

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Klára ŘEZÁČOVÁ

**ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
RESPIRABILNÍ FRAKCI PRAŠNÉHO AEROSOLU**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Martin Jurek, Ph.D.

Olomouc 2014

Bibliografický záznam

- Autor (osobní číslo):** Klára Řezáčová (R11115)
- Studijní obor:** Regionální geografie
- Název práce:** Znečištění ovzduší na území České republiky respirabilní frakcí prašného aerosolu
- Title of thesis:** Air pollution in the area of the Czech Republic by respirable fraction of particulate matter
- Vedoucí práce:** RNDr. Martin Jurek, Ph.D.
- Rozsah práce:** 41 stran, 2 vázané přílohy
- Abstrakt:** Bakalářská práce se zabývá znečištěním ovzduší na území České republiky suspendovanými částicemi $PM_{2,5}$. Pro zhodnocení koncentrací byla použita data od roku 2004 do roku 2012. Hodnoceny jsou roční koncentrace $PM_{2,5}$ z hlediska jednotlivých krajů v ČR. Následně je hodnoceno množství $PM_{2,5}$ nacházející se ve frakci PM_{10} . Celou analýzu doplňují tabulky a grafy.
- Klíčová slova:** znečištění ovzduší, suspendované částice $PM_{2,5}$ a PM_{10} , Česká republika, prašný aerosol
- Abstract:** The thesis deals with air pollution in the Czech Republic by suspended particles $PM_{2,5}$. To assess the concentrations used data from 2004 to 2012. Evaluated the annual concentration of $PM_{2,5}$ in terms of individual regions in the country. Subsequently evaluated amount $PM_{2,5}$ located in PM_{10} . The whole analysis is supplemented by the tables and graphs.
- Keywords:** air pollution, suspended particulate matter $PM_{2,5}$ and PM_{10} , Czech Republic

Prohlašuji, že jsem zadanou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškerou použitou literaturu.

Přerov, 30. 4. 2014

.....

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu práce, RNDr. Martinu Jurkovi, Ph.D. za ochotu a cenné rady při vedení práce.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Klára ŘEZÁČOVÁ**
Osobní číslo: **R11115**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Regionální geografie**
Název tématu: **Znečištění ovzduší na území České republiky respirabilní frakcí
prašného aerosolu**
Zadávací katedra: **Katedra geografie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je zhodnotit úroveň znečištění ovzduší jemnou frakcí prašného aerosolu PM_{2,5} na území České republiky, a to s využitím dat v Informačním systému kvality ovzduší (ISKO). Bude zhodnocen vývoj měření této frakce na monitorovacích stanicích, analyzovány zjištěné úrovně koncentrací a jejich vztah ke koncentracím frakce PM₁₀, případně mohou být hodnoceny i další faktory ovlivňující imise PM_{2,5}.

Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**

Rozsah pracovní zprávy: **5 000 - 8 000 slov**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Braniš, M., Hůnová, I. eds. et al. (2009) Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší. Praha: Karolinum.

Časopis Ochrana ovzduší (ISSN 1211-0337).

Portál ČHMÚ [on-line]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz/>

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu.

Zákon 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší.

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Martin Jurek, Ph.D.**
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: **23. dubna 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2014**

L.S.

Prof. RNDr. Juraj Ševčík, Ph.D.
děkan

Doc. RNDr. Zdeněk Szczyrba, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 23. dubna 2013

