

Příloha č.1 k diplomové práci J. Poláka (2013) Kvalita ovzduší v Pardubickém kraji - Charakteristika znečišťujících látek

Oxid siřičitý

„Hlavním antropogenním zdrojem oxidu siřičitého je spalování uhlí, těžkých olejů a tavení rud s obsahem síry. V atmosféře je SO₂ oxidován na sírany a kyselinu sírovou. SO₂ a látky z něj vznikající jsou z atmosféry odstraňovány mokrou a suchou depozicí. SO₂ má dráždivé účinky, při vysokých koncentracích může způsobit zhoršení plicních funkcí a změnu plicní kapacity.“ (OSTATNICKÁ ed., 2011) Oxid uhličitý setrvává v atmosféře zpravidla 1-3 dny. Oxid siřičitý se dá považovat za hlavní příčinu kyselých dešťů s devastujícími účinky v nedávné minulosti. Obzvláště citlivé na jeho přítomnost jsou jehličnany. (BARTOŇOVÁ, 2009). (IRZ, 2012)

V současné době není v rámci ČR oxid siřičitý považován za problematický z hlediska účinků na lidskou populaci. Kromě celkového poklesu emisí je důvodem i fakt, že koncentrace SO₂ uvnitř budov je obvykle významně nižší, nežli ve venkovním ovzduší. Důvodem je rychlá reakce a absorpce SO₂ na povrchu stěn a zařízení. (ZÚ OSTRAVA, 2012). Ve většině vyspělých zemí tráví lidé 80-90% času jinde než venku (BARTOŇOVÁ, 2009), což snižuje rizikovost zdravotních obtíží způsobených SO₂.

Nynější imisní limity v ČR stanovují mezní hodnoty SO₂ pro ochranu zdraví :

350 µg/m³ (nesmí být překročena více než 24 x/rok) - 1hodinový průměr

125 µg/m³ (nesmí být překročena více než 3 x/rok) - 24hodinový průměr

Limity pro ochranu vegetace:

20 µg/m³ - roční průměr

20 µg/m³ - průměr v období 1.10-31.3 (zimní půlrok)

Oxid siřičitý je sledován i v rámci emisního monitoringu. Pro SO₂ jsou zavedeny emisní stropy.

Oxidy dusíku

Pod pojmem oxidy dusíku (NO_x) se rozumí směs NO a NO_2 . Oxid dusnatý je bezbarvý plyn bez zápachu, oxid dusičitý je červenohnědý plyn štiplavého zápachu. Více než 90% celkových oxidů dusíku je emitováno ve formě NO . NO_2 vzniká poměrně rychle relativně rychle reakcí NO s přízemním ozonem nebo s radikály typu HO_2 . Řadou chemických reakcí se část NO_x přemění na HNO_3 či NO_3 , které jsou z atmosféry odstraňovány suchou a mokrou atmosférickou depozicí. (OSTATNICKÁ ed., 2011)

V Evropě vznikají emise NO_x převážně z antropogenních spalovacích procesů, kde hlavní zdroje představuje především silniční doprava (významný podíl má ovšem i doprava letecká a vodní) a dále spalovací procesy ve stacionárních zdrojích. K překračování ročního imisního limitu NO_2 dochází pouze na omezeném počtu stanic, a to na dopravně exponovaných lokalitách aglomerací a velkých měst. Přírodní emise NO_x vznikají převážně z půdy, sopečnou činností a při vzniku blesků. Jsou poměrně významné z globálního pohledu, z pohledu Evropy však představují méně než 10 % celkových emisí. (OSTATNICKÁ ed., 2011) Přírodní pozadí NO_2 je 0,4 - 9,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Imisní limity pro ochranu zdraví jsou stanoveny pro NO_2 , z důvodu jeho negativního vlivu na lidské zdraví a jeho klíčové roli při tvorbě fotochemických oxidantů. Expozice zvýšeným koncentracím NO_2 ovlivňuje plicní funkce a způsobuje snížení imunity. (OSTATNICKÁ ed., 2011) Předpokládá se, že se oxidy dusíku váží na krevní barvivo a zhoršují tak přenos kyslíku z plic do tkání. Některé náznaky ukazují, že oxidy dusíku mají určitou roli i při vzniku nádorových onemocnění. Vdechování vyšších koncentrací oxidů dusíku dráždí dýchací cesty. (IRZ, 2012). V průběhu uplynulé dekády došlo ke změně imisních limitů. Limity pro ochranu zdraví se již neurčují pro NO_x , ale jen pro NO_2 . V případě vlivu oxidů dusíků na vegetaci se používají limity pro NO_x .

