné energie v jednotlivých městech České republiky, uvedené podle zdroje [89]. Pro lepší přehlednost byl vytvořen obrázek 14, ve kterém jsou rozdělena města České republiky podle cen tepla v intervalech do 500 Kč, 500 až 600 Kč a nad 600 Kč za GJ tepla.



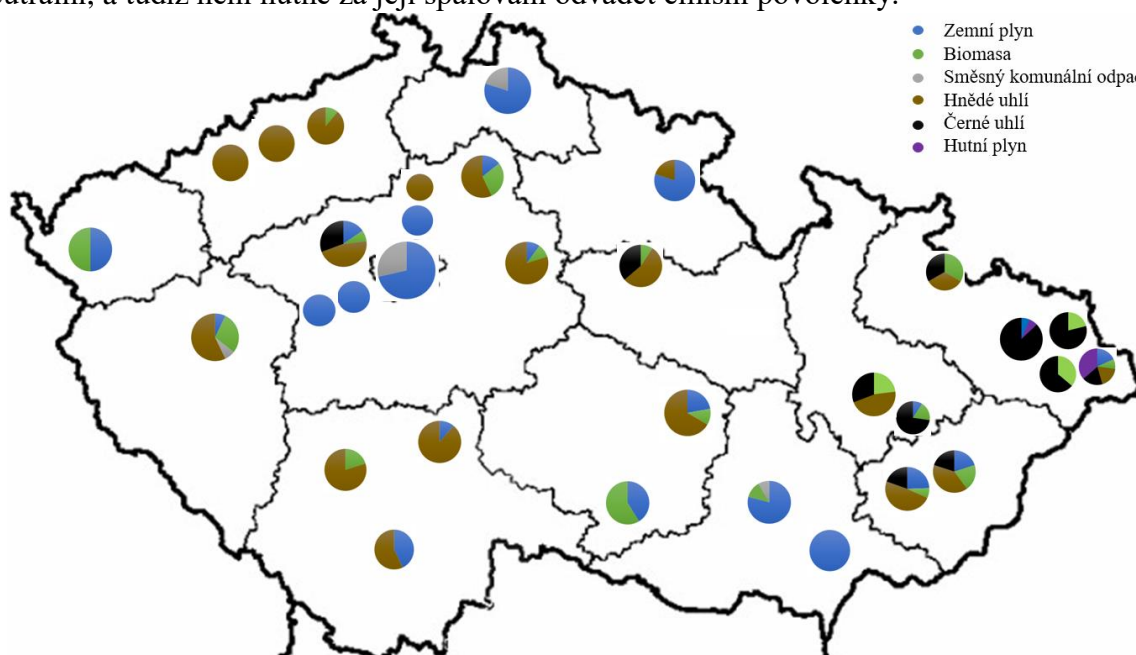
ZP – zemní plyn, B – biomasa, SKO – směsný komunální odpad, ČU – černé uhlí,
HU – hnědé uhlí, HP – hutní plyn

Obr. 13 Graf průměrných cen tepla ve městech České republiky



Obr. 14 Orientační přehled cen na území České republiky

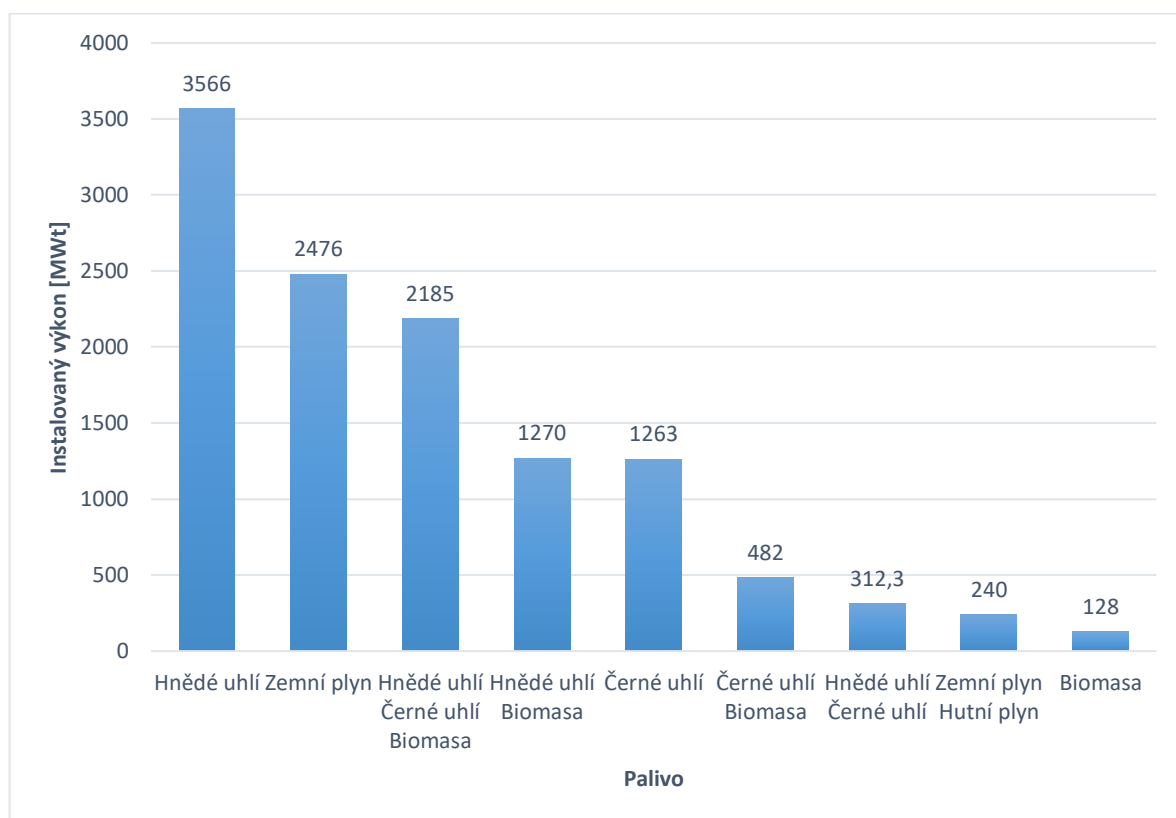
Na základě uvedených informací v kapitole 5 byla sestavena souhrnná mapa zobrazující využívání různých druhů paliv v jednotlivých zařízeních ve městech České republiky. Topné oleje byly zanedbány, jelikož se od nich kvůli vysokým emisím upouští a používají se ve většině případů pouze jako najížděcí či stabilizační palivo. Z mapy si lze všimnout trendu využívání lokálního paliva, respektive černé uhlí je využíváno především v Moravskoslezském kraji a okolí, kde je těženo v hornoslezské pánvi, na druhou stranu Severočeský kraj využívá primárně hnědé uhlí, které je těženo v severočeské a sokolovské pánvi. Ve velkých městech jako je Praha nebo Brno je preferováno spalování zemního plynu, kvůli ohledu na už tak znečištěné městské ovzduší z masivní městské automobilové dopravy. Vzhledem k zpřísnujícím se emisním požadavkům a také zdražujícím se cenám emisních povolenek, které jsou odváděny za množství vypouštěného oxidu uhličitého, je snaha o spalování určitého množství biomasy s uhlím, jelikož je biomasa považována za obnovitelný zdroj a k CO₂ neutrální, a tudíž není nutné za její spalování odvádět emisní povolenky.



Obr. 15 Přehled zastoupení paliv spalovaných v teplotě zdrojích

Dále byl z dat, týkajících se druhů spalovaných paliv v zařízeních a instalovaných výkonů kotlů uvedených v páté kapitole, sestrojen graf, znázorňující závislost typu spalovaného paliva na instalovaných výkonech kotlů v teplárenských provozech. Z grafu je patrné, že nejvíce kotlů spaluje hnědé uhlí, popřípadě hnědé uhlí spolu s jiným druhem paliva. Nemalé výkony jsou však instalovány také ve zdrojích spalující zemní plyn, jejichž množství se v budoucnu bude dále zvyšovat, kvůli nižším hodnotám vypouštěných emisí oproti zdrojům využívajících hnědé nebo černé uhlí.

Obecně lze tedy říct, že v České republice jsou největší výkony instalovány v uhelných zdrojích tepla a elektřiny, což se může stát velkým problémem s blížícím se vstupem v platnost nových emisních limitů, které jsou zvláště přísné k uhelným zdrojům. Uhlenné teplárny, které budou chtít nadále pokračovat v provozu, budou nuceny investovat do dalších systémů čištění spalin, aby byly schopny nové limity dodržet. Problému přísnějších emisních limitů je věnována kapitola 7.3.



