

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a enviromentální
modelování**



Bakalářská práce

Ochrana ovzduší na Ostravsku

Martin Kostřica

© 2015/2016 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Kostřica

Krajinářství

Název práce

Ochrana ovzduší na Ostravsku

Název anglicky

Air protection in Ostrava

Cíle práce

V literární rešerši popsat vznik a meteorologické situace při kterých dochází k největšímu znečištění ovzduší na Ostravsku, popsat monitoring a opatření, která se této problematice týkají. V druhé části práce použít data imisního monitoringu a zhodnotit je. Student si sám vyhledá a získá data ke zpracování.

Metodika

Práce dle osnovy:

1. Úvod, 2. Základní meteorologické pojmy a situace, 3. Znečištění ovzduší – historie a dnešek, 4. Vlastní pozorování znečištění ovzduší na Ostravsku, data, 5. Zhodnocení situace a návrh řešení

Navrženou osnovu si student v průběhu práce může sám přizpůsobovat postupu práce

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

monitoring, ochrana ovzduší, inverze, znečištění ovzduší

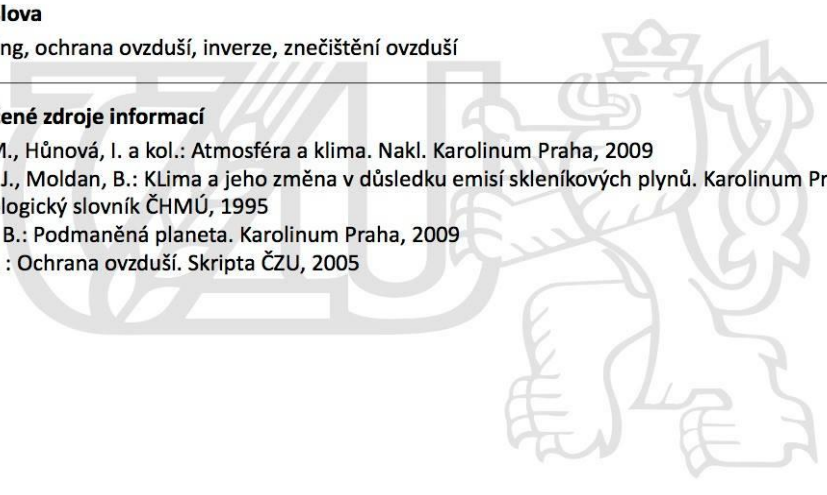
Doporučené zdroje informací

Braníš, M., Hůnová, I. a kol.: Atmosféra a klima. Nakl. Karolinum Praha, 2009

Kalvová, J., Moldan, B.: Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů. Karolinum Praha, 1996
Meteorologický slovník ČHMÚ, 1995

Moldan, B.: Podmaněná planeta. Karolinum Praha, 2009

Vach, M. : Ochrana ovzduší. Skripta ČZU, 2005



Předběžný termín obhajoby

2015/16 ZS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jana Soukupová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 7. 12. 2015

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 12. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 09. 04. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Ochrana ovzduší na Ostravsku" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne datum odevzdání _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Janě Soukupové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady při zpracování bakalářské práce a trpělivost při konzultacích a opravách. Děkuji Českému hydrologickému ústavu za poskytnutí dat ke zpracování. Za podporu děkuji také své rodině.

Ochrana ovzduší na Ostravsku

Abstrakt

Tato bakalářská práce poskytuje čtenáři pohled na problematiku znečištění ovzduší na Ostravsku. V prvních kapitolách jsou popsány obecné pojmy v ochraně ovzduší, nastíněny historické souvislosti a vysvětleny informace o základních meteorologických prvcích ovlivňující úroveň znečištění ovzduší. V následující kapitole jsou popsány hlavní látky a částice znečišťující ovzduší na Ostravsku. V další kapitole jsou ukázány obecné zdroje znečištění a také ty které nejvíce ovlivňují ovzduší na Ostravsku. Dále je popsáno, jak a kde se provádí monitoring ovzduší a jaké opatření je prováděno nebo bude realizováno pro zlepšení kvality ovzduší. V následující kapitole je poukázáno na dopady znečištění ovzduší na obyvatele Ostravska ze zdravotního hlediska.

Druhá část práce se zabývá obecným historickým vývojem znečištění ovzduší. Následně jsou získaná data vlastního pozorování a imisního monitoringu zpracována a zhodnocena. Na základě těchto dat jsou navržena řešení situace na Ostravsku.

Hlavními zdroji je literatura zabývající se ochranou ovzduší, meteorologickými podmínkami, statistické údaje meteorologických stanic, data z hygienických stanic, konzultace s místními odborníky. Práce je obohacena o obrázky, tabulky a grafy.

Klíčová slova: monitoring, ochrana ovzduší, inverze, znečištění ovzduší, imise, zdroje znečištění, dopad znečištění, vývoj

Air protection in Ostrava

Summary

This thesis gives the reader insight on the issue of air pollution in the Ostrava region. In the first chapter explains the general concepts in a protective atmosphere and are described and explained by information on basic meteorological elements affecting the level of air pollution. The following section describes the main ingredient particles and air pollutants in the Ostrava region. In the next chapter is presented general sources of pollution and also those that most affect the atmosphere in the Ostrava region. Also covered is how and where they conducted air monitoring and what measures are being implemented or will be implemented to improve air quality. The next chapter is made to the effects of air pollution on the residents of Ostrava in terms of health.

The second part deals with the general historical development of air pollution. Subsequently, the data are observation and air pollution monitoring processed and evaluated. Based on these data are designed to address the situation in the Ostrava region.

The main sources of the literature dealing with the protection of air quality, meteorological conditions, statistical data of meteorological stations, data of hygiene stations, consultations with local experts. The work is accompanied by pictorial, graphical and spreadsheet attachments.

Keywords: the impact of pollution, imissions, sources of pollution, inversion, air pollution, monitoring, air protection.

Obsah

1 Úvod	10
2 Cíl práce a metodika	11
2.1 Cíl práce	11
2.2 Metodika.....	Chyba! Záložka není definována.
3 Základní pojmy	12
3.1 Obecné pojmy v ochraně ovzduší.....	12
3.2 Obecné problémy znečištění ovzduší	15
3.2.1 Skleníkový efekt.....	15
3.2.2 Narušování ozonoféry.....	17
4 Úvod do znečištění ovzduší oblasti Ostravska	18
4.1 Historický vývoj	18
4.2 Oblastní charakteristika	19
4.3 Základní meteorologické pojmy a situace	21
4.3.1 Směr větru	21
4.3.2 Rychlost větru	22
4.3.3 Teplota vzduchu	23
4.3.4 Atmosférické srážky.....	23
5 Zdroje a látky znečišťující ovzduší	24
5.1 Zdroje znečišťování	24
5.1.1 Průmyslové zdroje.....	27
5.1.2 Lokální topeniště	28
5.1.3 Automobilová doprava.....	29
5.2 Látky a chemické jevy znečišťující Ostravské ovzduší	31
5.2.1 Suspendované částice PM ₁₀ a PM _{2,5} (poletavý prach)	31
5.2.2 Benzo(a)pyren	32
5.2.3 Oxidy dusíku	33
5.2.4 Oxid siřičitý.....	33
5.2.5 Přízemní ozon O ₃	34
5.2.6 Smog	34
6 Monitoring a opatření kvality ovzduší	36
6.1 Hlavní nástroje pro získání dat	36
6.2 Imisní monitoring	37
6.2.1 Měření imisí	39
6.3 Opatření k zlepšení kvality ovzduší na Ostravsku	40

7 Vlastní práce	42
7.1 Data imisního monitoringu.....	42
7.2 Hodnocení výsledků imisního monitoringu	48
8 Závěr.....	50
9 Seznam použitých zdrojů.....	52
9.1 Literatura	52
9.2 Internetové zdroje.....	54

Seznam obrázků

Obr. 1 Ilustrace obecných pojmů v ovzduší.....	14
Obr. 2 Schéma skleníkového efektu.....	16
Obr. 3 Vítkovické železárny v kontrastu s krajinou.....	18
Obr. 4 Znečištění emisemi PM10 v Evropě v roce 2010	20
Obr. 5 Převládající směr větrů na Moravě a ve Slezsku	22
Obr. 6 Emise PM10 z významných zdrojů znečišťování.....	26
Obr. 7 Emise oxidů dusíku z významných zdrojů znečišťování.....	26
Obr. 8 Emise jemného poletavého prachu z významných prům. zdrojů	27
Obr. 9 Emise oxidů dusíku z významných prům zdrojů.....	28
Obr. 10 Způsob vytápění domácností v roce 2011	29
Obr. 11 Intenzita dopravy v roce 2007.....	30
Obr. 12 Průměrné roční koncentrace frakce PM10 podle typu lokalit, 2014	32
Obr. 13 Vývoj emisí TZL v Ostravě	49

Seznam tabulek

Tabulka 1 Imisní limity.....	38
Tabulka 2 Staniční síť v Ostravě.....	39
Tabulka 3 Metody imisního monitoringu	40
Tabulka 4 Tabulka ukazující počet překročení denního limitu za daný rok	48

Seznam grafů

Graf. 1 Měsíční koncentrace PM _{2,5} za rok 2013.....	43
Graf. 2 Měsíční koncentrace PM _{2,5} za rok 2014.....	43
Graf. 3 Měsíční koncentrace PM ₁₀ za rok 2013.....	44
Graf. 4 Měsíční koncentrace PM ₁₀ za rok 2014.....	44
Graf. 5 Měsíční koncentrace benzenu za rok 2013	45
Graf. 6 Měsíční koncentrace benzenu za rok 2014	45
Graf. 7 Měsíční koncentrace SO ₂ za rok 2014	46
Graf. 8 Měsíční koncentrace SO ₂ za rok 2014.....	46
Graf. 9 Měsíční koncentrace CO za rok 2013.....	47
Graf. 10 Měsíční koncentrace CO za rok 2014.....	47

1 Úvod

Ostravsko patří mezi oblasti s nejvyšší úrovní znečištění ovzduší v České republice, popřípadě i v rámci Evropy. Nepříznivý stav ovzduší na Ostravsku je způsoben především vysokou koncentrací těžkého průmyslu v regionu a geomorfologickými podmínkami hornoslezské pánve, v níž Ostravsko leží, neboť při špatných rozptylových podmínkách zejména v zimních měsících se zde znečištění ovzduší koncentruje.

Mezi hlavní zdroje znečištění patří: průmyslová výroba (zdrojem tohoto znečištění jsou především výrobní a spalovací procesy ve velkých průmyslových podnicích, zejména hutích a elektrárnách), doprava (znečištění je způsobeno spodinami z motorového pohonu vozidel), lokální topeniště (zdrojem tohoto typu znečištění je pálení nevhodných materiálů v domácích kotlích na tuhá paliva, zejména odpadů a tuhých kalů) a znečištění z Polska.

Znečištění ovzduší má dopad na celou populaci Ostravska, ale mezi nejohroženější skupiny patří těhotné ženy, děti a senioři. Na lidském zdraví se znečištěné ovzduší projevuje bolestmi hlavy, problémy s dýcháním (astma, snížená funkce plic), kardiovaskulárním onemocněním, dopad má i na reprodukční soustavu.

Téma této bakalářské práce jsem si zvolil především proto, že Ostrava je mé rodné město problém znečištění ovzduší se týká i mne samotného. Z tohoto důvodu jsem se chtěl o této problematice dozvědět co nejvíce a porozumět k čemu na Ostravsku dochází v rámci znečištění ovzduší.

I přes výrazně zlepšení kvality ovzduší za poslední 10tky let se na Ostravsku každoročně několikanásobně překračují zákonné imisní limity pro polétavý prach a výhledové imisní limity pro polycyklické aromatické uhlovodíky. V druhé části práce jsou získaná data z imisního monitoringu za roky 2013 a 2014 analyzována, zjištěn vývoj znečištění ovzduší a navržena opatření pro zlepšení kvality ovzduší.

Mezi hlavní zdroje, z nichž bylo čerpáno, patří publikace mapující meteorologické poměry na Ostravsku, publikace popisující obecně problematiku znečištění ovzduší, látky znečišťující ovzduší a monitoring. Analyzovaná data imisního monitoringu byly získána z českého meteorologického ústavu.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce a metodika

V literární rešerši popsat základní pojmy používané v oblasti ochrany ovzduší, meteorologické situace, při kterých dochází k znečištění ovzduší na Ostravsku, popsat zdroje, znečišťující látky a jejich dopady, popsat monitoring a opatření v oblasti Ostravska, které se této problematice týkají.

V druhé části práce použít data imisního monitoringu a zhodnotit je.

3 Základní pojmy

3.1 Obecné pojmy v ochraně ovzduší

Na úvod práce je třeba se seznámit se základními pojmy, jež se v problematice ochrany a znečištění ovzduší používají a které se v práci vyskytují.

Ovzduším jako takovým se obecně rozumí zemská atmosféra neboli vzdušný obal zeměkoule. Složení vzduchu díky vlivu lidské činnosti a přírodním pochodům se neustále mění a nelze ho považovat za stálé. Skládá se z koncentrace dvou hlavních složek – kyslík a dusík a koncentrace vzácných plynů. Koncentrace všech ostatních přítomných látek včetně tuhých příměsí jsou pak závislé na momentální produkci antropogenních i přírodních zdrojů a na fyzikálních podmínkách, zejména teplotě a proudění.

Znečišťování ovzduší je stav kdy je do ovzduší v důsledku lidské činnosti vnášena jedno více znečišťujících látek vyjádřené v jednotkách hmotnosti za jednotku času. S tímto souvisí i pojem **znečišťující látka**. Je to jakákoliv látka vnesená do vnějšího ovzduší nebo v něm druhotně vznikající, která má přímo nebo může mít po fyzikální nebo chemické přeměně nebo po spolupůsobení s jinou látkou škodlivý vliv na život a zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí, na klimatický systém Země, nebo na hmotný majetek, nebo obtěžuje zápachem.

V obecném slova smyslu se do pojmu znečišťování ovzduší zahrnuje celá řada činností zamořujících zemskou atmosféru, od vypouštění hmotných látek přes emise škodlivého elektromagnetického záření až po hluk, teplo a další.

V užším slova smyslu, souhlasně s pojetím obvyklým u nás se znečišťováním ovzduší rozumí vypouštění hmotných látek tuhého, kapalného nebo plynného skupenství do ovzduší, které buď přímo, nebo po chemických změnách v atmosféře, případně na základě spolupůsobení s jinou látkou negativně ovlivňují životní prostředí. Hmotnostní koncentrace těchto látek ovzduší nebo jejich depozice z ovzduší na jednotku plochy zemského povrchu za jednotku času se nazývá **úroveň znečištění ovzduší**.

Znečišťování ovzduší můžeme rozdělit na primární a sekundární. Primárním znečištěním rozumíme emise při vstupu do atmosféry, sekundárním znečištěním

produkty chemických změn, jimž podléhá většina škodlivin během setrvání v atmosféře.

