

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Produkce emisí velkých energetických zdrojů
v městě Plzni**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Veronika SVĚCENÁ**
Osobní číslo: **E17B0135P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Téma práce: **Produkce emisí velkých energetických zdrojů v městě Plzni**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Zásady pro vypracování

1. Popište současný stav produkce emisí znečišťujících látek ovzduší z velkých energetických zdrojů na území města Plzně.
2. Zhodnoťte produkované emise z hlediska jejich množství a významnosti. Porovnejte tuto produkci s ostatními zdroji na území města Plzně.
3. Uveďte přehled technologií a nástrojů na snižování produkce emisí znečišťujících látek v energetice.
4. Navrhněte možnosti a způsoby pro snižování produkce množství a významnosti emisí znečišťujících látek.

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Energy for Sustainable Development II. J.Knápek, R.Haas, J.Jílková, nakladatelství Alfa 2010, ISBN:978-80-87197-36-3

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Eduard Ščerba, Ph.D.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **4. října 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **11. června 2020**



Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan



L.S.



Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

Abstrakt

Tato bakalářská práce se věnuje zhodnocení produkce emisí velkých energetických zdrojů na území města Plzně. V první teoretické části se práce zabývá nejčastěji se vyskytujícími látkami znečišťujícími ovzduší a současně popisem existujících technologií pro jejich omezení či úplné odstranění. V práci jsou dále porovnány a vyhodnoceny emisní bilance velkých energetických zdrojů na území města Plzně s ostatními zdroji emisí, a to jak v Plzni, tak v Plzeňském kraji. V závěru jsou pak navrženy konkrétní možnosti a technologie pro snížení emisních hodnot.

Klíčová slova

Emise, emisní zdroje, látky znečišťující ovzduší

Abstrakt

This bachelor's thesis deals with the evaluation of emissions of large energy sources in the city of Pilsen. In the first theoretical part, the work deals with the use of air pollutants and potential users of existing technologies to reduce or eliminate them. Furthermore, the thesis evaluates emission balances of large energy sources, both in the city of Pilsen and in the Pilsen region. At the end, specific options and technologies for reducing emission values are proposed.

Klíčová slova

Emissions, emission sources, air pollutants

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.

.....

podpis

V Plzni dne 15.6.2020

Veronika Svěcená

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu Mgr. Eduardovi Ščerbovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

OBSAH

Obsah	8
Úvod.....	10
Seznam symbolů a zkratk	11
1. Základní pojmy.....	12
1.1 Emise.....	12
1.2 Imise.....	12
1.3 Transmise.....	12
2. Znečišťující látky a jejich vlastnosti.....	13
2.1 Oxidy síry.....	13
2.2 Oxidy dusíku.....	14
2.3 Oxidy uhlíku	18
2.4 Suspendované částice.....	19
2.5 Ostatní znečišťující látky	20
3. Legislativa	21
3.1 Zákon o ochraně ovzduší	22
3.2 Emisní limity.....	23
4. Technologie pro snižování produkce emisí.....	24
4.1 Odlučování oxidů síry.....	24
4.1.1 Mokrý vápencová vypírka	25
4.1.2 Polosuchá odsiřovací metoda	25
4.1.3 Suchá aditivní vápencová metoda	26
4.2 Snižování emisí NO _x	26
4.3 Snižování emisí oxidů uhlíku.....	27
4.4 Snižování emisí prachu.....	28

5.	Hlavní energetické zdroje Plzně	30
5.1	Plzeňská Teplárenská a.s.	30
5.1.1	Energetický zdroj Teplárna.....	30
5.1.2	Energetický zdroj Energetika	31
5.1.3	Zařízení k energetickému využívání odpadů (ZEVO Plzeň).....	31
6.	Produkce emisí	32
6.1	Emise zdroj Teplárna	32
6.2	Emise zdroj Energetika.....	34
6.3	Emise zdroj ZEVO Plzeň.....	35
6.4	Porovnání produkce emisí velkých energetických zdrojů s ostatními emisními zdroji v Plzni	36
7.	Možnosti a způsoby pro snižování množství emisí	40
	Závěr	43
	Seznam literatury a informačních zdrojů.....	45
	Seznam Obrázků.....	47
	Seznam Tabulek.....	48

ÚVOD

Téma své bakalářské práce „Produkce emisí velkých energetických zdrojů ve městě Plzni“ jsem si vybrala proto, že jsem rodilý „Plzeňák“ a mám toto město ráda. Zajímám se o ochranu životního prostředí a zajímalo mne, jaký vliv na kvalitu ovzduší mají velké energetické zdroje. Poprvé jsem se nad tímto tématem zamyslela v době, kdy se velmi diskutovalo o výstavbě nového zařízení na energetické využívání odpadů v Chotíkově. Diskuze byly velmi emotivní, přečetla jsem mnoho článků na toto téma a zajímalo mne tedy, zda je možné, aby tak velký komplex spalovny ve velmi těsné blízkosti města, neměl negativní vliv na kvalitu ovzduší a ve městě.

Za cíl své práce jsem si stanovila zjistit, jak velký vliv na kvalitu ovzduší má zařízení ve skutečnosti jako také a současně s ním i ostatní energetické zdroje ve městě, a to v porovnání s dalšími zdroji emisí, které se na území města a Plzeňského kraje nacházejí.

V první části bakalářské práce obecně popisují látky znečišťující ovzduší a jejich negativní vliv na člověka i životní prostředí komplexně. Věnuji se způsobu jejich vzniku, chování a chemickým reakcím v ovzduší.

Vzhledem k tomu, že látky, které znečišťují ovzduší, vznikají při procesu spalování, zmiňuji ve druhé části současné existující technologie a technologické postupy, které jsou využívány u velkých energetických zdrojů za účelem eliminace produkovaných emisí.

Ve třetí části porovnávám emisní hodnoty, které se mi podařilo získat k jednotlivým velkým energetickým zdrojům města Plzně, s ostatními zdroji znečišťujícími ovzduší v Plzeňském kraji i na území města Plzně.

Ve čtvrté části pak navrhuji některé možné technologie a postupy, kterými by bylo možné snížit množství emisí vypouštěných do ovzduší.

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

CO Oxid Uhelnatý

CO₂ Uhličitý

NO_x Oxidy dusíku

NO Oxid dusnatý

TZL Tuhé znečišťující látky

SO₂ Oxid siřičitý

VOC Těkavé organické látky

PAU Polycyklické aromatické uhlovodíky

REZZO Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší

EO Elektrostatický odlučovač

OZE Obnovitelné zdroje energie

1. ZÁKLADNÍ POJMY

1.1 Emise

Emise (z latinského *emittere*) jsou látky znečišťující ovzduší. Jedná se o látky, které jsou vypouštěny do ovzduší v důsledku výrobních či jiných procesů. Jejich největší koncentrace je u zdroje. Emise mohou být ve formě pevných částic nebo kapalných a plyných látek. Mezi tuhé emise patří prach, saze a popílek. Kapalné emise jsou aerosoly sloučenin. Do plyných emisí patří oxidy dusíky (NO_x), síry (SO_x), oxid uhličitý (CO_2), fluorovodík (HF), chlorovodík (HCl) a také organické sloučeniny uhlíku, dusíku a síry. Vyjadřují se v hmotnostních jednotkách za čas. Pro upřesnění dělíme emise na primární a sekundární emise. Primární emise jsou látky vyloučené přímo ze zdroje do ovzduší. Jedná se o látky, které byly vypuštěny a ještě neprošly žádnou chemickou změnou nebo jinou reakcí. Za sekundární emise označujeme skupinu látek, které jsou vytvářeny v atmosféře reakcemi mezi jednotlivými látkami. [1]

1.2 Imise

Imise jsou emise, které jsou transportovány a následně rozptýleny do životního prostředí. Imise se ukládají v půdě, rostlinách a organismech a jejich koncentrace je menší než koncentrace emisí. Při měření se zjišťují hodnoty látek negativně ovlivňujících životní prostředí, jako například množství oxidu siřičitého (SO_2), oxidu dusíku (NO_x), oxidu uhelnatého, (CO) a dalších. Výsledné hodnoty, se na rozdíl od emisí, vyjadřují ve váhových jednotkách na objem vzduchu např. v $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. [1]

Míra imisí v dané lokalitě a v daný čas závisí na mnoha vlivech, kterým jsou emise v atmosféře podrobeny. Mezi hlavní procesy patří rozptyl emisí v atmosféře, který je závislý na meteorologických podmínkách a expozici terénu.

1.3 Transmise

Transmise zahrnuje fyzikální a chemické procesy probíhající při přenosu (transferu) emisí do ovzduší. Typickými transmisemi jsou smogy (z anglického *smoke* – kouř a *fog* – mlha)

Převážně rozlišujeme dva typy smogu. Takzvaný Redukční smog, zvaný také londýnský nebo zimní, je označení pro složeninu městského a průmyslového kouře s mlhou. Vyskytuje se během roku v typických v zimních podmínkách, jako jsou výrazné přízemní

inverze. V tom okamžiku vznikají látky, které mají silné redukční účinky na své okolí a jsou složeny převážně z oxidu siřičitého a látek, které snadno podléhají oxidaci. [1]

Smog oxidační, jinak známý jako smog typu Los Angeles, fotochemický či letní, vzniká v městských oblastech vlivem slunečních paprsků na některé plynné složky, vznikající při autodopravě. Jedná se o znečištěný vzduch, jehož součástí je směs uhlovodíků, peroxyacetyltrinitrátů, oxidů dusíku, uhlíku v kombinaci s vysokými koncentracemi přízemního ozónu. Oxidační smog lze pozorovat jako namodralý opar nad městy. [1]

2. ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY A JEJICH VLASTNOSTI

Znečišťujících látek jsou takové látky, které jsou do vnějšího ovzduší zaneseny nebo v něm druhotně vznikají. Mají přímý nebo nepřímý škodlivý vliv na okolní prostředí. Tento vliv se může negativně projevit na zdraví lidí nebo zvířat, poškozováním okolního prostředí nebo jeho složek, změnami přirozeného složení ovzduší nebo hmotnými škodami. Látky znečišťující ovzduší mají různá skupenství a velikost od makromolekul až po viditelná zrna.

2.1 Oxidy síry

Do skupiny znečišťujících látek patří oxid siřičitý (SO_2) a oxid sírový (SO_3). **Oxid siřičitý** je bezbarvý, štiplavý plyn. Je nehořlavý a rozpustný ve vodě. Rozpuštěním ve vodě vzniká kyselý roztok. Jedna z jeho významných vlastností je schopnost působit jako redukční činidlo, díky čemuž je využíván v mnoha procesech, jako je například bělení nebo ochrana dřeva. V potravinářství se používá jako konzervační prostředek v alkoholických nápojích a sušeném ovoci. Nejčastějším místem výskytu oxidu siřičitého je průmysl zabývající se výrobou kyseliny sírové. [6,7]

Oxid sírový je tuhá nebo kapalná látka, velmi dobře rozpustná ve vodě. Vzniká jako meziprodukt při výrobě kyseliny sírové. Ve spalinách se ho obvykle nachází pouze kolem 2 %. V ovzduší vzniká oxidací SO_2 , přičemž rychlost oxidace závisí na teplotě, intenzitě slunečního záření, povětrnostních podmínkách a přítomnosti katalyzujících částic. [6,7]

Hlavními přírodními zdroji oxidů síry jsou přirozené požáry a vulkanická činnost. Antropogenním zdrojem pak mohou být úniky z průmyslu výroby kyseliny sírové. Největším zdrojem je však výroba elektrické a tepelné energie, rafinérie ropy, dopravní

prostředky a zpracování kovů. Ve všech těchto odvětvích může docházet při spalování paliv obsahujících síru k oxidaci na SO_x a následnému úniku do ovzduší. Při spalování kapalných paliv prakticky 100% přítomné síry předchází na SO_2 , u tuhých paliv se jedná asi o 95 %. Oxid siřičitý je ve spalinách částečně oxidován na SO_3 . V kouřových plynech z elektráren před odsířením dosahuje poměr SO_3/ SO_2 1/40 až 1/80. Proto je nutné používat odsiřovací zařízení a další technologie k omezení emisí oxidů síry či jejich úplnému zlikvidování. [6]

