

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**

**Ústav pro životní prostředí**

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí

*Studijní obor: Ochrana životního prostředí*



**Vliv znečišťujících látek v ovzduší na zdraví na  
Ostravsku**

Ambient air pollutant impact on human health in Ostrava region

Bakalářská práce

Zpracovatel: Petr Pěčka

Školitel: RNDr. Iva Hůnová, CSc

Září 2009

Prohlašuji tímto, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Ivy Hůnové, CSc. a uvedl v seznamu literatury veškerou použitou literaturu a další zdroje.

V Praze dne 31.8.2009

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials and a surname, written over a dotted line.

Podpis

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí bakalářské práce paní RNDr. Ivě Hůnové, CSc. za odborné vedení, trpělivost a podnětné připomínky, kterými přispěla k vypracování této bakalářské práce.

## **Abstrakt:**

Dlouhodobý imisní monitoring na Ostravsku dokazuje, že tato oblast je z pohledu znečištění ovzduší jedna z nejhorších v České republice respektive Evropy. Hlavním důvodem je koncentrace těžkého průmyslu, zpracování uhlí a v závislosti vysoké hustoty obyvatel i intenzita dopravy. V souvislosti se znečištěným ovzduším se ve 20. století ve světě vyskytly nebezpečné události, při kterých lidé zemřeli v důsledku zdravotních komplikací vyvolaných větším množstvím škodlivých látek ve vzduchu. Akutní riziko jako při Londýnské katastrofě sice v Ostravsko-karvinské oblasti zatím nenastalo, ale naopak oblast je vystavována dlouhodobým expozicím škodlivých látek (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, O<sub>3</sub>, PAU, benzen) a tedy i účinkům na lidský organismus. Zdravotní následky této expozice se mohou projevit s časovým zpožděním i několika desítek let nebo naopak, jak některé studie naznačují už i v prenatálním vývojovém stádiu. Negativní zdravotní důsledky jednotlivých polutantů jsou ve světových studiích potvrzovány. Konkrétně na Ostravsku, však počet studií o vlivu znečištění ovzduší na zdraví jasně nedokazuje přímý vliv znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel. Nicméně v současné době zde probíhá několik kvalitních studií, jejichž výsledky budou v nejbližší době známy a jejich trvání bude pokračovat. Snad výsledky těchto studií budou impulsem pro české politiky k razantnímu kroku, protože se ukazuje, že je to vážný problém, vždyť přece na Ostravsku žijí statisíce lidí.

## **Abstract:**

Long term pollutant monitoring in Ostrava region confirms, that this area is one of the most polluted areas in Czech Republic or Europe. Main reasons include concentration of heavy industry, coal processing and a lot of traffic depending on high residential density. There were several dangerous events caused by polluted air over the whole world which caused death of many people in the consequence of health problems during 20<sup>th</sup> century. There was no such emergent risk as during the London catastrophe in the Ostrava-Karviná region so far, however this region has been exposed to pollutants (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, O<sub>3</sub>, PAU, benzene) for a long time and there for influenced human organism. Effects on human health can appear after several decades of human life but according to some studies they can also influence the ontogeny of fetus in the prenatal stage. Studies from over the world confirmed the negative effect of pollutants on human health. There are not enough studies concerning Ostrava region which would confirm direct effect of polluted air on human health, however in the meantime there are several high quality studies taking place and the results will soon be presented. Hopefully the outcome of these studies will be alarming enough for our politicians to follow relevant procedures, as the situation appears to be serious for all the hundreds of thousands Ostrava region inhabitants.

## OBSAH:

1.	Úvod.....	6
2.	Hlavní znečišťovatelé ovzduší – emise.....	7
3.	Imise.....	8
3.1	Imisní monitorovací síť.....	8
3.2	Nadlimitní imisní koncentrace.....	9
4.	Metodika hodnocení kvality ovzduší.....	12
5.	Hodnocení vlivu vybraných znečišťujících látek v ovzduší.....	13
5.1	Nebezpečné události 20. Století v souvislosti se znečištěním ovzduší....	15
5.2	Suspendované částice - charakteristika a zdravotní účinky.....	15
5.3	Přízemní ozón - charakteristika a zdravotní účinky.....	19
5.4	Benzen - charakteristika a zdravotní účinky.....	20
5.5	Benzo(a)pyren – charakteristika a zdravotní účinky.....	21
6.	Zdravotní stav obyvatel.....	21
7.	Zdravotní studie na Ostravsku.....	23
8.	Závěr.....	27
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	28
	PŘÍLOHY.....	32

# 1. Úvod

Při pouhém vyslovení města Ostravy se každému automaticky asi vybaví ostravsko-karvinská aglomerace, doly, hutě a v neposlední řadě oblast s nejhorsí kvalitou ovzduší v Česku. Tím si Ostrava u některých spoluobčanů vysloužila přívlastek typu: „*Černá, Smradlavá, Pachnoucí apod.*“ Jistě mi dáte za pravdu, že informace sama o sobě, podána bez srovnání s jiným místem, nemůže vést k poznání, že tady anebo tam se žije „lépe“.

Černé uhlí bylo a možná stále zůstává výrazným fenoménem Ostravy a celého regionu. Jeho povrchová a později hlubinná těžba se na území dnešní Slezské Ostravy datuje od roku 1767 (Vopasck, 2005). Významným mezníkem v nejnovější historii Ostravy je rok 1994, kdy byl uzavřen důl Odra a tím byla na území města ukončena těžba černého uhlí. Nutno dodat, že těžba stále přetrvává v karvinském revíru a v dole Paskov na Frýdecko-Místecku. Právě toto fosilní palivo předurčilo vývoj Ostravy i kraje. Rozvoj těžkého průmyslu byl jasnou příčinou urbanizace. Je zřejmé, že v oblasti s velkým počtem obyvatel, hustou dopravní sítí a obrovským hutním průmyslem nemohlo životní prostředí zůstat bez jakýchkoliv jizev. Kromě již zmiňovaného průmyslu zaujímá další podíl na nepříznivém stavu kvality ovzduší silniční doprava a v zimních měsících pak nechvalně známá lokální topeniště. Jak už samotný název bakalářské práce napovídá, budu se soustředit na ochranu ovzduší, zejména vlivy škodlivých látek na lidský organismus.

Ostravsko tvoří v rámci České Republiky oblast nejvíce znečištěnou suspendovanými částicemi, přičemž počátky měření sahají do začátku 70. let minulého století a na některých lokalitách je k dispozici téměř třicetiletá řada měření této škodliviny (Krejčí, 2007). Imisní limity pro ochranu zdraví a cílové imisní limity jsou trvale a významně překračovány nejen u suspendovaných částic frakce  $PM_{10}$  i  $PM_{2,5}$ , ale také benzo(a)pyrenu, benzenu a ojediněle i oxidu dusičitého (Krejčí & Černíkovský, 2008).

*„Zdraví je předpokladem všeho“.*

Miloš Kopecký

## 2. Hlavní znečišťovatelé ovzduší - emise

Převážná část škodlivin, vypouštěných na území Moravskoslezského kraje (MSK), pochází z průmyslových činností, zejména z hutní výroby, těžby, zpracování uhlí a zpracování nerostných surovin. Dalšími faktory, které se podílejí na kvalitě ovzduší, jsou hustota obyvatel a silné zatížení dopravou.

Pro představu, abychom si uvědomili, kolik obyvatel je vystavováno znečištěnému ovzduší, bych se zde rád zmínil o počtu obyvatel žijících na místech nejvíce vystavených exploataci škodlivin v ovzduší. Ze statistik Českého statistického úřadu (ČSÚ) při sčítání lidu v roce 2001 bylo spočítáno, že v okrese Ostrava žilo 316 744 obyvatel, v okrese Karviná 279 436 obyvatel a v okrese Frýdek-Místek 226 818 (ČSÚ, 2001).

Nejvíce znečištěné oblasti jsou zmiňované okresy Ostrava, Karviná, Frýdek Místek, ale také přilehlé části okresů Opava a Nový Jičín, avšak přesný počet obyvatel není pro tuto práci tak důležitý, stejně tak i to, že data z ČSÚ jsou stará osm let.

Mezi hlavní znečišťovatele, u kterých můžeme díky integrovanému registru znečištění zjistit množství vypouštěných škodlivých látek respektive emisí do ovzduší v kraji, patří zejména velké podniky, které se orientují na energetiku, hutní průmysl, ale také farmacii, potravinářství aj. V příloze 1 naleznete vyhodnocení emisí základních znečišťujících látek za rok 2006 na úrovni jednotlivých zdrojů, konkrétně tedy vždy dvacet nejvýznamnějších provozoven obsahující stacionární zdroje znečišťování ovzduší. Ve výčtu průmyslových zařízení nesmíme opomenout významnou automobilku Hyundai v průmyslové zóně Nošovice.

Kromě hlavních znečišťujících látek (TZL, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, VOC) jsou zejména technologickými zdroji emitovány i další škodliviny-mj. amoniak, sirovodík, benzen, ale i těžké kovy a persistentní organické sloučeniny (Machálek, 2008).

Mezi další významné zdroje emisí hlavně v zimním období patří lokální topeniště. Na území kraje je relativně příznivá situace ve skladbě vytápění domácností malými spalovacími zdroji-plynofikováno je 243 z 299 obcí, což zahrnuje „potenciálně“ více než 98 % domácností (Machálek, 2008).

Ale však ne každá domácnost používá druh paliva, který má tzv. „evidován“. V televizi bylo odvysíláno několik reportáží, kdy samotní občané tvrdili, že mají zabudované vytápění pomocí zemního plynu, avšak využívají stará kamna, poněvadž v přepočtu ušetří zhruba 10-15 000 Kč za rok. Bohužel však v kamnech nekončí vždy pouze uhlí nebo dřevo, ale v některých případech vše co se dá spálit, tedy plasty, odpadky, oleje a další. „Ostravská raketa“, to je údajně název pro naplněnou PET láhev pilinami, zalitou použitým olejem. Velkým podnikům může stát respektive kraj nařídit určitý emisní strop či limit, avšak domácnostem

nikoliv. Tohle prostě nejde. Podle mého názoru jsou lidé málo uvědoměli, možná nevzděláni, málo informováni. Možná jsou líní třídít nebo odnést odpadky do popelnice. Proto je raději spálí v kamnech. Z vlastní zkušenosti jsem se dokonce setkal s názorem: „Vždyť ve spalovně to taky spálí, tak je to jedno“. Bohužel ne všichni lidé vědí co je správné, ne každý má na to, aby platil za plyn či elektřinu. Chybu bych taky připsal státní správě, která by se měla asi snažit více komunikovat o těchto problémech s veřejností.

Lidé si musí uvědomit, že zdraví si tím ničí nejen sobě, ale i sousedům a taky i svým budoucím potomkům.

### 3. Imise

Tab. 1: Srovnání emisí SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC a NH<sub>3</sub> v České republice a Moravskoslezském kraji (MSK) s hodnotami stanovených emisních stropů, rok 2006

Znečišťující látka	emisní stropy		Emise		plnění	
	ČR	MSK	ČR	MSK	ČR	MSK
SO <sub>2</sub> (oxid siřičitý)	265,0 kt	29,7 kt	206,9 kt	29,4 kt	-21,9%	-0,9%
NO <sub>x</sub> (oxidy dusíku)	286,0 kt	33,9 kt	283,1 kt	32,2 kt	-1,0%	-5,0%
VOC (organické těkavé látky)	220,0 kt	22,7 kt	168,8 kt	17,0 kt	-23,3%	-25,1%
NH <sub>3</sub> (amoniak)	80,0 kt	6,0 kt	64,0 kt	3,1 kt	-19,9%	-47,8%

*Zdroj: MSK, 2007*

Z Tab. 1 vyplývá, že množství emisí vypouštěných v MSK splňuje platný emisní strop podle legislativního nařízení vlády 417/2003 Sb. Tato informace může vyznít relativně pozitivně, ovšem naproti tomu hodnoty imisí překračují několikanásobně stanovený limit. I přesto, že průmyslová zařízení plní své emisní limity, je zapotřebí si uvědomit, že závodů je několik desítek a tudíž se emise sčítají. Proto jsou pak imisní hodnoty tak vysoké. Bohužel, tyto nadlimitní koncentrace škodlivých látek v ovzduší mají za důsledek výrazný zdravotní dopad na lidský organismus, o kterém bude pojednáno v dalších kapitolách.