Nynější imisní limity v ČR stanovují mezní hodnoty NO_2 pro ochranu zdraví:

200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nesmí být překročena více než 18x/rok) - hodinový průměr

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - roční průměr

Limity NO_x pro ochranu vegetace:

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - roční průměr

Oxidy dusíku jsou sledovány i v rámci emisního monitoringu. Pro NO_x jsou zavedeny emisní stropy.

Ozon

Relativní zastoupení ozonu v atmosféře je jen asi 0,000004%. (VYSOUDIL, 2002) Většina ozonu je zastoupena v tzv. ozonosféře (část stratosféry), kde ozon hraje nezastupitelnou úlohu při eliminaci škodlivého UV záření. V troposféře, kde se nachází 8-15% jeho množství je ozon považován za nežádoucí látku. (VYSOUDIL, 2002)

Přízemní ozon je sekundární znečišťující látkou v ovzduší, která nemá vlastní významný emisní zdroj. Vzniká za účinku slunečního záření komplikovanou soustavou fotochemických reakcí zejména mezi oxidy dusíku, těkavými organickými látkami a dalšími složkami atmosféry. Ozon je velmi účinným oxidantem. Poškozuje převážně dýchací soustavu, způsobuje podráždění, morfologické, biochemické a funkční změny a snižuje obranyschopnost organismu (OSTATNICKÁ ed, 2011). Odstranění ozonu probíhá ponejvíce formou suché depozice - tedy interakcí se zemským povrchem, především v místech pokrytých vegetací. (VYSOUDIL, 2002). Vhodné podmínky pro vznik troposférického ozonu jsou v oblastech s vyšší nadmořskou výškou. Vysokých průměrných koncentrací nedosahuje ozón přímo v hustě osídlených oblastech s velkým množstvím dopravy, ale v lokalitách kam zasahuje tzv. stárnoucí vlečka znečištění. To je způsobenou změnou poměru mezi NO_x a VOC. V dopravně exponovaných lokalitách může docházet k velkým výkyvům v množství ozónu. (BRANIŠ, 2009). Vznik troposférického ozonu může být spjat s elektrickými výboji v atmosféře. (VYSOUDIL, 2002)

Ozon je jednou z látek, která prokazatelně způsobuje škody na vegetaci. Vyšší koncentrace ozonu mohou vést až k buněčné smrti. Poškození přináší zpravidla snížený růst a menší úrodu. Ozon může mít negativní účinky už při koncentracích blízkých přirozenému pozadí, tyto účinky se zvyšují při působení ozonu ve směsi s NO_x a SO_2 . (BARTOŇOVÁ, 2009)

Limity pro ozon z hlediska ochrany zdraví jsou (zdroj: ČHMÚ, imisní limity):

120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - osmihodinový klouzavý průměr - hodnota nesmí být překročena více než 25x v průměru za tři roky (tzn. pokud byl v průběhu posledních tří let 8 hod-průměr na dané stanici překročen méně jak 75x, byl limit dodržen).

Limity pro ozon z hlediska ochrany vegetace:

18 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ - AOT 40 průměr za 5 let.

