

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ

SO₂,NO₂ a PRACHOVÉ ČÁSTICE V ATMOSFÉŘE
V ČESKÉ REPUBLICĚ
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VEDOUCÍ PRÁCE: doc. Mgr. MAREK VACH, Ph.D.

BAKALANT: HELENA SEDLÁČKOVÁ

2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Sedláčková Helena

Aplikovaná ekologie

Název práce

SO₂, NO₂ a prachové částice v atmosféře v České republice

Anglický název

SO₂, NO₂ and particulates in atmosphere in the Czech Republic

Cíle práce

Chemická specifikace jednotlivých látek

Přítomnost těchto látek v ovzduší

Měření znečištění, grafy obsahů těchto látek v ovzduší

Vliv na okolí

Metodika

Hledání materiálů v knihovně, vědeckých člancích, na internetových stránkách, v cizojazyčné literatuře

Harmonogram zpracování

Zadání bakalářské práce: březen/2012

Odevzdání bakalářské práce: květen/2013

Rozsah textové části

30-40 stran

Klíčová slova

Čistota ovzduší, Česká republika, NO₂, SO₂, atmosféra

Doporučené zdroje informací

Braníš M., Hůnová I.: Atmosféra a klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší. Praha Karolinum 2009

www.chmi.cz

www.mzp.cz

<http://pocasi.idnes.cz/>

Cizojazyčné internetové články

Knižní podklady

Vedoucí práce

Vach Marek, doc. Mgr., Ph.D.



prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 27.8.2012

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením doc. Mgr. Marka Vacha, Ph.D. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.“

V Praze dne 8. 4. 2013

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce panu doc. Mgr. Markovi Vachovi, Ph.D. Děkuji za zajímavé téma, na kterém jsem se zaujetím pracovala a za pomoc, kterou mi během vytváření bakalářské práce poskytoval.

Abstrakt

Práce je z oblasti znečištění a ochrany ovzduší. Soustřeďuje se na Českou republiku. Zaměřuje se na obsah oxidu siřičitého (SO₂), oxidu dusičitého (NO₂) a prachových částic v atmosféře. V obecném měřítku je popsán chemismus těchto látek, znečištění, které způsobují, a metody měření. Dále je zde pojednáváno o problémech, které tyto látky vyvolávají, konkrétně o smogu a kyselých deštích. V bakalářské práci se zohledňuje i vliv dopravy. Práce se zabývá také účinky těchto škodlivin na lidské zdraví, ať jde o krátkodobé nebo dlouhodobé vystavení. Samostatná kapitola je věnována Moravskoslezskému kraji, který je považován za nejvíce zasažený škodlivinami v ovzduší na území našeho státu. Přínosem práce je hledání řešení ke snižování znečištění ovzduší uvedenými látkami. V bakalářské práci jsou popsány způsoby, kterými mohou k ochraně ovzduší přispívat jednotlivci i obce. Jsou zde vypsány projekty Ministerstva životního prostředí České republiky jako „Jak správně topit“ nebo „Národní program na snižování emisí.“ Znečištění ovzduší patří k faktorům, které nelze zcela odstranit, ale obsah škodlivin se dá snižovat nebo zmírňovat dopad jejich působení. Je důležité se o tuto problematiku zajímat. Chráníme tak nejen své zdraví, ale i prostředí, v němž žijeme.

Abstract

This study is focused on assessment of quality and pollution of air on the area of the Czech Republic. Informations found in literature about content of SO₂, NO₂ and particulates in the atmosphere are evaluated. Study describes chemism of these substances, air pollution and methods of measuring. There are problems associated with these substances such as smog and acid rain. Important factor of their influence is transport by air. These substances have negative effects on health. One capitoll of this thesis is focused on description of air quality on the area of Moravskoezský region. Data regarding air pollution in this region revealed the worst quality of the air in the Czech Republic. This study finds a solution how to reduce air pollution. There are ways how individuals and villages can protect the atmosphere from the pollution. Study describes projects of Ministry of environment of the Czech Republic like

„How heat right“ or „National program of reducing of emission.“ It is not possible to eliminate air pollution completely. However their impact can be reduced. It is important to be interested in this problem because we are supposed to protect not only our health but environment too.

Klíčová slova

Čistota ovzduší, Česká republika, NO₂, SO₂, atmosféra.

Key words

Air quality, The Czech Republic, NO₂, SO₂, atmosphere.

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíle práce	11
3. Metodika	11
4. Historie atmosféry.....	12
5. Kvalita ovzduší.....	12
6. Moravskoslezský kraj.....	13
7. Zdroje znečištění	16
8. Systém ochrany ovzduší v ČR	17
9. Chemismus.....	19
9.1 Oxid siřičitý - SO ₂	19
9.2 Oxid dusičitý - NO ₂	20
9.3 Prachové částice	22
10. Sledované škodliviny – měření	27
10.1 SO ₂ měření	27
10.2 NO ₂ měření.....	28
10.3 Suspendované částice PM ₁₀ měření	29
10.4 Suspendované částice PM _{2,5} měření.....	30
11. Smog	30
12. Kyselá dešť	32
13. Doprava	34
14. Zdravotní rizika.....	35
14.1 Směr a přenos dat.....	35
14.2 Rizika pro člověka.....	36
14.3 SO ₂ - zdravotní rizika.....	37
14.4 NO ₂ – zdravotní rizika	39
14.5 Suspendované částice – zdravotní rizika.....	40

15. Lidský faktor	41
16. Řešení od obcí a jednotlivců	42
17. Národní program snižování emisí	43
18. Potenciál snižování emisí znečišťujících látek v České republice k roku 2020...	43
19. Rok 2011	45
20. Výsledky	46
21. Diskuse	47
22. Závěr	48
23. Použitá literatura	49

1. Úvod

Ochrana ovzduší je problematika, kterou se člověk dlouhodobě zabývá. Zasahuje totiž do mnoha sfér našeho života. Člověk sám se na složení ovzduší ve velké míře podílí, je totiž významným producentem škodlivin. Ve své práci jsem se zaměřila na škodliviny, které člověk vytváří a jsou častou složkou ovzduší. Je to oxid siřičitý, oxid dusičitý a prachové částice. Do ovzduší se tyto látky dostanou jak přirozenými procesy jako sopečnou činností, procesy rozkladu a podobně, tak průmyslovou činností vyvíjenou člověkem, dopravou apod. Uvedené látky negativně působí na ekosystémy. K mnoha negativním procesům, které vlivem těchto látek vznikají, patří třeba kyselá dešť. Škodliviny se v podobě srážek dostávají zpět na zem. Negativně ovlivňují celkovou vitalitu rostlin, ohrožují živočichy žijící především ve vodě. Mění také celkové složení půdy, což má vliv například na její úrodnost. Způsobují i eroze.

A tyto škodliviny nepůsobí jen na okolní prostředí, ale i na člověka samotného. Za nejnebezpečnější z uvedených látek jsou považovány prachové částice. Kvůli jejich různorodému složení dokážou působit řadu rozmanitých onemocnění jako respirační obtíže, alergie, nemoci srdce a cév apod. Oxidy dusíku zase mohou za určitých podmínek vytvářet smog, který rovněž vede k celé řadě onemocnění týkajících se hlavně dýchacího traktu. Smogem je v České republice zasažen hlavně Moravskoslezský kraj, pak také oblasti s vysokou koncentrací dopravy. Bylo sepsáno velké množství studií, které se zabývají otázkou, jestli znečištěné ovzduší negativně ovlivňuje lidské zdraví. A výsledky vychází průkazně, závislost mezi zdravím občanů a znečištěným ovzduším existuje.

Tato práce se snaží zaměřit na možná řešení problému obsahu uvedených látek v ovzduší. Jsou zde uvedeny projekty MŽP i obcí.

2. Cíle práce

Cílem práce je zhodnotit stávající (současný) stav této problematiky a uvažovat nad možnými řešeními. Zhodnocení problematiky se týká hlavně chemismu škodlivin, vlivu na lidské zdraví, smogové situace, kyselých dešťů nebo programů na snížení emisí. V bakalářské práci jsou uvedeny programy Ministerstva životního prostředí. Ministerstvo se svými zákony a vyhláškami snaží cíleně snižovat obsah znečišťujících látek v atmosféře. Například průmyslové stavby produkující škodliviny se musí řídit platnou legislativou. Měly by snižovat a zachycovat emise. Tlak ale není vyvíjen jen na spalovny, továrny apod. Přispívat musí i občané. Právě pro ně byly vytvořeny projekty jako „Jak správně topit“. Tento projekt přispívá rodinám určitou finanční částkou, která musí být použita na výměnu starých kotlů za nové, a tak je výrazně snížen obsah vypouštěných škodlivin do ovzduší. Stav ovzduší se pravidelně monitoruje. Monitoring zajišťuje hlavně Český hydrometeorologický ústav. Měří škodliviny, hodnotí stav ovzduší, předpovídá počasí, provádí výzkum, vydává publikace apod.

3. Metodika

Bakalářská práce má rešeršní charakter, proto jsou hlavním zdrojem informací písemné prameny. Vycházela jsem z knižních zdrojů. Hodně informací bylo získáno z internetových stránek Ministerstva životního prostředí. Práce zahrnuje i celou řadu jiných internetových zdrojů.

4. Historie atmosféry

Atmosféra je typická svou dynamičností. Probíhají zde rychlé turbulentní horizontální i vertikální pohyby vzduchu. Žádná složka není přítomná trvale. Atmosféra začala vznikat asi před čtyřmi a půl miliardami let. Její složení se za tuto dobu velice výrazně měnilo až do dnešní podoby. Primární atmosféra, která zde byla v době vzniku naší planety, byla velice řídká. Tvořily ji lehké plyny jako vodík, helium a další vzácné plyny. Odplyňováním zemské kůry a pláště se vytvořila sekundární atmosféra. Planeta začala chladnout (Bartoňová, 2004).

Další vývoj atmosféry závisel především na přítomnosti vody a vodní páry, bez které by dnešní kyslíkatá atmosféra nevznikla a nežily by zde ani žádné formy života. Časem se začaly objevovat i autotrofní organismy schopné produkce organických látek a energie, k čemuž využívaly fotosyntetické procesy. Při fotosyntetických procesech se viditelná část slunečního záření využívá jako zdroj energie při konverzi CO_2 na molekuly organických sloučenin. Reakce se účastní také látka dodávající atomy vodíku. Jako donory vodíku nejdříve sloužily sulfany nebo jednoduché organické sloučeniny. Později, když se začal uplatňovat vliv sinic, převzala tuto roli voda a jako vedlejší produkt se uvolňoval kyslík. Jak rostl obsah kyslíku v atmosféře, vytvořila se i ozonová vrstva ve stratosféře, a tím už organismy nebyly nuceny vázat se jen na život ve vodě a osídlily také pevninu. Zelené rostliny na pevnině fotosyntetizovaly, čímž obsah kyslíku v atmosféře neustále stoupal a jeho důležitost pro organismy rostla (Bartoňová, 2004).

5. Kvalita ovzduší

Ovzduší je jedním z důležitých faktorů, který člověk potřebuje k životu. Vše, co člověk vdechuje, se dostává dovnitř organismu a může ho ovlivňovat jak pozitivně, tak negativně. Kvalitě ovzduší by měla být dána zvláštní pozornost, proto se o tuto problematiku zajímají nejen národní, ale také evropské a mezinárodní instituce. V 90. letech minulého století bylo v České republice znečištění ovzduší věnováno hodně pozornosti. Do toho, aby se snížily emise, byly investovány nemalé

finanční prostředky. Tato opatření se týkala především elektráren. Došlo tak k výraznému zlepšení kvality ovzduší na území České republiky. Problémovým se ukázal být rok 2000, kdy se rozvíjel průmysl a dopravní infrastruktura. Kvalita ovzduší velice utrpěla (MŽPa, 2008-2012).

Pojmem kvalita vnějšího ovzduší rozumíme úroveň jeho znečištění, která by mohla ovlivnit lidské zdraví, vegetaci i celé ekosystémy. Znečišťující látky po vypuštění ze zdroje putují atmosférou a mohou tedy ovlivňovat kvalitu ovzduší v nejbližším okolí samotného zdroje znečištění i ve vzdálenějších oblastech (MŽPb, 2008-2012).

Kvalita ovzduší se rozpoznává různými způsoby. Provádí se třeba srovnání s limity, které jsou dány legislativou. Posuzuje se, zda byl limit překročen. Zjišťuje se, kolikrát byly tyto limity překonány a aproximace procentuálních odhadů zatížené plochy či počtu obyvatel (MŽPc, 2008-2012).