#### 3.1 Imisní monitorovací síť

Mezi hlavní organizace, které provádějí na území Moravskoslezského kraje imisní monitoring, patří Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) a Zdravotní ústav (ZÚ) se sídlem v Ostravě. Celkem se v kraji v roce 2008 měřilo na osmadvaceti lokalitách. Jednadvacet z nich sleduje ČHMÚ, čtyři ZÚ, dvě stanice pak energetická společnost ČEZ a jednu zřizuje městský

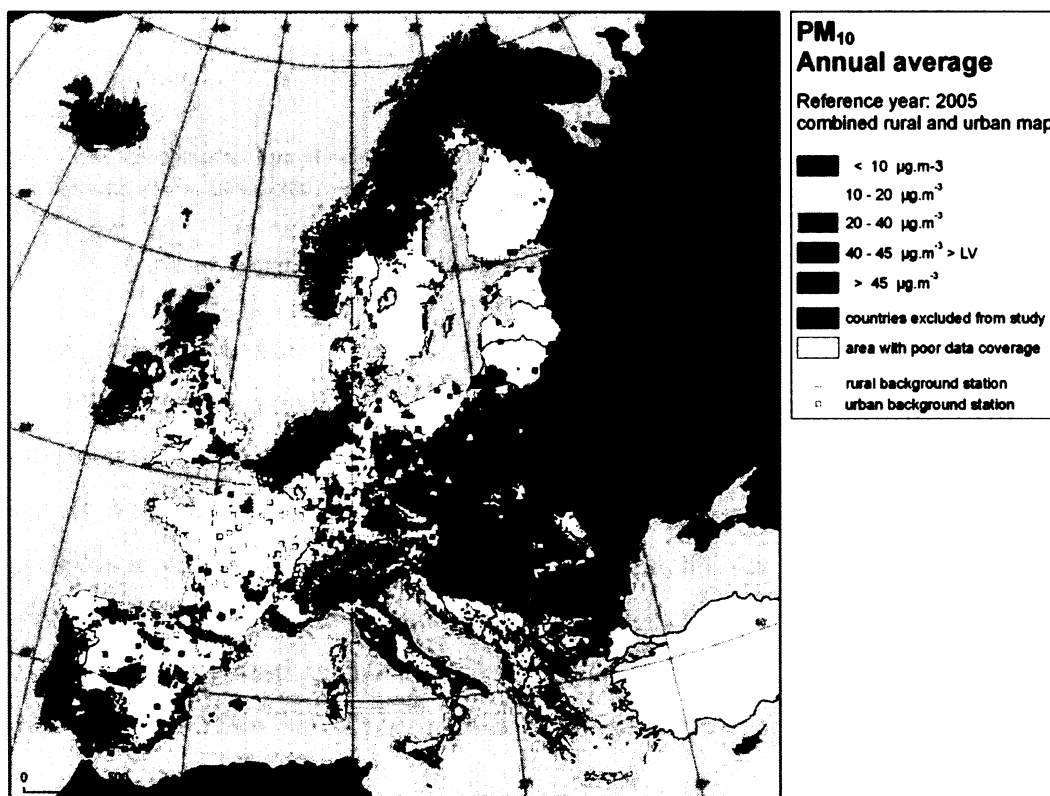


úřad v Třinci (ČHMÚ, 2009). Tento počet lokalit splňuje požadavky platné legislativy, tj. Nařízení vlády č.597/2006 Sb. o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší. Konkrétní přehled stanic a metody měření kvality ovzduší je uvedena na [http://www.chmi.cz/uoco/isko/tab\\_roc/2008\\_enh/cze/pdf/PrehledStanic.pdf](http://www.chmi.cz/uoco/isko/tab_roc/2008_enh/cze/pdf/PrehledStanic.pdf).

### 3.2 Nadlimitní imisní koncentrace

Především oblast Ostravska, Karvinska, a Třinecka patří v Moravskoslezském kraji, ale také i v rámci celé České republiky a Evropy k jedné z nejhorších z pohledu plošného překračování imisních limitů pro suspendované částice velikostní frakce 10 mikrometrů ( $PM_{10}$ ) a persistentních organických látek, jejichž představitelem v rámci měření kvality ovzduší je benzo[a]pyren.

Na Obr. 1 jsou barevně znázorněny oblasti podle průměrné roční koncentrace  $PM_{10}$  za rok 2005. Nejvyšší koncentrace suspendovaných částic dosahují na severu Moravy, ale také v oblasti kolem polského města Katowice.



Obr. 1: Mapa, kombinovaných venkovských a městských koncentrací  $PM_{10}$  - roční průměr, rok 2005. Prostorově interpolované koncentrace pole a naměřené hodnoty v měřicích bodech. Jednotky:  $\mu\text{g.m}^{-3}$

Zdroj: Horálek et al., 2008

V příloze 2 jsou v tabulce uvedeny imisní limity a cílové imisní limity znečišťujících látek pro ochranu zdraví podle Nařízení vlády č. 597/2006 Sb. o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší. Červeně jsou označeny škodliviny, které jsou na Ostravsku trvale a mnohdy i několikanásobně překračovány.



Obr. 2: Vyznačení oblastí v Moravskoslezském kraji se zhoršenou kvalitou ovzduší vzhledem k limitům pro ochranu lidského zdraví, 2006 – 2007

*Zdroj: Krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší MSK*

Na Obr. 2 je grafické znázornění oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší v Moravskoslezském kraji (MSK), vyhlášených na základě imisních dat z roku 2006 a 2007. Je patrné, že kompaktní území v průmyslové oblasti MSK je územím s překračováním imisních limitů (LV) a imisních limitů zvýšených o mez tolerance (LV+MT) především z důvodů vysokých koncentrací suspendovaných částic velikostní frakce  $10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) a menší, a s tím souvisejících vysokých koncentrací polycyklických aromatických uhlovodíků vyjádřených jako benzo(a)pyren. V roce 2007 byla celková rozloha oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší (OZKO)  $2\,769,2 \text{ km}^2$  a počet obyvatel v této oblasti byl  $1\,046\,549$ . Z meziročního srovnání dat za roky 2007 a 2006, kdy byla celková rozloha OZKO  $3\,551,1 \text{ km}^2$  s  $1\,161\,826$  obyvateli, vyplývá výrazné zmenšení této plochy, na které modelové výpočty prokázaly překračování imisních limitů pro ochranu zdraví obyvatel. Vzhledem k homogenitě a rozloze území, na němž došlo k překročení imisních limitů pro suspendované částice frakce  $\text{PM}_{10}$ , se jedná o největší velkoplošnou oblast se zhoršenou kvalitou ovzduší na území České republiky. Dle hodnocení kvality ovzduší v Moravskoslezském

kraji, které je prováděno pro každoroční stanovení oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší, je patrné, že od roku 2001 (tj. doby vyhodnocování oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší podle příslušných předpisů Evropského společenství) do roku 2003 docházelo k postupnému nárůstu plochy oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší. Oproti tomu v roce 2004 došlo ke snížení celkové rozlohy této oblasti na území Moravskoslezského kraje. Tento vývoj byl patrně významně ovlivněn průběhem počasí, resp. počtem deštivých dnů v roce. Od roku 2005 se však tato plocha významně zvýšila a v roce 2006 již tvořila více než polovinu rozlohy Moravskoslezského kraje. K výraznému snížení OZKO došlo v roce 2007, především vlivem příznivých rozptylových podmínek-viz Tab. 2 (Krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší MSK, 2009)

Tab. 2: Překročení imisních limitů na území Moravskoslezského kraje a vymezení oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší (podíl na celkovém území)

Rok	PM <sub>10</sub> roční	PM <sub>10</sub> denní	NO <sub>2</sub>	Benzen	Celkem
2001	13,3 %	28,3 %	–	–	28,3 %
2002	12,4 %	30,9 %	–	0,1 %	30,9 %
2003	21,4 %	36,4 %	–	0,3 %	36,4 %
2004	12,1 %	21,6 %	–	2,0 %	22,5 %
2005	17,7 %	45,5 %	–	1,1 %	45,5 %
2006	28,3 %	65,3 %	–	0,6 %	65,3 %
2007	9,5 %	51,0 %	0,1 %	0,4 %	51,0 %

*Zdroj: Krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší MSK*

Kromě imisních limitů byly v letech 2001 – 2007 překračovány také cílové imisní limity pro nikl, arsen, benzo(a)pyren a ozón. Výsledky modelového hodnocení kvality ovzduší – výpočtu oblastí s překročenými cílovými imisními limity – pro aglomeraci Moravskoslezský kraj v letech 2001 až 2007 jsou uvedeny v tabulce č. 3 (jako podíl na celkovém území).

Tab. 3: Podíl území Moravskoslezského kraje, na kterém byl v letech 2001 –2007 překročen cílový imisní limit

Rok	Ni	As	B(a)P	O <sub>3</sub> (LZ)
2001	0,2 %	0,5 %	34,0 %	63,7 %
2002	-	1,1 %	40,7 %	78,2 %
2003	-	2,0 %	37,0 %	99,6 %
2004	-	-	25,7 %	98,6 %
2005	-	-	42,8 %	98,8 %
2006	-	2,4 %	33,3 %	98,3 %
2007	-	1,8 %	22,8 %	99,4 %

Poznámka: O<sub>3</sub>(LZ) - cílový imisní limit pro ochranu zdraví.

*Zdroj: Krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší MSK*

Pouze v roce 2001 došlo k překročení cílového imisního limitu pro nikl, a to na 0,2 % území. V dalších letech již k překračování nedocházelo. V roce 2007 došlo k překročení cílového

imisičního limitu pro škodlivinu benzo(a)pyrenu na necelých 23 % území Moravskoslezského kraje, což je oproti předchozím letům výrazné zlepšení. U arsenu dochází k překračování limitu cca na 2 % území. Překračování limitu pro ozon je celorepublikovým problémem a také v tomto kraji se tento problém týká téměř 100 % plochy území.

V příloze č. 5 jsou vybrané roční charakteristiky suspendovaných částic frakce  $PM_{10}$  v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  za období 1998-2007, kde je výčet počtu jejich překročení na vybraných měřicích stanicích, přičemž povolený počet překročení za rok podle Nařízení vlády č. 597/2006 Sb. o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší je 35. Většina hodnot v tabulkové příloze je však nad touto hodnotou.

#### **4. Metodika hodnocení kvality ovzduší**

Kvalitu ovzduší můžeme zhodnotit dle dvou základních kritérií. Prvním kritériem je hodnocení zdravotních rizik podle zdravotní neboli hygienické závažnosti včetně toxikologických charakteristik pro jednotlivé škodliviny na základě doporučení Světové zdravotnické organizace (WHO). Metodika WHO zohledňuje u nekarcinogenních škodlivin jak akutní, tak chronické účinky látek, stanovuje směrné hodnoty, jejichž překročením vzniká zdravotní riziko. U karcinogenních látek se vypočítává celoživotní riziko expozice. Toto vypočtené celoživotní riziko rakoviny se srovnává s přijatou limitní hodnotou přijatelného rizika, zakotvenou v legislativě jednotlivých států. Pokud je hodnota zjištěného rizika vyšší než mez přijatelného rizika, hovoříme o nepřijatelném karcinogenním riziku. Druhým kritériem pro hodnocení znečištění ovzduší, legislativně závazným, jsou požadavky na úroveň znečištění ovzduší dle Nařízení vlády ČR 350/2002 Sb., které slouží k řízení zdravotních rizik a vychází z hodnocení zdravotních rizik podle metodiky WHO. Na základě Nařízení vlády ČR č. 350/2002 Sb. se posuzuje úroveň znečištění ovzduší na základě Direktiv EU a hlavním účelem stanovení limitu je řízení kvality ovzduší na evropské úrovni. Pro většinu škodlivin je stanovena dolní (LAT) a horní (UAT) mez pro posuzování. Toto nám umožňuje zařadit úroveň znečištění pro danou škodlivinu a aglomeraci či zónu do určitého režimu. Pro rozčlenění jednotlivých škodlivin na námi sledovaných zónách do jednotlivých režimů je nutné porovnat koncentrace naměřených škodlivin v průběhu předchozích pěti let. Mez pro posuzování je pokládána za překročenou, jestliže během těchto pěti let celkový počet případů, kdy numerická koncentrace překročí danou mez přesáhne třikrát počet případů překročení povolených za jeden rok. Jelikož EU i MŽP ČR jsou si vědomy nemožnosti na celém území dosáhnout stanovených limitních hodnot v roce jejich vydání, zavádí obojí meze tolerance pro jednotlivé škodliviny. Mez tolerance představuje navýšení vyjádřené jako procento imisičního limitu nebo část jeho absolutní hodnoty, o které může

být imisní limit překročen. Tato mez tolerance se každoročně snižuje tak, aby dosáhla nuly k datu splnění limitních hodnot. V případě, že dojde k překročení meze tolerance je třeba vypracovat plán ke zlepšení kvality ovzduší a splnit informační povinnost vůči Evropské unii. Pokud hodnoty škodlivin v ovzduší přesáhnou limitní hodnoty, je zdravotní riziko považováno za nepřijatelné, pokud se pohybují pod limitními hodnotami, je zdravotní riziko považováno za přijatelné.

V příloze 3 je tabulka limitů, mezi tolerance a mezi pro posuzování podle Nařízení vlády 350/2002 Sb. a účinků vybraných látek a v příloze 4 slovníček legislativních pojmů.

## **5. Hodnocení vlivu vybraných znečišťujících látek v ovzduší na zdraví**

### **5.1 Nebezpečné události 20. století v souvislosti se znečištěním ovzduší**

Vztah mezi znečištěním ovzduší a úmrtností byl první odhalen v Meuse Valley imisní epizodou v prosinci roku 1930, když během tří dnů v belgickém městě Engis, čítajících 3500 obyvatel, zemřelo šedesát lidí (Bai et al., 2007). Poprvé veřejností rozpoznaná epizoda extrémně znečištěného ovzduší ve Spojených státech amerických nastala ve městě Donora (malé město na jihozápadě Pensylvánie v oblasti Webster Hollow čítajících čtrnáct tisíc obyvatel), kdy se v době mezi 27-30. říjnem roku 1948 v údolí města ustálila anticyklonální meteorologická inverze poháněná znečištěním z kovodílen, uhlím vytápěných domů, průmyslových zařízení, koksárenských pecí a železo-ocelových průmyslových závodů. Důsledkem této situace bylo, že v sobotu 30. října zemřelo sedmnáct lidí a tři další během týdne. Úmrtnost zde byla šestkrát větší než obvykle (Bell & Davis, 2001).

