

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ
ELEKTRONIKY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ekologizace teplotěnských zdrojů

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Šárka HABUDOVA
Osobní číslo: E14B0311P
Studijní program: B2612 Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: Elektrotechnika a energetika
Název tématu: Ekologizace teplotných zdrojů
Zadávatel katedra: Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

Zásady pro vypracování:

1. Uvedte ucelený přehled českých a základní přehled evropských legislativních opatření týkajících se řešené problematiky.
2. Popište technologické a provozní možnosti snižování emisních limitů (NO_x, SO_x, apod.) u teplotných zdrojů.
3. Posuďte zdroje v ČR z pohledu plnění emisních limitů.
4. Navrhněte pro konkrétní příklad vhodné řešení zajišťující splnění předepsaných emisních parametrů.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 20 - 30 stran


Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

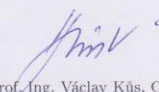
Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Pavla Hejtmánková, Ph.D.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2015**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. června 2016**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2015

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na ucelený přehled českých a základních evropských legislativních opatření týkajících se zejména ochrany ovzduší a emisních limitů. Jsou zde popsány nejčastěji používané metody, které snižují množství vypouštěným, znečišťujících látek do ovzduší a s tímto spojené limity těchto látek v ovzduší. Porovnávají se emisní parametry vybraných teplárenských zdrojů v České republice. Dále je uvedeno vhodné technické řešení na konkrétním zdroji s ohledem právě na splňování předepsaných emisních limitů.

Klíčová slova

emise, emisní limity, ekologizace, látky znečišťující ovzduší, spalovací stacionární zdroj

Abstract

This bachelor thesis is focused on a comprehensive overview of Czech and European legislative concerning the air quality protection and emission limits. Here are described most frequently used methods that reduce the amount of exhausted, polluting substances into the air and then are stated the limits of these substances in the air. Next is compared the emission parameters of the selected heat generating sources in the Czech Republic. At the conclusion is listed the appropriate technical solution of the heat generating source on compliance with the prescribed emission limits.

Key words

emision, emision limits, ecologization, air pollutants, stationary combustion sources

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne 7.6.2016

.....
podpis

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí své bakalářské práce doc. Ing. Pavle Hejtmánkové, Ph.D. a konzultantovi panu Ing. Stanislavovi Průchovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 UCELENÝ PŘEHLED ČESKÝCH A ZÁKLADNÍ PŘEHLED EVROPSKÝCH LEGISLATIVNÍCH OPATŘENÍ	13
1.1 PŘEHLED ČESKÝCH LEGISLATIVNÍCH OPATŘENÍ	13
1.1.1 <i>Novela zákona o ochraně ovzduší č. 64/2014 Sb.</i>	13
1.1.2 <i>Novela zákona o ochraně ovzduší č. 87/2014 Sb.</i>	14
1.1.3 <i>Přípustná úroveň znečištění a znečišťování</i>	16
1.1.4 <i>Měření úrovně znečišťování</i>	17
1.1.5 <i>Nástroje ke snižování úrovně znečištění a znečišťování</i>	18
1.1.6 <i>Přechodné režimy pro spalovací stacionární zdroje</i>	19
1.1.7 <i>Spalovací stacionární zdroje s omezenou životností a rozhodnutí o zastavení provozu</i> 20	
1.2 ROZDĚLENÍ SPALOVACÍCH STACIONÁRNÍCH ZDROJŮ	20
1.2.1 <i>Povinnosti provozovatelů spalovacích stacionárních zdrojů podle jejich rozdělení</i>	21
1.3 ZÁKLADNÍ PŘEHLED EVROPSKÝCH LEGISLATIVNÍCH OPATŘENÍ.....	22
2 TECHNOLOGICKÉ A PROVOZNÍ MOŽNOSTI SNIŽOVÁNÍ EMISNÍCH LIMITŮ U TEPLÁRENSKÝCH ZDROJŮ	25
2.1 POUŽITÍ FLUIDNÍCH KOTLŮ	25
2.2 DENITRIFIKACE PLYNNÝCH SPALIN NOX.....	25
2.2.1 <i>Primární metody</i>	25
2.2.2 <i>Sekundární metody</i>	26
2.3 ODSIŘOVÁNÍ SPALIN	27
2.3.1 <i>Suchá metoda odsíření</i>	27
2.3.2 <i>Polosuchá metoda odsíření</i>	28
2.3.3 <i>Mokrý metoda odsíření</i>	29
3 POSOUZENÍ ZDROJŮ V ČR Z POHLEDU PLNĚNÍ EMISNÍCH LIMITŮ	31

3.1	PŘÍKLADY ZDROJŮ PLNÍCÍ EMISNÍ LIMITY	33
4	NÁVRH VHODNÉHO ŘEŠENÍ ZAJIŠŤUJÍCÍ SPLNĚNÍ PŘEDEPSANÝCH EMISNÍCH PARAMETRŮ.....	36
4.1	ZÁKLADNÍ POPIS POSTUPU	36
4.2	POPIS NÁVRHU VHODNÉHO ŘEŠENÍ PRO ZAJIŠTĚNÍ SPLNĚNÍ PŘEDEPSANÝCH EMISNÍCH PARAMETRŮ V OSTROVSKÉ TEPLÁRENSKÉ, A.S.	37
	ZÁVĚR	39
	SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	41

Seznam symbolů a zkratk

NO_x	.....	Oxidy dusíku
NO	.....	Oxid dusnatý
NO_2	.....	Oxid dusičitý
CO	.....	Oxid uhelnatý
CO_2	.....	Oxid uhličitý
SO_2	.....	Oxid siřičitý
CaO	.....	Oxid vápenatý
$CaCO_3$	.....	Uhličitan vápenatý (vápenec)
$CaSO_3$	.....	Siřičitan vápenatý
$CaSO_4$	.....	Síran vápenatý
$Ca(OH)_2$	.....	Hydroxid vápenatý
$Ca(HSO_3)_2$	.....	Hydrogensiřičitan vápenatý
HCl	.....	Kyselina chlorovodíková
$CaCl_2$	.....	Chlorid vápenatý
H_2SO_3	.....	Kyselina siřičitá
$PM_{2,5}$	.....	Prachové částice o velikosti 2,5 μm
PM_{10}	.....	Prachové částice o velikosti 10 μm
$CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$	..	Hydratovaný síran vápenatý (energósádovec)
SSZ	.....	Spalovací stacionární zdroj
KZL	.....	Koncentrace znečišťujících látek
TZL	.....	Tuhé znečišťující látky
LZO	.....	Látky znečišťující ovzduší

Úvod

Na začátku 20. let 20. století se v České republice začínalo se zakládáním prvních soustav teplárenství, což souviselo se současným rozvojem průmyslu ve větších městech. Ve 30. letech se již kombinovala výroba elektřiny a tepla v rámci jednoho výrobního provozu. Tyto provozy jsou základem vytápění dodnes.

Nástupem těžkého průmyslu se v 50. a 60. letech kladl významný důraz na rozvoj velkých teplárenských soustav, neboť právě těžký průmysl si žádal velké energetické zdroje. Kromě tradičních fosilních paliv se k výrobě dostatečného množství energie začaly používat i paliva jako zemní plyn.

Vlivem nedostatku investičních prostředků se v 70. a 80. letech budovaly levné a velmi energeticky náročné zdroje, kdy se zůstávalo u zastaralých řešení zdrojů na zemní plyn i u rozsáhlejších soustav. Na nízké úrovni bylo i měření a regulace vypouštěných látek a nadále byla zachována technologie klasických předávacích stanic, což způsobilo technické zaostávání v teplárenském oboru.

Na konci 90. let došlo k významnému sblížení naší legislativy s Evropskou unií, zejména příchodem nových investorů ze zahraničí a s tím spojené přijetí energetických zákonů. Zde byla odstartována cesta k efektivnějšímu získávání energie než do té doby a navíc Česká republika získala lepší dostupnost nejnovějších teplárenských technologií. Na počátku tohoto období se stavěly fluidní kotle a odsiřovací zařízení s předimenzováním potrubí v distribuci tepla. Dále toto období přineslo lepší předávací stanice a výměníky s vysokým měrným výkonem včetně zlepšení měření a regulace.

Přelom století přinesl éru ekologizace a racionalizace již existujících teplárenských zdrojů a tato problematika se řeší dodnes.

Ve své bakalářské práci uvedu nejdříve ucelený přehled českých legislativních opatření a s tím spojený základní přehled evropské legislativy, která nutí poslední dobou

provozovatele spalovacích stacionárních zdrojů přecházet na modernější, efektivnější a ekologičtější řešení teplárenských zdrojů.

Cílem této bakalářské práce dále je sjednocení technologických a provozních metod vedoucích ke snižování znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší a posouzení teplárenských zdrojů z pohledu plnění nových emisních limitů a poté k jednomu z nich navrhnout vhodné řešení.