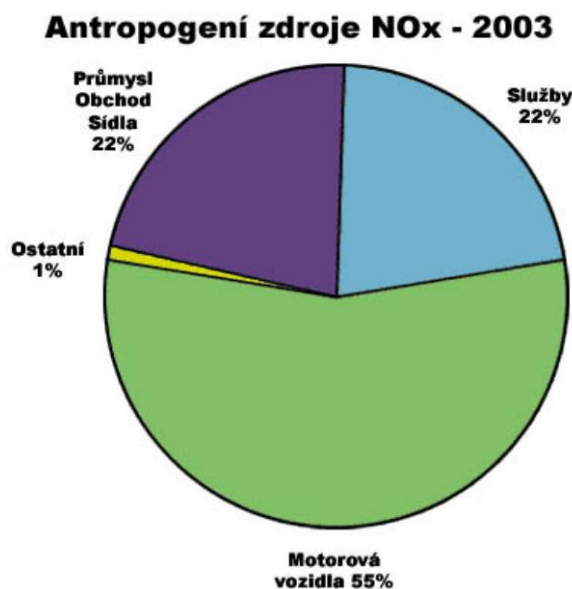
V ovzduší dochází k hydratování oxidů síry vzdušnou vlhkostí na aerosol kyseliny sírové a následnému vzniku síranů reakcí s alkalickými částicemi prašného aerosolu. Sírany se pak usazují na zemský povrch a následně jsou vymývány srážkami. Při nedostatku alkalických částic v ovzduší, to vede následně k okyselení srážek a vzniku kyselých dešťů. Tak zvané „kyselé deště“ pak vedou k poškození lesních porostů, průmyslových plodin, uvolňují z půdy kovové ionty, znehodnocují vodu, narušují mikroorganismy a mohou vést i k rozpouštění některých druhů zdiva a narušení statiky budov. [6]

Co se týče přímého vlivu na člověka, dochází při vyšších koncentracích oxidu siřičitého nad $0,25 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ u citlivých dospělých jedinců a dětí k respiračním onemocněním. Koncentrace oxidu siřičitého v hodnotách nad $0,5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ výrazně ovlivňuje (zvyšuje) úmrtnost u starých a chronicky nemocných lidí. Díky citlivosti na oxidy síry jsou velmi ohroženou skupinou lidí astmatici. Dráždivé účinky síry na dýchací cesty jsou u kyseliny sírové daleko nepříznivější než u oxidu siřičitého. [6]

2.2 Oxidy dusíku

Dusík řadíme mezi biogenní prvky. Je v určitém množství nutný pro růst rostlin, a proto se dodává do půdy v podobě hnojiv. Vysoká koncentrace oxidů dusíku však naopak rostliny poškozuje a oslabuje, což pak vede k vyšší náchylnosti na negativní okolní vlivy, jako jsou například mráz či plísně. Do této skupiny oxidů dusíku řadíme oxid dusnatý (NO), oxid dusičitý (NO_2), oxid dusitý (N_2O_3), tetraoxid dusíku (N_2O_4) a oxid dusičitý (N_2O_5). Ostatní oxidy dusíku se vyskytují v menším množství a nepředstavují pro životní prostředí a člověka významné riziko. [5,7]

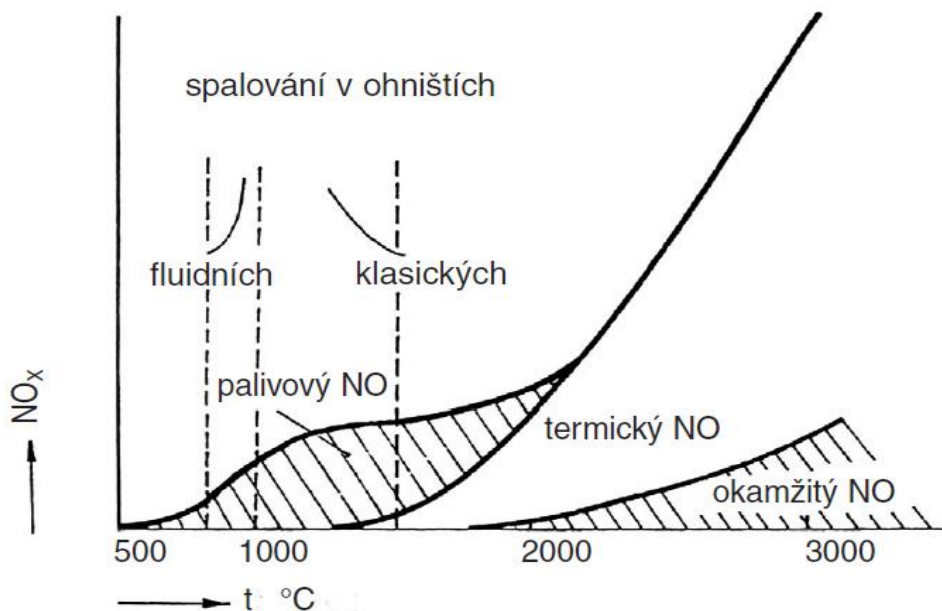
Největší množství oxidů dusíku v ovzduší vzniká v průběhu biologických procesů v půdě, v důsledku sopečné aktivity nebo oxidací vzdušného dusíku v atmosféře. Z antropogenních zdrojů pochází pouze 10 % oxidů dusíku, z toho největší podíl má spalování fosilních paliv v převážně v motorových vozidlech. V zemích s vysokým rozvojem osobní dopravy je podíl motorových vozidel na znečištění až 60 %. Dalšími antropogenními zdroji je pak výroba kyseliny dusičné, výroba elektrické energie a zemědělství. [5]



Obrázek 1 Antropogenní zdroje NOx 2003 [Oxidy dusíku (NOx/NO2) Dostupné z: https://www.irz.cz/repository/latky/oxidy_dusiku.pdf]

Oxid dusnatý (NO) je bezbarvý plyn bez zápachu, využívaný k výrobě hydroxylaminu a společně s oxidem dusným ho řadíme mezi skleníkové plyny, které se kumulují v atmosféře a pohlcují infračervené záření zemského povrchu, jež by jinak uniklo do vesmíru. Tím dochází k celkovému oteplování atmosféry. [5]

Oxid dusičitý (NO_2) je plyn červenohnědé barvy a štiplavého zápachu a společně s kyslíkem a dalšími organickými látkami přispívá k tvorbě přízemního ozonu. Vzniká jako meziprodukt při výrobě kyseliny dusičné (HNO_3). Oxid dusičitý se také používá v mnoha průmyslových procesech jako oxidační činidlo a díky jeho oxidačním vlastnostem může být použit v raketových palivech. Společně s oxidy síry se podílí na vzniku kyselých dešťů, které mají negativní vliv na vegetaci, stavby a nadměrné okyselení vodních ploch a toků. Také přispívá ke vzniku přízemního ozonu a vzniku fotochemického smogu. [5]



Obrázek 2 Vznik oxidů dusíku v závislosti na teplotě [Znečištění ovzduší. Enviprofi.cz [online]. Dostupné z: https://www.enviprofi.cz/33/znecesteni-ovzdusi-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ev1_nn3lxjM1ZNvvxIRp18BZwRYsMFH_3w/]

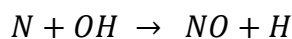
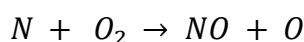
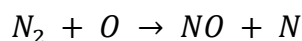
Emise oxidů dusíku jsou dnes velmi závažným problémem a jejich obsah v atmosféře se neustále zvyšuje. Spalování jakýchkoli fosilních paliv i biomasy vytváří určitou hladinu NO_x v důsledku vysokých teplot a dostupnosti kyslíku. Při procesu spalování vzniká obvykle 90 % až 95 % NO a zbytek tvoří NO_2 . V okamžiku, kdy spaliny opustí komín, většina NO nakonec v atmosféře oxiduje na NO_2 . Jak je již zmíněno výše, při reakci se slunečním zářením a uhlovodíkovými radikály, může NO_2 vytvářet kyselé deště a smog. [5]

Mechanismy tvorby oxidů dusíku pak můžeme dělit následovně:

- Termické (vysoko tepelné) NO_x
- Palivové NO_x
- Promptní NO_x

Hlavním zdrojem **Palivových oxidů dusíku** jsou paliva obsahující dusíkaté látky. Při jejich hoření je dusík oxidován na oxidy dusíku a s dalšími produkty hoření odchází do ovzduší. Palivové NO_x představují více než 80 % u celkových nekontrolovaných emisí při spalování uhlí a přibližně 50 % při spalování oleje. Dusík je vázán v palivech jako je uhlí či olej v podobě organických sloučenin. Používáním bezdusíkatých paliv lze snížit či zamezit emise oxidu dusíku. [5]

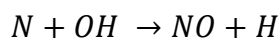
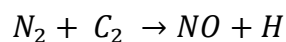
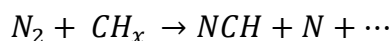
Termické NO_x vznikají oxidací dusíku obsaženého ve spalovacím vzduchu při vysokých teplotách. Rychlost tvorby dusíku je silně závislá na teplotě spalování a době zdržení ve spalovacích prostorech. Ve vzduchu obsažené molekuly dusíku N_2 jsou vlivem vysokých teplot rozštěpeny a s přítomnými atomy kyslíku vznikají oxidy dusíku. [5]



Tradiční metody vedoucí k úplnému spálení paliva (vysoké teploty, dlouhá doba zdržení ve spalovacích prostorech, dmýchání proudem vzduchu) mají tendenci zvyšovat rychlost tepelných NO_x . Proto je potřebný určitý kompromis mezi účinným spalováním a řízenou tvorbou NO_x . [5]

Promptní NO_x jsou tvořené rychlou reakcí atmosférického dusíku N_2 s uhlovodíkovými radikály, jako jsou například CH a CH_2 , v blízkosti plamene. To vede k tvorbě aminů a kyanosloučenin, které následně reagují za vzniku NO . [5]

Hlavní reakce popisující tento proces jsou



Moderní spalovací zařízení mají hořáky navrženy tak, že snižují nejvyšší teplotu plamene regulováním rychlosti míšení paliva a vzduchu. Ve většině spalovacích systémů promptní NO_x představují jen malou část z celkového množství NO_x . [5]

Všeobecně jsou reakce, které tvoří oxidace dusíku, komplexní a ovlivňovány převážně jen několika parametry, jako jsou například typ paliva, hořák, stavba kotle a provozní podmínky. [5]

2.3 Oxidy uhlíku

Oxid uhelnatý (CO) je hořlavý a prudce jedovatý plyn bez barvy a zápachu. Svoji hmotností je srovnatelný se vzduchem. Jeho reaktivita se využívá v hutnictví při rafinaci kovového niklu a při výrobě některých chemikálií. Mezi přírodní zdroje CO patří lesní požáry, vulkanické a bahenní plyny. [2,3]

Především se však jedná se o hlavní produkt nedokonalého spalování paliv a materiálů s obsahem uhlíku. Při nízké teplotě a nedostatku vzduchu nedochází k úplné oxidaci uhlíku na oxid uhličitý a vodní páru a vzniká oxid uhelnatý. Přestože u moderních automobilů katalyzátory emise z motorů s vnitřním spalováním podstatně snižují, stále mají výrazný podíl na znečištění životního prostředí a ve městech zastupují až 95 % emisí oxidu uhelnatého. [2,3]