Mezi nejznámější a nejnebezpečnější katastrofu spojenou se znečištěním ovzduší patří událost, která se stala mezi pátým a osmým prosincem v Londýně roku 1952. Velké množství otevřených ohnišť a průmyslových topenišť dodávaly do ovzduší za inverzní situace kondenzační jádra k vývinu husté mlhy. Celá spodní vrstva atmosféry až do výšky jednoho kilometru se zaplnila dýmem a vodními párami. Teplota se během dne ustálila na -2 °C, vlhkost dosáhla téměř 100%. Dohlednost klesla pod 10 metrů (Hadač, 1987). Velmi nízké denní teploty podporovaly intenzivní topení, což vedlo k neustálému růstu imisí. Nejvyšší denní koncentrace kouře dosahovaly 4460  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a  $\text{SO}_2$  3830  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Nejvíce byli postiženi starší lidé a celkem si tato událost vyžádala životy 4000 lidí (Hannibal & Raab, 1979). Podle zpráv o aktuální situaci umírali hlavně lidé, kteří už byli tak jak tak na sklonku života. Kdyby to však byla pravda,

musela by úmrtnost klesnout během krátké doby po ustoupení smogu. Ale naopak, úmrtnost zůstávala po několik měsíců vysoká. Nedávné přehodnocení tehdejších záznamů ukázalo, že exces počtu zemřelých v důsledku této havarijní situace byl asi 12 000 (Brunekreef & Holgate, 2002).

Po dvaceti letech od Londýnské havárie se znečištění ovzduší ukázalo opět jako velký zdravotní problém. Jedním z důvodů je, že ač koncentrace škodlivin z fosilních paliv dosahuje dnes nižších hodnot než před 50 lety, uplatňují se nyní jiné kontaminanty ovzduší. Jsou to zvláště výfukové plyny aut, které za jasného, slunečného počasí vlivem ultrafialového záření reagují s  $\text{SO}_2$  a s oxidy dusíku v ovzduší. Těmito fotochemickými reakcemi vzniká ozón, který silně dráždí sliznice dýchacích cest a oční spojivky. S rostoucím automobilovým provozem dochází i v evropských větších městech k obdobným situacím, jaké byly dříve popsány v Los Angeles, nebo v Mexiko City (Brunekreef & Holgate, 2002).

### **Moravskoslezský kraj – vývoj suspendovaných částic**

#### 70. a 80. léta dvacátého století

Průměrné měsíční koncentrace celkových suspendovaných částic (TSP) na Ostravsku v zimních obdobích překračovaly  $250 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , nejnižší měsíční koncentrace v průběhu roku neklesly pod  $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . V sedmdesátých a osmdesátých letech mělo pro Ostravsko určující negativní vliv vysoce koncentrované technologie těžkého průmyslu v „ocelovém srdci republiky“, které však byly rozvíjeny s minimálními skutečnými ohledy na kvalitu životního prostředí (Blažek, Černíkovský et al., 2008).

#### 90. léta dvacátého století

V průběhu zimy 1993-1994 byly naměřeny hodnoty TSP až  $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Koncem 90. let dochází, i přes přijatá opatření ke snížení emisí tuhých znečišťujících látek, ještě k poměrně výrazným špičkám imisních koncentrací, zvláště během zimních období přelomu let 1995-1996 a 1996-1997 (měsíční průměr až k  $150 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  TSP), které byly z hlediska meteorologických podmínek rozptýlu znečišťujících látek v ovzduší nepříznivé. V devadesátých letech došlo k dramatickému poklesu znečištění ovzduší suspendovanými částicemi. Po změně politické orientace ČR byla začátkem 90. let přijata legislativní opatření ke zlepšení stavu ovzduší a stát do této oblasti i na Ostravsko-Karvinsku postupně masivně investoval (Blažek, Černíkovský et al., 2008). Zároveň jak už bylo zmíněno v úvodu, došlo k útlumu těžby uhlí a společně s charakterem meteorologických podmínek, způsobily klesající trend suspendovaných částic.

## Začátek 21. Století

Po roce 2000 dochází k zastavení klesajícího trendu koncentrací suspendovaných částic v ovzduší, k jejich stagnaci (Blažek, Černíkovský et al., 2008).

V každoročních ročenkách ČHMÚ od roku 2004 si můžeme všimnout, že v chladném období roku je rostoucí trend ve znečištění suspendovanými částicemi. Pokles jsme mohli zaznamenat v zimě 2006-2007, kdy byla zima z meteorologického hlediska nebývale teplá.

## **5.2 Suspendované částice – charakteristika a zdravotní účinky**

Suspendované částice představují různorodou směs organických a anorganických částic kapalného a pevného skupenství, různé velikosti, složení a původu. Mimo názvu suspendované částice, který je používán hlavně v zahraniční literatuře, se můžeme také setkat s pojmy pevný aerosol, prašný aerosol, polétavý prach, černý kouř (black smoke), jemné částice (fine particle) a další (SZÚ, www). Výskyt PM v atmosféře není jen výsledkem činnosti moderní společnosti, velké množství je i přírodního charakteru (sopečná činnost, požáry). Nadměrné antropogenní emise však přispívají ke zvyšování koncentrace prachu, a to zejména velice jemného, až na hladiny, které mohou vést k poškození organismu.

Znečištění atmosféry suspendovanými částicemi (PM) a tím i dopad na lidské zdraví je celosvětovým problémem, z evropského hlediska však nejvíce oblast Ostravska a Katowic v Polsku (viz Obr. 1). Významně jsou suspendovanými částicemi také zasaženy země Beneluxu (EEA, 2007).

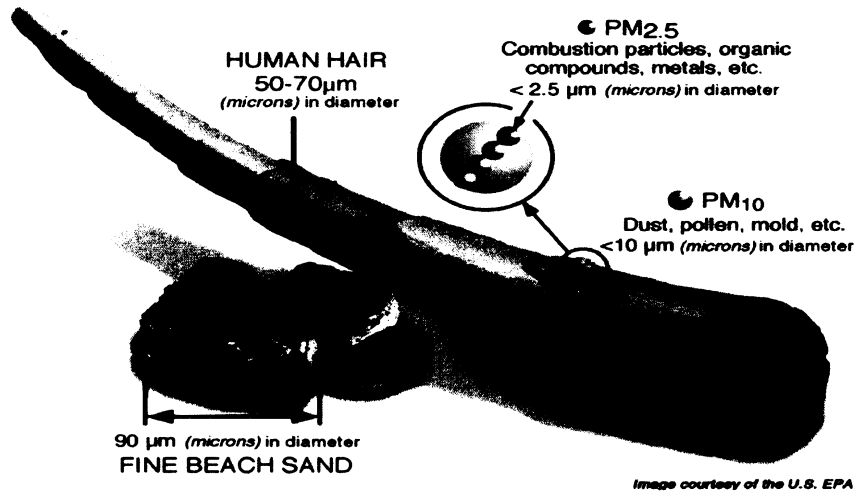
Aerosoly můžeme dělit podle několika kritérií (Bencko, Symon a kol., 1988): podle skupenství, podle původu, podle způsobu vzniku, podle velikosti částíček, podle biologického účinku, podle chemického složení

### **Velikost suspendovaných částic**

Pro velikost suspendovaných částic je charakteristické velké rozpětí velikosti částic, kterými je tvořen. Částice mohou podléhat změnám jak velikostním, tak co do složení, a to i ve velmi krátkém čase (Sullivan & Prather, 2005).

Suspendovaná částice  $PM_{10}$  je ve svém složení proměnná a komplikovaná. Skládá se z různých velikostí částic, od přechodných kovů po nestálé organické sloučeniny. V závislosti na její velikosti,  $PM_{10}$  může být dále dělena na hrubé částice ( $PM_{2,5}$ - $PM_{10}$ , tedy o průměru 2,5-10  $\mu\text{m}$ ); jemné částice ( $PM_{2,5}$ , o průměru  $<2,5 \mu\text{m}$ ); a ultrajemné částice UFPs, o průměru  $<0,1 \mu\text{m}$  (Ni Bai et al., 2007).

Na Obr. 3 je porovnání velikostí suspendovaných částic k jemnému plážovému písku a vlákně lidského vlasu.



Obr. 3: Různé velikosti částic ve srovnání se standardní velikosti lidského vlasu a zrna z jemného písku na pláž.

*Zdroj: (Ni Bai et al., 2007)*

Částice větší než 30-70  $\mu\text{m}$  zůstanou ve vzduchu suspendovány velmi krátkou dobu před jejich depozicí.

Rozhodující množství prašného aerosolu tvoří částičky  $< 1\mu\text{m}$  (Šiška, 1981), které většinou vznikají kondenzací a koagulací. Částičky větší než  $1\mu\text{m}$  jsou většinou primárně emitované. Důležitou vlastností prachu je schopnost vázat stopová množství dalších látek včetně toxických (Bencko, et al., 1988).

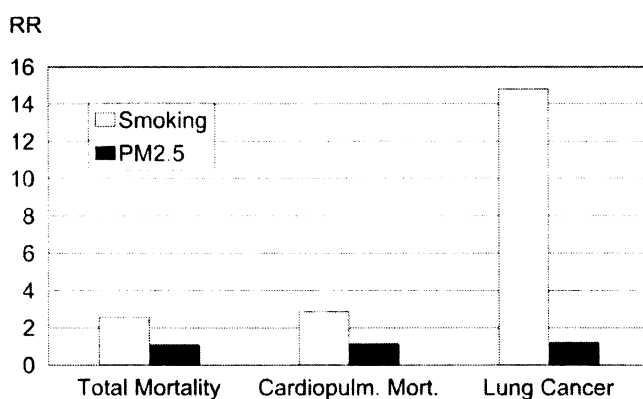
### Zdravotní účinky

Snad asi nejvíce vědeckých studií se zabývá právě problematikou suspendovaných částic. Je to pravděpodobně z důvodu, že pro své celosvětové rozšíření se suspendované částice stávají tzv. „škodlivinou číslo jedna“. Proto výsledky zdravotních studií z celého světa lze určitě aplikovat na ostravskou oblast, kde je koncentrace prachových částic nadlimitní.

Prachové částice jsou všudypřítomné škodlivé látky. Zdravotní účinek se týká celé populace. Nicméně v individuální stupnici je závažnost účinku na zdraví relativně malá v porovnání zdravotního účinku z kouření (Obr. 4). Relativně malý účinek prachových částic na zdraví může být pouze přiměřeně prozkoumán v epidemiologických studiích s dostatečným rozsahem časového pozorování. Data potřebná pro rozsáhlejší časový úsek studií na úmrtnost jsou obecně snadněji dostupné. Na rozdíl od kohortových studií, které vyžadují dostatečný počet účastníků a mnohem větší úsilí při získávání informací o efektu částic na zdraví. Základní problém je



hodnocení individuální expozice, protože vztah mezi pevným měřením a individuální expozicí se může lišit od studie ke studii. Hodnocení účinku se tedy musí nutně soustředit na jejich omezenou volbu. Pro znečištěné ovzduší by bylo užitečné znát přesnou část PM, která je nejvíce závažná na lidský organismus. Epidemiologie může demonstrovat souvislosti mezi všemi PM frakcemi a zdravotními dopady. Žádná samotná studie však nemůže prokázat nebo vyvrátit vztah s jednou nebo další frakcí (Englert, 2004).



Obr. 4: Srovnání účinků na zdraví (relativní poměr rizika, RR) v souvislosti s expozicí PM<sub>2,5</sub> a kouřením. Údaje vypočtené pro diference PM<sub>2,5</sub> koncentrace mezi nejvíce znečištěným městem a nejméně znečištěným městem ve studii ACS, pro průměrného kuřáka (muži a ženy, 22 cigaret denně na 33,5 let, se začátkem kouření před věkem 18-ti let)

*Zdroj: Pope, (1995 2002) In Englert, 2004*

Nejvíce zranitelnou skupinou se zdají být lidé s už vyvinutými nemocemi, zvláště pak dýchacími, kardiovaskulárními nebo lidé s cukrovkou, ale také citlivé skupiny, které mají genetickou predispozici, starší a další (Barrett et al, 2008).

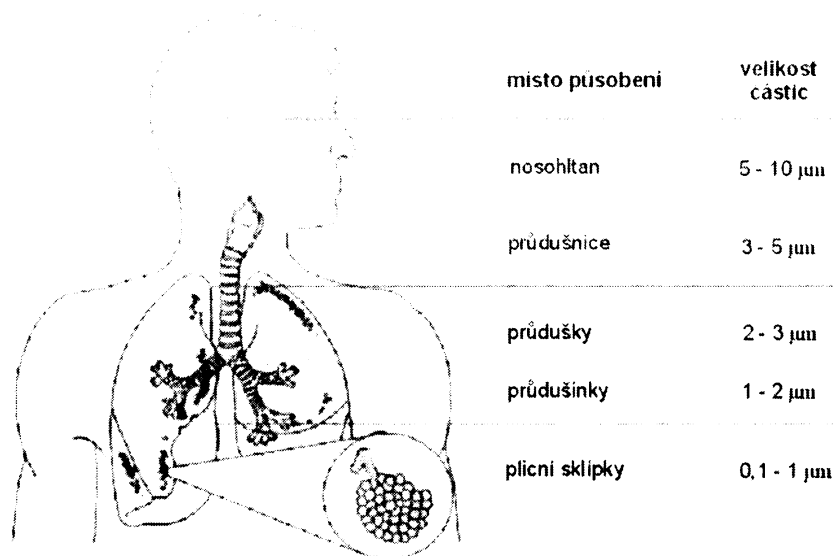
Mezi zdravotní důsledky, často studované ve vztahu k prachovým částicím jsou úmrtnost a nemocnost, dále pak nemocniční hospitalizace následkem kardiovaskulárních a respiračních onemocnění či nesprávné funkci plic (Englert, 2004).

