



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Vojtěch Hassmann

**System monitorování zdrav. stavu české
populace ve vztahu k prostředí**
Environmental health monitoring system in the
Czech Republic

Bakalářská práce

Praha, 2009

Autor práce: Vojtěch Hassmann

Studijní program: Veřejné zdravotnictví

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **Prof. MUDr. Milena Černá , DrSc.**

Pracoviště vedoucího práce: **Ústav obecné hygieny 3.LF**

Rok obhajoby: 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracoval samostatně a použil jen uvedené prameny a literaturu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

V Praze 2009

Vojtěch Hassmann

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval mé vedoucí práce Prof. Mudr. Mileně Černé, DrSc. za trpělivost, podněty a cenné rady, které mi poskytla při psaní bakalářské práce.

Obsah

OBSAH.....	5
ÚVOD.....	6
1. ŠKODLIVINY V OVZDUŠÍ.....	7
1.1 Prahové a bezprahové účinky látek.....	8
1.1.1 Klasifikace karcinogenů podle IARC.....	9
1.1.2 Vliv znečištění ovzduší na zdraví.....	9
1.2 Zdroje znečišťujících látek.....	11
1.3 Druhy znečišťujících látek.....	13
1.3.1 Oxid siřičitý.....	13
1.3.2 Oxid dusičitý.....	14
1.3.3 Oxid uhelnatý.....	17
1.3.4 Ozón.....	19
1.3.5 Těkavé organické (volatilní) látky.....	21
1.3.6 Benzen.....	22
1.3.7 Suspendované částice.....	24
1.3.8 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU).....	26
1.3.9 Těžké kovy	
1.3.1.1 Olovo.....	27
1.3.1.2 Arsen.....	28
1.3.1.3 Kadmium.....	30
1.3.1.4 Nikl.....	30
2. SYSTÉM MONITOROVÁNÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU OBYVATELSTVA ČR VE VZTAHU K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ.....	32
3. SUBSYSTÉM I. - ZDRAVOTNÍ DŮSLEDKY A RIZIKY ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ.....	33
4. INCIDENCE AKUTNÍCH RESPIRAČNÍCH ONEMOCNĚNÍ.....	34
5. ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ MĚST.....	36
5.1 Polycyklické aromatické uhlovodíky.....	38
6. HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍCH RIZIK KARCINOGENNÍCH LÁTEK.....	41
ZÁVĚR.....	31
SOUHRN.....	44
SUMMARY.....	44
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	45
SEZNAM TABULEK.....	47
SEZNAM GRAFŮ.....	47
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	48
SEZNAM PŘÍLOH.....	49
PŘÍLOHY.....	50

Úvod

Motto:

„Vzduch, který přijímáme v momentě narození
a jehož se vzdáváme v momentě smrti,
je základem naší existence.”

The Times, Londýn, 17. února 1881

Téma své bakalářské práce Systém monitorování zdrav. stavu české populace ve vztahu k prostředí jsem si vybral na základě svého dlouholetého zájmu o tuto problematiku.

Znečištění ovzduší je předmět pozornosti již od dob, kdy člověk začal svou činností vnášet do přírodního složení ovzduší další příměsi.

Postoj lidí k znečišťování ovzduší je ovlivňován vědomím, že znečištění ovzduší může za určitých okolností dosáhnout takového stupně, že se změní v podstatě v havárii. Dále je pak tato skutečnost umocňována faktem, že musíme dýchat vzduch, jaký se momentálně kolem nás nachází, nemůžeme přestat dýchat, nemáme možnost výběru. Toto všechno staví člověka do pozice, ve které může velmi těžko zaujmout k možným rizikům, znečištění ovzduší objektivní postoj nepřeceňující ani nepodceňující jeho význam. Problém znečištění ovzduší je vždy nutno vnímat v kontextu významu faktorů životního stylu (kouření).

Ovzduší obsahuje složitou a různorodou směs znečišťujících látek ve velmi proměnlivé koncentraci, jejíž účinek je dále modifikován fyzikálním stavem ovzduší a meteorologickými podmínkami.

1. Škodliviny v ovzduší

Tab. č. 1 Složení vzduchu²

Složka	Značka	Obsah v procentech objemu
Dusík	N ₂	78,09
Kyslík	O ₂	20,95
Argon	Ar	0,99
Oxid uhličitý	CO ₂	0,03-0,04
Neon	Ne	1,8*10 ⁻³
Helium	He	5,2*10 ⁻⁵
Krypton	Kr	1,0*10 ⁻⁴
Vodík	H ₂	5,0*10 ⁻⁵
Xenon	Xe	8,0*10 ⁻⁶
Ozón	O ₃	1,0*10 ⁻⁶

Jak je zřejmé z tabulky, tak malá část dokáže výrazně ovlivnit zdravotní stav jedince.

Pro upřesnění některých pojmů budu citovat část zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší.

Znečišťující látka je jakákoliv látka vnesená do vnějšího ovzduší nebo v něm druhotně vznikající, která má přímo a nebo může mít po fyzikální nebo chemické přeměně nebo po spolupůsobení s jinou látkou škodlivý vliv na život a zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí, na klimatický systém Země nebo na hmotný majetek.

Znečišťování ovzduší se rozumí vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do ovzduší v důsledku lidské činnosti vyjádřené v jednotkách hmotnosti za jednotku času.

Jako emise se označuje proces vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do životního prostředí.

Emisním limitem se rozumí nejvýše přípustné množství znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek (nebo pachových látek vypouštěné do

ovzduší ze zdroje znečišťování ovzduší vyjádření jako hmotnostní koncentrace znečišťující látky v odpadních plynech nebo hmotnostní tok znečišťující látky za jednotku času nebo hmotnost znečišťující látky vztažené za jednotku produkce nebo lidské činnosti nebo jako počet látek na jednotku objemu nebo jako počet částic znečišťující látky na jednotku objemu).

Imise je znečišťování ovzduší vyjádřené hmotnostní koncentrací znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek.

Imisním limitem je hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená na jednotku objemu při normální teplotě a tlaku.¹

(¹ zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů)

1.1 Prahové a bezprahové účinky látek

a) Prahové účinky látek

U chemických látek s jiným než karcinogenním rizikem se předpokládá jiné působení na organismus. Organismus se úspěšně vyrovnává s expozicí infekčního agens. Předpokládá se existence prahové dávky. Pokud se nedostaví odpověď, dávka je natolik nízká že se nedostaví ani jiné účinky vyžadující dávku větší.

b) Bezprahové účinky látek

Jedná se o tzv. stochastický účinek. Předpokládá se, že neexistuje dávka, která by byla teoreticky bezpečná. Bezprahové působení se předpokládá u látek karcinogenních a mutagenních. Stačí pouze několik málo změn na molekulární úrovni DNA, které může vést k nekontrolované proliferaci buňky. S rostoucí dávkou roste pravděpodobnost rizika.

1.1.1 Klasifikace karcinogenů podle IARC (Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny)

Pro klasifikaci se používá stupnice 1 – 4 :

- Skupina 1 látky jsou prokazatelně karcinogenní pro člověka
(podkladem jsou hlavně průkazné epidemiologické studie)
- Skupina 2 látky pravděpodobně karcinogenní pro člověka, které se rozdělují
na :
- 2A jsou pravděpodobně karcinogenní pro člověka, ale
jistě karcinogenní pro zvířata
- 2B látky mohou být nejednoznačně karcinogenní pro
člověka, ale je zde dostatečná průkaznost v
experimentech na zvířatech
- Skupina 3 látky nelze zatím klasifikovat jako karcinogenní pro
člověka
- Skupina 4 látky pravděpodobně nekarcinogenní pro člověka

(² KOLEKTIV AUTORŮ Manuál prevence v lékařské praxi – díl VII. Základy hodnocení zdravotních rizik. Praha SZU, s. 6 – 7, 13 – 15).

1.1.2 Vliv znečištěného ovzduší na zdraví

Uplatnění vlivů znečišťujících látek z ovzduší na zdraví je závislé na jejich koncentraci v ovzduší a době, po kterou jsou lidé těmto látkám vystaveni. Skutečná expozice v průběhu roku a v průběhu života jednotlivce značně kolísá a liší se v závislosti na povolání, životním stylu, resp. na koncentracích látek v různých lokalitách a prostředích.¹

Znečištění ovzduší oxidem uhelnatým a oxidem siřičitým nepředstavuje v měřených sídlech zdravotní riziko, i když v případě oxidu siřičitého práh účinku pro 24hodinovou koncentraci nebyl zjištěn a na některých místech se mohou vyskytovat koncentrace vyšší než jsou velmi nízké hodnoty, považované podle posledních výsledků výzkumu za bezproblémové. Znečištění ovzduší ozónem nedosahuje hodnot akutně ovlivňujících zdraví, výjimkou mohou být za určitých okolností situace v teplém období roku přerůstající do tzv. letního smogu. Z těžkých kovů stanovených ve vzorcích aerosolu je olovo od plošného zavedení bezolovnatého benzínu zdravotně nevýznamnou látkou. Stejně tak mangan a kadmium nepředstavují zdravotní riziko. Znečištění ovzduší chromem je

kvantitativně obtížně hodnotitelné vzhledem k nemožnosti kvantifikovat sloučeniny šesti a trojmocného chrómu.

Mezi zdravotně nejvýznamnější znečišťující látky v ovzduší patří v první řadě prašný aerosol (suspendované částí v ovzduší) a v lokalitách významně zatížených emisemi z dopravy i oxid dusičitý. Působení oxidu dusičitého je obtížné oddělit od účinků dalších současně působících látek, zejména aerosolu. Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé městských lokalit významně ovlivněných dopravou. Z hodnot zjištěných ročních průměrů vyplývá, že zvláště v pražské aglomeraci lze u obyvatel očekávat snížení plicních funkcí, zvýšení výskytu respiračních onemocnění, zvýšený výskyt astmatických obtíží a alergií a to u dětí i dospělých.

Krátkodobé zvýšení denních koncentrací suspendovaných částic frakce PM_{10} (částice menší než $10\ \mu m$) se podílí na nárůstu celkové nemocnosti a i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdce a cév, na zvážení počtu osob hospitalizovaných pro onemocnění dýchacího ústrojí, zvýšení kojenecké úmrtnosti, zvýšení výskytu kašle a ztíženého dýchání – zejména u astmatiků a na změnách plicních funkcí při spirometrickém vyšetření. Dlouhodobě zvýšené koncentrace mohou mít za následek snížení plicních funkcí u dětí i dospělých, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí, výskytu symptomů chronického zánětu průdušek a zkrácení délky života zejména z důvodů vyšší úmrtnosti na choroby srdce a cév zvláště u starých a nemocných osob a pravděpodobně i na rakovinu plic. Tyto účinky bývají uváděny i u průměrných ročních koncentrací nižších než $30\ \mu g/m^3$. Pro chronickou expozici jemným suspendovaným částicím frakce $PM_{2,5}$ (částice menší než $2,5\ \mu m$) se redukce očekávané délky života začíná projevovat již od průměrných ročních koncentrací $10\ \mu g/m^3$.

Pro působení suspendovaných částic v ovzduší nebyla zatím zjištěna bezpečná prahová koncentrace. Podle světové zdravotnické organizace se při průměrné roční koncentraci frakce PM_{10} do $20\ \mu g/m^3$ nezvyšuje celková úmrtnost s více než 95% mírou spolehlivosti. Ani tato hodnota však neznamená plnou ochranu veškeré populace před nepříznivými účinky suspendovaných částic.

Tab. č. 2 Rozpětí koncentrací charakterizující míru znečištění ovzduší sídel suspendovanými částicemi frakce PM₁₀³

Škodlivina	Venkovské pozadí	Městské prostředí		
		minimální hodnota	průměrná hodnota	maximální hodnota
Oxid dusičitý	8,0	7,2	25,6	85,3
Suspendované části frakce PM ₁₀	18,3	11,0	28,0	61,5

Městské ovzduší již od mírné zátěže dopravou spolu s vlivy průmyslu představuje pro obyvatele určité zdravotní riziko. Z údajů o znečištění o ovzduší pro různé typy lokalit vyplývá, že jen část požadovaných lokalit a městských lokalit neovlivněných dopravou není zatíženo suspendovanými částicemi do výše znamenající podstatné zdravotní riziko.

(³ http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/souhrna_zprava/Szu_08.pdf)

1.3 Zdroje znečišťujících látek

REZZO neboli registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší využívá data o stacionárních i mobilních zdrojích.

V souladu se zákonem o ovzduší č. 86/2002 Sb. v platném znění, jsou zdroje znečišťování ovzduší rozděleny do čtyř kategorií:

1. Zvláště velké a velké zdroje znečišťování – **REZZO 1** – stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu vyšším než 5 MW a zařízení zvláště závažných technologických procesů,
2. Střední zdroje znečišťování – **REZZO 2** – stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu vyšším než 5 MW, zařízení závažných technologických procesů, uhelné lomy a plochy s možností hoření, zapaření nebo úletu znečišťujících látek,
3. Malé zdroje znečišťování – **REZZO 3** – stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu nižším než 0,2 MW, zařízení technologických

procesů, nespádající do kategorie velkých a středních zdrojů, plochy, na kterých jsou prováděny práce, které mohou způsobovat znečišťování ovzduší, skládky paliv, surovin, produktů, a odpadů a zachycení exhalátů a jiné stavby, zařízení a činnosti, výrazně znečišťující ovzduší,

4. Mobilní zdroje znečišťování – **REZZO 4** – pohyblivá zařízení se spalovacími nebo jinými motory, zejména silniční motorová vozidla, železniční kolejová vozidla, plavba a letadla.⁴

Zdroje znečišťování ovzduší můžeme rozdělit na přírodní a vznikající působením člověka. Z legislativního pohledu je důležitý zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší. Dále pak je velice důležité rozdělení zdrojů na mobilní a stacionární.

1) Mobilní zdroje

Mobilními zdroji znečišťování ovzduší jsou samohybná a další pohyblivá, případně přenosná zařízení vybavená spalovacími motory, pokud tyto motory slouží k vlastnímu pohonu nebo jsou zabudovány jako nedílná součást technologického vybavení. Jde o dopravní prostředky (silniční vozidla, drážní vozidla a stroje, letadla a plavidla), nesilniční mobilní zdroje (kompresory, stavební stroje, buldozery, vysokozdvizné vozíky, zařízení na údržbu silnic, sněžné pluhy, zemědělské a lesnické stroje,...), přenosná nářadí vybavená spalovacími motorem (motorové sekačky, pily, sbíječky,...).¹

2) Stacionární zdroje

Rozdělujeme podle míry vlivu na kvalitu ovzduší na kategorie zvláště velké, střední a malé, podle technického a technologického uspořádání na zařízení spalovacích procesů, spalovny odpadů (s. nebezpečného odpadu, s. komunálního odpadu a s. jiného než nebezpečného odpadu a komunálního odpadu) a ostatní stacionární zdroje.