Hlavním oborem studia kvality ovzduší jsou látky, které byly vypuštěny do ovzduší z určitého zdroje tzv. **emise** (Obr. 1). Množství vypouštěných emisí ze zdroje se označuje jako **emisní faktor**. Udává se v jednotkách hmotnosti polutantu emitovaného na jednotku hmotnosti, objemu, tepelného výstupu, vzdálenosti nebo trvání děje emise polutantu (např. g polutantu/t produktu), (Braniš, Hůnová, 2011).

Při vypouštění znečišťujících látek do ovzduší by se měly zdroje znečištění řídit zákonem č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, který udává tzv. **emisní limit**, jenž popisuje jako „Nejvýše přípustné množství znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek nebo pachových látek vypouštěné do ovzduší ze zdroje znečišťování ovzduší vyjádřené jako hmotnostní koncentrace znečišťující látky v odpadních plynech nebo hmotnostní tok znečišťující látky za jednotku času nebo hmotnost znečišťující látky vztažená na jednotku produkce nebo lidské činnosti nebo jako počet pachových jednotek na jednotku objemu nebo jako počet částic znečišťující látky na jednotku objemu.“

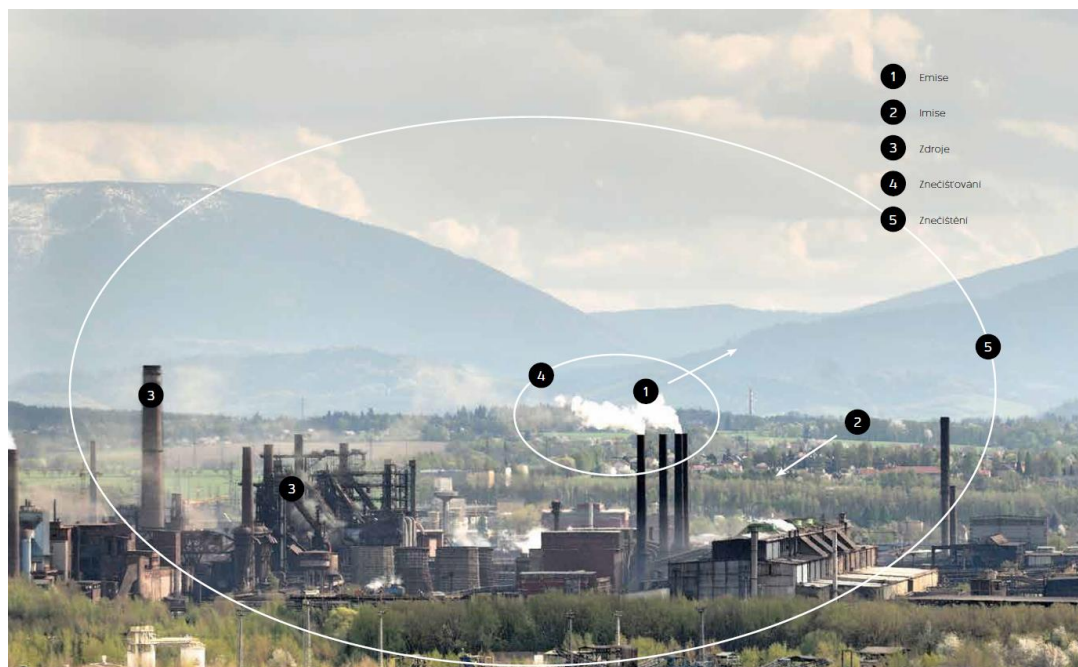
Po přenosu, rozptýlení a fyzikálně-chemických reakcích v atmosféře se emise stává **imisí**, která je popsána jako příměs obsažená v atmosféře přecházející na příjemce (organismus, půda...), (Braniš, Hůnová, 2011). Za imise je považován taktéž hluk, radioaktivita. Taktéž jako u emisí se udává **imisní limit** - hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při normální teplotě a tlaku.

Ve spojitosti s meteorologickými pojmy se v práci setkáme s pojmy **Mezní vrstva atmosféry (MVA)** - spodní část troposféry, v níž se bezprostředně projevuje vliv zemského povrchu na pole meteorologických prvků. Výška mezní vrstvy narůstá od stovek metrů až přibližně do 2 km v závislosti na míře nerovnosti (drsnoti) povrchu a dalších meteorologických parametrech. Rozptyl znečišťujících látek (a tím i úroveň znečištění ovzduší) je převážně určován procesy v MVA.

Spodní část MVA - do několika desítek metrů je tvořena **přízemní vrstvou atmosféry**, v níž se vlivy povrchu projevují zvláště výrazně. V rámci posuzování kvality ovzduší z hlediska imisních limitů stanovených za účelem ochrany zdraví lidí

bývá zpravidla vyhodnocována úroveň znečištění v této vrstvě, resp. v úrovni do 2 m nad povrchem (tzv. „dýchací vrstva“).

Na kvalitu ovzduší popřípadě znečištění mají výrazný vliv tzv. **rozptylové podmínky**. Jsou to podmínky pro zmenšování koncentrace znečišťujících látek ve vnějším ovzduší vymezené intenzitou turbulentní difúze (determinované jak termickou tak mechanickou turbulencí). V ČR se v rámci posuzování kvality ovzduší používá stabilitní klasifikace rozptylových podmínek v atmosféře (resp. MVA) rozeznávající pět tříd stability (tj. typů rozptyl. podmínek) v závislosti na vertikálním teplotním profilu (Vach M., 2006).



Obr. 1 Ilustrace obecných pojmů v ovzduší

Zdroj: (Jančík P a kol., 2013)

Samotnou ochranou ovzduší se rozumí předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví způsobená znečištěním ovzduší, snížení zátěže životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy a vytvoření předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší (Zákon č. 201/2012 Sb., o ovzduší).

3.2 Obecné problémy znečištění ovzduší

V dnešní době se mohou problémy znečištění ovzduší dle měřítka zasaženého území rozdělit na jevy globální, regionální a lokální. Za jevy globálního měřítka lze především označit zvyšování skleníkového efektu, narušování a ztenčování ozonosféry. S těmito jevy se samozřejmě spojují změny klimatu.

Regionálními problémy jsou dálkový přenos znečišťujících látek a „kyselé deště“ a jimi vyvolaná acidifikace prostředí a fotochemický smog. Mezi tyto problémy se může zařadit například ovlivňování ostravského ovzduší imisemi vypouštěnými polským průmyslem v pohraničí.

K lokálním problémům pak patří problémy způsobené specifickými zdroji např. průmyslovými, zemědělskými i lokálními domácími topeništi a zejména problematika redukčního (zimního) smogu. (Hůnová, Janoušková, 2004)

3.2.1 Skleníkový efekt

Skleníkový efekt je důležitým mechanismem, při kterém skleníkové plyny v atmosféře způsobují ohřívání planety tím, že pohlcují dopadající sluneční záření a zároveň brání jeho zpětnému odrazu do vesmíru. Skleníkový efekt se vyskytuje na Zemi téměř od jejího vzniku, souvisí se vznikem prvotní atmosféry.

Teplota naší planety je určována rovnováhou mezi energií přicházející od Slunce ve formě krátkovlnného záření a energií vyzařovanou Zemí do okolního vesmíru. Krátkovlnné sluneční záření prochází zemskou atmosférou a ohřívá zemský povrch. Dlouhovlnné záření zemského povrchu je z části atmosférou pohlcováno a opětovně vyzařováno. Část energie se tak vrací zpět k zemskému povrchu, který se společně s nejspodnějšími částmi atmosféry ohřívá. Tento jev je často přirovnáván k funkci skleníku, a proto se označuje jako **skleníkový efekt** a plyny, které jej způsobují, jsou nazývány **skleníkovými plyny**. Pokud by skleníkový efekt neexistoval, teplota zemského povrchu by byla oproti současnému stavu asi o 33°C nižší a planeta Země by byla pro nás neobyvatelnou (ČHMÚ, 2016).

Skleníkovými plyny přirozeného původu jsou vodní pára, oxid uhličitý a metan; skleníkovými plyny antropogenního původu jsou oxid uhličitý, metan, oxid dusný,

částečně a zcela fluorované uhlovodíky, fluorid sírový, freony a halony, jejichž používání je kontrolováno Montrealským protokolem (ČHMÚ, 2016).

Na rozdíl od přirozeného skleníkového efektu, který je nezbytný pro život na Zemi, ten **antropogenní skleníkový efekt** je způsobený člověkem a vzniká v důsledku zvýšené koncentrace skleníkových plynů z antropogenní činnosti. Jev lze popsat takto. Čím je v atmosféře koncentrace skleníkových plynů větší tím více pohlcují tepelnou radiaci a tím více se ohřívá ovzduší.

Tento efekt ovlivňuje klima Země, hovoříme o tzv. klimatickém systému, kterým rozumíme všechny složky přírodního prostředí podílející se na tvorbě klimatu. Pokud je klimatický systém v rovnováze, je energie pohlceného slunečního záření stejná jako energie vyzářená do Vesmíru zemským povrchem a atmosférou. (Hůnová, Janoušková, 2004).

Schéma skleníkového efektu je znázorněno na obrázku (Obr. 2).



Obr. 2 Schéma skleníkového efektu

Zdroj: <https://cs.wikipedia.org/>

Tuto rovnováhu a tím i klima ovlivňují faktory: koncentrace skleníkových plynů, sluneční záření a odrazivost. Tyto faktory nazýváme **radiačními činiteli**.

3.2.2 Narušování ozonoféry

Druhým neméně významným globálním problémem je narušování ozonoféry. Ozon přesto, že se v atmosféře vyskytuje ve velmi malém množství, má velký význam pro živé organismy (chrání planetu před biologicky škodlivým ultrafialovým zářením). Asi 90% se vyskytuje ve stratosféře, kde plní funkci ochranného „UV štítu“, který brání pronikání škodlivého krátkovlnného UV záření k zemskému povrchu; jeho úbytek má za následek pronikání UV záření k zemskému povrchu, které zde může u živých organismů způsobovat zejména vyšší výskyt rakoviny kůže, oční choroby nebo oslabení imunitního systému (Lippert E., 1995).

V globálním měřítku byl řadu let pozorován pokles množství ozónu vzrůstající rychlostí v důsledku přítomnosti rostoucího množství některých radikálů, Cl, Br, NO, OH, pocházejících z průmyslových i zemědělských emisí freonů, halonů NO_x a CH₄. Pro narušování ozónové vrstvy mají také význam emise oxidu dusíku z letecké dopravy (Hůnová, Janoušková, 2004).

Díky ukončení výroby freonů v průmyslových zemích v roce 1996 a v Evropě již v roce 1994 a postupné klesající spotřebě látek rozkládající ozon, lze pozorovat postupný pokles koncentrací chlorovaných sloučenin v troposféře, avšak doba setrvání těchto látek v atmosféře je poněkud dlouhá, předpokládá se, že se ozonoféra znovu obnoví až po roce 2050 (EEA, 2003).

4 Úvod do znečištění ovzduší oblasti Ostravska

4.1 Historický vývoj

Oblast Ostravska je rozlohou druhý největší městský okres a počtem obyvatel druhá největší aglomerace v České republice. Ostrava vyrostla jako průmyslové středisko černouhelné pánve, díky tomuto patří k nejvíce industrializovaným a zároveň urbanizovaným oblastem ve střední Evropě.

Nalezení zásob černého uhlí v Ostravské pánvi mělo za následek rychlý rozvoj průmyslu a osídlení, Ostrava byla pojmenována „ocelovým srdcem republiky“. S nekontrolovaným nárůstem průmyslových podniků a prakticky neexistujícími zákony na ochranu životního prostředí a ovzduší začalo od poloviny 19. století docházet k rychlé devastaci přírodního prostředí (degradace půdy, znečištění ovzduší, kontaminace vod). V sedmdesátých letech 20. století patřilo znečištění životního prostředí v tomto regionu k největším v Evropě a kvalita ovzduší byla katastrofální. (Blažek a kol. 2013) Ilustrační foto (Obr. 3)



Obr. 3 Vítkovické železářny v kontrastu s krajinou

Zdroj: <http://www.moderni-dejiny.cz/>

Obrat k lepšímu přinesly změny v hospodářství, technologiích i společnosti. Byly zavírány nevýnosné a vůči životnímu prostředí škodlivé a devastující podniky. Jisté zlepšení přinesly technologické změny a inovace v průmyslu. Pozitivní změnu pro zlepšení kvality životního prostředí a ovzduší přineslo zvýšené povědomí veřejnosti, kdy zhoršené životní podmínky ovlivňovaly samotné obyvatele Ostravska. Velký význam mělo zavedení systematického měření kvality ovzduší v rámci monitorovaných systémů. Toto opatření umožnilo sledovat aktuální stav jak rozhodujícím činitelům, tak i občanům, kteří pak mohli požadovat jeho okamžité zlepšení (Blažek a kol. 2013). V rámci vstupu do EU byla požadována změna legislativy na ochranu ovzduší, důslednější zákony a přísnější dodržování těchto norem mělo za následek postupné zlepšování stavu ovzduší.

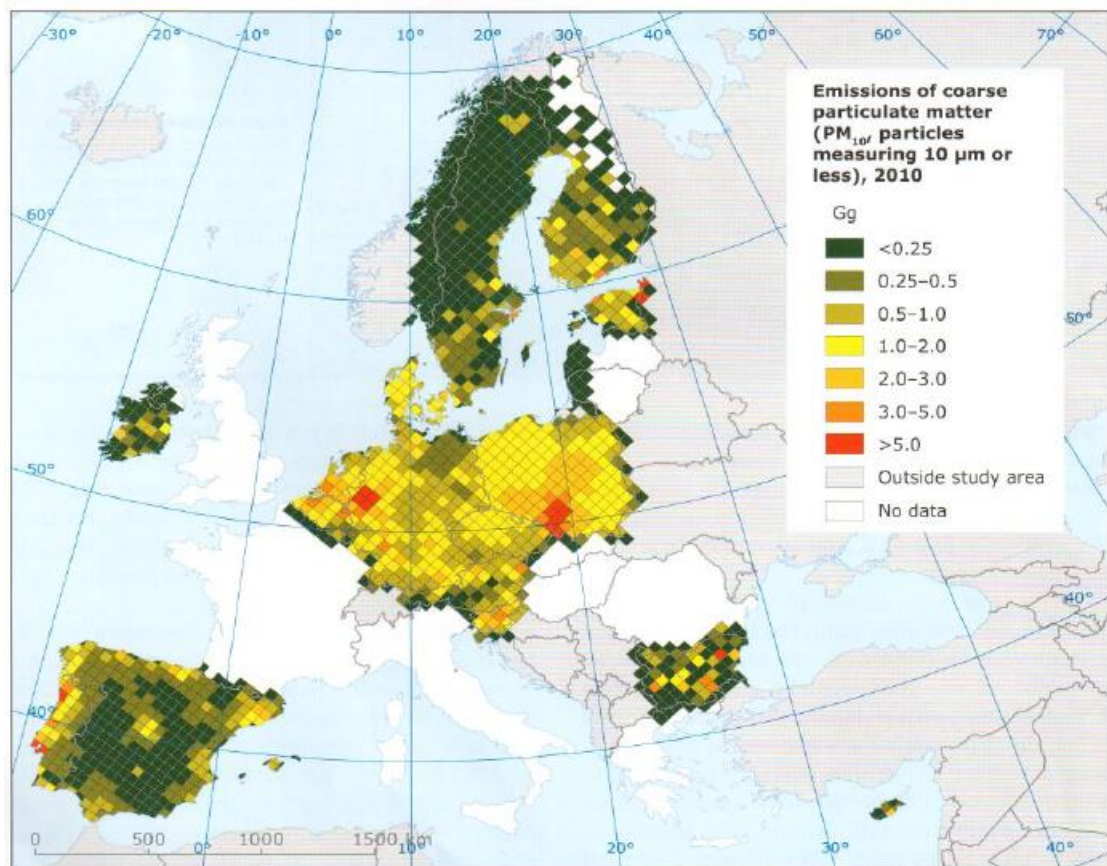
Znečištění ovzduší je i přes neustálou snahu snižovat emise jedním z problémů, který má nezanedbatelný vliv na zdravotní stav evropské populace. (EEA, 2012)

4.2 Oblastní charakteristika

Ostravská aglomerace se nachází v Ostravské pánvi. Je to geomorfologický celek na severní Moravě a ve Slezsku. Je to rovina až plochá pahorkatina, která byla zcela přeměněna antropogenní činností. Protéká zde řeka Odra s jejími přítoky (Opava, Ostravice, Olše), (Academia, 1993). Ostravská pánev je obklopena věncem hor, z nichž nejvyšší vrcholy (uvedené v závorce) některých z nich přesahují 1000 m n. m. Moravskoslezské Beskydy (Lysá hora 1323 m n. m.) na jihu a Oderská vrchovina (Fidlův kopec 680 m n. m.) s Nízkým (Slunečná 800 m n. m.) a 12 Hrubým Jeseníkem (Praděd 1492 m n. m.) na západě vytvářejí překážku, která stojí v cestě západnímu proudění. Relativně vysoká nadmořská výška těchto pohoří v kontrastu s polohou ostravské aglomerace v terénní sníženině je příčinou silného orografického vlivu na klimatické podmínky Ostravska (Pavlicová, 2007).