Dopad aerosolu na zdraví je ovlivněn chemickým složením částic. Nebezpečné jsou zejména aerosoly s velkým obsahem křemičitanů (silikóza) a azbestu (azbestóza, zhoubné nádory poplicnice či pohrudnice). Jak již bylo uvedeno, prašný aerosol váže pomocí sorbčních sil další látky, které mohou mít specifický vliv na lidské zdraví. Přítomnost těžkých kovů a jiných toxických látek (zejména v prašném aerosolu z dopravy) může mít karcinogenní, mutagenní (změny v genetickém kódu) či teratogenní (ovlivnění normálního vývoje embrya) účinky. Bez vlivu není ani tvar částic. Přírodní aerosol skládající se z obroušených („hladkých“) částic nemá zdaleka tak zhoubný vliv jako antropogenní aerosol z „ostrohranných“ částic (Bencko et al., 1988).



Prašný aerosol proniká do dolních cest dýchacích a do plic. Částice menší než 0,01  $\mu\text{m}$  se chovají obdobně jako plynné molekuly a jsou z plic opět postupně vydýchány. Nejnebezpečnější jsou částice velikosti 1 - 2  $\mu\text{m}$ , které jsou z nejméně 90 % zachycovány v plicích a ukládají se v plicních sklípcích. Prachové částice větší než 10  $\mu\text{m}$  se pro svoji hmotnost nedostávají do plic a jsou zachyceny řasinkovým epitelem horních cest dýchacích. Odtud se dostávají do nosohltanu a jsou nakonec většinou spolknuty-což v případě toxických částic může způsobit různé obtíže (Bencko et al., 1988).

Grafické znázornění distribuce PM v dýchacím traktu je znázorněno na Obr. 5



Obr. 5: Distribuce PM v organismu

*Zdroj: Adamec, 2007*

WHO doporučuje používat koncentrace hmoty  $\text{PM}_{2,5}$  (<2,5 $\mu\text{m}$ ) jako indikátor rizika pro zdraví. Protože na tyto nejmenší částice  $\text{PM}_{2,5}$  jsou vázány komplexní směsi obsahující karcinogenní polycyklické aromatické uhlovodíky (k-PAU), vznikající v ovzduší nedostatečným spalováním nebo pyrolýzou organického materiálu jako je nafta, benzín, zemní plyn, uhlí a dřevo. Výsledky výzkumu v Evropě a USA prokazují, že dlouhodobá expozice znečištěnému ovzduší neovlivňuje pouze akutní projevy jako úmrtí, ale přispívá i k vývoji onemocnění. Experimentální výsledky naznačují různou toxicitu složek PM i rozdíly mezi poškozováním zdraví. (Šrám, 2007). Například v dlouhodobých studiích, kdy byla zvířata exponována respirabilním prachovým částicím, byly prokázány významné změny na srdci, ale překvapivě také na játrech a mozku (Pope & Dockery, 2006). Výsledky studií Šrám et al. (2005) a Choi et al. (2006) naznačují význam prenatální expozice karcinogenním PAU na vývoj plodu.

Vývojové poruchy během této vývojové periody mohou mít za následek přechodné nebo nevratné dlouhodobé účinky a také mohou poskytovat modely pro posuzování mechanismů, od kterých může mít znečištěné ovzduší vliv na celou populaci (Hertz-Picciotto et al., 2005).

V kohortové studii (AHSMOG) u členů sekty Adventisté Sedmého dne, nekuřáků, byl prokázán významný vliv velmi malých (do 10 $\mu$ m) prašných částic na úmrtnost mužů a žen s respiračním, nemaligním onemocněním a na úmrtnost mužů s karcinomem plic. Očekávali, že zkrácení doby dožití potrvá 1–2 roky. Poslední výsledky této studie, shrnující několik dalších let sledování, svědčí o přetrvávání vlivu prašnosti na zkrácení života následkem karcinomu plic a kardiopulmonálních nemocí. Ukázalo se také, že délku dožití ovlivňují další faktory, např. stupeň vzdělání a příjem vitaminů s antioxidačním účinkem. Proto délka dožití v populačních skupinách s nižší životní úrovní bývá kratší (Brunekreef & Holgate, 2002).

Velké množství epidemiologických studií ukázalo asociaci mezi množstvím koncentrace okolních PM a vzrůstem lidské úmrtnosti. Data také ukazují, že znečištěné ovzduší je přímo spojené s plicními chorobami, rakovinou plic, kardiovaskulárními nemocemi a úmrtností v obecné populaci (Pope & Dockery, 2006). Ve většině městských oblastí byly důkazy silnější pro jemné částice. Několik dlouhotrvajících studií o účincích hrubých částic PM v asociaci s dožitím neposkytly žádné důkazy (Barrett et al, 2008).

Ačkoli relativní dopady suspendovaných částic (<PM<sub>10</sub>) jsou větší u dýchacího systému než u kardiovaskulárního, počet úmrtí PM<sub>10</sub> je mnohem větší u kardiovaskulárních než dýchacích potíží, v důsledku vyššího výskytu kardiovaskulárního onemocnění v obecné populaci, zaviněné právě nejen znečištěným ovzduším (Bai et al., 2007).

Poznatků o vlivu pevných částic v ovzduší na funkci dýchání je dost, méně jasný je mechanismus, jakým tyto částice zvyšují riziko kardiovaskulárních příhod. Asi aktivací poplašných stresových signálů ze sliznice dýchacích cest a plicních venul dochází k uvolňování faktorů, které ovlivňují srážlivost krve. Zjištěna byla také souvislost znečištění ovzduší pevnými částicemi s poruchami srdečního rytmu (Brunekreef & Holgate, 2002).

Koncentrace PM<sub>10</sub> byly v roce 2007 v Moravskoslezském kraji sledovány celkem na 24 lokalitách. Překročení hodnoty 24hodinového limitu PM<sub>10</sub> bylo nejčastější v okresech Karviná a Ostrava-město. Ve stanici Ostrava-Bartovice byla hodnota 50  $\mu$ m.m<sup>-3</sup> překročena dokonce 202x.

### **5.3 Přízemní ozón - charakteristika a zdravotní účinky**

Přízemní (troposférický) ozon (O<sub>3</sub>) je sekundární znečišťující látka (nemá vlastní emisní zdroj). Vytváření ozónu je zásluhou obrovského počtu fotochemických reakcí v atmosféře, nehledě na primární emise NO<sub>x</sub> a VOC, dále na teplotě, vlhkosti a slunečním záření. Meziroční

nestálost meteorologických podmínek je rozhodující pro koncentrace ozonu (Hůnová et al, 2004). V přízemní atmosféře měst a průmyslových oblastí (vyšší množství VOC a NO<sub>x</sub>) mohou v letních měsících při anticyklonálním počasí dosáhnout koncentrace přízemního ozonu vysokých hodnot (Vysoudil, 2002). Poškození se urychluje při současném působení SO<sub>2</sub>. Ozon je velmi účinným oxidantem.

Přízemní ozón způsobuje poškození dýchací soustavy, podráždění a funkční změny v organismu a snižuje obranyschopnost. Koncentrace přízemního ozonu zpravidla rostou se vzrůstající nadmořskou výškou, kdy nejzatíženější lokality jsou ve vyšších nadmořských výškách (ČHMÚ www, 2008). Dlouhodobý imisní cíl pro ochranu zdraví u troposférického ozónu je podle nařízení vlády č. 597/2006 Sb. o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší 120 µg/m<sup>3</sup>. Ale není jasný důkaz, jaký parametr (hodnota) je nejvíce vhodný pro stanovení hodnoty přízemního ozónu na dopad lidského zdraví (Hůnová et al., 2001). Současné vědecké důkazy jsou příliš omezené, na to aby vytvořili hodnotu, pod níž není žádný vliv úmrtnosti na úrovni populace. Vzhledem k tomu, že ozón může být přemístován na velké vzdálenosti pomocí větru, lze jej považovat za přes-hraniční znečišťující látku. U akutních účinků ozónu na úmrtnost a na hospitalizaci bylo prokázáno, že se liší s věkem a jsou nepříznivé pro seniory bez rozdílů mezi pohlavími. Dále bylo pozorováno několik dalších rozdílů v citlivosti na nepříznivé účinky ozónu na zdraví. Účinky na respirační příznaky byly vyšší u dětí s astmatem. Pokles plicních funkcí byl vyšší u dětí, které trávily více času v přírodě (Martuzzi et al., 2006).

V roce 2007 byl v Moravskoslezském kraji na šesti lokalitách (z celkových sedmi) překročen imisní limit pro troposférický ozón. Jednalo se o lokality: Červená, Bílý Kříž, Třinec Kosmos, Ostrava-Fifejdy, Studénka a Karviná (ČHMÚ, 2008).

#### **5.4 Benzen - charakteristika a zdravotní účinky**

Primární cestou expozice benzenu je jeho inhalace z ovzduší. Do atmosféry se dostává jak z přírodních zdrojů (lesní požáry), tak i z antropogenních (výfukové plyny automobilů, průmyslové emise, vypařování paliva z benzínových stanic). Běžná populace může být exponovaná benzenem také přes cigaretový kouř. Studie ukazují, že téměř polovina populace exponovaná benzenu pochází z inhalace cigaretového kouře. Inhalace benzenu způsobuje nádory na mnoha orgánech, v literatuře je nejčastěji uváděná leukémie (NIEHS 1980).

Benzen má nízkou akutní toxicitu, při dlouhodobé expozici má účinky hematotoxické, genotoxické, imunotoxické a karcinogenní. Nejzávažnějším účinkem benzenu je jeho karcinogenní působení. Byly popsány nádory jater, prsu, nosní dutiny a již zmiňovaná leukémie. WHO definovalo pro benzen, na základě zhodnocení řady studií, jednotku karcinogenního rizika

pro celoživotní expozici koncentraci  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  v rozmezí  $4,4-7,5 \times 10^{-6}$  (střední hodnota  $6 \times 10^{-6}$ ). V těchto studiích byly osoby exponovány koncentracím o několik řádů vyšším, než se mohou vyskytnout ve venkovním ovzduší. Je možné, že extrapolace byla do oblasti nižších koncentrací a neodpovídá reálné křivce úmrtnosti (Kazmarová, et al., 2008).

V Ostravě stále přetrvává problém s vysokými koncentracemi benzenu, byl zde stejně jako v předešlých letech překročen imisní limit pro roční průměrnou koncentraci. Imisní limit byl překročen jako na jediných lokalitách v České republice na obou průmyslově zatížených monitorovacích stanicích Ostrava-Přívoz, provozovaných ČHMÚ a Zdravotním ústavem (ČHMÚ,2008).

### **5.5 Benzo[a]pyren – charakteristika a zdravotní účinky**

Benzo(a)pyren je hlavním představitelem polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU). Do ovzduší se dostává hlavně nedokonalým spalováním (dřevo, cigaretový kouř) a emisemi z dopravy (RAIS, 2007), ale také při výrobě železa a koksu (ČHMÚ,2008). V mnoha epidemiologických studiích byla ukázána souvislost mezi směsí PAU (polycyklické aromatické uhlovodíky) obsahujícími benzo(a)pyren a zvýšením rizika rakoviny plic a jiných typů karcinomů. Avšak každá směs obsahuje i další potenciální karcinogenní PAU, a proto není možné přisoudit karcinogenní účinek jen benzo(a)pyrenu (RAIS 2007).

PAU mají schopnost přetrvávat v prostředí, kumulovat se v jejich složkách a v živých organismech, jsou lipofilní a řada z nich má toxické, mutagenní, či karcinogenní vlastnosti. Ovlivňují porodní váhu a růst plodu. Velká závažnost se přisluhuje karcinogenním PAU (k-PAU), protože ony samy nebo jejich metabolity jsou schopny se přímo navázat na DNA a dochází k poškození chromozomů (Šrám ,www, 2007).

Polycyklické aromatické uhlovodíky byly v Ostravsko-karvinské oblasti monitorovány ve všech typech zón. Na všech lokalitách byl překročen cílový imisní limit pro roční průměrnou koncentraci, nejvyšší hodnota v roce 2007 byla opět naměřena v Ostravě-Bartovicích  $8,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , což je i nejvyšší naměřená hodnota v České republice v roce 2007 (ČHMÚ, 2008).