1 Ucelený přehled českých a základní přehled evropských legislativních opatření

1.1 Přehled českých legislativních opatření

Pro problematiku týkající se legislativních opatření ekologizace teplárenských zdrojů je základním právním předpisem zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší (dále jen „zákon o ochraně ovzduší“), který byl novelizován zákonem č. 64/2014 Sb. a zákonem č. 87/2014 a zpracovává příslušné předpisy Evropské unie (dále jen „EU“). Tento zákon obsahuje informace o právech a povinnostech provozovatelů zdrojů znečišťování ovzduší z hlediska možností snížení množství znečišťujících látek, které mají nepříznivý dopad na ovzduší. Dále stanovuje sankce, opatření k nápravě a udává působnost správních orgánů. Dalším podstatným právním předpisem je vyhláška č. 415/2012 o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší (dále jen „vyhláška č. 415/2012“) a zákon č. 86/2002 o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (dále jen „zákon č. 86/2002“) [1,5,6].

1.1.1 Novela zákona o ochraně ovzduší č. 64/2014 Sb.

Zákon č. 64/2014 Sb. nabyl účinnosti 1. května 2014 a jedná se o změnový zákon. Novelizuje se jím sedm desítek zákonů. Hlavním cílem pro přijetí tohoto zákona bylo sjednotit procesně právní úpravu v oblasti kontroly a nahrazuje odchýlné procesně právní ustanovení, které upravují kontrolní postupy ve zvláštních zákonech za obecná ustanovení v kontrolním řádu. Změnový zákon vypustil odkazy, které byly nad rámec kontrolního řádu (pokud tak stanovovaly zvláštní zákony) a také neobsahuje přechodná ustanovení [2].

1.1.2 Novela zákona o ochraně ovzduší č. 87/2014 Sb.

Zákon č. 87/2014 Sb. nabyl účinnosti 1. června 2014. Tato novela zákona o ochraně ovzduší s sebou přináší tyto hlavní změny:

- ***Možnost výměny emisních stropů***

Jedná se o to, že všichni provozovatelé spalovacích stacionárních zdrojů (dále jen „SSZ“), které jsou zahrnuty do přechodného plánu, mají možnost výměny emisních stropů. Výměna emisních stropů byla dříve umožněna, jen pokud byly stacionární zdroje provozovány jedním provozovatelem a pouze mezi větší množstvím stacionárních zdrojů, které byly zahrnuty do Přechodného národního plánu České republiky (dále jen „PNP“), což menší provozovatele provozující jediný SSZ neodůvodněně znevýhodňovalo. Novela zákona odstraňuje znevýhodnění těchto provozovatelů, neboť v § 41 zákona o ochraně ovzduší je za stanovených podmínek umožněna výměna částí emisních stropů, i když zdroje provozují rozdílní provozovatelé [3].

Při výměně emisních stropů nesmí dojít:

- oproti stavu před výměnou k navýšení součtu emisních stropů spalovacích stacionárních zdrojů.
- z přechodného národního plánu nesmí být spalovací stacionární zdroje vyřazeny
- v aglomeraci nesmí dojít k navýšení emisního stropu spalovacího stacionárního zdroje

- ***Kogenerační zdroje – změny v příloze č. 10 zákona o ochraně ovzduší***

Podle § 16 odst. 2 zákona o ochraně ovzduší se v příloze č. 10 vztahovaly stanovené hodnoty mezních hodnot emisí pro oxidy dusíku (dále jen „NOx“) a pro oxid uhelnatý (dále jen „CO“) na spalovací stacionární zdroje, které pro teplovodní soustavu ústředního topení sloužily jako zdroj tepla, a které měly nižší tepelný příkon než 300 kW včetně.

Od 1. ledna 2014, respektive od 1. ledna 2018 nemohou být uváděna na trh zařízení, pokud nedoloží splnění mezních hodnot emisí, které jsou stanoveny v příloze č. 10 zákona [3].

Podle přílohy č. 10 zákona se nyní vztahují mezní hodnoty emisí i na spalovací motory a spalovací turbíny, jelikož kromě kotlů jsou také pro teplovodní soustavu vytápění zdrojem tepla. Jsou to zdroje mechanické energie, která je k výrobě elektřiny nejčastěji využívána a zdroje tepla, tedy tzv. kogenerační zdroje. Na rozdíl od kotlů nejsou schopny spalovací turbíny a spalovací motory dodávané na trh v současné době dosahovat stejných hodnot emisí. V kogeneračních zdrojích je energie, která je obsažena v palivu (zemní plyn, bioplyn) lépe využívána, neboť v nich dochází ke kombinované výrobě tepla a elektřiny, která je vysoce účinná, a proto nebylo cílem zákona o ochraně ovzduší pro tyto kogenerační zdroje uzavření trhu. Mimo jiné je nárůst podílu kombinované elektřiny a tepla podporována opatřeními, která zajišťují plnění tohoto závazku, jelikož na léta 2012 – 2020 patří zvyšování energetické účinnosti mezi dlouhodobé cíle Státní politiky životního prostředí České republiky [3].

Novelou byly do tabulky č. 2 v části I přílohy č. 10 zákona o ochraně ovzduší doplněny z výše uvedených důvodů pro plynové turbíny a pístové spalovací motory zvláštní mezní hodnoty emisí, které vycházejí z hodnot ve vyhlášce č. 415/2012 Sb., kde jsou stanovené hodnoty pro zařízení stejná, ale vyššího výkonu [3].

Mezi změny dále patří:

Novela zákona o ochraně ovzduší č. 87/2014 Sb. říká: „Novela doplňuje povinnost vycházet z programů ke zlepšení kvality ovzduší při vydávání závazných stanovisek z hlediska ochrany ovzduší i pro obce s rozšířenou působností“ [3].

Pokud jde o záložní SSZ energie, které spadají do 50 – 100 MW tepelného jmenovitého příkonu, doplňuje se novelou výjimka z povinnosti o provádění kontinuálního měření emisí [3].

1.1.3 Přípustná úroveň znečištění a znečišťování

Technické podmínky provozu, přípustná tmavost kouře, emisní stropy a limity (obecné a specifické) určují přípustnou úroveň znečišťování. Pokud se jedná o SSZ spalující uhlí v České republice, které mají celkový jmenovitý tepelný příkon menší než 50 MW, pak jsou emisní limity, které musí být na každém komínovém výduchu nebo průduchu do ovzduší, pro oxid siřičitý (dále jen „SO₂“) doplněny technickými podmínkami provozu [4].

Pro přípustnou úroveň znečištění platí tabulka uvedená v příloze č. 1 § 3 zákona o ochraně ovzduší, ve které jsou stanoveny imisní limity, podle kterých ministerstvo životního prostředí zajišťuje a stanovuje způsob a podmínky referenčních metod pro posuzování a následné porovnání za účelem vyhodnocení úrovně znečištění stacionárním měřením, kde ministerstvo životního prostředí stanoví umístění bodů vzorkování a minimální počty těchto bodů. Dále určuje postup při hodnocení zón a aglomerací. Provozovatel SSZ zjišťuje úroveň znečištění měřením. Pokud toto s ohledem na dostupné technické prostředky nelze, potom se musí obrátit na krajský úřad se žádostí o použití výpočtu, který se použije i v případě, jedná-li se o záložní zdroje [4].

Tab. 1.1 Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a maximální počet jejich překročení (Příloha č.1 k zákonu č.201/2012 Sb.) [4]

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet překročení
Oxid siřičitý	1 hodina	350 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	24
Oxid siřičitý	24 hodin	125 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	3
Oxid dusičitý	1 hodina	200 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	18
Oxid dusičitý	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Oxid uhelnatý	Max. denní osmihodinový průměr	10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Benzen	1 kalendářní rok	5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0

Částice PM10	24 hodin	50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	35
Částice PM10	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Částice PM2,5	1 kalendářní rok	25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Olovo	1 kalendářní rok	0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0

1.1.4 Měření úrovně znečišťování

Jednorázovým nebo kontinuálním měřením se zjišťuje úroveň znečišťování v místě, kde je obsah referenčního kyslíku přesně definován nebo tam, kde ve složení odpadních plynů, které se vznášejí do ovzduší, nedochází ke změnám [1].

Jednorázové měření emisí

Toto měření je hlavně nutno provádět v případech, kdy jde o změnu suroviny, paliva nebo tepelně zpracovaného odpadu, dále při zásahu do vybavení, konstrukce nebo uvedení SSZ do provozu [5].

O úrovni znečišťování musí jednorázové měření odrážet skutečnost co nejpřesněji při použité metodě měření, což znamená vyhodnocení a odběr jednotlivých vzorků. Lze použít jen ty metody, které pro specifické emisní limity v intervalu od 10 % do 200 % umožní stanovit koncentraci znečišťujících látek (dále jen „KZL“) [5].