Obsah

Seznam použitých zkratk a značek.....	8
Úvod	9
1 Cíle práce.....	10
2 Použitá metodika a zdroje dat.....	11
2.1 ZHODNOCENÍ DOSTUPNÉ LITERATURY	11
2.2 ZPRACOVÁNÍ DAT.....	12
3 Charakteristika suspendovaných částic	14
3.1 ZDRAVOTNÍ RIZIKA SUSPENDOVANÝCH ČÁSTIC	16
3.2 LIMITY SUSPENDOVANÝCH ČÁSTIC	17
3.2.1 Hodnoty doporučené WHO a limity stanovené směrnicemi EU	17
3.2.2 Legislativa ochrany ovzduší České republiky.....	18
4 Vývoj systematického monitoringu PM_{2,5} v ČR	21
5 Výsledky analýzy koncentrací PM_{2,5} naměřených v ČR v letech 2004–2012... 24	
5.1 ROČNÍ PRŮMĚRNÉ KONCENTRACE PM _{2,5}	24
5.1.1 Aglomerace Praha.....	24
5.1.2 Středočeský, Jihočeský, Plzeňský a Karlovarský kraj	25
5.1.3 Ústecký kraj.....	26
5.1.4 Liberecký, Královéhradecký, Pardubický kraj a kraj Vysočina.....	27
5.1.5 Aglomerace Brno a Jihomoravský kraj	28
5.1.6 Olomoucký a Zlínský kraj.....	30
5.1.7 Moravskoslezský kraj.....	30
5.1.8 Průměrná roční koncentrace PM _{2,5} podle typu stanice.....	32
5.2 ROČNÍ CHOD PRŮMĚRNÝCH MĚSÍČNÍCH KONCENTRACÍ PM _{2,5}	33
5.3 PODÍL FRAKCE PM _{2,5} VE FRAKCI PM ₁₀ V ROCE 2012	34
6 Závěr.....	37
7 Summary	38
8 Seznam použité literatury a zdrojů.....	39

Seznam příloh

Seznam použitých zkratk a značek

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
EU	Evropská unie
ISKO	Informační systém kvality ovzduší
PM _{2,5}	Suspendované částice velikostní frakce do 2,5 mikrometru
PM ₁₀	Suspendované částice velikostní frakce do 10 mikrometrů
SPM	Suspendované částice celkové (Suspended Particulate Matter)
WHO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organisation)

Úvod

Předmětem bakalářské práce je zhodnocení úrovně znečištění ovzduší jemnou, respirabilní frakcí prašného aerosolu a zároveň zhodnocení měření těchto částic na území České republiky. Aerosolové částice jsou známé pro své negativní účinky na lidské zdraví a také negativně působí na ekosystém. Právě z těchto důvodů je jim v poslední době věnována velká pozornost po celém světě.

V České republice se tyto částice výrazně podílejí na znečištění ovzduší, a i přes dlouhotrvající pokusy o snížení jejich koncentrace se nedaří na našem území dosáhnout všude hodnot vytyčených v evropské a české legislativě. Na území Evropy se řadíme mezi státy s nejvíce znečištěným ovzduším z hlediska prašného aerosolu. Zhoršená kvalita ovzduší však nemá charakter celoplošný, ale vyskytuje se spíše jako regionální či lokální zátěž. Především pro populaci měst představuje riziko dlouhodobých dopadů na lidské zdraví.

1 Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zhodnotit úroveň znečištění ovzduší jemnou frakcí prašného aerosolu $PM_{2,5}$ na území České republiky, s využitím dat v Informačním systému kvality ovzduší (ISKO), dále popsat a zhodnotit vývoj měření zmíněné frakce na monitorovacích stanicích a následně analyzovat naměřené úrovně koncentrací, a to včetně porovnání vzájemného vztahu koncentrací $PM_{2,5}$ a PM_{10} .

2 Použitá metodika a zdroje dat

2.1 Zhodnocení dostupné literatury

Obsáhlým zdrojem informací je monografie *Atmosféra a klima: Aktuální otázky ochrany ovzduší* (Braniš, M., Hůnová, I. 2009). Toto dílo podrobně popisuje klima, atmosféru a kvalitu ovzduší. Jejich vzájemné vztahy, monitoring, hodnocení i změny klimatu a globální aspekty ochrany ovzduší. Slouží tak ke správnému pochopení fungování atmosféry a znečištění ovzduší.

Podobným pramenem je publikace *Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší* (Hůnová, I. 2004). Zabývá se obecnými otázkami atmosféry a jejími fyzikálními a chemickými vlastnostmi, řeší také problémy znečištění ovzduší a otázky kvality venkovního ovzduší, obsahuje kapitoly o měření kvality ovzduší v České republice a legislativě upravující ochranu ovzduší v ČR. Jedná se o učební text Univerzity Karlovy v Praze.

Významným zdrojem je odborný časopis *Ochrana ovzduší*, který vychází šestkrát ročně. Je zaměřen na informace o znečišťování a kvalitě ovzduší jak v České republice, tak v zahraničí. Obsah tvoří články zaměřené na aktuální poznatky a novinky. Zveřejňuje výsledky programů a projektů vědy a výzkumu. Nepřetržitě vychází od roku 1969. Je vydáván Občanským sdružením Ochrana kvality ovzduší.