## **6. Zdravotní stav obyvatel**

V listopadu v roce 1990 se vláda České republiky zabývala ekologickou problematikou Ostravsko-karvinské oblasti a konstatovala, že stav životního prostředí je zde v důsledku soustředění důlní činnosti, hutního a chemického průmyslu kritický. Trvání či dokonce zhoršování tohoto stavu považuje za neúnosné a proto uložila neodkladně zahájit realizaci účinných opatření k ozdravení životního prostředí v této oblasti v příštím desetiletí.

Účinky škodlivých látek v ovzduší na lidský organismus mají hlavní vliv na kardiovaskulární a dýchací systém. Když jsem srovnal počty dispenzarizovaných onemocnění u dětí na 1000 registrovaných pacientů ve věku 0-14 v roce 2008 v Moravskoslezském kraji (MSK) a ČR, které zpracovává a vydává Ústav zdravotnických informací a statistiky (ÚZIS) České republiky, zjistil jsem, že počet onemocnění oběhové soustavy v MSK je 6,4 a v celé ČR 7,3 čímž se řadí MSK spolu se zlínským krajem až na dělené osmé místo. Počet nemocí dýchací soustavy je 92,2 (v ČR 93,6), což je až na devátém místě v krajích. Když jsem totéž srovnání udělal pro dorost (15-18), počet onemocnění oběhové soustavy byl 16,9 (v ČR 17,3) a počet onemocnění dýchací soustavy 104,9 (v ČR 109,3). Pozice MSK zůstaly stejné jako u pacientů ve věku 0-14 (ÚSIZ, 2009). Kompletní výčet dispenzarizovaných onemocnění v kraji u dětí (0-14) naleznete na [http://www.uzis.cz/download.php?ctg=20&mnu\\_id=3998](http://www.uzis.cz/download.php?ctg=20&mnu_id=3998).

V přepočtu na 10 000 obyvatel však relace Moravskoslezského kraje 649 dispenzarizovaných osob (pro netuberkulózní onemocnění dýchacího ústrojí) vysoce překročila relaci za Českou republiku 527 osob. Pro netuberkulózní onemocnění dýchacího ústrojí bylo na ambulantních pracovištích dispenzarizováno 81 049 osob, z toho 63,4 % mužů. Děti a dorost ve věku do 19 let tvořily 0,3 % celkové dispenzarizace. Dispenzarizovaných osob bylo o 5 % více než v roce 2005. Nejčastější příčinou dispenzarizace byla chronická bronchitida 42,5 %, astma bronchiale 22,8 % a pneumokoniózy 12,8 %. (ÚZIS, 2007).

Využití lůžek ve dnech v nemocnicích kraje 271,3 bylo vyšší než v ČR 255,3. Průměrná ošetrovací doba v nemocnicích kraje 12,1 byla vyšší než průměr v ČR 10,7 dne (ÚSIZ, 2009).

Tab. 4: Zastoupení jednotlivých alergických diagnóz u dětí, 2006

<b>Vybrané alergické diagnózy</b>	<b>ČR %</b>	<b>Ostrava %</b>	<b>Karviná %</b>
<b>Alergická rýma</b>	12,1	14,5	16,9
<b>Atopický exém</b>	12,3	12,1	8,9
<b>Astma</b>	8,2	12,9	6,6
<b>Opakované bronchitidy</b>	3,7	6,5	0,6
<b>Celoroční alergická rýma</b>	3,3	8,3	5
<b>Ostatní alergie</b>	6,4	4,1	3,1
<b>Děti s alergií</b>	18,3-54,1	33,3	25,8

*Zdroj: Šebáková & Kubina, monitoring SZÚ*

Tyto absolutní výsledky z Tab. 4 potvrzují větší výskyt astmatu, bronchitidy a alergické rýmy v kraji za rok 2006, konkrétně tedy v okresech kvalitou ovzduší nejpostiženějších (Ostrava a Karviná).

## **7. Zdravotní studie na Ostravsku**

### **Alergické onemocnění ve vztahu ke znečištění ovzduší**

Alergie jsou řazeny mezi chronická onemocnění, na jejichž vzniku a rozvoji se podílí látky (alergeny) prostředí, které jsou schopné u některých jedinců vyvolat reakci přecitlivělosti s následnými klinickými projevy. Alergická onemocnění mají v posledních 30 letech vzestupný trend. Ve vyspělých zemích je výskyt alergií dvojnásobně vyšší (30 %) než v zemích třetího světa (Polášková et al., 2004)

Cílem studie Polášková et al. (2004) bylo zaměřit se na populaci dětí a mladistvých, rozdílnými metodami zjistit výskyt alergických onemocnění v Ostravsko-Karvinské oblasti a prokázat jejich vztah ke znečištění ovzduší. Údaje byly poskytnuty z dotazníků rodiči, praktickými lékaři a odbornými lékaři. Celkem byly soustředěny údaje od 5708 dětí a mladistvých. Byly sledovány údaje o nemocnosti a rizikových faktorech zevního i vnitřního prostředí – u alergiků byl sledován věk začínajícího alergického onemocnění, alergické reakce v závislosti na věku, genetická predispozice, četnost respirační onemocnění. Retrospektivní studie byla zaměřena na školní děti do 14 let; opakovaná průřezová studie na věkovou skupinu 5, 9, a 13 let; studie případů (v evidenci alergologa) a kontrol na děti do 14 let a prevalenční šetření na 17leté. Prevalence alergických onemocnění je vyšší u chlapců než dívek a stoupá s věkem – v 17 letech byl prokázán výskyt alergických onemocnění u 20,2 % chlapců a 13,6 % dívek. Ve věku do 1 roku převažuje u dětí atopický ekzém. Další alergická nemoc, která se rozvíjí už v raném dětském věku je astma; od prvního roku života do 5 let jím onemocnělo více než polovina astmatiků. Také přibývá nových onemocnění sennou rýmou. S přibývajícím věkem dětí vznikají nová alergická onemocnění a mají vzestupný trend s maximem výskytu mezi 6 - 7 lety. Genetická dispozice byla potvrzena u 57 % až 63 % alergických dětí, silnější vliv na vznik alergie vykazuje genetická dispozice matky. Nejvíce jsou zastoupeny polinózy a alergické rýmy, astma a atopický ekzém. Rizikovými vlivy jsou genetická dispozice, vysoký počet akutních respiračních onemocnění do 5 roku života a souhrn rizikových faktorů vnitřního prostředí. Do odborné péče alergologa se děti dostávají často až v rozvinuté fázi nemoci. Zatím není dořešen komplexní přístup včasné prevence alergie. Nepodařilo se však prokázat vztah rizikových faktorů životního prostředí (znečištění zevního ovzduší a hustota silničního provozu) k výskytu alergií. Zvýšené zdravotní riziko bylo prokázáno u faktorů vnitřního prostředí. Prevalenční

šetření alergií bude prováděno v delších časových intervalech v rámci celonárodního monitoringu

### **Studie CESAR, INCO-Copernicus a PATY**

V letech 1994-1997 probíhal v Ostravě výzkumný projekt EU – znečištění ovzduší a respiračního zdraví, nazvaný CESAR, který byl také prvním výzkumným projektem tohoto typu prováděný v ČR. Realizován byl v několika oblastech Polska, Maďarska, Rumunska, Bulharska, Slovenska a České republiky. V ČR byly vybrány čtyři oblasti v rámci jednoho města-Ostravy (tři z nich byly oblasti znečištěné a jedna oblast kontrolní-čistá). Věk dětí byl 7-11 let a počet dětí byl stanoven na čtyřech tisících z každé země. V průběhu projektu bylo realizováno: měření ovzduší (1789 vzorků- koncentrace PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub>,NO<sub>2</sub>), zdravotní dotazníková studie (3672 dotazníků), šetření funkce plic (1753 vyšetření), imunologická studie (528 vzorků krve), studie vnímání rizika (716 dotazníků). Následně v letech 1998-2000 byl řešen další EU projekt INCO-Copernicus, který byl zaměřen na víceúrovňové modelování dat získaných v rámci studie CESAR. Využitím dat z předcházejících dvou projektů a dalších projektů ze zemí západní Evropy a Severní Ameriky byl v období 2002-2004 Zdravotním ústavem se sídlem v Ostravě řešen EU projekt PATY, což byla metaanalýza dvanácti průřezových studií respiračního zdraví a znečištění (ve 13 zemích), která prokázala vztah koncentrací PM<sub>10</sub> k výskytu kašle a NO<sub>2</sub> k výskytu inhalačních alergií, ale vztah astmatu ke koncentracím PM<sub>10</sub> nebyl prokázán. U studií, v nichž měření funkce plic bylo realizováno v jarním nebo letním období, výsledky prokázaly významnější negativní účinek PM<sub>10</sub> na funkci plic, než výsledky studií realizovaných v zimě. Toto zjištění indukuje vztah mezi plicními funkcemi a „letním smogem“.

Studie Houthuijs et al. (2001), která shrnuje výsledky projektu CESAR naznačuje, že ve výše sledovaných oblastech, tedy i na Ostravsku průměrně 4,6 % denní úmrtnosti je předčasným úmrtím v souvislosti s krátkodobým znečištěním ovzduší suspendovanými částicemi. Také 5,5 % denních nemocničních přijetí je spojeno s krátkodobou úrovní koncentrací suspendovaných částic. Studie z U.S.A konstatují, že životní vyhlídky lidí žijících v oblastech s vysokou PM úrovní jsou kratší než u lidí žijících v oblastech s nižší úrovní. Nalezené výsledky v této studii ukazují, že roční koncentrace PM ve střední a východní Evropě převyšují limity EU, což může vést k značným obtížím onemocnění a předčasnému úmrtí.

V současné době se na Ostravsku provádí a vyhodnocují studie zaměřená na kvalitu zdraví v souvislosti se znečištěným ovzduším. Bohužel, první výsledky studie, která se týká konkrétně vlivu znečištění ovzduší na zdraví dětí v Ostravě, pod vedením MUDr. Radima Šráma z Ústavu experimentální medicíny akademie věd ČR (ÚEM AV ČR) budou zveřejněny do konce roku 2009 v jednom z čísel časopisu Ochrana ovzduší, a tudíž je zde nemohu ještě prezentovat.

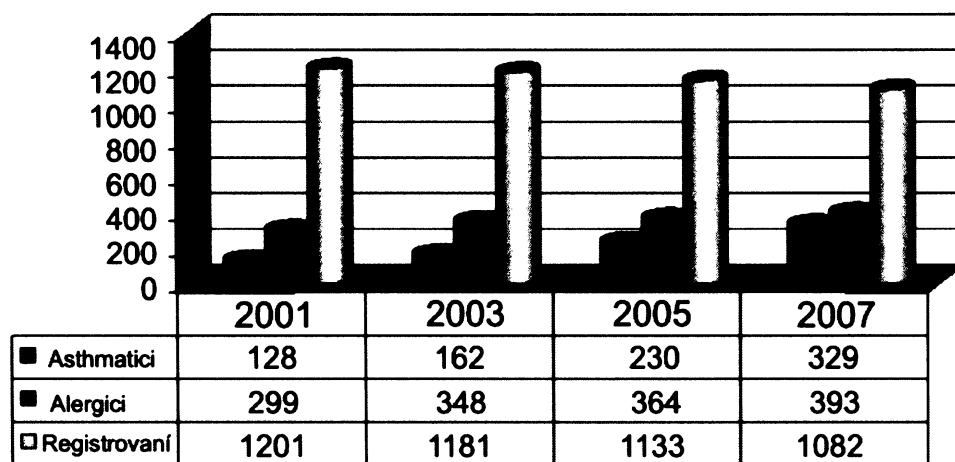


Cílem expertů z ÚEM AV ČR bylo a zůstává prozkoumat, zda znečištěné ovzduší v Ostravě má přímý vliv na zdraví dětí. Tento nový unikátní výzkum je zaměřen na jihočeské Prachatice, tedy na oblast, kde jsou děti méně vážně nemocné, a na ostravskou městskou část Radvanice a Bartovice (R & B), kde naopak bronchiálním astmatem trpí čtyřikrát více dětí než jinde v zemi. Do průzkumu se během listopadu 2008 zapojilo 200 dětí z obou oblastí. V Ostravě R & B pokryla všechny pacienty dětská lékařka MUDr. Eva Schallerová, v Prachaticích se o dvě stě dětí museli podělit čtyři ambulance. Vždy se odebírala moč, krev a sliny. Studovaní jedinci byli děti do patnácti let, přičemž polovina dětí z R & B je zdravá a druhá polovina trpí bronchiálním astmatem. Vzorky putovali ihned do Prahy do laboratoře. Z tělních tekutin vědci izolovali DNA a RNA a například zjišťovali, jak dalece se na ně vážou karcinogenní polyaromatické uhlovodíky, jež lidé na Ostravsku, a v R & B zvláště, dýchají v koncentracích mnohonásobně vyšších než jinde v ČR. Dokonce vzorky slin se budou hodnotit podle speciální technologie vědci v USA. Podle jednoho z řešitelů projektů MUDr. Miroslava Dostála je projekt rozvržen na tři roky, přičemž příští rok by se měl zaměřit hlavně na podrobnější sledování zdraví dětí (mednews, www).

Ostravská část R & B byla vybrána záměrně, protože hlavní znečištění ovzduší se v této oblasti připisuje průmyslovému komplexu Arcellor Mittal a hodnoty škodlivých látek jsou zde jedny z nejvyšších v kraji.

V monitoringu Miturova et al., (2005), který se právě zabýval oblastí R & B byly měřeny hodnoty škodlivých látek, přičemž jejich hodnoty a jejich zhodnocení naleznete v příloze 6.