Spalovací zdroje se zařazují podle tepelného příkonu nebo výkonu na zvláště velké spalovací zdroje.¹

(¹ zákon č. 86/2002Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů)
(⁴ <http://www.portal.env.cz/rozscestnik/ovzdusi.php>)

2.1 Druhy znečišťujících látek v ovzduší

2.1.1 Oxid siřičitý

Zdrojem oxidu siřičitého je spalování fosilních paliv a při tavení rud s obsahem síry. Z přírodních zdrojů se na vzniku podílí vulkány a sopky. SO₂ působí přímo na sliznici dýchacích cest svým dráždivým účinkem. Má dobrou rozpustnost ve vodě, díky tomu je většina resorbována mukózními membránami v dutině nosní a dalších partiích horních cest dýchacích a jen malé množství proniká dál do dolních cest dýchacích. Je vstřebáván do krve kde po jaterní biotransformaci na sírany se vylučuje prostřednictvím ledvin.

Expozice vysokým koncentracím způsobuje bronchokonstrikci, bronchitidu a tracheobronchitidu (kolem 10000 µg/m³). Individuální rozdíly jsou velké u zdravých jedinců a ještě větší u astmatiků. U astmatiků může vyvolat klinické změny spojené s bronchospasmy.⁵ Astmatici mají dýchací trakt velmi labilní a jejich odolnost se pravděpodobně mění v odezvě na mnohé další podněty včetně reakce na pyl.³

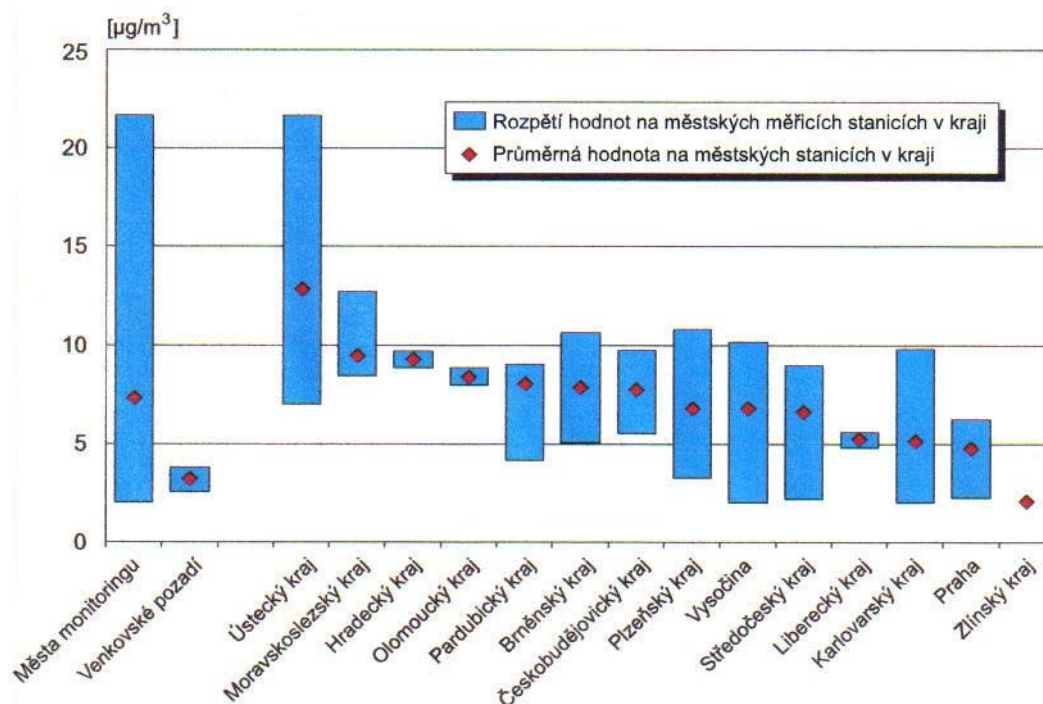
Oxid siřičitý podléhá reakcím v ovzduší a vznikají oxidy síry a síranový aniont. Jsou to látky s intenzivnějším dráždivějším účinkem než má oxid siřičitý.⁵

Imisní limity jsou stanoveny takto:

- 24 hod. – 125 µg/m³ – nesmí být překročen více jak 3krát/rok
- 1 hod. – 350 µg/m³ - nesmí být překročen více jak 24krát/rok

Měřené hodnoty oxidu siřičitého v roce 2007 na stanicích ve městech jen výjimečně překročil úroveň 10% stanovených krátkodobých imisních limitů. Vyšší koncentrace SO₂ lze pozorovat především v oblasti těžby hnědého uhlí a elektráren v Ústeckém kraji (graf.č. 1). Vliv velkých průmyslových zdrojů potvrzují dlouhodobě zvýšené hodnoty v ostravsko-karvinské aglomeraci v Moravskoslezském kraji.³

Graf. č. 1 Průměrné roční koncentrace SO₂ v monitorovaných městech jednotlivých krajů ČR, 2007³



2.1.2 Oxid dusičitý

Hlavním zdrojem oxidů dusíku je spalování fosilních paliv ve stacionárních zdrojích (vytápění, elektrárny) a v motorových vozidlech (ve spalovacích motorech).⁵

Ve většině případů je emitován oxid dusnatý, který je transformován na oxid dusičitý. V globálním měřítku je množství oxidů dusíku vznikající přirozeně bakteriální a sopečnou činností a při bouřkách mnohem větší než množství vytvářené lidskou činností; je však rozptýleno po celém povrchu zeměkoule, takže výsledná koncentrace přirozeného pozadí je velmi malá. Pro ČR představuje tento zdroj méně než 10% celkových emisí. Ve většině případů je emitován do ovzduší oxid dusnatý (NO), který je transformován na oxid dusičitý. Oxidace oxidu dusnatého atmosférickými oxidanty, např. ozonem, probíhá velmi rychle i při velmi nízkých koncentracích obou reakčních složek v ovzduší.

Dalším příspěvkem k obsahu oxidu dusičitého v ovzduší pocházejí ze specifických technologických průmyslových procesů, např. z výroby kyseliny

dusičné, aplikace výbušnin a sváření. Emisní zdroje uvnitř budov zahrnují kouření tabáku, provoz plynových spotřebičů a kamen na naftu.⁶

NO₂ se vyskytuje v životním prostředí jako plyn, proto je jedinou cestou respirační trakt. Zdravotní rizika plynoucí z expozice oxidům dusíku se odvozují od nepříznivých účinků oxidu dusičitého. Hlavní je dráždivý účinek. NO₂ v důsledku své malé rozpustnosti ve vodě proniká do dolních dýchacích cest a plicní periférie, kde působí mechanismem peroxidace lipidů a různým působením vzniklých volných radikálů. Více než 60% vdechnutého NO₂ je absorbováno a v krvi konvertováno na dusitany a dusičnany. Tvorbou kyseliny dusité a dusné poškozuje povrchové membrány buněk. Zároveň snižuje účinnost mukociliární bariéry, poškozuje funkce makrofágů a tím zvyšuje vnímavost k bakteriálním a pravděpodobně i k virovým infekcím plic.

Přírodní pozadí průměrných ročních koncentrací je od 0,4 po 9,4 µg/m³. Roční koncentrace ve městech, resp. obydlených oblastech kolísá mezi 20 až 90 µg/m³ a maximální 1-hodinové koncentrace mezi 75 a 1015 µg/m³. Ve vnitřním prostředí kde jsou neodvětraná zařízení spalující zemní plyn mohou být průměrné hladiny nad 200 µg/m³.⁷

Překročení krátkodobé imisní koncentrace 200 µg.m⁻³ nevylučuje při spolupůsobení dalších faktorů (chlad, námaha, apod.) zhoršení zdravotního stavu pro některé zvláště citlivé osoby s astmatickými obtížemi a chronickou obstrukční bronchitidou, i když toto zhoršení je popisováno většinou až od 400 µg.m⁻³ při jednohodinové expozici. Při expozici oxidu dusičitého (kolem 200 µg.m⁻³ u alergiků a kolem 2000 µg.m⁻³ u zdravých jedinců) bylo zjištěno zvýšení citlivosti na histamin vedoucí k bronchokonstrikci. Pro děti znamená expozice NO₂ zvýšené riziko respiračních onemocnění v důsledku snížení plicních funkcí, zvýšené reaktivity dýchacích cest a snížené obranyschopnosti vůči infekci. Hlavním efektem je nárůst reaktivity dýchacích cest. V řadě studií se potvrdilo, že množství hospitalizací a návštěv pohotovosti pro astmatické potíže dětí je závislé na koncentraci NO₂ v ovzduší. Vysoké koncentrace NO₂ mohou vést ke smrti v důsledku edému plic.⁵

Metaanalýza jejich výsledků ukazuje, že denní koncentrace jsou významně spojené se zvýšením celkové, kardiovaskulární i respirační úmrtnosti. Úroveň

tohoto efektu je hodnocena ve studiích rozdílně a pohybuje se od 0,2 % do 3 % zvýšení úmrtnosti při nárůstu krátkodobé koncentrace NO₂ o 50 µg/m³.

Kvantitativní hodnocení chronických účinků je komplikováno faktem, že je obtížné nebo spíše nemožné oddělit účinky oxidu dusičitého od dalších současně působících látek, především prашného aerosolu.

Doplňk směrnice WHO (2005) doporučuje pro roční průměrnou koncentraci hodnotu 40 µg/m³ a pro 1-hodinovou koncentraci zachování doporučené hodnoty 200 µg/m³. Komplexní riziko se hodnotí na základě vztahů pro suspendované částice ve kterých je zahrnut i vliv dalších znečišťujících látek.⁷

Tab. č. 3 - Hodnoty ročních průměrů NO₂ na stanicích v roce 2007

roční průměry	NO ₂ (µg/m ³)	
	Min.	Max.
rok 2007		
ČR	7,2	84,4
města celkem	9,1	84,4
lokality bez dopravní zátěže	9,1	37,1
lokality s dopravní zátěží	9,7	84,4
průmyslové lokality	21,1	47,7

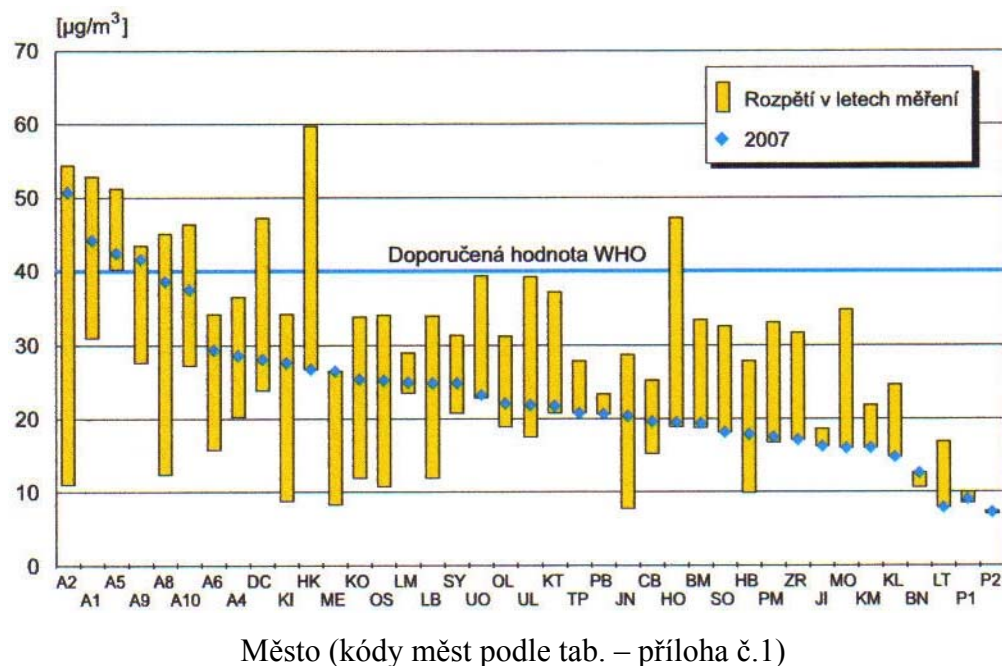
Z hodnot ročních průměrů (tab. č. 3) vyplývá, že v místech bezprostředního ovlivnění intenzivní dopravou (nad 10 000 vozidel) lze v důsledku expozice dusičitého očekávat snížení plicních funkcí, zvýšený výskyt astmatických obtíží a alergií u dětské i dospělé populace. Ve městských lokalitách bez přímého vlivu dopravy není oxid dusičitý zdrojem zdravotních rizik.

(⁵ KOLEKTIV AUTORŮ Manuál prevence v lékařské praxi, díl II)

(⁶ <http://www.ecmost.cz/ovzdusi.php?page=smernice>)

(⁷ http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/cr_rizika_2007.pdf)

Graf č. 2 Koncentrace oxidu uhličitého (NO₂), aritmetický roční průměr v letech 1995 - 2007³



Město (kódy měst podle tab. – příloha č.1)

1.3.3 Oxid uhelnatý

Je jednou z nejběžnějších a široce rozšířených látek znečišťujících ovzduší. Vzniká nedokonalým spalováním uhlíkatých materiálů, a rovněž v některých např. v automobilech, v průmyslu, v teplárnách a ve spalovnách průmyslovým a biologickým procesem. Celkové emise oxidu uhelnatého do ovzduší se rovnají souhrnu emisí všech ostatních látek znečišťujících ovzduší, nebo ho dokonce převyšují. Z tohoto důvodu představuje oxid uhelnatý i nadále potenciální průmyslové a obecné ohrožení životního prostředí.

Koncentrace oxidu uhelnatého v ovzduší v městských oblastech závisí na intenzitě dopravy a na meteorologických podmínkách; mění se značně v závislosti na čase a na vzdálenosti od emisním zdrojů. Mezi pravděpodobně zvláště exponované osoby patří dopravní nebo hlídkující policisté, zaměstnanci garáží, pracovníci metalurgických, ropných, plynárenských či chemických provozů a hasiči.