6. Moravskoslezský kraj

Nejhorší kvalitu ovzduší má v České republice Moravskoslezský kraj a to hned z několika důvodů. Prvním je smog. Smogem je v České republice nejvíce zasažena oblast Ostravska. Na podzim roku 2012 smog několikrát překročil limitní koncentrace. Lidi hojně navštěvovali lékaře s různými dýchacími obtížemi a astmaty, plicní a alergologické ordinace byly přeplněny. Že situace v tomto regionu je velmi závažná, dokazuje také výzkum Ústavu zdravotnických informací a statistiky. Ten ukazuje, že v České republice se nachází průměrně 304 obyvatel na deset tisíc obyvatel, kteří trpí plicními problémy. V Ostravě je to ale 540 obyvatel. Předchozí tvrzení je jen dalším důkazem toho, že ovzduší ve Slezsku a na severní Moravě patří už několik let k nejhorším v České republice, a dokonce i v Evropě. Nejhuř situace vypadá prokazatelně na podzim a v zimě (ČT24, 2013).

Údaje dokazují, že alergologové každý den zaevidují deset nových pacientů. Při zhoršení smogové situace jsou zasaženou skupinou hlavně děti. V Moravskoslezském kraji mělo v roce 2000 astma necelých šest tisíc lidí, v roce 2011 se hodnoty vyšplhaly na neuvěřitelných 40 000. Jako typický příznak astmatika

ze severní Moravy se udává dráždivý, silný kašel. Jako další příznak se objevuje chronický kašel, pocit nedostatku vzduchu, zahlenění apod. (ČT24, 2011).

Ministerstvo životního prostředí se rozhodlo podpořit Moravskoslezský kraj. V říjnu 2012 proběhla mediální kampaň s názvem „Jak správně topit“. Zabývá se výměnou starých kotlů za nové, které jsou šetrnější k životnímu prostředí. Ovzduší se v tomto kraji v devadesátých letech zlepšilo, poklesla totiž výroba, investovalo se do nákupu šetrnějších technologií apod. V současnosti je ale situace opět problematická. Problém je způsoben hlavně prachovými částicemi a benzo(a)pyrenem. Ministerstvo životního prostředí se proto snaží, aby se zdraví obyvatelstva dále nepoškozovalo (MŽP, 2012a).

Kampaň láká na až o třetinu menší náklady za topivo, zvýšení výkonu vytápění a ohřevu vody. Nemusí se tak často přikládat, zásobník na palivo stačí naplnit asi jednou za 3 dny. V těchto kotlích se topí uhlím nebo uhlím a biomasou. Ministerstvo poskytne dotace ve výši čtyřiceti tisíc korun. Plně automatické kotle mají svá pozitiva. Samy dokáží regulovat přísun tuhých paliv, a tím se zvyšuje účinnost spalování. Do ovzduší se tedy dostává méně škodlivin, což má pozitivní účinky na lidské zdraví. Člověk si možná řekne, jestli tohle všechno má cenu, jestli se opravdu něco změní. Jeden takovýto kotel ale zabráni množství až 100 kg prachu za rok dostat se do ovzduší. Nárok na dotaci má každý, kdo vlastní kotel na tuhá paliva a chce ho vyměnit. Stačí podat žádost na krajský úřad příslušný tomuto regionu (MŽP, 2012b).

Dalším problémem je doprava. Městem projíždí mnoho neekologických vozidel. Jako příklad lze uvést kamiony. V 16 městech na Ostravsku bylo odborníky provedeno měření. Jedná se například o města Ostrava, Opava, Třinec, Český Těšín, Orlová a Studénka. Na šesti lokalitách byly výsledky tak limitní, že by se zde měla zřídit nízkoemisní zóna a neměly by tudy projíždět auta s vysokými emisemi. Vybraná města se tomuto opatření ale brání, podle nich je neefektivní, problém by se prý jen přesunul jinam. Navíc lidé se staršími modely osobních aut, kteří bydlí kupříkladu v Opavě, by se tak nemohli dostávat domů. Zřízení této zóny nepatří mezi úplně jednoduchá řešení, co se týče provedení. Bylo by nutné zřídit objízdné trasy, což by znamenalo i finanční náklady. Výstavba objízdných tras by nebyla třeba v případě, že by lidé jezdili více autobusy, tramvajemi nebo trolejbusy (MŽP, 2008-2012h).

Znečišťování ovzduší na Ostravsku nemá na svědomí jen tento kraj. Smog do tohoto kraje míří také z Polska. Konkrétní příčinou jsou lokální topeniště. Jak vyplývá ze studie, Ostrava měla ve sledovaném období 22 dnů, kdy byla smogová situace značně nepříznivá. V 15 případech se zjistil vliv polské strany na smogovou situaci v Ostravě. Na vině jsou již zmíněná topeniště, dále průmysl a dálkový transport. Původ škodlivin vědci zkoumali využitím metody zpětné trajektorie, podle které se můžou vysledovat místa vypuštění škodlivin do ovzduší. I když se situace jeví jako kritická, stát si její vážnost dost dlouho úplně neuvědomoval. Smogová situace je nejvíc limitující v období topné sezony na podzim a v zimě. Radnice dokonce uvažuje, že návrhy na řešení tohoto problému vezme do vlastních rukou. Radnice hlásá, že Polsko by mělo se znečišťováním ovzduší v takovéto neúnosné míře přestat (ČT24, 2012).

Vláda v současné době začala jednat s polskou stranou a učinila pokus o uzavření vzájemně prospěšných vztahů s tímto státem. Ty by měly být navázány seminářem, který se konal v Polsku a Ostravě. Seminář se týkal ochrany ovzduší a zdraví, sešli se ministři životního prostředí obou států. Finanční zdroje na nápravu kvality ovzduší by pak měla poskytnout Evropská unie. V rámci Státního fondu životního prostředí vznikl národní program na podporu ozdravných pobytů dětí z oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší (MŽP, 2008-2012i).

Na semináři byly za hlavní zdroje znečištění označeny tyto faktory: průmysl, doprava, domácnosti, přeshraniční vliv. Prostředky pro zlepšení spočívají v efektivnější legislativě, přístupných finančních zdrojích, vědě a výzkumu, osvětě a prevenci. Ujednalo se, že se musí zmodernizovat průmysl. Změny v dopravě jsou dány osvobozením od placení dálničních poplatků na dálnici D1 v úseku Ostrava, Rudná až Bohumín na období dvou až tří let. Měly by se zřídit také nízkoemisní zóny. Přispět by měly i domácnosti. To se týká spalování fosilních paliv, které ovzduší škodí. Majitelé kotlů na tuhá paliva by také měli nechat provádět pravidelné revize po dvou letech. Od roku 2022 by dokonce měly být schvalovány jen kotle 3. emisní třídy. Zlepšit by se měl i přeshraniční vliv, proto se uzavřelo Česko-polské memorandum. Má přispět k tomu, aby kvalita ovzduší kolem hranic byla lepší. Ve fázi vývoje jsou dva projekty. Air Silesia je první společný regionální informační systém o kvalitě ovzduší v moravskoslezském česko-polském regionu. Cleanborder hodnotí podíl znečištění ovzduší emisemi, které pochází z lokálních zdrojů, na celkovém znečištění ovzduší v této lokalitě (MŽP, 2008-2012j).

Důležitá je také 36. výzva OPŽP. Pojednává o projektech v oblastech Karviná, Frýdek-Místek a Ostrava, na což bude uvolněno 5 miliard korun. Toto se týká podpory průmyslu. Změna v dopravě má spočívat v pořízení vozidel alternativní dopravy i samosběrných a kropicích vozů, obnoveno by mělo být autobusové spojení v již existujících dopravních systémech. V domácnostech budou instalovány kotle na biomasu. Inovovat by se měl projekt Zelená úsporám. Projekt o snížení emisí v hraničním regionu bude předložen k projednání Evropské komisi. Aby bylo chráněno zdraví občanů, počítá se se založením laboratoře pro identifikaci zdrojů znečišťování ovzduší pro zjištění nejvýznamnějších zdrojů znečištění (MŽP, 2008-2012j).

Velký důraz je kladen na kvalitní monitoring smogové situace. Proto byla 18. 4. 2012 uvedena do provozu mobilní laboratoř. Měřicí vůz stál asi deset milionů korun. Mezi jeho funkce patří zjištění znečištění a určení jeho původu, v čemž je tato technologie jedinečná. Fungovat by měl na lokální topeniště i velké průmyslové zdroje. Laboratoř je jedna z nejmodernějších technologií pro tento monitoring. Má fungovat při hledání odpovědí, na kterých se zatím neshodnou ani vědci, tedy zda se na špatném vzduchu největší měrou podílí průmysl či doprava. Stanice může měřit plynné i tuhé škodliviny. Hodnotí také meteorologické jevy, na kterých jsou rozptylové podmínky závislé. Služby laboratoře by měly být přínosem pro obecní úřady i průmyslové podniky (ČT24, 2012b).

7. Zdroje znečištění

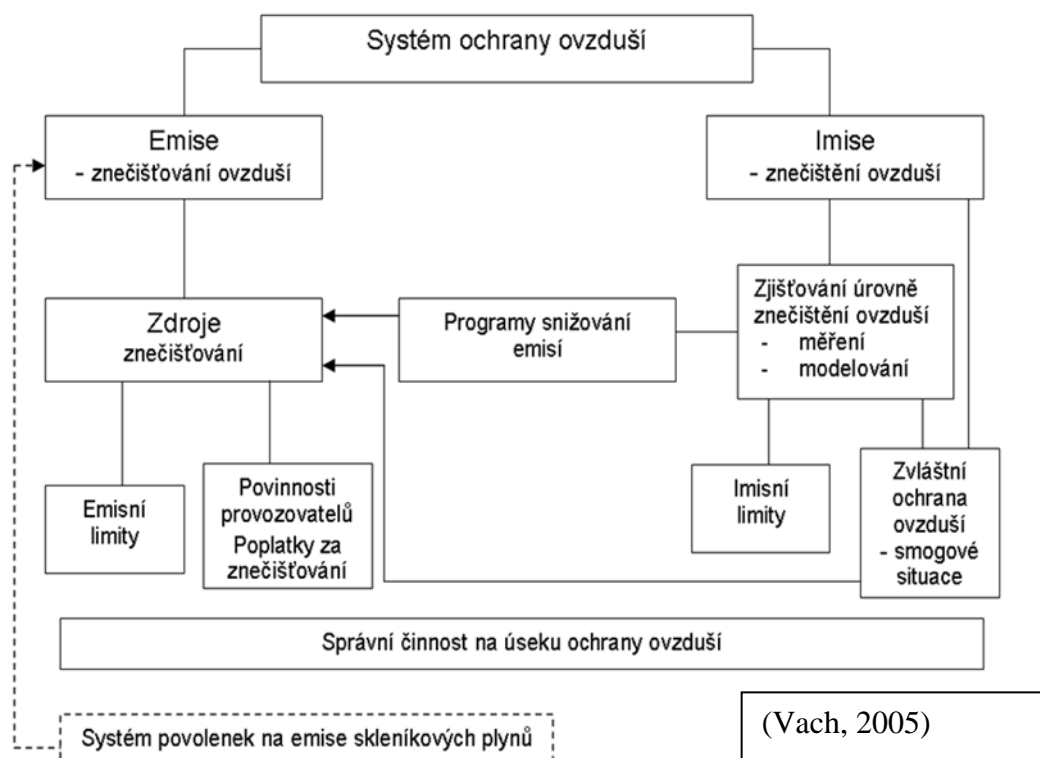
Zdroje znečištění se dělí podle mnoha kritérií. Mezi nejzákladnější patří dělení na zdroje mobilní a stacionární. Mobilní zdroje představují zdroje, které se hýbou, tedy dopravní prostředky, jako jsou osobní a nákladní auta, autobusy, plavidla, letadla apod. Dále se sem řadí nesilniční mobilní zdroje jako stavební stroje. Další kategorií jsou zdroje stacionární, které zůstávají na místě a patří sem spalovny, šachty, lomy, stavby, sklady odpadu nebo surovin apod. Stacionární zdroje se dále dělí podle toho, do jaké míry znečišťují ovzduší. Záleží zde na tepelném výkonu nebo příkonu. Zvláště velké zdroje se charakterizují jako zdroje, které mají

jmenovitý tepelný příkon ≥ 50 MW bez ohledu na výkon. Do této složky spadají také spalovny nebezpečného odpadu, které mají kapacitu ≥ 10 t odstraňovaného odpadu/den a spalovny komunálního odpadu o kapacitě větší nebo rovné 3 t/hod. V této kategorii se objevují rovněž spalovny odpadů, které nezařazujeme mezi komunální ani nebezpečné, a mají kapacitu ≥ 50 t za den. Velké zdroje mají jmenovitý tepelný výkon > 5 do 50 MW a příkon < 50 MW. Řadí se sem také ostatní spalovny odpadů. Střední zdroje jsou charakterizovány jmenovitým tepelným výkonem $\geq 0,2$ a ≤ 5 MW. Malé zdroje mají jmenovitý tepelný výkon menší než 0,2 MW. Dle typu se zdroje dělí na bodové (př. komíny), plošné (parkoviště, křižovatky, lomy, skládky atd.) a liniové (dálnice, silnice atd.) (Vach, 2005).