Ostravsko je oblast, pro kterou nenajdeme srovnání na území České republiky. Takto hustě zabydlené oblasti těžkého průmyslu nalezneme například v sousedním Polsku, v Katowické oblasti, v německém Porúří, Doněcké oblasti na Ukrajině nebo třeba v Anglii v oblasti kolem Manchesteru. To všechno jsou jedny z nejvýznamnějších oblastí těžby černého uhlí a kovovýroby v Evropě. Všechna zmíněná "ocelová srdce" mají mnoho společného i z hlediska dopravy: je zde silný

pohyb osob mezi hustě osídlenými městy a průmyslovými areály, kvůli němuž během 19. a 20. století vznikla velmi rozsáhlá tramvajová síť. Stejně jako jinde ve světě i v Ostravě tramvaje živelně propojily jednotlivá města a souměstí, podél tratí rychle vznikaly obytné čtvrtě, a tak vznikla souvislá aglomerace o více jak půl miliónu obyvatelích. Celá tato oblast patří k nejvíce postiženým částem České republiky v rámci životního prostředí. (Obr. 4)



Obr. 4 Znečištění emisemi PM₁₀ v Evropě v roce 2010

Zdroj: Blažek a kol., 2013

4.3 Základní meteorologické pojmy a situace

Je prokázáno, že meteorologické jevy především meteorologické podmínky rozptylu výrazně ovlivňují úroveň znečištění ovzduší. Rozptylové podmínky podmiňují promíchávání a ředění emisí zdrojů a tím ovlivňují úroveň imisních koncentrací. Zhoršené rozptylové podmínky jsou dány konkávní polohou ostravské aglomerace, tento problém by však nikdy nenarostl alarmujících rozměrů, pokud by se na něm nepodílel člověk svojí neuváženou ekonomickou činností (Pavlicová, 2007). Za nejdůležitější a rozhodující meteorologické podmínky rozptylu jsou považovány směr a rychlost větru a teplota vzduchu (Blažek a kol. 2013).

Neméně významný vliv na znečištění ovzduší mají atmosférické srážky, které svým působením vymývají znečišťující látky z ovzduší a snižují tím imisní úroveň. Podstatný vliv na meteorologické podmínky má teplá nebo chladná polovina roku, během těchto období se podmínky výrazně liší. V letních měsících jsou příznivé meteorologické podmínky pro látky, které jsou závislé na intenzitě slunečního svitu, například přízemní ozon. Nejméně příznivé podmínky pro rozptyl většiny znečišťujících látek v ovzduší jsou během zimních měsíců od prosince do února (Blažek a kol. 2013).

4.3.1 Směr větru

Směr větru je významný meteorologický prvek, který může podstatným způsobem ovlivňovat úroveň znečištění ovzduší v každé lokalitě v návaznosti na zdroje znečištění ovzduší v jejím okolí (Blažek a kol., 2013). Na severní Moravu popřípadě na popisovanou Ostravskou část působí v chladné části roku jihozápadní proudění větrů, které souvisí s orografickým vlivem Moravské brány. Relativní četnost jihozápadních větrů se v období od října do března pohybuje mezi 57% a 63% (105 – 115 dnů v chladném období). V teplé polovině roku není jihozápadní proudění tak časté.

Rozdělením směrů větrů do dvou skupin lze posoudit četnost přeshraničních větrů a variabilitu četností směru větru mezi stanicemi a různými obdobími a získat informace pro odhad přeshraničního přenosu znečištění ovzduší (Blažek a kol., 2013). Do skupiny jihozápadních větrů se zařazují směry jihovýchod, jih,

severozápad s osou mezi jihozápadem a západojihozápadem. Mezi skupinu severovýchodních větrů patří severoseverozápad, sever, jihovýchod s osou mezi severovýchodem a východoseverovýchodem (Blažek a kol., 2013). (Obr. 5)

Nejvyšší průměrné koncentrace PM_{10} , NO_2 a SO_2 jsou naměřeny v regionu ve dnech s proměnlivým směrem a s výraznou změnou směru větru během dne, a taktéž ve dnech, kdy vítr proudí ze severovýchodní poloviny horizontu. Proměnlivý vítr se nejčastěji objevuje při nízkých rychlostech větru (Blažek a kol., 2013). Nejvyšší znečištění ovzduší nastává při severovýchodním proudění s nízkými rychlostmi větru spojené s tlakovými výšemi, které je doprovázeno zhoršenými rozptylovými podmínkami. Při těchto podmínkách jsou do oblasti Ostravka přenášeny i škodliviny z polského přehraničního prostoru.



Obr. 5 Přebíadající směr větrů na Moravě a ve Slezsku
Zdroj: <http://povetnik-cz.svethostingu-tmp.cz/>

4.3.2 Rychlost větru

Rychlost větru je rychlost vzduchu měřená vůči zemi. K jejímu měření se v meteorologii používají přístroje zvané anemometry. Rychlost větru lze také odhadnout podle jeho účinků na předměty poblíž zemského povrchu. Pro odhad síly

větru se používá mezinárodní dvanáctidílná Beaufortova stupnice. Jednotka pro rychlost větru jsou metry za sekundu ($m \cdot s^{-1}$) nebo kilometry za hodinu ($km \cdot h^{-1}$).

Průměrná rychlost v ostravském regionu má výrazný roční i denní chod. Během roku jsou nejvyšší rychlosti naměřeny v období listopad až začátek března a nejnižší připadají na období květen až září (Blažek a kol., 2013).

Průměrná denní nejvyšší rychlost jsou ve druhé polovině noci a nejvyšší mezi 12 a 14 hodinou. Denní chod se liší podle teplého a chladného období roku. Během teplejší části roku je zesílení větru během dne výraznější než v chladné části, ve které bylo naopak delší noční období s minimálními rychlostmi (Blažek a kol., 2013).

4.3.3 Teplota vzduchu

Vzhledem k poloze Ostravska ve střední Evropě a střídání ročních období má průměrná regionální teplota vzduchu výrazný roční chod s maximem v letních a minimem v zimních měsících. Počty dnů se zápornou průměrnou denní regionální teplotou se v chladných obdobích různých roků výrazně liší. Např. v roce 2005/06 byl počet chladných dnů cca 90, na rozdíl od toho v roce 2006/07 byl pouhých 18 dnů. Tyto teplotní rozdíly mají velký vliv na množství emisí vypuštěných do ovzduší, především z důvodů vytápění (Blažek a kol., 2013).

4.3.4 Atmosférické srážky

Časové a prostorové rozložení srážek v oblasti Ostravska významně ovlivňuje utváření reliéfu. Návětrí Moravskoslezských Beskyd při proudění ze západního sektoru zvyšuje srážkové úhrny při cyklonálních situacích (Meteorologické zprávy, 68, 2015). Atmosférické srážky mají výrazný roční chod s maximem v květnu až červenci a minimem během chladné části roku. Srážky mají nezanedbatelný vliv na znečištění ovzduší. Kvalita ovzduší je rozhodujícím způsobem pozitivně ovlivňována typem samočisticího procesu (“wash out“), kdy jsou znečišťující příměsi vymývány ze spodních podoblačných vrstev, včetně vrstvy přízemní, ve které se znečištění ovzduší měří (Vach, 2005).

5 Zdroje a látky znečišťující ovzduší

5.1 Zdroje znečišťování

Škodliviny neboli znečišťující látky do ovzduší unikají z různých zdrojů znečišťování. Za zdroje je označena těžba surovin, tovární komíny, zemědělská činnost, biologické procesy, ale i komíny rodinných domů či automobilová doprava (Jančík a kol. 2013)

V České republice se zdroje emitující do ovzduší znečišťující látky jsou sledovány v tzv. **Registru emisí a zdrojů znečištění ovzduší**. Tyto zdroje jsou rozděleny na stacionární a mobilní, přičemž stacionární jsou děleny na kategorie podle velikosti a významu. Katalog je dělen na čtyři dílčí databáze popsané níže (Vach, 2005).

REZZO 1 - velké stacionární zdroje znečišťování. Jedná se o zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu vyšším než 5 MW a zařízení zvláště závažných technologických procesů. Řadí se zde hlavně o velké elektrárny, spalovny a další bodové zdroje.

REZZO 2 - střední stacionární zdroje znečišťování. Jedná se o stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu od 0,2 do 5 MW, zařízení závažných technologických procesů, uhelné lomy a plochy s možností hoření, zapaření nebo úletu znečišťujících látek.

REZZO 3 - malé stacionární zdroje znečišťování. Jedná se o stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu, nižším než 0,2 MW zařízení technologických procesů, nespádajících do kategorie velkých a středních zdrojů, plochy, na kterých jsou prováděny práce, které mohou způsobovat znečišťování ovzduší, skládky paliv, produktů a odpadů a zachycených exhalátů a jiné stavby, zařízení a činnosti, výrazně znečišťující ovzduší. Jedná se hlavně o plošné zdroje,

sledují se hromadně. Emise z domácích topenišť jsou odhadovány díky informacím poskytnutým regionálními energetickými a teplárenskými závody.

REZZO 4 - mobilní zdroje znečišťování. Jedná se o pohyblivá zařízení se spalovacími nebo jinými motory, zejména silniční motorová vozidla, železniční kolejová vozidla, plavidla a letadla. Informace o emisích z mobilních zdrojů jsou získávány z Centra dopravního výzkumu (CDV), (Legislativa, 2012).

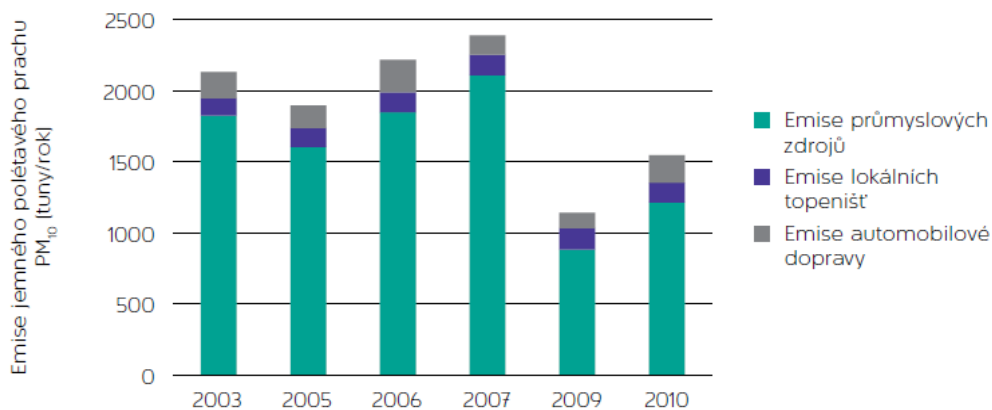
Dále se dají zdroje rozdělit dalšími způsoby. Podle původu na přirozené a antropogenní. Mezi přírodní zařazujeme např. sopečná erupce, prашné bouře, biologické činnosti apod. Antropogenními zdroji nazýváme, ty které souvisí činností člověka (Hůnová, Janoušková, 2004).

Podle umístění se dělí zdroje na přízemní, vyvýšené a výškové. Do přízemních zdrojů řadíme například zemědělskou činnost, skládky, lomy, lokální topeniště či automobilová doprava. Jsou to zdroje, kdy jsou látky emitovány (vypouštěny) v bezprostřední blízkosti zemského povrchu. Typicky vyvýšenými zdroji jsou komíny elektráren a průmyslových závodů (Braniš, Hůnová, 2011)

V rámci uspořádání se zdroje rozdělují na bodové, liniové, plošné a objemové. Klasickým bodovým je např. komín, lineárním může být doprava na dálnici, plošným zdrojem je město jako celek, důl či skládka (Braniš, Hůnová, 2011).

Znečišťující látky jsou po vypuštění ze zdroje přenášeny v atmosféře a mohou tak ovlivňovat kvalitu ovzduší jak v okolí samotného zdroje, tak v oblastech od zdroje vzdálenějších. Vliv jednotlivých zdrojů znečišťování lze sledovat modelováním. To je schopno zachytit, jak se znečištění ze zdroje šíří a ovlivňuje kvalitu ovzduší. Je-li modelování dostatečně podrobné, lze následně stanovit vliv jednotlivých zdrojů nebo jejich skupin na kvalitu ovzduší v určitém území (Jančík a kol 2013).

Na Ostravsku jsou čtyři hlavní a největší znečišťovatelé ovzduší: Průmyslové zdroje, lokální topeniště, automobilová doprava a svůj podíl mají i emise z polských zdrojů (Obr. 6 a 7).