Protože oxid uhelnatý neproniká pokožkou, je jedinou expoziční cestou vdechování.

Vdechnutý oxid uhelnatý reaguje s železem protohemu hemoglobinu a vytváří s ním velmi pevnou vazbu. Vzniká tak karboxyhemoglobin, který omezuje přenos kyslíku v krvi a je asi 250x stabilnější než oxihemoglobin. Poločas CO leží v rozsahu 2 až 8 hodin.

V souvislosti s expozicemi oxidu uhelnatého se vyskytují čtyři zdravotní účinky:

- kardiovaskulární – zhoršení symptomů u pacientů s angínou pectoris
- neurologické – bolesti hlavy a závratě
- fibrinolytické – při vysokých koncentracích dochází ke snížení pH krve a ke změnám fibrinolýzy
- perinatální – snížení porodní váhy a zpožděný poporodní vývoj plodu

Hypoxie způsobená CO vede k nedostatečné funkci citlivých orgánů a tkání, jako je mozek, srdce, vnitřní stěny krevních cév a destiček.⁶

Zvýšenými koncentracemi CO jsou nejvíc ohroženi jedinci citliví na nedostatek kyslíku: těhotné ženy, malé děti, staré osoby, osoby s chronickým kardiovaskulárním nebo respiračním onemocněním, nemocní anemií.⁵

Z hlediska ochrany zdraví je doporučováno aby hladina COHb v krvi nepřesáhla 2,5% - to je hodnota, která nemá negativní následky ani na citlivou populaci. Tomuto požadavku odpovídají následující koncentrace CO v ovzduší.⁶

Koncentrace v $\mu\text{g.m}^3$	Časový interval
100 000	15 min
60 000	30 min
30 000	1 hod
10 000	8 hod ⁵

Imisní limit mimo 8 hodinového klouzavého průměru není stanoven, pro 24 hod. měření lze použít srovnávací hodnoty – SHx

- 8 hod.- $10\,000\ \mu\text{g/m}^3$ - maximální 8 hod. klouzavý průměr
- 24 hod.- $5\,000\ \mu\text{g/m}^3$

Na většině stanic nebyly v roce 2007 naměřeny roční střední hodnoty 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mírně nad tuto úroveň přesahují hodnoty v dopravně více zatížených lokalitách v Praze. Což dokládá jednoznačnost vazby vyšších naměřených hodnot v lokalitách zatížených dopravou.⁸

(⁸ http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/OZ_07/ovzdusi_2007_zprava.pdf)

1.3.4. Ozón

Troposférický ozón je typickou druhotně vznikající škodlivinou. Neexistuje žádný významný zdroj, který by vypouštěl do ovzduší ozón. Určité malé množství ozónu se vyskytuje v ovzduší přirozeně, po bouřce a v horských oblastech.⁵ Další ozón v přízemní vrstvě je již způsoben lidskou činností. V atmosféře se tvoří nepřímo účinkem slunečního záření na oxidy dusíku v přítomnosti těkavých organických látek.⁶

Z oxidu dusičitého vzniká oxid dusnatý a atomární kyslík, který se ihned sloučí s molekulou kyslíku na ozón. Současně probíhá zpětná oxidace NO způsobující úbytek ozónu. Dynamika chemických procesů je velmi složitá, závisí na vzájemném poměru koncentrací látek vstupujících do reakcí a na fyzikální parametrech (teplota, sluneční záření, vlhkost vzduchu a rychlost větru), ovlivňujících reakční rychlost. Kromě ozónu se při fotochemických reakcích formují i další látky, zejména toxický peroxyacetylnitrát (PAN), peroxid vodíku, aldehydy, řada radikálů s krátkou dobou setrvání apod.⁵

Poměr koncentrací peroxyacetylnitrátu a ozónu není konstantní, a navíc je sezónně proměnný. Tento poměr se mění od 2% do 20% pro střední denní průměry. Ozón přispívá k tvorbě významného množství organických i anorganických aerosolů.⁶

Ozón je jedno z nejsilnějších oxidačních činidel. Hlavním mechanismem účinku na biochemické úrovni je oxidace sulfhydrylových skupin aminokyselin enzymů a oxidace polynenasycených mastných kyselin na peroxidy mastných kyselin. Dráždí oční spojivky a dýchací cesty. Ve vyšších koncentracích dochází ke stažení dýchacích cest. Bylo popsáno poškození plicních funkcí, doprovázené dechovými a jinými symptomy – kašel, suchost v krku, bolesti na hrudníku,

zvýšená produkce hlenu, únava, nevolnost, nutkání ke zvracení.⁵ Vedle funkčních změn a příznaků vyvolává i zvýšení nespecifické citlivosti dýchacích cest k acetylcholinu, metacholinu a histaminu. Obnova funkcí organismu po jednorázových expozicích se odehrává ve dvou fázích : 1. 50% zlepšení během 1 až 3 hodin; 2. návrat do hodnoty před expozicí během 24 až 48 hodin.⁶ Akutní účinky byly zaznamenány u cvičících jedinců, při koncentraci ozónu $160 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ po dobu 6 hodin. U dětí a mladistvích při koncentraci $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ po dobu 8 hodin. Na působení ozónu jsou pravděpodobněji citlivější ženy než muži, obzvláště citlivé jsou děti a mladiství. Zvýšeně citlivá je pak skupina kterou tvoří osoby s chronickými obstrukčními onemocněními plic a astmatu.⁵

Měřené koncentrace se dlouhodobě v letním období pohybují mezi 60 až $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, při vhodné meteorologické situaci mohou maximální (hodinové) hodnoty dosáhnout a přesáhnout $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. V zimním období se dlouhodobě měřené hodnoty pohybují okolo 30 až $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Imisní limit mimo 8 hodinového klouzavého průměru není stanoven, pro hodnocení 24 hod. měření lze použít srovnávací hodnoty – SHx

- 8 hod. – $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – maximální 8hod. klouzavý hodnota nesmí být překročena více jak 25krát/za rok, v průměru za tři roky
- SH_d pro 24 hod. – $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Při sledování hmotnostní koncentrace ozónu se roční aritmetické průměry se pohybovaly v rozmezí 62 až $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$, v městských lokalitách od $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.⁸

Když koncentrace přízemního ozónu překročí určitou úroveň a je předpoklad, že vydrží meteorologické podmínky, které k tomu přispívají vzniká ozónová epizoda. Podle směrnice EU pak platí, že při překročení $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ musí být obyvatelstvo informováno. Pokud krátce shrnu doporučení pro tyto ozónové epizody – tak v podstatě všechna doporučení vycházejí z principu omezení působení/expozice:

- a) omezení pohybu venku
- b) omezení větrání na noční hodiny
- c) pro snížení prekursorů ozónu samozřejmě omezit emise těchto látek – jedním z nutných kroků je omezení dopravy

Ozón má svůj typický denní cyklus – můžeme ho v letním dni zjednodušeně popsat jako křivku s pozvolným nárůstem v ranních hodinách, kdy dochází k iniciaci/zahájení fotochemických koncentrací a maximem v odpoledních hodinách. Tvar křivky nejvíce ovlivňují klimatické změny v atmosféře a rozložení lidských aktivit v průběhu dne.⁹

(⁹ <http://www.szu.cz/uploads/chzp/ovzdusi/dokumenty/documents/ozon.pdf>)

1.3.5 Těkavé (volatilní) organické látky (VOC)

Patří mezi rozsáhlou skupinu organických sloučenin různé struktury a vlastností. Nejzásadnější jsou alifatické a aromatické uhlovodíky a jejich halogenové deriváty, terpeny a aldehydy. Mají přímý vliv na negativní působení na zdraví. Časté je dráždění očí, dýchacích cest, bolesti hlavy, ztráta koordinace, nevolnost poškození jater, ledvin, CNS a karcinogenita. Do ovzduší se dostávají především z průmyslové výroby a z dopravy. Účastní se na tvorbě fotochemického smogu, kde VOC působí jako prekursor smogu. Ve venkovním ovzduší se v koncentracích ovlivňujících zdraví běžně nevyskytují.

Mezi aromatické sloučeniny, které mohou být přítomny v ovzduší patří benzen, toluen, etylbenzen, xyleny a styren,... (seznam VOC je uveden v příloze č. 2.). Tyto látky při menší inhalační zátěži způsobují dráždění sliznic dýchacích cest, očí a pocitem tlaku v hlavě. Značně působí především při velké zátěži na CNS - excitace, křeče, bezvědomí a poruchy nebo zástava dýchání.⁵

Při hodnocení naměřených koncentrací VOC byla brána v úvahu lokalizace měřících stanic ve vztahu ke zdrojům těkavých organických sloučenin a zvláště benzenu do ovzduší - dopravě a těžkému průmyslu. Vliv různých typů zdrojů je zřejmý z rozpětí ročních hodnot benzenu na městských stanicích zatížených a nezatížených průmyslem (graf. č. 3).³

Imisní limit a další informace o benzenu jsou uvedeny u podkapitoly benzen. Pro dalších 12 látek jsou stanoveny referenční koncentrace :

Tab. č. 4 referenční koncentrace VOC ⁸

1,2-dichloreten	1 µg/m ³ /rok	dichlormetan	3000 µg/m ³ /rok
etylbenzen	400 µg/m ³ /24h	chlorbenzen	100 µg/m ³ /rok
styren	260 µg/m ³ /rok	tetrachloreten	250 µg/m ³ /rok
tetrachlormetan	20 µg/m ³ /rok	toluen	260 µg/m ³ /rok
trichloreten	2.3 µg/m ³ /rok	trichlormetan	100 µg/m ³ /rok
vinylchlorid	1 µg/m ³ /rok	xyleny	100 µg/m ³ /rok

Ve srovnání s léty 2005 a 2006 se zátěž ve sledovaných oblastech opět mírně snížila.

1.3.6 Benzen

Z hlediska vlivu na zdraví je nejvýznamnější těkavou organickou látkou.⁵ Hlavními zdroji jsou emise výfukových plynů, manipulace s pohonnými hmotami, cigaretový kouř (od 10 do 30 mg/na jednu cigaretu), spalováním dřeva a organických materiálů. Dříve používán jako rozpouštědlo a využíván v laboratoři.

Společně s dalšími polutanty se podílí na fotochemických procesech, kterými vzniká smog. Lepidla, tmely, rozpouštědla a některé čisticí prostředky v domácnostech jsou látky obsahující malé množství benzenu.

V těle je absorbováno okolo 50% benzenu vdechnutého se vzduchem. Expozice vyšším koncentracím benzenu vyvolávají neurotoxické příznaky. Při dlouhodobé expozici má, v závislosti na koncentracích účinky hematotoxické, genotoxické, imunotoxické a karcinogenní. Poškozuje kostní dřeň a způsobuje změny buněčných krevních elementů a vznik leukocytopenie, trombocytopenie, a ve vážných případech vznik aplastické anemie. Byly zjištěny zněny chromozomů signalizující možné genotoxické působení.⁶

Okolo 30% absorbovaného benzenu je vydechováno v nezměněné formě. 70% absorbovaného benzenu se vyloučí močí ve formě fenolu a konjugátů hydrochinonu nebo katecholu.

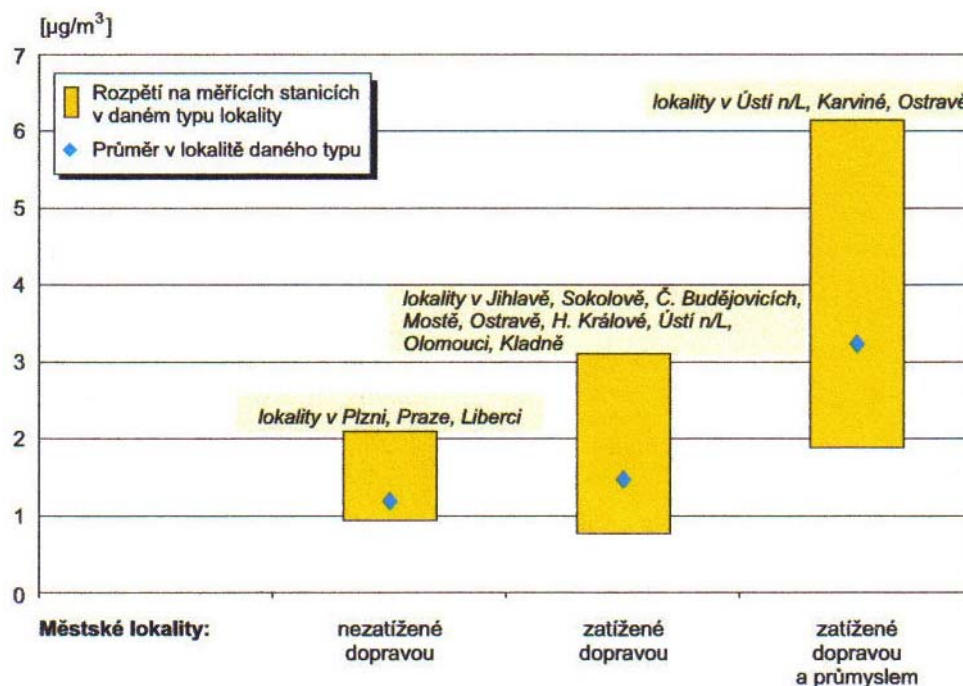
Benzen je považován za karcinogen (klasifikovaný ve skupině jedna).⁵ Byly popsány nádory jater, prsu, nosní dutiny.⁷ Je známo velký počet případů myeloblastické a erytroblastické leukémie spojené s expozicí benzenu.⁵

Roční střední hodnota se v roce 2007 v městských, dopravně variabilně zatížených lokalitách pohybovala v rozmezí 1 až 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Roční střední hodnoty v průmyslem zatížených oblastech (Ostrava, Karviná, Ústí nad Labem) byly v rozsahu od 2 do 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.³

Imisní limit (IL) je stanoven pro benzen jako roční (nařízení vlády č. 597/2006) aritmetický průměr – 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Jednotka karcinogenního rizika pro benzen (URC) – 6×10^{-6} .