8. Systém ochrany ovzduší v ČR

Strukturu systému ochrany ovzduší nejlépe specifikuje následující schéma (Obr. 1).

Obr. 1 Schéma systému ochrany ovzduší v České republice.



V České republice dochází hlavně na soustředění se na imise, z čehož vyplývá i legislativa, která stanovuje přípustné imisní limity. Limity jsou stanoveny samozřejmě i pro emise. Emise látek jako jsou oxid uhličitý, oxid dusný, metan apod. jsou kontrolovány povolenkami. Provozovatelé, kteří vyrábějí tyto látky, musí každý rok vykazovat, kolik jich vyprodukovali. Dodržováním těchto limitů se zabývají systémy ochrany ovzduší na celostátní, krajské a místní úrovni (Vach, 2005).

Základem pro legislativu ochrany ovzduší v České republice je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a zákon č. 73/2012 Sb., o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech. Zákony jsou pak doplněny vyhláškami a nařízeními vlády, které vydává Ministerstvo životního prostředí. MŽP je hlavním návrhatelem zákonů o životním prostředí. Dále se o tuto problematiku starají krajské úřady, obecní úřady a další. Zákon o ochraně ovzduší se zabývá hlavně právy a povinnostmi, které mají původci znečištění ovzduší, a ukládá jim případné sankce. Chce přispívat k snižování obsahu znečišťujících látek v ovzduší a napravovat současný stav znečištění. Zabývá se také činností správních orgánů v souvislosti s ochranou ovzduší. Zákon o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu a o fluorovaných skleníkových plynech, se zajímá o práva a povinnosti osob při ochraně ozonové vrstvy Země a klimatického systému před nepříznivými účinky, které mohou způsobovat regulované látky a fluorované skleníkové plyny. Tato práva a povinnosti se týkají také správních orgánů. Zákon říká, že by se mělo vzniku těchto emisí předcházet (MŽPDd, 2008-2012).

Zákony o ochraně ovzduší mají v České republice často předlohu v předpisech, které platí pro Evropskou unii. Takovou předlohu představuje například rámcová směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu nebo směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích. Zákony se neustále upravují. V roce 2012 proběhlo například doplnění zákona o ochraně ovzduší (MŽPDd, 2008-2012).

9. Chemismus

9.1 Oxid siřičitý - SO₂

Je to bezbarvý plyn štiplavého zápachu. Je jedovatý, dráždí dýchací cesty. Také ničí mikroorganismy. Průmyslově se vyrábí reakcí: $S + O_2 \rightarrow SO_2$. Pokud rozpustíme SO₂ ve vodě, dostaneme slabou dvojsytnou kyselinu siřičitou (H₂SO₃). Pro siřičitany jsou typické silně redukční účinky, v roztoku proto dochází k oxidaci na sírany (Kovalčíková, 2004).

Má několik způsobů využití například k odbarvování látek, k dezinfekci, v chladiřenství, k výrově kyseliny sírové nebo jako konzervační činidlo. Do ovzduší se dostává spalováním uhlí nebo topných olejů. Podporuje korozi kovů. V přírodě je nebezpečný tím, že ničí jehličnaté lesy a další vegetaci (Kovalčíková, 2004).

V přírodě ho můžeme najít jako sopečný plyn. Hlavním producentem se ale stal člověk. Mezi antropogenní zdroje patří spalovny, elektrárny i menší zdroje jako domácí kotle (MŽP, 1996). Nejvyšší koncentrace tohoto plynu v České republice dokumentuje Tabulka 1. Podle ní je vidět, že nejvíc SO₂ se v ovzduší vyskytuje v Ostravě, jedná se o hodnotu 27,8 μg.m⁻³. Data vyjadřují stav za rok 2011.

Tabulka 1. Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací, oxid siřičitý

KMPL	Lokalita	Okres	Vlastník	Měřicí program	Metoda měření	Klasifikace	Roční koncentrace [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
TOREK	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	komb.	UVFL	I/S/IR	27.8
UKVZA	Komáří Vížka	Teplice	ČEZ	AIM	UVFL	B/R/N-REG	17
TOPRA	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	AIM	UVFL	I/U/IR	14.6
TPEKA	Petrovice u Karviné	Karviná	ČEZ	AIM	UVFL	I/S/C	14.5
ULOMA	Lom	Most	ČHMÚ	AIM	UVFL	B/R/IN-NCI	13.7
UHOHA	Horní Halže	Chomutov	ČEZ	AIM	UVFL	I/R/N	13.2
UVSLA	Výsluní	Chomutov	ČEZ	AIM	UVFL	I/R/N	13.1
UNVDA	Nová Víska u Domašína	Chomutov	ČEZ	AIM	UVFL	I/R/N	12.9
UKOSA	Kostomlaty pod Mileš.	Teplice	ČEZ	AIM	UVFL	I/R/A	12.4
ZZLTK	Zlín-Svit	Zlín	MZLI	komb.	UVFL	T/U/CR	12.3

(CHMÚ, neuvedeno b)

9.2 Oxid dusičitý - NO₂

NO₂ je hnědočervený plyn (Kovalčíková, 2004).

Jako plyn je prudce jedovatý. V kapalném stavu má žlutohnědou barvu, při tuhnutí vytváří bezbarvé krystalky. Je to jeden z plynů, které způsobují kyselou dešť. S kyslíkem a dalšími těkavými organickými látkami přispívá k vytváření přízemního ozonu, a tak dochází ke vzniku fotochemického smogu (Čisté nebe, 2013b).

Oxid dusičitý je považován za silné oxidační činidlo. Přirozený výskyt tohoto plynu je vázán na sopky, bouřky a bakterie. Antropogenní činností se pak do ovzduší dostává spalováním fosilních paliv ve stacionárních emisních zdrojích (elektrárny) a v motorových vozidlech (spalovací motory). Do ovzduší uniká oxid dusný (N₂O), který reaguje na oxid dusičitý (NO₂). Využívá se k výrobě kyseliny dusičné, přičemž ale dochází k úniku do atmosféry. Stejně tak při sváření, kde se dusík používá k vytvoření inertního prostředí kolem plamene, vzniká oxid dusičitý (MŽP, 1996). Jaké jsou nejvyšší průměrné roční koncentrace oxidu dusičitého v naší republice, ukazuje Tabulka 2. Data vyjadřují stav za rok 2011.

Tabulka 2. Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací NO₂

KMPL	Lokalita	Okres	Vlastník	Měřicí program	Metoda měření	Klasifikace	Roční koncentrace [µg.m ⁻³]
ALEGA	Pha2-Legerova (hot spot)	Praha 2	ČHMÚ	AIM	CHLM	T/U/RC	69,5
BBNVA	Brno-Úvoz (hot spot)	Brno-město	ČHMÚ	AIM	CHLM	T/U/R	48,2
TOCBA	Ostrava-Českobratrská (hot spot)	Ostrava-město	ČHMÚ	AIM	CHLM	T/U/CR	46,3
ASMIA	Pha5-Smíchov	Praha 5	ČHMÚ	AIM	CHLM	T/U/RC	46,1
ASROM	Pha10-Šrobárova	Praha 10	ZÚ	MIM	TLAM	B/U/RC	44,6
BBNDA	Brno-střed	Brno-město	ČHMÚ	AIM	CHLM	T/U/R	41,4
AVYNA	Pha9-Vysočany	Praha 9	ČHMÚ	AIM	CHLM	T/U/CR	40,9
ASVOK	Pha5-Svornosti	Praha 5	ZÚ Praha	komb.	TLAM	T/U/IR	40,4
BBMSA	Brno-Svatoplukova	Brno-město	SMBрно	AIM	CHLM	T/U/R	39,4
UULDA	Ústí n.L.-Všebořická (hot spot)	Ústí nad Labem	ČHMÚ	AIM	CHLM	T/U/RC	38,1

AREPA	Pha1-nám. Republiky	Praha 1	ČHMÚ	AIM	CHLM	B/U/C	37,6
BBMZA	Brno-Zvonařka	Brno-město	SMBрно	AIM	CHLM	T/U/C	36,7
APRUA	Pha10-Průmyslová	Praha 10	ČHMÚ	AIM	CHLM	T/U/IC	36,6
AKALA	Pha8-Karlín	Praha 8	ČHMÚ	AIM	CHLM	T/U/C	35,7
ZZLTK	Zlín-Svit	Zlín	MZLI	komb.	CHLM	T/U/CR	35,3

(CHMÚ, neuvedeno c)

9.3 Prachové částice

V ovzduší mohou být nalezeny i pevné složky, jako jsou prachové částice. Jsou to v nich obsažené složky jako saze, pyl, azbestová vlákna, minerální prach, popílek apod. Tyto částice mají různou velikost. Já se zaměřila především na částice PM_{10} a $PM_{2,5}$, to znamená na částice o průměru menším nebo rovném $10\ \mu\text{m}$ a částicím o průměru menším než $2,5\ \mu\text{m}$. Velikost částic se stanovuje tak, že se odebere vzorek různé velikosti částic pomocí kaskádových impaktorů. Používá se buď konvenční impaktor pracující za normálního atmosférického tlaku. Při použití tohoto impaktoru je možno rozdělovat částice až do dolní hranice $0,4\ \mu\text{m}$. Při použití druhého typu impaktoru LPI se pracuje za sníženého tlaku. Tento přístroj umožňuje oddělovat částice mezi $30\ \text{nm}$ až $30\ \mu\text{m}$. Na lidské zdraví mají negativnější dopad částice $PM_{2,5}$. V dnešní době se na koncentrace popílku v ovzduší musí dávat pozor, protože tato množství nejsou zanedbatelná (Vrtílková, 2011).

Prachové částice můžeme dělit podle původu na primární a sekundární. Primární částice pocházejí z primárních zdrojů. Příkladem primárních částic jsou například minerální prachové částice, saze, pyly apod. Sekundární částice jsou vytvářeny plynovo-částicovou konverzí. V případě sekundárních částic se jedná hlavně o sírany, dusičnany nebo organické sloučeniny (Vrtílková, 2011).

Pokud se prachové částice zkoumají z hlediska chemického složení, jedná se hlavně o organické látky, které tvoří asi 33-66 % obsahu partikulárních částic. Tato

statistika platí alespoň pro evropská měřítka. Mezi další složky patří dusičnany, sírany, anionty organických kyselin i voda (Vrtílková, 2011). Situaci průměrných ročních koncentrací prachových částic přibližují Tabulky 3 a 4. Data vyjadřují stav za rok 2011.