Emise jemného polétavého prachu ze všech významných skupin zdrojů znečišťování ovzduší na území Ostravy

Obr. 6 Emise PM₁₀ z významných zdrojů znečišťování

Zdroj: Jančík P a kol., 2013



Emise oxidů dusíku ze všech významných skupin zdrojů znečišťování ovzduší na území Ostravy

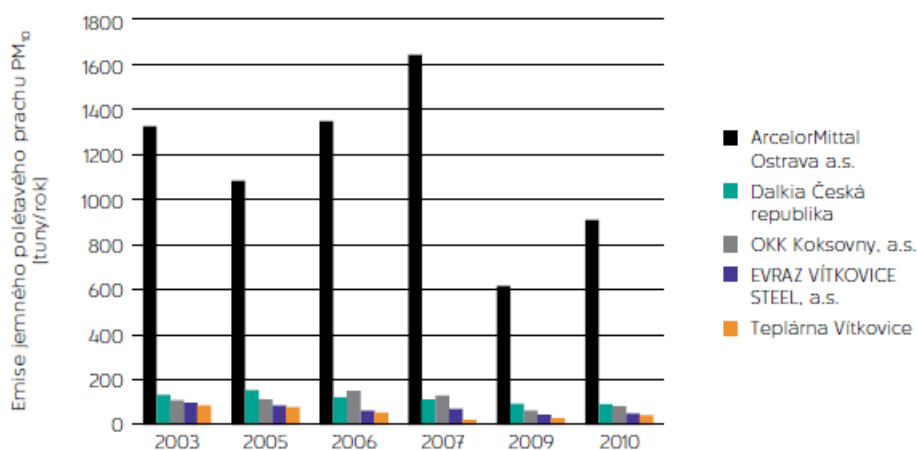
Obr. 7 Emise oxidů dusíku z významných zdrojů znečišťování

Zdroj: Jančík P a kol., 2013

5.1.1 Průmyslové zdroje

Na Ostravsku jsou největší znečišťovatelé ovzduší typicky tovární komíny energetických a technologických zdrojů. Mezi energetické patří elektrárny, teplárny a kotelny. K technologickým se zařazují hutě, koksovny, ocelárny a chemické podniky.

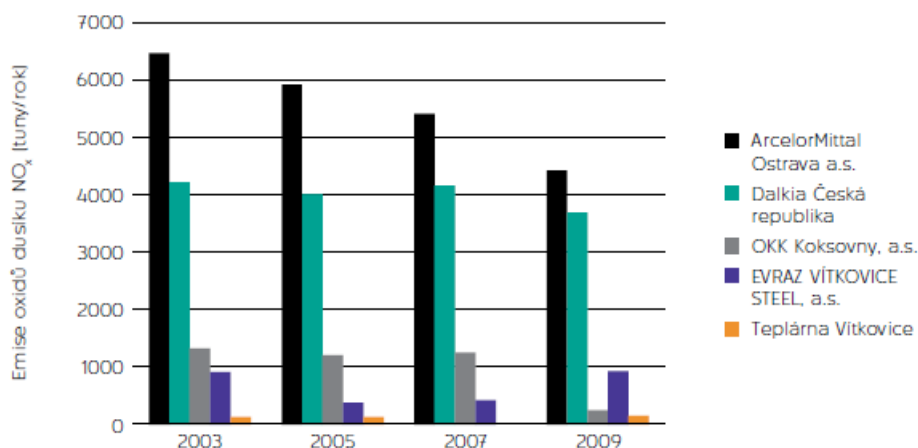
Množství vypouštěných látek do ovzduší mají tyto zdroje legislativně stanovené, dodržování hranice pro vypouštění je přísně monitorováno a kontrolováno. Tato hranice se nazývá emisní strop. Pokud by zdroj limit nesplnil, je jeho provozovatel pokutován. Navíc provozovatele těchto zdrojů odvádějí státu poplatky podle množství vypouštěného znečištění (Jančík a kol. 2013). Mezi největší podniky znečišťující ovzduší patří ArcelorMittal, Dalkia Česká republika, OKK Koksovny a.s., EVRAZ Vítkovice Steel, a.s. a Teplárny Vítkovice. Jak je možno vidět na obrázku (Obr. 8 a 9) začíná docházet k postupnému snižování vypouštěných emisí do ovzduší.



Emise jemného polétavého prachu z významných průmyslových zdrojů znečišťování ovzduší na území Ostravy

Obr. 8 Emise jemného polétavého prachu z významných prům. zdrojů

Zdroj: Jančík P a kol., 2013



Emise oxidů dusíku z významných průmyslových zdrojů znečištění ovzduší na území Ostravy

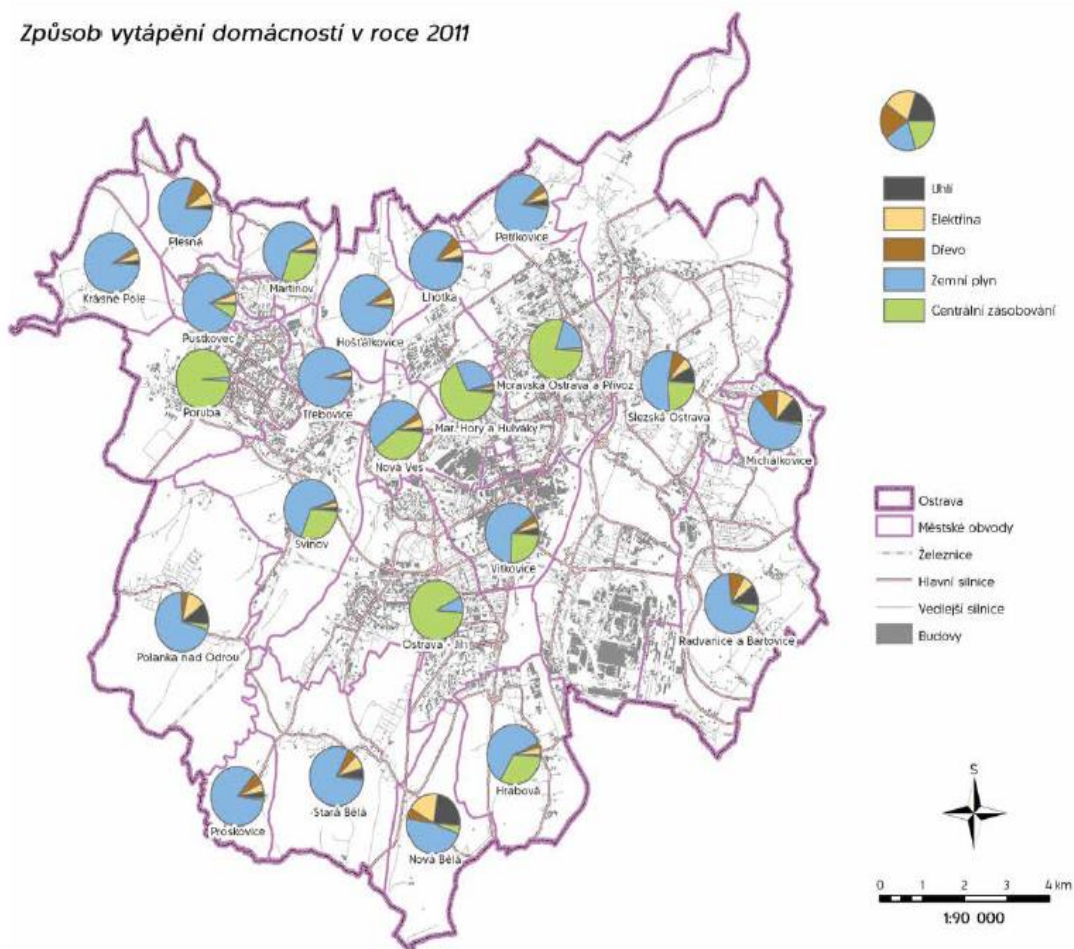
Obr. 9 Emise oxidů dusíku z významných prům zdrojů

Zdroj: Jančík P a kol., 2013

5.1.2 Lokální topeniště

Jedná se o zdroj znečišťování o jmenovitém tepelném výkonu nižším než 0,3 MW. Tyto zdroje se nacházejí zejména v rodinných domech, rekreačních chatách a chalupách, ale i např. v menších školách, provozovnách či kancelářích, ve kterých jsou umístěna zařízení určená ke spalování paliv. Na Ostravsku je tento zdroj znečištění poměrně významný. V Ostravě je rozšířený dálkový rozvod tepla a husté pokrytí plynovodnou sítí. Přesto obyvatelé některých městských částí, topí z ekonomických důvodů pevnými palivy, což místně negativně ovlivňuje kvalitu ovzduší (Jančík a kol. 2013). Tyto spalovací zdroje zejména v domácnostech způsobují značné znečištění ovzduší v přízemních vrstvách atmosféry toxickými sloučeninami jako je oxid uhelnatý, oxidy dusíku, oxidy síry, prachovité částice, sloučeniny chlóru, organické látky, těžké kovy apod. (Obr. 10)

Způsob vytápění domácností v roce 2011



Obr. 10 Způsob vytápění domácností v roce 2011

Zdroj: Jančík P a kol., 2013

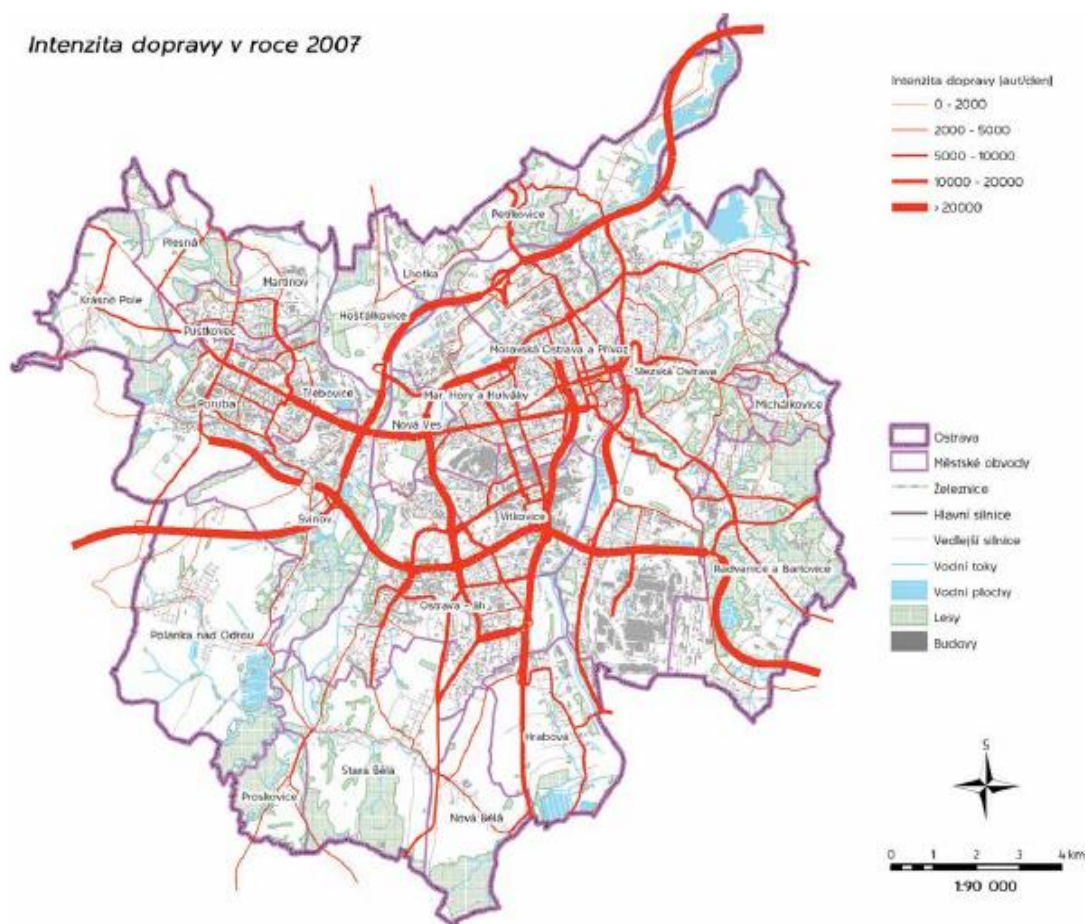
5.1.3 Automobilová doprava

Ve velkých městech jako je Ostrava je automobilová doprava nezanedbatelnou součástí znečišťování ovzduší. Každoročně roste počet automobilů, na konci roku 2015 překročil počet automobilů hranici 5 mil v České republice. Stáří osobních automobilů se pohybuje kolem 15 let, s přihlédnutím na tyto statistiky nabývá tato skupina zdrojů na důležitosti.

Automobily jednak přispívají k znečištění ovzduší výfukovými plyny, a zároveň nezanedbatelné množství znečišťujících látek z otěrů pneumatik, brzd a povrchu vozovek. V letních suchých obdobích se vyskytuje problém zvířeného prachu usazeného na komunikacích, tzv. resuspenze.

V současnosti legislativa umožňuje omezit vjezd vozidel s nižší emisní úrovní do určitého území vyhlášením tzv. nízko emisní zóny. Ostrava se snaží při zvýšené smogové situaci a zhoršených podmínkách krátkodobě zavádět různé akce na zlepšení situace jako např. městská hromadná doprava zdarma nebo zavedení už zmíněných emisních zón.

Znečištění způsobované automobilovou dopravou je v Ostravě významné zejména okolo rušných komunikací (Rudná, Mariánsko-horská a Frýdecko-místecká ulice) na velkých křižovatkách a v centru města. Intenzita se na jednotlivých silnicích lehce oproti roku 2007 zvýšila, avšak nejvytíženější komunikace zůstávají stále stejné. (Obr. 11)



Obr. 11 Intenzita dopravy v roce 2007
Zdroj: Jančík P a kol., 2013

5.2 Látky a chemické jevy znečišťující Ostravské ovzduší

5.2.1 Suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5} (poletavý prach)

Polétavý prach (PM z anglického názvu "particulate matter") je pojem pro mikročástice o velikosti několika mikrometrů (μm). Částice mají své specifické označení podle velikosti – například PM₁₀ označuje polétavý prach o velikosti 10 mikrometrů. Lze je rozdělit na primární a sekundární. Primární částice jsou emitovány přímo do atmosféry (z přírodních nebo antropogenních zdrojů). Sekundární částice vznikají v atmosféře z plynných prekurzorů SO₂, NO_x a NH₃ procesem nazývaným konverze plyn-částice (Blažek a kol. 2013).

Hlavními zdroji je výroba elektrické energie a tepelné energie a výrobní procesy. Významným zdrojem prachových částic jsou automobily s dieslovými motory, které nemají katalyzátor a jejich výfukové plyny obsahují množství malých prachových částic vznikajících nedokonalým spalováním nafty. Na znečištění se také významně podílí tzv. resuspenze, která je způsobena zviřením pevných částic, které již byly usazeny na zemském povrchu, a jejich následným rozptylem do ovzduší.