Tištěným zdrojem se také stala publikace *Směrnice pro kvalitu ovzduší v Evropě* (1996, v originálním názvu *Air quality guidelines for Europe*). Jde o český překlad publikace Světové zdravotnické organizace (WHO), vydaný Ministerstvem životního prostředí. Obsahuje charakteristiky znečišťujících látek, jejich vliv na vegetaci a zdraví obyvatel. V roce 1997 byly Směrnice pro kvalitu ovzduší v Evropě aktualizovány a v roce 2000 bylo vydáno druhé vydání. Nejnovější poznatky o účincích znečištěného ovzduší na zdraví lidí byly vydány ve formě aktualizací směrnic kvality ovzduší pro vybrané znečišťující látky v publikaci *Air quality guidelines for Europe: global update 2005*, jejíž poznatky byly taktéž použity v této práci. Publikace je dostupná také on-line a podrobně popisuje suspendované částice, ozon, oxid siřičitý a oxid dusičitý.

Základním a nejvýznamnějším zdrojem dat k této práci byl *Informační systém kvality ovzduší (ISKO)*, který slouží pro komplexní hodnocení stavu a vývoje znečištění ovzduší na území České republiky. ISKO mimo jiné soustřeďuje naměřená data ze

státní imisní síť na našem území. Provozovatelem systému je Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). Pravidelným výsledkem výročního zpracování systematicky shromažďovaných dat ISKO jsou tabelární a grafické ročenky, které jsou publikovány pravidelně za každý uplynulý rok již od roku 1996 a jsou dostupné také online.

Dále byly využity webové stránky *Světové zdravotnické organizace (WHO, World Health Organisation)*. Z hlediska znečištění ovzduší se organizace věnuje hodnocení působení jednotlivých znečišťujících látek na zdraví obyvatel. Vydává vlastní publikace o kvalitě ovzduší, kde také doporučuje limity pro jednotlivé znečišťující látky ohrožující lidské zdraví.

Jako zdroj pro imisní limity suspendovaných částic, které jsou potřeba pro zhodnocení vývoje znečištění, posloužila směrnice *Evropského parlamentu 2008/50/ES*, která stanovuje kromě zmíněných imisních limitů také cílové limity pro částice $PM_{2,5}$ a stanovuje veškeré podmínky ochrany ovzduší na území Evropy.

2.2 Zpracování dat

Data pro tuto bakalářskou práci byla získána z Informačního systému kvality ovzduší (ISKO). Použitá data jsou převážně převzata z Tabelárních ročenek za období 2003–2012. Jedná se o data ze všech stanic, které měřily nebo měří koncentrace $PM_{2,5}$. V práci byly použity měsíční a roční průměry koncentrací ze všech dostupných stanic.

Pro zpracování poměru $PM_{2,5}/PM_{10}$ byla použita data z Tabelární ročenky roku 2012, týkající se stanic měřících současně koncentraci PM_{10} a $PM_{2,5}$, konkrétně jejich průměrné roční koncentrace. Stejná data pak byla použita pro zpracování mapy na obrázku 2.

Do sloupcového grafu na obrázku 1 byly použity počty stanic za období 2004–2012 získané z grafických ročenek, které byly publikovány ve stejném časovém období.

Data ročních a měsíčních průměrů získaná z Informačního systému kvality ovzduší byla roztríděna podle umístění a historie měření stanic, jejich hodnoty byly následně vyneseny do spojnicových grafů. Grafy použité v kapitole 5.1 zachycují průběh průměrných ročních koncentrací jednotlivých stanic od roku 2004 do roku 2012, popřípadě průběh ročních koncentrací, které jsou pro danou stanicí dostupné. Do grafu byly zaneseny pouze stanice, které měřily koncentraci $PM_{2,5}$ alespoň dva roky souvisle

po sobě. Jako maximum osy y u většiny grafů byla pevně zvolena hodnota $35 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Výjimkou je obrázek 9, kde bylo potřeba v grafu zvolit maximální hodnotu $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, protože roční průměry na stanicích v Moravskoslezském kraji dosahují podstatně vyšších hodnot. Zobrazení hodnot v grafech bylo také rozlišeno podle jednotlivých typů stanic, stanice dopravní jsou vyznačeny přerušovanou čarou, stanice průmyslové čarou tečkovanou a stanice pozadřové plnou čarou. Data průměrných ročních koncentrací byla také uvedena do přílohové tabulky 1; ta zobrazuje všechny stanice zprovozněné v období let 2004–2012 a jejich roční koncentrace. Všechny stanice provozované v roce 2012 byly znázorněny v přehledné situační mapě (obrázek 3).