Obr. 16 Graf zastoupení paliv v instalovaných výkonech teplárenských kotlů

6 Znečišťování ovzduší

Znečišťování ovzduší patří mezi jeden z nejvíce řešených problémů současnosti. Díky velmi rozvinutému průmyslu, spalování fosilních paliv, automobilové dopravě, zemědělství, zpracování odpadů či přírodním zdrojům znečištění, jako je sopečná činnost, eroze půdy nebo solné výpary z mořské vody je každý den do ovzduší vypouštěno fatální množství škodlivin. Znečištěné ovzduší škodí jak lidskému zdraví, tak životnímu prostředí kolem nás. Mezi látky, které mají největší dopad na lidské zdraví se řadí jemné částice v ovzduší, jejichž velikost je v řádu mikrometrů a jsou schopny se dostat až do krevního oběhu, dále to je oxid dusičitý a přízemní ozon, jenž se podílí na vzniku fotochemického smogu, též nazývaného jako losangeleský smog. Velká část evropského obyvatelstva, a to především ve městech, žije v oblastech, v nichž jsou překračovány normy kvality ovzduší. Škodliviny vypouštěné do okolí v jedné zemi se mohou dále šířit a přispívat tak k zhoršení ovzduší v dalších oblastech, proto je potřeba, aby se všechny země současně podílely na snaze o snižování emisí. [90]

6.1 Emise, emisní limit, imise, imisní limit

Emise jsou znečišťující látky, kapalného, plynného nebo pevného skupenství, obsažené v koncentrované podobě v nosném odpadním plynu, vystupující ze zdroje znečišťování ovzduší do atmosféry. Vyhodnocovány jsou vždy jako průměry naměřených hodnot v určitém místě a v určitém časovém úseku a jejich koncentrace se vyjadřuje buď jako hmotnostní koncentrace v jednotkách $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nebo u plyných znečišťujících látek objemovou koncentrací v ppm, což znamená jedna miliontina celku. Hmotnostní koncentrace je potřeba uvádět a přepočítat na normální podmínky o daném tlaku a teplotě, koncentrace objemové jsou na stavových podmínkách nezávislé. Maximální povolené množství pro jednotlivé znečišťující látky je omezeno podle zákona o ovzduší a navazujícími předpisy, toto množství je označováno jako emisní limit. Moderní energetické zdroje musí respektovat stále se zpřísnující požadavky na energetické zdroje z hlediska vlivu na životní prostředí, které tyto zdroje produkují, a proto jsou emise znečišťujících látek tak významným faktorem, který ovlivňuje koncepci a provozování těchto zařízení. [91]

Aktuálně platné emisní limity jsou uvedeny ve vyhlášce č.415/2012. Jejich hodnoty jsou rozděleny podle toho, zda se jedná o spalovací stacionární zdroj, pro něž byla podána kompletní žádost o první povolení provozu před 7. lednem 2013 a byl uveden do provozu nejpozději 7. ledna 2014 nebo o spalovací stacionární zdroje, pro něž byla podána kompletní žádost o první povolení provozu 7. ledna 2013 nebo později nebo byly uvedeny do provozu po 7. lednu 2014. Hodnoty těchto limitů jsou uvedeny v kapitole 7 v tabulkách 5 až 8 spolu s novými limity podle závěrů o BAT k jejichž implementaci do integrovaných povolení provozů musí dojít do poloviny roku 2021. [95]

Znečišťující látky, které jsou rozptýlené v přízemní vrstvě, a tudíž jsou obsahem ovzduší, které dýcháme, nazýváme imise a jsou vyjadřovány jako hmotnostní koncentrace v jednotkách $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nebo $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Jejich nejvyšší dovolenou koncentraci opět stanovuje zákon ve formě imisních limitů. Obecně však platí, že čím delší je doba setrvání látky v ovzduší, tím nižší je její dovolená koncentrace. Látky, které v rámci imisních limitů pozorujeme, protože mají vliv na zdraví člověka, jsou SO_2 , PM_{10} , NO_2 , Pb, CO, benzen, Cd, NH_3 , As, Ni, Hg a polycyklické aromatické uhlovodíky. [91]

6.2 Významné znečišťující látky

Při spalování fosilních paliv, ale také biomasy nebo odpadů vznikají znečišťující látky, jejichž množství musí být podle legislativy hlídáno. Mezi tyto látky patří oxidy uhlíku, oxidy síry, oxidy dusíku, tuhé znečišťující látky a látky organické. [91]

Vznik emisí **oxidů uhlíku** je především závislý na dokonalosti technologie spalovacího procesu. Při neúplné oxidaci uhlíku (malé množství kyslíku), který je součástí hořlaviny paliva, vzniká oxid uhelnatý a jako finální produkt pak oxid uhličitý. Nedokonalost spalovacího procesu může nastat například při nedosažení ideálního míšení paliva a okysličovadla nebo při nedodržení vhodných poměrů teplot v pásmu, ve kterém probíhají spalovací reakce. [91]

Síra obsažená v palivu se může vyskytovat ve čtyřech hlavních formách, a to jako síra pyritická, organická, síranová nebo v případě plynů jako sirovodík. Pokud nedojde v průběhu spalovacího procesu k navázání síry na vhodné aditivum, vznikne znečišťující látka oxid siřičitý. Z těchto čtyřech forem pouze síra síranová není zdrojem tvorby oxidu siřičitého, jelikož má stabilní oxidovanou formu. [91]

V ovzduší se oxid siřičitý pozvolna oxiduje vzdušným kyslíkem za přítomnosti vody na kyselinu sírovou, která je spolu s kyselinou siřičitou příčinou kyselých dešťů. Pro omezení šíření oxidu siřičitého do okolí je nutné instalovat u elektráren a tepláren odsiřovací zařízení. Další možností pro omezení vzniku škodlivé látky je spalování paliva s co nejmenším obsahem síry. [92]

Oxidy dusíku se obecně označují jako NO_x . Toto označení v sobě zahrnuje 3 různé druhy oxidů dusíku – NO_2 , NO , N_2O . Podle způsobu vzniku jsou rozdělovány na promptní, termické a palivové. Nejmenšího množství dosahují oxidy dusíku promptní, které vznikají v počáteční fázi hoření v nejvyšších teplotách na rozhraní plamene. Termické oxidy dusíku vznikají v oblastech velmi vysokých teplot nad $1100\text{ }^\circ\text{C}$ oxidací vzdušného dusíku. V oblastech nižších teplot asi okolo $700\text{ }^\circ\text{C}$ vznikají z dusíku obsaženého v hořlavině paliva palivové oxidy dusíku. Ty hrají výraznou roli u topných olejů, jelikož některé oleje obsahují takové množství dusíku, že bez vhodné denitrifikační technologie nejde splnit dané emisní limity. Naopak nulové palivové oxidy dusíku nalezneme u paliv plyných. [91]

Tuhé znečišťující látky jsou tuhé částice, které odchází spolu se spalinami do ovzduší jako emise. Tyto částice vznikají jednak z paliv, která obsahují popeloviny nebo to také mohou být saze ze spalovacích procesů, kdy dochází k tvorbě amorfního uhlíku při rychlém ochlazení hořících částic uhlíku. Množství částic, které se dostanou z ohniště do spalin závisí na typu spalovacího zařízení. Ohniště s pevnými nebo pásovými rošty mají minimální podíl úletových popelovin na rozdíl od ohnišť granulačních práškových a fluidních, která mají tento úlet maximální. Pro zdraví lidí jsou velmi nebezpečné mikročástice označované jako PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ a PM_1 . Proto jsou jejich koncentrace sledovány a koncentrace frakce PM_{10} limitována podle Nařízení vlády. [91]

Organické látky a jejich emise jsou v právních předpisech vyjadřovány jako celkový organický uhlík (TOC). Tyto limity jsou však v naší legislativě uvedeny pouze pro spalovací zařízení dřeva, biomasy a pro spalovny odpadu. Pravděpodobnost vzniku organických látek u běžně používaných fosilních paliv je malá, proto postačuje pouze emisní limit pro oxid uhelnatý, který současně zaručuje přijatelně nízké množství organických látek. Pod pojem organická látka řadíme uhlovodíkové sloučeniny od jednoduchých přes polycyklické aromatické uhlovodíky, alifatické uhlovodíky, benzeny, benzpyreny nebo nebezpečné polychlorované organické látky. [91]

6.3 Zjišťování úrovně znečišťování

Zjišťování emisí znečišťujících látek je prováděno dvěma způsoby, a to měřením nebo výpočtem. U zdrojů řazených do kategorie zvláště velké, velké a střední používají provozovatelé pro zjištění koncentrace emisí především měření a pouze ve zvláštních případech výpočet. Emise jsou měřeny v místě, za kterým již nedojde ke změně složení vypouštěných odpadních plynů do ovzduší. Měření a vyhodnocení hodnot emisí je prováděno jednorázově nebo kontinuálně-nepřetržitě v průběhu roku. Veškeré informace o intervalech, způsobu a podmínkách zjišťování úrovně znečišťování měřením a výpočtem, způsobu vyhodnocení výsledků zjišťování úrovně znečišťování a způsobu zjišťování a vyhodnocení plnění tmavosti kouře je stanoveno ve vyhlášce č. 415/2012 Sb. [94]

Jednorázové měření emisí se provádí nejpozději do 4 měsíců po prvním uvedení stacionárního zdroje do provozu, po každé změně paliva nebo suroviny v povolení provozu nebo v případě zásahu do konstrukce nebo vybavení stacionárního zdroje, který by rovněž mohl vést ke změně emisí. Přísnější požadavek je kladen na zdroj, ve kterém dochází k tepelnému zpracování odpadu, kdy jednorázové měření musí být provedeno již do 3 měsíců. V dalších vybraných případech, která jsou přesně specifikována ve vyhlášce může být jednorázové měření prováděno také jedenkrát za kalendářní rok nebo jedenkrát za 3 kalendářní roky. Namísto měření emisí znečišťujících látek se pro zjištění jejich množství použije výpočet, například v případě stacionárních zdrojů do celkového jmenovitého tepelného příkonu 1 MW, spalující plyná nebo kapalná paliva. [95]

Emisní limit se považuje za dodrženy, pokud průměr výsledků jednotlivých měření koncentrace znečišťující látky za celé jednorázové měření emisí je menší nebo roven hodnotě emisního limitu a současně každá hodnota koncentrace znečišťující látky zjištěná jednotlivým měřením je menší než 120 % emisního limitu. Navíc pro stacionární zdroje, které tepelně zpracovávají odpad platí, že žádná z hodnot koncentrací znečišťujících látek za dobu vzorkování těžkých kovů, PCDD a PCDF nesmí překročit hodnoty specifických emisních limitů. [95]