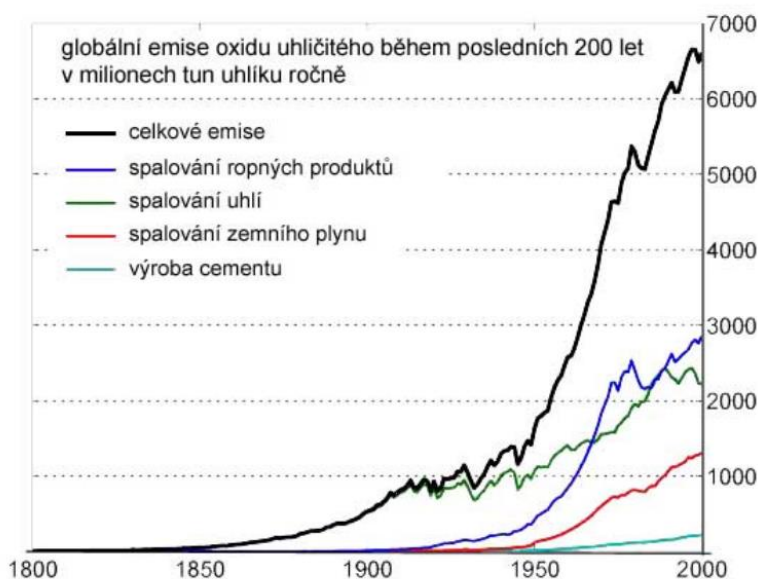
U člověka vstupuje oxid uhelnatý do krevního oběhu při vdechování, kde se následně váže na hemoglobin, čímž omezuje transport kyslíku do orgánů a tkání. I malé koncentrace, které se běžně vyskytují ve městech, mohou způsobovat zdravotní potíže, převážně pak u lidí s kardiovaskulárními chorobami. Dlouhodobější vystavení vyšším koncentracím může snižovat manuální zručnost a potíže se soustředěním. CO je nebezpečný i z hlediska účasti na vzniku přízemního ozonu. [2,3]

Oxid uhličitý (CO₂) je plyn těžší než vzduch, bez barvy a zápachu, který při nadýchání většího množství má kyselou chuť. V pevném skupenství je známý také jako suchý led. Přírodním zdrojem emisí oxidu uhličitého je dýchání aerobních organismů. Fotosyntéza zelených rostlin či absorpce oceány vede naopak k přirozenému úbytku CO₂ v ovzduší. [4]

Je také výsledkem hoření za dostatečného množství kyslíku. Využívá se v potravinářském průmyslu jako chladivo, pro výrobu šumivých nápojů a jako kypřící přísada. Ve formě stlačeného plynu se využívá jako ochranná atmosféra pro svařování kovů a pro svoji nehořlavost se využívá do hasicích přístrojů. V kapalném stavu je také vhodný k rozpouštění organických látek. V atmosféře pohlcuje infračervené záření, a proto ho řadíme ke skleníkovým plynům. Při vzniku skleníkového efektu hraje hlavní roli. Jeho koncentrace v atmosféře se neustále zvyšuje [4]

Koncentrace oxidu uhličitého atmosféře je zásadním způsobem ovlivněna člověkem. Významným antropogenním zdrojem emisí CO₂ je spalování fosilních uhlíkatých paliv, ostatní emise jsou ve srovnání se spalováním označeny jako málo důležité. Oxid uhličitý vzniká všude, kde dochází ke spalování jak fosilních paliv (zemního plynu, ropných produktů, uhlí, koksů), tak i paliv biologického původu (biomasa, dřevo, bionafta, bioplyn). Dalšími zdroji emisí CO₂ mohou být i další provozy, kde dochází k termickým procesům či spalování. [4]

Přirozená koncentrace v atmosféře je velmi nízká, a proto nepředstavuje pro zdraví člověka přímé riziko. A však ve vyšších koncentracích může být toxický a krátkodobé vystavení účinkům oxidu uhličitému může způsobovat bolest hlavy, závratě, dýchací potíže a zmatenost. Vyšší koncentrace pak mohou způsobit křeče, koma a smrt. [4]



Obrázek 3 Vývoj emisí oxidu uhličitého podle původu [Oxid uhličitý [online]., 5 [cit. 2020-04-18].

Dostupné z: https://www.irz.cz/repository/latky/oxid_uhlicity.pdf

2.4 Suspendované částice

Suspendované částice zastupují směs organických i anorganických částic kapalného a pevného skupenství. Jedná se o soubor částic o velikosti v rozmezí 1 nm – 100 μm. Částice mohou být různé velikosti, složení a původu. Tyto částice jsou často také nazývány jako pevný a prašný aerosol, polétavý prach, v zahraničí se pak používají názvy suspendované částice, celkové suspendované částice, černý kouř, jemné částice a další. Na rozdíl od plynných látek nemají jasně specifické složení. Jejich velikost i složení je dána zdrojem,

ze kterého pochází. Účastní se významných atmosférických dějů, jako je například vznik srážek. Jsou nedílnou součástí atmosféry. Mezi přirozené pevné částice patří pyly, sopečný popel, pouštní písek či mořská sůl. Přirozené částice mají velikost přibližně 10 μm . Přírodního původu jsou i tzv. bioaerosoly, kam spadají viry, houby a bakterie. [8]

Hlavním zdrojem antropogenních emisí jsou elektrárny, průmyslové technologické procesy, automobilová doprava, spalování v domácnostech a spalování odpadů. Tyto částice mají velikost okolo 20nm. Dalším zdrojem jsou zemědělské práce, nezpevněné cesty, odnos částic ze stavebních ploch, těžební procesy i chemické reakce plynných složek za vzniku pevných částic. Přítomnost větších prachových částic vypuštěných do ovzduší ve větším množství lze indikovat vizuálně. Malé koncentrace již tak snadno pozorovatelné nejsou. [8]

S ohledem na lidské zdraví jsou definovány tři základní velikostní skupiny PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}. Protože se aerosol usazuje v dýchacích cestách, už při nízkých koncentracích mohou tyto částice u člověka způsobovat snížení imunity a zánětlivá onemocnění plic. Místo zachytu závisí na velikosti částic. Částice menší než 10 μm (PM₁₀) se dostávají do průdušek a částice menší než 1 μm vstupují až do plicních sklípků, a proto jsou nejnebezpečnější. Na tyto částice se také mohou navázat toxické látky, které pak mají karcinogenní účinky. [8]

2.5 Ostatní znečišťující látky

Těkavé organické látky (VOC) zahrnují všechny látky, s výjimkou metanu, jejichž tlak sytých par při 20 °C je vyšší než 133,3 Pa. Jedná se o látky převážně bezbarvé, některé mají silný zápach. Mohou být jak neškodné, tak i zdraví ohrožující. V průmyslových odvětvích se využívají hlavně jako čisticí, odmašťovací a rozpouštědla. Mezi přírodní zdroje patří zejména látky uvolňované z pryskyřice jehličnatých stromů. Antropogenním zdrojem je spalování fosilních paliv a ostatní průmyslové procesy kde se VOC využívají. [9]

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) zahrnují širokou škálu látek, které ve své molekule obsahují kondenzovaná aromatická jádra. Sloučeniny jsou bílé až nažloutlé krystalické látky, které jsou málo rozpustné ve vodě a snadno rozpustné v tucích a olejích. Jsou obsaženy v motorové naftě, černouhelném dehtu a asfaltu. Vznikají v rámci nedokonalých spalovacích procesů materiálů obsahujících uhlík. Pro živý organismus jsou vysoce toxické. Ohrožují zdravý vývoj plodu a jsou karcinogenní. [10]

Těžké kovy jsou kovy s hustotou větší než 5 g·cm⁻³. Některé jsou pro lidský organismus v určité míře nezbytné, jiné jsou toxické i při malých koncentracích. Přírodním zdrojem jsou zvětrávací procesy hornin a rud. Valná většina se však dostává do ovzduší vlivem lidské činnosti z metalurgického průmyslu, automobilové dopravy a jiných průmyslových procesech. Pro člověka nejvíce nebezpečné jsou rtuť, olovo, arsen a chrom. [11]

Benzen je čirá a těkavá kapalina s charakteristickým zápachem. Využívá se jako surovina pro výrobu řady chemických látek, rozpouštědlo pro tuky a odmašťovací prostředek, při výrobě pneumatik a je součástí automobilového benzínu. Hlavním zdrojem emisí jsou výfukové plyny automobilů, koksárenský průmysl, těžba a zpracování neželezných rud, spalování uhlíkatých paliv a vyskytuje se i v cigaretovém kouři. [12]

Přízemní ozon je ozon vznikající v přízemních vrstvách atmosféry. Je významnou druhotně vznikající škodlivinou, protože nemá v atmosféře žádný významný emisní zdroj. Vzniká chemickými reakcemi oxidů dusíku a těkavých organických látek v ovzduší. Přízemní ozon je lidskému zdraví nebezpečný, dráždí dýchací cesty a způsobuje nemoci dýchacích cest. [13]

3. LEGISLATIVA

Základními stavebními kameny legislativy ČR v oblasti ochrany životního prostředí jsou tyto tři zákony a na ně navazující prováděcí předpisy, vyhlášky:

- Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí,
- Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší,
- Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí.

Česká legislativa vychází jak z místních podmínek naší republiky, tak v sobě zohledňuje ustanovení a nařízení EU.

Zákon o životním prostředí, mimo jiné, definuje základní pojmy, jako „životní prostředí“, „ekosystém“, „ekologická stabilita“ a další. V tomto zákoně je životní prostředí definováno takto:

„Životním prostředím je vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie.“¹

3.1 Zákon o ochraně ovzduší

Cílem tohoto zákona je stanovit pravidla, která mají zabránit znečišťování ovzduší a snížit úroveň znečištění, a tím minimalizovat rizika spojená s dopady znečištění ovzduší na lidské zdraví. Zákonem je stanovena přípustná úroveň znečištění, tzv. emisními limity, emisními stropy. Zákon rozděluje zdroje znečištění na vyjmenované (v seznamu v příloze č. 2 zákona č.201/2012 Sb.) a zdroje nevyjmenované (zdroje neuvedené v příloze č. 2 zákona č.201/2012 Sb.). Novelou bylo zrušeno původní dělení na malé, velké, střední a zvláště velké.

Příloha č. 2 obsahuje seznam stacionárních zdrojů členěných podle typu činnosti a velikosti stacionárního zdroje. Součástí tabulky jsou i konkrétní povinnosti provozovatelů stacionárních spalovacích zdrojů znečišťování, přehledně zpracované jednotlivé požadavky na jednotlivé kategorie do tří skupin, na něž je odkazováno v textu zákona (povinnosti dle sloupců A – zpracování rozptylové studie, B – vyžadováno kompenzační opatření a C – povinnost mít provozní řád) (zákon č.201/2012 Sb.).

Dohled nad dodržováním těchto předpisů mají následující orgány: Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo zdravotnictví a Česká inspekce životního prostředí. Ministerstvo životního prostředí pak provozuje registry ISKO (Informační systém kvality ovzduší) a registr REZZO (Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší).

Množství vybraných znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší je evidováno v registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO), který je podle závislosti na druhu zdrojů a jejich tepelných výkonech členěn na REZZO 1 (velké stacionární zdroje), REZZO 2 (střední stacionární zdroje), REZZO 3 (malé stacionární zdroje) a REZZO 4 (mobilní zdroje, zejména silniční a motorová vozidla, železniční kolejová vozidla, plavidla a letadla).²

¹ Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí

² Emisí v ČR je méně [online]. 2016 [cit. 2020-06-2]. Dostupné z: <https://www.statistikaamy.cz/2016/09/emisi-v-cr-je-mene/>

Každý provozovatel stacionárního zdroje emisí je v souladu se zněním zákona povinen umožnit kontrolním orgánům přístup do prostor stacionárního zdroje včetně příslušenství, k palivům a surovinám a také ke všem technologiím. To vše za účelem kontroly dodržování ustanovení zákona.

3.2 Emisní limity

Emisní limit je definován dle zákona jako:

„Nejvýše přípustné množství znečišťující látky nebo skupiny znečišťujících látek vnášené do ovzduší ze stacionárního zdroje.“³

Emisní limity se rozdělují na obecné a specifické. Obecné emisní limity jsou stanoveny pro jednotlivé znečišťující látky, zatím co specifické emisní limity jsou stanoveny pro jednotlivé typy stacionárních zdrojů nebo mohou být stanoveny dle zákona krajským úřadem pro konkrétní stacionární zdroj. Díky tomu může krajský úřad, například v závislosti na místních podmínkách, zpřísnit emisní limity pro konkrétní stacionární zdroj. Pokud jsou pro stacionární zdroj stanoveny specifické emisní limity, pak se na něho obecné limity již nevztahují. Konkrétní hodnoty obecných a specifických emisních limitů stanovuje vyhláška 415/2012 Sb.