Tabulka 3. Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací PM₁₀

KMPL	Lokalita	Okres	Vlastník	Měřicí program	Metoda měření	Klasifikace	Roční koncentrace [μg.m ⁻³]
SSTEM	Stehelčevy	Kladno	ZÚ Praha	MIM	GRV	B/S/R	55.1
TBOMA	Bohumín	Karviná	ČHMÚ,MSK	AIM	RADIO	B/S/RI	52.7
TVERA	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ,MSK	AIM	RADIO	B/R/AI-NCI	51.6
TKAOK	Karviná-ZÚ	Karviná	ZÚ	komb.	RADIO	T/U/R	49.5
TOREK	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	komb.	OPEL	I/S/IR	49.4
TCTNA	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	48.0
TOMHK	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	komb.	RADIO	I/U/IR	47.4
TORVA	Orlová	Karviná	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	45.3
ZZLTK	Zlín-Svit	Zlín	MZLI	komb.	RADIO	T/U/CR	44.9
TOPRA	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	AIM	RADIO	I/U/IR	44.9
TKARA	Karviná	Karviná	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	44.7
THARA	Havířov	Karviná	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	43.9
TOCBM	Ostrava-Českobratrská (hot spot)	Ostrava-město	ČHMÚ	MIM	GRV	T/U/CR	43.6
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-město	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	42.2
TOZRA	Ostrava-Zábřeh	Ostrava-město	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	40.9

SBUSM	Buštěhrad	Kladno	ZÚ Praha	MIM	GRV	B/U/R	40.5
TTROA	Třinec-Kosmos	Frýdek-Místek	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	40.2
SKLCM	Kladno-Vrapice	Kladno	ZÚ Praha	MIM	GRV	B/S/I	40.1
TFMIA	Frýdek-Místek	Frýdek-Místek	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/S/R	39.3
BBNDA	Brno-střed	Brno-město	ČHMÚ	AIM	RADIO	T/U/R	39.1
BBMSA	Brno-Svatoplukova	Brno-město	SMBрно	AIM	OPEL	T/U/R	39.0
UMOM A	Most	Most	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	38.1
SKLSA	Kladno-Švermov	Kladno	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/RI	38.0
BBMVA	Brno-Výstaviště	Brno-město	SMBрно	AIM	RADIO	T/U/C	37.8
TOVKA	Opava-Kateřinky	Opava	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	36.7
TSTDA	Studénka	Nový Jičín	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/R/A-NCI	36.7
ZUHRA	Uherské Hradiště	Uherské Hradiště	ČHMÚ	AIM	RADIO	T/U/RC	36.4
UULDm	Ústí n.L.-Všebořická (hot spot)	Ústí nad Labem	ČHMÚ	MIM	GRV	T/U/RC	36.2
ASMIA	Pha5-Smíchov	Praha 5	ČHMÚ	AIM	RADIO	T/U/RC	35.9

(CHMÚ, neuvedeno d)

Tabulka 4. Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací PM_{2,5}

KMPL	Lokalita	Okres	Vlastník	Měřicí program	Metoda měření	Klasifikace	Roční koncentrace [µg.m ⁻³]
TVERA	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ,MSK	AIM	RADIO	B/R/AI-NCI	40,7
TBOMA	Bohumín	Karviná	ČHMÚ,MSK	AIM	RADIO	B/S/RI	38,4
TOPRA	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	AIM	RADIO	I/U/IR	36
TOREK	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	komb.	OPEL	I/S/IR	36
TOZRA	Ostrava-Zábřeh	Ostrava-město	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	32,3
TTROA	Třinec-Kosmos	Frýdek-Místek	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	31,9
BBMSA	Brno-Svatoplukova	Brno-město	SMBрно	AIM	OPEL	T/U/R	29,8
TSTDA	Studénka	Nový Jičín	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/R/A-NCI	29,6
BBMLA	Brno-Lány	Brno-město	SMBрно	AIM	OPEL	B/S/RN	28,9
TOPOM	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	MIM	GRV	B/S/R	27,6
BBMZA	Brno-Zvonařka	Brno-město	SMBрно	AIM	OPEL	T/U/C	26,9
MPRRA	Přerov	Přerov	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/CR	26,7
PPLLA	Plzeň-Lochotín	Plzeň-město	MPI	AIM	OPEL	B/U/R	25,3
UMOM A	Most	Most	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	24,7
ZZLNA	Zlín	Zlín	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/S/RN	24,1

MBELM	Běloutín	Přerov	ČHMÚ	MIM	GRV	B/R/A-NCI	23,8
UTPMA	Teplice	Teplice	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	23,8
HHKBA	Hradec Králové- Brněnská	Hradec Králové	ČHMÚ	AIM	RADIO	T/U/RC	22,9
PPLAA	Plzeň- Slovany	Plzeň- město	MPI	AIM	RADIO	T/U/RC	22,9
BZNOA	Znojmo	Znojmo	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/S/RN	22,7
EPAUA	Pardubice Dukla	Pardubice	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	22,6
LLIMA	Liberec- město	Liberec	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/RC	22,2
BBNYA	Brno-Tuřany	Brno- město	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/S/R	21,5
TCELM	Čeladná	Frydek- Místek	ČHMÚ	MIM	GRV	B/R/N-NCI	20,5
CCBDA	České Budějovice	České Budějovic e	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/R	20,3
ARIEA	Pha2- Riegrový sady	Praha 2	ČHMÚ	AIM	RADIO	B/U/NR	20,2
UDOK M	Doksany	Litoměřice	ČHMÚ	MIM	GRV	B/R/NA- NCI	20,2

(ČHMÚ, neuvedeno e)

10. Sledované škodliviny – měření

Sledované škodliviny se dělí do dvou skupin. Jednou skupinou jsou výběrové sledované látky, kam patří polycyklické aromatické uhlovodíky PAU nebo těžké organické sloučeniny VOC. Ve své práci se ale věnuji oxidu siřičitému, oxidu dusičitému a prachovým částicím, které spolu s oxidem uhelnatým nebo třeba ozonem patří mezi základní sledované škodliviny, které tvoří druhou skupinu škodlivin. Následně se budu zabývat měřením obsahu SO_2 , NO_2 a suspendovaných částic (SZÚ, 2009).

10.1 SO_2 měření

Analytické postupy

1) Aspirační – jedná se o integrální metodu (ISO6767) – VIS spektrofotometrie s paprosanilinem. Rozsah měření se v tomto případě pohybuje mezi 4-1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Detekční limit je stanoven na 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SZÚ, 2009).

2) On-line – zde se jedná o EN 14212:2005 Kvalitu vnějšího ovzduší, což je normalizovaná metoda měření oxidu siřičitého ultrafialovou fluorescencí. Rozsah měření se v tomto případě pohybuje mezi 3-3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Detekční limit je stanoven na 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SZÚ, 2009).

Imisní limity jsou stanoveny jako pro 24 hodinové koncentrace, tak pro hodinové koncentrace. U 24 hodinových limitů je to 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ s podmínkou, že tento limit nesmí být překročit vícekrát jak 3krát za rok. U hodinového limitu s přípustnou koncentrací 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to nesmí být víc jak 24krát za rok. Hodnoty z roku 2008 ukazují na dlouhodobě stabilizovaný stav oxidu siřičitého v atmosféře v České republice. Roční aritmetické průměry se pohybují okolo hodnot 2-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na většině území ČR. V průmyslových oblastech nebo okrajových částech měst jsou tyto hodnoty o něco vyšší (SZÚ, 2009).

V atmosféře se SO_2 oxiduje na sírany a kyselinu sírovou. Ta vytváří aerosol jak ve formě kapiček, tak ve formě tuhých částic. SO_2 a produkty, které z něj vznikají, se odstraňují mokrou a suchou depozicí. V roce 2010 nebyli limity pro SO_2 v České republice překročeny v případě hodinové ani 24 hodinové koncentrace.

Pokud došlo k překročení koncentrace, jako například v případě Karviné, nebyly hodnoty překročeny více jak třikrát, což norma povoluje. V porovnání s předchozím rokem došlo v některých lokalitách ke zvýšení 24 hodinové koncentrace, což bylo dáno nepříznivými meteorologickými a rozptylovými podmínkami (CHMÚ, 2011).

Emise oxidu siřičitého produkují hlavně velké a zvláště velké spalovací zdroje. V období mezi lety 2000 až 2005 došlo k poklesu emisí SO₂, což se týče zmíněných zdrojů. Na druhé straně se koncentrace tohoto plynu zvýšila v případě domácností, protože často spalují tuhá fosilní paliva (MŽPe, 2008-2012).

10.2 NO₂ měření

Analytické postupy

1) Aspirační – jedná se o integrální metodu (ISO6767) – VIS spektrofotometrie – používá se TEA nebo Guajakolová metoda. Rozsah měření se v tomto případě pohybuje mezi 1-7 μg/m³. Detekční limit je stanoven na 3 μg/m³ (SZÚ, 2009).

2) On-line – zde se jedná o EN 14211:2005 Kvalitu vnějšího ovzduší, což je normalizovaná metoda měření oxidu dusičitého a oxidů dusíku chemiluminiscencí. Rozsah měření se v tomto případě pohybuje mezi 2-2000 μg/m³. Detekční limit je stanoven na 2μg/m³ (SZÚ, 2009).

K poklesu emisí dusíku došlo v roce 2006. Emise tohoto plynu jsou spojeny s dopravou a mobilními zdroji obecně. Významným prvkem je, že ve veřejné energetice a dopravě došlo ke snížení emisí, tím je dán i celkový pokles koncentrace tohoto plynu v ovzduší (SZÚ, 2009).

Imisní limity jsou stanoveny pro rok a hodinu. Pro rok je to 40 μg/m³, pro hodinu 200 μg/m³. Limit u hodinové koncentrace nesmí být překročen více než 18krát za rok. Údaje z roku 2008 říkají, že zvýšené hodnoty NO₂ má za následek doprava, proto jsou koncentrace tohoto plynu vyšší v místech rušnějších komunikací. Koncentrace jsou ještě vyšší, když se spojí spaliny z dopravy s dalšími zdroji, jako jsou teplárny nebo výtopny (SZÚ, 2009).

K překročení ročního imisního limitu dochází v naší republice jen málo. Překročení se v roce 2010 týká míst, kde se nacházejí frekventované komunikace nebo se jedná o větší města. Ze 167 lokalit došlo k překročení jen na 10 stanicích (CHMÚ, 2011).

10.3 Suspendované částice PM₁₀ měření

Analytické postupy

1) Integrované metody – gravimetrické stanovení. Detekční limit se v tomto případě stanovuje na 10 µg/m³ (SZÚ, 2009).

2) On-line automatizované měření – ČSN ISO 7708 a EN 12341:1999 „Kvalita ovzduší“ - stanovení frakce PM₁₀ v suspendovaných částicích. Přístroje Českého hydrometeorologického ústavu jsou srovnány s referenční gravimetrickou metodou. Jsou nastaveny na konverzní faktor 1,3 (SZÚ, 2009).

Imisní limit je na rok 40 µg/m³ a na 24 hodin 50 µg/m³. Tento limit nesmí být překročen více jak 35krát za rok (SZÚ, 2009).

V roce 2010 dochází ke vzestupu koncentrací PM₁₀ i PM_{2,5}. Toto zvýšení zahrnuje denní i roční charakteristiky. Problém se týká hlavně Moravskoslezského kraje a mezi příčiny se řadí nepříznivé rozptylové a meteorologické podmínky, v roce 2010 byla totiž nejchladnější topná sezona za posledních 10 let. PM₁₀ limity byly překročeny na Ostravsko-Karvinsku, v Praze, Brně, na jedné až dvou lokalitách v kraji Jihočeském, Jihomoravském, Královéhradeckém, Libereckém, Plzeňském, na Vysočině. Je známo, že roční limit byl v tomto roce překročen na 25 lokalitách z celkového počtu 170 lokalit (CHMÚ, 2011).

10.4 Suspendované částice PM_{2,5} měření

Analytické postupy

1) Integralní metody - EN 14907:2005 „Normalizovaná metoda gravimetrického měření ke stanovení hmotnosti frakce suspendovaných částic frakce PM_{2,5} ve vnějším ovzduší“ – pro odběr vzorku jsou využívány separační certifikované hlavice s příslušným atestem (SZÚ, 2009).

Imisní limity pro PM_{2,5} se nestanovují, existuje pouze doporučená hodnota 25 µg/m³ ročního průměru. Průměrné roční koncentrace jsou v sídlech v České republice v roce 2008 13,5-36,9 µg/m³ (SZÚ, 2009).

S PM_{2,5} jsou problémy také zejména v Moravskoslezském kraji. Koncentrace se zvyšuje zvláště v období chladných měsíců roku, což je spojeno s vytápěním. Během léta je v tomto směru zaznamenán pokles koncentrací, což způsobuje nárůst biogenních částic, jako například pyl, v ovzduší (CHMÚ, 2011).

11. Smog

Smog se vytváří hlavně v důsledku lidské činnosti. Při tomto procesu se do ovzduší dostávají látky, které tam normálně být nemají a které poškozují lidské zdraví. Koncentraci smogu je třeba pečlivě hlídat. Jakmile obsah smogu v ovzduší přesáhne stanovenou mez, ČHMÚ (Český hydrometeorologický ústav) vydává signál upozornění na smog. U oxidu siřičitého je tato mez 250 µg/m³, pro oxid dusičitý 200 µg/m³ a u troposférického ozonu 180 µg/m³ ve třech hodinách, které po sobě následují nebo když hodnoty polétavého prachu (PM₁₀) překročí čtyřiadvacetihodinový průměr 100 µg/m³ (Čisté nebe, 2013a).