Měsíční průměry byly použity pro hodnocení ročního chodu koncentrací v jednotlivých lokalitách a také v jednotlivých letech. U vybraných stanic byly měsíční koncentrace vyneseny do spojnicového grafu pro lepší znázornění jejich ročního průběhu.

Při hodnocení procentuálního zastoupení frakce $\text{PM}_{2,5}$ ve frakci PM_{10} byly použity roční průměrné koncentrace obou frakcí za rok 2012. Data všech hodnocených stanic jsou uvedena v přílohové tabulce 2. Podle procentuálního zastoupení $\text{PM}_{2,5}$ pak byly hodnoceny jednotlivé lokality měřící současně tyto dvě frakce.

3 Charakteristika suspendovaných částic

Suspendované částice mají mnoho různých definic a také mnoho používaných synonym, označují se jako prašný aerosol, polétavý prach nebo pevný aerosol. Ve světě se také používá termín SPM (suspended particulate matter) nebo jen PM (Hluk & Emise, 2007).

Nařízení vlády č. 350/2002 Sb. definuje suspendované částice jako „*pevné nebo kapalné částice, které v důsledku zanedbatelné pádové rychlosti přetrvávají dlouhou dobu v atmosféře*“ (Nařízení vlády č. 350/2002). Jinak lze říci, že tyto částice představují tuhé či kapalné látky s původem v mnoha přírodních a antropogenních zdrojích. Hlavními složkami prašného aerosolu jsou sulfáty, dusičnany, amoniak, chlorid sodný, oxidy, minerální prach a voda. Jsou směsí organických a anorganických látek, podle jejichž hmoty a složení se dělí na hrubé a jemné částice (WHO, 2005).

Pro účely stanovení koncentrací se částice třídí na frakce PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}. Částice, ve kterých se nachází alespoň 50 % částic s aerodynamickým průměrem menším než 10 μm, označujeme jako PM₁₀. Jako PM_{2,5} pak označujeme částice s 50% zastoupením částic s aerodynamickým průměrem menším než 2,5 μm (a obdobně pro PM₁). Navzájem se liší původem, složením i chováním (Braniš, M., Hůnová, I., 2009).

Hrubé částice jsou z větší části nerozpustné, hlavními příčinami jejich vzniku jsou nekontrolovaná spalování, demolice, doprava a sekundární víření prachu. Doba jejich setrvání v atmosféře činí často jen několik sekund, maximálně několik hodin (Hluk & Emise, 2007).

Jemné částice jsou z části rozpustné a mají svůj původ v lidských činnostech. Nejčastěji jde o emise z dopravních prostředků a z lokálních topenišť. V ovzduší zůstávají v řádech dnů až týdnů a vytvářejí aerosol, který může být přemístován stovky až tisíce kilometrů (Hluk & Emise, 2007).