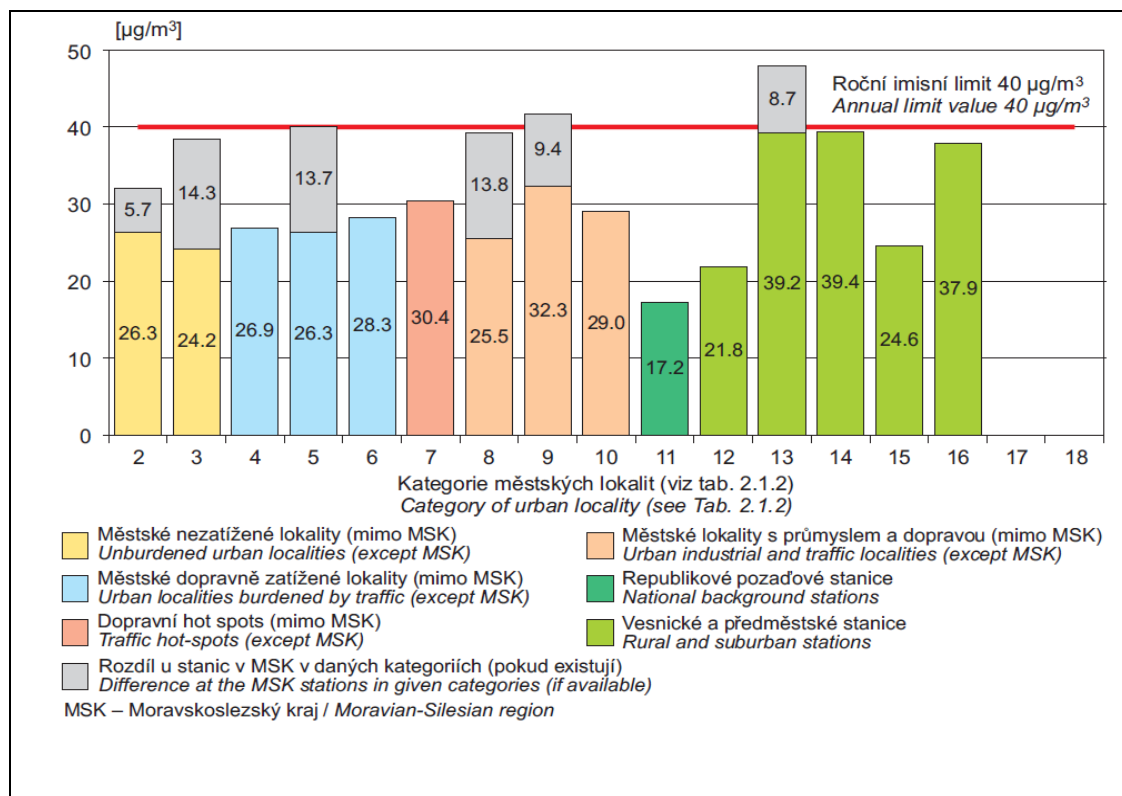
Částice atmosférického aerosolu se usazují v dýchacích cestách. Místo záchytu závisí na jejich velikosti. Částice menší než 10 μm (PM₁₀) se mohou usazovat v průduškách a způsobovat zdravotní problémy.

Částice menší než 1 μm mohou vstupovat přímo do plicních sklípků, proto jsou tyto částice nejnebezpečnější. Na částice polétavého prachu se vážou těžké organické látky, které pak v organismu působí toxicky.

Inhalace PM₁₀ poškozuje hlavně kardiovaskulární a plicní systém. Dlouhodobá expozice snižuje délku dožití a zvyšuje kojeneckou úmrtnost. Může způsobovat chronickou bronchitidu a chronické plicní choroby. V důsledku absorpce organických látek s mutagenními a karcinogenními účinky může expozice PM₁₀ způsobovat rakovinu plic (Čisté nebe, 2011).

Znečištění suspendovanými částicemi se v okrese Ostrava se po roce 1998 snížily o 30–40 %. Mírně vyšší byly pouze v roce 2003, v letech 2005 a 2006 došlo k dalšímu snížení. Emise tuhých znečišťujících látek v okrese Ostrava ze stacionárních zdrojů tvoří přibližně 35–45 % všech evidovaných emisí tuhých znečišťujících látek

v Moravskoslezském kraji. Podíl Moravskoslezského kraje na celkových emisích ČR ze všech typů zdrojů se pohybuje okolo 12–14 % (data: ČMHÚ).



Obr. 12 Průměrné roční koncentrace frakce PM10 podle typu lokalit, 2014
Zdroj: Šebáková a kol., 2015

5.2.2 Benzo(a)pyren

Benzo(a)pyren se řadí mezi polycyklické aromatické uhlovodíky s pěti benzenovými kruhy. Vzniká při nedokonalém spalování fosilních paliv. Zdroji této látky v ovzduší jsou především domácí topeniště, díky spalování dřeva a uhlí v nekvalitních kotlích. Benzo(a)pyren je pro oblast Ostravska je velmi závažným problémem jeho hodnoty byly překračovány více než 3násobně až 18ti násobně. Koncentrace benzo(a)pyrenu mají velmi výrazný roční chod s dominantními hodnotami v chladné polovině roku (Blažek a kol. 2013).

Polycyklické aromáty jsou absorbovány v plicích a trávicím traktu a metabolizovány cestou polyfunkčního systému oxidáz (Šuta M., 2008).

Benzo(a)pyren je silně mutagenní, jedná se o karcinogen s vysokým karcinogenním potenciálem a podílem úmrtnosti na karcinom plic/dýchacího systému, při celoživotní expozici 1ng/m³. Riziko ohrožení vznikem karcinomu je u 9

z 100 000 osob (Šebáková a kol., 2015). Negativní účinky jsou také prokázány na játra a ledviny. Do těla se dostává navázáním ne jemné částice polétavého prachu (PM10 a menší). Studie na zvířatech prokázaly vliv na snížení plodnosti a vývojové vady potomků.

5.2.3 Oxidy dusíku

Oxidy dusíku označujeme souhrnně NO_x , při sledování kvality venkovního ovzduší mezi patří dva nejběžnější oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO_2). Oxidy dusíku se vyskytují běžně v přírodě, vznikají během bouřek, při vulkanické činnosti a mezi producenty se řadí i mikroorganismy. Přírodní emise NO_x jsou poměrně významné z globálního pohledu, z pohledu Evropy však představují méně než 10% celkových emisí (Blažek a kol., 2013).

Hlavními antropogenními zdroji oxidů dusíku jsou veškeré spalovací procesy fosilních paliv, chemický průmysl a ve velkých městech především automobilová doprava. Oxidy dusíku patří v současné době k hlavním problémům znečišťování ovzduší. Důvodem je i to, že jsou součástí chemických reakcí vedoucích ke vzniku přízemního ozonu (viz kap. 5.2.5.).

Z hlediska negativních účinků na lidské zdraví je hlavní pozornost věnována NO_2 (oxid dusičitý). Tento plyn proniká do lidského organismu především vdechováním, snadno proniká do plic hlavně do dolních cest dýchacích, kde je ho více jak 60% pohlceno krví. NO_2 způsobuje především dráždění sliznice, snížení imunity, záněty dýchacích cest od lehkých forem až po edém plic. Otrava oxidy dusíku se projevuje pálením očí, poklesem krevního tlaku, bolestmi hlavy a dýchacími potížemi (Šebáková a kol., 2015). V přírodě oxid dusičitý společně s oxidy síry stojí za vznikem kyselých dešťů.

Imisní limit pro ochranu zdraví lidí u NO_2 je stanoven na $40 \text{ } [\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$ a limit pro ochranu vegetace pro NO_x na $20 \text{ } [\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$ za kalendářní rok (ČHMÚ, 2012).

5.2.4 Oxid siřičitý

Oxid siřičitý je jedním ze dvou hlavních oxidů síry. Je to bezbarvý, ostře páchnoucí, jedovatý plyn. V atmosféře je SO_2 oxidován na sírany a kyselinu sírovou vytvářející aerosol jak ve formě kapiček, tak i pevných částic širokého rozsahu velikostí (Blažek a kol., 2013). Vzniká při spalování fosilních paliv, hlavně méně

kvalitního hnědého uhlí (Vohlídal, 1999) a tavení rud s obsahem síry. Hlavními zdroji jsou teplárny, elektrárny, průmyslové procesy a také domácí topeniště.

Oxid siřičitý má dráždivé účinky na sliznice dýchacích cest. Podporuje záněty průdušek, astma a změnu plicní kapacity. Oxid siřičitý je jedním z hlavních prekursorů kyselých dešťů, které okyselují půdu, řeky a jezera, urychlují korozi budov a soch, snižují viditelnost. Velice toxický je SO₂ pro rostliny, jelikož reaguje s chlorofylem a narušuje tím fotosyntézu a degraduje tkáň (Blažek a kol., 2013).

5.2.5 Přízemní ozon O₃

Přízemní ozon neboli troposférický ozon je hlavní složkou nízké atmosféry. Tento plyn se označuje jako sekundární znečišťující látka (nemá svůj vlastní emisní zdroj), jelikož vzniká složitými chemickými reakcemi především mezi oxidy dusíku s těkavými organickými látkami. Spouštěcími mechanismy pro tvorbu přízemního ozonu jsou globální radiace, teplota, délka slunečního svitu, množství a vzájemný poměr látek podporujících vznik ozonu, nadmořská výška a stav celkového ozonu (Waldhauserová, 2008). Výskyt O₃ je spojen s vzrůstající automobilovou dopravou a se spalováním fosilních paliv.

Úroveň znečištění ovzduší přízemním ozonem má v důsledku mechanismu jeho vzniku velmi výrazní roční chod. Koncentrace byla nejnižší v období od konce října do začátku února a nejvyšší od dubna do poloviny srpna (Blažek a kol., 2013).

Negativní vliv na lidské zdraví je neoddiskutovatelný. Jelikož je ozon velmi silným oxidačním činidlem, reaguje prakticky s každou třídou biologických látek. Zasahuje membrány buněk, které jsou složeny z proteinů a lipidů, přičemž čím větší je povrch buňky tím náchylnější je k poškození (Hůnová I., 2004). Působí především na plicní tkáň a sliznice, snižuje kapacitu plic a obranyschopnost organismu.

5.2.6 Smog

Smog je chemické znečištění atmosféry v důsledku lidské činnosti. Název pochází z anglického spojení dvou slov *smoke* (kouř) a *fog* (mlha). Jedná se o jev, během kterého je atmosféra obohacena o složky, které v ní normálně nejsou a které

jsou škodlivé pro zdraví. Smog se dělí na typy: Redukční a oxidační (fotochemicky) smog.

Redukční smog je kombinace městského a průmyslového kouře s mlhou. Je pojmenován po redukčních vlastnostech spojených s látkami CO a SO₂, které u něj vyskytují. V zimních obdobích se v řadě vesnic situovaných do údolních poloh a nejčastěji, v nichž ještě nedošlo k plynofikaci a k modernizaci spalovacích technologií, vytvářejí ideální podmínky pro tvorbu tohoto typu smogu (Braníš, Hůnová, 2011).

U **oxidačního smogu** se jedná se o složitější kombinaci chemických reakcí mezi jednotlivými látkami a skupinami látek. Vzniká výhradně během letních měsíců (letní smog) za přítomnosti primárních látek jako jsou NO, nemetanické uhlovodíky, oxid uhelnatý a jemný aerosol, kdy dochází k chemickým reakcím za přítomnosti slunečního záření, které štěpí oxid dusičitý na oxid dusnatý a volný kyslíkový radikál (Braníš, Hůnová, 2011).

Při tvorbě komplikované směsi plynů a aerosolu neboli redukčního smogu hraje největší roli automobilová doprava, jemné částice z brzdových destiček a neustálá resuspenze již usazeného prachu.

Tento druh smogu má silné oxidační, agresivní, dráždivé (na sliznice, dýchací cesty, oči) a toxické účinky. Koncentracím, které přesahují prahové hodnoty stanovené EU, je vystaveno asi 30% obyvatel evropských měst (Šebáková a kol., 2015).

6 Monitoring a opatření kvality ovzduší

6.1 Hlavní nástroje pro získání dat

Kvalita ovzduší je sledována pravidelně na území celé ČR prostřednictvím sítě měřících stanic (tzv. imisní monitoring) v souladu se zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. Státní síť imisního monitoringu provozuje Ministerstvo, které tím pověřilo Český hydrometeorologický ústav (dále jen ČHMÚ). V souladu s legislativními požadavky je státní imisní síť koncipována tak, aby stanicemi automatizovaného imisního monitoringu bylo zajištěno sledování úrovně znečištění ovzduší na území celého státu. Podmínky posuzování a hodnocení kvality ovzduší specifikuje prováděcí vyhláška o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší. Tato vyhláška mimo jiné stanoví podmínky pro umístování měřících stanic a jejich počty na území zón a aglomerací tak, aby naměřené hodnoty byly reprezentativní pro větší územní celky v rámci ČR (Leg, 2012).

Vstupem do EU přijala Česká republika směrnice (Rámcová směrnice – FWD), které definují základní zásady a požadavky na hodnocení a řízení kvality ovzduší. Představuje legislativní rámec pro směrnice, jež stanovují limitní úroveň a detailněji specifikují požadavky pro jednotlivé znečišťující látky (Braniš, Hůnová, 2011).

Základní cíle těchto směrnic jsou:

1. Zavést jednotné postupy hodnocení kvality ovzduší na základě společných metod a kritérií.
2. Získávat přiměřené informace o kvalitě venkovního ovzduší a zajistit, aby tyto informace byly dostupné veřejnosti.
3. Zachovat kvalitu ovzduší tam, kde je dobrá, a v ostatních případech ji zlepšit.

K řízení kvality ovzduší patří nezbytně systematicky zajišťovaná soustava obecných nástrojů objektivního sledování a hodnocení kvality ovzduší. Do této soustavy patří základní články:

1. Nástroje pro získávání objektivních údajů.
 - Národní emisní inventury a emisní monitoring
 - Imisní monitoring
 - Monitoring atmosférické depozice

2. Informační systém kvality ovzduší (shromažďování, archivace a verifikace imisních, emisních a depozičních údajů).
 - Operativní hodnocení pro účely ochrany obyvatelstva v období smogových situací, pro regulaci zdrojů znečišťování
 - Hodnocení pro účely plánování dlouhodobých opatření
 - Hodnocení z hlediska posuzování vlivu plánovaných zařízení ve vztahu k znečišťování ovzduší (Braniš, Hůnová, 2011).

Hlavním nástrojem pro získávání objektivních dat je již zmíněný monitoring. Základním účelem monitoringu je měření fyzikálně-chemických veličin, sběr, shromažďování, evidence a analyzování dat. Označujeme ho jako zacílené měření (sledování) s určitým záměrem aktivního ovlivňování, regulování a omezování jevů způsobující znečištění ovzduší. Stejně důležitou funkcí je poskytnout informace a objektivní údaje pro vědce, experty a také politiky, kteří mají klíčový vliv na vývoj politiky a strategie, při stanovení cílů a přijímání a prosazování příslušných opatření (Braniš, Hůnová, 2011).

6.2 Imisní monitoring

Imisní monitoring objektivně zjišťuje míru znečištění venkovního ovzduší (koncentrace znečišťujících látek v ovzduší). Kvalita ovzduší je pak hodnocena porovnáváním zjištěných koncentrací s imisními limity (Tabulka 1), jakožto úrovněmi, které by podle legislativy neměly být překračovány (Braniš, Hůnová, 2011).