Smog se dělí na dva typy – redukční a oxidační smog. Redukční smog se také nazývá londýnský nebo zimní. Je to směs městského a průmyslového kouře s mlhou. Jeho výskyt se situuje do zimního období. V tomto případě jsou typické přízemní inverze. Redukční smog se skládá především z oxidu siřičitého a dalších látek, které podléhají oxidaci velice snadno. Tyto látky jsou typické tím, že se ke svému okolí chovají silně redukčně. Oxidační smog je jinak pojmenováván

jako kalifornský, losangeleský nebo letní. První dva názvy byly vytvořeny podle místa objevení tohoto smogu, což je město Los Angeles ve státě Kalifornie. Objevení oxidačního smogu se uskutečnilo ve 40. letech minulého století. Vyznačuje se silnými oxidačními a toxickými účinky. Dráždí také sliznice, oči a negativně působí i na dýchací cesty (Čisté nebe, 2013a).

Tento druh smogu vzniká hlavně činností přízemního ozonu, což je takzvaný sekundární polutant. Sekundární polutant je označení pro produkt reakce látek, které jsou do atmosféry vypouštěny z různých emisních zdrojů, to jsou oxidy dusíku a těkavé organické látky (Čisté nebe, 2012).

Přízemní ozon se měří od roku 1992. Nejnižší koncentrace ozonu jsou situovány do období zimy. Vzrůstající tendenci vykazuje také s postupem denní doby. Spodní vrstvy se totiž promísí s vrstvami horními, které se vyznačují vyššími koncentracemi ozonu. Denní chody jsou považovány za výraznější na městských stanicích než na venkovských, což je důsledek rychlejší destrukce ozonu ve městech během večera a noci. Jsou zde také vyšší koncentrace dusíku. Koncentrace ozonu ve venkovských sídlech, které se nacházejí ve vyšší nadmořské výšce, nemají tak výrazný denní chod s velkými rozdíly mezi denními a nočními hodnotami. Vysoké koncentrace O_3 tak zůstávají i v nočních hodinách (CHMÚ, neuvedeno a).

Vznik tohoto smogu se situuje do letního období do podmínek, kdy je mírné proudění vzduchu, intenzivní sluneční záření, vysoké teploty a nízká vzdušná vlhkost. Na lidské zdraví působí hlavně drážděním plicních tkání a sliznic. Pro člověka můžou být škodlivé koncentrace od $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, což dokumentuje Světová zdravotnická organizace. Lidé většinou trpí na podráždění očí, nosu a hrdla. Dále se může vyskytnout podráždění spojivek, kašel, malátnost, pocit tlaku na hrudi a bolesti hlavy. Citlivost osob k působení ozonu je ovlivněna faktory jako je věk (rizikové skupiny jsou děti a starší lidé), dále potom schopností snášet vysoké letní teploty, aktuálním zdravotním stavem, zvýšenou fyzickou zátěží ve venkovním prostředí nebo astmatickými obtížemi (Čisté nebe, 2012).

Citlivost vůči smogu se zvyšuje při fyzické námaze. Nejnovější výzkum agentury EPA (Agentura pro ochranu životního prostředí) prováděl test na dobrovolnících. Jednalo se o mladé lidi bez zdravotních problémů. Po dvou hodinách fyzické námahy v prostředí s vysokým obsahem ozonu měli testovaní lidé problémy s činností srdce. Jejich stav se postupem času zase vrátil do normálu. To ale nic nemění na faktu, že smog bývá jednou z hlavních příčin infarktů. Letní smog

ale působí nejen na lidi. Negativní vliv se projevuje i u rostlin. Letní smog zpomaluje fotosyntézu, což pro rostliny znamená, že rostou pomaleji. Ozonem zasažené látky zmenšují možnosti reprodukce rostliny a horší je také efektivita využití vody. Ozon rostliny oslabuje, proto jsou méně odolné vůči různým chorobám. Schopnost absorbovat oxid uhličitý ze vzduchu je rovněž zhoršena. Oxid uhličitý má zůstávat vázaný v rostlinách, v tomto případě se ho ale víc dostává do atmosféry, což je výrazně negativní faktor. Tento plyn totiž podle vědců urychluje klimatické změny. Existuje limit pro letní smog a to $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hodinový průměr – Opatření FVŽP ze dne 1. 10. 1991 k zákonu o ovzduší č. 309/91 Sb., v plném znění č. 211/94 Sb.) (Čisté nebe, 2012).

12. Kyselé deště

V 60. letech 20. století se po válce prudce začal rozvíjet průmysl. V ovzduší se v tomto důsledku začaly objevovat vyšší koncentrace sloučenin dusíku a síry. Tím se začal výrazně řešit i problém kyselých dešťů. PH kyselých dešťů se pohybuje okolo 3,5 – 4,5. Významnou složkou těchto dešťů je kyselina dusičná a kyselina sírová. Obě tyto kyseliny vznikají, když se emise SO_2 a NO_2 smíchají s vodou a kyslíkem v atmosféře. Tyto oxidy vznikají především vlivem člověka, respektive průmyslovou činností (Hruška et Kopáček, 2005).

Kyselé deště mění pH moří. Můžou snižovat alkalitu moří a tím ubývá oxid uhličitý. Některé rostliny a živočichové jsou závislé na dostatečném přísunu oxidu uhličitého a jeho úbytek na ně může působit velice negativně (Gramling, 2007).

Špatný vliv kyselých dešťů se České republice nevyhnul. Ve dvacátém století poškodil rozsáhlé porosty lesů. Mezi stromy poškozované kyselými dešti patří například smrk nebo buk. Tyto deště způsobují nejen opad jehličí a listů, ale také okyselují půdu. Živiny, které strom potřebuje a které udržují přirozené pH půdy, jsou vyplavovány. Sem patří vápník, hořčík, draslík nebo sodík. Tyto látky jsou pak odnášeny do povrchových toků. Modely používané v ČR člení půdu na 4 kategorie podle poškození kyselými dešti. Pokud se spojí zvýšené koncentrace oxidu siřičitého s vlivem kyselých dešťů, může to mít za následek velice rozsáhlé

škody. Na území České republiky bylo takto poničeno několik desítek tisíc hektarů lesů. Je to jen odhad, protože úhyn stromů nemusí působit pouze tyto, ale i jiné faktory jako jsou škůdci, vítr apod. Působení kyselých dešťů ke škodám ale nepochybně přispělo (Hruška et Kopáček, 2005).

Problémem je také okyselení jezer a potoků. Pokud půda nedokáže neutralizovat účinky kyselých dešťů, mohou být zasaženy i vodní toky. K tomu dochází zejména v horských oblastech, kde jsou půdy méně mocné. V České republice se jedná třeba o Krušné hory, Jizerské hory, Krkonoše, Jeseníky, Orlické hory, Šumavu, Brdy apod. Mezi nejvíce citlivé ryby na kyselost vody patří losos nebo pstruh. Největší odolnost naopak vykazuje siven americký, který snese až pH 4,8 (Hruška et Kopáček, 2005).

Situace s kyselými dešti se částečně vyřešila odsiřováním, přesto je pořád naše republika významným producentem síry ve srovnání se světovými měřítky. V současné době se naopak očekává, že některé druhy emisí se budou zvyšovat. Emise dusíku například rostou s frekvencí dopravní zátěže. Neustále také stoupají ceny elektřiny a plynu, lidé se tedy uchylují k ekonomičtější verzi a vytápí své domácnosti uhlím, čímž vzrůstá obsah oxidu siřičitého v ovzduší. Z toho vyplývá, že musí být vymyšlena opatření, která se budou snažit zmírnit působení kyselých dešťů. Měly by se tedy více vysazovat listnaté stromy, ze spadaneho listí se totiž dostává do půdy méně kyselin než z jehličí, což pomáhá udržovat přirozenější pH. Mají také hlubší kořenový systém, bazické látky se tedy dostávají i do spodnějších vrstev podloží. Pokud jsou ale nějaká území hodně zatížená, les by tam neměl být za každou cenu. Naopak by toho území mělo zůstat volné. Pokud se totiž někde nachází bezlesí, půdy se v tomto místě přirozeně obnovují. Bezlesí je výhodné i z ekonomického hlediska – les se nemusí nijak chránit proti hmyzím škůdcům, zvěři apod. (Hruška et Kopáček, 2005).

Podle článku Sary Pratt prý mohou být kyselé deště i prospěšné. Toto pozitivum se údajně týká mokřadů. Přírodní mokřady představují velmi významný zdroj metanu. Metan patří mezi skleníkové plyny, které přispívají ke skleníkovému efektu a tím i k oteplování Země. Některé látky, jako jsou sulfáty, obsažené v kyselých deštích mohou údajně snižovat obsah metanu, který se uvolňuje z mokřadů, a to až o 40%. Vědci si ale velice jasně uvědomují, že kyselé deště především škodí, protože dokáží zničit celé ekosystémy (Pratt, 2005).

13. Doprava

Znečištění z dopravy je kontrolováno v rámci Registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (dále jen REZZO), který spravuje CHMÚ. REZZO má více dílčích databází, konkrétně 4. Databáze slouží k archivaci údajů, které se týkají stacionárních a mobilních zdrojů, je to součást Informačního systému kvality ovzduší (ISKO). REZZO 4 například reprezentuje emise ze silniční, železniční, letecké a vodní dopravy a emise z nesilničních zdrojů. Za nesilniční zdroje se považují například zemědělské, lesní a stavební stroje, vozidla armády atd. Situace se pravidelně monitoruje, k tomu slouží tzv. stanice „hot spot.“ Tyto stanice soustřeďují monitoring na oblastech, které jsou více zatížené dopravou (Centrum dopravního výzkumu, 2011).

Ministerstvo dopravy si uvědomuje negativní vliv infrastruktury na ŽP, proto vyhlásilo veřejnou zakázku na projekt s názvem „SEA k dokumentu Dopravní politika České republiky pro léta 2014 - 2020 s výhledem do roku 2050“. „SEA“ je zkratka pro Strategic Environmental Assessment, což se dá přeložit jako „Zpráva o životním prostředí.“ Celý projekt musí probíhat v souladu se zákonem č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Tento projekt by měl vyhodnotit vliv dopravy na životní prostředí a poskytnou řešení negativních dopadů. Počítáno je také s návrhy systému, který bude dopad dopravy na okolí monitorovat. Bude definováno zdravotní riziko, které by mohlo negativně ovlivnit zdraví populace. O projektu musí být následně informována i veřejnost (MDČR, 2012).

14. Zdravotní rizika

14.1 Směr a přenos dat

Infekce respiračního traktu jsou v České republice nejčastějším onemocněním. Můžou se dotknout všech věkových skupin od dětí až po starší část obyvatelstva. Způsobují pracovní neschopnost a absenci ve škole, proto se z nich stává nejen zdravotní, ale i ekonomický problém (Kynčl, 2008).

Sběru a přenosu dat se v České republice věnuje SZÚ (Státní zdravotní ústav). Jedná se o příspěvkovou organizaci ministerstva zdravotnictví. Jeho postavení a úkoly stanovuje § 86 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a opatřením ministryně zdravotnictví čj: 31334/2002 ze dne 17. 12. 2002. Ústav byl zřízen k přípravě podkladů pro národní zdravotní politiku, pro ochranu a podporu zdraví, k zajištění metodické a referenční činnosti na úseku ochrany veřejného zdraví, k monitorování a výzkumu vztahů životních podmínek a zdraví, k mezinárodní spolupráci, ke kontrole kvality poskytovaných služeb k ochraně veřejného zdraví, k postgraduální výchově v lékařských oborech ochrany a podpory zdraví a pro zdravotní výchovu obyvatelstva (SZÚ, neuvedeno).

Spolupracuje s hygienickými stanicemi. Sběr dat je zajišťován pomocí softwaru. Všechna data jsou potom uložena v centrální databázi. Je využívána centrální databázová aplikace ISID, typu Oracle klient-server. Stěžejním principem této databáze je modulární princip. To znamená, že jednotlivé moduly zastupují všechny parametry v projektu, který sledujeme. Definování výstupů je variabilní. Zaměřují se na ARO (akutní respirační onemocnění) nebo na základní 24 hodinové měřené hodnoty pořizované analýzou vzorků vzduchu apod. Sledování ARO ve vybraných městech ale může být složité. Do konečného zpracování výzkumu jsou například zařazena jen data od těch lékařů, kteří pracují alespoň 10 dní v měsíci. Výsledky ovlivňují epidemie nebo individuální faktory. Každý na depozici může reagovat jinak. Výsledky také nemohou zahrnovat celou populaci, zaměřují se jen na určitou zkoumanou část populace, vlivem čehož dochází k určitému zkreslení výsledků. Studie se také soustřeďuje jen na populaci, která vyhledá lékaře.

A pokud lékaře navštíví, musí být správně určena diagnóza. Chyba se nedá vyloučit ani při zadávání dat do databáze. Zdrojem dat jsou hlavně údaje od praktických lékařů. Sleduje se, kolik lidí navštívilo doktora s akutními respiračními onemocněními, což se vyjadřuje počtem nových onemocnění na 1000 osob v populaci, kterou sledujeme. Aby se zajistila správnost dat, jsou průběžně kontrolovány a opravovány. Není zde ale zohledňována epidemiologická situace (SZÚ, 2009).