Vzhledem k tomu, že tato práce řeší problematiku velkých stacionárních zdrojů emisí, vybrala jsem je tomu odpovídající ustanovení.

Pro spalovací stacionární zdroje s tepelným příkonem 50 MW a vyšším stanovuje vyhláška 415/2012 Sb. v části I přílohy 2 specifické emisní limity pro SO₂, NO_x, TZL a CO. Hodnoty emisních limitů závisí na datu, kdy byla podána kompletní žádost o prvním povolení k provozu a na datu uvedení do provozu.

Pro zdroje tepelně zpracovávající odpad udává podmínky příloha č. 4 část I. „Specifické emisní limity pro spalovny odpadu“ vyhlášky 415/2012 Sb. Pro kontinuálně měřené znečišťující látky je emisní limit považován za splněný, pokud žádná z platných denních průměrných hodnot nepřekročí povolené hodnoty a zároveň pokud žádná z platných půlhodinových průměrných hodnot nebo v případech 97 % ze všech půlhodinových průměrných hodnot v kalendářním roce nepřekročí povolenou hodnotu.

³ Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší

4. TECHNOLOGIE PRO SNIŽOVÁNÍ PRODUKCE EMISÍ

Emise vypouštěné do ovzduší ze všech velkých spalovacích zařízení musí být kontinuálně monitorovány a jejich vypuštěné množství nesmí překročit zákonem stanovené limity. Proto společnosti vyvíjejí stále modernější technologie pro snižování nebo úplné odstranění škodlivých emisí ze spalin. Čistění spalin prošlo úspěšným technologickým vývojem a nadále se zdokonaluje.

Největší podíl na vypouštění plyných emisí do ovzduší však stále mají velké energetické a průmyslové celky, kde dochází k procesu spalování. Technologie využívaná k odstranění škodlivin je pro všechna tato zařízení velmi podobná a liší se pouze v závislosti na specifických podmínkách daného zařízení. Složení spalin se pak liší v závislosti na použitém palivu. Z hlediska elektráren, tepláren a spaloven komunálního odpadu stále zůstává hlavním cílem dokonalé odlučování především SO₂, CO, NO_x, CO₂ a pevných částic. U spaloven jsou pak charakteristické navíc emise dioxinů a organických látek.

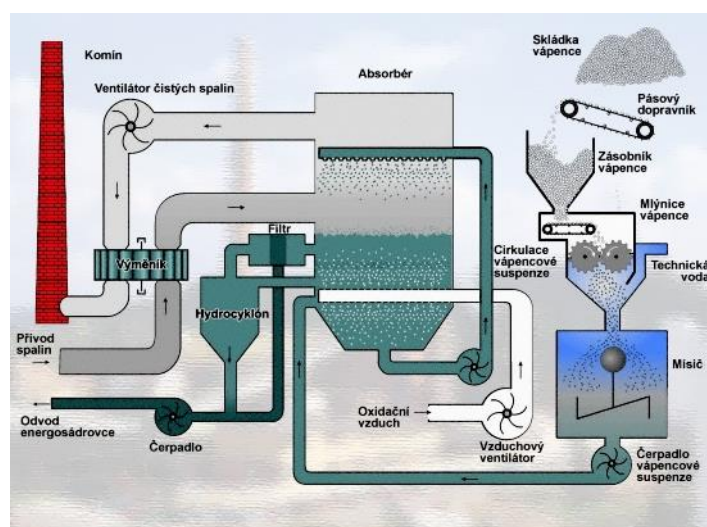
4.1 Odlučování oxidů síry

V současné době mezi nejpoužívanější metody odsiřování spalin vznikajících při spalování uhlí se využívají takzvané suché, polosuché a mokré procesy. Mezi tři nejpoužívanější metody patří:

- Mokrý vápencový vypírka
- Polosuchá odsiřovací metoda
- Suchá aditivní vápencová metoda

4.1.1 Mokrý vápencová vypírka

Jedná se o nejčastěji využívanou metodu. Spaliny zbavené popílku a tuhých částic jsou intenzivně sprchovány speciálními tryskami, rozmístěnými uvnitř absorbéru, vodní suspenzí jemně mletého vápence. Spaliny jsou do absorbéru vháněny ve spodní části a čisté spaliny jsou pak odváděny v horní části přes ventilátor a výměník, který ohřeje spaliny vedoucí do komína. Absorpční činidlo k sobě váže oxidy síry a společně se spaliny zde mnohokrát cirkuluje. Veškerá přítomná voda je zde odpařena teplem spalin, a proto při této metodě nevzniká žádná odpadní voda. Produktem odsíření je využitelný energosádrovec neboli dihydrát síranu vápenatého ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), který vzniká po zahuštění rychle sedimentujícího sádrovcového kalu. Tento chemicky čistý materiál se pak využívá například při výrobě cementu. Účinnost této metody je až 95 %, má nízké provozní náklady avšak má vysoké investiční náklady, protože konstrukční materiály musí odolávat velmi kyselému prostředí. [14]



Obrázek 4 Mokrý vápencová vypírka [Dostupné z:

https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/vypirka_5.html]

4.1.2 Polosuchá odsiřovací metoda

Jedná se o kompromis mezi mokrou a suchou metodou. V tomto případě je do absorbéru dávkován sorbent z vyhašeného aktivního vápna $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Procesní voda, sloužící k chlazení spalin, je přiváděna odděleně a následně odpařena teplem spalin. Proto není nutné řešit problém s odpadními vodami. Suspenze je rozprašována do spalin v absorbéru tryskami nebo rotačním amortizérem. Odsiřovací proces tak probíhá na mokré části sorbentu. Protože

musí být suspenze v absorberu zcela vysušena, je tok odsiřovací suspenze do procesu nepřekročitelně limitován tepelnou kapacitou spalin. [16,17]

Tato metoda je vhodná pro střední a velké zdroje. Při středně vysokých investičních nákladech může tato metoda dosahovat téměř stejné účinnosti (při vyšším dávkování sorbentu) jako mokrá vápencová vypírka. [16,17]

4.1.3 Suchá aditivní vápencová metoda

Při tomto postupu je možno dávkovat suchý sorbent v jakékoli fázi spalovacího procesu. Suchý sorbent je možno dávkovat:

- v průběhu spalování uhlí s příměsí vápenatých sorbentů (vápenec, vápený hydrát),
- do různých úrovní kotle (tzv. horká sorpce),
- do spalin za kotel (tzv. studená sorpce),
- současně s vodou přímo do spalin za kotel (kondicionovaná suchá sorpce). [*]

Možná místa dávkování a sorbenty lze vzájemně kombinovat. Reakce SO_2 se sorbentem probíhá převážně v kouřovodech. Reakčními produkty jsou pak pevné látky, které jsou pak spolu s popílkem zachytávány v látkovém filtru. Účinnost procesu je závislá na teplotě a vlhkosti spalin a použitém sorbentu. [18]

4.2 Snižování emisí NO_x

Metody snižování NO_x se obecně dělí do dvou základních kategorií:

- primární metody (potlačování vzniku NO_x během spalování)
- sekundární metody (odstraňování NO_x ze spalin)

Při **primárních metodách** se využívá znalosti vzniku NO_x . Tvorbu NO_x lze snížit třemi hlavními způsoby: snížením spalovací teploty, snížením koncentrace O_2 v plamenu a zkrácením doby reagujících látek v oblastech s příznivými podmínkami pro vznik NO_x . V praxi se pak používá kombinace těchto způsobů. Dochází k regulaci množství spalovacího vzduchu, úpravě konstrukce hořáků, chlazení plamene vzduchem apod. Při primárních úpravách lze dosáhnout snížení NO_x ve vzniklých spalinách až o 60 %. [19]

Sekundární metody odstraňují již vzniklý NO_x ze spalin. Nejvíce využívanou metodou je selektivní nekatalytická redukce (SNCR) a selektivní katalytická redukce (SCR). SNCR probíhá za vysokých teplot (900 až 1050 °C) bez účasti katalyzátorů. Pro vytvoření redukčních podmínek je do kotle vstřikován čpavek nebo amoniak a díky nim jsou selektivně

(přednostně) snižovány oxidy dusíku. Výsledkem je vznik elementárního dusíku a vodních par. Charakteristické pro tuto metodu je právě její teplotní okénko (TO), které se pohybuje mezi teplotami 900 až 1050 °C a celý proces probíhá ještě v kotli. [19]

SCR je založena na stejných chemických reakcích jako nekatalytická. Avšak díky přítomnosti katalyzátoru probíhají reakce za nižších teplot (300 až 400 °C). Amoniak je vstříkovan do spalin před zavedením do katalyzátorového reaktoru, ve kterém se oxidy dusíku ze spalin opět přemění na jednoduchý dusík a vodní páru. Účinnost snížení NO_x může dosahovat až 90 %. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena katalyzátorů, které jsou vyrobeny nejčastěji z oxidů vanadu, molybdenu, wolframu a jejich životnost je naopak velmi nízká. Další velkou nevýhodou této metody je použití nebezpečného amoniaku, který je náročný na skladování a manipulaci. [19]

4.3 Snižování emisí oxidů uhlíku

Stacionární zdroje emisí CO₂, jako jsou elektrárny, teplárny, případně další průmyslová zařízení již dnes využívají technologie, které přímo zachycují a posléze skladují oxid uhličitý. V systémech, kde se uhlí drtí před spalováním na jemný prášek se musí CO₂ separovat v nízkých koncentracích ze směsi plyných zplodin. V systémech, kde se například využívá metoda zkapalňování uhlí (uhlí přeměňuje na chemické látky, zemní plyn nebo kapaliny), je separace jednodušší.

Zachytávání CO₂ může probíhat třemi různými způsoby:

- před spalováním
- po spalování
- při spalování v kyslíkové atmosféře se zachycením po spálení

Při zachycování **před spalováním** se palivo nejprve přemění na plynnou směs vodíku a CO₂. Vodík se pak následně spaluje bez dalšího vzniku CO₂ a již separovaný oxid uhličitý se pak stlačí do formy vhodné k přepravě a ukládání. Nutnost přípravy (konverze) paliva je technologicky složitá, a proto je její aplikace u současných elektráren v ČR těžko uplatnitelná. V energetice tato metoda našla využití v elektrárně Kemper County v USA. [20]

Při zachytávání **po spalování** se CO₂ odlučuje z již vzniklých spalin. K zachytávání dochází s pomocí kapalných rozpouštědel nebo jiných metod separace. Při využití

absorpčního principu dochází k zachycení CO₂ v rozpouštědle. Následným zahřátím se pak uvolní proud čistého a koncentrovaného CO₂. [20]

Při metodě **spalování v kyslíkaté atmosféře** palivo nehoří v přítomnosti vzduchu, ale v atmosféře obsahující kyslík a oxid uhličitý. Ve spalínách pak vznikají převážně vodní páry a CO₂, které lze pak snadno oddělit. [20]

Technologie pro zachytávání CO₂ lze instalovat u všech nových typů elektráren spalujících uhlí nebo plyn. Technologie CCS však představuje značnou finanční investici. Obdobně je tomu i v případě upravování stávajících elektráren technologiemi CCS, u kterých je však nutná dostatečná integrace zařízení pro zachytávání CO₂ do stávajícího provozu a vybudování dodatečného prostoru pro výstavbu nového zařízení. Mnohé technologie s vysokou účinností jsou však finančně nákladné anebo zatím fungují pouze v laboratorních podmínkách. [20]