Pozn. AOT 40 získáme tak, že od aktuálního hodinového průměru (pokud převýšil 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) odečteme hodinový limit 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Všechny tyto hodnoty následně sečteme. Uvažujeme jen období 1.5-31.7. daného roku

Polycyklické aromatické uhlovodíky, Benzo(a)pyren

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH, *popř. PAHs, PAU*) je skupina více než 100 látek. Ve všech případech, kdy je možné pozorovat velké množství tmavého kouře vznikají PAHs. (ARNIKA, 2012) Problematika polycyklických aromatických uhlovodíků tkví především v schopnosti těchto látek odolávat přirozeným rozkladným procesům. Dochází tak k jejich hromadění. (IRZ, 2012)

Vzhledem k faktu, že PAHs se váží na prachové částice, probíhá sledování těchto látek formou analyzování vzorků prachových částic. (ČHMÚ,2012). Sledován je soubor 12-14 základních PAU. Vyhodnocována je i suma PAU (asi 100 látek) a toxický ekvivalent BaP - TEQ, který přepočítává negativní účinky jednotlivých látek na lidské zdraví na ekvivalent Benzo(a)pyrenu. (IRZ,2009)

Benzo(a)pyren (BaP) je hlavním představitelem polycyklických aromatických uhlovodíků. Je produktem nedokonalého spalování při teplotách 300-600°C. Nachází se v každém kouři (včetně tabákového) vzniklém při spalování organických materiálů. B(a)P se rovněž nachází v grilovaných potravinách. (ČISTÉ NEBE, 2009)

„Příčinou vnosu BaP do ovzduší, je jednak nedokonalé spalování fosilních paliv jak ve stacionárních, tak i mobilních zdrojích, ale také některé technologie jako výroba koksu a železa. Ze stacionárních zdrojů jsou to především domácí topeniště (spalování uhlí). Z mobilních zdrojů jsou to zejména vznětové motory spalující naftu. Přírodní hladina pozadí benzo(a)pyrenu může být s výjimkou výskytu lesních požárů téměř nulová. BaP se váže na jemnou frakci atmosférického aerosolu PM_{2,5}.“ (OSTATNICKÁ:162, 2011) Benzo(a)pyren je silně karcinogenní a mutagenní (vyvolává genetickou mutaci). (ČISTÉ NEBE, 2009)

Koncentrace B(a)P mají výrazný roční chod, maximálních hodnot bývá dosahováno v zimě (vliv lokálních topenišť, jednodušší konverze plyn-částice, horší rozptylové podmínky), minima pak v létě (rychlejší chemický a fotochemický rozklad látky) (ČHMÚ, 2012)

Koncentrace benzo(a)pyrenu reprezentují koncentrace polycyklických aromatických uhlovodíků (IRZ,2012) Odhad polí ročních průměrných koncentrací benzo(a)pyrenu je zatížen, ve srovnání s ostatními mapovanými látkami, největšími nejistotami, plynoucími z nedostatečné hustoty měření. (OSTATNICKÁ ed., 2011)

Imisní limity pro ochranu zdraví pro benzo(a)pyren jsou:

1 ng/m³ - roční průměr

Těkavé aromatické uhlovodíky VOC

Mezi těkavé organické sloučeniny patří všechny organické sloučeniny antropogenního původu, jiné než methan, které jsou schopné vytvářeny fotochemické oxidanty reakcí s oxidy dusíku v přítomnosti slunečního záření. Jedná se například o ethylen, ethanol, aceton, benzen, toluen, formaldehyd a další; Celkem jde přibližně o 90 látek. Z halogenových sloučenin tam patří např. chloroform, trichlorethylen, tetrachlorethylen. (EKOLOGICKÉ CENTRUM KRALUPY N. VLTAVOU, 2012)

Nemethanových těkavých organických sloučenin se hojně používá v celé řadě průmyslových aplikací. Jedná se především o použití jako čisticí, rozpouštědla a odmašťovačů. V neposlední řadě jsou tyto látky užívány při výrobě a aplikaci barev a laků. Chlorované VOC působí rozklad stratosférického ozonu. (IRZ,2012) Pro nemethanové VOC jsou stanoveny emisní stropy. (ENVIWEB,2012)

Benzen - Benzen je velmi toxická látka. Je toxický akutně i chronicky. Při dlouhodobé expozici může způsobovat leukémii. Negativní je i jeho příspěvek ke vzniku fotochemického smogu. (IRZ, 2012)