Pokud po jednotlivých měřeních je průměr hodnot výsledků KZL roven emisnímu limitu nebo je menší a zároveň je každá hodnota samostatně měřená menší než 120 % tohoto limitu, je emisní limit dodržen [5].

Kontinuální měření emisí

Stejně jako u jednorázového měření musí kontinuální (nepřetržité) měření co nejdříve odrážet skutečnost a musí se dodržet průkaznost jeho kalibrace a správnost výsledků [5].

V intervalu od 10% do 250% musí použitý přístroj změřit hmotnostní KZL emisního limitu. Pokud je SSZ vybaven technologiemi, které emise tuhých znečišťujících látek (dále jen „TZL“) snižují, jde o stanovení koncentrace garantované výrobcem ve stejném intervalu [5].

Tab. 1.2 Obecné emisní limity (z přílohy č.9 zákona 415/2012 Sb.)[5]

Název znečišťující látky	Hmotnostní tok [g/h]	Hmotnostní koncentrace [mg/m ³]
TZL	=<2500	200
	>2500	150
SO ₂	>20000	2500
NO ₂	>10000	500
CO	>5000	500

1.1.5 Nástroje ke snižování úrovně znečištění a znečišťování

Hlavním programem České republiky je Národní program snižování emisí. Cíle, které si tento program udává z analýzy a scénáře vývoje znečištění a znečišťování, jsou snížení emisních stropů pro skupiny mobilních i stacionárních zdrojů, zatížených troposférickým ozonem a expozicí pro částice polévatého prachu o velikosti 2,5 μm (dále jen „PM_{2,5}“). Pokud dochází k překročení imisního limitu v bodech 1 až 3 v příloze č. 1 zákona o ochraně ovzduší, nebo není dodržen počet překročení, ke kterému může dojít, Ministerstvo životního prostředí (dále jen „MŽP“) zpracuje program, který se aktualizuje při nejmenším jednou za 3 roky, ke zlepšování kvality ovzduší do 18 měsíců. Provozovatel

stacionárního zdroje může podat námitku jen v případě, že k imisnímu limitu výrazně přispěl. Nejpozději do jednoho roku jde zažádat o přezkumné řízení. Při překročení prahových hodnot v příloze č.6 zákona o ochraně ovzduší týkající se znečištění oxidem dusičitým (dále jen „NO₂“), SO₂ a částicemi polétavého prachu o velikosti 10 µm (dále jen „PM₁₀“) se jedná o smogovou situaci [5].

Vyhláška č. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší říká: „K posouzení, zda dochází k překročení některého z imisních limitů podle odstavce 5, se použije průměr hodnot koncentrací pro čtverec území o velikosti 1km² za předchozích 5 kalendářních let ” [5].

Tam, kde bude podle odstavce 5 nejvyšší hodnota úrovně znečištění, musí být provedena kompenzační opatření, které vydává MŽP v rozhodnutí o kvalifikaci typu stacionárního zdroje ke snižování emisí [5].

1.1.6 Přechodné režimy pro spalovací stacionární zdroje

Pokud bylo před 27. listopadem 2002 až do 27. listopadu 2003 vydáno první povolení provozu stacionárního zdroje podle stanoveného celkového jmenovitého příkonu, který je 50 MW a vyšší (s výjimkou zdrojů nad 500 MW spalující pevná paliva) podle § 4 odst. 7 a 8 zákona o ochraně ovzduší, pak specifické emisní limity udávané technickou podmínkou nebo prováděcím právním předpisem pro TZL, SO₂ a NO_x není povinen provozovatel plnit [5].

Jedná-li se o období od 1. ledna 2016 do 30. června 2020 a jsou-li do PNP tyto zdroje zařazeny podle odstavce 5 zákona o ochraně ovzduší, provozovatelem musí být plněny emisní limity, které jsou stanoveny podle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích (dále jen „Směrnice EP a Rady 2010/75/EU“) na základě použitého paliva, provozních hodin za rok a skutečného celkového jmenovitého tepelného příkonu. Jestliže jde o dva a více spalovacích zdrojů, musí provozovatel plnit součet emisních stropů [5].

1.1.7 Spalovací stacionární zdroje s omezenou životností a rozhodnutí o zastavení provozu

Když do 1. ledna 2014 ohlásil provozovatel využití maximálního povoleného počtu 17 500 provozních hodin krajskému úřadu, pokud po vyčerpání dojde u těchto zdrojů k ukončení jejich provozu, není povinen plnit emisní limity s platností od 1. ledna 2016 do 31. prosince 2023 [5].

Rozhodnutí o zastavení provozu stacionární zdroje může udělit obecní úřad obce s rozšířenou působností nebo inspekce pokud provozovatel bez povolení provozu provozuje stacionární zdroj, který je uveden v příloze č.2 zákona o ochraně ovzduší a pokud ve stanovené lhůtě nesjednal nápravu, jež je zasílána inspekcí krajskému úřadu [5].

1.2 Rozdělení spalovacích stacionárních zdrojů

V závislosti na tepelném výkonu nebo příkonu jsou SSZ rozděleny do několika skupin podle zákona č. 86/2002 [6].

a) při nebrání v úvahu hodnotu jmenovitého tepelného výkonu a v případě 50 MW a vyšším jmenovitým tepelným příkonu jde o zvláště velké stacionární zdroje

b) v případě hodnoty jmenovitého tepelného výkonu v rozmezí 5 – 50 MW a nespádající pod a) jde o velké spalovací zdroje

c) při jmenovitým tepelným výkonu od 0,2 MW do 5 MW se jedná o střední spalovací zdroje

d) pokud je jmenovitý tepelný výkon nižší než 0,2 MW, jedná se o malé stacionární zdroje

1.2.1 Povinnosti provozovatelů spalovacích stacionárních zdrojů podle jejich rozdělení

O vypouštěných emisích a technickém stavu těchto zdrojů jsou povinni jejich provozovatelé poskytnout na požádání informace orgánu ochrany ovzduší [6].

Jedná-li se o střední, velké a zvláště velké SSZ, jsou dále určeny některé povinnosti provozovatelů:

- dodržovat emisní stropy, limity, přípustnou hodnotu tmavosti kouře
- zjišťovat v jakém množství jsou znečišťující látky vypouštěny a tyto výsledky s opatřeními pro jejich omezení zpřístupnit veřejnosti a inspekci
- o stacionárních zdrojích zpracovávat provozní evidenci a dále ji předávat příslušným orgánům
- zajistit technické prostředky pro kontinuální (nepřetržité) měření látek znečišťujících ovzduší (dále jen „LZO“) a zaznamenávat vyhodnocené výsledky
- umožnit inspekci ke stacionárnímu zdroji přístup, aby mohli zjistit množství LZO a dále zkontrolovat provoz a technický stav tohoto zdroje

Jedná-li se o malé stacionární zdroje, provozovatel musí plnit následující:

- dodržovat podmínky pro uvádění do provozu a pro provoz SSZ
- za účelem kategorizace SSZ, k jejímu ověření a kontrolování množství vypouštěných látek a technického stavu musí umožnit inspekci a osobám pověřených obcí přístup ke SSZ s předložením potřebných podkladů
- dodržovat přípustnou tmavost kouře

- zajistit měření účinnosti spalování a nejméně jednou za 2 roky zajistit kontrolu stavu spalinových cest a do 2 měsíců odstranit zjištěné závady. Tento bod mají povinnost provozovatelé plnit u zdrojů, které spalují tuhá paliva od 15 kW jmenovitého tepelného výkonu a v případě plyných nebo kapalných paliv od 11 kW

1.3 Základní přehled evropských legislativních opatření

Důležitými právními předpisy pro evropskou legislativu, týkající se ochrany ovzduší jsou Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu (dále jen „Směrnice EP a Rady 2008/50/ES“) a Směrnice EP a Rady 2010/75/EU [7].

Směrnice EP a Rady 2008/50/ES je v platnosti od 21. května 2008. Jejím úkolem je stanovovat cíle do roku 2020 v oblasti životního prostředí a kvality ovzduší a zahrnuje především:

- stanovení cílových, limitních a prahových hodnot, kvůli posouzení každé znečišťující látky (SO₂, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ a CO)
- pokud v některých konkrétních oblastech jsou úrovně znečištění oproti prahovým hodnotám vyšší, musí se s cílem nápravy zavést plány kvality ovzduší. Jestliže existuje riziko, že k překročení prahové hodnoty dojde, musí se provést omezení určité průmyslové činnosti
- o kvalitě vnějšího ovzduší musí být informováni organizace, které jsou za životní prostředí zaměřené, veřejnost a další
- výroční zprávy, které se týkají znečišťujících látek, musí zveřejňovat vlády EU

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu říká: „Směrnice 2010/75/EU začala nabývat platnosti

24. 11. 2010. Udává práva a povinnosti členských států o dodržování příslušných hodnot emisí. Tato směrnice v souladu s článkem 193 Smlouvy o fungování Evropské unie a není překážkou tomu, aby členské státy zachovávaly či zaváděly přísnější ochranná opatření, např. Požadavky v oblasti emisí skleníkových plynů, pokud jsou tato opatření slučitelná se Smlouvami a pokud byla oznámena Komisi“ [8].