Znečišťující látka	Doba	Mez pro posuzování		Imisní limit
	průměrování	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]		[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
		Dolní	Horní	LV
		LAT	UAT	
SO ₂	1 hodina	—	—	350 max. 24x za rok
	24 hodin	50 max. 3x za rok	75 max. 3x za rok	125 max. 3x za rok
NO ₂	1 hodina	100 max. 18x za rok	140 max. 18x za rok	200 max. 18x za rok
	kalendářní rok	26	32	40
PM ₁₀	24 hodin	25 max. 35x za rok	35 max. 35x za rok	50 max. 35x za rok
	kalendářní rok	20	28	40
PM _{2,5}	kalendářní rok	12	17	25
Pb	kalendářní rok	0,25	0,35	0,5
CO	maximální denní 8hod. klouzavý průměr	5 000	7 000	10 000
Benzen	kalendářní rok	2	3,5	5

Tabulka 1 Imisní limity
Zdroj: ČHMÚ

Imisní monitoring musí umožnit vystihnout územní rozložení znečišťujících látek, pro které jsou stanoveny imisní limity. Naměřená veličina (látka) musí splňovat čtyři základní parametry: Kde byla naměřena (kraj, název měřicí stanice), doba trvání odběru, naměřená veličina s jednotkou a okamžik měření. Základní, principy a cíle imisního monitoringu lze popsat takto:

- Stanovení expozice populace nadměrným koncentracím znečišťujících látek a hodnocení dopadu na zdraví.
- Poskytování, podkladů pro operativní informace o aktuálním stavu ovzduší pro veřejnost, podkladů pro krátkodobá opatření v situacích se zvýšenou úrovní znečištění ovzduší, podkladů pro řízení kvality ovzduší, dopravy a územního plánování.
- Identifikace zdrojů znečišťování.
- Poskytování údajů pro mezinárodní výměny dat o kvalitě ovzduší na území státu (Blažek, Hůnová, 2013).

6.2.1 Měření imisí

Měření imisí je realizováno prostřednictvím staničních sítí, které jsou provozovány jednak Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ), tak i dalšími státními organizacemi (Hygienická služba, ČEZ, Městské úřady apod.). Přehled staniční sítě v Ostravě, ze které jsou čerpána imisní data v kapitole 7 se nachází níže (Tabulka 2).

Staniční síť v Ostravě
Ostrava-Českobratrská (hot spot)
Ostrava-Fifejdy
Ostrava-Poruba/ČHMÚ
Ostrava-Přívoz 1
Ostrava-Přívoz 2
Ostrava-Zábřeh

Tabulka 2 Staniční síť v Ostravě

Metody, jimiž jsou měřeny imise v ovzduší se rozdělují na dva typy: kontinuální a manuální. Kontinuální metody se realizují odpovídající přístrojovou technikou (automatické monitorovací stanice AMS provádějící automatický imisní monitoring AIM). Nasávaný vzduch je nepřetržitě měřen elektro-optickými a dalšími metodami (Vach, 2005). Manuální metody se používají u složek, pro které neexistuje adekvátní automatizovaná varianta (Braniš, Hůnová, 2011). Měřené látky jsou odseparovány

z nasátého vzduchu a následně analyzovány v laboratoři. Touto metodou se především měří těžké kovy v aerosolu. Následující tabulka ukazuje přehled metod používaných v imisním monitoringu (Tabulka 3).

znečišťující látka	automatizovaná měření	manuální měření
S02	UV-fluorescence	iontová chromatografie
		spektrometrie
		pasivní dozimetrie/iontová chromatografie
NO2 (NOX)	chemiluminiscence	guajakolová spektrofotometrie
		pasivní dozimetrie
CO	IR - korelační spektrometrie	
O3	UV - absorpční fotometrie	
benzen	plynová chromatografie	plynová chromatografie s hmotnostně selektivní detekcí
PM10 (PM2,5)	radiometrie	gravimetrie
těžké kovy		hmotnostní spektroskopie s indukčně vázanou plazmou

Tabulka 3 Metody imisního monitoringu

Zdroj: Atmosféra a klima (Braníš, Hůnová, 2011)

Pozorovaná a naměřená data jsou zanesena do imisní databáze informačního systému kvality ovzduší České republiky (ISKO). Tento informační systém je základním nástrojem sledování a hodnocení úrovně znečištění ovzduší v ČR.

6.3 Opatření k zlepšení kvality ovzduší na Ostravsku

Základní koncepční materiál v oblasti zlepšování kvality ovzduší a snižování emisí ze zdrojů znečišťování ovzduší „Národní program snižování emisí České republiky“ (NPSE) je zpracován na základě § 8 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. V tomto dokumentu je provedena analýza stavu a vývoje ovzduší v ČR, příčiny znečištění, emise znečišťujících látek a veškeré informace s touto

problematikou spojené. Tato kapitola nastiňuje opatření, které byly provedeny nebo teprve budou provedeny.

A. Zeleň jako opatření pro zlepšení kvality ovzduší

Podstatnou složku pro zlepšení kvality ovzduší v Ostravě plní městská zeleň. Ta vytváří v městě kyslík, zvlhčuje a ochlazuje vzduch, funguje jako přirozený filtr znečišťujících látek, zachycuje poletavý prach, přízemní ozon a jiné škodliviny. Nejdominantnější funkční typy městské zeleně v Ostravě jsou zeleně obytných souborů, parků a parkově upravených ploch.

Statutární město Ostrava vynakládá ročně z rozpočtu města na údržbu veškeré veřejné zeleně v majetku města prostřednictvím neúčelových dotací cca 84 mil. Kč. K tomuto je nutno připočítat možnost čerpání až cca 12 mil. Kč ročně z Fondu životního prostředí, který byl zřízen Zastupitelstvem města Ostravy pro účely péče o životní prostředí. Z tohoto fondu byly financovány například projekty Rekonstrukce zeleně Třebovického parku, Výsadba dřevin podél Jantarové stezky v Martinově, Úprava okolí Slezskoostravského hradu, Obnova zeleně v Sadu Milady Horákové a mnoho dalších.

B. Snižování emisí v dopravě

Doprava se řadí mezi zdroje znečišťování s malými možnostmi regulace. Přesto se město Ostrava hledat možnosti a opatření k eliminaci zátěže z dopravy. Vzhledem k vysokým koncentracím poletavého prachu přistoupilo město v roce 2008 k nadlimitnímu čištění komunikací, aby nedocházelo k tzv. resuspenzi. Silnice I. Až III. třídy jsou čištěny 2krát měsíčně, místní komunikace pak 8krát měsíčně.

Další možností snížení emisí v dopravě je ekologizace a modernizace městské hromadné dopravy a její vyšší využívanost místními obyvateli. Průměrné stáří autobusů je v současné době 8,6 roku. Při plánované životnosti autobusů 12 let by se hodnota průměrného stáří měla blížit 6 rokům.

C. Ekologické investice ArcelorMittalu

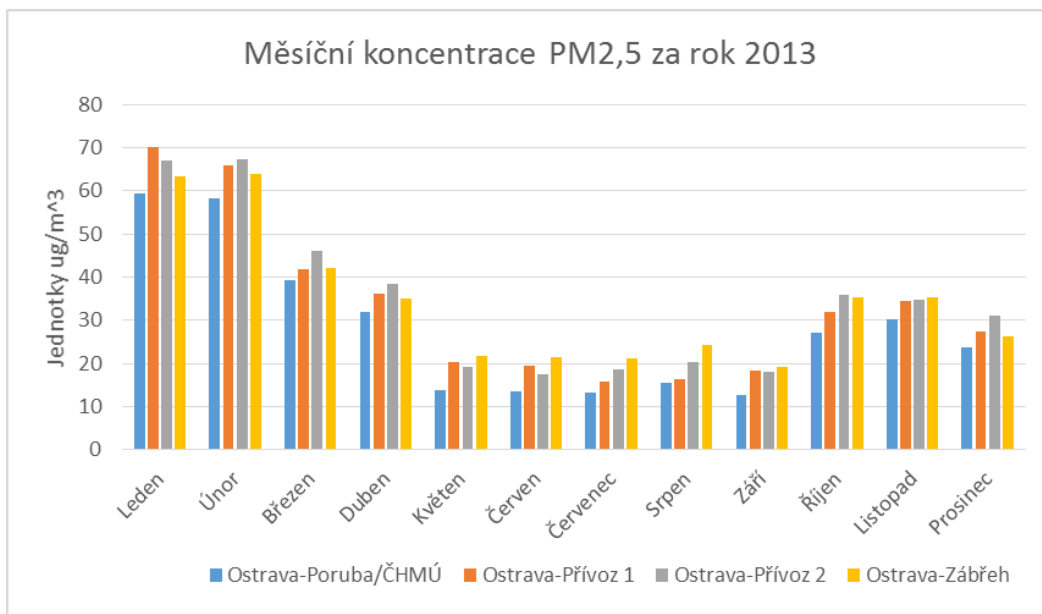
Město se snaží komunikovat s největší průmyslovými znečišťovateli a snaží se je přimět k co největším investicím do ekologie, především Arcelormittal. Tato společnost za posledních 10 let investovala a stále investuje obrovské částky do ekologizace celého výrobního procesu. V roce 2011 byl vybudován moderní tkaninový filtr na severní části aglomerace za miliardu korun. V roce 2012 byla odsířena koksovna za více než 200 milionů korun a na začátku roku 2013 odprášeny cesty na ocelárně tkaninovým filtrem.

V roce 2013 byla započata nová etapa ekologizace, hodnota probíhajících investic je bezmála 4.5 miliardy korun. Mezi probíhající ekologické investice patří odprášení aglomerace, odprášení vysokých pecí, modernizace a ekologizace energetiky a koksovny. Celkem tyto investice sníží emise prachu o 510 tun za rok.

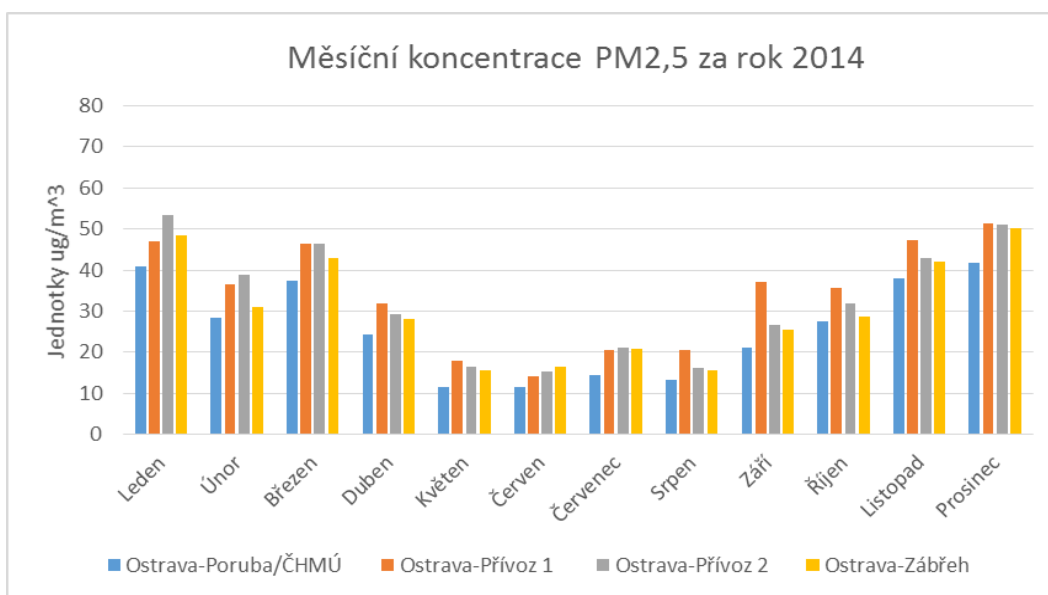
7 Vlastní práce

7.1 Data imisního monitoringu

Data z imisního monitoringu byla získána pro roky 2013 a 2014 z Českého hydrometeorologického ústavu pro oblast Ostravy z měřičských stanic, jenž jsou uvedeny v tabulce v kapitole 6.2.1 (Tabulka 2) a zpracována autorem této práce. Zkoumanými znečišťujícími látkami jsou poletavý prach PM_{2,5} a PM₁₀, benzen, oxid siřičitý a oxid uhelnatý. Ze získaných dat měsíčních koncentrací jednotlivých látek byly vytvořeny grafy, které znázorňují chod koncentrací během daného roku.

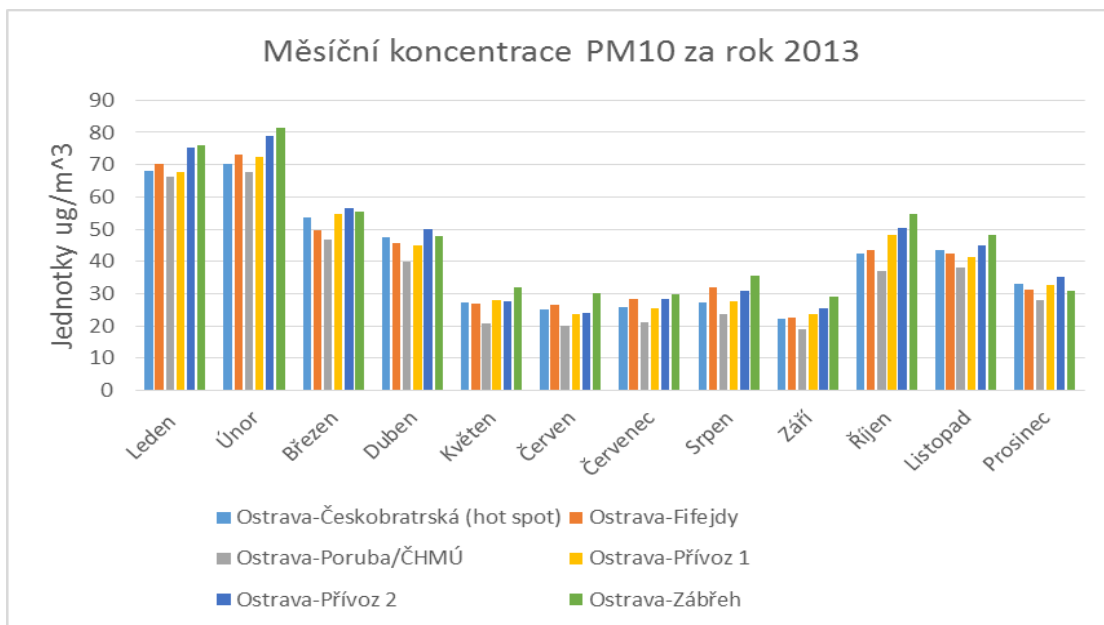


Graf. 1 Měsíční koncentrace PM2,5 za rok 2013

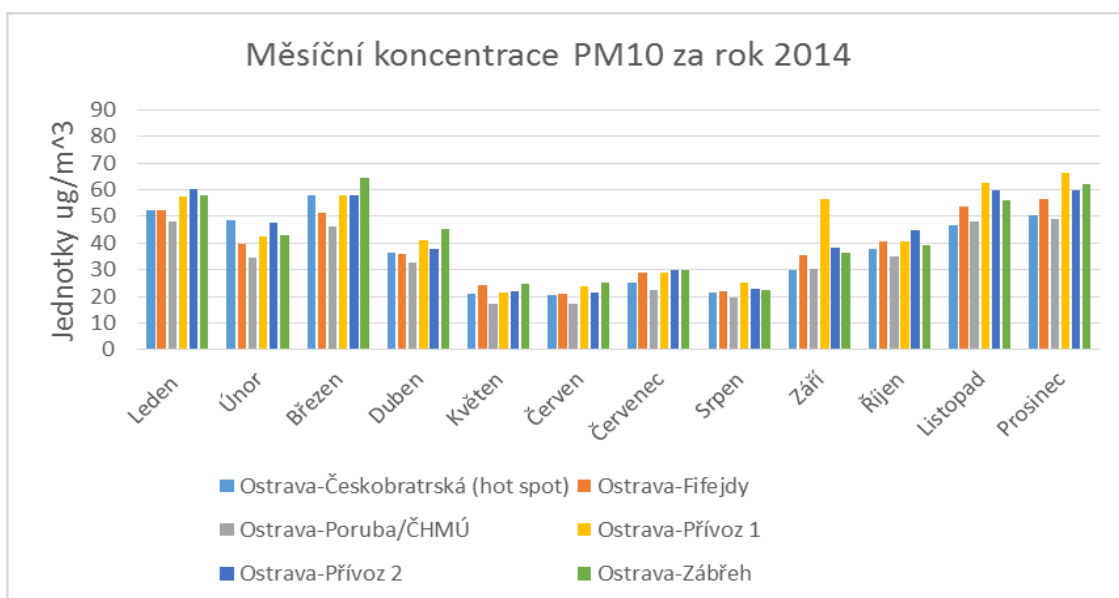


Graf. 2 Měsíční koncentrace PM2,5 za rok 2014

Z měsíčních koncentrací PM 2,5, které jsou měřeny na 4 stanicích, lze pozorovat, že v roce 2014 jsou naměřeny nižší hodnoty na začátku roku a to výrazně oproti roku 2013, oproti tomu na konci roku jsou v průměru o 15 jednotek zvýšeny. Celkově se koncentrace částic PM2,5 v roce 2014 oproti roku 2013 snížily.