Toluen (methylbenzen) - Z hlediska toxicity toluenu je potenciálně významná hlavně profesionální chronická expozice. U koncentrace toluenu ve venkovním ovzduší není výrazné poškození zdraví nebo ekosystému pravděpodobné i rizika pro kvalitu životního prostředí jsou nízká. (IRZ, 2012)

Xyleny - Toxicita xylenů není příliš velká. Nebezpečí hrozí při náhlém úniku xylenů do prostředí, ohrožené jsou hlavně vodní ekosystémy. (IRZ, 2012)

Formaldehyd - Formaldehyd je velmi toxická látka. V prostředí se však velmi rychle rozkládá, proto nebezpečí poškození lidského zdraví a ekosystémů hrozí prakticky pouze v blízkosti zdroje znečištění. (IRZ, 2012)

Atmosferický aerosol (PM₁₀, PM_{2,5})

Atmosférický aerosol je definován jako soubor pevných či kapalných látek o velikosti 1nm - 100 μm. „Z hlediska zdravotního působení atmosférického aerosolu na člověka byly definovány velikostní skupiny aerosolu označované jako PM_x (Particulate Matter), které obsahují částice o velikosti menší než x μm. Běžně se rozlišují PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}“.(IRZ, 2012) Koncentrace aerosolu v atmosféře i množství toxických látek na něj vázaných jsou předmětem sledování. (HOVORKA, 2009) Aerosolové částice jsou běžným okem nerozlišitelné (vyjma částic 50-100 μm), viditelné však mohou být soubory těchto

částic. Pojmem **prach** označujeme soubor hrubých částic větších jak 0,6 μm, které vznikají působením mechanických sil na mateřskou pevnou hmotu. (HOVORKA, 2009) Suspendované částice, jsou pevné nebo kapalné částice, které v důsledku zanedbatelné pádové rychlosti přetrvávají dlouhou dobu v atmosféře. Částice PM₁₀ jsou tedy frakcí SPM.

<i>Pojem</i>	<i>Charakteristika</i>
Atmosférický aerosol	Soubor kapalných i pevných částic 1nm-100μm (IRZ,2012)
Jemný aerosol	Aerosol větší než 2,5 μm (Hovorka, 2009)
Hrubý aerosol	Aerosol menší než 2,5 μm (Hovorka, 2009)
Prach, prašný aerosol, TSP	Soubor hrubých částic větších jak 0,6 μm vzniklých působením mechanických sil na mateřskou hmotu (Hovorka, 2009)
PM₁₀, PM_{2,5}	Atmosférický aerosol (tedy částice pevného i kapalného skupenství) o aerodynamickém průměru menším než 10 (2,5) μm (Hovorka, 2009)
TZL	Částice pevného skupenství od 0,1 μm po 0,5 mm charakteristické různorodým složením. (Čisté nebe, 2009)
SPM	Suspendované částice, jsou pevné nebo kapalné částice, které v důsledku zanedbatelné pádové rychlosti přetrvávají dlouhou dobu v atmosféře. (Hovorka, 2009)

Atmosférický aerosol může být původu přirozeného či antropogenního. Mezi přirozené zdroje patří například výbuchy sopek či lesní požáry. Mezi antropogenní pak vysokoteplotní spalovací procesy v motorech automobilů, elektrárnách, tavení rud, odnos prachových částí ze stavebních ploch či těžební činnost. (IRZ,2012)

Z hlediska délky setrvání v atmosféře platí, že nejjemnější částice zůstávají v ovzduší nejdéle: částice větší jak 10μm se usadí již během několika hodin, naopak částice menší než 1μm mohou v atmosféře zůstat i týdny než jsou odstraněny mokrou depozicí. (IRZ,2012)

Zdravotní riziko je největší v případě nejmenších látek, které vstupují přímo do plicních sklípků, naopak částice větší než 10 μm jsou zachytávány nosními chloupky a nejsou z hlediska lidského zdraví považovány za problematické. Prachové částice na sebe mohou vázat různé karcinogenní látky, které se tak dostávají do plic.

Na rostliny může působit prach především mechanicky (zaprášením listů) a tím snížit aktivní plochu listů. Na rostliny též mohou negativně působit toxické látky vázané na prach. (IRZ, 2012) Limity pro prach z hlediska účinků na vegetaci nejsou stanoveny, účinky nejsou tak významné, jako například účinky ozonu.