Hlavním cílem této směrnice bylo zavedení přísnějších emisních limitů, které se týkají spalovacích zdrojů nad 50 MWt s platností od 1. července 2020, podle kterých se řídí Česká republika v rámci PNP.

Tato směrnice dále určuje například:

- v oblasti průmyslových činností zadávat obecný rámec pro kontrolu za účelem vyloučení nebo snižování znečištění
- z důvodu ochrany životního prostředí se musí přistupovat k omezování znečištění i tak, že v provozu je pouze zařízení, které má povolení k provozu, kterými se hlavní povinnosti provozovatele řídí
- právní předpisy musí projít revizí, kvůli vyjasnění ustanovení, která jsou v platnosti v oblasti průmyslových zařízení
- členské státy mohou nařizovat přístupy k povinnostem, které musí provozovatelé splňovat v souladu s touto směrnicí
- zajistit, že nedojde k překročení úrovně emisí za normálních provozních podmínek
- všechny plánované změny, které mají možnost ovlivňovat životní prostředí, se musí ohlásit příslušnému orgánu
- s ohledem na návrh Evropské komise zavést pokud možno co nejlepší kontroly emisí u zařízení pod 50 MW jmenovitého tepelného výkonu na spalování paliva, jelikož k emisím v ovzduší výrazně přispívají

- při dosažení 24 h po tom, co došlo v případě čistícího zařízení u SSZ k poruše, by neměl být tento zdroj provozován

- povolení udělení dočasných výjimek, že z daného spalovacího zařízení mohou emise přesáhnout dovolené hodnoty emisí, které jsou obsahem této směrnice, pokud dojde při dodávce plynu nebo paliva obsahující nízký obsah síry k přerušení

Dále tato směrnice určuje společná ustanovení, jako jsou například: oblast působnosti této směrnice, obecné pokyny při nedodržení podmínek povolení provozu, mezní hodnoty emisí, technická opatření, normy kvality životního prostředí, uzavření zařízení a jiné zvláštní ustanovení pro spalovací zařízení [8].

2 Technologické a provozní možnosti snižování emisních limitů u teplárenských zdrojů

Počátkem roku 2016 začaly platit zpřísněné limity pro látky znečišťující ovzduší neboli emise oxidů dusíku, síry a tuhých znečišťujících látek. Tento fakt donutil provozovatele teplárenských zdrojů, kteří nevyužili přechodového období do roku 2020, realizovat technologické a provozní možnosti vedoucí ke snižování emisních limitů [9].

2.1 Použití fluidních kotlů

Fluidní kotle se dělí na tlakové a atmosférické. Již při teplotách 800 až 900 °C probíhá spalování mletého uhlí ve fluidní vrstvě fluidního ohniště. Tato nízká teplota má za následek tvoření menšího množství NO_x. Fluidní kotle snižují i koncentraci oxidů síry, ale neodsíří to spaliny na požadovanou úroveň, a proto se používá odsiřovacího zařízení (v tomto případě suchá metoda odsíření), kde je vápenec přidáván rovnou do kotle. Hodnota tlaku se při spalování u fluidních kotlů pohybuje mezi 0,1 až 2,0 MPa. Účinnost spalovacího procesu bez odsiřovacího zařízení je 91% [9, 10, 12, 20].

2.2 Denitrifikace plyných spalin NO_x

Při spalování paliv za teploty přesahující 1100 °C, kdy dochází ke vzniku termických sloučenin dusíku, vznikají hlavně oxid dusnatý (dále jen „NO“) a NO₂ oxidací dusíku jako sloučeniny NO_x, které jsou chemicky vázány v palivu a molekulárního dusíku obsaženém ve vzduchu při spalování fosilních paliv. Palivové sloučeniny, které jsou vázané v hořlavině daného paliva, se uvolňují do spalin i rozkladem. Denitrifikace je označení pro snížení těchto látek a způsoby, kterými toho lze docílit se dělí na primární a sekundární metody [9,10].

2.2.1 Primární metody

- Tvorbu NO_x lze snížit už při spalovacím procesu, když v jednotlivých patrech spalovací komory budou různé výkonové provozní hodnoty teplot, dále nízký součinitel vzduchu při provozování spalování a zajištění recirkulace spalin [9,10].

- Výměna stávajícího hořáku za nízkoemisní musí zajistit stupňovitý přívod spalovacího vzduchu, dále pak z konstrukčního hlediska zajistit řešení mrtvých koutů spalovací komory. To vše spadá přímo do konstrukčního zásahu samotné spalovací komory [9,10].

- Poslední princip zahrnuje v kombinaci předchozích dvou kategorií různé metody, jako jsou např. regulace primárního a sekundárního přívodu vzduchu do spalovací komory společně s úpravami mlecích okruhů paliva [9].

2.2.2 Sekundární metody

Mezi sekundární metody snižování tvorby NO_x patří selektivní nekatalytická redukce a selektivní katalytická redukce.

Selektivní nekatalytická redukce

Bez použití katalyzátoru dochází k redukci NO_x na dusík. Nejdříve se vytvoří redukční podmínky, při kterých dojde ke snížení NO_x vlivem vstříknutí čpavku nebo močoviny do kotle při teplotách 900 až 1050 °C a tím vznikne elementární dusík a vodní pára. Tato metoda má účinnost 40 - 60 % [10,11].

V některých postupech se od čpavku jako redukčního činidla ustupuje, jelikož u sloučeniny čpavku a síry hrozí vznik nežádoucích nánosů na strojních zařízeních a hlavně patří mezi zdraví nebezpečné látky [10,11].

Selektivní katalytická redukce

Tato metoda oproti předchozí obsahuje katalyzátor, díky čemuž probíhají reakce již při teplotách 300 - 400 °C. Oxidy dusíku, které jsou obsažené ve spalinách, se vlivem vstříknutí močoviny do spalin následně zavedených do katalyzátorového reaktoru opět změny na vodní páru a dusík. Materiály, ze kterých jsou katalyzátory vyrobeny, jsou nejčastěji molybden, wolfram a oxidy vanadu. Účinnost snížení NO_x je 80 – 90% [10].

U obou selektivních redukcí je velmi důležité dodržení optimální teploty pro průběh denitrifikace. Použité nezreagované redukční činidlo by tak mohlo spolu se spalinami unikat do ovzduší, čímž by došlo i ke snížení účinnosti [11].

2.3 Odsiřování spalin

Síra se vyskytuje ve formě SO_2 nebo oxidu sírového (dále jen „ SO_3 “) v přírodních plynných palivech. V pevných palivech dochází k vázání síry již v palivu a představuje tak součást hořlaviny. Síra vyskytující se v uhlí může mít další formy, které se v těchto palivech vyskytují a to anorganická (pyritová a síranová) a organická, která je k popelovinám chemicky vázána a oxiduje na SO_2 již při spalování [9,12,13,15,16].

Se spalinami do ovzduší je unášeno komínem až 90% oxidu SO_2 a z něj za pomoci vlhkosti se slunečním zářením vzniká kyselina sírová neboli kyselý déšť. Ekonomicky je velmi náročné odsíření uhlí před spalováním a tak tento jev lze snížit chemickým odsířením kouřových plynů. Odsíření spalin z tepelného zdroje znamená z plynných produktů spalování odstranit sloučeniny síry. Tato technologická zařízení, která se vestavují mezi kotel a komín také snižují emise TZL a mají vliv na velikostní složení vystupujících emisí TZL pokud jsou používány jako koncové. Podle hlediska fáze a způsobu zachycování SO_2 se odsiřování dělí na suché, polosuché a mokré metody a na regenerační a neregenerační. Regenerační znamená, že aktivní látka regeneruje po reakci s SO_2 a je vrácena zpět do procesu. Neregenerační metoda zdůrazňuje nevratnost aktivní látky do procesu po reakci s SO_2 [9,12,13,15,16].