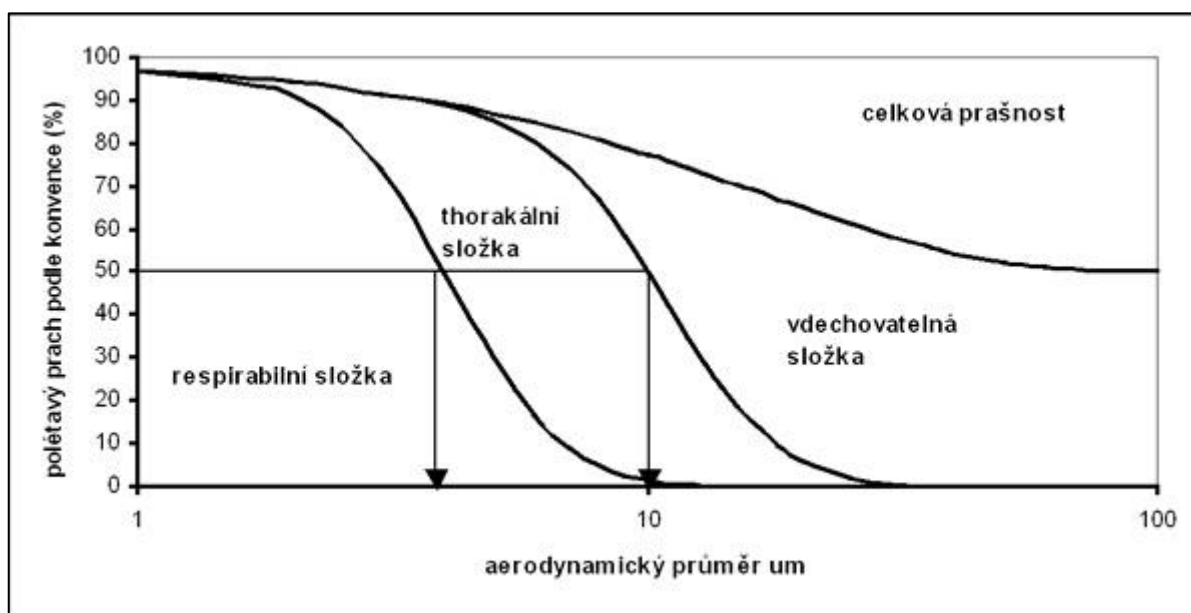
Kromě fyzikálních, chemických a biologických vlastností má velký význam z hlediska ohrožování lidského zdraví velikost částic prachu. Podstatná je skutečnost, jak hluboko se částice dostanou do dýchacího ústrojí. Frakce prašného aerosolu, kterou lze vdechnout nosem a ústy, se označuje jako *vdechovatelná frakce*. Jako *thorakální frakce* jsou označovány částice pronikající za hrtan. Vdechované částice pronikající do

dýchacích cest se nazývají jako *respirabilní frakce* (Hůnová, I. 2004). Vztah těchto frakcí s aerodynamickým průměrem částic ilustruje obrázek 1.

Suspendované částice můžeme také rozlišit jako primární a sekundární, první zmíněné vznikají na zdrojích znečišťujících ovzduší. Sekundární pak vznikají chemickými reakcemi v atmosféře (Braniš, M., Hůnová, I., 2009).

Mezi ty nejvýznamnější zdroje suspendovaných částic obecně patří doprava a spalovací procesy, produkované průmyslovou výrobou, výrobou energie a domácími topeništi. Suspendované částice z automobilové dopravy spolu s lokálními topeništi tvoří hlavní příčinu zvýšené zátěže ve městech a plošně zatěžují obyvatelstvo naší republiky (Státní zdravotní ústav, 2012).

Měření PM_{10} a $PM_{2,5}$ se provádí hlavně metodou filtračně gravimetrickou. Vzorek je odebírán spojitou filtrací přes membránový filtr o specifické velikosti pórů. Zachycené množství vzorku na filtru se stanoví gravimetricky jako rozdíl hmotnosti filtru po expozici a před ní (Braniš, M., Hůnová, I., 2009).



Obr. 1 Konvence frakcí prašného aerosolu (zdroj: SZÚ, 2007).

3.1 Zdravotní rizika suspendovaných částic

Zdravotní rizika v oblasti znečištění ovzduší jsou jednou z hlavních priorit Světové zdravotnické organizace. Ta především odhaduje zdravotní rizika jednotlivých znečišťujících látek a navrhuje pak jejich vhodné maximální přípustné koncentrace (WHO, 2005).

Účinek samotných částic závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. Největší vliv mají suspendované částice na dýchací ústrojí člověka. Větší částice se při dýchání nosem zachytí v horních cestách dýchacích. Částice PM_{10} se dostávají i do dolních cest dýchacích (Směrnice pro kvalitu ovzduší, 1996). Jemnější částice pronikají až do plicních sklípků a největší podíl prachu se ukládá v plicích při velikosti prachu 1 až $2\mu m$ (ČHMÚ, 2010a). Tyto účinky suspendovaných částic bývají uváděny i při průměrných ročních koncentracích frakce PM_{10} nižších než $30\mu g\cdot m^{-3}$ (Státní zdravotní ústav, 2012).