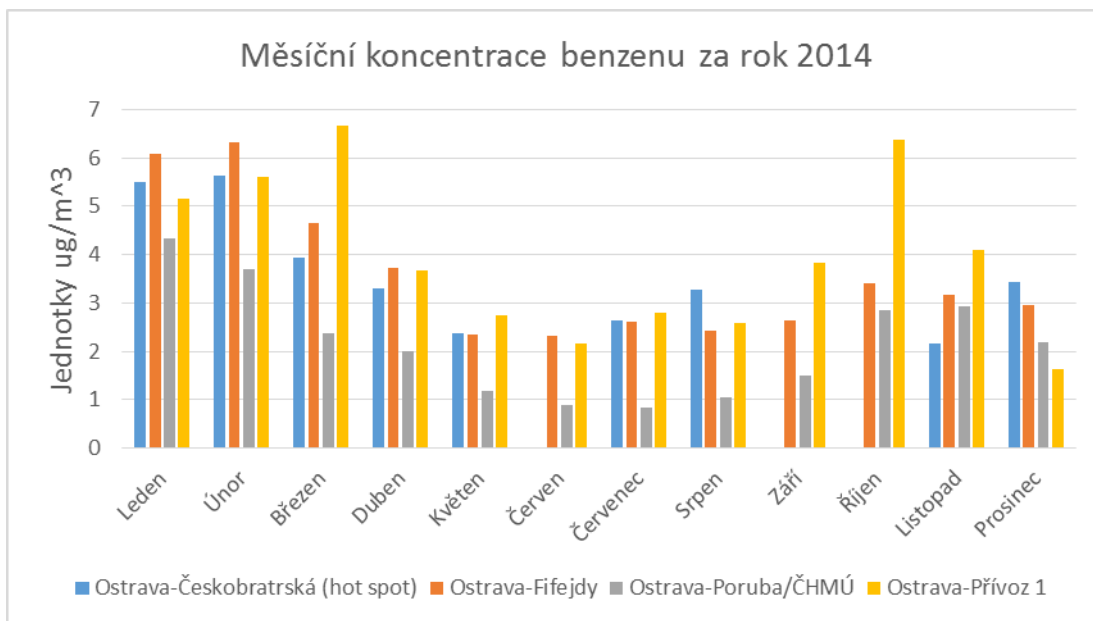


Graf. 3 Měsíční koncentrace PM10 za rok 2013

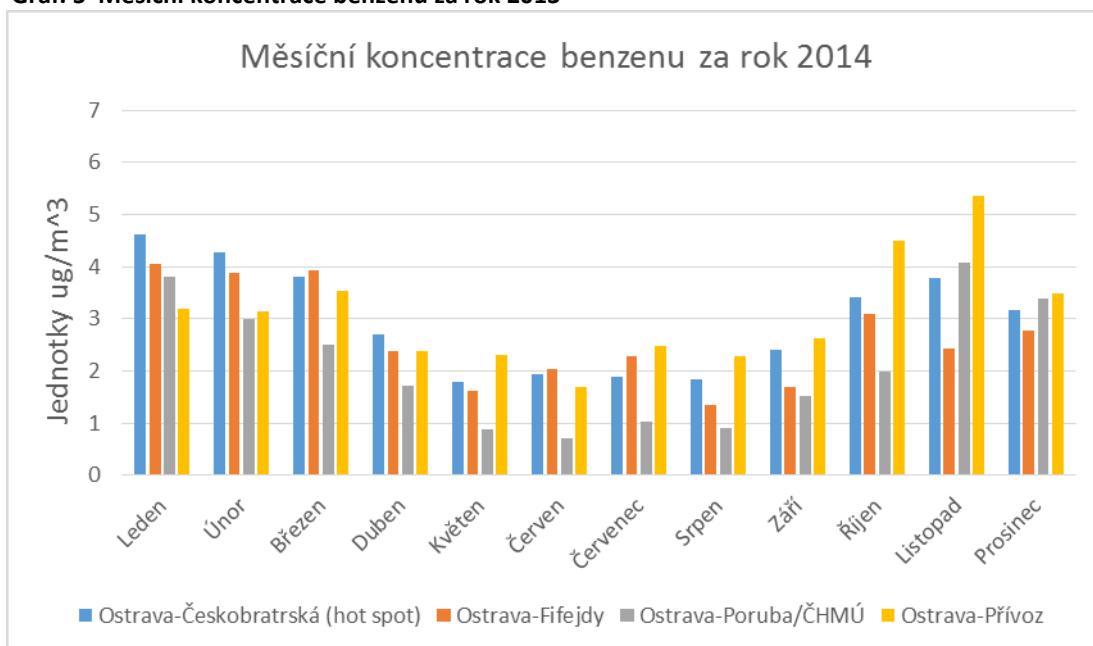


Graf. 4 Měsíční koncentrace PM10 za rok 2014

Měsíční koncentrace PM10 jsou měřeny na všech stanicích v Ostravě. Při srovnání grafů lze vyzorovat, že hodnoty v roce 2014 se v průměru drží níže než v roce 2013 a minimálně překročily hodnotu 60 jednotek. Opět můžeme vidět, že na konci roku 2014 jsou koncentrace oproti předešlému roku zvýšeny cca o 25 jednotek. Celkově se koncentrace PM10 snížily.

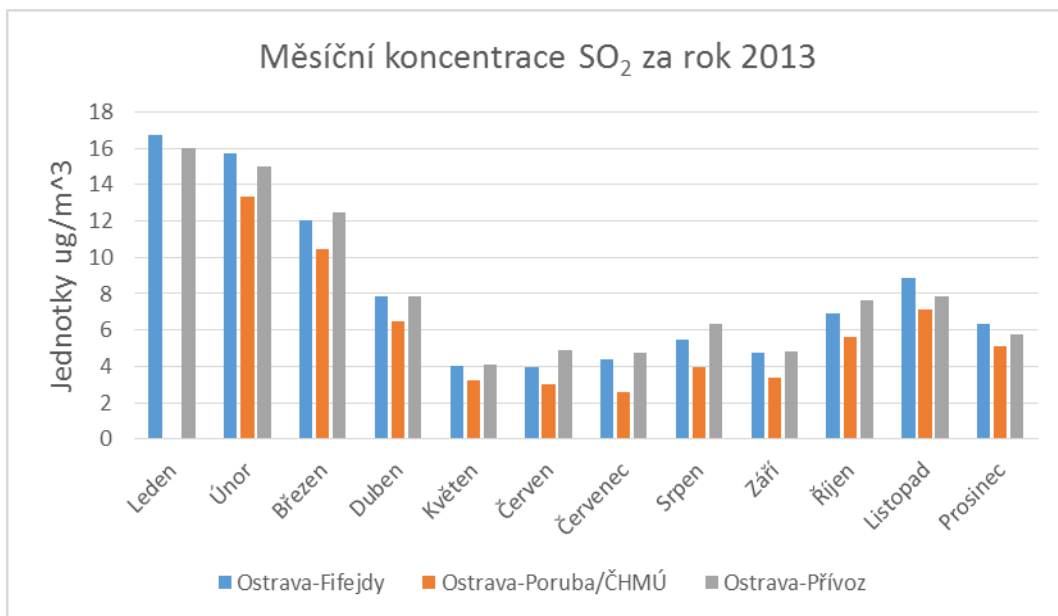


Graf. 5 Měsíční koncentrace benzenu za rok 2013

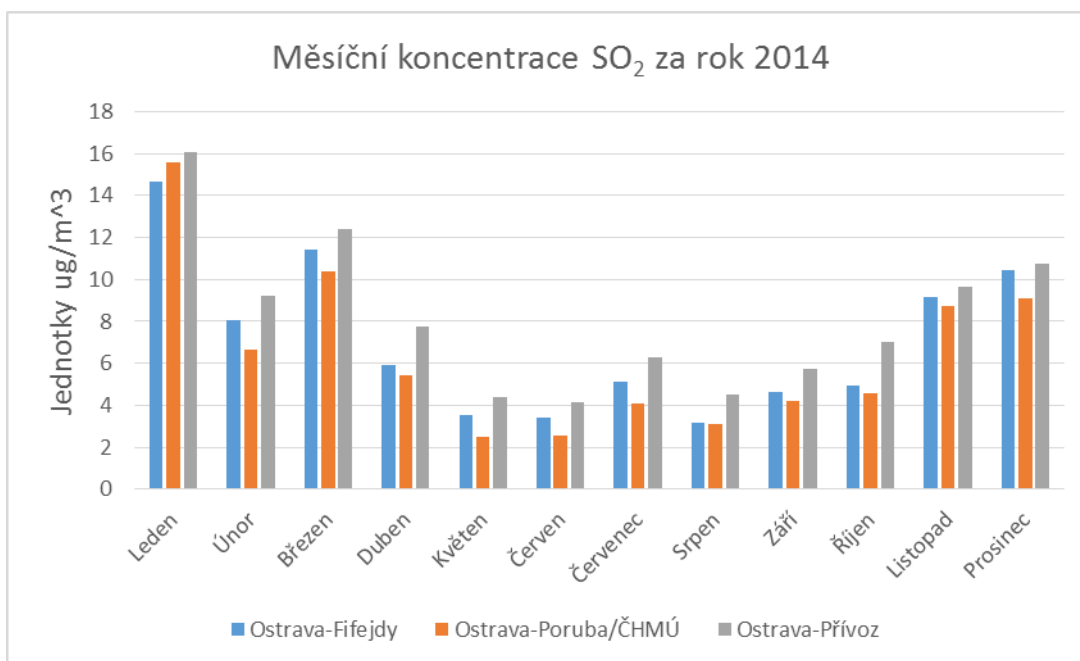


Graf. 6 Měsíční koncentrace benzenu za rok 2014

Měsíční koncentrace benzenu jsou měřeny na 4 stanicích v Ostravě. Vývoj grafů je podobný jak v předchozích případech oproti roku 2013 se hodnoty na začátku roku a celkem i v průměru snížily, hodnoty jsou v roce 2014 lehce vyšší pouze v měsíci listopadu a prosinci.

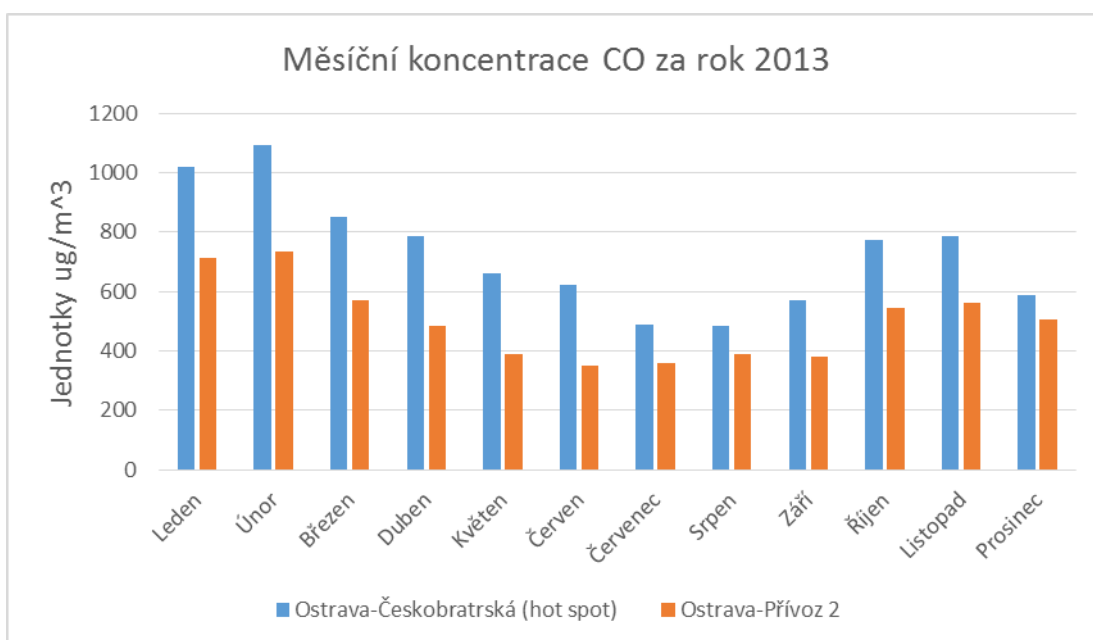


Graf. 7 Měsíční koncentrace SO₂ za rok 2014

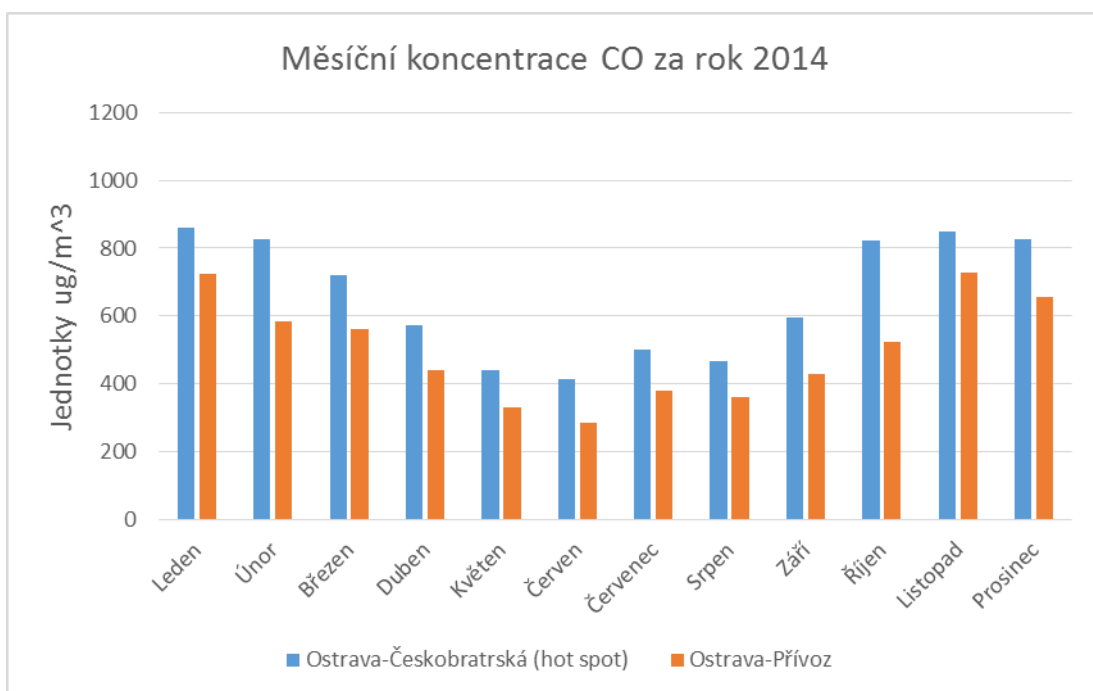


Graf. 8 Měsíční koncentrace SO₂ za rok 2014

Měsíční koncentrace SO₂ jsou měřeny na 3 stanicích v Ostravě. Trend vývoje koncentrací je srovnatelný s ostatními látkami. Nejvyšší koncentrace je naměřena od listopadu do března, nejnižší pak v letních měsících. Podobné je i srovnání roků kdy v roce 2014 je nižší koncentrace na začátku kalendářního roku a vyšší na konci oproti roku 2013. Celková koncentrace za rok zůstává stejná v obou rocích.