2.3.1 Suchá metoda odsíření

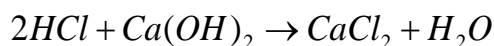
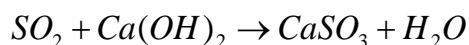
Tato metoda je převážně využívána u fluidních kotlů. Samotné fluidní spalování sice sníží koncentraci SO_2 , ale ne na požadovanou úroveň, a proto se používá odsiřovací zařízení, kde se spaliny doodsíří. Při teplotách plynů od 900 do 1200 °C se do ohniště přidává mletý vápenec (dále jen „ CaCO_3 “), který se tepelně rozloží na oxid uhličitý (dále jen „ CO_2 “) a oxid vápenatý (dále jen „ CaO “), se kterým ve spalinách reaguje část SO_2 na siřičitan vápenatý (dále jen „ CaSO_3 “). Tato technologie se dále rozšiřuje, neboť zbavuje kouřové plyny až o 30-40% síry o další, které umožňují reakci CaO na hydroxid vápenatý (dále jen „ Ca(OH)_2 “) vstříkáním vody [9,12,13,14,19].

Jemně mletý prášek je formou suchého odsiřovacího sorbentu, který je do spalin, paliva a spalovacího zařízení dávkován. Ve spalinách, jejichž teplota neklesne pod rosný bod vody se zbytkem SO_2 reaguje $Ca(OH)_2$ na $CaSO_3$, který oxiduje dále na síran vápenatý (dále jen „ $CaSO_4$ “), který je jako produkt odsíření spolu s popílkem odloučen v elektrickém odlučovači prachu a tak se může účinnost zvednout až na 70%. Použití fluidních kotlů je vhodné, jelikož v optimálních podmínkách setrvají tato aditiva ve spalovacím procesu dlouhou dobu, i když s palivem v ohništi reaguje jen část přiváděného aditiva, a tak je ho zapotřebí větší množství, což je spolu s jeho uskladněním a velkým objemem jeho části, která nezreaguje, nevýhoda [9,12,13,14,19].

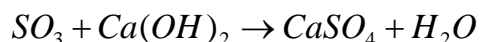
2.3.2 Polosuchá metoda odsíření

Z výchozí teploty nasycených spalin dokáže tato metoda snížit teplotu o 10 až 20 °C a to díky nástřiku vodní suspenze páleného vápna do proudu těchto spalin, kde probíhají odsiřovací reakce v odsiřovacím absorbéru při postupném odpařování vody díky teplu spalin [9].

Do spalin je přiváděn $Ca(OH)_2$ v prášku nebo ve formě vodní suspenze. Podle následujících vztahů $Ca(OH)_2$ dále reaguje na:



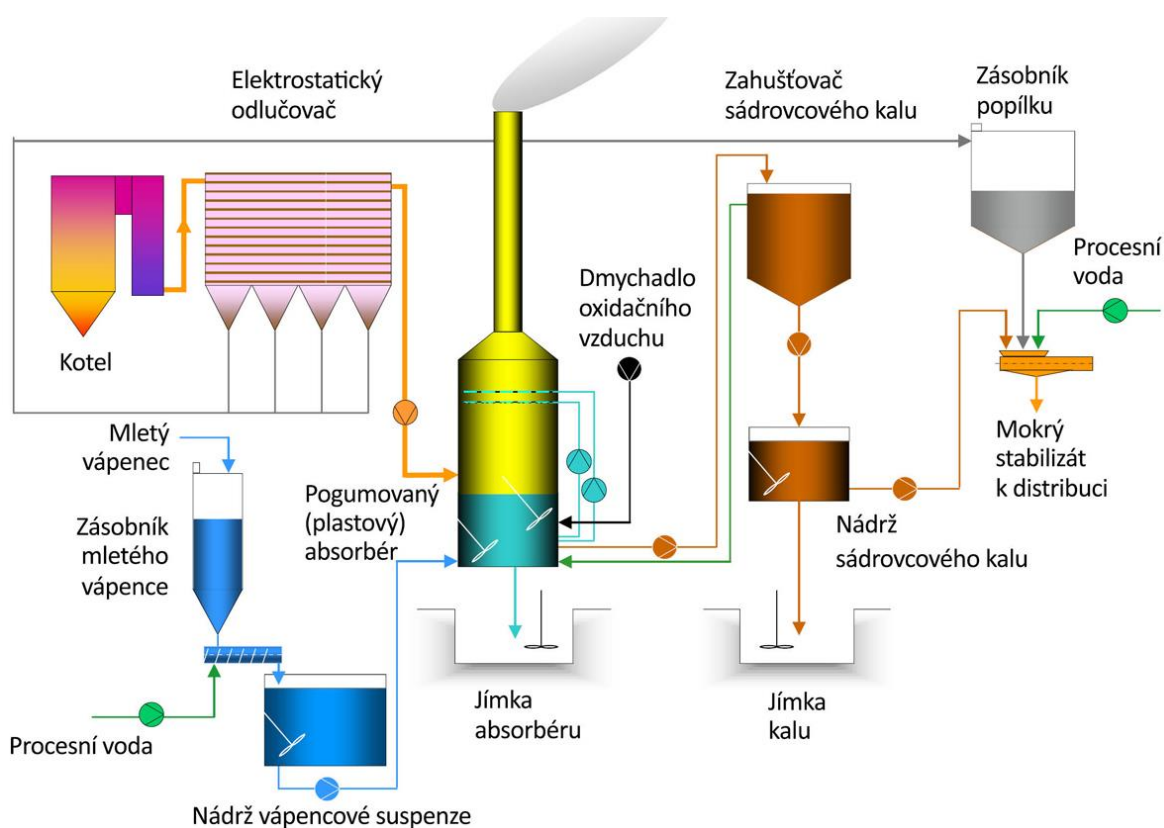
S těmito reakcemi probíhají paralelně tyto vedlejší reakce:



V elektrostatickém odlučovači je odloučena část produktu odsíření. Zbytek je odveden na běžnou skládku pro trvalé uložení. Koncový produkt ale není vhodný jako druhotná surovina pro další použití. Těto metody se využívá pro instalovaný výkon do 300 MW u elektrárenských bloků [9,13,19].

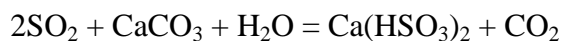
2.3.3 Mokrý metoda odsíření

Mokrý metoda odsíření, neboli mokrý vápencová vypírka, je v uhelné energetice nejrozšířenější metodou. Reakčním činidlem je zde vápencová suspenze CaCO_3 . Díky reakčnímu činidlu dojde k mokré vypírce proudu spalin v odsiřovacím zařízení (tzv. absorbér) a současně vzniká i sádrovec ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) jako takzvaný koncový produkt a ten jako druhotná surovina může být využit ve stavebnictví nebo při výrobě sádrokartonových desek. Účinnost je zde až 96% zachycení SO_2 [9,13,17].

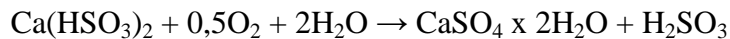


Obr. 2.1 Mokrý vápencová metoda – pracovní schéma [18]

V elektrostatickém odlučovači nejdříve dojde ke zbavení skoro všeho popílku ze spalin, které odcházejí z kotle a jsou následně přiváděny do absorberu. Tam je z nich sprchováním vypírán plynný SO_2 vodní vápencovou suspenzí ($\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$) a s tím vzniká i roztok hydrogensířičitanu vápenatého (dále jen „ $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ “). Dále je uvedena chemická rovnice, která tento proces vyjadřuje [9,13,17].



Již v odsiřovacím reaktoru lze oxidovat $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$, jelikož je to dobře rozpustná sůl a tím získat energosádrovec, který je produktem odsíření. Jedná se o krystalizaci z roztoku, takže je jeho čistota vysoká. Rovnice popisující tento děj je:



Hodnota pH ve vodní suspenzi odsiřovacího zařízení musí být v mezích 3,5 až 5,0 kvůli udržení kyselého prostředí [17].

Absorbér je nejčastěji kruhovitého, ale i obdélníkového průřezu. Jde o vertikální nádobu s průměrem například 15 m a výškou 43 m pro blok 200 MW. Rozděluje se na horní část se třemi až čtyřmi vestavěnými sprechovými rovinami, což jsou horizontální potrubní sítě obsahující mnoho speciálních trysek a jimi se rozstříkuje absorpční činidlo vápencová suspenze po celé ploše absorbéru. Konstrukce trysek je navržena tak, aby byli co nejmenší rozstříkované kapičky vápencové suspenze a s SO_2 zreagovali co nejlépe. Nad sprechovou zónou jsou odlučovače kapek k zabránění rozptýlu kapiček vápencové a sádrovcové suspenze, která vznikne díky nasycení spalin vodní párou po průchodu absorbérem [9,17].