Částice ve vdechovaném vzduchu způsobují člověku dráždění sliznice cest dýchacích, mohou způsobovat změnu struktury a funkce řasinkové výstelky, zvýšit produkci hlenu a také snížit samočisticí schopnost dýchacího ústrojí. Všechny tyto změny snižují obranný mechanismus lidského těla, napomáhají vzniku infekcí a zánětlivým onemocněním. Vlivem částic $PM_{2,5}$ pak dochází k srdečním a respiračním onemocněním. Při chronické expozici suspendovaným částicím frakce $PM_{2,5}$ se redukce očekávané délky života začíná projevovat již od průměrných ročních koncentrací $10\mu g\cdot m^{-3}$ (Státní zdravotní ústav, 2009).

Prahovou koncentrací suspendovaných částic, pod kterou by nebyly prokazatelné účinky na lidské zdraví, se dosud nepodařilo stanovit. WHO doporučuje limit pro roční koncentraci frakce PM_{10} $20\mu g\cdot m^{-3}$; při této úrovni se s více než 95% mírou spolehlivosti nezvyšuje úmrtnost. Pro frakci $PM_{2,5}$ doporučuje limit $10\mu g\cdot m^{-3}$. Nejedná se o prahovou úroveň expozice a tento limit neznamenaá plnou ochranu veškeré populace před nepříznivými účinky suspendovaných částic. Podle WHO dochází ve městech s vysokou mírou znečištění ovzduší k navýšení úmrtnosti o 15 až 20 % ve srovnání s úmrtností ve městech s relativně čistým ovzduším (WHO, 2005).

3.2 Limity suspendovaných částic

Právě významná zdravotní rizika jsou důvodem zavedení imisních limitů pro znečišťující látky v ovzduší. Účinky suspendovaných částic na zdraví obyvatel se v současnosti projevují ve většině městských a venkovských oblastí, a to v rozvinutých i v rozvojových zemích (WHO, 2005).

3.2.1 Hodnoty doporučené WHO a limity stanovené směrnicemi EU

Světová zdravotnická organizace upravila doporučené hodnoty pro koncentraci suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} v roce 2005. Navrhla také vhodné 24h průměry pro částice PM₁₀ i PM_{2,5}. Hodnoty pro frakci PM₁₀ jsou podle odborníků méně škodlivé a byly stanoveny o něco vyšší možné koncentrace, udává je tabulka 1. Hodnoty v tabulce však nejsou právně závazné a zároveň jejich splnění neznamená úplné vymizení negativních účinků (WHO, 2005).

Tab. 1 Imisní hodnoty doporučené WHO v roce 2005

	Roční průměr ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	24 hodinový průměr ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)
Částice PM _{2,5}	10	25
Částice PM ₁₀	20	50

Zdroj: WHO2005 (online 2014)

Protože hodnoty ročního průměru částic PM₁₀ a PM_{2,5} navrhované WHO jsou příliš nízké oproti pravidelně naměřeným hodnotám v evropských státech, přistoupila Evropská unie k postupnému snižování koncentrace těchto částic v ovzduší. V současnosti je v platnosti Směrnice 2008/50/ES, která uvádí jako cílovou hodnotu ročního průměru PM_{2,5} $25\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ do 1. ledna 2010. Dále směrnice udává celostátní cíl snížení expozice, kdy průměrný ukazatel expozice je založen na měření v pozadových městských oblastech v zónách a aglomeracích na celém území státu. Průměrný ukazatel expozice pro rok 2010 je vytvořen jako průměrná klouzavá koncentrace vypočítaná ze všech míst odběru vzorků na území státu za roky 2008, 2009 a 2010. Cílovým rokem je rok 2020 s cílovou úrovní koncentrace $8,5\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Zároveň směrnice určuje maximální expoziční koncentraci PM_{2,5} $20\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, které je nutno dosáhnout do roku 2015. Nakonec stanovuje mezní hodnoty, kterých je potřeba dosáhnout ve dvou fázích, první fáze do roku 2015, následující do roku 2020, podrobnosti prezentuje tabulka 3 (Úřední věstník Evropské unie, 2008).