Kontinuální měření, jeho kalibrace a ověřování správnosti jeho výsledků musí být reprezentativní a průkazné a použitá metoda měření a odběru vzorků musí co nejpřesněji odrážet skutečnost o úrovni znečišťování. Tyto požadavky se považují za splněné, je-li postupováno podle určených technických norem. [95]

Do hodnot rozhodných pro posouzení dodržení emisního limitu se nezahrnují údaje zjištěné v době uvádění stacionárního zdroje do provozu, v době jeho odstavení z provozu nebo při odstraňování poruchy, popřípadě havárie. Délka přípustné doby trvání těchto stavů musí být uvedena v provozním řádu. Emisní limit při kontinuálním měření emisí na spalovacích stacionárních zdrojích, s výjimkou stacionárních zdrojů tepelně zpracovávajících odpad, je považován za splněný, pokud žádná platná měsíční průměrná hodnota nepřekročí hodnotu specifického emisního limitu, žádná platná denní průměrná hodnota nepřekročí 110 % hodnoty specifického emisního limitu nebo v případě spalovacích stacionárních zdrojů o celkovém jmenovitém tepelném příkonu do 50 MW a spalujícím pouze černé uhlí, žádná denní průměrná hodnota nepřekročí 150 % hodnoty specifického emisního limitu a dále žádná platná půlhodinová průměrná hodnota nepřekročí 200 % hodnoty specifického emisního limitu. [95]

6.4 Poplatky za znečišťující látky

Mezi základní povinnosti provozovatelů zvláště velkých, velkých a středních spalovacích zdrojů patří dodržování emisních limitů včetně lhůt stanovených k jejich plnění, zjišťování množství vypouštěných látek, uvádět do provozu a provozovat stacionární zdroje v souladu s podmínkami ochrany ovzduší, které jsou uvedeny ve stanoviscích a povoleních orgánů ochrany ovzduší a vést provozní evidenci v rozsahu uvedeném v prováděcím předpise. Z údajů provozní evidencie pak dále musí provozovatelé zdrojů zpracovat souhrnnou provozní evidenci každého zdroje za kalendářní rok a předat ji do 31. března následujícího roku příslušnému orgánu ochrany ovzduší. [91]

V případě nedodržení některého z emisních limitů pro znečišťující látky nebo stanovené skupiny látek, jsou provozovatelé povinni platit poplatky. Základem poplatku za znečišťování je množství emisí ze stacionárního zdroje v tunách. Poplatek za znečišťování se vypočte jako součin základu poplatku a sazby uvedené v tabulce 2. Poplatek za znečišťování za kalendářní rok 2017 a následující poplatková období se vypočte jako součin základu poplatku, sazby a koeficientu úrovně emisí, uvedeného v tabulce 3, stanoveného podle dosahované emisní koncentrace dané znečišťující látky v celém poplatkovém období. Po sečtení poplatků za jednotlivé znečišťující látky za všechny stacionární zdroje v rámci provozovny se celková částka zaokrouhlí na celé stokoruny nahoru. [93]

Tab. 2 Ceny poplatků za překročení množství vypouštěných znečišťujících látek v jednotlivých letech [93]

	2013–2016	2017	2018	2019	2020	2021 a další	
TZL	4200	6300	8400	10500	12600	14700	Kč/t
SO ₂	1350	2100	2800	3500	4200	4900	Kč/t
NO _x	1100	1700	2200	2800	3300	3900	Kč/t
VOC	2700	4200	5600	7000	8400	9800	Kč/t

Tab. 3 Koeficienty úrovně emisí [93]

50–60 %	> 60–70 %	> 70–80 %	> 80–90 %	> 90 %
0,2	0,4	0,6	0,8	1

7 Novinky v teplárenství

7.1 Výměna parovodů za nové horkovody

Už několikátým rokem probíhají na území celé České republiky rozsáhlé výměny parního potrubí za potrubí horkovodní či teplovodní. Parní rozvody byly stavěny v dřívějších letech, kdy na našem území byla řada průmyslových podniků, fabrik a strojíren, které potřebovaly ke svému provozu dodávky páry. Nyní, kdy již většina podniků neexistuje se staly parní rozvody neekonomické a v mnoha případech zbytečné. Důvod pro přechod na horkou vodu je prostý, horká voda nedosahuje takových teplot jako pára, díky tomu nevznikají tak velké ztráty do okolí v průběhu dodávek tepelné energie k odběratelům. Zmenšení tepelných ztrát má i další kladné dopady jako je výrazné ušetření primárních paliv, které teplárny spotřebovávají a možné snížení ceny za teplo, jelikož do koncové ceny zákazníka se promítne i faktor ztrátového tepla. Odhaduje se, že díky novým předizolovaným potrubím přenášejícím místo páry horkou vodu klesne ztráta tepla přibližně o dvě třetiny, což odpovídá úspoře asi 6000 GJ za rok na kilometr trasy. Díky stejnému jednomu kilometru vyměněného potrubí se odhaduje také snížení emisí CO₂ z uhlénné teplárny asi o 600 tun za rok a z teplárny plynové o 336 tun za rok. [96]

Za posledních 6 let bylo modernizováno přes 87 kilometrů parních sítí. V hlavním městě Praha dokončila minulý rok společnost Pražská teplárenská výměnu posledních tří kilometrů parních tras v oblasti Praha – Holešovice. Oblast Holešovic dříve zásobovala parou Teplárna Holešovice, poté co však byl do oblasti v roce 2012 přiveden horkovod z Teplárny Mělník, bude teplárna sloužit už jen jako zdroj špičkový. Na rozdíl od Prahy je v Brně dokončení rekonstrukce potrubí v plánu až v roce 2022. Jedná se o historicky nejnáročnější projekt společnosti. Z čistě parní sítě se stane síť kompletně horkovodní. Teoreticky by se touto výměnou mělo ušetřit až 14 milionů m³ zemního plynu, což se projeví kladně nejen v cenách za teplo, ale také jako nezanedbatelný ekologický efekt. S předpokládaným snížením ročních ztrát o 75 TJ počítá i Teplárna Liberec se svým projektem GreenNet. Ten chce výměnou potrubí docílit nejen levnějšího tepla, ale také tím přispět k hezčímu Liberci. Staré ztrátové venkovní parovody budou nahrazeny moderními horkovody uloženými v zemi. Ukončení prací je v plánu na začátku roku 2020. [97]

Do několika etap výměn rozložila rekonstrukce Teplárna Písek. První část s názvem „Písek-Horkovod Východ“ byla dokončena minulý rok. Přínosem je roční úspora 20 263 GJ. Již ve stejném roce na to navázala investiční akce „Přechod parovodu na horkovod – Písek“, který bude dokončen v roce 2020 a dojde tak ke zrušení 4 323 metrů tras parního potrubí a položení 6 078 metrů tras nových horkovodů. Spolu s položením nového potrubí budou instalovány i nové kompaktní předávací stanice, kterých je v plánu několik desítek. Z důvodu zásobování technologickou párou zůstane zachován jen páteřní parovod Teplárna Písek – Výtopna Samoty – Výměňiková stanice Dukla. Velké investice v tomto záměru podniká i společnost Veolia Energie ČR. Výměna dvou úseků parovodů o celkové délce téměř 4 km v Přerově ji vyšly asi na 100 milionů korun. Docílila tím však snížení emisí za rok 2018 o 664 tun CO₂. Investice týkající se výměn potrubí v Přerově budou pokračovat do roku 2020 a přibude tak přes dalších 9 kilometrů horkovodů. Kromě Přerova investuje Veolia Energie ČR také do rekonstrukcí v Ostravě a Frýdku-Místku. Letošní rok je v plánu dokončení výměny parovodu pod Hlavní třídou v Ostravě Porubě. Životnost nového páteřního potrubí vedoucího z třebovické elektrárny by mělo být minimálně 30 let. K zajištění minimalizace tepelných ztrát za všech klimatických podmínek pomůže také nové nadzemní ocelové potrubí s moderní tepelnou izolací ve Frýdku-Místku. [97]

7.2 Skleníkové plyny

V druhé polovině 20. století, nastal nový problém, způsobený tím, že do atmosféry začaly být vypouštěny chemické látky ničící ozonovou vrstvu a tím i její funkci. Jelikož by postupné ničení ozonové vrstvy vedlo k vážným dopadům pro život na Zemi stala se její ochrana předmětem mezinárodních úmluv, konkrétně Vídeňské úmluvy a Montrealského protokolu. Opatření v protokolu se týkají ukončení výroby a spotřeby látek, které poškozují ozonovou vrstvu. Ukončení používání plynů poškozující ozonovou vrstvu však vyvolalo další problémy, a to ve formě fluorovaných skleníkových plynů, které se začaly používat jako jejich náhrada, avšak fungují jako skleníkové plyny a přispívají ke globálnímu oteplování. Proto i předcházení emisím fluorovaných skleníkových plynů muselo být následně zakotveno do závazků Kjótského protokolu a Rámcové úmluvy o změně klimatu. Právními podklady řešící snižování emisí skleníkových plynů jsou tedy Rámcová úmluva, Kjótský protokol a Pařížská dohoda. [98]

Rámcová úmluva OSN o změně klimatu byla přijata na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v roce 1992. V platnost vstoupila dne 21.3.1994. Tato úmluva zahrnuje možná řešení problematiky snižování emisí skleníkových plynů, vyrovnávání se s negativními dopady změny klimatu i finanční a technologickou podporu rozvojovým zemím. Úmluva je založena na 4 základních principech, kterými jsou [99]:

- princip mezigenerační spravedlnosti,
- princip společné, ale diferencované odpovědnosti tzn. že ekonomicky vyspělé země nesou hlavní odpovědnost za rostoucí koncentrace skleníkových plynů v atmosféře a je jejich povinností poskytovat pomoc rozvojovým zemím,
- princip ochrany částí planety, které jsou více náchylné na negativní dopady změn klimatického systému,
- princip předběžné opatrnosti, který znamená neodkládání řešení problému, ani v případech, že doposud neznáme jejich přesný dopad na změnu klimatu v budoucnosti.