V absorbéru stoupají spaliny ze spodní části (která je asi 1/5 výšky absorbéru a tvoří jí jímka absorpční suspenze) přes střední část tzv. absorpční zónu do horní části a během proudění jsou spaliny zkrápěny rozstříkovanou vápencovou suspenzí, která přichází do styku se stoupajícími spalinami a dochází k absorpci SO_2 . Ten v jímce s vápencovou suspenzí zreaguje na CaSO_3 . Vháněný oxidační vzduch do jímky způsobí oxidaci CaSO_3 na CaSO_4 a následně proběhne krystalizace sádrovce. Jímka má mít dostatečný objem, aby proběhla dostatečně dlouhá doba, kdy je zadržována vápencová suspenze a vznikla krystalizace sádrovce [9,17].

S teplotou 140 až 160 °C vstupují do absorbéru spaliny a sprechováním jsou ochlazeny na výstupní teplotu kolem 59 °C. Z absorbéru jdou vyčištěné spaliny do chladících věží a dál do atmosféry [9,17].

3 Posouzení zdrojů v ČR z pohledu plnění emisních limitů

Od 1. ledna 2016 jsou v platnosti zpřísněné limity pro nové a stávající zdroje, kromě některých výjimek. Pro stávající zdroje to znamenalo nutnost optimalizace provozu a úprav technologie a u nových zdrojů ve fázi projekčního návrhu velmi odborný přístup [21].

K dosažení emisních limitů byly z technického pohledu tři způsoby pro stávající zdroje:

- a) již ve spalovací komoře upravit způsob spalování a přípravu paliva k zabránění nadměrného vzniku emisních plynů
- b) k redukcí emisních plynů instalovat nové technologie
- c) optimalizovat součinnost obou uvedených možností za účelem minimálních investičně-provozních nákladů

Na vhodnost použití těchto variant je nezbytné vědět, u konkrétního zdroje, jakou dobu bude ještě v provozu [21].

Přechodný národní plán

Přechodný národní plán České republiky říká: „Přechodný národní plán České republiky je zpracován na základě § 37 zákona č.201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o ochraně ovzduší“) a v souladu s požadavky článku 32 směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích a v souladu s požadavky rozhodnutí Evropské komise 2012/115/EU, kterým se stanoví pravidla týkající se přechodných národních plánů uvedených ve směrnici Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích.“ [22].

Transpozice článku 32 směrnice 2010/75/EU je součástí zákona 201/2012 Sb. a týká se PNP, kterého se mohou, ale nemusí provozovatelé zúčastnit. Ti, kteří chtěli a splňovali

podmínky pro zařazení do PNP museli provést výpočty emisních stropů. Po zpracování těchto dat byla aktualizovaná verze výpočtů zaslána zpět provozovatelům s požadavkem, aby nedošlo k překročení stávajících mezních hodnot emisí stanovených k 31. prosinci 2015 [22].

V příloze č.2 tohoto plánu jsou uvedeny emisní stropy pro TZL, SO₂ a NO_x a v příloze č. 5 tohoto plánu jejich součty [22].

Do PNP byly zařazeny SSZ včetně znečišťujících látek, podle kterých do tohoto plánu byly zahrnuty s přehledem předpokládaných opatření k zajištění plnění emisních limitů SSZ podle přílohy č. 1 tohoto plánu [22].

V příloze č.2 tohoto plánu jsou uvedeny emisní limity stanovené od 31. prosince 2015 a emisní stropy, které byly vypočteny k 31. prosinci 2010 na základě celkového skutečného jmenovitého tepelného příkonu, provozních hodin a použitého paliva za deset let až do roku 2010 včetně a které se musí od 1. ledna 2016 plnit pro spalovací stacionární zdroje [22].

PNP definuje na úrovni nejlepších dostupných technik přechod provozů na emisní limity, které od 1. ledna 2016 do 30. června 2020 lineárně klesají za účelem připravit Českou republiku na nové emisní limity, které vstoupí v platnost od 1. července 2020 podle Směrnice EP a Rady 2010/75/EU. Kolem 45 provozovatelů požádalo o zařazení do PNP. Ti provozovatelé, kteří nejsou zahrnuti v PNP musí plnit tyto zpřísněné emisní limity již od 1. ledna 2016 [22,23].

Tab. 3.1 Pokles emisí v oblasti zvláště velkých zdrojů mezi lety 2006 a 2020 [24]

SO ₂	ze 156 000 tun	na 48 000 tun
NO _x	ze 108 000 tun	na 43 000 tun
TZL	ze 4 800 tun	na 4 600 tun

3.1 příklady zdrojů plnicí emisní limity

Teplárenské sdružení České republiky určilo, že mezi lety 2013 až 2015 se účastnila investice na snižování emisí řada měst a obcí. Dále je uvedeno několik příkladů SSZ, které k tomuto roku plní emisní limity podle PNP [25].

Teplárna České Budějovice

K roku 2014 měla teplárna již po instalaci odsíření a začínala s realizací snižování emisí NO_x primárními a sekundárními opatřeními. K výraznému snížení NO_x došlo na kotli K11 a v základním závodě proběhla stavba odsíření spalin. Mezi lety 2013 až 2015 bylo instalováno přes 6 km horkovodních potrubí a přes 20 výměňkových stanic bylo na tento horkovodní provoz přestavováno [25, 26].

Sprchováním spalin čtyřmi novými čerpadly se lépe odstraňují škodlivé látky a dále zásluhou nahrazení pouzdra komína nerezovou vložkou. Ke dni 26. listopadu 2015 se zjistilo, že kvůli poklesu objemu oxidů síry se tyto látky snížily až o 80 %. U oxidů dusíku o 20% [25,26].

Tato teplárna, co se týče čistoty ovzduší, plní nejpřísnější normy nových emisních limitů PNP počínaje tímto rokem do roku 2019 [25,26].

Plzeňská teplárenská

V roce 2013 byl realizován v Plzeňské teplárenské na kotli K5 projekt na snížení emisí NO_x. Vybaven primárním opatřením byl v roce 2014 i kotel K4. Ve stejném roce došlo i k výstavbě sekundárního opatření na K4 a K5. Dále byl na obou kotlích upraven spalovací proces tak, aby se docílilo snížení NO_x a CO a byly splněny od roku 2016 nové emisní limity [25,27].

K4 a K5 byly opatřeny čtyřmi kusy nízkoemisních uhelných hořáků a tak bylo upraveno jejich spalování. Dalším opatřením K4 a K5 bylo sekundární, tedy nástřikem

močoviny do spalovací komory. Snížení emisí NO_x v roce 2014 bylo více jak 60 % a účinnost kotlů byla zvýšena na 88,5 % [25,27].

Za nové, tzv. hybridní filtry, které jsou kombinací elektrostatického odlučovače s tkaninovým filtrem, byly vyměněny zastaralé filtry a tím došlo ke snížení na desetinu původního množství PM_{2,5} a PM₁₀ [25,27].

Dále v roce 2014 došlo k práci na optimalizaci provozu odsiřovacího zařízení na bázi mokré vápencové vypírky. Úpravy spalování se dočkal i kotel K1 a společnost bude v budoucnu pokračovat i na kotli K3 [25,27].

Rok 2015 přinesl oproti roku 2014 dosažení vyprodukovaní nejnižšího množství emisí NO_x, SO₂ a TZL o 5%, výstavbu nového plynového kotle K7 jako záložního a rekonstrukci horkovzdušných rozvodů [25,27].

Celkový dosažitelný elektrický výkon činí 111 MWe a tepelný 448 MWt

Elektrárna Ledvice

K roku 2014 patřila výstavba plynové kotelny mezi významné investiční akce, která měla nahradit výtopnu v Proboštově a snížit emise škodlivin. Plán byl takový, že díky nové plynové kotelně měli poklesnout emise NO_x o 16 tun, SO₂ o 114 tun a emise TZL o 350 kg ročně. Kotelna je nyní záložním zdrojem výroby tepla a zároveň je používána pro nový ekologický zdroj s výkonem 660 MW jako stabilizační a najížděcí zdroj, který začal vyrábět elektriku v prosinci 2015 [25,28,29].

Největší plynová kotelna v České republice s výkonem 135 MWt měla plnit funkci od sezony 2014/15, ale začala až v letošním roce 2016. Vedle toho došlo k realizaci čtyř průduchů ocelových komínů kvůli potřebě rozptylu znečišťujících látek dál do ovzduší, aby zatěžovali okolí v co nejmenší míře [25,28,29].

Teplárna Planá nad Lužnicí

Mezi srpnem 2013 až říjnem 2015 byla instalována jednotka mokrého odsíření, dva uhelné kotle s fluidním spalováním (každý s výkonem 40 tun páry/hod), čtyři plynové motorgenerátory (4x9 MWe) a čtyři spalínové kotle, využívající teplo ze spalín motorgenerátorů (4x4 tuny páry/hod) [25,30].

Dále kvůli zvýšení účinnosti a lepšímu vyhovění novým parametrům páry byla parní turbína rekonstruována. Tepelné rozvody prošly kompletní rekonstrukcí. Místo ztrátové páry je většina objektu zabudována horkou vodou [25,30].