Tento způsob vyhodnocování, kdy hlavní zdroj informací představují data od lékařů, je využíván od roku 1968. Nemocnost ARI (akutní respirační infekce) je hlášena jako absolutní počet onemocnění v jednotlivých okresech a následně přepočítávána na 100 000 obyvatel (Kynčl, 2008).

V roce 2008 bylo v České republice zapojeno do této studie ve 4 oblastech 19 dětských a 8 lékařů pro dospělé. Všichni dohromady léčili celkem 33838 pacientů. Nejčastěji se vyskytovali nemoci horních cest dýchacích. Z celkové nemocnosti čítala skupina těchto onemocnění s ročním průměrným zastoupením asi 78 %. Dále to byly v zastoupení 10 % akutní záněty průdušek a potom chřipka (asi 9 %). V menší míře se pak objevovaly záněty středního ucha, astma a záněty plic (SZÚ, 2009).

14.2 Rizika pro člověka

Škodliviny mají na lidský organismus dva typy chemických účinků. U látek, které nejsou karcinogenní, je určován prahový účinek. Tyto látky mají toxické vlastnosti, ale ty se projeví, až když dojde k překročení kapacity fyziologických detoxikačních a reparačních obranných mechanismů organismu. Může se určit množství škodliviny, která pro člověka v daném množství ještě není nebezpečná. Hojně využívaný je také Hazard Quocient, zkráceně HQ. Kvocient nebezpečnosti je poměr mezi zjištěnou či předpokládanou expozicí či dávkou a referenční dávkou, nebo mezi koncentrací v ovzduší a referenční koncentrací, což platí v případě standardního expozičního scénáře. Dalším způsobem je využití dat z epidemiologických studií. Pozornost je věnována vztahu mezi dávkou (expozicí) a účinkem u člověka. Tato metoda se praktikuje třeba u PM_{10} (MŽP, 2008-2012f).

V případě, že se jedná o látky karcinogenní povahy, zjišťuje se bezprahové působení. Jakákoliv koncentrace této látky vyvolává u člověka zdravotní obtíže. Čím větší množství, tím horší účinky na zdraví. Výsledkem této metody je individuální celoživotní riziko, které je vyšší než riziko reálné. Karcinogenní riziko vypočítáme z koncentrace látky a jednotky rakovinného rizika (MŽP, 2008-2012f).

Forma, jakou se v současné době hodnotí zdravotní rizika, je dána hlavně postupy, které vyvinula Americká agentura pro ochranu životního prostředí (US EPA) a Světová zdravotní organizace (WHO). V České republice má podobnou funkci Ministerstvo zdravotnictví a Ministerstvo životního prostředí. Definice zdravotního rizika zní, že je to pravděpodobnost změny zdravotního stavu u osob, které přijdou do kontaktu se škodlivinou. Obecně se při stanovení rizik postupuje podle čtyř kroků - zdravotní nebezpečnost, dávková závislost, odhad expozice a charakterizace rizika. Zdravotní bezpečnost zkoumá, jestli daná látka může u člověka vyvolat nějakou nepříznivou reakci. Dávková závislost znamená intenzitu, frekvenci nebo pravděpodobnost, že se nežádoucí účinky zvyšují s rostoucím množstvím škodliviny. Odhad expozice určuje, jestli a jak moc je populace vystavena působení látky v daném prostředí, a tak se potom sestavuje expoziční scénář. To je představa, jakým způsobem a v jakém množství je populace vystavena určité látce. Na závěr se charakterizuje riziko, které zhodnotí všechny předešlé kroky, a na jejich základě určí možné zdravotní riziko. Tento postup bývá zaměřen na konkrétní lokalitu a konkrétní problém a je v ČR využíván (MŽP, 2008-2012f).

14.3 SO₂ - zdravotní rizika

Oxid siřičitý na organismus vykazuje dráždivé účinky, ve vyšších koncentracích může negativně působit na plicní funkce či měnit plicní kapacitu (CHMÚ, 2011).

Cesta SO₂ lidským tělem probíhá následovně. Plyn vdechneme. Jelikož se plyn rozpouští ve vodním prostředí, dochází k interakci na povrchu nosních sliznic a sliznic horních cest dýchacích. Množství této látky, u kterého dojde k absorpci, záleží na koncentraci. Uvádí se, že při 4-6 µg/m³ dochází k 85% absorpci, pro množství 46 mg/m³ je to až 99 %. Do dolních cest dýchacích se sice dostane

jen minimální množství SO₂, pak ale dochází ke vstřebávání do krve. Plyn se ven z těla dostává močí (MŽP, 1996).

V případě krátkodobé expozice dochází k bronchokonstrikci. Oxid siřičitý zasahuje hlavně dýchací soustavu. Citlivost lidí k působení tohoto plynu se výrazně liší, ale v ohrožení jsou především astmatici, kteří mají labilní dýchací trakt (MŽP, 1996).

Poznatky o střednědobém vystavení SO₂ jsou získávány z epidemiologických studií, které se zabývají expozicemi reálného prostředí. V těchto studiích se zdravotní stav lidí zhoršil v případě překročení 250 µg/m³ SO₂ (za přítomnosti suspendovaných částic). Údaje o dlouhodobých expozicích rovněž pocházejí z epidemiologických studií. Zde se jedná o starší data. Tyto údaje pocházejí hlavně z doby, kde na území ČR docházelo k masivnímu spalování uhlí, což je jeden ze zdrojů SO₂. Z výsledků studií byla odhadnuta hladina LOAEL o hodnotě 100 µg/m³, která charakterizovala nejnižší průměrnou roční koncentraci, při které byly dokázány nepříznivé zdravotní účinky. Je obtížné stanovit, jaké nejnižší dlouhodobé koncentrace mají na člověka negativní vliv, protože se jedná o výsledek expozice současné i z minulých let. Směrnicová hodnota pro krátkodobou expozici oxidu siřičitého je 500 µg/m³. Stanovení této hodnoty bylo předmětem rozsáhlého výzkumu. Vychází z experimentu, kterému byli podrobeni vysoce senzitivní jedinci. Změny úmrtnosti, nemocnosti a změny plicních funkcí vycházejí z epidemiologických studií. Pozorovaní lidé v nich byli vystaveni působení SO₂. Jejich kardiovaskulární systém byl ovlivněn při koncentraci 5–40 µg/m³. Tento údaj se týká 24 hodinové koncentrace. Čichový práh oxidu siřičitého představuje 1 200 až 7 800 µg/m³ (Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje, 2011).

Nebezpečí z absorpce hrozí hlavně astmatikům, kteří jsou v tomto případě citlivější než zdraví jedinci. Astmatikům škodí už koncentrace 2600-2700 µg/m³, které vyvolávají klinické změny spojené s bronchospasmy. Pokud se vystavení oxidu siřičitému dlouhodobě opakuje, může způsobovat chronickou bronchitidu. Situace se zhoršuje, když člověk opakovaně vystavený tomuto plynu, kouří cigarety (MŽP, 1996).

14.4 NO₂ – zdravotní rizika

I oxid dusičitý patří mezi plyny, které nepříznivě ovlivňují dýchací ústrojí. Tento plyn je hlenem v dýchacích cestách pohlcován z 80 až 90 procent, protože má malou rozpustnost, což vede k zánětům dýchacích cest různé podoby od lehkých forem po edémy plic (Šuta, 2010).

Stejně jako v případě oxidu dusného přijde hodně lidí do styku s oxidem dusičitým běžně v domácnosti. Je využíván k ohřevu teplé vody, vytápění nebo vaření na plynu. S oxidem dusičitým se tedy tímto způsobem setká denně skoro každý. Tyto koncentrace ale nejsou zdraví nebezpečné. Stejně jako u SO₂ je na tento plyn citlivá hlavně ta část populace, jenž trpí astmatem. Citlivé jsou také děti, u kterých se objevuje snížená odolnost vůči infekcím, snížení plicních funkcí, nárůst reaktivity dýchacích cest. U dětí se také kvůli NO₂ projevuje astma. Pro akutní expozici platí pravidlo, že jen koncentrace, které překračují 1 ppm (1 880 µg/m³), může ovlivnit zdravého člověka, u nejcitlivějších astmatiků je to 200 µg/m³. Aby se zjistily chronické účinky oxidu dusičitého na lidský organismus, byla vyhotovena řada studií v Nizozemí, Švédsku nebo Německu. V těchto studiích byly pozorovány jak děti, tak dospělí. Výzkum se soustřeďoval na vliv na plicní funkce, respirační onemocnění, výskyt astmatu, alergií. Byl potvrzen negativní vliv NO₂ na tyto zdravotní obtíže. Výzkum má však jeden velice negativní faktor. Oxid dusičitý nejde úplně oddělit od dalších složek ve vzduchu jako je například prašný aerosol. Aktualizovaný doplněk směrnice WHO 2005 pro kvalitu ovzduší v Evropě říká, že doporučená hodnota pro roční průměrnou koncentraci je 40 µg/m³. Mezi lety 1982 – 2000 došlo k vydání asi 109 epidemiologických studií na téma NO₂ a mortalita. Podle těchto studií má vystavení vyšší koncentraci tohoto plynu vliv na celkovou, kardiovaskulární a respirační úmrtnost. Došlo ke zvýšení až 3 % při koncentraci 50 µg/m³ (MŽP, 2008-2012f).

14.5 Suspendované částice – zdravotní rizika

Do lidského organismu se tyto částice dostávají vdechnutím. Depozice částic, které jsou vdechovány, závisí na tom, jakým způsobem dýcháme a na tom, jak jsou vdechované částice velké. Pokud dýcháme nosem, jsou PM_{10} deponovány v horním dýchacím traktu, menší částice pak v dolních partiích dýchacího ústrojí. Pokud dýcháme ústy, depozice se zvyšuje (MŽP, 1996).

Účinek částic závisí na velikosti, tvaru a chemickém složení. Větší částice skončí v horních cestách dýchacích. PM_{10} se dostávají do dolních cest dýchacích, $PM_{2,5}$ dokonce až do plicních sklípků. Dráždí potom sliznici dýchacího ústrojí. Může také dojít ke změně struktury a funkce řasinkové výstelky, zvýší se produkce hlenu a tím se sníží samočistící schopnost dýchacího ústrojí. To vše snižuje přirozenou schopnost těla bránit se proti infekcím, takže je organismus náchylný ke zdravotním problémům jako jsou zánět průdušek, různé nemoci plic a ohrožena může být i srdeční činnost. Člověku v tomto případě neprospívá, pokud kouří, je astmatik nebo alergik apod. Není přesně stanovené minimální množství, které by člověka negativně ovlivňovalo. Každý jedinec reaguje individuálně. Jednomu člověku může škodit depozice, která druhého vůbec neovlivní. Mezi krátkodobé účinky suspendovaných částic patří různá onemocnění srdce a cév, nemoci dýchacího ústrojí, výskyt kašle, obtížné dýchání apod. V případě dlouhodobější depozice může dojít ke snížení plicní funkce, k onemocněním dýchacího ústrojí, zánětům průdušek apod. Může dojít dokonce až k rakovině plic. Nebezpečné jsou už průměrné roční koncentrace $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tyto poznatky vycházejí z několikaletých epidemiologických pozorování (MŽP, 2008-2012f).

Tělo se proti těmto částicím brání pomocí makrofágů, což je druh specializovaných buněk, které se nachází v lidském organismu. Makrofágové suspendované částice pohlcují. Přitom ale může dojít k zánětu v plicní tkáni a látky, které zánět vyvolávají, se mohou dostávat do krevního oběhu. Imunitní systém přejde do obranné fáze a vytváří agresivní volné radikály v bílých krvinkách. Tím se navozuje oxidační stres, který má vliv na tuky. Může dojít k narušení tepen a dokonce i ke vzniku aterosklerózy (MŽP, 2008 - 2012f).