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici se pro sledovaná sídla pohybuje v rozsahu $4,63 \times 10^{-6}$ až $4,8 \times 10^{-5}$ tj. 5 osob z 1 milionu až 5 osob ze 100 tisíc celoživotně exponovaných obyvatel.⁸

Graf. č. 3 Průměrné roční koncentrace benzenu podle typu městských lokalit, 2007³



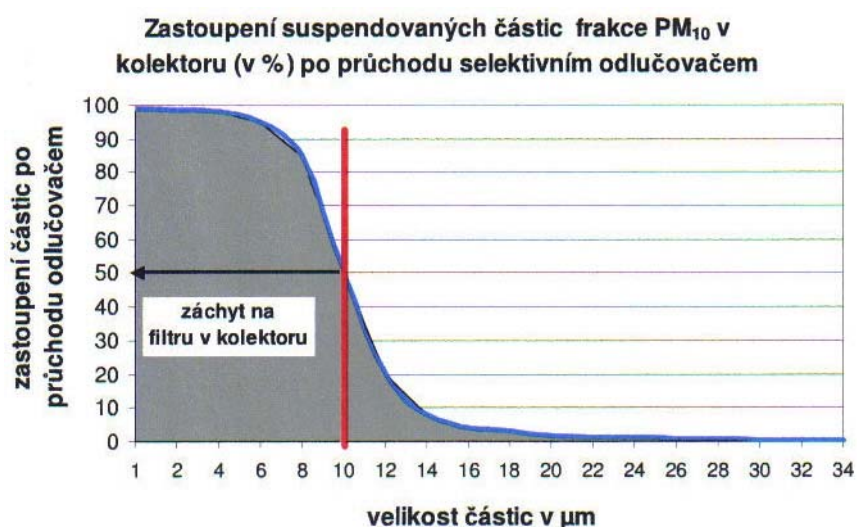
1.3.7 Suspendované částice (aerosol)

Podle nařízení vlády 350/2002 Sb. ve zněních následných úprav 429/2005 Sb. byl zaveden termín suspendované částice definovaný takto: „Suspendované částice jsou pevné nebo kapalné částice, které v důsledku zanedbatelné pádové rychlosti přetrvávají dlouhou dobu v atmosféře. Částice v ovzduší představují významný rizikový faktor s mnohočetným efektem na lidské zdraví. Na rozdíl od plynných látek nemají spec. složení.“¹⁰

Představují různorodou směs organických a anorganických částic kapalného a pevného skupenství, různé velikosti, složení a původu. Suspendované částice dělíme na primární a sekundární. Primární částice můžeme je dále dělit na ty které pocházejí z antropogenních zdrojů (spalování fosilních paliv, doprava, technologické procesy, antropogenní aktivita) a z přírodních zdrojů (mořský aerosol, sopečná činnost, kosmický spad...). Sekundární částice vznikají v ovzduší na základě probíhajících chemických a fyzikálních procesů a dále ty, které se do ovzduší dostávají resuspenzí (zvířením) v důsledku lidské činnosti (doprava) nebo meteorologických faktorů (vítr).

Označujeme je PM_{10} (částice menší než 10 μm) $PM_{2,5}$, (částice menší než 2,5 μm) nebo $PM_{1,0}$ (částice menší než 1 μm).

Graf č. 4 Zastoupení suspendovaných částic po průchodu odlučovačem¹⁰



K přesnému zjištění těchto frakcí slouží odběrové aparatury, které zachycují částice v určitém rozměrovém rozmezí. Při měření frakce PM₁₀ je tak např. zachycováno 50% částic aerodynamického průměru 10 μm s rychle narůstajícím procentem zachytu menších částic a naopak rychle klesajícím zachytem částic s větším průměrem. Velikost selekce částic je zobrazena na grafu č. 4.¹⁰

Účinek suspendovaných částic závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. Velikost částic je rozhodující pro průnik a ukládání v dýchacím traktu. V horním dýchacím traktu jsou zachyceny větší částice. Částice PM₁₀ se dostávají do dolních cest dýchacích, zatímco jemnější částice PM_{2,5} pronikají až do plicních sklípků. Částice mezi 1 až 2 μm se ukládají v plicích nejvíce. Menší částice se chovají jako plynné molekuly. Částice dráždí sliznici dýchacích cest, mohou způsobit změnu morfologie i funkce řasinkového epitelu, zvýšit produkci hlenu a snížit samočisticí schopnosti dýchacího ústrojí. To vede ke snížení imunity, zánětlivému onemocnění plicní tkáně a oxidačnímu stresu organismu.⁴ Ten ovlivňuje metabolismus tuků, vede k poškození stěn v tepnách a přispívá k rozvoji aterosklerózy.

Předpokládá se, že citlivost jedinců v populaci má tak velkou variabilitu, že ti nejcitlivější jsou v riziku účinků i při velmi nízkých koncentracích.

Mezi účinky krátkodobě zvýšených denních koncentrací susp. částic PM₁₀ (graf č. 8) patří nárůst celkové nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdce a cév, zvýšení počtu hospitalizovaných pro onemocnění dýchacího ústrojí. Účinky dlouhodobě zvýšených koncentrací se týkají snížení plicních funkcí u dětí i dospělých (viz. str.8).⁷

Při hodnocení dlouhodobých účinků se pozorované účinky většinou týkají snížení plicních funkcí, výskytu symptomů chronické bronchitidy a spotřeby léků pro rozšíření průdušek a zkrácení očekávané délky života. Pro suspendované částice frakce PM₁₀ bývají uváděny i u průměrných ročních koncentrací nižších než 30 μg/m³. Epidemiologické studie naznačují, že očekávaná délka života v oblastech s vysokou imisní zátěží může být o více než rok kratší ve srovnání s oblastmi se zátěží nízkou. Tato redukce očekávané délky života se při tom začíná projevovat již od průměrných koncentrací jemných částí 10 μg/m³.

Podle epidemiologických studií uváděných WHO by zvýšení dlouhodobé průměrné koncentrace PM₁₀ o 10 µg/m³ mělo být spojeno se zvýšením úmrtnosti o 10% a nárůstem prevalence bronchitis u dětí o 29%.

Směrnice pro kvalitu ovzduší v Evropě WHO (vydaná v roce 2000) uvádí jako sumární odhad denního zvýšení celkové úmrtnosti v souvislosti se zvýšením denní průměrné koncentrace PM₁₀ o 10 µg/m³ o 0,74%.

Mnoho prací ukazuje na zvýšení celkové úmrtnosti o 3 - 12%, při zvýšení denní koncentrace TSP (prašný aerosol) o 100 µg/m³ (respektive o 50 µg/m³ PM₁₀ a PM_{2,5}) u respiračních příčin smrti se udává zvýšení až o 17%. Úmrtnost stoupá neprodleně nebo se zpožděním 1 - 3 dny.¹⁰

Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ zůstává jedním z hlavních problémů zajištění kvality ovzduší. Nejvíce zatíženou souvislou oblastí je stejně jako v letech předešlých je Ostravsko (viz. příloha č. 3).

Imisní limity a meze tolerance pro suspendované částice vyplývají z nařízení vlády č. 350/2002 Sb.

- Imisní limit
 - rok - 40 µg/m³
 - 24h - 50 µg/m³ nesmí být překročen více jak 35krát za rok (odpovídá přibližně hodnotě ročního aritmet. průměru 32 µg/m³)
 - WHO doporučuje hodnotu 20 µg/m³ ročního průměru⁸

(¹⁰ http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/susp_castice.pdf)

(⁴ <http://www.portal.env.cz/rozcestnik.php>)

1.3.8 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

PAU jsou velkou skupinou několika set různých sloučenin. Nejznámější a nejsledovanější obsahují ve své molekule dvě a více benzenových jader.⁵ PAU představují velmi širokou škálu různých látek, které ve své molekule obsahují kondenzovaná aromatická jádra. Látky, které patří do skupiny PAU jsou uvedeny v příloze č. 2.

PAU jsou součástí celé řady produktů jako jsou motorová nafta, výroba černouhelného dehtu, asfaltu a materiály používané při pokrývání střech a při stavbě silnic. Vznikají nedokonalým spalováním materiálů obsahující uhlík. Přírodní zdroje emisí jsou požáry a erupce sopek. Vlivem lidské činnosti vznikají při spalovacích procesech, koksárenství, rafinérie ropy, zplynování a zkapalnění uhlí, výrobou hliníku, uvolňování z materiálů, které PAU obsahují (silnice, asfaltové izolace střech), emisí naftalénu a antracénu, cigaretový kouř.¹¹

Jako indikátor pro PAU se používá benzo(a)pyren. Expozice může vést k ohrožení zdravého vývoje plodu, nádorového onemocnění (řazen do 2A skupiny). Významným zdrojem benzo(a)pyrenu je cigaretový kouř. Jejich nebezpečí spočívá především v karcinogenitě a mutagenitě (schopnost poškodit plod).

Mají schopnost přetrvávat v prostředí, hromadí se v prostředí a v živých organismech, jsou lipofilní. Patří nepřímo mezi působící genotoxické sloučeniny, kdy metabolity schopné se kovalentně vázat na DNA a poškozovat přenos genetické informace vznikají v průběhu biotransformačních procesů po vstupu látky do organismu. Další negativní důsledek je zásah do endokrinní rovnováhy a poruchy reprodukce. Ve vysokých koncentracích působí imunosupresivně snížením hladin IgG a IgA.⁵

Monitoring této látky je uveden na str. 33.

(⁵ KOLEKTIV AUTORŮ Manuál prevence v lékařské praxi – díl II.)

(¹¹ http://irz.reposity/latka/polycyklicke_aromaticke_uhlovodiky.pdf.)

1.3.9 Těžké kovy

1.3.1.1 Olovo

Jedná se o toxický prvek. V ovzduší se vyskytuje navázán na prašný aerosol a jeho původ je v dřívějším používání olovnatého benzínu. Vyšší koncentrace se vyskytuje v okolí kovohutí. Olovo vstupuje do organismu inhalační a perorální cestou. Olovo se v ovzduší vyskytuje jako součást frakce PM_{1,0}.¹² Plícemi se vstřebává až 40% z celkového vdechnutého množství. V GIT

se vstřebává asi 5 - 10%. Toxicita olova je zvláště významná pro dětský organismus, kde je vstřebávání významně vyšší. V krevním oběhu je olovo distribuováno především do jater, mozku, ledvin, svalů, kůže a kostí. Snadno proniká hematoencefalickou bariérou. Expozice vyvíjejícího se plodu organismu i nízkým dávkám olova je příčinou zpomalení duševního vývoje a nepříznivých změn v chování. Při akutní otravě vzniká s několikahodinovou latencí pocit celkové nevolnosti, bledost obličeje a rtů, zvracení, průjem, dehtovitá až krvavá stolice. Při chronické otravě vzniká únava, artralgie, nechutenství, zácpa, kolikovitá bolest, chronická nefritida, poškození mozku a poruchy CNS. Diskutuje se možnost rozvoje aterosklerózy a hypertenze. Olovo se v těle kumuluje v kostech a vylučuje se velice obtížně.¹³

Imisní limit (IL) je stanoven jako roční – 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Imisní limit nebyl v roce 2007 překročen.⁸ Olovo zůstává prvkem s dlouhodobě stabilními hodnotami a homogenním polem měřených imisních hodnot bez velkých sezónních klimatických či jiných výkyvů.³ Výskyt imisních charakteristik nad 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ má více lokální charakter a pravděpodobně souvisí :

- s průmyslovou zátěží – v Ostravě (85 až 100 ng/m^3) a Karviné
- a s dlouhodobou starou zátěží – v Příbrami (26 $\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)⁸

1.3.1.2 Arsen

Arsen je součástí anorganických a organických sloučenin. Vstup do organismu je inhalační nebo perorální cestou (potravou a vodou). V organismu je však metabolizován na toxické látky, nejčastěji na oxid arsenitý.¹² Pětimocný As se mění v těle na trojmocný. Ukládá se ve všech tkáních, hlavně v kůži (vlasy, nehty). Vylučuje se převážně močí. As a jeho sloučeniny je řazen mezi protoplasmatické jedy a je antagonistou jodu a selenu. Proniká placentární bariérou. V ovzduší je součástí PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$. Do ovzduší se dostává především spalovacími procesy (tepelné elektrárny - hnědé a černé uhlí), výrobou železa, mědi, oceli a zinku. V přírodě vznikají požárem lesů, vulkanickou činností, zvětrávání minerálů a činnost mikroorganismů.

Akutní otrava rozpustnými sloučeninami As probíhá pod obrazem gastrointestinálního syndromu v důsledku paralýzy kapilár mezenteria, nebo asfyktického syndromu s rychlým bezvědomím a selháním oběhu i dýchání. Při akutní otravě arsenovodíkem vzniká cefalea, závrať, slabost, zvracení, za 12 – 24 hodin prudká hemolýza s hemoglobinurií, iktem a poškozením ledvin.

Chronickou otravu provázejí změny na kůži a sliznicích (otoky, hyperhidróza, ekzémy, ragády, melanóza, kontaktní dermatitida, trofické změny na kůži), neurologické (polyneuritidy, motorické obrny, poškození vestibulárního ústrojí, změny osobnosti až po ztrátu paměti a zmatenost) a hematologické (hypoplastická anemie, agranulocytóza, trombopenie).¹³ V epidemiologických studiích byla pozorována zvýšená úmrtnost na kardiovaskulární choroby. Arseničnan sodný inhibuje reparaci DNA v buňkách lidské kůže a v lymfocytech.⁷ Jsou považovány za karcinogeny (s rizikem vzniku rakoviny plic), mutagany, teratogeny.¹³ Hodnota jednotlivého rizika (podle WHO) je pro arsen $1,50 \times 10^{-3}$ (karcinogenní riziko - URC).⁷ Cílový imisní limit (CIL) – roční aritmetický průměr – $0,006 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($6 \text{ ng}/\text{m}^3$).⁸

Hodnoty měřené na stanicích ČHMÚ společně se skutečností, že na některých městských stanovištích byly naměřeny nižší hodnoty potvrzují význam rozšiřujícího se spalování fosilních paliv a transportních procesů. V roce 2007 ze souboru hodnot se vymezují tři stanice, na kterých roční střední hodnoty překročily CIL, jedná se o dvě stanice reprezentující okolí významných průmyslových zdrojů v Ostravě ($9,7 \text{ ng}/\text{m}^3$, $11,2 \text{ ng}/\text{m}^3$) a o jednu stanici v Praze 5 ($6,7 \text{ ng}/\text{m}^3$), kde se pravděpodobně projevil vliv okolních lokálních topenišť. Roční aritmet. průměry koncentrací arsenu v suspendovaných částicích se na 80% stanic pohybovaly v rozmezí do poloviny CIL.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím se pro sledovaná sídla pohybuje v rozsahu $6,44 \times 10^{-7}$ až $1,67 \times 10^{-5}$, tj. 1 osoba z 1 milionu až 2 osoby ze 100 tisíc celoživotně exponovaných obyvatel.⁸

(¹² <http://cz.wikipedia.org>)

(¹³ KOLEKTIV AUTORŮ Manuál prevence v lékařské praxi díl IV.)