Tab. 2 Celostátní cíl snížení expozice vzhledem k průměrnému ukazateli expozice pro rok 2010 s cílovým rokem 2020

Výchozí koncentrace v $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Cíl snížení v procentech
< 8,5 = 8,5	0 %
> 8,5 – < 13	10 %
= 13 – < 18	15 %
= 18 – < 22	20 %
≥ 22	veškerá vhodná opatření pro dosažení $18\mu\text{g}/\text{m}^3$

Zdroj: Úřední věstník Evropské unie 2008

Tab. 3 Mezní hodnoty podle Směrnice Evropského parlamentu 2008/50/ES

Doba průměrování	Mezní hodnota	Mez tolerance	Datum, do kterého je třeba dosáhnout mezní hodnoty
1. FÁZE			
Kalendářní rok	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	20% k 11. červnu 2008, snížení následujícího 1. ledna a poté každých 12 měsíců o stejné roční procento až na 0 % dne 1. ledna 2015	1. ledna 2015
2. FÁZE			
Kalendářní rok	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$		1. ledna 2020

Zdroj: Úřední věstník Evropské unie 2008

Směrnice požaduje po členských státech rozdělit území státu do zón a aglomerací, kdy zóny jsou chápány jako základní jednotky pro řízení kvality ovzduší. Má specifické požadavky na posuzování, tedy samotnou klasifikaci zón z hlediska kvality ovzduší. Rozlišuje oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší jako oblasti, kde je překročena hodnota jednoho nebo více imisních limitů. Rozdílnou ochranu ovzduší pak mají osídlená území, v nichž žije nejméně 250 000 obyvatel, nebo i oblasti s menším počtem obyvatel, kde je potřeba zvláštních opatření k ochraně ovzduší z důvodu vysoké hustoty osídlení (ČHMÚ, 2010a).

3.2.2 Legislativa ochrany ovzduší České republiky

V současnosti je v České republice v platnosti zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, který nabyl účinnosti dne 1. 9. 2012. Je aktuálně nejnovějším legislativním

dokumentem, který upravuje imisní limity a způsoby sběru dat o částicích PM_{2,5} (ČHMÚ, 2012).

Významným důvodem pro vytvoření této právní úpravy byly požadavky nové evropské směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu. Mezi hlavní důvody také patřil nepříznivý vývoj kvality ovzduší v České republice. Cílem tohoto zákona je, s využitím všech dostupných zdrojů, předcházet znečišťování tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví, snížení zátěže životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy (Kužel, J., 2012).

V případě částic PM_{2,5} a jejich vyhodnocování bylo předchůdcem zákonu č. 201 nařízení vlády č. 42/2011 Sb., které změnilo nařízení vlády č. 597/2006. Již toto nařízení vycházelo z Evropské směrnice vydané roku 2008. Obsahovalo roční imisní limit pro částice PM_{2,5}, cílový imisní limit vyjádřený jako průměr ročních průměrných úrovní znečištění ovzduší PM_{2,5} za roky 2013, 2014 a 2015. Pokles klouzavé roční koncentrace PM_{2,5} v městských pozadových lokalitách k roku 2020, požadavky a postup hodnocení zón a aglomerací s ohledem na PM₁₀ a PM_{2,5}, minimální počet bodů vzorkování pro stacionární měření pro účely posouzení dodržování imisních limitů na ochranu lidského zdraví a zvláštních imisních limitů. Také udává, že imisní limit pro PM_{2,5} musí být splněn do 31. 12. 2014 a do té doby je limitem cílovým (Nařízení vlády č. 42/2011 Sb., 2011). Tento požadavek byl však zákonem 201/2012 Sb. aktualizován.

Zákon č. 201/2012 Sb. udává imisní limit pro PM_{2,5} s dobou průměrování kalendářního roku 25 µg·m⁻³. V příloze č. 3 pak vymezuje zóny a aglomerace pro hodnocení kvality ovzduší (Zákon č. 201/2012 Sb.).

Tab. 4 Imisní limity pro PM₁₀ a PM_{2,5} dle zákona č. 201/2012 Sb.

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet překročení
Částice PM ₁₀	1 kalendářní rok	40 µg·m ⁻³	0
Částice PM _{2,5}	1 kalendářní rok	25 µg·m ⁻³	0

Tab. 5 Seznam zón a aglomerací podle zákona č. 201/2012 Sb.