Na Obr. 6 jsou statistiky dětské lékařky Evy Schallerové za období let 2001-2007. Sami si můžete všimnout, že vzrůst dětských pacientů trpící astmatem a alergií rok od roku mírně stoupá a za sedm let vstoupil téměř o sto pacientů.



Obr. 6: Statistiky počtů alergiků a astmatiků evidovaných v dětské ordinaci MUDr. Evy Schallerové

*Zdroj: Eva Schallerová, www*

Avšak tento projekt není jediný, o který měl zájem tým vědců vedený doktorem Šrámem. Tři skupiny dobrovolníků, většinou z Moravskoslezského kraje (MSK) se účastní projektu, který má za úkol posoudit vliv znečištěného ovzduší na populaci Ostravska. Výzkum provádí opět vědecký tým z ÚEM AV ČR pod vedením MUDr. Radima Šráma. Výsledkem bude hodnocení expozice znečištěného ovzduší na lidský organismus. V rámci výzkumu jsou sledovány tři skupiny dobrovolníků: sedmdesát pracovníků Krajského úřadu MSK v Ostravě, třiadvacet městských strážníků v Karviné a jako kontrolní skupina městští strážníci v Praze v počtu 65 osob. Studie byla zahájena v průběhu letošní zimy s cílem objektivně zjistit, zda koncentrace znečišťujících látek v ovzduší vyvolávají nebo nevyvolávají změny genetického materiálu sledovaných dobrovolníků, které by mohly v příštím období ovlivňovat jejich zdravotní stav. Všichni dobrovolníci jsou muži a nekuřáci. V průběhu studie je po dobu 48 hodin hodnocena expozice jednotlivých dobrovolníků karcinogenním polycyklickým aromatickým uhlovodíkům (k-PAU), představitelem je benzo[a]pyren vázaný na jemné prachové částice (PM<sub>2.5</sub>). Po dobu 24 hodin je sledována osobní expozice těkavým organickým látkám (představitelem je benzen). Po ukončení osobního monitorování probíhá odběr biologického materiálu (krve a moče) pro stanovení biologických důsledků expozice (biomarkerů) (MSK [www, 2009](http://www.mska.cz)). První prozatímní výsledky jsou již publikované na stránkách Moravskoslezského kraje

**Předběžné výsledky:** viz Tab. 5

První odběry probíhaly v Praze ve dnech 8. - 20. 2. 2009, v Ostravě a Karviné ve dnech 2. - 13. 3. 2009.

Tab. 5: Předběžné výsledky předchozí studie

<b>Lokalita</b>	<b>B[a]P</b> ng.m <sup>-3</sup>	<b>Benzen</b> µg/m <sup>-3</sup>
Ostrava	2,55 ± 2,31	7,23 ± 2,94
Karviná	6,60 ± 3,07	8,40 ± 5,26
Praha	0,8 ± 0,77	5,28 ± 2,31

*Zdroj: MSK, [www, 2009](http://www.mska.cz)*

Výsledky naznačují, že mezi skupinami nejsou významné rozdíly v expozici benzenu. Vyšší hodnoty expozice B[a]P v Ostravě a Karviné naznačují, že populace je významně ovlivňována

i jinými zdroji znečištění, než je jen doprava. Analýza biologického materiálu umožní určit, jaké změny pozorované koncentrace k-PAU vyvolávají. MUDr. Radim Šrám předpokládá, že tyto a následující výsledky budou podkladem pro návrh preventivních opatření, které přispějí ke snížení zdravotního rizika ostravské populace vlivem znečištěného ovzduší (MSK, www).

## 8. Závěr

Tato rešeršní práce prokazuje nadlimitní koncentrace v Moravskoslezském kraji u vybraných znečišťujících látek, které nemají výrazný klesající trend. O zdravotních účincích těchto polutantů v ovzduší je celá řada mezinárodních studií, které potvrzují významné riziko těchto škodlivin na lidský organismus. Studií prováděných na Ostravsku není příliš, proto nemohou být považovány za přímý důkaz ovlivnění zdravotního stavu obyvatel na Ostravsku. Podle mého názoru současné a zároveň kvalitnější studie (viz. Kapitola 7) přinesou širší poznatky o účincích těchto škodlivin

Jestliže výsledky budou špatné, což se asi bohužel očekává, vzhledem k porovnání studií ze světa, měla by tato informace být podnětem pro české politiky, aby udělali rozhodnutí, které situaci zlepší a Ostrava a okolí se tak dočká jiného přívlastku než doposud.

Mnoho studií potvrzuje, že velký význam na kvalitu ovzduší, a tedy i zdravotní následky, mají lokální topeniště, čímž bych apeloval na obyvatele ať si uvědomí co ve svých kamnech pálí, protože zdraví si tím ničí sobě, ale i ostatním.

Podle mě je potřeba o této problematice více informovat veřejnost pomocí Public relation a reklamních akcí.

I přes významný vliv vnějšího ovzduší, průměrný člověk tráví většinu času dne ve vnitřních prostorech, musíme tedy absolutní expozici škodlivých látek ve vnějším prostředí brát trochu s rezervou. Vliv na zdravotní stav jedince má však spousta jiných faktorů. Zejména kvalitní strava, životní styl, stres a hlavně kouření, jak pasivní tak i aktivní.



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

**Adamec V., Ličbínský R. a Provalínová I.** (2007): Prašnost z dopravy a zdravotní rizika. Dostupné na [http://www.mzp.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPMGFKKQ2KW/\\$FILE/prasnost\\_Ličbínský\\_\(Adamec\).pdf](http://www.mzp.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPMGFKKQ2KW/$FILE/prasnost_Ličbínský_(Adamec).pdf) 10.8.2009

**Bai, N., Khazaei, M., Eeden, S. a Laher, I.** (2007): The pharmacology of particulate matter air pollution-induced cardiovascular dysfunction. *Pharmacology a Therapeutics* 113:16-29.

**Barrett, K., Leeuw, F., Fiala, J., Larssen, S., Sundvor, I., Fjellsbo, L., Dusinska, M., Ostanická, J., Horálek, J., Černíkovský, L., Barmpas, F., Moussipoulos, N. a Vlahocostas, CH.** (2008): Health Impact and Air pollution – An exploration of factors influencing estimates of air pollution impact upon the health of European Citizen. ETC/ACC Technical paper 2008/13

**Bell, ML. a Davis, DL.** (2001): Reassessment of the Lethal London Fog of 1952: Novel Indicators of Acute and Chronic Consequences of Acute Exposure to Air Pollution. *Environmental Health Perspectives* 109:389-394

**Bencko, K., Symon, K. a kol.** (1988): Znečištění ovzduší a zdraví. Avicenum, Praha, 252 s

**Blažek Z., Černíkovský L., Krejčí B. a Volná V.,** (2008): Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi v oblasti Ostravsko-Karvinska.-ČHMÚ Praha 75 s.

**Brunekreef B. a Holgate ST.** (2002): Air pollution and health. *Lancet* 360:1233-1242

**ČHMÚ,** (2009): Souhrný tabelární přehled 2008. Dostupné na [http://www.chmi.cz/uoco/isko/tab\\_roc/2008\\_enh/cze/index\\_cz.html](http://www.chmi.cz/uoco/isko/tab_roc/2008_enh/cze/index_cz.html) [cit.2009-24-7]

**ČHMÚ,** (2009): Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2008. ČHMÚ Praha

**EEA,** (2007): Air pollution in Europe 1990-2004. Dostupné na [http://reports.eea.europa.eu/eea\\_report\\_2007\\_2/en/Air\\_pollution\\_in\\_Europe\\_1990\\_2004.pdf](http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2007_2/en/Air_pollution_in_Europe_1990_2004.pdf) [Cit. 2009-8-8]

**Englert, N.,** (2004): Fine particles and human health-a review of epidemiological studies.- *Toxicology Letters* 149:235-242

**Hadač, E.** (1987): Ekologické katastrofy. - Horizont, Praha 216 s.

**Hannibal, J. a Raab, P.** (1979): Znečišťování ovzduší a jeho soudobé problémy 1. Státní zemědělské nakladatelství, Praha 211 s

**Hertz-Picciotto I., Herr CEW., Yap PS., Dostál M., Shumway RH., Ashwood P., Lipsett M., Joad JP., Pinkerton KE. A Šrám R.** (2005): Air Pollution and Lymphocyte Phenotype Proportions in Cord Blood.- *Environmental Health Perspectives* 113:1391-1398

**Horálek J., De Smet P., De Leeuw F., Denby B., Kurfürst P. a Swart R.** (2007): European air quality maps for 2005 including uncertainty analysis, ETC/ACC Technical Paper 2007/7

**Houthuijs, D., Breugelmans, O., Hoek, G., Vaskovi, E., Miháliková, E., Pastuszka, JS., Jirik, V., Sachelarescu, S., Lolova, D., Meliefste, K., Uzunova, E., Marinescu, C., Volf, J.,**

**Leeuw, F., Wiel, H., Fletcher, T. a Brunekreef, B. (2001):** PM10 and PM2,5 concentrations in Central and Eastern Europe: results from Cesar study.- Atmospheric environment 35:2757-2771

**Hůnová, I., Livorová, H. a Ostanická, J. (2001):** Ground-level ozone and its potential impacts on human health in the Czech Republic.-ČHMÚ

**Hůnová, I., Šantroch, J. a Ostanická, J. (2004):** Ambient air quality and deposition trends at rural stations in the Czech republic during 1993-2001.- Atmospheric environment 38:887-898

**Hůnová, I. a Šantroch, J. (1999):** Promítnutí právních předpisů Evropské Unie do legislativy upravujících ochranu kvality ovzduší v České republice.-Ochrana ovzduší 4

**Choi, H., Jedrychowski, W., Spener, J. (2006):** International studie sof prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and fetal growth.- Environmental Health Perspective 111:1745-1751

**Kazmarová, H., Kotlík, B., Vrbíková V. a Veselská, H., (2008):** Hodnocení zdravotních rizik ze znečištění ovzduší v roce 2006.-Ochrana ovzduší 1

**Krejčí B., (2007):** Vývoj znečištění ovzduší prašným aerosolem v oblasti Ostravsko-Karvinska v letech 1975-2005.-program a sborník konference Brno 23.-25-dubna 2007.-Recetox, Tocoen, ČHMÚ 67-71 s

**Krejčí B. a Černíkovský L. (2008):** Moravskoslezský kraj-problematika imisí.-Ochrana ovzduší 5-6

**Machálek, P. (2008):** Moravskoslezský kraj-problematika emisí.-Ochrana ovzduší 5-6

**Martuzzi, M., Mitis, F., Iavarone, I. a Serinell, M. (2006):** Health impact of PM<sub>10</sub> and ozone in 13 italian cities.-WHO Regional Office for Europe

**Miturová, H., Hanák, M., Holušová, V., Tunysová, Z. a Brezinová, V. (2005):** Co ovlivňuje kvalitu vnějšího ovzduší v Ostravě Bartovicích? – Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě.

**MSK, (2007):** Situační zpráva k Programu snižování emisí znečišťujících látek do ovzduší Moravskoslezského kraje

**MSK, (2009):** Krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší Moravskoslezského kraje: Příloha k nařízení Moravskoslezského kraje č.1/2009

**Nařízení vlády č. 597/2006 Sb. o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší**

**NIEHS (1980):** Benzene (CAS No. 71-43-2). Report on carcinogens, eleventh edition. Dostupné na [http://ntp.niesh.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s019b\\_enz.pdf](http://ntp.niesh.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s019b_enz.pdf) [Cit. 2009-07-22]

**Polášková, M., Pryszczová, M. (2004):** Speciální monitoring zdravotního stavu obyvatelstva v Ostravsko-karvinské oblasti ve vztahu k životnímu prostředí-Výskyt alergických onemocnění: Souhrnná zpráva za období 1994-2003. Ostrava, ZÚ Ostrava a KHS Ostrava. Dostupné na <http://www.zuova.cz/informace/monitoring2003.pdf> [Cit.2009-06-18]

**Pope, CA. a Dockery, DW.** (2006): Health effects of fine particulate air pollution: Lines that Connect. Journal of the air & waste management association. 56:709-749

**RAIS** (2007): Toxicity profiles, Benzo[a]pyrene- CAS Number 50328. Dostupné na [http://rais.ornl.gov/tox\(profiles/Benzoapyrene\\_ragsa.shtml](http://rais.ornl.gov/tox(profiles/Benzoapyrene_ragsa.shtml) [Cit. 2009-7-22]

**Sullivan, R.C. a Prather, K.A.** (2005): Recent Advances in Our Understanding of Atmospheric Chemistry and Climate Made Possible by On-Line Aerosol Analysis Instrumentation. Anal. Chem., 2005. 77: 3861-3886

**Šiška, F.** (1981): Ochrana ovzdušia, Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 1981. 336 str.

**Šrám R.** (2007): Nové poznatky o vlivu znečištěného ovzduší na zdravotní stav populace.- Ochrana ovzduší 5-6

**Šrám, R., Binková, B., Dejmek, J. a Bobak, M.** (2005): Ambient air pollution and pregnancy outcomes? A review of the literature.- Environmental Health Perspective 113:375-382