1.3.1.3 Kadmium

Kadmium vzniká při výrobě železa, oceli v metalurgii, z dopravy, spalováním fosilních paliv a odpadů. Kadmium je také obsaženo v potravinách, tato zátěž představuje asi 40% TWI (Tolerable weekly intake = tolerovatelný týdenní přívod). Částice mají většinou velikost do 10 μg . Perorálním příjmem se vstřebává asi 10%, závisí na velikosti částic a rozpustnosti. Může být vyšší při nedostatku proteinů Fe, Ca a Zn. Hromadí se hlavně v játrech a ledvinách. Poškozuje ledviny (tubuly, glomeruly). Biologický poločas je 10-30 let. Cd je karcinogenní (podle IARC patří do skupiny 1). Akutní otrava se projevuje teplotou, kašlem, dušností, bolestí hlavy, myalgií, až edémem plic. U chronické otravy se nachází proteinurie, glykosurie, hyperkalcurie, fostaturie, nefrolitiáza, osteomalacie s osteoporózou a rizikem častých zlomenin.¹³

Nejohroženější skupinu tvoří kuřáci. Jsou daleko více ohroženi rakovinou plic a chronickým selháním ledvin (ledviny u kuřáka obsahují až 10 x více Cd než u nekuřáka).¹²

Cílový imisní limit (CIL) – roční aritmetický průměr – 0,005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5 ng/m^3). Hodnoty ročních průměrů kadmia v roce 2007 ve více jak polovině z měřených sídel nepřesáhly 0,5 ng/m^3 (10% CIL). Překročení CIL nebo vyšší hodnoty jsou ve všech případech způsobeny lokálními zdroji nebo zátěží z průmyslu.⁸ Hodnota ročního CIL byla překročena pouze na lokálně exponované stanici v Tanvaldu. Za příčinu zvýšených hodnot v Ostravě na úrovni 60 až 70% CIL lze určit zátěž významným průmyslovým zdrojem.³

1.3.1.4 Nikl

Je součástí sloučenin do 10 μm . Zdroje tvoří především spalování těžkých ropných olejů, těžba niklových rud, rafinace niklu, spalování odpadu, výroba železa a oceli. Menší zastoupení tvoří vulkanická činnost a zemský prach.¹² Nikl je vstřebáván z plic zažívacího traktu a kůží. Vdechování všech typů sloučenin niklu vyvolává podráždění a poškození dýchacích cest.¹³ Nikl proniká placentární bariérou.⁷ Působí karcinogenně, mutageně a senzibilizačně.¹³ Karcinogenní účinky byly prokázány epidemiologickými studiemi po inhalační expozici

vysokým koncentracím niklu, neboť respirační trakt je cílovým orgánem ve kterém dochází k retenci niklu s následným rizikem vznikem rakoviny dýchacího traktu.⁷ Karcinom může vzniknout až za několik desítek let.¹³ Sloučeniny niklu jsou podle IARC klasifikovány do skupiny 1, kovový nikl ve skupině 2B (klasifikace na str. 8).⁷ Akutní otrava je nebezpečná dlouhou latencí mezi akutní expozicí a rozvojem. Projevuje se poškozením plic, mozku a může vést až ke smrti. Působí imunosupresivně. Příznaky jsou obecně mírné (nauzea, cefalea, dyspnoe, bolest na hrudi).¹³ Jednotlivé riziko inhalační expozice je odhadováno WHO $3,8 \times 10^{-4}$.⁷

U chronických otrav vznikají záněty nosních dutin, rakovina plic a nosních dutin, kontaktní dermatitida.¹³

Cílový imisní limit (CIL) – roční průměr – $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($20 \text{ ng}/\text{m}^3$).
Jednotka karcinogenního rizika (URC) – $3,8 \times 10^{-4}$.

V případě niklu nelze ve městech přisoudit majoritní význam žádnému z hlavních typů zdrojů (doprava, lokální topeniště, průmysl). Ve všech případech se jedná o jejich kombinaci.⁸ Pole ročních středních hodnot niklu (v roce 2007) ve městech v rozmezí 1 až $4 \text{ ng}/\text{m}^3$ (5 až 20% CIL) lze ve srovnání s hodnotami přirozeného pozadí (do $0,5 \text{ ng}/\text{m}^3$) považovat za mírně zvýšené.³ Jako lokality se zvýšenou zátěží lze hodnotit blízké okolí čtyř stanic, na kterých bylo naměřeno více jak 50% CIL (Ostrava, Most, Plzeň a v Praze).

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici se pro sledovaná sídla pohybuje v rozsahu $1,68 \times 10^{-7}$ až $3,99 \times 10^{-6}$ tj. 2 osoby z 10 milionů až 4 osoby z 1 miliónu celoživotně exponovaných osob.⁸

(¹² <http://cs.wikipedia.org/wiki/olovo>
<http://cs.wikipedia.org/wiki/arsen>
<http://cs.wikipedia.org/wiki/kadmium>
<http://cs.wikipedia.org/wiki/nikl>)

(¹³ KOLEKTIV AUTORŮ Manuál prevence v lékařské praxi díl IV.)

2. Systém monitorování zdravotního stavu

obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí

Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí představuje ucelený systém sběru údajů o stavu složek životního prostředí. Jednotlivé subsystémy jsou v rutinním provozu od roku 1994. Systém monitorování je otevřeným systémem, který se průběžně vyvíjí jak z hlediska spektra sledovaných faktorů a chemických látek, tak i způsobu zpracování výsledků a jejich prezentace.

Cílem Systému monitorování zdravotního stavu obyvatel ve vztahu k životnímu prostředí je zabezpečit kvalitní informace pro rozhodování státní správy a samosprávy v oblasti politiky jak veřejného zdraví v rámci řízení a kontroly zdravotních rizik, tak i ochrany životního prostředí. Výsledky slouží jako podklady k legislativním opatřením, pro stanovení a účelnou korekci limitů znečišťujících látek, i pro informovanost obyvatelstva. Jsou také využívány při hodnocení vlivů posuzovaných činností, staveb a projektů na zdraví v rámci procesů hodnocení dopadů na zdraví a hodnocení vlivu na životní prostředí.

Je realizován na základě usnesení vlády ČR č. 369/1991 Sb., je obsažen v zákoně o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb. a představuje jednu z priorit Akčního plánu a životního prostředí ČR, který byl schválen usnesením vlády č. 810/2000 Sb.

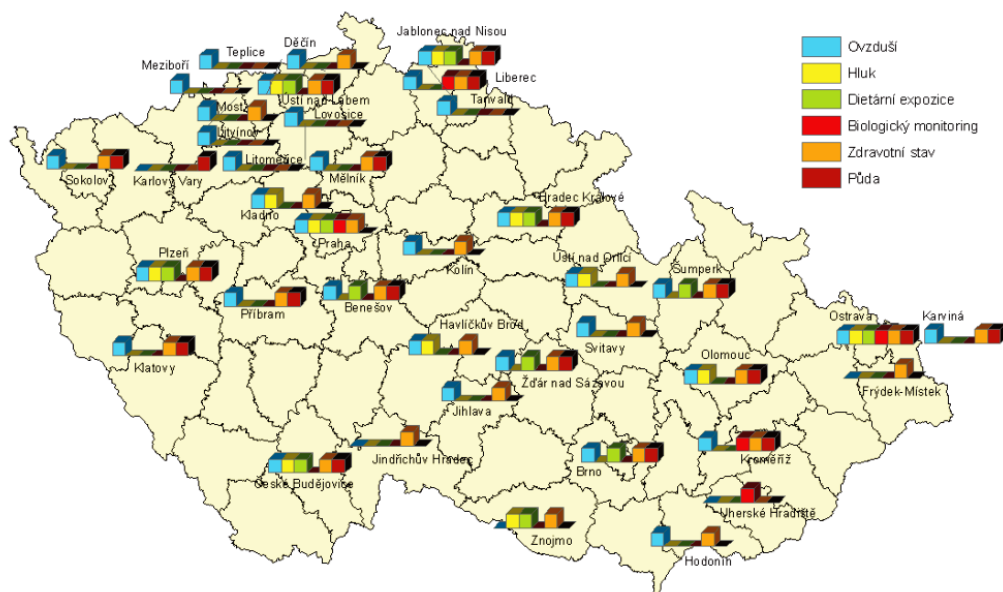
Systém monitorování v současné době probíhá v osmi subsystémech (projektech):

- subsystém I.- zdravotní důsledky a rizika znečištěného ovzduší,
- subsystém II.- zdravotní důsledky a rizika znečištěné pitné vody,
- subsystém III.- zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku,
- subsystém IV.- zdravotní důsledky zátěže lidského organismu chemickými látkami z potravinových řetězců, dietární expozice,
- subsystém V.- zdravotní důsledky expozice lidského organismu toxickým látkám ze zevního prostředí, biologický monitoring,
- subsystém VI.- zdravotní stav a vybrané ukazatele demografické a zdravotní statistiky,

- subsystém VII.- zdravotní rizika pracovních podmínek a jejich důsledky,
- subsystém VIII.- zdravotní rizika kontaminace půdy městských aglomerací.

System monitorování je v zásadě realizován ve třiceti lokalitách, kterými jsou hlavní město Praha, krajské město, vybraná bývalá okresní města a některá další sídla.

Obr. 1 Účastníci systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí³



(http://www.szu.cz/uploads/document/chzp/obdorne_zpravy/OZ_07/ovzduši_2007.pdf)
 (http://www.szu.cz/uploads/document/chzp/souhrnna_zprava/Szu_08.pdf)

3. Subsystém I. – Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší

Subsystém 1 zahrnuje sledování vybraných ukazatelů zdravotního stavu obyvatelstva a kvality venkovního a vnitřního ovzduší. Informace o zdravotním stavu obyvatelstva pocházejí od praktických lékařů pro dospělé a praktických lékařů pro děti a dorost v ambulantních zdravotnických zařízeních. Výsledky měření koncentrací látek znečišťujících ovzduší jsou získávány ze sítě manuálních a automatických stanic, které provozují hygienické stanice v monitorovaných městech a z vybraných měřících stanic, spravovaných Českým

hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ), jejichž umístění vyhovuje požadavkům Systému monitorování. Sledování kvality vnitřního prostředí je realizován ve spolupráci s vybranými zdravotními ústavy.

Cílem subsystému monitoringu je získávání informací pro čtyři nosné účely:

- popis zdravotního stavu obyvatelstva a charakteristika kvality venkovního ovzduší
- zhodnocení trendu vývoje jednotlivých sledovaných ukazatelů
 - je využíváno jako nástroj primární prevence pro iniciaci opatření k ochraně prostředí
- posouzení a vyhodnocení zdravotních rizik sledovaných parametrů
- zhodnocení situace v zátěži obyvatelstva vybranými škodlivinami ve vnitřním prostředí

(⁸ http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravyOZ/ovzdusi_2007_zprava.pdf.)

4. Incidence akutních respiračních onemocnění

Akutní respirační onemocnění (ARO) se podílejí významnou měrou na celkové nemocnosti populace a jsou nejčastější skupinou onemocněním dětského věku (s maximem výskytu u předškolních dětí) a jejich incidence proto hraje důležitou roli v popisu zdravotního stavu obyvatelstva.¹⁴

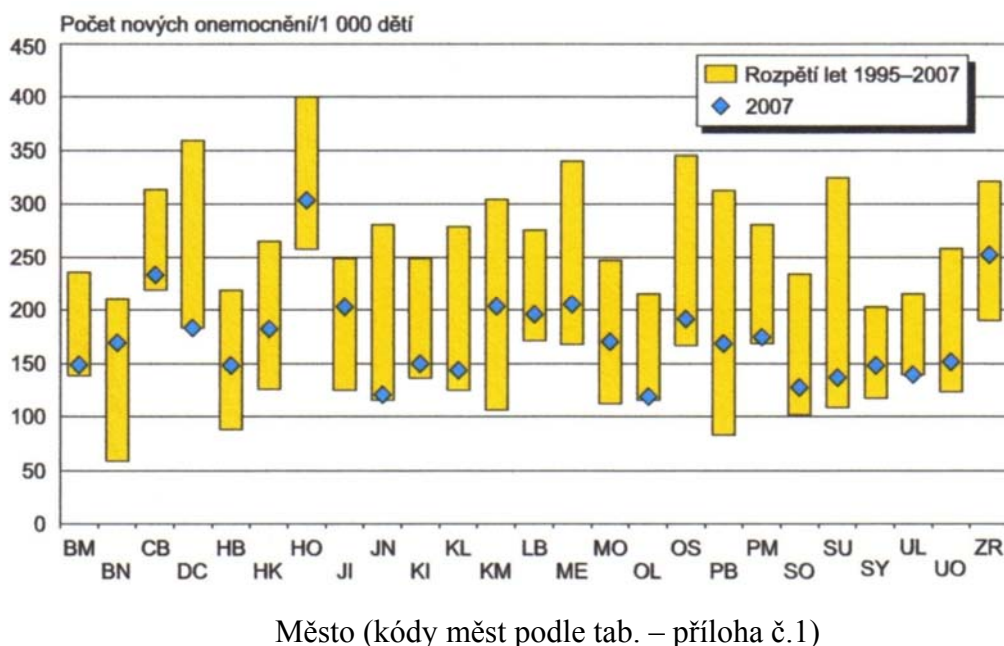
Respirační nemocnost je primárně ovlivněna epidemiologickou situací v populaci a individuálními faktory jako modifikující vliv se může uplatnit úroveň znečištění ovzduší a klimatické podmínky. Při hodnocení výsledných incidencí je nutno přijmout fakt, že jde o ošetřenou nemocnost, zahrnující rozhodnutí pacienta a subjektivní hodnocení lékaře.

Zdrojem informací jsou záznamy o prvním ošetření pacienta s akutním respiračním onemocněním u praktického lékaře.