Kjótský protokol byl přijat v prosinci roku 1997. Obsahem protokolu je snížení emisí skleníkových plynů do konce prvního kontrolního období, které bylo v letech 2008–2012 nejméně o 5,2 % ve srovnání se stavem v roce 1990. Opět v prosinci roku 2012 pak byl schválen i dodatek, kterým se země zavázaly k pokračování Kjótského protokolu i ve druhém kontrolním období. To probíhá mezi roky 2012–2020 a cílem je snížení emisí skleníkových plynů o 20 % v porovnání s rokem 1990. Jelikož se však k druhému kontrolnímu období už nepřipojili všechny země, které byly aktivní v prvním kontrolním období, odhaduje se tak splnění cíle snížení emisí jen o 15 %. Mezi skleníkové plyny, na které se snižování množství vztahuje patří emise oxidu uhličitého, metanu, oxidu dusného, hydrogenovaných fluorovodíků, polyfluorovodíků, fluoridu sírového a fluoridu dusitého. Každému skleníkovému plynu je přiřazen takzvaný potenciál globálního ohřevu v závislosti na jeho schopnosti ovlivňovat klima. Pro možnosti srovnávání, se obsah skleníkových plynů uvádí v hodnotě CO₂ ekvivalentní. [100]

Pařížská dohoda byla přijata v prosinci roku 2015. Dohodli se na ní smluvní státy Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu. V platnost vstoupila již 4. listopadu 2016 a po roce 2020 nahradí doposud platný Kjótský protokol. V rámci Pařížské dohody se Česká republika spolu s dalšími státy zavázala ke společnému snížení skleníkových plynů do roku 2030 nejméně o 40 % oproti roku 1990. Mimo to také formuluje dlouhodobý cíl ochrany klimatu, aby nárůst průměrné globální teploty spadl výrazně pod hranici 2 °C. [101]

7.2.1 Obchodování s emisemi

Obchodování s emisemi prostřednictvím emisních povolenek vytvořila Evropská unie, aby jejich prostřednictvím docílila snížení emisí skleníkových plynů. Každému členskému státu Evropské unie je přidělen pouze určitý počet povolenek, o kterém rozhodne EU. Množství přidělovaných povolenek je v průběhu let snižován, aby tak byly snižovány i vypouštěné emise CO₂. Tyto povolenky pak ministerstvo životního prostředí bezplatně rozdělí mezi zařízení emitující CO₂. Na konci každého ročního období musí zařízení vykazat roční produkci emisí CO₂ a vyřadit za ně zpátky státu odpovídající množství povolenek. Princip obchodování spočívá v tom, že subjekty, které mají možnost uspořít své přidělené povolenky tím, že zredukuje množství vypouštěných emisí, mohou tyto povolenky prodat jiným subjektům, které redukce nedosáhnou nebo by pro ně byla příliš nákladná. Obchodováno je v rámci flexibilního mechanismu Mezinárodní emisní obchodování, přičemž největším systémem je systém EU pro obchodování s emisemi – EU ETS, který zahrnuje přes 11000 zařízení ze sektorů energetiky, výroby oceli a železa, cementu a vápna, celulózy a papíru, sklo-keramického průmyslu, chemického průmyslu, rafinerií a letecké dopravy v 31 státech. V České republice je EU ETS upraven zákonem č. 383/2012 Sb. [102]

7.2.2 Dražby povolenek

Dražby povolenek jsou způsobem, kterým členské státy obchodují s povolenkami. V letech 2013–2020 probíhá již třetí obchodovací období. Dražby probíhají čtyřikrát týdně na energetické burze v Lipsku. Velká Británie však draží své povolenky samostatně, a to pouze jedenkrát týdně. Prodej povolenek v dražbě je označován jako primární trh, následně mohou být tyto povolenky zakoupené v dražbě použity pro pokrytí vlastních emisí nebo s nimi může být dále obchodováno v rámci sekundárního trhu. Dražeb se mohou účastnit jednak provozovatelé zařízení a letadel v EU ETS, ale také investiční podniky, úvěrové instituce, které získaly povolení dle směrnic. Pokud se člen burzy nechce zúčastnit přímo, má možnost dražbu uskutečnit prostřednictvím brokera, který zde má funkci zprostředkovatele. Takle varianta je však možná pouze v případě, pokud to umožňuje legislativa daného státu. [103]

7.2.3 Reforma EU ETS

S platností nové Pařížské dohody, ve které se země zavázaly ke snižování emisí skleníkových plynů do roku 2030 o 40 % oproti roku 1990 byla zapotřebí i reforma systému EU ETS. Systém EU ETS je totiž hlavním nástrojem k dosažení tohoto cíle. Prvním krokem této reformy bylo rozhodnutí o vytvoření rezervy tržní stability pro systém EU ETS, jenž se začal uplatňovat od 1. ledna 2019. Cílem rezervy je odstranění přebytku emisních povolenek a rychlejší pokles celkového množství povolenek – snižování kumulativního přebytku povolenek o 24 % ročně. Vše povede k tomu, aby byly od roku 2021, kdy EU ETS vstoupí do čtvrtého obchodovacího období emise snižovány o 2,2 % ročně. Deficit povolenek současně vyvolá zvýšení ceny za tunu vypuštěného CO₂ do ovzduší, což by mělo sloužit jako motivace pro zařízení k investování do úspornějších technologií. Dalším důležitým rozhodnutím bylo převedení 900 milionů dočasně stažených povolenek do rezervy tržní stability, namísto plánovaného vydražení v letech 2019–2020. Druhým krokem reformy chce Evropská unie podpořit inovace a využívání nízkouhlíkových technologií a tím také přispět k vytváření nových pracovních příležitostí a růstu konkurenceschopnosti průmyslu v Evropě. [104]

7.2.4 Vývoj cen emisních povolenek

System EU ETS se začal uplatňovat v roce 2005. První tři obchodovací období však nejsou hodnocena příliš pozitivně. Díky hospodářské a ekonomické krizi, která přispěla ke stagnaci průmyslu a obchodu se na trhu nahromadilo velké množství povolenek související s malou poptávkou po nich. Posupně byla hodnota povolenek stlačována až se v roce 2013 propadla na rekordní minimum 2,46 eur. Tak nízká cena povolenek neposkytovala motivaci pro zařízení, aby investovala do úspornějších technologií pro snižování emisí skleníkových plynů. Bylo zapotřebí zásahu Evropské komise pro znovunastartování trhu. Proto bylo z aukcí v období 2014–2016 staženo 900 milionů povolenek s původním plánem je znovu vrátit na trh v průběhu let 2019 a 2020. Posledních několik let se ceny mírně zvyšovaly, až do roku 2018 kdy přišel prudký nárůst a hodnota povolenky se vyšplhala až nad 20 eur. V současné době, kdy na začátku roku 2019 vstoupila v platnost nová reforma EU ETS, dosáhla cena povolenky hodnoty 26,89 eur za tunu CO₂. To je prozatím nejvyšší hodnota od července roku 2008. Na trhu nadále roste poptávka po povolenkách v souvislosti s předběžnou zprávou EU, ve které je uvedeno, kolik povolenek musí mít za loňský rok jednotlivá zařízení připravená k odevzdání. [105, 106]

7.2.5 Výpočet emisí oxidu uhličitého

Emisní faktory uhlíku uvádí množství oxidu uhličitého připadající na jednotku energie ve spalovaném palivu. Emisní faktory jsou definovány buď jako všeobecné nebo místně specifické. Všeobecné emisní faktory jsou uvedeny v tabulce na rozdíl od emisních faktorů specifických, které musí být zjišťovány výpočtem. [107]

Tab. 4 Všeobecné emisní faktory oxidu uhličitého [107]

	Palivo nebo energie	[kg/GJ]
Pevná paliva	Černé uhlí tříděné	92,4
	Hnědé uhlí tříděné	99,1
	Jiné pevné palivo	94,1
	Koks	107,0
	Proplástek	94,1
Kapalné paliva	Těžký topný olej – nízkosirný	77,4
	Jiná kapalná paliva	76,6
	TOELI	73,3
	Benzín	69,2
	Plynový olej	73,3
Plynná paliva	Zemní plyn	55,4
	Koksárenský plyn	44,4
	Propan-butan	65,9
	Vysokopecní plyn	240,6
	Jiné plynné palivo	54,7
Elektrina	elektrina	281
Biomasa		0