15. Lidský faktor

Velké množství lidí se snaží ušetřit a spalují odpady nebo nekvalitní paliva. Je to neblahý současný trend. Mohou tak ničit zdraví nejen sobě, ale i lidem, kteří žijí poblíž a tyto spaliny pak vdechují. Kvalita ovzduší se v České republice od roku 1989 výrazně zlepšila. Byly vydány zákony, které přikazovaly elektrárnám odsíření, a všechny velké zdroje znečištění musely snížit emise. V posledních letech už ale kvalita ovzduší tak dobrá není. Stav čistoty ovzduší se opět zhoršuje. Vinu ale nelze shazovat jen na velké továrny, ale také na občany České republiky, kteří se často chovají velice neekologicky. Největším současným problémem není ani tak oxid siřičitý nebo oxidy dusíku, ale hlavně prachové částice, které dokáží způsobovat celou řadu nemocí respiračního traktu a přispívají ke snižování imunity organismu. Prachové částice se nejčastěji tvoří v souvislosti s dopravou a lokálními topeništi. Lokální topeniště jsou největším problémem hlavně v oblastech s rozvinutým průmyslem. Problém s prachovými částicemi ale nevzniká jen v průmyslových oblastech, ale i na malých obcích, kde velice často dochází ke spalování nekvalitního uhlí a dokonce i odpadků. V domácnostech se také objevují nekvalitní staré kotle, jejichž technický stav není dobrý. Tyto faktory potom způsobují, že když nastane inverze způsobená těmito škodlivinami, velice špatně se dýchá (MŽP, 2008-2012g).

Imisní limity platné ve státech Evropské unie v České republice bohužel dodržovány nejsou, jsou výrazně překračovány a to plošně na celém území státu. V roce 2005 a 2006 byl denní imisní limit pro zdraví lidí překročen na třetině území České republiky. To zasáhlo více než 60 % republiky. Experti podle výzkumů a studií odhadují, že v roce 2000 zemřelo na znečištění ovzduší antropogenními částicemi asi 370 000 lidí v Evropě. V České republice částice $PM_{2,5}$ v roce 2000 snížily očekávané délky lidského života o skoro 12 měsíců. Tyto částice na sebe mohou vázat také jiné například karcinogenní škodliviny, které se tak dostávají do lidského těla. Kvůli prachovým částicím trpí v České republice asi 15 % dětí respiračními alergiemi (MŽP, 2008-2012g).

16. Řešení od obcí a jednotlivců

Je jasné, že problémy se znečištěním ovzduší se musí řešit. Přispět mohou například samotné obce, které vydávají vyhlášky, například co se týče spalování rostlinného materiálu nebo nekvalitních paliv. Do kategorie takových topiv patří hnědé uhlí, lignit nebo uhelné kaly, odpad a podobně. Pokud by občané tyto vyhlášky porušovali, obec může ukládat pokuty. Kvalitu ovzduší v obcích zlepšuje i zeleň. Je to nejen výrobce kyslíku, ale zachycuje i škodliviny jako například prachové částice. Zeleň totiž snižuje víření prachu. V létě je dobré kropit ulice, což rovněž zabraňuje víření prachu (MŽP, 2008-2012g).

Samotní jednotlivci k ochraně ovzduší mohou přispívat také. Mohou kupovat kvalitní kotle a tepelná čerpadla. Vyplatí se zajímat se o různé způsoby energetické úspory. V kamnech by se mělo spalovat jen to, co se spalovat může. Nesmí se spalovat odpady. Naopak ke spalování by se pokud možno měly používat zdroje, které jsou obnovitelné, například biomasa. Dobré je i využití tepelných čerpadel nebo zemního plynu. Kdo má možnost, měl by se připojit na centrální vytápěcí systém. Kamna nebo kotle se musí podrobovat pravidelné revizi, musí se udržovat čistota a dobrý technický stav. Pravidelně by občané měli využívat služeb kominíka a nechat vymetat komíny. Z komínů se odstraní saze, sníží se riziko požáru a bude dobře táhnout. Čistota ovzduší by se měla udržovat i uvnitř domácností, předejde se tak vdechování nečistot a následným respiračním obtížím. V místnostech, kde lidé tráví nejvíce času (obývají pokoj, kuchyně, ložnice) by se nemělo kouřit. Tabákový kouř má asi 4000 různých látek. Účinky všech těchto látek nám sice nejsou známy, ale minimálně 64 jich patří mezi karcinogenní. Od kouře navíc načichne i nábytek nebo oblečení, proto je lepší kouřit venku. Pravidelně větrat. Stačí jen chvíle, ale intenzivně, jak se lidově říká, aby se vyměnil vzduch. Pokud je pro majitele bytu důležité, aby interiér hezky voněl, místo levných osvěžovačů vzduchu se doporučuje raději aromalampa s kvalitními vonnými oleji. Osvěžovače vzduchu stejně jako svíčky obsahují těžké kovy a polyaromatické uhlovodíky, které lidskému organismu neprospívají (MŽP, 2008-2012g).

17. Národní program snižování emisí

Tento program vláda přijala v roce 2004 a v roce 2006 proběhla jeho aktualizace. Je to soubor legislativních opatření z větší části shodných s legislativou platnou pro Evropskou unii. Program se zaměřuje například na snižování emisí prachových částic, oxidu siřičitého, oxidů dusíku apod. Pozornost se věnuje hlavně částicím PM_{2,5}, které představují největší zdravotní rizika. Je třeba monitorovat hlavně Moravskoslezský kraj, Ústecký kraj, Prahu a Brno, kde je znečištění ovzduší v České republice největší (MŽP, 2007).

Projekt chce podporovat nové environmentálně šetrné technologie, chce uspořit energie, snížit emise látek, které poškozují životní prostředí a regenerovat složky přírody, které byly těmito látkami poškozeny. Pokud se opravdu dospěje ke snížení koncentrace látek, jako jsou oxidy dusíku nebo těkavé organické látky, dojde k podpoře ozonové vrstvy atmosféry (MŽP, 2007).

18. Potenciál snižování emisí znečišťujících látek v České republice k roku 2020

V České republice byly v 90. letech bohužel jedny z nejvyšších emisí v Evropě, co se týče oxidu siřičitého, oxidu dusičitého a prachových částic. Vznikl zákon č. 309/1991 Sb., o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami. Tento zákon začal platit počátkem roku 1999. Emise se díky tomuto zákonu výrazně snížily (MŽP, 2010).

Je připravována inovace směrnice NECD (National Emission Ceilings Directive = Směrnice o národních emisních stropích č. 2001/81/ES). Má se zabývat novými cíli snižování emisí a to vše by mělo proběhnout do roku 2020. Cílem projektu je snižování plochy ekosystémů, na nichž se překračují kritické hodnoty pro eutrofizaci a acidifikaci. Tím by mělo dojít ke snížení úmrtnosti, která je zapříčiněna vdechováním prachu a ozonu. Oproti roku 2000 je podle projektu nutné snížit emise SO₂ o 82%, emise oxidů dusíku o 60%, VOC o 51%, amoniak

o 27% a emise $PM_{2,5}$ o 59%. Nabízí se otázka, jak toto vše provést v praxi. Strategii musí přijmout všechny členské státy, zapojit se musí především orgány legislativy životního prostředí. Data pro emisní inventuru v ČR dodávají provozovatelé stacionárních zdrojů, pracovníků Českého statistického úřadu, pomocí emisních faktorů a dalších zdrojů dat. Je využívána kategorizace EMEP CORINAR, popsaná v Příručce k provádění emisních inventur. Jsou uplatňovány kategorie NFR (Nomenclature for Reporting). Fungují tak, aby souhlasily s kategoriemi pro inventuru skleníkových plynů. Emise se člení na technologické a spalovací, děleny jsou i kategorie zdrojů podle faktoru signifikantních emisí. Emise ze zdrojů spalování jsou členěny na veřejnou energetiku, komunální a lokální teplárenské zdroje, dopravu a průmyslové spalovací procesy. Zjišťování dat je ale někdy obtížné, třeba v případě dat, která souvisí s dopravou. Při stanovení počtu lehkých nákladních vozidel je problémové přepočtení emisí částic $PM_{2,5}$ z otěrů pneumatik, brzd a vozovek. Nejistoty emisních inventur znečišťujících látek jsou relativně vysoké, představují totiž až desítky procent. To vyvolává otázku, na kolik jsou tyto modely věrohodné, záleží hodně na kvalitě dat. Přesnější bývají emise z bodových zdrojů, hodnota nejistoty se dostává pod 5 %. Méně věřit se pak dá údajům statistickým. V případě SO_2 nebo oxidů dusíků se na přesnost celkem spoléhat dá, v případě NH_3 , VOC a prachových částic už je přesnost nižší. Navzdory nejistotám ale mohou inventury dobře sloužit jako základ k emisním projekcím a stanovením stropů koncentrace těchto látek v ovzduší (MŽP, 2010).

Pro zjištění emisních stropů se používají různé systémy, u nás se jmenuje GAINS. Jeho kontrolní strategie spočívá ve snižujících opatřeních pro daný sektor a v jejich aplikovatelnosti. Aplikovatelnost znamená podíl využitého paliva udávaný v procentech spotřebovaného na zdrojích, u kterých je dané opatření (např. odsíření plynů v energetice) využito. Posuzuje, jestli existují souvislosti mezi regulací znečištění ovzduší a snižováním emisí skleníkových plynů. Model pracuje s aktivními údaji, jako jsou spotřeba paliva, počty hospodářských zvířat, spotřeba rozpouštědel apod. Zároveň sleduje jejich vývoj. Aktivní údaje se zpracovávají na základě počtu obyvatel, hrubého domácího produktu a hrubé přidané hodnoty (MŽP, 2010).

Model GAINS umožňuje získat informace o hodnotách emisí v jednotlivých sektorech, techniky na snižování emisí a jejich náklady, spotřeby paliv v jednotlivých sektorech, dopady emisí na lidské zdraví a ekosystémy a jiné. Pokud srovnáme údaje

od tohoto systému s údaji od ČHMÚ, v případě SO₂ zjistíme, že hodnoty GAINS jsou vyšší. V případě oxidů dusíku srovnatelné a v případě prachových částic nejsou údaje úplné. Podle modelu by se hodnota SO₂ v roce 2020 měla pohybovat na 100,5 kt a u oxidů dusíku 142,35 kt/rok (MŽP, 2010).

Velkým významem disponují emisní stropy. Emisní stropy znamenají nejvyšší množství emisí, jež může být začátkem cílového roku vyprodukováno ze všech antropogenních zdrojů na území státu za rok. Vstupem do modelu je projekce ekonomického vývoje, růstu populace a aktivitních údajů, také účinnost a aplikovatelnost snižujících opatření, které byly využity a cena. Jako výstup jsou klasifikovány emise z daných sektorů a vyčíslení redukce acidifikace a eutrofizace ekosystémů a dopadů na lidské zdraví (MŽP, 2010).

19. Rok 2011

Každý rok je vypracována zpráva, která hodnotí stav znečištění ovzduší. Je přitom využívána databáze ISKO. Data pro ISKO jsou shromažďována Českým hydrometeorologickým ústavem, zdravotními ústavem, Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, firmou ČEZ apod. Z údajů se potom sestaví roční a měsíční imisní charakteristiky, které vychází z denních hodnot, které se měří od 6:00 do 6:00 UTC. Hodnoty, které byly změřeny a ty, které byly vypočítány, jsou značeny od začátku měření, tzn. 6:00 UTC. Přesnost dat musí být správná, proto se jeden vzorek emisí měří několikrát. Koeficient rozšíření pro nejistotu měření se stanovil na hodnotu 2. U naměřených dat dochází k revizi, která je dvoustupňová. Za revizi prvního stupně má odpovědnost správce oblastní sítě. Musí se provést ještě předtím, než budou data předána dál a bude potvrzena jejich správnost. Druhý stupeň potom provádí přímo ISKO v samostatných čtvrtletí roku. Z měření se musí vyloučit výsledky, které jsou chybné. Vyřazována jsou data, která svou číselnou hodnotou nevyjadřují věrohodně, příliš se tedy vzdalují průměrným denním hodnotám. U zdrojů REZZO 1 - 4 byly oproti roku 2010 zaznamenány poklesy mnoha znečišťujících látek. V roce 2011 totiž byla mírnější zima, proto se

nespalovalo tolik fosilních paliv a množství produktů spalování tedy pokleslo (CHMÚ, 2011).

Využívají se jak výsledky přímého měření v terénu, tak i metody modelování. Konkrétně v České republice je využíván model SMOS 97, Gaussovský disperzní model. Model rozděluje republiku na 47 geomorfologických oblastí, které se vyznačují rozdílnými meteorologickými podmínkami a každá má svou větrnou růžici důležitou pro model. Pro výpočet koncentrace v pohraničních oblastech se využívají i data ze zahraničí. Tento model umí počítat koncentrace. Používá emisní inventury a meteorologické podmínky příslušné pro daný rok. Ke zjištění závislosti koncentrace například na nadmořské výšce jsou praktikovány empirické modely. Dalším výstupem jsou i mapy, kde se rozlišuje městské a venkovské prostředí. Konečná mapa je potom výsledkem sloučení pomocí gridu populační hustoty (CHMÚ, 2011).