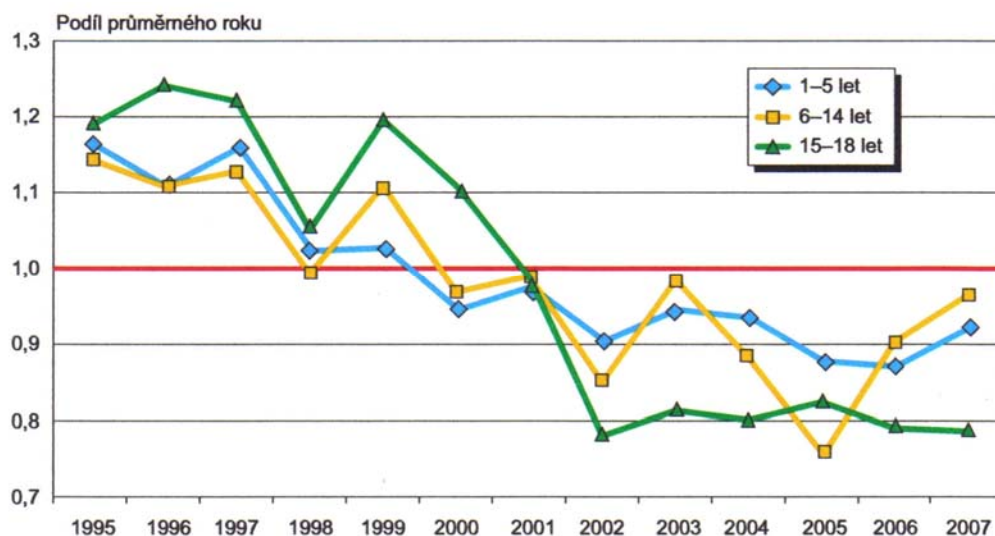
Monitoring probíhá již několik let ve 25 městech (tak např. v roce 2007 bylo zahrnuto okolo 73 dětských a 38 praktických lékařů, kteří mají ve své péči 163 794 pacientů). Data jsou zpravována po jednotlivých měsících. Počty nových případů ošetřených akutních respiračních onemocnění se v posledních letech významně neliší. Pro věkovou skupinu 1–5 let, kde je nemocnost tradičně

nejvyšší. Vývoj ošetřených akutních onemocnění u dětí se po počátečním zřetelném poklesu hodnot incidencí v období 1995 až 2002 již víceméně stabilizoval. Na grafu č. 6 je prezentováno rozpětí průměrných ročních incidencí v letech 1995-2007.

Graf.č. 5 Ošetřená akutní respirační onemocnění (bez chřipky) děti ve věku 1-5³



Graf č. 6 Vývoj ošetřených akutních respiračních onemocnění u dětí, srovnání s průměrným rokem za období 1995-2007³



Největší podíl na celkové respirační nemocnosti měla jako v minulých letech skupina diagnóz onemocnění horních cest dýchacích (v roce 2007

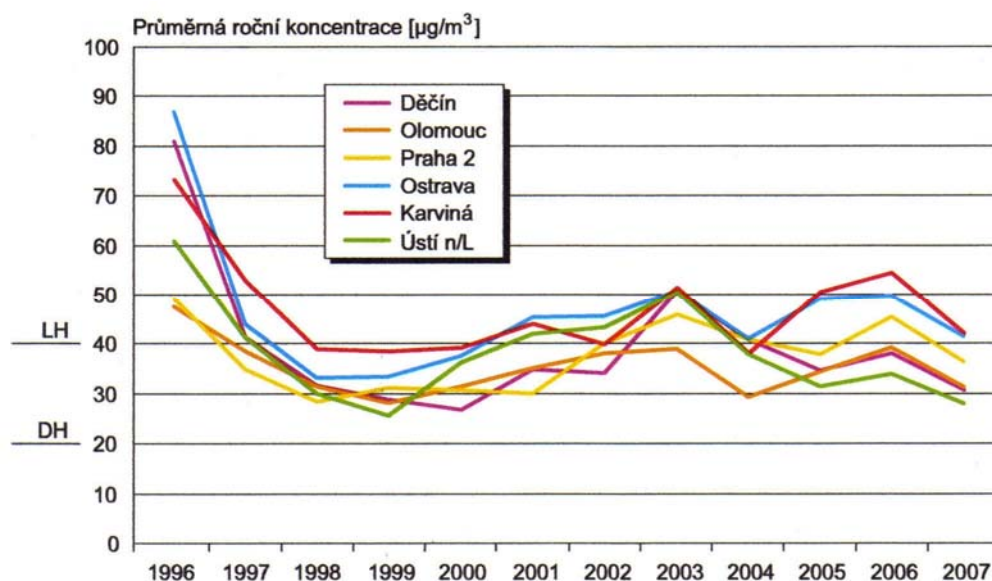
s průměrným zastoupením 77% - ze všech sídel i věkových kategorií). Druhou početně nejvíce zastoupenou skupinou diagnóz byla chřipka (v roce 2007 s 11%), za kterou následovala skupina diagnóz zánětů dolních cest dýchacích (v roce 2007 s 9%). Pořadí ostatních sledovaných diagnóz je následující: záněty středního ucha, vedlejších nosních dutin a bradavkového výběžku (2%) , záněty plic (1%) a astma (0,7%).³

(¹⁴ http://www.szu.cz/uploads/dokumenty/chzp/sournna_zprava/Szu_07cz.pdf)

5. Znečištění ovzduší měst

Ve velkých městech aglomerací je za hlavní zdroj znečištění ovzduší považována doprava a procesy s ní spojené (primární emise, resuspenze, otěry, koroze, atd.), která je majoritním zdrojem oxidu dusíku, oxidu uhelnatého, aerosolových částic frakcí PM₁₀ (graf. č. 7) a PM_{2,5} , včetně ultra jemných částic (PM_{1,0} a submikrometrické částice), chromu a niklu, těkavých organických látek – VOC (zážehové motory) a polycyklických aromatických uhlíků (vznětové motory).

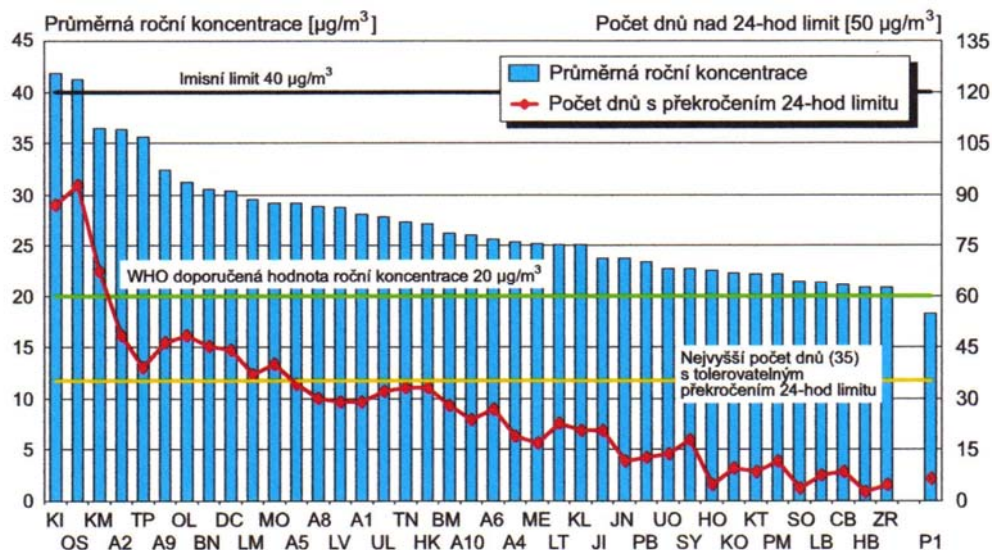
Graf. 7 Vývoj znečištění ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ v nejméně zatížených městech, 1997-2007 ³



Pozn.: LD- Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci

DH- Nejvyšší hodnota průměrné roční koncentrace,
doporučená Světovou zdravotnickou organizací (WHO)

Graf.č. 8 Průměrné roční koncentrace suspendovaných částic, frakce PM₁₀, 2007
počet dnů s překročením 24-hod. limitu ³



Město (kódy měst podle tab. - příloha č. 1)

Samostatnou kapitolou tvoří ozón vznikající v ovzduší z emitovaných prekurzorů (VOC) a ve své součtu velmi významné emise skleníkových plynů oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého. Konkrétní úroveň znečištění ovzduší konkrétní škodlivinou nebo skupinou látek v určité lokalitě je vždy součtem hodnoty přirozeného pozadí, příspěvků transportních procesů a lokálně působících zdrojů emisí této škodliviny.³

Na měření kvality ovzduší ve městech se podílí celá řada měřících stanic (např. v roce 2007 byla zpracována data z 37 sídel a z celkem 81 stanic). Města kde je sledována kvalita ovzduší jsou uvedena v příloze č. 1.

Imisní charakteristiky jsou zpracovávány na dvou úrovních. První část je zaměřena na překračování imisních limitů a referenčních koncentrací stanovených SZÚ. V druhé úrovni se hodnotí typy městských lokalit definované podle stanovených kritérií. Těmito kritérii jsou intenzita městské dopravy a podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění, případně zátěž významným průmyslovým

zdrojem. Údaje o kvalitě ovzduší se stanovují pomocí vybrané škodliviny (NO₂, PM₁₀, As,...) zpracovány skupinově pro jednotlivé skupiny lokalit.

5.1 Polycyklické aromatické uhlovodíky

Mezi škodliviny organické povahy sledované ve vybraných sídlech v ovzduší patří látky se závažnými zdravotními účinky, řada z nich patří mezi mutageny a karcinogeny. Mohou být vázány na jemné suspendované částice nebo se vyskytují ve formě par.¹⁴

Cílový imisní limit je stanoven pouze pro benzo(a)pyren, jako roční – 0,001 µg/m³ (1ng/m³). Jednotka karcinogenního rizika pro BaP (UCR) – 8,7 x 10⁻². Referenční koncentrace jsou stanoveny pro fenantren (1µg/m³), benzo(a)antracen (0,01 µg/m³) a benzo(a)pyren.⁸

Pro bezo(a)pyren (BaP), který je často používán jako indikátor zátěže ovzduší platí :

- rozpětí ročních středních průměrů v městech se pohybuje mezi 0,6 až 1,6 ng/m³.
- v letním období neklesají měřené 24 hodinové v dopravou zatížených lokalitách pod 0,1 až 0,4 ng/m³, v zimním období nepřesahují 4 ng/m³.
- v okrajových částech měst a v lokalitách s podílem spalování fosilních paliv jsou koncentrace měřené v letním období menší než 0,1 ng/m³, v zimní sezóně mohou překročit i 5 ng/m³.
- v průmyslem zatížených lokalitách, mají až několikanásobně vyšší roční střední hodnoty (1,3 až 8,9 ng/m³/rok), v letním období se naměřené hodnoty pohybují mezi 1 až 2 ng/m³

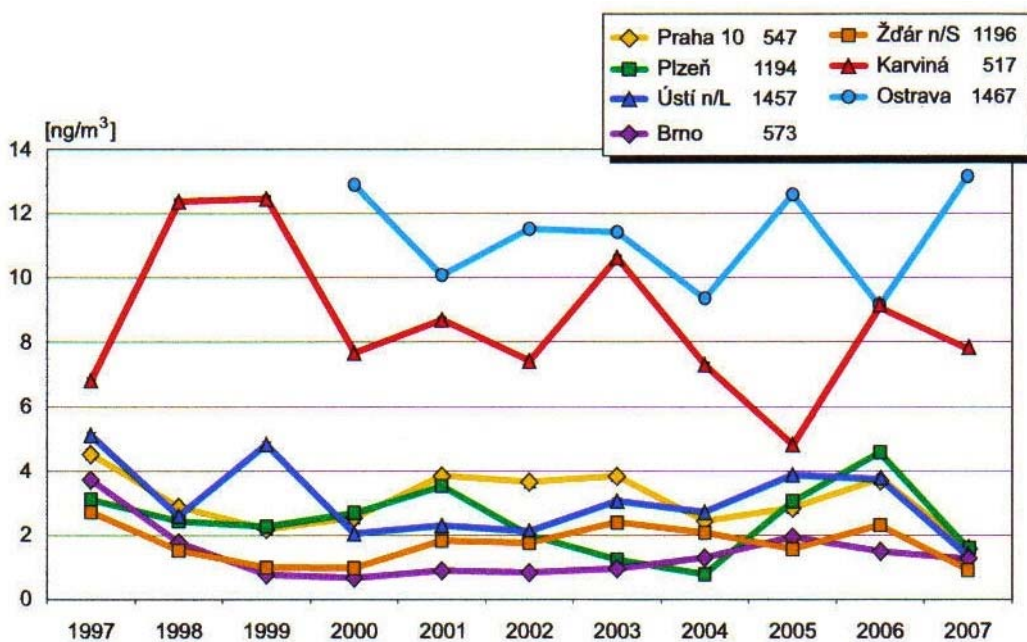
Z pozorování imisních charakteristik stanic umístěných v jednotlivých typech městských lokalit vyplývá, že se jedná vždy o kombinaci vlivu dvou hlavních zdrojů emisí PAU tj. domácí topeniště a doprava s variabilním podílem emisí z domácích topenišť (specifický případ – průmyslem a starou zátěží

exponovaná ostravsko-karvinská aglomerace, kde se k obvyklým zdrojům (doprava a lokální zdroje) přidávají také majoritní velké průmyslové celky.¹⁴

12 polyaromatických uhlovodíků - fenantrén, antracén, fluarantén, pyren, benzo(a)antracén, chrysen, benzo(b)fluaranten, benzo(f)fluoranten, benzo(a)pyren, dibenz(a,h)antracén, benzo(g,h,i)perlen a indeno(c,d)pyren, které patří z hygienického hlediska mezi nejvýznamnější.