V průběhu sledovaného období (2001-2010) došlo k změně metody měření koncentrací atmosférického aerosolu, dříve určované koncentrace SPM byly nahrazeny měřeními PM₁₀ a PM_{2,5}. Hodnoty nejsou jednoduše srovnatelné.

Imisní limity pro ochranu zdraví pro PM₁₀ jsou:

50 µg/m³ (nesmí být překročena více než 35x/rok) - 1hodinový průměr

40 µg/m³ - roční průměr

Imisní limity pro ochranu zdraví pro PM_{2,5} jsou:

25 µg/m³ - roční průměr

Z hlediska emisí jsou prachové částice označovány jako TZL (tuhé znečišťující látky).

Na prachové částice bývají často vázány těžké kovy - problematika těžkých kovů spočívá v tom, že se akumulují v tkáních živých organismů. Mezi toxické těžké kovy patří: Hg, Cd, Pb, As, Mn, Cu, Zn, Co, Ni. (OSTATNICKÁ, 2011)

Seznam použitých zdrojů informací - charakteristika zneč. látek:

BARTOŇOVÁ, A. Účinky znečištění ovzduší. In BRANIŠ, M. a HŮNOVÁ, I. Atmosféra a klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší.s.264-278

BRANIŠ, M. a HŮNOVÁ (2009) I. Atmosféra a klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2009. 351 s. ISBN 978-80-246-1598-1

BIOMASA (<http://www.biomasa-info.cz/cs/ekotzl.htm>)

ČISTÉ NEBE (2009) Slovníček pojmů [online]. ©2009 [cit. dne 6.10.2012]. Dostupné z: <http://www.cistenebe.cz/index.php/slovnicek-pojmu/146-tuhe-znecistujici-latky-tzl>

ČHMÚ (2012) Polycyklické aromatické uhlovodíky [online]. ©2009 [cit. dne 6.10.2012]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/ruzne/vystava/CISTOTA/9.pdf>

EKOLOGICKÉ CENTRUM KRALUPY, (2012), Těkavé organické látky ©2012 [cit. dne 13.10.2012]. Dostupné z: <http://www.eckralupy.cz/clanky.php?page=vyhlaska>

ENVIWEB (2012), Emisní limity [online]. ©2012 [cit. dne 13.10.2012]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/vzduch/92703/11-clenskych-zemi-eu-prekracuje-emisni-limity-stanovene-umluvou-clrtap>

HOVORKA, J. Atmosférický aerosol. In BRANIŠ, M. a HŮNOVÁ, I. Atmosféra a klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší.s.121-139

IRZ (2012), Integrovaný registr znečišťování. Charakteristiky znečišťujících látek. [online].

©2012 [cit. podzim 2012]. Dostupné z:

http://www.irz.cz/repository/latky/poletavy_prach.pdf

http://www.irz.cz/repository/latky/oxidy_dusiku.pdf

http://irz.cenia.cz/irz/metody-mereni/poletavy_prach.html

<http://www.irz.cz/node/71>

http://www.irz.cz/repository/latky/polycyklicke_aromaticke_uhlovodiky.pdf

MOLDAN, B. Podmaněná planeta. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova 2009. 419 s. ISBN 978-80-246-1580-6

OSTATNICKÁ, J. a kol. (2011): Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2010. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2011. 286 s. ISBN 978-80-86690-92-6

SZÚ (2012) Státní zdravotní ústav: Suspendované částice [online]. ©2012 [cit. dne

6.10.2012]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/>

[dokumenty_zdravi/susp_castice.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/susp_castice.pdf)

VYSOUDIL, M. (2002): Ochrana ovzduší. Univerzita Palackého, Olomouc. 114 s. ISBN 80-244-0400-1

ZÚ OSTRAVA (2012) Zdravotní ústav Ostrava: Oxid siřičitý [online]. ©2012 [cit. dne

6.10.2012]. Dostupné z: http://www.zuova.cz/informace/oxid_siricity_so2.php