4.4 Snižování emisí prachu

Spaliny vznikající pálením uhlí opouštějící kotel obsahují velké množství různě velkých prachových částic. Jejich zachytávání je velmi důležité, neboť jsou na ně vázány i těžké kovy a škodlivé látky jakožto produkty nedokonalého spalování. Aby se tyto částice nedostávaly do ovzduší, jsou zachytávány ve speciálních filtračních zařízeních. Odlučovacího zařízení volíme dle velikosti, rozdělení a tvaru částic, některých fyzikálních vlastnostech částic a hodnotě emisního limitu kterého chceme dosáhnout. Odlučovače dělíme na: odlučovače mokré, mechanické odlučovače, elektrostatické odlučovače a textilní filtry. Při výrobě elektřiny jsou k zachycování popílku nejčastěji využívány elektrostatické odlučovače. [21]

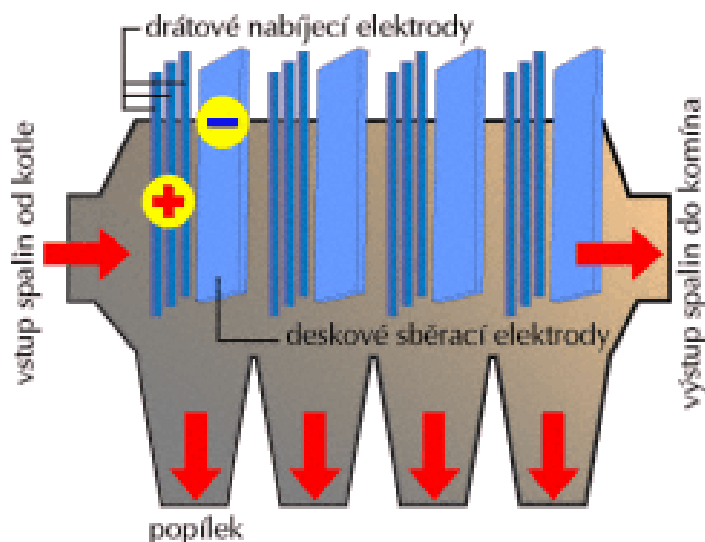
Mechanické odlučovače využívají hmotnostní síly působící na tuhou částici a jejich základním principem odlučování je rozdíl měrné hmotnosti částice plynu. Do této skupiny řadíme cyklony, setrvačné odlučovače a usazovací komory. Pozitivem mechanických odlučovačů je jednoduchost a nezávislost na dalším zdroji energie. Tyto odlučovače mají nízké pořizovací náklady a náklady na údržbu. Vyznačují se jednoduchou konstrukcí, která snese i vysokou teplotu čištěných spalin. Nevýhodou je jejich velmi nízká účinnost a vysoká tlaková ztráta. [21,22]

Mokré odlučovače využívají principu smáčení částice vodou nástríkem vody nebo nárazem na vodní hladinu. Využívají odstředivých nebo gravitačních sil. Do mokrých odlučovačů spadají: mokrý vírový odlučovač, mokrý pěnový odlučovač, hladinový

odlučovač, proudový odlučovač. Mokrý odlučovače mají vyšší odlupčivost než mechanické odlučovače, jsou vhodně i pro abrazivní a lepkavé prachy. Je možné používat je i pro absorpci plyných emisí ze spalin. Nevýhodou je vysoká spotřeba používané vody a nutnost kalového hospodářství. [22]

V elektrostatických odlučovačích (EO) jsou částice nabíjeny v elektrostatickém poli. Vzhledem ke tvaru sršících elektrod a jejich vysokému napětí se na povrchu elektrody vytváří tzv. korona (modrofialový výboj), produkující velké množství záporných iontů, pohybujících se ke kladně nabitým sběrným elektrodám. Vlivem korony, záporných iontů v silném elektrické poli jsou částice přitahovány k usazovací elektrodě opačné polarity a tím jsou odloučeny z prostoru plynu. Do výsypky jsou pak částice sráženy periodickými oklepy usazovacích elektrod. Elektrostatické odlučovače jsou v současné době používány hlavně odstranění velkých částic. Jejich provedení je buď v suché či mokré variantě. Mezi ty suché patří vertikální trubkový odlučovač a horizontální komorový odlučovač. Mokrý EO je obvykle využíváno pro odloučení aerosolových částic. Jejich nevýhodou jsou vysoké a provozní náklady. [22]

Filtry zajišťují oddělení částic ve filtrační vrstvě. Filtrační materiály dělíme na tkaniny, zrnité vrstvy a porézní hmoty. Znečištěné plyny procházejí nejčastěji tkaninou. Větší část, které tkaninou neprojdou se zachytí na povrchu a jejich nahromaděním pak vzniká filtrační koláč, který sám o sobě tvoří filtrační vrstvu. Textilie mohou být vyráběny z přírodních i syntetických materiálů.



Obrázek 5 EO odlučovače popílku [Dostupné z:

https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/hesla/odluc_popil.html]

5. HLAVNÍ ENERGETICKÉ ZDROJE PLZNĚ

5.1 Plzeňská Teplárenská a.s.

Mezi hlavní emisní zdroje na území města Plzně patří energetický zdroj Teplárna na Doubravce, zdroj Energetika, nacházející v areálu Škoda, a zařízení na energetické využívání odpadů ZEVO Plzeň v Chotíkově. Všechny tři tyto energetické zdroje spadají pod společnost Plzeňská teplárenská a.s., která je největším výrobcem energií na území města Plzně a v Plzeňském kraji. Společnost vyrábí a dodává teplo pro vytápění a ohřev teplé užitkové vody pro plzeňské domácnosti a velký počet komerčních, podnikatelských, správních a školských systémů. Společnost se velmi zodpovědně staví k plnění stále rostoucích požadavků v oblasti životního prostředí a jeho ochranu staví mezi hlavní priority strategického rozhodování společnosti. Jedním z jejích závazků je i prevence znečištění v oblasti ovzduší. Společnost klade vysoké nároky na technologii výroby, aby předešla negativním dopadům na okolí vlivem emisí znečišťujících látek, nadměrným hlukem, dopravou a na spalovně ZEVO Plzeň též zápachem. Společně s městem Plzeň, Plzeňské městské dopravní podniky, a.s., Plzeňskou teplárenskou, a.s., VODÁRNU PLZEŇ a.s. a ŠKODU TRANSPORTATION a.s. se podílí na projektu Zelené město, který si dal za cíl zlepšit kvalitu života Plzeňanů. [23]

5.1.1 Energetický zdroj Teplárna

Teplárna se zabývá převážně spolehlivou, bezpečnou a levnou dodávkou tepelné energie, což zajišťuje pomocí nejmodernějších a osvědčených technologií. Díky teponosnému médiu rozvádí tepelnou energii tepelnou sítí k jednotlivým odběratelům. Systém centrálního zásobování teplem již pokrývá všechny městské plzeňské obvody. Z centrální teplárny je teplo potrubím rozváděno čtyřmi směry, a to na sever, na jih, na východ a pak zvláštní potrubí pro pivovar. Dále v kombinované výrobě spolu s teplem vyrábí i elektrickou energii v takzvaném kogeneračním cyklu, kdy využívá vzniklé teplo k výrobě páry k vytápění a tím šetří palivo a finanční prostředky na jeho nákup. Účinnost výroby v teplárnách, kde je realizována společná výroba elektřiny a tepla je až třikrát větší než u tepelných elektráren. Spolu s tepelnou a elektrickou energií dodává Teplárna energii chladu pro klimatizaci komerčních, bytových tak i průmyslových objektů. Jedná se o metodu absorpčního chlazení, která je založena na vlastnostech dvou látek a na jejich schopnosti vzájemné absorpce. [23,25]

5.1.2 Energetický zdroj Energetika

Koncem října 2018 proběhla fúze společností Plzeňská energetika a.s. a Plzeňská teplárenská, a.s. čímž došlo k zániku společnosti Plzeňská energetika a.s. a k přechodu jmění společnosti Plzeňská energetika a.s. na nástupnickou společnost. Zdroj Energetika se nachází v areálu strojírenského podniku Škoda. Společnost Plzeňská teplárenská a.s. v současné době propojuje velký počet odběratelů nebytového charakteru, obchodních center a výrobních hal. Zdroj Energetika zásobuje tepelnou a elektrickou energií až 30 % odběratelů v Plzni. I zde je využívána kogenerativní výroba elektrické energie. Zařízení v areálu Energetika se skládá ze tří dvoutělesových kondenzačních odběrových turbín TG8, TG9 a TG10a ze tří záložních zdrojů elektrické energie takzvaných motorgenerátorů. Pro poskytování podpůrných služeb je tato technologie provozována v tzv. obchodním bloku. Tepelný zdroj Energetika využívá k výrobě tepelné energie pouze hnědé uhlí. Instalovaný výkon obchodního bloku v areálu Energetika je 113,06 MWe. [23,25]

5.1.3 Zařízení k energetickému využívání odpadů (ZEVO Plzeň)

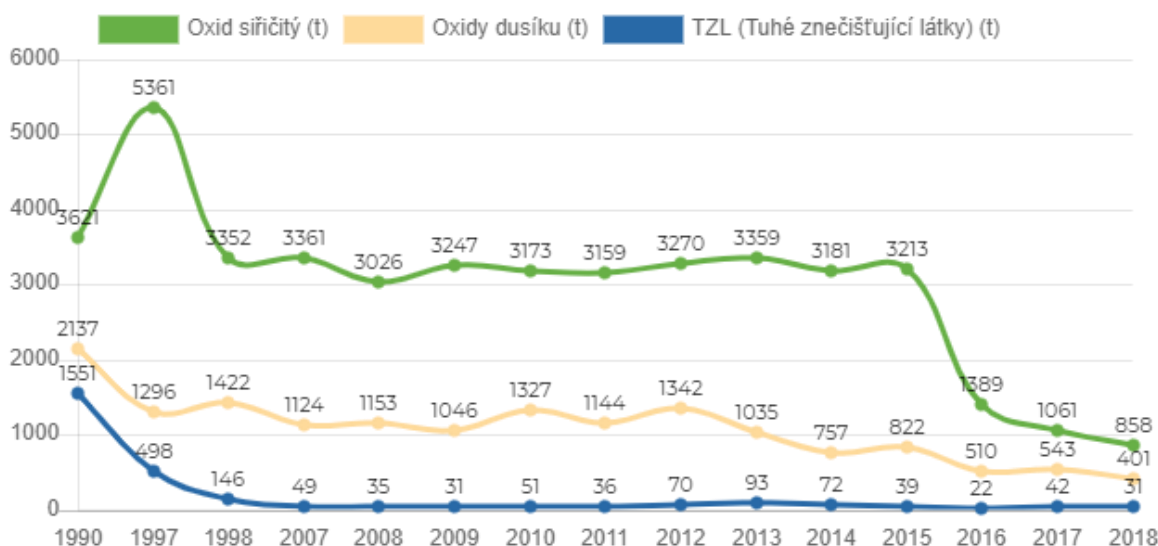
Zařízení na energetické využívání odpadu "ZEVO Plzeň" je moderní a ekologický zdroj. Zdrojem tepelné elektrické energie, kterou Plzeňská teplárenská, a.s. rozvádí po celém území města, je zde spalování širokého spektra odpadů, především směsný komunální odpad. Odpad je zde skladován v uzavřeném odsávaném bunkru a energeticky využíván a roštovém zařízení. V přiřazeném parním kotlu pro výrobu páry je využita energie horkých spalin po spalování odpadu. V kondenzačním turbogenerátoru pak dochází k výrobě elektrické energie. Část už redukovávané páry je vyvedena regulovaným odběrem z turbíny a použita v kondenzačních výměnících pro výrobu horké vody, která je pak rozváděna horkovodní tepelnou sítí. Součástí areálu skládky je také kogenerační jednotka na skládkový plyn, která je tvořena jedním motorgenerátorem. V samostatném bunkru je pak skládkována zbylá škvára, vznikající jako odpad při spalování. Při 41,7 % časovém využití zařízení se podařilo v roce 2019 vyrobit a dodat do sítě 78,5 MWh elektrické energie. Instalovaný výkon bloku ZEVO Plzeň je 10,5 MWe a instalovaný výkon bloku kogenerační jednotky na skládkový plyn je 130kWe. [23,25]

6. PRODUKCE EMISÍ

V roce 2009 byla na Energetice instalováno zařízení na principu vápencové vypírky v důsledku čehož došlo k rapidnímu snížení emisí oxidu siřičitého zhruba o 60 % a prachových částic do ovzduší o polovinu.