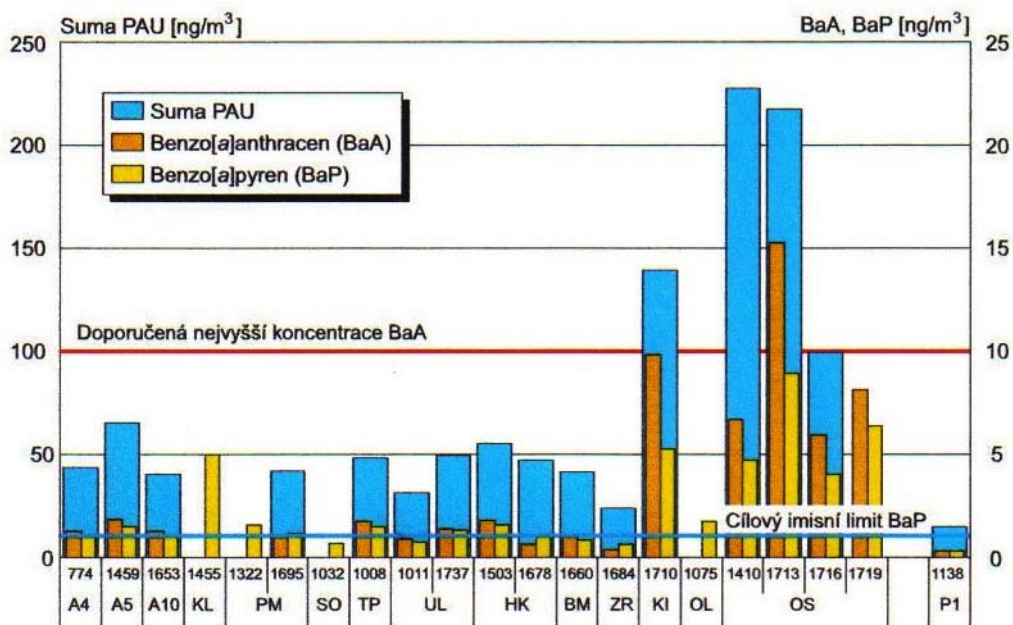
V roce 2007 byl cílový imisní limit pro benzo(a)pyren překročen na 15 z 21 zahrnutých stanic. Mimo maximálně dvojnásobného překročení na městských stanicích, byl čtyř a více násobně překročen na všech stanicích v Ostravě a v Karviné.³ Na ostatních městských stanicích byla hodnota CIL překročena maximálně o 60%.⁸

Graf č. 9 Polycyklické aromatické uhlovodíky – hodnota toxického ekvivalentu benzo(a)pyrenu, vývoj v letech 1997-2007³



Na grafu č. 9 je znázorněno rozpětí koncentrací PAU v letech 1997-2007. Je zřejmé, že pro BaP byl cílový imisní limit překročen alespoň jednou na všech stanicích, naopak k překročování referenční koncentrace dochází dlouhodobě a pouze na stanicích v Ostravě a Karviné.

Graf č. 10 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) v ovzduší
aritmetický roční průměr, 2007³



Město, číslo stanice (kódy měst podle tab.- příloha č. 1)

Z výsledků z roku 2007 je patrné (graf. č. 10), že nejvyšší hodnota toxického ekvivalentu BaP (13,1 ng/m³/rok) byla zjištěna na stanici v Ostravě (Bartovice). Rovněž na čtyřech dalších, průmyslem zatížených stanicích v Ostravě a Karviné, byly nalezeny několikanásobně vyšší hodnoty na úrovni zátěže a pohybovaly se od 1,0 do 2,4 ng/m³.⁸

Směs PAU tvoří řada látek s rozdílnou zdravotní závažností, ty z nich klasifikované jako pravděpodobné karcinogeny se liší významností svých zdravotních účinků. Porovnáním potenciálně kancerogenních účinků různých zástupců polyaromatických uhlovodíků se závažností jednoho z nejtoxičtějších a nejlépe popsanych –benzo(a)pyrenu- lze vyjádřit karcinogenní potenciál směsi PAU v ovzduší na základě zjištěných koncentrací pomocí toxického ekvivalentu benzo(a)pyrenu. Při jeho výpočtu byly použity toxické ekvivalentní faktory (TEF). Vynásobením koncentrace každého zástupce PAU tímto faktorem je po sečtení získána hodnota toxického ekvivalentu benzo(a)pyrenu.³

Tab. č. 5 Toxické ekvivalentní faktory (TEF) pro karcinogenní PAU ³

	TEF		TEF		TEF
benzo(a)pyren	1	benzo(b) fluoranthen	0,1	dibenz(ah)anthracen	1
benzo(k) fluoranthen	0,01	benzo(a) anthracen	0,1	indeno (1,2,3,c,d)pyren	0,1

Karcinogenní potenciál směsi PAU vyjádřený jako ekvivalent BaP (TEQ BaP) vykazoval velké rozdíly v závislosti na typu hodnocené lokality.

(¹⁴ http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/sournna_zprava/Szu_07cz.pdf)

(³ http://szu.cz/uploads/documents/chzp/sournna_zprava/Szu_08cz.pdf)

6. Hodnocení zdravotních rizik karcinogenních látek

Základní metodické podklady pro hodnocení zdravotních rizik jsou vydány Ministerstvem zdravotnictví a Ministerstvem životního prostředí. Zdravotní riziko vyjadřuje pravděpodobnost změny zdravotního exponovaných osob. Nejprve je identifikována zdravotní nebezpečnost (zda je sledovaná látka schopná vyvolat nežádoucí účinek). Následuje odhad dávkové závislosti. Třetím krokem je odhad expozice. Konečným krokem je charakter rizika.⁷

Teoretický odhad zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorových onemocnění v důsledku dlouhodobé expozice škodlivinám z venkovního ovzduší, se provádí pro arsen, nikl, polycyklické aromatické uhlovodíky a benzen. Odhad vychází z teorie bezprahového působení karcinogenních látek a uvažuje lineární vztah mezi dávkou a účinkem. Pro výpočet jsou použity hodnoty jednotlivého rizika, což je velikost rizika zvýšení pravděpodobnosti nádorového onemocnění při celoživotní expozici 1 µg/m³ karcinogenní látky v ovzduší.³

Teoretické zvýšení rizika nádorového onemocnění v důsledku expozice z venkovního ovzduší se pohybuje pro jednotlivé karcinogenní látky v 10⁻⁷ až 10⁻⁴ (riziko vzniku nádorového onemocnění jeden případ na 10 milionů až na 10 tisíc obyvatel).

Tab. č. 6 Hodnoty jednotlivého rizika pro sledované látky s karcinogenním účinkem ¹⁴

Škodlivina	Jednotka rizika	Škodlivina	Jednotka rizika	Škodlivina	Jednotka rizika
Arsen	1,5E-03	Bezo(a) anthracen	1,0E-04	Dibenz(ah) antracen	1,0E-03
Nikl	3,8E-04	Benzo(b) fluoranthen	1,0E-04	Chrysen	1,0E-06
Benzen	6,0E-06	Benzo(k) fluoranthen	1,0E-05	Ideno(1,2, 3-cd)pyren	1,0E-04
Benzo(a) pyren	8,7E-02	Benzo (ghi) perylen	1,0E-06		

Největší expozici představují polycyklické aromatické uhlovodíky, kde v nejvíce zatížených městských lokalitách bylo dosaženo hodnot, které představují zvýšené riziko vzniku nádorových onemocnění (téměř jeden případ na tisíc obyvatel).³ Rizika vzniku karcinogenních onemocnění zapříčiněné působením jednotlivými látkami uvádím u příslušných kapitol (také v tabulce v příloze č. 5).

(¹⁴ http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/sournna_zpravy/Szu_07cz.pdf)

(³ http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborna_zpravy/Szu_08cz.pdf)

Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit monitorování zdravotního stavu české populace ve vztahu k životnímu prostředí se zaměřením na monitoring ovzduší. Vystihnout hlavní problémy znečištění ovzduší a proč představují tak zásadní dopad na životní prostředí a lidské zdraví.

Koncentrace znečišťujících látek jsou sledovány především pro jejich negativní působení na lidský organismus. Z možných účinků lze považovat za nejobávanější bezprahové působení látek. U něj neexistuje bezpečná hranice a se zvyšující se expozicí roste riziko poškození organismu. Bezprahové účinky látek jsou typické pro karcinogeny, mezi které se řadí i polycyklické aromatické uhlovodíky.

PAU představují široké spektrum sloučenin se dvěma kondenzovanými jádry v molekule. Mají schopnost vázat se na prachové částice, perzistovat v prostředí a mohou být unášeny na velké vzdálenosti. Jako indikátor zátěže ovzduší je využíván benzo(a)pyren, pro který je stanoven cílový imisní limit 1 ng/m³. Tato hodnota je dlouhodobě překračována na více než polovině stanic monitorujících koncentrace v ovzduší. Vysoké hodnoty bývají zaznamenány na stanicích v Ostravě a Karviné.

Znečištění ovzduší (zejména v důsledku rostoucí dopravy) má stále více plošný charakter. Je třeba zavést nová opatření ke zlepšení kvality ovzduší a ty současné zpřísnit. Pozornost by měla být věnována rozhodujícím emitentům PM₁₀, PM_{2,5}, PAU, NO_x, jejichž zdrojem jsou zejména obtížně regulovatelné sektory vytápění domácností fosilními palivy a silniční doprava.

Souhrn

Téma této bakalářské práce je „Systém monitorování zdravotního stavu české populace ve vztahu k prostředí“. Cílem práce bylo vystihnout hlavní problémy znečištění ovzduší a proč představují tak zásadní dopad na životní prostředí a lidské zdraví. V práci jsem popsal zdroje vnášení škodlivin do ovzduší, jednotlivé škodliviny a zejména jejich zdravotní rizika. Dále jsem využil výsledky monitorování znečišťujících látek v ČR při hodnocení stavu ovzduší, jeho vývoje a popisu oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší. Zabýval jsem se programy a projekty pro výzkum vlivu životního prostředí na zdravotní stav obyvatel. U jednotlivých druhů znečišťujících látek jsem uvedl zdroj, účinky, imisní limity, jejich roční koncentrace a karcinogenní riziko.

Summary

The theme of this bachelor thesis is „Environmental health monitoring system in the Czech Republic“. The target of the thesis was to describe the main problems of air pollution and the reasons why do they represent so massive impact of the environment and human health. I defined the sources of air pollutants and especially their health hazards. Then I took advantage of the results of air pollutants monitoring in the Czech Republic to analyze the air quality, their progression and specification of the areas with decreasing air quality. I was dealing with programs and projects to do a research of the influence of the environment on the state health of the inhabitants. I stated the source, effects, immission standards, their yearly concentration and cancerogenic risk by all individual types of contaminants.

Seznam použité literatury

- (1) **KOLEKTIV AUTORŮ.** Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí : Subsystem č. I.- zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší - Odborná zpráva za rok 2008, 2008
- (2) **KOLEKTIV AUTORŮ.** Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu životnímu prostředí : Subsystem č. I.- Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší – Odborná zpráva za rok 2007. Praha : SZÚ, 2008.
- (3) **KOLEKTIV AUTORŮ.** Manuál prevence v lékařské praxi – díl VII. Prevence nepříznivého působení vlivů obytného prostředí na zdraví. Praha: SZÚ, 2004.
- (4) **KOLEKTIV AUTORŮ.** Manuál prevence v lékařské praxi – díl IV. Prevence nepříznivého působení faktorů pracovního prostředí a pracovních procesů. Praha: SZÚ, 2004.
- (5) **KOLEKTIV AUTORŮ.** Manuál prevence v lékařské praxi – díl VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik. Praha: SZÚ, 2004.
- (6) **Zákon č.86/2002 Sb.** o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů.
- (7) Ekologické centrum Most (online). Dostupné na WWW: <http://www.ecmost.cz/ovzdusi.php?page=smernice>
- (8) Státní zdravotní ústav (online). Dostupné na WWW: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/kvalita-ovzdusi>
http://www.szu.cz/uploads/dokumenty/chzp/odborne_zpravy/OZ_07/ovzdusi2007_zprava.pdf
http://www.szu.cz/uploads/dokumenty/chzp/souhrnna_zprava/szu_08cz.pdf
http://www.szu.cz/uploads/dokumenty/chzp/souhrnna_zprava/szu_07cz.pdf
http://www.szu.cz/uploads/dokumenty/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/

[cr_rizika_ovzdusi_2007.pdf](#)

http://www.szu.cz/uploads/dokumenty/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/susp_castice.pdf

http://www.szu.cz/uploads/dokumenty/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/ozon.pdf

- (9) Polycyklické aromatické uhlovodíky (online).

Dostupné na WWW:

<http://www.sweb.cz/HLPC1/kontaminant/pah.htm>

- (10) Encyklopedie wikipedia (online). Dostupné na WWW:

<http://www.cs.wikipedia.org/wiki>

- (11) Integrovaný registr znečištění životního prostředí (online) .