7.3 BAT, BREF

Zkratka BAT pochází z anglického „*Best Available Techniques*“, což by se do češtiny dalo přeložit jako nejlepší dostupné techniky. BAT představují výrobní postupy, které jsou nejvíce šetrné k okolí a jsou dostupné za standardních technických a ekonomických podmínek. Používáním těchto doporučených technik jsou zařízení schopna dosáhnout lepší ochrany životního prostředí. Jednotný výklad tohoto pojmu je uveden ve směrnici Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích, ve které je zavedena definice, jenž zní: „Nejlepšími dostupnými technikami se rozumí nejúčinnější a nejpokročilejší stádium vývoje činností a jejich provozních metod dokládající praktickou vhodnost určité techniky jako základu pro stanovení mezních hodnot emisí a dalších podmínek povolení, jejichž smyslem je předejít vzniku emisí, nebo pokud to není proveditelné, tyto emise omezit, a zabránit tak nepříznivým dopadům na životní prostředí jako celek.“ Souhrn nejlepších dostupných technik je uveden v referenčních dokumentech o BAT, označovaných jako BREF. Zkratka BREF je opět převzata z anglického názvu „*Reference document on Best Available Techniques*.“ V referenčních dokumentech jsou kromě přehledu nejlepších dostupných technik uvedeny také produkční charakteristiky, současné úrovně emisí, popis technik a používaných postupů, spotřeby surovin a energií, a dokonce i nově vznikající techniky. Referenční dokument také obsahuje kapitolu s názvem „Závěry o BAT“, která je zpracována na základě požadavku směrnice Evropského parlamentu a rady a je výtahem nejdůležitějších parametrů z celého obsaženého dokumentu BREF. O procesu tvorby nebo revize stávajících BREF rozhoduje Evropská komise, požadavkem však je, aby byly dokumenty aktualizovány nejpozději osm let po zveřejnění předchozí verze. Na vypracování BREF se podílejí jak národní orgány, tak provozovatelé zařízení, vysoké školy, výzkumné instituce, průmyslové a environmentální organizace a spolky. Dokumenty BREF se dělí na vertikální BREF a horizontální BREF. Vertikální BREF se týkají konkrétních průmyslových činností jako například cementářský a vápencový průmysl, keramický průmysl, koželužský průmysl povrchové úpravy kovů a plastů, spalování odpadů, textilní průmysl, velká spalovací zařízení a mnoho dalších. Na rozdíl od vertikálních se horizontální BREF svým rozsahem zabývají všemi nebo alespoň větším počtem kategorií průmyslových činností. [108, 109]

7.3.1 Nové BREF pro velká spalovací zařízení

V současné době platí pro velká spalovací zařízení směrnice Evropského parlamentu a rady 2010/75/EU o průmyslových emisích, která byla uveřejněna v Úředním věstníku Evropské unie 17.12.2010. Požadavek směrnice je, aby byly referenční dokumenty o BAT a s tím spojené i hlavní prvky referenčních dokumentů o BAT aktualizovány nejpozději osm let po zveřejnění předchozí verze. Hlavní prvky referenčních dokumentů o BAT jinak také označované jako Závěry o BAT jsou důležitým dokumentem pro provozovatele zařízení, jelikož mimo jiné obsahují hodnoty emisních limitů, které musí být dodržovány. Pro Českou republiku, jakožto členu Evropské unie, platí tyto limity a jejich hodnoty jsou převzaty do integrovaných povolení spalovacích zdrojů s příkonem 50 MW a vyšším. [110]

Vlnu žalob a nesouhlasů však vzbudila nová revize referenčního dokumentu o BAT pro velká spalovací zařízení, která byla uveřejněna v Úředním věstníku Evropské unie v roce 2017. Práce na revizi započaly již v roce 2011. Součástí revidovaného dokumentu BREF jsou i nové závěry o BAT, ve kterých došlo ke změně emisních limitů. K implementaci těchto nových emisních limitů do integrovaných povolení jednotlivých členských států musí dojít nejpozději do poloviny roku 2021. Schvalování dokumentu však patřilo mezi jedno z nejtěsnějších, jelikož

se proti revidované verzi vytvořila blokační menšina zahrnující například Finsko, Bulharsko, Polsko, Slovensko nebo Českou republiku. Hlavním problémem revidovaného dokumentu jsou až zbytečně zpřísněné emisní limity, a navíc zavedení nových emisních limitů pro amoniak, kyselinu chlorovodíkovou, kyselinu fluorovodíkovou a rtuť. V následujících tabulkách jsou uvedeny emisní limity podle vyhlášky č. 415/2012 Sb. a nové emisní limity podle nových závěrů o BAT pro zařízení provozovaná 1 500 h/rok a více, spalující pevná paliva, zemní plyn a biomasu. [111]

Tab. 5 Minimální požadavky na emisní limity pro emise ze spalovacího stacionárního zdroje provozovaného 1 500 h/rok a více o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším spalujícího hnědé uhlí [112]

Látka nebo ukazatel	jednotka	do příkonu 100 MWh		příkon 100–300 MWh		příkon 300–1000 MWh		příkon nad 1000 MWh	
		roční průměr dle BAT ¹⁰⁾	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.	roční průměr dle BAT ¹⁰⁾	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.	roční průměr dle BAT ¹⁰⁾	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.	roční průměr dle BAT ¹⁰⁾	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.
TZL	mg/m ³	18	20/30 ¹⁾	14	20/25 ¹⁾	10/12 ¹⁾	10/20 ¹⁾	8	10/20 ¹⁾
NO _x		270	300/400 ^{3)/450⁵⁾}	180	200	150/175 ²⁾	150/200 ¹⁾³⁾	150/175 ²⁾	150/200 ¹⁾³⁾
SO ₂		360	400	200	200/250 ¹⁾	130 ^{3)/180⁴⁾}	150/200 ¹⁾⁴⁾	130 ^{3)/180⁴⁾}	150/200 ¹⁾⁴⁾
CO			250		250		250		250
NH ₃		-/10 ⁶⁾							
HF		6/7 ⁹⁾		3/7 ⁹⁾		3/7 ⁹⁾		3/7 ⁹⁾	
HCl		10/20 ⁷⁾		5/7 ⁷⁾⁸⁾		5/7 ⁷⁾⁸⁾		5/7 ⁷⁾⁸⁾	
Hg		μg/m ³	10		10		7		7

- 1) vyšší hodnota platí pro zařízení uvedená do provozu nejpozději 7. ledna 2014
- 2) vyšší hodnota platí pro kotle se spalováním ve fluidním loži uvedené do provozu nejpozději 7. ledna 2014 a pro kotle s práškovým spalováním
- 3) kotel s práškovým spalováním
- 4) kotel s fluidním ložem
- 5) kotel s práškovým spalováním uvedený do provozu nejpozději 7. ledna 2014
- 6) platí při používání selektivní katalytické redukce (SCR) a/nebo selektivní nekatalytické redukce (SNCR) ke snížení emisí NO_x
- 7) vyšší hodnota platí pro zařízení spalující paliva s průměrným obsahem chloru 1 000 mg/kg (v suchém stavu) a vyšším nebo kotle se spalováním ve fluidním loži
- 8) zařízení vybavená mokřým odsířením spalin a následným spalinovým výměníkem tepla
- 9) zařízení vybavená mokřým odsířením spalin a následným spalinovým výměníkem tepla nebo kotle se spalováním ve fluidním loži
- 10) pro znečišťující látky HCl, HF, Hg a NH₃ se emisní limit posuzuje jako roční průměr nebo průměr vzorků odebraných v průběhu jednoho roku

Tab. 6 Minimální požadavky na emisní limity pro emise ze spalovacího stacionárního zdroje provozovaného 1 500 h/rok a více o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším spalujícího černé uhlí [112]

Látka nebo ukazatel	jednotka	do příkonu 100 MWh		příkon 100–300 MWh		příkon 300–1000 MWh		příkon nad 1000 MWh	
		roční průměr dle BAT ¹⁰⁾	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.	roční průměr dle BAT ¹⁰⁾	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.	roční průměr dle BAT ¹⁰⁾	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.	roční průměr dle BAT ¹⁰⁾	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.
TZL	mg/m ³	18	20/30 ¹⁾	14	20/25 ¹⁾	10/12 ¹⁾	10/20 ¹⁾	8	10/20 ¹⁾
NO _x		270	300	180	200	150/175 ²⁾	150/200 ¹⁾	150/175 ²⁾	150/200 ¹⁾
SO ₂		360	400	200	200/250 ¹⁾	130 ^{3)/180⁴⁾}	150/200 ¹⁾⁴⁾	130 ^{3)/180⁴⁾}	150/200 ¹⁾⁴⁾
CO			250		250		250		250
NH ₃		-/10 ⁶⁾							
HF		6/7 ⁹⁾		3/7 ⁹⁾		3/7 ⁹⁾		3/7 ⁹⁾	
HCl		10/20 ⁷⁾		5/7 ⁷⁾⁸⁾		5/7 ⁷⁾⁸⁾		5/7 ⁷⁾⁸⁾	
Hg	μg/m ³	9		9		4		4	

- 1) vyšší hodnota platí pro zařízení uvedená do provozu nejpozději 7. ledna 2014
- 2) vyšší hodnota platí pro kotle se spalováním ve fluidním loži uvedených do provozu nejpozději 7. ledna 2014
- 3) kotel s práškovým spalováním
- 4) kotel s fluidním ložem
- 5) kotel s práškovým spalováním uvedený do provozu nejpozději 7. ledna 2014
- 6) platí při používání selektivní katalytické redukce (SCR) a/nebo selektivní nekatalytické redukce (SNCR) ke snížení emisí NO_x
- 7) vyšší hodnota platí pro zařízení spalující paliva s průměrným obsahem chloru 1 000 mg/kg (v suchém stavu) a vyšším nebo kotle se spalováním ve fluidním loži
- 8) zařízení vybavená mokřím odsířením spalin a následným spalinovým výměníkem tepla
- 9) zařízení vybavená mokřím odsířením spalin a následným spalinovým výměníkem tepla nebo kotle se spalováním ve fluidním loži
- 10) pro znečišťující látky HCl, HF, Hg a NH₃ se emisní limit posuzuje jako roční průměr nebo průměr vzorků odebraných v průběhu jednoho roku

Tab. 7 Minimální požadavky na emisní limity pro emise ze spalovacího stacionárního zdroje provozovaného 1 500 h/rok a více o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším spalujícího zemní plyn [112]