**Vopasek, S.** (2005).: Dějiny hornictví, aneb, Jak to bylo s uhlím na Ostravsku. Stanislav.- Ostrava:Repronis, 60 s

**Vysoudil, M.** (2002): Ochrana ovzduší. , Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 114 str

**Zákon o ochraně ovzduší č. 86/2002 Sb., v platném znění**

**ZUOVA** (2008-2009): Analýza kvality ovzduší na území města Ostravy a legislativa v ochraně ovzduší.

## **Internetové zdroje**

**ČHMU**, [http://www.chmi.cz/uoco/isko/tab\\_roc/2008\\_enh/cze/pdf/sta.pdf](http://www.chmi.cz/uoco/isko/tab_roc/2008_enh/cze/pdf/sta.pdf)

**ČSÚ: Sčítání lidu 2001(2001)**, on-line na <http://www.czso.cz /sldb/ sldb2001.nsf/openciselnik?openform&:cz081>. [Cit. 2009-08-02]

**Med news:** <http://www.mednews.cz/cz/index.php?menu=aktuality&id=8094> [Cit. 2009-04-06]

**MSK**, <http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/cz/prvni-vysledky-vyzkumu-vlivu-ovzdusi-jsou-znamy-1721> [Cit. 2009-07-18]

**Schalerová, E.:** <http://www.evaschallerova.com/domain /evaschallerova/ files /EKOLOGIE/ Statisticky%202001-2007x.pdf> [Cit. 2009-06-21]

**SZÚ**, [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) [Cit. 2009-08-5].

**Šebáková, H. a Kubina, J.:** Zdraví a ovzduší v MSK. Presentace [http://www.khsova.cz /01\\_aktuality/files /prednaska\\_20080414.pdf?datum =2008-04-16](http://www.khsova.cz /01_aktuality/files /prednaska_20080414.pdf?datum =2008-04-16) [Cit. 2008-11-26]

**Šrám,R.:** Rozhovor v pořadu Leonardo, Český rozhlas [http://www. Rozhlas.cz/leonardo/audio/  
?p\\_po=2628&p\\_dat\\_from=13.11.2007&dni=1](http://www.Rozhlas.cz/leonardo/audio/?p_po=2628&p_dat_from=13.11.2007&dni=1)

**ÚSIZ,** (2009): Činnost oboru dětského a dorostového v ambulantní péči v roce 2008. [http://www.uzis.cz/download.php?ctg=20&mnu\\_id=3998](http://www.uzis.cz/download.php?ctg=20&mnu_id=3998). [Cit. 2009-07-30]

**ÚSIZ,** (2007): Tuberkulóza a respirační nemoci - činnost oboru v Moravskoslezském kraji v roce 2006. [http://www.uzis.cz/ download. Php ?ctg=20&mnu\\_id=3998](http://www.uzis.cz/download.Php?ctg=20&mnu_id=3998). [Cit. 2009-07-30 ]

## SEZNAM PŘÍLOH

### **Příloha 1:**

- Nejvýznamnější provozovny zdrojů znečišťování ovzduší kategorie REZZO 1 (velké zdroje)
- Nejvýznamnější provozovny zdrojů znečišťování ovzduší kategorie REZZO 2 (střední zdroje)
- Nejvýznamnější plošné (obce) zdroje kategorie REZZO 3 (malé zdroje)

### **Příloha 2:**

- Imisní limity a cílové imisní limity znečišťujících látek pro ochranu zdraví

### **Příloha 3:**

- Tabulka limitů, mezí tolerance a mezí pro posuzování

### **Příloha 4:**

- Slovníček legislativních pojmů v ochraně ovzduší

### **Příloha 5:**

- Vybrané roční charakteristiky suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub> v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

### **Příloha 6:**

- Znečištění ovzduší v Ostravě-Bartovicích (rozdíl v koncentracích v topné a netopné sezóně)



## PŘÍLOHA 1:

Nejvýznamnější provozovny zdrojů znečištění ovzduší kategorie REZZO 1 (velké zdroje)

	Název	TZL	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	VOC
		t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
1	TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. - Výroba surového železa	673,5	1402,9	1032,1	48533,8	8,3
2	ArcelorMittal Ostrava a.s. - závod 12 Vysoké pece, dříve Vysoké Pece Ostrava, a.s.	889,1	2355,7	909,8	39047,7	0,0
3	ArcelorMittal Ostrava a.s. - závod 13 – ocelárna, dříve Mittal Steel Ostrava a.s.	79,7	111,4	921,0	21409,8	245,0
4	TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. - Ocelárenská výroba	169,5	27,5	47,5	10735,7	0,0
5	ArcelorMittal Ostrava a.s. - závod 4 - energetika, dříve Mittal Steel Ostrava a.s.	177,6	5986,8	3458,6	256,8	153,1
6	Dalkia Česká republika, a.s. - Elektrárna Třebovice	145,5	4775,6	3936,4	107,2	87,4
7	ČEZ, a.s., Elektrárna Dětmarovice	174,5	1991,5	4180,5	128,2	167,3
8	EVRAZ VÍTKOVICE STEEL, a.s. – provoz ocelárny, dříve VÍTKOVICE STEEL, a.s.	78,3	6,0	214,1	3925,3	23,5
9	ČEZ a.s. - energetika Vítkovice, dříve Energetika Vítkovice, a.s.	65,2	1695,4	1058,4	95,1	27,7
10	ENERGETIKA TRINEC a.s. - provoz teplárny a tepelná energetika	83,6	1839,2	715,8	262,2	2,6
11	Dalkia Česká republika, a.s. - Teplárna Karviná	30,4	1467,1	631,4	71,1	0,7
12	KOTOUČ ŠTRAMBERK, spol. s r.o., Výroba vápna	3,6	34,7	135,4	1996,5	18,8
13	ArcelorMittal Ostrava a.s. - závod 10 - koksovna, dříve Mittal Steel Ostrava a.s.	403,6	188,2	364,9	967,6	51,0
14	Biocel Paskov a.s.	40,9	577,4	804,4	178,5	89,1
15	ŽDB GROUP a. s., Bohumín - Topenářská technika Viadrus, dříve ŽDB, a.s.	28,2	38,8	21,3	1420,9	7,0
16	Dalkia Česká republika, a.s. - Teplárna Čsl.armády	14,0	653,3	343,7	120,3	8,6
17	OKD, a.s - Důl ČSM, Teplárna	13,3	465,9	393,4	39,9	7,3
18	OKD, OKK a.s. Koksovna Jan Šverma	92,1	188,7	290,8	316,5	20,0
19	Dalkia Česká republika, a.s. - Teplárna Přívoz	10,9	390,8	340,0	38,6	8,5
20	TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. - Koksochemická výroba	146,9	102,7	199,0	247,8	64,2

Zdroj: Krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší MSK

Nejvýznamnější provozovny zdrojů znečištění ovzduší kategorie REZZO 2 (střední zdroje)

	Název	TZL	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	VOC
		t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
1	SELIKO Opava a.s. - kotelna	14,8	203,7	49,5	32,7	8,2
2	BÖGL a KRYSL - SILNICE MORAVA s.r.o. - kamenolom	200,4	0,0	0,0	0,0	0,0
3	EUROVIA Lom Jakubčovice, s.r.o. – kamenolom a kotelna	155,6	0,0	0,1	0,0	0,0
4	OPATHERM, a.s. - kotelna Kylešovice - Hlavní 97	0,3	47,2	14,1	1,8	0,6
5	OKD, a.s. - Staříč - výdušná jáma	43,7	0,0	0,0	0,0	0,0
6	LENAS, a.s. - tůrna lnu	35,6	0,0	0,9	5,6	0,0
7	MOS s.r.o. - kotelna	1,1	25,9	4,8	1,9	1,7
8	REVLAN s.r.o. - kotelna	11,3	0,0	6,5	14,6	0,1
9	SLADOVNÁ, spol. s r.o. - kotelna na tuhá paliva	1,5	20,8	4,5	2,7	2,2
10	SLETEX s.r.o. - Frýdek-Místek - kotelna	0,1	23,0	4,0	3,1	0,5
11	KATR a.s. - čerpací stanice PHM	6,8	0,7	5,4	16,3	0,2
12	První Vítkovská a.s. - kotelna	2,2	13,9	4,0	2,7	4,6
13	Štěrkovny spol. s r. o. Dolní Benešov - zpracování kamene	25,9	0,0	0,0	0,0	0,0
14	HRANEX s.r.o. - kotelna na dřevo	5,1	0,3	4,2	14,8	0,3
15	MORAVIA ENERGO, a.s. - Bohumín - kogenerační jednotka	0,2	0,0	19,0	5,3	0,0
16	REFRASIL, s.r.o. - pece na výrobu keramiky	2,8	2,5	4,5	9,6	0,6
17	Školní statek, Opava, p.o. - kotelna	1,0	10,9	3,6	3,0	1,1
18	JHF Hermanovice spol. s r. o. - kamenolom	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0
19	David Kotásek - kotelna	1,2	2,4	1,1	10,2	3,1
20	Strojírna STELON Břidličná s.r.o. - lakovna	0,5	11,1	2,2	0,9	2,9

Zdroj: Krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší MSK

Nejvýznamnější plošné (obce) zdroje kategorie REZZO 3 (malé zdroje)

	Obec	TZL	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	VOC
		t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
1	Ostrava	90,8	133,2	81,1	477,7	96,1
2	Třinec	36,8	54,3	20,5	192,6	38,7
3	Orlová	32,2	50,8	13,2	180,4	36,0
4	Frydek-Místek	27,5	38,2	17,1	133,8	27,2
5	Petřvald	24,2	37,2	10,6	131,7	26,3
6	Karviná	18,9	29,6	11,8	105,9	21,1
7	Opava	18,6	23,8	29,8	86,0	17,7
8	Mosty u Jablunkova	16,8	25,9	6,5	91,5	18,3
9	Rychvald	16,4	25,6	7,8	91,0	18,1
10	Haviřov	13,7	20,6	12,5	73,8	14,8
11	Bohumín	12,9	19,7	10,6	70,9	14,2
12	Český Těšín	12,7	18,4	12,2	66,1	13,3
13	Frydlant nad Ostravicí	14,5	19,3	7,6	67,4	13,8
14	Krnov	14,6	17,7	13,9	62,5	13,0
15	Rýmařov	14,5	16,9	8,2	58,1	12,1
16	Vratimov	11,6	17,4	5,9	61,5	12,4
17	Jablunkov	11,5	16,5	5,5	58,1	11,7
18	Šenov	10,3	15,2	6,3	54,0	10,9
19	Bilovec	11,2	14,8	7,1	52,1	10,6
20	Hradec nad Moravicí	11,7	13,2	6,9	45,2	9,5

*Zdroj: Krajský integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší MSK*

## PŘÍLOHA 2:

Imisní limity a cílové imisní limity znečišťujících látek pro ochranu zdraví

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit IL (Imisní cíl)			Mez tolerance MT				IL + MT			
		Koncentrace [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Připustný počet překroč. za kal. rok	Datum, do něhož musí být limit dosažen	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
<b>Imisní limity pro ochranu zdraví</b>												
oxid siřičitý	1 hodina	350	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24 hodin	125	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
suspendované částice PM10	24 hodin	50	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1 kalend. rok	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
oxid dusičitý	1 hodina	200	18	31.12.09	40	30	20	10	240	230	220	210
	1 kalend. rok	40	-	31.12.09	8	6	4	2	48	46	44	42
oxid uhelnatý	max. denní 8h prům	10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
benzen	1 kalend. rok	5	-	31.12.09	4	3	2	1	9	8	7	6
olovo	1 kalend. rok	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cílové imisní limity pro ochranu zdraví</b>												
arsen	1 kalend. rok	0.008	-	31.12.12	-	-	-	-	-	-	-	-
kadmium	1 kalend. rok	0.005	-	31.12.12	-	-	-	-	-	-	-	-
nikl	1 kalend. rok	0.02	-	31.12.12	-	-	-	-	-	-	-	-
benzo(a)pyren	1 kalend. rok	0.001	-	31.12.12	-	-	-	-	-	-	-	-
troposféř. ozon	max. denní 8h prům	120	25 (v prům. za 3 roky)	31.12.09	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Dlouhodobé imisní cíle pro ochranu zdraví</b>												
troposféř. ozon	max. denní 8h prům	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Zdroj: Nařízení vlády č. 597/2006 Sb. o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší

### PŘÍLOHA 3:

**Tabulka limitů, mezí tolerance a mezí pro posuzování**  
(podle Nařízení vlády č. 350/2002 Sb. a účinků vybraných látek)