Dostupné na WWW:

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

Seznam tabulek

Tab. č. 1	Složení vzduchu.....	7
Tab. č. 2	Rozpětí koncentrací charakterizující míru znečištění ovzduší suspendovanými frakcemi PM ₁₀	11
Tab. č. 3	Hodnota ročních průměrných NO ₂ v roce 2007.....	16
Tab. č. 4	Referenční koncentrace VOC.....	22
Tab. č. 5	Toxické ekvivalentní faktory (TEF) pro PAU.....	41
Tab. č. 6	Hodnoty jednotlivého rizika pro sledované látky s karcinogenním účinkem.....	42

Seznam grafů

Graf č. 1	Průměrné roční koncentrace SO ₂ v monitorovaných městech jednotlivých krajů ČR, 2007.....	14
Graf č. 2	Koncentrace NO ₂ , aritmetický roční průměr v letech 1997-2007.....	17
Graf č. 3	Průměrné roční koncentrace benzenu podle typu městských lokalit, 2007.....	23
Graf č. 4	Zastoupení susp. částic po průchodu odlučovačem.....	24
Graf č. 5	Ošetřená akutní respirační onem. (bez chřipky) děti ve věku 1 – 5.....	25
Graf č. 6	Vývoj ošetřených akutních respiračních onem. u dětí, srovnání s průměrným rokem za období 1995 – 2007.....	35
Graf č. 7	Vývoj znečištěného ovzduší susp. částicemi frakce PM ₁₀ v nejvíce zatížených městech, 1997 – 2007.....	36
Graf č. 8	Průměrné roční koncentrace susp. částic, frakce PM ₁₀ , 2007 počet dnů s překročením 24 – hod.	37
Graf č. 9	Polycyklické arom. uhlovodíky – hodnota tox. ekvivalentu bezo(a)pyrenu, vývoj v letech 1997 – 2007.....	39
Graf č. 10	PAU v ovzduší aritmet. roční průměr, 2007.....	40

Seznam obrázků

Obr. č. 1 Účastníci systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí.....	33
--	-----------

Seznam příloh

Příloha č. 1: Účastníci systému monitorování zdrav. stavu ČR

Příloha č. 2: Sledované škodliviny

Příloha č. 3: Roční průměrné koncentrace PM₁₀

Nejvyšší 24 hod. koncentrace PM₁₀

Nejvyšší 24h. koncentrace a roční průměrné konc. PM₁₀ v

letech 1994 – 2004

Příloha č. 4: Roční aritmetické průměry NO₂, v ovzduší městských lokalit

v roce 2007

Příloha č. 5: Hodnoty celkového populačního rizika pro jednotlivé látky

Přílohy

Příloha č. 1 Účastníci Systému monitorování zdravotního stavu ČR ve vztahu k životnímu prostředí³

Základní účastníci monitoringu	Realizace v subsystému						Kód města	Počet obyvatel
	I	III	IV	V	VI	VIII		
Benešov	x		x		x	x	BN	16247
Brno	x		x		x	x	BM	366 680
České Budějovice	x	x	x		x	x	CB	94 747
Děčín	x				x		DC	52 165
Havlíčkův Brod	x	x			x		HB	24 265
Hodonín	x				x		HO	26 110
Hradec Králové	x	x	x		x	x	HK	94 255
Jablonec nad Nisou	x	x	x		x	x	JN	44 822
Jihlava	x				x		JI	50 916
Jindřichův Hradec	x				x		JH	22 464
Karviná	x				x	x	KI	63 045
Kladno	x	x			x		KL	69 276
Klatovy	x				x	x	KT	22 898
Kolín	x				x		KO	30 158
Kroměříž	x			x	x	x	KM	29 038
Liberec	x			x	x	x	LB	98 781
Mělník	x				x	x	ME	19 003
Most	x				x		MO	67 691
Olomouc	x	x			x	x	OL	100 168
Ostrava	x	x	x	x	x	x	OS	308 098
Plzeň	x	x	x		x	x	PM	163 362
Praha	x	x	x	x	x		AB	1 188 126
Příbram	x				x	x	PB	34 660
Sokolov	x				x	x	SO	24 456
Svitavy	x				x		SY	17 226
Šumperk	x		x		x	x	SU	28 069
Ústí nad Labem	x	x	x		x	x	UL	94 565
Ústí nad Orlicí	x	x			x		UO	14 864
Znojmo		x	x		x		ZN	34 902
Žďár nad Sázavou	x		x		x	x	ZR	23 688
Další účastníci monitoringu								
Frýdek-Místek					x		FM	59 416
Karlovy Vary						x	KV	50 691
Litoměřice	x						LM	23 091
Litvínov	x						LT	27 079
Lovosice	x						LV	8 905
Meziboří	x						MZ	4 874

Tanvald	x						TN	6 980
Teplice	x						TP	51 046
Uherské Hradiště				x			UH	26 007
Pořadové stanice ČHMÚ								
Košetice	x						P1	
Bílý Kříž	x						P2	

Poznámky:

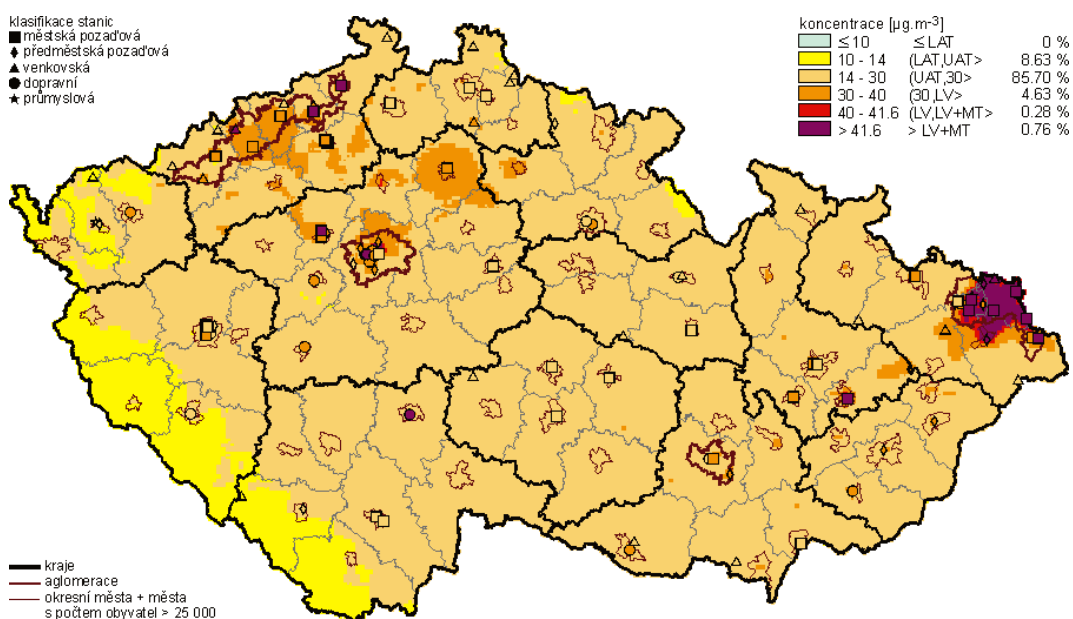
Subsystémy II a VII probíhají celostátně

Počet obyvatel je aktualizován k 1.1.2007 (Český statistický úřad)

Příloha č. 2 Sledované škodliviny ⁸

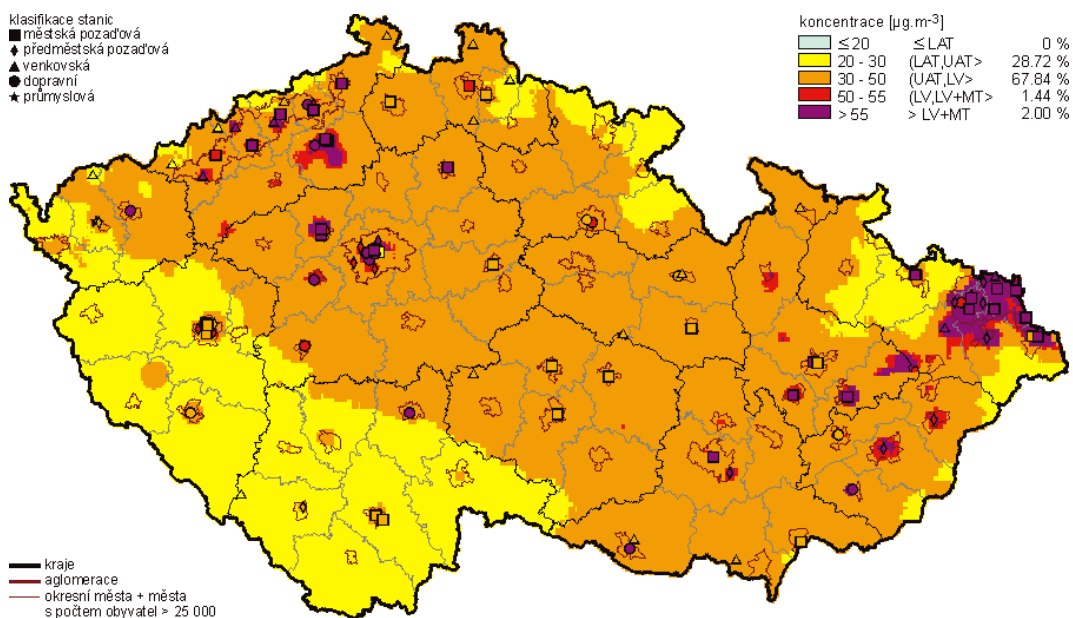
Sledované škodliviny			
Základní	SO ₂ , NO/NO ₂ /NO _x , prašný aerosol		
Výběrově sledované	PAU (rozsah US EPA TO 13)	Fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benzo(a)antracen, chrysen, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, dibenz(a,h)antracen, benzo(g,h,i)perlen, indeno(1,2-c,d)pyren, suma PAU a toxický ekvivalent benzo(a)pyrenu	
	VOC (rozsah US EPA TO 14)	Aromatické uhlovodíky	Benzen, toluen, etylbenzen, xyleny, styren, trimetylbenzeny,
		Halogenové Alifatické uhlovodíky	Chlormetan, dichlormetan, trichlormetan, tetrachlormetan, dichlorpropan, dichlorpropen, brommetan, dibrommetan
		Chlorované aromatické uhlovodíky	Chlorbenzen, dichlorbenzen, trichlorbenzen
	Freony	Freon 11, F 12, F 113, F 114	

Příloha č. 3 Roční průměrné koncentrace PM₁₀ (2004)¹⁰



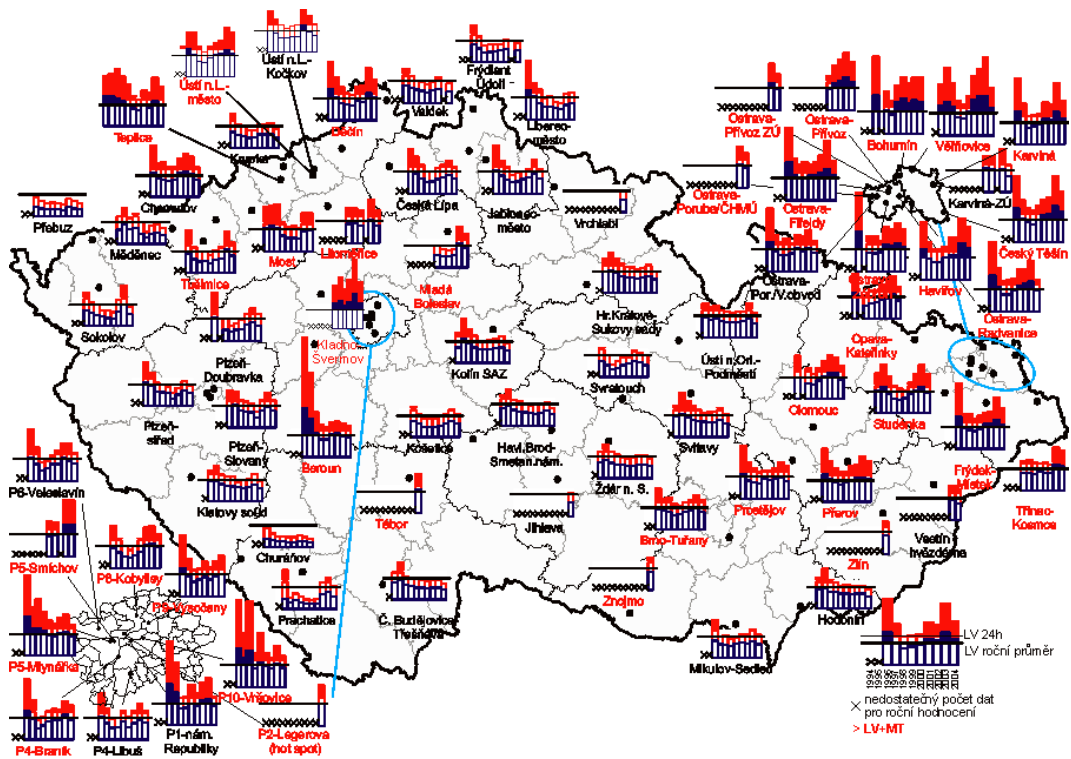
Pole roční průměrné koncentrace PM₁₀ v roce 2004

Nejvyšší 24h. koncentrace PM₁₀ (2004)¹⁰



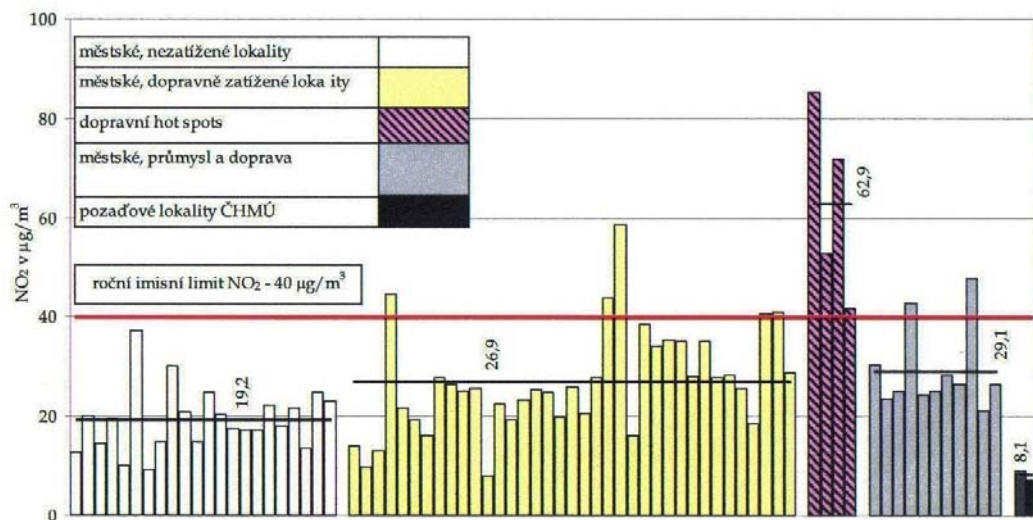
Pole 36. nejvyšší 24hod. koncentrace PM₁₀ v roce 2004

Nejvyšší 24h. koncentrace a roční průměrné koncentrace PM₁₀
v letech 1994 – 2004 ve vybraných stanicích ¹⁰



36. nejvyšší 24hod. koncentrace a roční průměrné koncentrace PM₁₀ v letech 1994-2004 na vybraných stanicích

Příloha č. 4 Roční aritmetické průměry NO₂ v ovzduší městských lokalit v roce 2007 ⁸



Příloha č. 5 Hodnoty celkového populačního rizika pro jednotlivé látky ⁷

2007 – karcinog. látky populační riziko	benzen		suma PAU		Arsen		Nikl		celkem	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
ČR	0,51	6,86	3,74	111,2	0,06	2,40	0,02	0,58	4,33	121,1
města (nad 5 tis. obyvatel)	0,26	3,43	3,75	55,64	0,05	1,20	0,01	0,28	4,07	60,52
lokalita bez dopravní zátěže	0,40	0,90	3,95	9,86	0,05	0,58	0,02	0,28	4,42	11,62
lokalita s dopravní zátěží	0,33	1,33	6,27	16,14	0,07	0,09	0,01	0,29	6,68	17,85
průmyslové lokality	0,98	3,43	8,29	55,64	0,05	1,20	0,02	0,23	9,34	60,50