6.1 Emise zdroj Teplárna

V roce 1997 bylo v Teplárně vybudována nová odsiřovací zařízení pro kotle K1-K5 díky kterému došlo v následujícím letech k poklesu emisí SO₂ o více než jednu třetinu. V následujícím roce uvedla Teplárna do provozu nový biokotel K7, který je určen ke spalování výhradně biomasy a v důsledku nahrazení slepování velkého množství uhlí došlo k poklesu emisí CO₂. V letech 2014 a 2015 pak byla v Teplárně provedena instalace nových filtrů k zachytu tuhých prachových částic (TZL), což vedlo k poklesu emisí tuhých látek na polovinu. Dále byla realizována intenzifikace stávajícího odsíření a následně denitrifikace kotlů K4 a K5 v důsledku čehož emise NO_x poklesla o 3/8. [23,24]



Obrázek 6 Emise znečišťujících látek v jednotlivých letech – zdroj Teplárna

[Dostupné z: <https://www.pltep.cz/ekologie/>]

Společnost má povinnost provádět kontinuální měření emitovaných znečišťujících látek. V průběhu roku 2019 byly závazné podmínky integrovaným povolením pro provoz zdroje Teplárna plněny až na jednu výjimku. V průběhu roku bylo Českou inspekcí životního prostředí provedeny dvě kontroly. První byla zaměřena na dodržování emisních limitů a bylo při ní zjištěno krátkodobé nedodržení stanovených lhůt pro odstranění poruch zařízení a následné nedodržení emisního limitu pro oxid siřičitý a oxid uhelnatý. Při druhé

kontrole nebylo zjištěno žádné pochybení. Společnost má neustálý zájem omezovat množství spáleného hnědého uhlí. Z toho důvodu proběhla zkouška spalování nového druhu paletků vznikajících zpracováním vodárenských kalů a biomasy. A však i přes úspěšnou zkoušku a splnění emisních limitů není možno tyto peletky využívat, protože jsou dle současného zákona klasifikovány jako odpad. [23,24]

V roce 2019 bylo spáleno 217 504 t biomasy a 1 538 t tuhého alternativního paliva. Spálením uvedeného množství biomasy se ušetřilo cca 180 tis. tun hnědého uhlí.

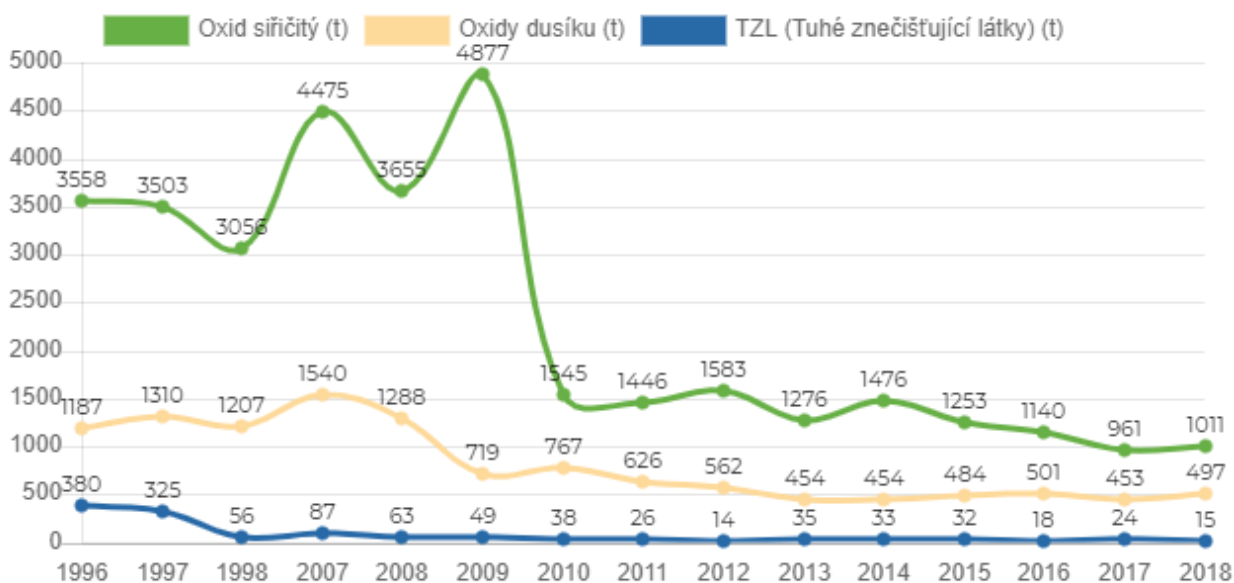
Tabulka 1 Emisní hodnoty – zdroj Teplárna [Dostupné z výroční zprávy]

Emise do ovzduší								
	Jednotka	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Výroba tepla (TJ)	TJ	8 635	8 066	8 747	6 787	6 480	6 583	6 217
Tuhé znečišťující látky	t	93	72	39	22	43	31	43
Oxid siřičitý	t	3 359	3 181	3 213	1 389	1 061	859	838
Oxidy dusíku	t	1 035	757	822	510	543	401	364
Oxid uhelnatý	t	201	296	259	259	199	193	166
Oxid uhličitý z fosilních paliv	t	704 377	648 495	699 517	504 966	440 239	472 865	454 966
Oxid uhličitý z biomasy	t						273 370	243 828
Organické látky (TOC)	t	0,87	1,80	1,87	1,70	1,10	4,7	4,3

Měrná produkce vedlejších energetických produktů a emisí v kg/GJ vyrobeného tepla								
	Jednotka	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Vedlejší energetické produkty	kg/GJ	17,832	16,541	19,557	15,902	16,566	17,430	17,190
Tuhé znečišťující látky	kg/GJ	0,011	0,009	0,004	0,003	0,007	0,005	0,004
Oxid siřičitý	kg/GJ	0,389	0,394	0,368	0,205	0,164	0,130	0,134
Oxidy dusíku	kg/GJ	0,120	0,094	0,094	0,075	0,084	0,061	0,058
Oxid uhelnatý	kg/GJ	0,023	0,037	0,030	0,038	0,031	0,029	0,027

6.2 Emise zdroj Energetika

V roce 2009 byla na Energetice instalováno zařízení na principu vápencové vypírky v důsledku čehož došlo k rapidnímu snížení emisí oxidu siřičitého zhruba o 60 % a prachových částic do ovzduší o polovinu.



Obrázek 7 Emise znečišťujících látek v jednotlivých letech – zdroj Energetika

[Dostupné z: <https://www.pltep.cz/ekologie/>]

V roce 2019 se na a zdroji Energetika velká část investičních nákladů realizovala v oblasti ekologizace. V červnu započala realizace projektu „DeNOX kotle K3 v Plzeňské energetice a.s.“ která byla strukturována na primární a sekundární opatření. V rámci primárních opatření došlo k instalaci nových nízkoemisních hořáků, úpravě systémů dohřívajících vzduch a úprava vzduchodůů a práškovodů kotle K3. Sekundární opatření pak zahrnovalo instalaci nové technologie SNCR s dávkováním 40% roztoku močoviny. [23,24]

Česká inspekce životního prostředí zde provedla v průběhu roku 2019 dvě kontroly se zaměřením na dodržování emisních limitů a plnění stanovených podmínek integrovaného povolení provozu zařízení. Obě tyto kontroly nezjistili žádné porušení podmínek stanovení limitů a podmínek pro provoz zařízení. Zdroj Energetika dodržel emisní stropy stanovené Přechodným národním plánem pro rok 2019. SO₂ bylo emitováno 846,415 t (95,4 % emisního stropu) a NO_x bylo emitováno 394,813 t (67,4 % emisního stropu). [23,24]

Tabulka 2 Emisní hodnoty – zdroj Energetika [Dostupné z výroční zprávy]

	Jednotka	2017	2018	2019
Výroba tepla (TJ)	TJ	3 432	3 425	3 222
Tuhé znečišťující látky	t	24	15	11
Oxid siřičitý	t	961	1 011	846
Oxidy dusíku	t	452	497	395
Oxid uhelnatý	t	53	44	90
Oxid uhličitý z fosilních paliv	t	344 098	342 362	324 629

Měrná produkce vedlejších energetických produktů a emisí v kg/GJ vyrobeného tepla				
	Jednotka	2017	2018	2019
Popeloviny	kg/GJ	31,11	32,48	35,01
Tuhé znečišťující látky	kg/GJ	0,007	0,004	0,004
Oxid siřičitý	kg/GJ	0,280	0,295	0,262
Oxidy dusíku	kg/GJ	0,132	0,145	0,122
Oxid uhelnatý	kg/GJ	0,015	0,013	0,028

6.3 Emise zdroj ZEVO Plzeň

V roce 2019 bylo zařízení ZEVO Plzeň uvedeno do trvalého provozu. Po uvedení do trvalého provozu se požádalo žádost o navýšení množství spalovaného odpadu, která byla Krajským úřadem schválena. [23,24]

V průběhu celého roku probíhalo v rámci dodržování podmínek vydaného integrovaného povolení monitorování a měření v oblasti životního prostředí, zejména pak kontrola spodních vod v okolí skládky. Závazné podmínky stanovené integrovaným povolením ke zkušebnímu provozu byly v průběhu roku 2019 plněny. V průběhu roku proběhly i zde dvě kontroly České inspekce životního prostředí a při žádné z nich nebylo zjištěno neplnění stanovených podmínek. V roce 2019 přijato k likvidaci celkem 93 311 t komunálních odpadů. [23,24]

„V průběhu roku byla využívána široká palivová základna tepelného zdroje. Hlavní složkou spalovaného odpadu byl směsný komunální odpad 71 429 t, dále pak objemný odpad 11 242 t a ostatní odpady 10 640 t. Spálením uvedeného množství odpadů se ušetřilo cca 70 tis. tun hnědého uhlí. Produkci vedlejších energetických produktů zastupuje nejvýrazněji

škvára s množstvím 24 127 t, dále pak popílek, 2 317 t, a filtrační koláč, 284 t. Současně bylo po spalování vyseparováno celkem 1 412 t železa.⁴

Tabulka 3 Emisní hodnoty – zdroj ZEVO [Dostupné z výroční zprávy]

Emise do ovzduší					
	Jednotka	2016	2017	2018	2019
Výroba tepla (TJ)	TJ	306,1	722,7	705,0	767,0
Tuhé znečišťující látky	t	0,057	0,070	0,062	0,072
Oxid siřičitý	t	1,710	2,480	3,210	4,281
Oxidy dusíku	t	34,230	41,610	45,340	45,732
Oxid uhelnatý	t	3,950	4,590	5,140	5,586
TOC	t	0,600	0,680	0,578	0,596
HCL	t	0,023	0,024	0,002	0,026
HF	t	0,039	0,072	0,050	0,079

Měrná produkce popelovin a emisí v kg/GJ vyrobeného tepla					
	Jednotka	2016	2017	2018	2019
Popeloviny	kg/GJ	59,170	40,680	37,660	34,480
Tuhé znečišťující látky	kg/GJ	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001
Oxid siřičitý	kg/GJ	0,0056	0,0034	0,0045	0,0056
Oxidy dusíku	kg/GJ	0,1183	0,0576	0,0643	0,0596
Oxid uhelnatý	kg/GJ	0,0129	0,0064	0,0073	0,0073
TOC	kg/GJ	0,0020	0,0009	0,0008	0,0008
HCL	kg/GJ	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
HF	kg/GJ	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

6.4 Porovnání produkce emisí velkých energetických zdrojů s ostatními emisními zdroji v Plzni

Ve výše uvedeném textu jsem představila hlavní energetické zdroje na území města Plzně. Jedná se o zdroj Teplárna, zdroj Energetika a zdroj ZEVO společnosti Plzeňská teplárenská a.s. Uváděná data těchto emisních zdrojů jsem získala z výroční zprávy Plzeňská teplárenská a.s. za rok 2019. Ve výroční zprávě jsou uvedena i data za předchozí roky, takže lze porovnat jejich vývoj.