Roku 2016 dochází z hlediska celkové produkce k poklesu emisí teplárny u NO_x o 60 %, SO₂ o 86 % a PM_{2,5} a PM₁₀ o 59 % díky kompletní modernizaci [25,30].

4 Návrh vhodného řešení zajišťující splnění předepsaných emisních parametrů

Jelikož od letošního roku začaly platit nové emisní limity, musela spousta provozovatelů SSZ přijít s návrhem, jak vyřešit problém s nadměrným vypouštěním emisí do ovzduší tak, aby byli s návrhem a konstrukcí daného zařízení nebo modernizací některých částí do roku 2016 hotovi a nemuseli ukončit provoz SSZ.

4.1 Základní popis postupu

Při navrhování vhodného řešení zajišťující splnění předepsaných emisních parametrů u teplárenských zdrojů se nejdříve řešily dotační podpory tak, že se musela provést analýza environmentálního přínosu, přijatelnost a ekonomické parametry projektu. Tato analýza daného projektu se použila na dobrovolné podávání žádosti o dotaci z EU přes Operační program Životního prostředí (dále jen „OPŽP“), který platí od 14. srpna 2014 do roku 2020 [31,32].

Jako další museli žadatelé uvést informace o situaci zařízení v době podávání žádosti o zahrnutí do OPŽP.

V projektu je zahrnuto následující:

- kolik tepla ročně daná teplárna dodává
- kde bude projekt realizován (přes GPS souřadnice SSZ)
- technický popis z technické dokumentace (jaké technologické zařízení teplárna tvoří a jejich popis se stávajícím popisem možností snižování emisí)
- jaké množství emisí vypouští teplárna současně do ovzduší za 3 poslední kalendářní roky

- platné specifické emisní limity pro konkrétní stávající zařízení spolu s odkazem na vyhlášku č. 415/2010 Sb.
- stanovení technického popisu stávajícího řešení z technické dokumentace projektu (modernizace elektrostatických odlučovačů, náhrada dosavadního kotle a další)
- vyhodnocení environmentálních přínosů, které přinese dokončení projektu
- provedení výpočtu nákladů na daný projekt

4.2 Popis návrhu vhodného řešení pro zajištění splnění předepsaných emisních parametrů v Ostrovské teplárenské, a.s.

Ostrovská teplárenská, a.s. zabývající se výrobou elektrické a tepelné energie byla založena 1.1.1994 a do dnešní doby prošla několika ekologickými procesy. V roce 2014 probíhala v Ostrovské teplárenské, a.s. nadále výměna potrubí z parovodního na horkovodní se, kterou se začínalo již v roce 2000, a roku 2015 byla tato výměna dokončena. Došlo i na přípravy na modernizaci a konstrukci tohoto teplárenského zařízení. Roku 2015 byla vybudována hlavní výměňiková stanice na ohřev teplé vody a další horkovodní předávací stanice na přeměnu páry na horkou vodu díky sekundárním rozvodům tepla. K výrobě stejného množství tepla se tak spotřebuje menší množství paliva a tím dochází k výraznému snížení emisí NO_x, SO₂ a TZL a k menším tepelným ztrátám [33,34,35].

Rokem 2016 se začalo s plánováním výměny uhelných kotlů, což povede k modernizaci teplárny a tím k vytvoření zdroje, který bude moct spalovat více druhů paliv. Nyní se pracuje na stavbě prvního kotle, který bude spalovat dřevní štěpku, což je z hlediska polohy teplárny i ekonomickým přínosem a měl by být zprovozněn do konce září 2016. Podle plánu by do pěti let mělo dojít k celkové výměně kotlů, díky čemuž vznikne nový flexibilní zdroj [36].

Nejčastěji se řešil problém s vypouštěním SO₂ do ovzduší, a proto byla navrhována mokrá vápencová vypírka z metod odsíření pro spalování fosilních paliv (ropa, zemní plyn a uhlí) jako neúčinnější (v případě fluidních kotlů), jejíž zařízení se vestavuje mezi kotel a komín. U Ostrovské teplárenské, a.s. se plánuje výměna všech stávajících uhelných kotlů za účelem využívání více druhů paliv, ve kterých bude primárně spalována biomasa (v případě práškových kotlů), která mimo jiné při spalování vyprodukuje téměř nulovou produkci CO₂ do ovzduší a koncentrace NO_x jde lze snížit díky úpravě teploty spalování.

Hlavním důvodem spalování biomasy je ten, že vzniká nízký obsah SO₂ (0 – 0,1%) oproti hnědému uhlí, které někdy přesahuje i více než 2 % SO₂. Z těchto uvedených důvodů a z důvodů snížení emisí (NO_x, SO₂ a TZL) díky výměně potrubí z parovodního na horkovodní a vybudováním hlavní výměňkové stanice na ohřev teplé vody s dalšími předávajícími stanicemi dojde po výměně všech kotlů, které jsou součástí Ostrovské teplárenské, a.s., kde se bude primárně spalovat již zmíněná biomasa k tomu, že Ostrovská teplárenská, a.s. bude v roce 2020 splňovat předepsané evropské emisní limity.[37]

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo shrnout českou a evropskou legislativu týkající se snižování emisních limitů teplárenských zdrojů. Práce uvádí jednotlivé platné zákony včetně novelizací, které se s touto problematikou pojí. Je pochopitelné, že vlivem neustále stoupající spotřeby tepla i elektrické energie dochází k nárůstu počtu zdrojů, schopných dodat požadovanou tepelnou energii. Bez řádné legislativy a důsledné kontroly jejího plnění by mohla pokračovat situace známá z druhé poloviny 20. století, kdy většina průmyslových měst a oblastí byla zahalena šedým, štiplavým kouřem a obyvatelé dýchali nebezpečné látky v něm obsažené. Ovšem s postupným technologickým pokrokem a především s cílem čistého životního prostředí přišly státy s myšlenkou cíleného snižování znečišťujících látek. V Evropě vlivem spojení jednotlivých států v Evropskou unii došlo k rámcovému sjednocení této legislativy, což přináší provozovatelům teplárenských zdrojů, do jisté míry, stejné podmínky.

Ke snižování emisí může docházet v několika stupních, přesně tak, jak prochází procesem. Především tedy záleží výběru suroviny - palivu, ze kterého chceme energii získávat. Může se jednat o plyn, fosilní paliva, biomasu, atd. Každá z těchto surovin má odlišný potenciál k tvorbě znečišťujících látek s ohledem na její kvalitu. Záleží na mnoha faktorech, jako je např.: obsah síry a dalších příměsí, velikost resp. stupeň rozemletí, místo těžby (v případě uhlí), atd. Dalším krokem k vytvoření požadované energie je hoření, čili spalování paliva v kotli. K zajištění správných teplot spalin v jednotlivých oblastech kotle se nastavují přívody primárního a sekundárního vzduchu, nebo se pro lepší efektivitu využívá recirkulace spalin.

Důležitým faktorem ekologického provozu teplárenského zdroje je doplnit daný zdroj různým typem odsíření, tedy mokrou vápencovou vypírkou, suchou metodou odsíření nebo polosuchou na snižování množství oxidů síry. Pro snížení oxidů dusíku se metody dělí na primární a sekundární. Jedná-li se o sekundární metody, jde o selektivní nekatalytickou redukci a selektivní katalytickou redukci.

Modernizace teplárenských zdrojů přináší řadu výhod nejenom v oblasti neustálého snižování emisí škodlivých látek, ale i co do univerzálnosti teplárny jako takové. Vlivem výměny kotle totiž stávající teplárny spalující primárně uhlí, získají možnost spalovat dřevní štěpku. Což je palivo se zanedbatelným obsahem oxidu siřičitého a oxidu uhelnatého.

Vlivem platnosti nových emisních limitů (které platí od 1. ledna 2016) plní všichni provozovatelé přípustné emise spalovacích stacionárních zdrojů, které jsou v provozu, pokud nejde o provoz s omezenou životností. Teplárenské zdroje tak musely před tímto obdobím projít optimalizací provozu a rozsáhlými úpravami technologie.

V posledním bodě bakalářské práce je uveden návrh řešení Ostrovské teplárenské, a.s., která prošla během posledních let několika změnami. Mezi nejzásadnější patří vybudování nové hlavní výměňkové stanice a realizace horkovodních potrubí. Dále se u této teplárny plánuje výměna všech stávajících kotlů, z nichž většina bude postavena na spalování biomasy a tím dojde ke splnění předepsaných emisních limitů Evropské unie v dalších letech.