Graf. 9 Měsíční koncentrace CO za rok 2013



Graf. 10 Měsíční koncentrace CO za rok 2014

Měsíční koncentrace CO jsou měřeny na 2 stanicích v Ostravě. I zde je vidět výrazný pokles koncentrací na začátku kalendářního roku cca o 200 jednotek. Oproti tomu na konci roku 2014 jsou koncentrace vyšší. Celková hodnota koncentrací se snížila.

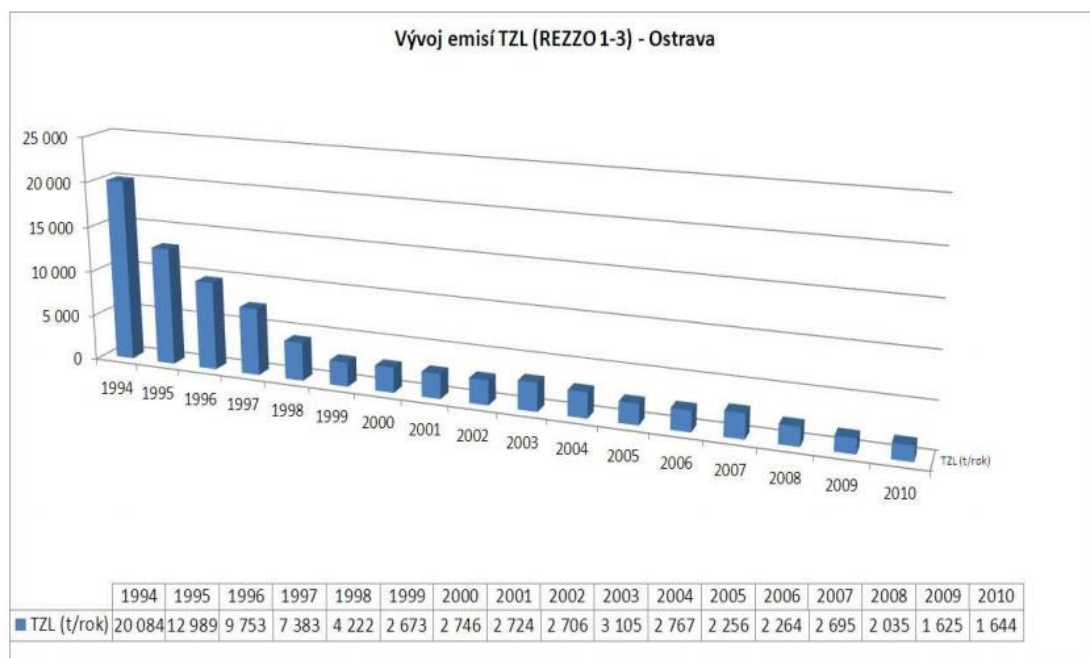
V tabulce (Tabulka 4) se nachází informace kolikrát byl během určitého roku překonán 24 hodinový limit koncentrací znečišťujících látek. Z tabulky je patrné, že za poslední dva roky na třech stanicích, na kterých se měří koncentrace SO₂ nebyl tento limit překročen ani jednou. Jak je možné pozorovat překročené limity v se roce 2014, krom látky PM₁₀ na stanici Ostrava-Přívoz, snížily oproti roku 2013.

KMPL	nazev_lokality	vel_zkratka	jednotka	rok	hodnota
TOCBM	Ostrava-Českobratrská (hot spot)	PM10	ug/m ³	2013	83
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	PM10	ug/m ³	2013	85
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	SO2	ug/m ³	2013	0
TOPOA	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	SO2	ug/m ³	2013	0
TOPOM	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	PM10	ug/m ³	2013	66
TOPRA	Ostrava-Přívoz	PM10	ug/m ³	2013	94
TOPRA	Ostrava-Přívoz	SO2	ug/m ³	2013	0
TOZRA	Ostrava-Zábřeh	PM10	ug/m ³	2013	107
TOCBM	Ostrava-Českobratrská (hot spot)	PM10	ug/m ³	2014	71
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	PM10	ug/m ³	2014	78
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	SO2	ug/m ³	2014	0
TOPOA	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	SO2	ug/m ³	2014	0
TOPOM	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	PM10	ug/m ³	2014	63
TOPRA	Ostrava-Přívoz	PM10	ug/m ³	2014	99
TOPRA	Ostrava-Přívoz	SO2	ug/m ³	2014	0
TOZRA	Ostrava-Zábřeh	PM10	ug/m ³	2014	92

Tabulka 4 Tabulka ukazující počet překročení denního limitu za daný ro

7.2 Hodnocení výsledků imisního monitoringu

Z dat imisního monitoringu vyplývá, že koncentrace znečišťujících látek se v průměru na území města Ostravy rok od roku snižuje (Obr. 13).



Obr. 13 Vývoj emisí TZL v Ostravě

Zdroj: CHMÚ

Koncentrace všech zkoumaných látek měly podobný roční chod, kdy od začátku roku přibližně do měsíce srpna byla koncentrace látek v roce 2014 výrazně nižší než předešlý rok. Od měsíce září do konce kalendářního roku byla naopak koncentrace znečišťujících látek lehce vyšší než předešlý rok. Tento fakt přisuzují zhoršeným rozptylovým podmínkám na konci roku 2014, kdy průměrné rychlosti větru byly oproti roku 2013 podstatně nižší, díky tomuto jevu se znečišťující látky držely na území Ostravy. Z tabulky (Tabulka 4) je patrné, že překročení 24hodinového limitu se snižuje. Tyto pozitivní změny dle mého názoru ovlivňují obrovské finanční investice největších znečišťovatelů ovzduší na území Ostravy do ekologizace a odprášení jejich celkového provozu a obecná změna postoje k životnímu prostředí. K tomuto faktu jistě přispívají i přísné imisní limity a legislativní opatření.

8 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo popsat základní pojmy používané v oblasti ochrany ovzduší, meteorologické situace, při kterých dochází k znečištění ovzduší na Ostravsku, popsat zdroje, znečišťující látky a jejich dopady, popsat monitoring a opatření v oblasti Ostravska, které se této problematice týkají s využitím dostupné literatury a také zhodnotit získaná data z imisního monitoringu ostravských měřících stanic.

Za tímto účelem byla nasbírána literatura zabývající se vlivem meteorologických podmínek na kvalitu ovzduší. Bylo zapotřebí pochopit, při jakých meteorologických podmínkách dochází k největšímu znečištění, taktéž že nejvýznamnější roli v této oblasti hrají tzv. rozptylové podmínky. Rozptylové podmínky podmiňují promíchávání a ředění emisí zdrojů a tím ovlivňují úroveň imisních koncentrací. Zhoršené rozptylové podmínky jsou dány konkávní polohou ostravské aglomerace.

Vliv na kvalitu ovzduší má především člověk sám respektive jeho neuvážená průmyslová činnost. Na Ostravsku jsou 3 hlavní znečišťovatelé ovzduší, mezi ně patří průmyslové zdroje, automobilová doprava a lokální topeniště. Tyto zdroje vypouští do ovzduší látky typu PM₁₀, PM_{2,5}, oxid siřičitý, oxidy dusíku a benzopyren v kombinaci se špatnými rozptylovými podmínkami většinou v zimních měsících vytváří známý Ostravský smog (smogová situace). Špatné ovzduší zasahuje každého občana Ostravy a přináší sebou rizika výskytu především chronických chorob cest dýchacích nebo kardiovaskulárních.

Pro zlepšení kvality ovzduší v Ostravě byla zavedena řada opatření od snižování emisí v dopravě přes výsadbu nové a úpravu stávající zeleně až po vysoké investice velkých podniků do ekologizace výroby. Tyto podniky byly nuceny ekologizaci výroby zavést ve velké míře, při nesplnění podmínek a imisních limitů jim byly ukládány milionové až miliardové pokuty.

V rámci zjištění stavu ovzduší byla provedena analýza dat imisního monitoringu za poslední dva roky a bylo zjištěno, že koncentrace škodlivin se oproti roku 2013 snížila. Jde vidět, že Ostravská veřejnost (politici, vedení velkých podniků, samotní

občané) si naštěstí vážnost znečištění ovzduší v Ostravě v minulosti i dnes uvědomují a znečištění ovzduší v Ostravě se zlepšuje.

Pro ještě větší zlepšení by bylo třeba přimět občany Ostravska k výměně ekologických kotlů (příspěvky od EU) na domácí topení a uvědomit si, že každý z nás může svým jednáním přispět k vyšší kvalitě ovzduší.

Tato práce by mohla být použita jako materiál k tvorbě jiných prací o ochraně ovzduší nebo jako podklad pro navazující diplomovou práci. Mohla by taktéž sloužit pro všechny občany jako náhled a pochopení problematiky znečištění ovzduší na Ostravsku.

9 Seznam použitých zdrojů

9.1 Literatura

Bednář, J., Zikmunda O., 1985. *Fyzika mezní vrstvy atmosféry*. Praha : Academia, 1985.

Moldan, B. 2009. *Podmaněná planeta*. Praha : Karolinum, 2009.

Blažek, Z., a kol.: 2013. *Vliv meteorologických podmínek na kvalitu ovzduší v přehraniční oblasti Slezska a Moravy*. Ostrava : Český hydrometeorologický ústav, 2013.

Braniš M., Domasová M. 2003. PM10 and black smoke in small settlement: Case study from the Czech republic. *Atmospheric Enviroment*. 2003, 37.

Braniš, M., Hůnová, I. a kol.: 2011. *Atmosféra a klima, Aktuální otázky ochrany ovzduší*. Praha : Karolinum, 2011.

ČHMÚ. 1995. *Meteorologický slovník*. 1995.

ČHMÚ. 2012. Znečištění ovzduší na území ČR v roce 2011. Praha : ČHMÚ, 2012.

DHV. 2003. Národní program snižování emisí. *Aktualizovaný podkladový materiál*. Praha : DHV ČR, 2003. 03.

1993. *Geografický místopisný slovník světa*. Praha : Academia, 1993.

Hůnová I., Janoušková J. 2004. *Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší*. Praha : Karolinum, 2004.

Hůnová I., Janoušková S., Šantroch J. 2002. Koncepce imisních limitů pro oxidy dusíku v české legislativě. *Ochrana ovzduší 14*. 2002, Sv. 2.

Jančík P., a kolektiv. 2013. *Atlas ostravského ovzduší*. Ostrava : VŠB-TU 1. vydání, 2013.

- Kalvová, J., Moldan, B.:** 1996. *Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů*. Praha : Karolinum, 1996.
- Blažek Z. a kol.** 2013. *Vliv meteorologických podmínek na kvalitu ovzduší v přeshraniční oblasti Slezska a Moravy*. Ostrava : ČHMÚ, 2013.
- 2012.** *Legislativa v ochraně ovzduší ČR*. 2012.
- Lippert, E.** 1995. *Ozónová vrstva Země*. Praha : Vesmír/ MŽP ČZ, 1995.
- Meteorologické, zprávy.** 2010. Smogová situace v oblasti Ostravsko-Karvinska ve dnech 23. - 27. Ledna 2010. *Meteorologické zprávy*. 2010, Sv. 63, 2.
- Meteorologické, zprávy.** 2015. Teplotní a srážkové poměry Ostravska v období 1961 - 2013. *Meteorologické zprávy*. 2015, Sv. 68, 5.
- Nátr, L.** 2006. *Země jako skleník: Proč se bát CO₂?* Praha : Academia, 2006.
- Pavlicová, I.** 2007. *Teplotní inverze v oblasti Ostravské průmyslové aglomeraci - Diplomová práce*. Brno : Masarykova universita v Brně, 2007.
- Report, EEA.** 2007. *Air pollution in Europe 1990-2004*. Copenhagen : European Environment Agency, 2007.
- Stehlík, J.** 2002. *Měření emisí ve zvlášť velkých spalovacích zdrojích*. Praha : Občanské sdružení Ochrana kvality ovzduší, 2002.
- Šebáková a kol.** 2015. *Vliv znečišťujících látek z lokálních topenišť na zdraví - Lékařská zpráva*. Ostrava : Krajská hygienická stanice MS kraje, 2015.
- Šuta, Miroslav.** 2008. *Chemické látky v životním prostředí a zdraví*. Brno : Ekologický institut Veronica, 2008.
- Vach, Marek.** 2005. *Ochrana ovzduší*. Praha : Skripta ČZU, 2005.
- Vohlídal, J., Štulík, K. Junák, A.,** 1999. *Chemické a analytické tabulky*. Praha : Grada Publishing 1. vydání, 1999.
- Waldhauserová, Pavla.** 2008. Když ozon škodí . *Vesmír*. 2008, 87.

9.2 Internetové zdroje

ČHMI, 2016: Český hydrometeorologický ústav, Praha, online:
http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap05.pdf, cit:
08. 04. 2016.

MŽP, 2015: Ministerstvo životního prostředí, Praha, online:
http://www.mzp.cz/cz/narodni_program_snizovani_emisi, cit: 08. 04. 2016

Dýchám pro Ostravu, 2016: Aktivity města Ostravy v OŽP, Ostrava, online:
<https://dycham.ostrava.cz/images/aktivity.pdf>: cit: 08. 04. 2016