⁴ Výroční zpráva 2019 Plzeňská Teplárenská a.s. [online]. 2020 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <https://www.pltep.cz/vyrocní-zprava-2019/>

Proto, abych mohla porovnat produkci emisí velkých energetických zdrojů s ostatními zdroji emisí, musela jsem získat emisní bilance REZZO, které spravuje ČHMÚ.

Velké energetické zdroje, o kterých píš, spadají do kategorie REZZO1 a v této kategorii je zahrnuta, mimo jiné, SUEZ CZ a.s. Spalovna Plzeň (Spalovna NO), kterou jsem si vybrala pro porovnání s energetickými zdroji. Primárním účelem této spalovny je spalování nebezpečného odpadu. Z 80 % se jedná o zdravotnický odpad a zhruba z 20 % o odpad průmyslového charakteru. Spalovna zajišťuje spalování zdravotnického materiálu z nemocnic, z domovů důchodců a léčeben z Plzeňského a Karlovarského kraje. Považuji ji též za významný zdroj emisí. Přestože jsem se domnívala, že Spalovna NO bude obdobně velký emisní zdroj, jako např. ZEVO, překvapivě to tak není, což je patrné z tabulky č. 4.

Dále můžeme energetické zdroje porovnat se zdroji z kategorie REZZO2. V této kategorii jsou největšími emisními zdroji na území města Plzně čtyři společnosti uvedené v téže tabulce. Porovnáme-li hodnoty emisních bilancí s hodnotami energetických zdrojů, jsou nesrovnatelně nižší. I přesto, že v kategorii REZZO2 je celkový počet emisních zdrojů mnohem vyšší než v REZZO1, nedosáhnou emisní bilance v celkovém součtu tak vysokých hodnot, jako ostatní kategorie.

Tabulka 4 Emisní zdroje na území města Plzně [Zpracovaná data z výroční zprávy 2019 a daty REZZO získaná od ČHMÚ]

Rok 2019	Emise t/rok				
	TZL	SO ₂	NO _X	CO	CO ₂
REZZO 1					
Zdroj Teplárna	43	838	364	166	698794
Zdroj Energetika	11	846	395	90	324629
Zdroj ZEVO	0,072	4,281	45,732	5,586	-
SUEZ CZ a.s. Spalovna Plzeň	0,069	0,488	3,845	0,415	-
REZZO 2					
Amesbury-Business Park Krimice	0,005	0,002	0,314	0,077	-
Bammer trade a.s. - provozovna Slovanská Alej	0,004	0,002	0,232	0,057	-
VODÁRNA PLZEŇ a.s. - Malostranská Plzeň 3	0,004	0,002	0,246	0,06	-
Česká pošta s.p. -SPU Plzeň 2	0,004	0,002	0,231	0,057	-

Podíváme-li se na hodnoty emisí vyprodukovaných velkými energetickými zdroji Plzně a celkové hodnoty kategorie REZZO1, je jistě zajímavé zjistit, jaký mají celkový podíl na znečištění ovzduší Plzeňského kraje. Emisní bilance jednotlivých kategorií REZZO v rámci Plzeňského kraje jsou však k datu zpracování této práce k dispozici pouze za rok 2018. Data roku 2019 jsou momentálně sčítána a budou k dispozici až během druhé poloviny

roku 2020. Proto jsem pro porovnání použila dat a energetických zdrojů za rok 2018. Z tabulky č. 5 je zřejmé, že v roce 2018 byl emisní zdroj Energetika největším zdrojem emisí SO₂ v Plzeňském kraji (v kategorii REZZO1).

Tabulka 5 Podíl emisních hodnot velkých energetických zdrojů v kategorii REZZO1

2018	Emise t/rok			
	TZL	SO2	NOX	CO
REZZO1 Plzeňský kraj	404,2	2498,1	1859,7	1281,5
Zdroj Teplárna	7,7%	34,4%	21,6%	15,1%
Zdroj Energetika	3,7%	40,5%	2,4%	3,4%
Zdroj ZEVO	0,0%	0,1%	2,4%	0,4%

V tabulce č.6 ještě uvádím přehled emisí a jejich vývoj mezi rokem 2018 a 2019. U hodnot zdroje Energetika a Teplárna je patrné, že se společnosti daří dlouhodobě snižovat množství emisí vypouštěných do ovzduší. Z tabulky je také na první pohled zřejmý nárůst emisních hodnot u zdroje ZEVO, což je však způsobeno tím, že teprve v roce 2019 byl zahájen provoz v plném rozsahu a kapacitě.

Tabulka 6 Vývoj emisních hodnot velkých energetických zdrojů v letech 2018 a 2019

	TZL		SO2		NOX		CO	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Zdroj Teplárna	31	43	859	838	401	364	193	166
Zdroj Energetika	15	11	1011	846	497	395	44	90
Zdroj ZEVO	0,062	0,072	3,21	4,281	45,34	45,73	5,14	5,586

Neměli bychom zapomínat zbývající dvě kategorie REZZO. Kategorie REZZO3 jsou lokální domácnosti, které nelze jednotlivě evidovat a měřit a provádí se pouze výpočty pro územní celky. Podobně je to u zdrojů v kategorii REZZO4.

„Numerické výsledky odhadů emisí znečišťujících látek z dopravy je vždy nutno brát s vysokou rezervou, protože prakticky všechny vstupy užívané v emisních inventurách jsou zatíženy velmi vysokou mírou nejistoty.“⁵

⁵ Program ke zlepšení kvality ovzduší města Plzně Aktualizace 2016 [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://ozp.plzen.eu/Files/ozp/2016-ZP-Plzen-001-PZKO-Aktualizace2016.pdf>

Emise z dopravy zahrnují emise jednotlivých znečišťujících látek z výfukových systémů vozidel, ale také emise tuhých znečišťujících látek z otěrů pneumatik a brzdových systémů vozidel, emise z otěrů komunikací apod. (nespalovací emise). Databáze REZZO obsahuje emise z mobilních zdrojů (REZZO4) pouze na republikové a krajské úrovni, proto jsme schopni určit pouze odhad množství znečišťujících látek

Tabulka 7 Emisní bilance Plzeňského kraje [dostupné z databáze ROZZO]

ROK 2018	Emise t/rok					
	TZL	SO ₂	NO _X	CO	VOC	NH ₃
REZZO1	404,2	2498,1	1859,7	1281,5	1008,6	20,5
REZZO2	1,06	1,02	32,10	7,98	12,93	0,00
REZZO3	2804,5	1369,1	694,5	30827,0	9008,9	6552,0
REZZO4	526,72	8,55	4025,32	6620,32	1009,07	61,88
Celkové emise	3736,5	3876,7	6611,6	38736,9	11039,5	6634,4

7. MOŽNOSTI A ZPŮSOBY PRO SNIŽOVÁNÍ MNOŽSTVÍ EMISÍ

Jedna z možností, která by mohla zásadně ovlivnit snížení emisí z velkých energetických zdrojů, je např. výstavba paroplynových elektráren místo klasických uhelných spalovacích. Nejčastěji využívaným palivem je zemní plyn, ale je zde možné spalovat i plyn získaný ze zplyňování uhlí či biomasy. Při spalování zemního plynu totiž vzniká značně méně škodlivin než při spalování černého nebo hnědého uhlí. Při tomto způsobu výroby energie je vyprodukováno pouze zanedbatelné množství oxidu siřičitého a tuhých znečišťujících látek a množství emisí CO₂ může být až o 70% nižší než v klasických uhelných elektrárnách. Nespornou výhodou je také možnost rychlé regulace a jejich vyšší účinnost. Značnou nevýhodou je zatím cena paliva. Zemní plyn je podstatně dražší než uhlí, v důsledku čehož se stále upřednostňuje spalování v uhelných elektrárnách.

Dalším směrem v oblasti snižování emisí je zvyšování podílu obnovitelných zdrojů při výrobě elektrické energie. Využívání obnovitelných zdrojů (OZE) na území Evropy je věnována velká pozornost, s cílem zásadně snížit celkové množství emisí. OZE zatím nehrají hlavní roly z hlediska výroby elektrické energie, avšak je zde velký potenciál budoucího využití ve větším rozsahu. Mezi nejvíce využitelné OZE na území ČR řadíme energii slunečního záření, vody, větru ale také energii biomasy a bioplynu. V rámci evropské unie došlo k dohodě, jejíž cílem je zvýšení podílu OZE při výrobě energie na 20 % do roku 2020 a nejméně 32 % do roku 2030.

Biomasa je z hlediska využívání historicky nejstarší zdroj energie. Je využívána jak pro domácí, tak i pro velké stacionární zdroje. Jak už jsem zmiňovala výše, Plzeňská teplárenská a.s. vlastní jeden kotel určený přímo pro spalování biomasy, díky čemuž mohla snížit využívání fosilních paliv a snížit tak celkové emise do ovzduší. Biomasa se však převážně využívá u zdrojů menších až středních výkonů využívaných v domácnostech. U těchto menších zdrojů množství emisí záleží hlavně na kvalitě a druhu spalované biomasy (dřevo, třísky, pelety, brikety) a také na způsobu spalování. Laicky řečeno, množství vznikajících emisí závisí i na způsobu příkládání paliva. U malých zdrojů, v porovnání s těmi na fosilní paliva, tak spalování ne vždy vede ke snížení množství emisí. Obecně však převládá názor, že spalování biomasy je z hlediska CO₂ neutrální, protože jeho vyprodukované množství je srovnatelné s množstvím spotřebovaným při růstu rostliny, která je následně spálena. Dále je nutno zvážit uhlíkovou stopu, která vzniká při dovážení biomasy na dlouhé vzdálenosti, a proto je nutno využívat biomasu pouze z lokálních zdrojů, a tak této vznikající uhlíkové stopě přecházet.

Sluneční energie je z hlediska ochrany ovzduší nejčistším a nejšetnějším zdrojem pro výrobu elektřiny a její bezkonkurenční výhodou je, že je dostupná téměř všude. Fotovoltaické systémy jsou nenáročné na údržbu a nevytváří žádný hluk. Největší náklady tvoří výroba a instalace samotného systému, která je relativně nákladná a však po návratnosti investice je získávání energie prakticky zdarma. Momentálně jsou fotovoltaické systémy z části dotované státem, díky čemuž je jejich pořízení značně atraktivnější. Emise vznikající při výrobě a instalaci jsou v porovnání s produkcí energie z fosilních paliv minimální až zanedbatelné. Osobně se mi moc nelíbí aplikace solárních panelů na rozsáhlých plochách uprostřed krajiny, který by mohla být využita mnohem lépe. Nejlepší prostory pro umístění systémů jsou, dle mého názoru, střechy jak menších domů, ale hlavně na střechy velkých výrobních závodů, kde jedná o jinak nevyužitelnou plochu.

I větrné a vodní elektrárny jsou vhodným doplňkovým zdrojem energie. Větrné elektrárny jsou často sdružovány do větrných farem a parků. Mají nižší provozní náklady, při produkci energie nevznikají žádné emise. Odpad však vzniká především při jejich likvidaci po skončení životnosti. Jejich značnou nevýhodou je závislost na momentální síle větru, hlučnost, narušení přírodního vzhledu krajiny a také vysoké pořizovací náklady vzhledem k jejich krátké životnosti. Vodní elektrárny jsou na našem území součástí velkých vodních projektů, jako jsou vodní nádrže, které dle některých názorů ničí ekologickou propojenost řek a brání pohybu živočichů. Je zde, ale možnost využívání mobilních turbín, které nezadržují usazeniny a umožňují rybám volný pohyb.