Spalovací zařízení	Látka nebo ukazatel	jednotka	příkon 50–600 MWh		příkon nad 600 MWh	
			roční průměr dle BAT ¹⁾²⁾	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.	roční průměr dle BAT ¹⁾²⁾	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.
motor ³⁾	NO _x	mg/m ³	100	100/75 ¹⁰⁾	100	100/75 ¹⁰⁾
kotel			100	100	100	100
plynová turbína s otevřeným cyklem ⁴⁾			50	100/50 ^{5)8)/75⁹⁾}	50	100/50 ^{5)8)/75⁹⁾}
plynová turbína s kombinovaným cyklem s celkovým čistým využitím paliva <75 % ⁴⁾			45	100/50 ^{5)8)/75⁹⁾}	40	100/50 ^{5)8)/75⁹⁾}
plynová turbína s kombinovaným cyklem s celkovým čistým využitím paliva ≥ 75 % ⁴⁾			50	100/50 ^{5)8)/75⁹⁾}	50/55 ⁵⁾	100/50 ^{5)8)/75⁹⁾}
plynová turbína s otevřeným a kombinovaným cyklem			50/60 ⁵⁾⁶⁾	100/50 ^{5)8)/75⁹⁾}	50/60 ⁵⁾⁶⁾	100/50 ^{5)8)/75⁹⁾}

1) BAT-AEL se vztahují také na spalování zemního plynu v turbínách na dvojí palivo

2) pokud je spalovací turbína vybavena suchými nízkoemisními hořáky (DLN), pak tyto BAT-AEL platí pouze, když je provoz DLN efektivní

3) neplatí pro dieselové motory

4) kromě turbín používaných pro mechanický pohon

5) zařízení uvedená do provozu nejpozději 7. ledna 2014

6) neplatí pro spalovací turbíny uvedené do provozu nejpozději 27.11.2003 nebo stávající spalovací turbíny určené pro nouzové použití a provozované do 500 h/rok

7) tato úroveň BAT-AEL je vyjádřena jako C při provozu s plným zatížením

8) plynové turbíny s jednoduchým cyklem s účinností větší než 35 % (stanovenou na základě podmínek Mezinárodní organizace pro normalizaci ISO) platí emisní limit ve výši $50 \times \eta / 35$, kde η je účinnost plynové turbíny pracující v základním zatížení (podle ISO) vyjádřená v procentech. U plynových turbín, včetně plynových turbín s kombinovaným cyklem, emisní limit platí pouze při zatížení větším než 70 %

9) plynové turbíny pracující v základním zatížení při kombinované výrobě tepla a elektřiny s celkovou účinností vyšší než 75 %, s kombinovaným cyklem s roční průměrnou celkovou elektrickou účinností vyšší než 55 % a pro mechanický pohon (plynové turbíny pohánějící kompresory rozvodné sítě dodávek plynu veřejnosti)

10) pístové spalovací motory uvedené do provozu po 7. lednu 2014

Tab. 8 Minimální požadavky na emisní limity pro emise ze spalovacího stacionárního zdroje o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším spalujícího biomasu [112]

Látka nebo ukazatel	jednotka	do příkonu 100 MWh		příkon 100–300 MWh		příkon nad 300 MWh	
		roční průměr dle BAT	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.	roční průměr dle BAT	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.	roční průměr dle BAT	dle vyhlášky č.415/2012 Sb.
TZL	mg/m ³	15	20/30 ⁴⁾	12	20	10	20
NO _x		225/250 ³⁾	250/300 ⁴⁾	180	200/250 ⁴⁾	150/160 ⁴⁾	150/200 ⁴⁾
SO ₂		100	200	70/100 ⁶⁾	200	50/100 ⁶⁾	150/200 ⁴⁾
CO			250		250		250
NH ₃			-/15 ¹¹⁾				
HCl			15/25 ¹⁸⁾		9/25 ¹⁸⁾		5/25 ¹⁸⁾

1) roční průměr nebo průměr vzorků odebraných v průběhu jednoho roku

2) denní průměr nebo průměr za interval odběru vzorků

3) zařízení spalující paliva s průměrným obsahem draslíku 2000 mg/kg (v suchém stavu) nebo vyšším a/nebo průměrným obsahem sodíku 300 mg/kg nebo vyšším

4) zařízení uvedená do provozu nejpozději 7. ledna 2014

5) zařízení uvedená do provozu nejpozději 7. ledna 2014 a spalující paliva s průměrným obsahem draslíku 2000 mg/kg (v suchém stavu) nebo vyšším a/nebo průměrným obsahem sodíku 300 mg/kg nebo vyšším

6) zařízení spalující paliva s průměrným obsahem síry 0,1 % hmot. (v suchém stavu) nebo vyšším

7) zařízení spalující paliva s průměrným obsahem síry 0,1 % hmot. (v suchém stavu) nebo vyšším uvedená do provozu nejpozději 7. ledna 2014 a/nebo kotle se spalováním rašeliny ve fluidním loži

8) zařízení spalující paliva s průměrným obsahem chloru $\geq 0,1$ % hmot. (v suchém stavu) nebo zařízení spoluspalující biomasu s palivem s vysokým obsahem síry (např. rašelinou) nebo používající alkalické přísady ke konverzi chloridů (např. elementární síru)

9) nepoužije se pro zařízení spalující paliva s průměrným obsahem chloru $\geq 0,1$ % hmot. (v suchém stavu) nebo zařízení spoluspalující biomasu s palivem s vysokým obsahem síry (např. rašelinou) nebo používající alkalické přísady ke konverzi chloridů (např. elementární síru)

10) při používání selektivní katalytické redukce (SCR) a/nebo selektivní nekatalytické redukce (SNCR) ke snížení emisí NO_x, úroveň emisí může být vyjádřena jako roční průměr nebo průměr za interval odběru vzorků

7.3.2 Stav v České republice

Nové dokumenty BREF budou mít dopad i na česká zařízení se jmenovitým příkonem větším než 50 MW. Dotkne se to nejvíce tepláren a elektráren spalující tuhá paliva jako je hnědé a černé uhlí. Zařízení investovala již miliardy v oblasti ekologizace, aby vyhověla emisním limitům, které vstoupily v platnost k 1. lednu 2016, avšak díky přechodnému národnímu plánu České republiky a mnoha uděleným výjimkám provozovatelům zařízení, byla u mnohých zařízení posunuta jejich aplikace na 1. červenec 2020. Budou proto nutné další investice, aby bylo dosaženo splnění nových limitů. Zavedení nových technologií rovněž zvýší provozní náklady, a to vše se promítne do cen pro koncové zákazníky. Kombinace všech těchto aspektů může vést k zavření mnoha zařízení na našem území. [113]

ZÁVĚR

V úvodu práce byly popsány základní principy tepelných oběhů, vysvětlen význam pojmu KVET a uvedeny základní rovnice pro výpočet teplárenského modulu a účinnosti zdroje kombinované výroby elektřiny a tepla. Pozornost byla věnována i obecné charakteristice centrálního zásobování teplem a jeho rozdělení podle hlavní technologie, kterou nejčastěji bývá protitlaková nebo kondenzační turbína. Dále také podle typu tepelných sítí nebo podle způsobu předávání tepelné energie z primárního rozvodu až k odběrateli. Pro komplexnost jsou v práci uvedeny možnosti decentralizovaného zásobování teplem, které zahrnuje lokální nebo ústřední vytápění, kde může být teplo vyráběno v kamnech, krbech, kotlích nebo pomocí tepelných čerpadel. Nejobsáhlejší kapitola této práce se zabývá popisem teplárenských společností, jejich stručným profilem a instalovanými technologickými prvky. Zejména byly podrobně popsány jednotlivé kotle a turbíny, nacházející se ve vybraných provozech. Z těchto získaných informací bylo vypracováno shrnutí vybraných dat, a to přehled hlavních druhů používaných paliv, jejich zastoupení v instalovaných výkonech teplárenských kotlů a přehled průměrných cen za GJ vyrobeného tepla ve vybraných městech České republiky. Na základě těchto zjištění je patrné, že nejvyšší ceny za teplo jsou ve městech, ve kterých je v teplárnách spalován zemní plyn. To může mít za vysvětlení fakt, že oproti jiným fosilním palivům, jako je černé nebo hnědé uhlí, je zemní plyn nejdražším palivem, a navíc je jeho cena stále zdražována. Naopak nejnižší ceny si mohou dovolit provozovatelé zdrojů spalující biomasu, či hnědé uhlí spolu s biomasou, jelikož v porovnání se zemním plynem je hnědé uhlí levnějším fosilním palivem, a navíc jsou na biomasu, jakožto na obnovitelný zdroj, vypláceny Ministerstvem životního prostředí dotace. Další velkou výhodou biomasy je i to, že na rozdíl od fosilních paliv je považována za neutrální vůči produkci emisí CO₂, a tudíž nejsou potřeba odevzdávat za její spalování povolenky. I přesto je však nadále stále nejvíce používaným palivem hnědé uhlí, což může být v brzké době velkým problémem, s ohledem na stále se zpřísnující normy pro zdroje spalující fosilní paliva. V další kapitole byly objasněny pojmy týkající se znečišťování ovzduší jako jsou emise nebo imise, uvedeny základní znečišťující látky, kterými jsou oxidy uhlíku, dusíku, síry, dále pak tuhé znečišťující látky a látky organické. V poslední kapitole byly představeny současné a blížící se novinky v oblasti teplárenství.

Jako prvním tématu byla věnována pozornost probíhajícím výměnám zastaralých parovodů za nová, moderní, předizolovaná horkovodní potrubí. Staré parovody, které byly na území Česka pokládány v dobách, kdy bylo jejich využití potřeba především pro dodávky páry do průmyslových podniků a závodů, už v dnešní době postrádají význam a jsou zdrojem až zbytečně velkých tepelných ztrát, které jsou způsobeny velkou teplotní diferencí páry vůči okolí. Další, neméně významnou výhodou nových, předizolovaných potrubí je i to, že díky nové technologii je u nich velmi snadné nalezení místa s poškozením v potrubí, v případě zjištění úniku teplotně odolného média.