20. Výsledky

Posouzení stavu ovzduší, zkoumaných látek a jejich vlivu na okolí vyústilo v řadu návrhů na řešení zvýšené koncentrace uvedených škodlivin. Jednotlivci mohou přispět tím, že nebudou spalovat odpady, budou si pořizovat šetrné kotle, budou více preferovat městskou dopravu před auty apod. Emise z průmyslu mohou být snižovány a zachycovány modernějšími a šetrnějšími technologiemi. O stavu ovzduší informuje pravidelný monitoring prováděný Českým hydrometeorologickým ústavem. Legislativní částí se potom zabývá Ministerstvo životního prostředí.

21. Diskuse

Znečištění ovzduší se stalo pro člověka vážným problémem. V mnoha případech se zkoumá, jestli a jak působí znečištění ovzduší na okolí a na zdraví člověka. Hojně jsou vypracovávány studie vlivu škodlivin v atmosféře na lidské zdraví.

Berglind a kol. (2010) zkoumal závislost mezi znečištěním ovzduší a kardiovaskulárními potížemi. Ve Stockholmu byl v letech 1993-1994 prováděn výzkum. Došlo zde k 660 případům infarktu myokardu. Vliv znečištění ovzduší na toto onemocnění ale v tomto případě prokázán nebyl.

Další výzkum se zabýval závislostí mezi znečištěním ovzduší a onemocněním chronickou bronchitidou. Zde byla závislost potvrzena. Podle této studie jsou lidé žijící v blízkosti rušných komunikací vystaveni většímu riziku, že onemocní bronchitidou než obyvatelé, kteří bydlí mimo oblasti negativně zasažených dopravních (Salameh a kol., 2012).

Podle Evropské agentury pro životní prostředí (2012) se vliv dopravy na lidské zdraví stává opravdu zásadním. I když se znečištění ovzduší v Evropě v posledních letech celkově snížilo, pořád představuje značný ekologický problém. Obsah NO_2 , což je významný produkt silniční dopravy, pořád přesahuje limity stanované legislativou. Jednou z příčin je silniční přeprava zboží. V souvislosti se silniční dopravou vzrůstá i obsah oxidu siřičitého a prachových částic. V roce 2010 proběhlo měření. U 44 % stanic se zaznamenala vyšší hladina NO_2 . Povolené limity PM_{10} byly překročeny v 33% případů (EEA, 2012).

Negativní účinky na zdraví obyvatel jsou potvrzeny i v České republice. Podle MŽP (2008-2012g) u nás znečištění ovzduší zkracuje život až o rok. Tato měření se týkají roku 2000. Nebezpečí představují prachové částice, které způsobují řadu dýchacích obtíží nebo nemoci srdce a cév. Nejvíce škodlivé jsou částice $\text{PM}_{2.5}$.

Ať jsou výsledky studií účinků oxidu dusičitého, oxidu siřičitého a prachových částic jakékoliv, rozhodně se nevyplácí jejich vliv podceňovat. Tyto látky podléhají neustálému monitoringu. Snižování jejich obsahu v atmosféře významně prospívá mnoha aspektům v našem životě.

22. Závěr

Práce obecně popisuje, jak mohou oxid siřičitý, oxid dusičitý a prachové částice působit na okolí a jaká rizika tedy představují. Jasným faktem je, že snižování jejich obsahu v atmosféře prospívá člověku i přírodě. Je mnoho metod, jak snížení škodlivin v ovzduší docílit. Jen se musí vybrat postupy, které jsou šetrné k životnímu prostředí, jsou vhodné pro danou oblast a nepředstavují zbytečně velkou ekonomickou zátěž. V této bakalářské práci jsou přednesena různá řešení. Je už na rozhodnutí jednotlivců, obcí i státu, zda budou využívány.

23. Použitá literatura

- BARTOŇOVÁ A. [ed.], 2004: Aktuální otázky znečištění ovzduší. Univerzita Karlova, Praha, 216 s.
- Berglind N., Ljungman P., Möller J., Hallqvist J., Nyberg F., Rosenqvist M., Pershagen G. et. Bellander T, 2010: Air Pollution Exposure—A Trigger for Myocardial Infarction? International Journal of Environmental Research and Public Health, 7(4):1486-1499.
- Centrum dopravního výzkumu, 2011: Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí v České republice za rok 2010. Nepublikováno. Dep.: Divize dopravní infrastruktury a životního prostředí, Brno, 116 s.
- CHMÚ, 2011: Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2010. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 266 s.
- CHMÚ, 2011: Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2011. Český hydrometeorologický ústav, Praha, online:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr11cz/datz.html>, cit. 7.3.2013.
- CHMÚ, nevedeno a: Přizemní ozon. Český hydrometeorologický ústav, Praha, online:
http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr98cz/kap_0234/kap_0234.htm, cit. 7.3.2013.
- CHMÚ, nevedeno b: Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací, oxid siřičitý. Český hydrometeorologický ústav, Praha, online:
<http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr11cz/tab/t24x23.html>, cit. 7.3.2013.
- CHMÚ, nevedeno c: Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací NO₂. Český hydrometeorologický ústav, Praha, online:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr11cz/tab/t24x29.html>, cit. 7.3.2013.
- CHMÚ, nevedeno d: Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací PM₁₀. Český hydrometeorologický ústav, Praha, online:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr11cz/tab/t24x25.html>, cit. 7.3.2013.

- CHMÚ, neuvodeno e: Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací PM_{2,5}. Český hydrometeorologický ústav, Praha, online: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr11cz/tab/t24x27.html>, cit. 7.3.2013.
- Čisté nebe, 2012: Letní smog. Čisté nebe, Ostrava, online: <http://www.cistenebe.cz/index.php/fejety/231-letni-smog>, cit. 7.3.2013.
 - Čisté nebe, 2013a: Smog. Čisté nebe, Ostrava, online: <http://www.cistenebe.cz/index.php/slovnicek-pojmu/17-smog>, cit. 7.3.2013.
 - Čisté nebe, 2013b: Oxid dusičitý (NO₂). Čisté nebe, Ostrava, online: <http://www.cistenebe.cz/index.php/slovnicek-pojmu/10-oxid-dusicity-no2>, cit. 7.3.2013.
 - ČT24, 2011: V Moravskoslezském kraji prudce přibývá lidí s astmatem. ČT 24, neuvodeno, online: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/122904-v-moravskoslezskem-kraji-prudce-pribyva-lidi-s-astmatem/>, cit. 7.3.2013.
 - ČT24, 2012a: Špinavý vzduch jde do Ostravy často z Polska. ČT24, neuvodeno, online: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/178287-spinavy-vzduch-jde-do-ostavy-casto-z-polska/>, cit. 7.3.2013.
 - ČT24, 2012b: Ovzduší v Ostravě pohlídá mobilní laboratoř. ČT24, neuvodeno, online: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/172639-ovzdusi-v-ostrove-pohlida-mobilni-laborator/>, cit. 7.3.2013.
 - ČT24, 2013: Ostravský smog plní ordinace lékařů. ČT24, neuvodeno, online: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/203889-ostravsky-smog-plni-ordinace-lekaru/>, cit.7.3-2013.
 - EEA, 2012: Znečištění z dopravy stále v mnoha částech Evropy škodí zdraví. Evropská agentura pro životní prostředí, Kodaň, online: <http://www.eea.europa.eu/cs/pressroom/newsreleases/zneisteni-z-dopravy-stale-v>, cit. 7.3.2013.
 - Gramling C., 2007: Acid rain alters coastal waters. *Geotimes* 52: 12-13.
 - Hruška J. et Kopáček J, 2005: Kyselý déšť stále s námi – zdroje, mechanismy, účinky, minulost a budoucnost. *Planeta* 5: 1-24.
 - KOVALČÍKOVÁ T. [ed.], 2004: Obecná a anorganická chemie. Pavel Klouda, Ostrava, 120 s.

- Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje, 2011: Vyšší koncentrace oxidu siřičitého v ovzduší – Upozornění na aktuální zdravotní rizika. Nepublikováno. Dep.: Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje, Ostrava, 2 s.
- Kynčl J., 2008: Akutní respirační infekce. Státní zdravotní ústav, Praha, online: <http://www.szu.cz/publikace/data/popis-systemu-ari>, cit. 7.3.2013.
- MDČR, 2012: SEA k dokumentu Dopravní politika České republiky pro léta 2014-2020 s výhledem do roku 2050. Nepublikováno. Dep.: Ministerstvo dopravy České republiky, Praha, 9 s.
- MŽP, 1996: Směrnice pro kvalitu ovzduší v Evropě. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha, 428 s.
- MŽP, 2007: Národní program snižování emisí České republiky. Nepublikováno. Dep.: Ministerstvo životního prostředí, Praha, 46 s.
- MŽP, 2008-2012a: Ochrana ovzduší. Ministerstvo životního prostředí, Praha, online: <http://www.mzp.cz/cz/ovzdusi>, cit. 7.3.2013.
- MŽP, 2008-2012b: Kvalita ovzduší. Ministerstvo životního prostředí, Praha, online: http://www.mzp.cz/cz/kvalita_ovzdusi, cit. 7.3.2013.
- MŽP, 2008-2012c: Informace o zdravotních rizicích spojených s kvalitou ovzduší v r. 2010. Nepublikováno. Dep.: Ministerstvo životního prostředí, Praha, 20 s.
- MŽP, 2008-2012d: Legislativa a metodické pokyny. Ministerstvo životního prostředí, Praha, online: http://www.mzp.cz/cz/legislativa_metodicke_pokyny_ovzdusi, cit. 7.3.2013.
- MŽP, 2008-2012e: Národní program snižování emisí České republiky. Nepublikováno. Dep.: Ministerstvo životního prostředí, Praha, 46 s.
- MŽP, 2008-2012f: Informace o zdravotních rizicích spojených s kvalitou ovzduší v r. 2010. Nepublikováno. Dep.: Ministerstvo životního prostředí, Praha, 20 s.
- MŽP, 2008-2012g: Znečištěné ovzduší nemá hranice. Ministerstvo životního prostředí, Praha, online: http://www.mzp.cz/cz/znecesteni_ovzdusi_vytapeni, cit.7.3.2013.
- MŽP, 2008-2012h: Města na Ostravsku halí smog, vykázání neekologických aut ale odmítají. Ministerstvo životního prostředí, Praha, online: http://www.mzp.cz/cz/mesta_na_ostravsku_hali_smog, cit. 7.3.2013.
- MŽP, 2008-2012i: Vláda se zabývala špatným ovzduším v Moravskoslezském kraji. Ministerstvo životního prostředí, Praha, online: http://www.mzp.cz/cz/vlada_se_zabyvala_spatnym_ovzdusm, cit. 7.3.2013.

- MŽP, 2008-2012j: Prezentace ministra Tomáše Chalupy na Konferenci o kvalitě ovzduší v Ostravě. Nepublikováno. Dep.: Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- MŽP, 2010: Potenciál snižování emisí znečišťujících látek v české republice k roku 2020. Nepublikováno. Dep.: Ministerstvo životního prostředí, Praha, 26 s.
- MŽP, 2012a: Jak Správně Topit.cz. Ministerstvo životního prostředí, Praha, online: <http://www.jakspravnetopit.cz/>, cit. 7.3.2013.
- MŽP, 2012b: Výměna kotle pomůže. Ministerstvo životního prostředí, Praha, online: <http://www.jakspravnetopit.cz/program.html>, cit. 7.3.2013.
- Pratt S., 2005: Acid rain curbs global warming. *Geotimes* 50: 14-15.
- Salameh P., Salame J., Khayat G., Akhdar A., Ziadeh C., Azizi S., Khoury F., Akiki Z., Nasser Z., Abou Abbass L., Saadeh D. et. Waked M., 2012: Exposure to Outdoor Air Pollution and Chronic Bronchitis in Adults: A Case-Control Study, *The International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, Vol 3, No 4.
- ŠUTA M., 2010: Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví. ZO ČSOP Veronica, Brno, 60 s.
- SZÚ, nevedeno: Poslání ústavu. Státní zdravotní ústav, Praha, online: <http://www.szu.cz/poslani-ustavu>, cit. 7.3.2013.
- SZÚ, 2009: Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší: odborná zpráva za rok 2008. Státní zdravotní ústav, Praha, 94 s.
- VACH M., 2005: Ochrana ovzduší. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 63 s.
- VRTÍLKOVÁ T., 2011: Prachové částice v prostředí a jejich vliv na osud a transport persistentních organických látek. Nepublikováno. Dep.: Přírodovědecká fakulta MU, Brno, 41 s.