Mobilní doprava, jak můžeme vidět z emisní bilance nejen plzeňského kraje (viz tabulka č.7), má značný podíl na znečištění ovzduší. Mobilní doprava se podílí na celkových emisích CO₂ téměř z 30%. Z toho má největší 72% podíl silniční doprava (60,7% - osobní automobily, 11,9% lehké nákladní vozy, 26,2% těžké nákladní vozy) Proto je logické zaměřit se i na tento zdroj znečištění. Snaha snížení emisí CO₂ v dopravě po technické stránce vede dvěma cestami a těmi jsou zvyšování účinnosti spalovacích motorů anebo přechod na jiná paliva a pohony. Mezi asi nejvíce propagovaný způsob snížení emisí v dopravě je přechod na elektrický pohon. Je pravda, že přechod na elektrická osobní auta má velký potenciál stát se jedním z nejtišších způsobů dopravy, avšak pouze v případě, pokud v budoucnu dojde ke zvýšení podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů. Dále je nutné si uvědomit, že výroba samotné baterie je stále technologicky a ekologicky náročná. Baterie se totiž vyrábějí převážně v továrnách, které využívají energii z uhelných elektráren. Produkce emisí CO₂ při výrobě baterie může být až o 74 % vyšší, než kolik vyprodukuje

automobil s efektivním konvenčním motorem. Produkce emisí CO₂ z elektrických automobilů tak přímo závisí na způsobu výroby elektřiny. Nutno podotknout, že i likvidace samotné baterie je zatím ekologicky náročná a dosud nebyl vyvinut způsob, jak tyto baterie zcela recyklovat nebo ekologicky likvidovat.

Osobně si myslím, že v oblasti snižování emisí z mobilní dopravy, by měla společnost věnovat pozornost k jejímu efektivnějšímu využívání a tím i k jejímu omezení. Ze studií totiž bohužel vyplývá, že v Evropě jedním autem cestuje průměrně 1,7 pasažéra. Tomu by se dalo přecházet větší propagací spolujízdy, kdy by například velké společnosti s vysokým počtem zaměstnanců mohli pomoc zprostředkovávat spolujízdu do práce, což by vedlo k úplnému naplnění kapacity vozidla. Například v Německu je spolujízda velmi rozšířená a fungují zde speciální agentury, které zprostředkovávají kontakt mezi řidičem a dalšími cestujícími, za předpokladu zaplacení určitého příspěvku řidiči na zaplacení paliva. Další možností pak je větší podpora veřejné dopravy, která je mnohem efektivnější a ekologičtější než doprava osobním automobilem a je v zájmu měst, aby ji využíval co největší počet občanů. Největší efekt na omezení automobilové dopravy by pak měla bezplatná veřejná doprava, a to nejen pro seniory a děti, jak je tomu zvykem. Bezplatná veřejná doprava takto funguje například ve městě Tallin, které zavedlo bezplatnou dopravu pro obyvatele s trvalým bydlištěm na území města, a byla testována i v několika českých městech. Dále nesmíme zapomínat ani na nákladní dopravu, kde by mělo docházet k větší podpoře železniční dopravy, a to například dotováním od státu či rozšířením a zlepšováním železniční infrastruktury.

Možná varianta, kterou také lze zvážit, je lepší nakládání s již zachycenými emisemi. Dočetla jsem se například o možnosti geologického ukládání CO₂ pod zemský povrch. Velké emisní zdroje by mohly v budoucnu zachycené CO₂ ukládat do horniny hluboko pod zemský povrch, čímž by CO bylo izolováno od atmosféry. Tato myšlenka vychází ze skutečnosti, že existují pod povrchem zcela přirozená ložiska CO₂. Takto by bylo možno ukládat CO₂ do hloubek větších než 0,8km například do vytěžených ložisek ropy a zemního plynu nebo do slaných akviferů (podzemní vrstva nasáklá vodou), které jsou izolované nepropustnou vrstvou. CO₂ pak v zemi reaguje chemickou reakcí a váže se na podložní horniny. Tato technologie již byla testována v geotermální elektrárně Hellisheiði na Islandu, kde byl vycytáván CO₂ ze vzduchu následně injektován 800 m pod zem spolu s vodou a stopovým množstvím izotopu uhlíku C14. Bohužel tato technologie je zatím velmi nákladná.

ZÁVĚR

Na začátku psaní své bakalářské práci jsem byla přesvědčena, že velké energetické zdroje na území města Plzeň mají největší podíl na znečišťování ovzduší v regionu. Podíváme-li se na město Plzeň a jeho komíny, vyvolá to nejspíše stejný dojem u většiny z nás. Statistická data uváděná ČHMÚ a ve výroční zprávě Plzeňské teplárenské a.s. nám však dokazují něco zcela jiného.

Porovnáním statistických dat jsem bohužel zjistila, že zdaleka největším zdrojem emisí v Plzeňském kraji jsou v celkovém součtu zdroje, spadající do kategorií REZZO3 a REZZO4. A zde nastává ten největší problém, neboť se jedná o zdroje v jednotlivých domácnostech nebo u vlastníků motorových vozidel, kde je velmi těžké motivovat vlastníky k ekologickému přístupu k životnímu prostředí, protože to zároveň znamená i jisté investice, které nejsou vždy k dispozici.

Vzhledem k tomu, že je za poslední desetiletí vyvíjen velký tlak na společnosti, vlastníky velkých energetických zdrojů, aby měli zodpovědnější přístup k ochraně životního prostředí, jsou společnosti nuceny investovat do nových technologií a postupů, které přispívají k ochraně životního prostředí. Díky těmto investicím do technologií, které jsem zmínila v druhé části práce, nejsou velké energetické zdroje na území města Plzně těmi největšími zdroji emisí. Podstatným nástrojem pro udržení přijatelných emisních limitů je i současná platná legislativa, která stanoví velmi přísná pravidla pro velké energetické zdroje. Tím je zajištěna jejich kontrola a hlídání limitů, neboť případné sankce za jejich nedodržení mohou být pro společnosti až likvidační.

Na příkladu zdroje Energetika je zřetelně vidět, že ještě v roce 2018 byl jeho podíl SO₂ 1011 t/rok, což je 40,5 % ze všech velkých stacionárních zdrojů emisí v Plzeňském kraji. Investicí do odsiřovacího zařízení klesla tato hodnota v roce 2019 na 846 t/rok.

Zdroj Teplárna, se v rámci projektu „Zelená energie“, který odstartoval v roce 2003, začal věnovat spalování biomasy. Od roku 2010 se velmi zásadním způsobem mění poměr spalování biomasy vůči uhlí při výrobě energie, samozřejmě ve prospěch biomasy. Tento krok vede k zásadnímu snížení celkových emisí produkovaných tímto zdrojem.

Zdroj ZEVO byl projektován jako zdroj energie a díky svým technologickým zařízením a spalovacím postupům je jeho negativní vliv na kvalitu ovzduší velmi nízký. Naopak

celkový přínos k ochraně životního prostředí má ještě druhou rovinu, a to ekologickou likvidaci odpadu, který by byl jinak skládkován.

Na těchto velkých energetických zdrojích ve městě Plzeň, jsme si tak mohli dokázat, že velký energetický podnik neznamená automaticky velký znečišťovatel životního prostředí. Je to mimo jiné i jasný příklad toho, že na rozdíl od vlastníků malých zdrojů znečištění, mají velké společnosti prostředky na nové technologie.

SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] *Základní pojmy z ekologie* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <http://uoch.vscht.cz/files/uzel/0006592/ZakladniPojmy-ekologie.pdf?redirected>
- [2] *Oxid Uhelnatý* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: https://www.irz.cz/dokumenty/irz/metody_mereni/ovzdusi/oxid_uhelnaty.pdf
- [3] *Oxid uhelnatý* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: https://www.irz.cz/sites/default/files/latky/Oxid_uhelnaty_Karta_latky_11012019.pdf
- [4] *Oxid uhličitý* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://arnika.org/oxid-uhlicity>
- [5] *Oxidy dusíku (NOx/NO2)* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: https://www.irz.cz/repository/latky/oxidy_dusiku.pdf
- [6] *Oxidy síry* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: https://www.irz.cz/repository/latky/oxidy_siry.pdf
- [7] *EMISE A IMISE* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/emise_3.html
- [8] *Suspendované částice (aerosol)* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/weather_links/Pocasi/Navody/Znecistení/susp_castice.pdf
- [9] *Nemethanové těkavé organické sloučeniny* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.irz.cz/node/165>
- [10] *Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: https://www.irz.cz/repository/latky/polycyklicke_aromaticke_uhlovodiky.pdf
- [11] *INTEGROVANÝ REGISTR ZNEČIŠŤOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ Souhrnná zpráva za rok 2004* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.irz.cz/repository/irz2004.pdf>
- [12] *Benzen* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.irz.cz/node/16>
- [13] *Ozon*. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ozon>
- https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/9F4906381B38F7F6C1257A94002EC4A0/%24file/201_2012.pdf
- [14] *MOKRÁ VÁPENCOVÁ VYPÍRKA SPALIN* [online]. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/vypirka_5.html
- [15] *Mokrý vápencová vypírka* [online]. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: <https://www.zvvz.cz/cs/produkty-a-sluzby/odsirovani/mokra-vapencova-vypirka>
- [16] *Polosuché odsiřovací zařízení s rozprašováním suspenze* [online]. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: <http://www.tenza.cz/cz/aktivity/energetika/technologie/zarizeni-procistení-spalin/polosuche-odsirovaci-zarizeni-s-rozprasovaním-suspenze/>

- [17] *Odsiřovací zařízení s CFB absorbérem* [online]. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: <http://www.tenza.cz/cz/aktivity/energetika/technologie/zarizeni-pro-cistenispalin/odsirovaci-zarizeni-s-cfb-absorberem/>
- [18] *Suché metody odsiřování* [online]. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: <http://www.tenza.cz/cz/aktivity/energetika/technologie/zarizeni-pro-cistenispalin/suche-metody-odsirovani/>
- [19] *SNIŽOVÁNÍ EMISÍ NOx* [online]. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/snizovem_5.html
- [20] *Zachytávání CO2* [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/ccs/technologie-ccs/zachytavani>
- [21] *SNIŽOVÁNÍ TUHÝCH EMISÍ* [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/snizovani_5.html
- [22] *Odloučení tuhých částic ve spalínách* [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: https://kke.zcu.cz/export/sites/kke/old_web/_files/projekty/enazp/20/IUT/129_Odloucovani_tuhych_castic_ve_spalinach_-_Zarybnicka_-_P1.pdf
- [23] *Ekologie* [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.pltep.cz/ekologie/>
- [24] *Výroční zpráva 2019 Plzeňská Teplárenská a.s.* [online]. In: . [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.pltep.cz/vyrocnizprava-2019/>
- [25] *Elektrina* [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.pltep.cz/elektrina/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1 ANTROPOGENNÍ ZDROJE NO _x 2003]	15
OBRÁZEK 2 VZNIK OXIDŮ DUSÍKU V ZÁVISLOSTI NA TEPLOTĚ.....	16
OBRÁZEK 3 VÝVOJ EMISÍ OXIDU UHLIČITÉHO PODLE PŮVODU.....	19
OBRÁZEK 4 MOKRÁ VÁPENCOVÁ VYPÍRKA	25
OBRÁZEK 5 EO ODLUČOVAČE POPÍLKU	29
OBRÁZEK 6 EMISE ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK V JEDNOTLIVÝCH LETECH – ZDROJ TEPLÁRNA... 32	
OBRÁZEK 7 EMISE ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK V JEDNOTLIVÝCH LETECH – ZDROJ ENERGETIKA 34	

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1 EMISNÍ HODNOTY – ZDROJ TEPLÁRNA.....	33
TABULKA 2 EMISNÍ HODNOTY – ZDROJ ENERGETIKA	35
TABULKA 3 EMISNÍ HODNOTY - ZDROJ ZEVO	36
TABULKA 4 EMISNÍ ZDROJE NA ÚZEMÍ MĚSTA PLZNĚ	37
TABULKA 5 PODÍL EMISNÍCH HODNOT VELKÝCH ENERGETICKÝCH ZDROJŮ V KATEGORII REZZO1	38
TABULKA 6 VÝVOJ EMISNÍCH HODNOT VELKÝCH ENERGETICKÝCH ZDROJŮ V LETECH 2018 A 2019	38
TABULKA 7 EMISNÍ BILANCE PLZEŇSKÉHO KRAJE	39