Druhým, podrobně probraným tématem, týkajícím se spalovacích zdrojů jsou emisní povolenky. V roce 2021 vstoupí Česká republika, jakožto členský stát Evropské unie, do čtvrtého obchodovacího období. Pro nové období byla směrnice o ETS novelizována, především kvůli jejímu dosavadnímu ne příliš velkému vlivu na zdroje znečišťování. Kvůli ekonomické krizi a snížení množství výroby bylo nahromaděno přebytek povolenek, které tak ztrácely svou cenu. Reforma směrnice spočívá ve vytvoření rezervy tržní stability, do které jsou od začátku roku 2019 stahovány přebytečné povolenky z trhu ve dvojnásobném množství. Během let 2021–2030 dojde také ke zvýšení poklesu ročního limitu emisí CO₂ na 2,2 %.

Rychlejším tempem stahování povolenek z trhu se zajistí jejich nedostatek a přirozený nárůst jejich cen a pro provozovatele tak bude výhodnější investovat do bezuhlíkových technologií. Zvyšováním cen emisních povolenek budou nejvíce postiženy uhelné zdroje.

Posledním velkým tématem, kterým se bakalářská práce zabývá, je reforma referenčních dokumentů o BAT. Tyto referenční dokumenty neboli BREF, obsahují i nejdůležitější část, a to závěry o BAT, ve kterých jsou uvedeny emisní limity, které musí spalovací zařízení s příkonem nad 50 MW a více splňovat. Kromě zpřísnění stávajících limitů, jsou zavedeny i limity nové, pro kyselinu chlorovodíkovou, kyselinu fluorovodíkovou a amoniak. Ke schválení nových limitů došlo již v roce 2017 a členské státy musí tyto nové limity implementovat do integrovaných povolení spalovacích zařízení nejpozději do poloviny roku 2021, kdy vyprší čtyřletá lhůta pro jejich zavedení. Nové požadavky se staly velkým problémem pro teplárny i elektrárny na území Česka, jelikož mnoho z nich v současnosti dokončuje rozsáhlé investice do technologií, sloužící ke snížení škodlivin, tak aby vyhověli současným limitům, platných od roku 2016, avšak většina provozovatelů zařízení dostala výjimku a je pro ně směrodatný až rok 2020. Nové, ještě přísnější limity, tak budou vyžadovat další investice, aby bylo docíleno dodržení, až zbytečně přísných limitů, které vzhledem k potřebným nákladům nebudou mít až tak velký přínos pro oblast ochrany ovzduší. Další investice a nové technologie vyžadující dražší provozní náklady se tak jistě promítnou i do konečných cen pro odběratele.

Ze zjištění vyplývá, že jak větší náklady na nákup emisních povolenek, tak velké investice do nových technologií, které jsou nutností pro dodržení nových limitů dle závěrů o BAT, povedou k nárůstu konečných cen pro zákazníky. Při znatelném nárůstu cen však dochází v případě teplárenství k odpojování zákazníků od rozvodů tepla a jejich přecházení k lokálnímu vytápění. To s sebou nese i nově vznikající problémy v podobě nekontrolovaných emisí, vypouštěných ze stovek až tisíců lokálních topenišť. Pro zachování teplárenských soustav a zajištění vyhnutí se jejich rozpadu, přichází stát s plánem o snížení sazby DPH pro zdroje KVET, dále také Energetický regulační úřad navrhuje navýšení bonusů za KVET, které jsou v současnosti pod hranicí padesáti korun pro zdroje s příkonem 50 MW a vyšším.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KARAFIÁT, CSC., Ing. Josef. *Popis systémů CZT: Historie, typy a principy KVET* [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: https://www.powerwiki.cz/attach/Vyroba/Popis_systemu_CZT.pdf. Přednáška.
- [2] Historie a budoucnost dálkového vytápění. *Naseteplo* [online]. [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <http://www.naseteplo.cz/?id=2020&1549562838#>
- [3] ŠKORPÍK, Jiří. Tepelné oběhy a jejich realizace, *Transformační technologie*, 2006-11, [last updated 2018-01-17]. Brno: Jiří Škorpík, [on-line]. [cit. 2019-04-25]. ISSN 1804-8293. Dostupné z <http://www.transformacni-technologie.cz/06.html>. English version: Heat cycles and their realizations. Web: http://www.transformacni-technologie.cz/en_06.html.
- [4] ŠKORPÍK, Jiří. Tepelné turbíny a turbokompresory, *Transformační technologie*, 2011-02, [last updated 2014-02]. Brno: Jiří Škorpík, [on-line]. [cit. 2019-04-25]. ISSN 1804-8293. Dostupné z <http://www.transformacni-technologie.cz/23.html>. English version: Heat turbines and turbocompressors. Web: http://www.transformacni-technologie.cz/en_23.html.
- [5] KARAFIÁT, CSC., Ing. Josef. *Sborník technických řešení zdrojů s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla* [online]. Praha, říjen 2006 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/dokument/15.pdf>
- [6] Pojmy v teplotě. *Teplo Bruntál a.s.* [online]. 19.2.2017 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <http://www.teplobr.cz/pojmy-v-teplarenstvi/d-1068>
- [7] POLESNÝ, CSC., Ing. Bohumil. *Teplotě a potrubní síť*. Druhé. Brno: Rektorát Vysokého učení technického v Brně, 1989. ISBN 80-214-0057-9.
- [8] Spalovny odpadů. *Vítejte na Zemi* [online]. [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spalovny_odpadu&site=odpady
- [9] Teplotě – Dodávka energie. *MojeEnergie* [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://www.mojeenergie.cz/cz/teplarenstvi-dodavka-energie>
- [10] *Předávací stanice tepla* [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: https://www.stavebniklub.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR_TUAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a_RmSdJyeRjhvhWt6GT3USXlrOJOsxxwBR3d1Xau7WzRWuROfoz27aFII0BA
- [11] MURTINGER, Karel. Možnosti vytápění: Čím můžete topit? A za kolik? *Nazeleno* [online]. 28. 7. 2009 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/moznosti-vytapeni-cim-muzete-topit-a-za-kolik.aspx>
- [12] Možnosti dnešních krbů a kamen. *Tzbinfo* [online]. 25.7.2016 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/14484-moznosti-dnesnich-krbu-a-kamen>
- [13] MAJLING, Eduard. Lokální zdroje tepla aneb čím si doma zatopit. *OEnergetice* [online]. 23. květen 2015 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/teplarenstvi/lokalni-zdroje-tepla-aneb-cim-si-doma-zatopit>
- [14] *Teplárny Brno* [online]. [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <http://www.teplarny.cz>
- [15] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-02-28]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=6358CA9E60848666C1257B82004DC4FC&action=openDocument>
- [16] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-02-28]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=C4A2FBC4810A7612C1257B820049FCEE&action=openDocument>

- [17] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-02-28]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=4CC8778ABF9D06A1C1257B82004C11D2&action=openDocument>
- [18] SAKO [online]. [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: <https://www.sako.cz/>
- [19] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=8158E6A06EAF570FC1257B82004A0024&action=openDocument>
- [20] TTS energo [online]. [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: <https://www.ttsenergo.cz/>
- [21] Teplárna Liberec [online]. [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: <http://tli.mvv.cz/>
- [22] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=D0A1B2970FF5DB6FC1257B82004B0BBB&action=openDocument>
- [23] TERMIZO [online]. [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: <http://tmz.mvv.cz/>
- [24] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=CDFDCEC0EDDF6E65C1257B82004D4D76&action=openDocument>
- [25] Teplárna Tábor, a.s. [online]. [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: <http://www.tta.cz/>
- [26] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=05BCC28F8F26FD33C1257B82004C9DCA&action=openDocument>
- [27] Teplárna Písek, a.s. [online]. [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: <http://www.tpi.cz/>
- [28] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-02-29]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=BC1310DEFDD5C1F5C1257B82004C9599&action=openDocument>
- [29] Teplárna Otrokovice [online]. [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <http://www.tot.cz/>
- [30] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=BF55225C58BC0108C1257B82004B924D&action=openDocument>
- [31] Záměry na území ČR. *Informační systém EIA* [online]. 02.08.2017 [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: https://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_OV8223
- [32] Teplárna Kyjov [online]. [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <http://www.tky.cz/>
- [33] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=E9D7FAF0D68D0FB3C1257B82004B12B3&action=openDocument>
- [34] Teplárna České Budějovice, a.s. [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <http://www.teplarna-cb.cz/>
- [35] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=DEA7F19A0FA3AE6EC1257B82004B5784&action=openDocument>
- [36] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=81A47FA5E8F82B1DC1257B82004C1C54&action=openDocument>
- [37] ŠKOENERGO [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.sko-energo.cz/>