Z výše uvedených informací lze říci, že postupná modernizace a zlepšování teplárenských zdrojů vede k čistšímu ovzduší s menším obsahem škodlivých látek. Celý proces je vázán k ekonomické a technologické vyspělosti tohoto oboru. Dá se tedy předpokládat i do budoucna, že se díky tomuto pokroku a potřebné legislativě, dokáže zachovat současný trend snižování emisí a čistého životního prostředí.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ: *Legislativa a metodické pokyny* [online]. 2014 [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/legislativa_metodicke_pokyny_ovzdusi
- [2] ENVIWEB.cz: *Novela zákona o ochraně ovzduší v návaznosti na nový kontrolní řád* [online]. 2014 [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/ekologove/99642/novela-zakona-o-ochrane-ovzdusi-v-navaznosti-na-novy-kontrolni-rad>
- [3] ENVIPROFI.cz: *Senátní novela zákona o ochraně ovzduší* [online]. 2014 [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: http://www.enviprofi.cz/senatni-novela-zakona-o-ochrane-ovzdusi-uniqueidgOke4NvrWuOKaQDKuox_Zw-TJLDO3x21MEOJR2Z3Dzs/
- [4] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ: *Zákon č. 201/2012 Sb.* [online]. 2014 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/9F4906381B38F7F6C1257A94002EC4A0/%24file/Z%20201_2012.pdf
- [5] ZÁKONY PRO LIDI: *Předpis č. 415/2012 Sb.* [online]. 2012 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-415#cast2>
- [6] C.E.I.S.: *Emise* [online]. 2014 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.ceis.cz/wp-content/uploads/2014/09/Emise.pdf>
- [7] EUR-Lex: *Čistší ovzduší pro Evropu* [online]. [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=URISERV%3Aev0002>
- [8] EUR-Lex: *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT?uri=uriserv:OJ.L_.2010.334.01.0017.01.CES&toc=OJ:L:2010:334:TOC

- [9] O ENERGETICE.CZ: *Odsíření aneb technologické postupy snížení emisí v praxi* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/teplo/odsireni-aneb-technologicke-postupy-snizeni-emisi-v-praxi/>
- [10] CEZ.cz: Snižování emisí NOx [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/snizovem_5.html
- [11] ODPADOVÉ FORUM.cz: *Co víme o nekatalytické redukci oxidů dusíku* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.odpadoveforum.cz/DVD/dokumenty/prispevky/117.pdf>
- [12] CEZ.cz: *Emise a imise* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/emise_3.html
- [13] ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ: *Odsiřování* [online]. 2011 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://users.fs.cvut.cz/~vybirpav/Ochrana%20ovzduši/Odsirovani.pdf>
- [14] PICK, P: *Technologie ochrany ovzduší* [online]. Praha, 1991 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: http://homel.vsb.cz/~lih90/_soubory/oo/09-01.pdf
- [15] CEZ.CZ: *Technologie pro snižování emisí SO2 a NOx* [online]. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/technologie_5.html
- [16] PORTAL CHMI.cz: *Účinnost technologie ke snižování emisí* [online]. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/evidence/aktual/StanoveniUcinnostiOdlucovacuu.pdf>

- [17] CEZ.cz: *Mokrý vápencová vypírka spalin* [online]. [cit. 2016-05-11].
Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie_energetiky/02/vypirka_5.html
- [18] TENZA.cz: *Mokrý vápencová vypírka* [online]. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z:
<http://www.tenza.cz/cz/aktivity/energetika/technologie/zarizeni-pro-cisteni-spalin/mokra-vapencova-vypirka/>
- [19] VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ – FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ: *Odsiřování spalin fluidního kotle* [online]. [cit. 2016-05-12].
Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/05-miklik.pdf>
- [20] CEZ.cz: *Fluidní kotel* [online]. 1999 [cit. 2016-05-12]. Dostupné z:
https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/hesla/fluid_kotel.html
- [21] IVITAS.cz: *Uhelné elektrárny* [online]. 2012 [cit. 2016-05-12]. Dostupné z:
www.ivitas.cz/doc/press_file/all-for-power-c-4-2012-6.pdf
- [22] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ: *Přechodný národní plán* [online]. 2014 [cit. 2016-05-13]. Dostupné z:
[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prechodny_narodni_plan_cr/\\$FILE/OOO-PNP_CR_2014_15-20150623.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prechodny_narodni_plan_cr/$FILE/OOO-PNP_CR_2014_15-20150623.pdf)
- [23] TÝDEN.cz: *Od ledna se zpřísní emisní limity pro firmy, řada jich má ale odklad* [online]. 2015 [cit. 2016-05-13]. Dostupné z:
http://www.tyden.cz/rubriky/byznys/cesko/od-ledna-se-zprisni-emisni-limity-pro-firmy-rada-jich-ma-ale-odklad_367345.html
- [24] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ: *Legislativní opatření k omezení znečištění ovzduší prachovými částicemi* [online]. 2013 [cit. 2016-05-13]. Dostupné z:
http://www.czp.cuni.cz/stuz/besedy/b_1311/gadas.pdf

- [25] TEPLÁRENSKÉ SDRUŽENÍ České republiky: *3T* [online]. Praha, 2014 [cit. 2016-05-13]. Dostupné z:
www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=20&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj71IPtn_fMAhUEWxQKHYZDAo4ChAWCFEwCQ&url=http%3A%2F%2Fwww.tscr.cz%2Ftscr%2Fdata%2Fcasopisy%2Fdownload.php%3Ftyp%3D3t%26id%3D62014&usg=AFQjCNGd4NtGp3M6WdjPn_ru2U11cLlxuQ&bv=vm=bv.122852650,d.bGg
- [26] ČESKÁ TELEVIZE.cz: *Teplárna České Budějovice je odsířena, množství emisí se radikálně sníží* [online]. 2015 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z:
<http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/1625954-teplarna-ceske-budejovice-je-odsirena-mnozstvi-emisi-se-radikalne-snizi>
- [27] PLZEŇSKÝ DENÍK.cz: *Plzeňská energetika nadále pokračuje ve snižování emisí* [online]. 2016 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z:
http://plzensky.denik.cz/zpravy_region/plzenska-energetika-nadale-pokracuje-ve-snizovani-emisi-20160229.html
- [28] TBZ - INFO / ENERGETIKA: *Náhradní parní zdroj v elektrárně Ledvice* [online]. 2016 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/13681-nahradni-parni-zdroj-v-elektrarne-ledvice>
- [29] INVESTIČNÍ WEB.cz: *ČEZ: Nový blok v Ledvicích pojede před Vánocemi na plný výkon* [online]. 2015 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z:
<http://www.investicniweb.cz/zpravy-z-trhu/2015/12/9/novy-blok-v-ledvicich-pojede-pred-vanocemi-na-plny-vykon/>
- [30] C - ENERGY: *Květen 2016* [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z:
<http://www.c-energy.cz/cs/aktuality>
- [31] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ: *Analýza souladu projektu s prioritní osou 2 OPŽP* [online]. [cit. 2016-06-01]. Dostupné z:

- <http://www.opzp.cz/dokumenty/download/150-1-Vzor%20anal%C3%BDzy%20souladu%202.2%20a%20-%20velk%C3%A1%20energetika%20-%20final.pdf>
- [32] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ: *Operační program Životního prostředí* [online]. 2015 [cit. 2016-06-01]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/news_1508014_opzp_vyzva
- [33] COMMSERVIS.com: *V Ostrově probíhá největší výměna potrubí za posledních několik let* [online]. 2014 [cit. 2016-06-01]. Dostupné z: http://www.commservis.com/v-ostrove-probiha-nejvetsi-vymena-potrubi-za-poslednich-nekolik-let-tiskova-zprava_567
- [34] DENÍK.cz: *Teplárna je opět nominována na Projekt roku* [online]. 2016 [cit. 2016-06-01]. Dostupné z: <http://www.denik.cz/karlovarsky-kraj/teplarna-je-opet-nominovana-na-projekt-roku-20160328-h1jo.html>
- [35] TENZA REPORT: *Další etapa teplofikace v Ostrově nad Ohří* [online]. 2016 [cit. 2016-06-02]. Dostupné z: www.tenza.cz/files/3858/tenza-report-10-web.pdf
- [36] OSTROVSKÁ TEPLÁRENSKÁ, a.s.: *Ostrovská teplárenská, a.s. v roce 2016* [online]. 2016 [cit. 2016-06-01]. Dostupné z: <http://www.ostrovska-teplarenska.cz/ostrovska-teplarenska-a-s-v-roce-2016/>
- [37] SKUPINA ČEZ: *Jak funguje výroba energie z biomasy* [online]. [cit. 2016-06-03]. Dostupné z: [www.tenzahttps://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/flash-model-jak-funguje-vyroba-energie-z-biomasy.html](https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/flash-model-jak-funguje-vyroba-energie-z-biomasy.html)[cz/files/3858/tenza-report-10-web.pdf](http://www.tenza.cz/files/3858/tenza-report-10-web.pdf)