Složka	Doba průměrování	Limitní hodnota [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] LV	Mez tolerance (pro r. 2003) [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] MT	Mez pro posuzování [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]		Termín dosažení LV	Účinky látek
				Horní UAT	Dolní LAT		
SO <sub>2</sub>	1 hod	350, max 24x / rok	60	-	-	1.1.2005	bronchitida, změny plicních funkcí u astmatiků
	24 hod	125, max 3x / rok	bez meze tolerance	75, max 3x / rok	50, max 3x / rok	1.1.2005	
	kalendářní rok	50	bez meze tolerance	-	-	nabytí účinnosti nařízení	
PM <sub>10</sub> , 1. stádium	24 hod	50, max 35x / rok	10	30, max 7x / rok	20, max 7x / rok	1.1.2005	zvýšení akutních respiračních onemocnění, snížení plicních funkcí, synergické účinky s SO <sub>2</sub> , kolísání koncentrací, zvyšuje mortalitu a morbiditu
	kalendářní rok	40	3,2	14	10	1.1.2005	
NO <sub>2</sub>	1 hod	200, max 18x / rok	70	140, max 18x / rok	100, max 18x / rok	1.1.2010	změny plicních funkcí pro akutní účinky, nejasné účinky při dlouhodobém působení
	kalendářní rok	40	14	32	26	1.1.2010	
Pb	kalendářní rok	0,5	0,2	0,35	0,25	1.1.2005	účinky na biosyntézu hemu, nervový systém a krevní tlak
CO	maximální 8hod průměr	10 000	3300	7 000	5 000	1.1.2005	kardiovaskulární a neurologické akutní účinky
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	kalendářní rok	5	4,375	3,5	2	1.1.2010	kašel, zimnice, horečka, zvracení, zhoršuje vidění
O <sub>3</sub>	maximální denní 8hod. klouzavý průměr	120, 25x v průměru za 3 roky	bez meze tolerance	120	-	1.1.2010	akutní účinky (možné změny plicních funkcí, dráždění očí)
Cd	kalendářní rok	0,005	0,002	0,003	0,002	1.1.2005	účinky na ledviny
As	kalendářní rok	0,008	0,00525	0,0036	0,0024	1.1.2010	neurologické, vaskulární, hematologické
Ni	kalendářní rok	0,02	0,014	0,014	0,01	1.1.2010	alergie kůže a respiračního tlaku
Hg	kalendářní rok	0,050	-	0,045	0,035	1.1.2010	při vysokých koncentracích bronchitida, zápal plic, kašel, dýchací potíže, průjem a účinek na CNS
BaP	kalendářní rok	0,001	0,007	0,0005	0,00025	1.1.2010	mutagenní a teratogenní efekty, karcinogenní účinky na plíce, játra, ledviny a krev
NH <sub>3</sub>	kalendářní rok	100	40	14	8	1.1.2005	dráždí až leptá oči, sliznici dýchacích cest, plíce a kůže, vede až k dušení

## **PŘÍLOHA 4: Slovníček legislativních pojmů v ochraně ovzduší**

Cílová hodnota (Target Value) - Úroveň stanovená s cílem ochrany lidského zdraví a/nebo životního prostředí jako celku před dlouhodobými škodlivými účinky znečištění ovzduší. Této úrovni má být dosaženo v oblastech, kde je to možné, v souladu s časovým harmonogramem. Na rozdíl od imisního limitu není tato hodnota závazná.

Horní mez stanovení (Upper Assessment Threshold) - Úroveň specifikovaná pro každou znečišťující příměs v direktivách EU, nad níž je pro stanovení kvality venkovního ovzduší povinné měření

Imisní limit (Limit Value) - Úroveň určená na základě vědeckých poznatků, jejímž cílem je ochránit lidské zdraví a/nebo životní prostředí jako celek před škodlivými účinky znečišťujících příměsí ve venkovním ovzduší. Této hodnoty musí být dosaženo v souladu s předem stanoveným časovým harmonogramem a jakmile jí bude dosaženo, nesmí již dojít k jejímu překročení.

Mez tolerance (Margin of Tolerance) - Percentuální podíl imisního limitu, o který může být imisní limit překročen podle podmínek specifikovaných v Direktivě 96/62/EC. Jde o určité změkčení imisního limitu, které je pro jednotlivé roky přesně specifikováno a lineárně se snižuje, tak aby bylo k r. 2005 dosaženo imisního limitu

Stanovení kvality ovzduší (Assessment) - Jakákoliv metoda použitá k měření, výpočtu, predikci nebo odbornému odhadu úrovně znečišťujících příměsí ve venkovním ovzduší.

Spodní mez stanovení (Lower Assessment Threshold) – Úroveň specifikovaná pro každou znečišťující příměs v direktivách, pod níž je pro stanovení kvality venkovního ovzduší plně postačující modelování nebo odborný odhad. V oblasti mezi horní a spodní mezí stanovení lze kvalitu venkovního ovzduší stanovit kombinací měření a modelových výpočtů

Stanovení kvality ovzduší (Assessment) - Jakákoliv metoda použitá k měření, výpočtu, predikci nebo odbornému odhadu úrovně znečišťujících příměsí ve venkovním ovzduší.

Úroveň (Level) - Koncentrace znečišťující příměsí ve venkovním ovzduší nebo atmosférická depozice znečišťující příměsí na povrch za dané časové období.

Znečišťující příměs (Pollutant) - Jakákoliv látka, jejímž zdrojem ve venkovním ovzduší je antropogenní činnost a u které se předpokládají škodlivé účinky na zdraví lidí a/nebo na životní prostředí jako celek.

### Zvláštní imisní limit (Alert Threshold)

Úroveň, jejíž překročení znamená riziko ohrožení lidského zdraví při krátkodobé expozici a při níž budou podniknuty určité kroky specifikované Direktivou 96/62/EC (týká se informací veřejnosti nikoliv opatření na emisních zdrojích).

*Zdroj: Hůnová & Šantrouch, 1999*

## PŘÍLOHA 5:

Vybrané roční charakteristiky suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub> v µg.m<sup>-3</sup>

Stanice	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	<b>Počet překročení 24h limitu za rok</b>									
Ostrava-Fifejdy	78	92	104	91	117	158	102	117	112	90
Ostrava-Poruba V.	38	49	42	77	73	86	41	-	-	-
Ostrava-Radvanice	42	47	61	95	117	129	60	-	-	-
Ostrava-Zábřeh	64	54	47	107	99	144	106	120	92	80
Bohumín	93	52	213	223	142	178	177	159	169	129
Frýdek-Místek	63	50	71	91	91	134	99	122	88	70
Havířov	44	46	65	92	90	208	168	155	135	95
Karviná	40	48	54	100	92	156	106	149	145	104
Orlová	45	35	105	140	112	138	111	162	141	93
Věrníkovice	53	45	93	186	219	169	103	126	143	112
Studénka	33	22	16	47	89	120	79	104	83	66
Ostrava-Přivoz	-	37	75	128	151	166	146	160	149	116
Ostrava-Přivoz / ZÚ	-	-	-	-	-	106	72	105	110	84
Ostrava-Poruba / ČHMÚ	-	-	-	-	-	76	71	99	64	47
Ostrava-Přivoz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostrava-Českobratrská	-	-	-	-	-	-	-	144	144	98
Ostrava-Mariánské Hory	-	-	-	-	-	-	-	-	99	83
Ostrava-Bartovice	-	-	-	-	-	-	-	-	173	202

*Zdroj: ZUOVA 2008-2009*

## PŘÍLOHA 6:

Znečištění ovzduší v Ostravě-Bartovicích (rozdíl v koncentracích v topné a netopné sezóně)

Škodlivina	Aritmetický pr./počet překročení krátkodobých konc.			Navýšení v topné sezóně ar.pr.top. / ar.pr.netop.
	roční	topná	netopná	
µg/m <sup>3</sup>				
<b>PM10</b>	<b>63/190</b>	<b>84/135</b>	<b>42/55</b>	<b>2</b>
<b>NOx</b>	<b>38</b>	<b>46</b>	<b>29</b>	<b>1.6</b>
<b>NO2</b>	<b>29/0</b>	<b>34/0</b>	<b>23/0</b>	<b>1.5</b>
<b>O3 -8hod</b>	<b>61/14</b>	<b>46/5</b>	<b>76/9</b>	<b>0.6</b>
<b>As</b>	<b>0.0124</b>	<b>0.0162</b>	<b>0.0085</b>	<b>1.9</b>
<b>Cd</b>	<b>0.0029</b>	<b>0.0040</b>	<b>0.0018</b>	<b>2.2</b>
<b>Cr</b>	<b>0.0105</b>	<b>0.0131</b>	<b>0.0078</b>	<b>1.7</b>
<b>Mn</b>	<b>0.1000</b>	<b>0.1252</b>	<b>0.0738</b>	<b>1.7</b>
<b>Ni</b>	<b>&lt; 0.0034</b>	<b>&lt; 0.0034</b>	<b>&lt; 0.0034</b>	
<b>Pb</b>	<b>0.1140</b>	<b>0.1566</b>	<b>0.0699</b>	<b>2.2</b>
<b>Fe</b>	<b>8.845</b>	<b>11.666</b>	<b>5.929</b>	<b>2.0</b>
<b>Zn</b>	<b>0.2922</b>	<b>0.3930</b>	<b>0.1879</b>	<b>2.1</b>
<b>Fenantren</b>	<b>0.0925</b>	<b>0.1270</b>	<b>0.0556</b>	<b>2.3</b>
<b>Antracen</b>	<b>0.0137</b>	<b>0.0215</b>	<b>0.0054</b>	<b>4.0</b>
<b>Fluoranten</b>	<b>0.0392</b>	<b>0.0559</b>	<b>0.0214</b>	<b>2.6</b>
<b>Pyren</b>	<b>0.0270</b>	<b>0.0309</b>	<b>0.0144</b>	<b>2.1</b>
<b>Benz(a)antracen</b>	<b>0.0141</b>	<b>0.0210</b>	<b>0.0071</b>	<b>3.0</b>
<b>Chrysen</b>	<b>0.0112</b>	<b>0.0167</b>	<b>0.0056</b>	<b>3.0</b>
<b>Benzo(b)fluoranten</b>	<b>0.0091</b>	<b>0.0128</b>	<b>0.0056</b>	<b>2.3</b>
<b>Benzo(k)fluoranten</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0072</b>	<b>0.0031</b>	<b>2.3</b>
<b>Benzo(a)pyren</b>	<b>0.0103</b>	<b>0.0149</b>	<b>0.0056</b>	<b>2.7</b>
<b>Dibenz(a,h)antracen</b>	<b>0.0012</b>	<b>0.0019</b>	<b>0.0006</b>	<b>3.2</b>
<b>Benzo(g,h,i)perylene</b>	<b>0.0066</b>	<b>0.0095</b>	<b>0.0037</b>	<b>2.6</b>
<b>Indeno(1,2,3,c,d)pyren</b>	<b>0.0064</b>	<b>0.0096</b>	<b>0.0032</b>	<b>3.0</b>
<b>Benzen</b>	<b>4.0</b>	<b>4.6</b>	<b>3.3</b>	<b>1.4</b>
<b>Toluen</b>	<b>24.2</b>	<b>30.0</b>	<b>18.2</b>	<b>1.6</b>
<b>Suma xylenu</b>	<b>3.8</b>	<b>4.8</b>	<b>2.8</b>	<b>1.7</b>
<b>Styren</b>	<b>0.6</b>	<b>0.8</b>	<b>0.5</b>	<b>1.6</b>

### Frakce prachu PM10:

Průměrná roční koncentrace PM10 byla 63 µg/m<sup>3</sup>, tím byl roční limit 40 µg/m<sup>3</sup> překročen o cca 58 %. Denní limit 50 µg/m<sup>3</sup> byl překročen 190x, přičemž legislativou je povoleno překročit denní limit pouze 35x v roce. V *topné sezóně* byl roční limit překročen o 110% a denní limit byl překročen 135x, tzn. ve třech dnech ze čtyř byla zaznamenána nadlimitní denní prašnost. Ani v *netopné sezóně* nebyly dodrženy požadavky na úroveň prašnosti

v ovzduší. Roční limit byl mírně překročen o 5%. Bylo zjištěno 55 dní s nadlimitní prašností, což představovalo cca vždy jeden den ze tří s nadlimitní prašností.

### Arsen:

Průměrná roční koncentrace arsenu byla 0,0124 µg/m<sup>3</sup>, tím byl roční limit 0,006µg/m<sup>3</sup> (s datem plnění k 31.12.2012) překročen asi o 100%. K překročení tohoto ročního limitu došlo jak v *topné sezóně* o 170%, tak i v *netopné sezóně* o 40%.

### Benzo(a)pyren:

Roční průměrná koncentrace ve výši 0,0103 µg/m<sup>3</sup> překročila roční limit 0,001µg/m<sup>3</sup> cca desetinásobně, tento roční limit má datum plnění k 31. 12. 2012. V *topné sezóně* byla zjištěna

průměrná koncentrace patnáctinásobně vyšší než je výše uvedený roční limit a v *netopné sezóně* cca šestinásobně. Z čehož vyplývá, že v *topné sezóně* bylo naměřeno v ovzduší přibližně 2,5x více benzo(a)pyrenu než v *netopné*.

#### **Benzo(a)antracen**

Roční průměrná koncentrace na hladině 0,0141  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  překročila o cca 40% referenční koncentraci dle SZÚ (0,01  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). V *netopné sezóně* byla průměrná hodnota 0,0071  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a v *topné sezóně* bylo změřeno v ovzduší 0,021  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , což představovalo 3x více benzo(a)antracenu v *topné sezóně* proti *netopné*. Limit v *topné sezóně* byl překročen o 100%.

#### **Ostatní škodliviny**

Koncentrace ostatních škodlivin, hodnocených dle naší platné legislativy, splňovaly požadavky na kvalitu ovzduší. Vyjma ozonu lze konstatovat, že v *topné sezóně* byla hladina znečištění vyšší než v *netopné sezóně* a toto navýšení se pohybovalo v rozmezí 1,4x (benzen) až 4x (antracen).

*Zdroj: Miturová at al, 2005*