- [38] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=B0580A2988C0F3B3C1257B82004CC4A0&action=openDocument>
- [39] *Plzeňská teplotěnská* [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.pltep.cz/>
- [40] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=6E8CCECB9546BBEAC1257B82004A7E84&action=openDocument>
- [41] *Plzeňská energetika a.s.* [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.pe.cz/#popup>
- [42] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=B5F4324C49C472C9C1257B82004DB7B9&action=openDocument>
- [43] *Energetika Třinec, a.s.* [online]. [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: <https://www.etas.trz.cz/>
- [44] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=77D91A91AE79BD3BC1257B82004CA045&action=openDocument>
- [45] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=E743C76C44F4866CC1257B82004B5FD2&action=openDocument>
- [46] *EOP* [online]. [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: <https://www.eop.cz/>
- [47] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=4DC001ED0C360224C1257B82004B80DC&action=openDocument>
- [48] *Innogy* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.innogy-energo.cz/>
- [49] *Naše teplotěny. Innogy* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.innogy-energo.cz/nase-teplotěny>
- [50] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=32E3521DDB1A175EC1257B82004AF0A3&action=openDocument>
- [51] *ALPIQ* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <http://generation.alpiq.cz/index.jsp.html>
- [52] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=73B1BABE3571AF14C1257B82004A1519&action=openDocument>
- [53] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=E09F66A2F2D0FBD7C1257B82004A5831&action=openDocument>
- [54] *ACTHERM* [online]. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <http://www.actherm.cz/>
- [55] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=6C44DF3E958BD3DBC1257B82004A1CB6&action=openDocument>
- [56] *United Energy, a.s.* [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.ue.cz/>
- [57] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=4EE9ABCAAD70E177C1257B82004D2EA2&action=openDocument>
- [58] *Pražská teplotěnská* [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.ptas.cz/cs/>

- [59] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=EC564C4734E2B50CC1257B82004A4B82&action=openDocument>
- [60] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=91F679EDD62F0321C1257B82004B8552&action=openDocument>
- [61] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=87870F8C30348B3BC1257B82004CE243&action=openDocument>
- [62] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=0F4F91A3579852AFC1257B82004CF2C8&action=openDocument>
- [63] Elektrárna Mělník. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/melnik.html>
- [64] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=C63FABA2C83E0AEEC1257B82004B088F&action=openDocument>
- [65] Energetické využívání odpadů. *Pražské služby* [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.psas.cz/index.cfm/sluzby-firmam/zarizeni-pro-energeticke-vyuzivani-odpadu/energeticke-vyuzivani-odpadc5af/>
- [66] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=7573F3D6011A6ABAC1257B82004A7AC0&action=openDocument>
- [67] Trmice. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/trmice.html>
- [68] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=57BFA5981015E647C1257B82004D3D06&action=openDocument>
- [69] ŽĎAS [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.zdas.com/cs/>
- [70] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=43A2B4E2154CA4EAC1257B82004A4280&action=openDocument>
- [71] VEOLIA [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.veolia.cz/cs/onas/energeticke-sluzby/spolecnosti-skupiny-veolia-energie-v-cr>
- [72] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=724553F19AB7498EC1257B82004B9BAC&action=openDocument>
- [73] Teplárna Přerov slaví 50 let. *VEOLIA* [online]. 15. 12. 2014 [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.vecr.cz/teplarna-prerov-slavi-50-let>
- [74] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=B6F202DF643E6873C1257B82004B32A7&action=openDocument>
- [75] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=64066B8BDCC128C4C1257B82004B8B07&action=openDocument>

- [76] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=B308C397A6561D3BC1257B82004D8736&action=openDocument>
- [77] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=7CF47156FD2070F4C1257B82004B3F94&action=openDocument>
- [78] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=3601B40C3591F595C1257B82004AD8A4&action=openDocument>
- [79] Elektrárna Třebovice. *Wikipedie* [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Elekt%C3%A1rna_T%C5%99ebovice
- [80] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=63EC9857D4E992B3C1257B82004D8C40&action=openDocument>
- [81] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=ED852201558B0730C1257B82004A860F&action=openDocument>
- [82] Teplárna Krnov slaví kulatiny. *VEOLIA* [online]. 20. ZÁŘÍ 2013 [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <https://www.veolia.cz/cs/media/press-releases/teplarna-krnov-slavi-kulatiny>
- [83] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=74A9FD6A67188A5EC1257B82004AA642&action=openDocument>
- [84] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=4A6CE707742D77E8C1257B82004C605D&action=openDocument>
- [85] BAŽURA, Jaroslav. [online]. 12.11.2015 [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: http://www.patriotmagazin.cz/jmenovala-se-elektarna-president-benes-vytapi-karvinou-a-havirov-a-slavi-120-let?fbclid=IwAR2iOtCdjb2mexCtklkynaCdownSQbsQ_k0p6IMe5WFVSpnlSGnJvDxe9Ntl
- [86] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=20067F0851EAC552C1257B82004A645E&action=openDocument>
- [87] Bioelektrárna ve Frýdku-Místku: Jaké poučení (nejen ona) dává?. *BIOM* [online]. 15. dubna 2014 [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/bioelektrarna-ve-frydku-mistku-jake-pouceni-nejen-ona-dava>
- [88] IPPC. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=733C565CA81F1158C1257B82004B352E&action=openDocument>
- [89] Cenová mapa. *Teplárenské sdružení České republiky* [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <http://www.naseteplo.cz/?id=1005>
- [90] *Znečištění ovzduší* [online]. 9.10.2017 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/cs/themes/air/intro#tab-viz-tak%C3%A9>
- [91] <HEMERKA, Jiří a František HRDLIČKA. *Emise z kotelen a ochrana ovzduší (I)* [online]. 20.12.2004 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/2294-emise-z-kotelen-a-ochrana-ovzdusi-i>>

- [92] *Oxid siřičitý* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Oxid_si%C5%99i%C4%8Dit%C3%BD
- [93] *Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-201-2012-sb-o-ochrane-ovzdusi>
- [94] HEMERKA, Jiří a František HRDLIČKA. *Emise z kotelen a ochrana ovzduší (II)* [online]. 27.12.2004 [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/2301-emise-z-kotelen-a-ochrana-ovzdusi-ii>
- [95] Vyhláška č. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší [online]. [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-415-2012-sb-o-pripustne-urovni-znecistovani-a-jejim-zjistovani-a-o-provedeni-nekterych-dalsich-ustanoveni-zakona-o-ochrane-ovzdusi>
- [96] ZIMOVÁ, Marcela. *Teplárny modernizují rozvody tepla a spoří* [online]. 06.11.2014 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/101117>
- [97] *3T – teplo, technika, teplotě: Výměny parovodů nabírají tempo* [online]. Teplotěnské sdružení České republiky, 2018, **28**(5/2018) [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <http://www.tscr.cz/?pg=0320&typ=3t&cislo=5&rok=2018>
- [98] *Regulované látky, F-plyny, ozon* [online]. [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/regulovane_latky_plyny_ozon
- [99] *Rámcová úmluva OSN o změně klimatu* [online]. [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu
- [100] *Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu* [online]. [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol
- [101] *Pařížská dohoda* [online]. [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda
- [102] *Emisní obchodování* [online]. [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/emisni_obchodovani
- [103] *Dražby povolenek* [online]. [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/drazby_povolenek
- [104] *Reforma systému EU pro obchodování s emisemi* [online]. [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/climate-change/reform-eu-ets/>
- [105] *Komise navrhne pro regulaci emisních povolenek na trhu flexibilnější systém* [online]. 2013 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://euractiv.cz/section/energeticka-ucinnost/news/komise-chce-pro-regulaci-emisnich-povolenek-na-trhu-flexibilnejsi-system-co2-eu-ets-emise-uhli-energetika-011111/>
- [106] *Ceny emisních povolenek stouply nejvýše za deset let* [online]. České noviny, 2019 [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/~nr/tema/5299853.html>
- [107] *Vyhláška č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku* [online]. [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-480-2012-sb-o-energetickem-auditu-a-energetickem-posudku>
- [108] *Nejlepší dostupné techniky (BAT). Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 4.1.2017 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/prumysl-a-zi-votni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/nejlepsi-dostupne-techniky-bat--224368/>

- [109] Referenční dokumenty o nejlepších dostupných technikách (BREF). *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 20.9.2013 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/referencni-dokumenty-o-nejlepsich-dostupnych-technikach-bref--143226/>
- [110] Evropská legislativa (včetně závěrů o BAT). *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/%24%24OpenDominoDocument.xsp?documentId=69F6D3CD18B5566DC1258010004242E6&action=openDocument>
- [111] BUDÍN, Jan. Zpřísněné emisní limity EU budou mít dopad na ČEZ, EPH i řadu českých tepláren. *Oenergetice* [online]. 11. květen 2017 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/zprisenene-emisni-limity-eu-budou-mit-dopad-cez-eph-i-radu-ceskych-teplaren/>
- [112] Metodika – Minimální požadavky na emisní limity dle úrovní emisí spojených s nejlepšími dostupnými technikami pro velká spalovací zařízení. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 20.2.2019 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/aktuality/metodika---minimalni-pozadavky-na-emisni-limity-dle-urovni-emisi-spojenych-s-nejlepsimi-dostupnymi-technikami-pro-velka-spalovaci-zarizeni---243833/>
- [113] BUDÍN, Jan. Zpřísněné emisní limity EU budou mít dopad na ČEZ, EPH i řadu českých tepláren. *Oenergetice* [online]. 11. květen 2017 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/zprisenene-emisni-limity-eu-budou-mit-dopad-cez-eph-i-radu-ceskych-teplaren/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbol	Veličina	Jednotka
B	biomasa	[-]
ČU	černé uhlí	[-]
e	teplárenský modul	[-]
E_{KVET}	elektrina vyrobená v procesu KVET	[GJ, MWh]
HP	hutní plyn	[-]
HU	hnědé uhlí	[-]
KVET	kombinovaná výroba elektřiny a tepla	[-]
Q_{PAL}	spotřeba tepla v palivu ve zdroji	[GJ, MWh]
Q_{U-KVET}	užitečné teplo vyrobené v procesu KVET	[GJ, MWh]
SKO	směsný komunální odpad	[-]
ZP	zemní plyn	[-]
η^E_{KVET}	účinnost výroby elektrické energie ve zdroji KVET	[%]
η_{KVET}	celková účinnost zdroje KVET	[%]
η^Q_{KVET}	účinnost výroby užitečného tepla ve zdroji KVET	[%]