Zóna/Agglomerace	Kód zóny/ aglomerace
Agglomerace Praha	CZ01
Zóna Střední Čechy	CZ02
Zóna Jihozápad	CZ03
Zóna Severozápad	CZ04
Zóna Severovýchod	CZ05

Zóna Jihovýchod	CZ06Z
Aglomerace Brno	CZ06A
Zóna Střední Morava	CZ07
Zóna Moravskoslezsko	CZ08Z
Aglomerace Ostrava/ Karviná/Frydek-Místek	CZ08A

4 Vývoj systematického monitoringu PM_{2,5} v ČR

Suspendované částice frakce PM_{2,5} jsou ve větší pozornosti posledních 10 let. První povinné měření těchto částic na území EU nařídila směrnice 1999/30/ES, vydaná Radou Evropské unie 22. dubna 1999 (Úřední věstník Evropské unie, 1999). Česká republika ovšem tehdy ještě nebyla členským státem EU, a tak se jí povinnost měření koncentrací těchto částic ještě netýkala.

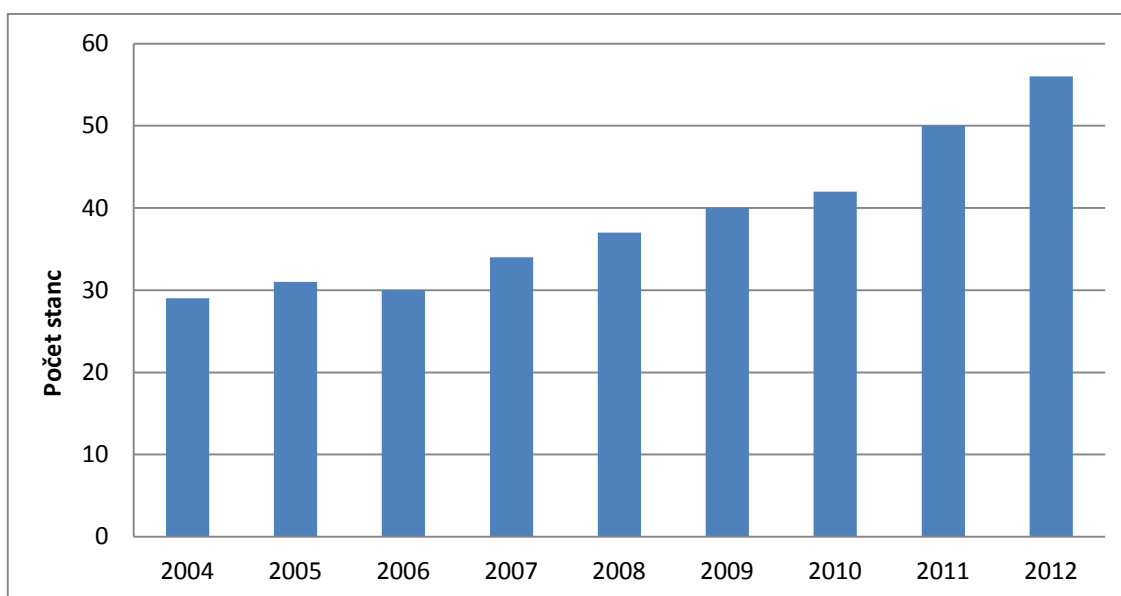
S připravovaným přistoupením ČR k EU a související harmonizací českého a unijního práva se v průběhu roku 2003 začaly objevovat první stanice, které měřily koncentraci PM_{2,5} na našem území (ČHMÚ, 2004). Způsob měření tehdy udávala stále směrnice z roku 1999 – počty a polohy stanic si určovaly členské státy tak, aby hodnoty PM_{2,5} byly na jejich území měřeny reprezentativně a pokud je to možné, aby místa měření byla sloučena s místy měření frakce PM₁₀ (Úřední věstník Evropské unie, 1999). V roce 2004 se na území ČR zřídilo více než 20 míst odběru vzorků PM_{2,5} (ČHMÚ, 2004). Počet stanic se postupně zvyšoval, protože první měření prokázala v některých lokalitách značně vysokou úroveň znečištění. To se potvrdilo i analýzou dat za rok 2005.

Důležitá změna nastala v roce 2008, kdy EU reagovala na doporučení WHO a stanovila cílové hodnoty a mezní hodnoty PM_{2,5} pro ochranu lidského zdraví a stanovila celostátní cíl snížení expozice PM_{2,5}. Všechna tato opatření byla do české legislativy implementována s platností od roku 2011 (ČHMÚ, 2008).

Jak ukazuje obrázek 2, růst počtu stanic byl plynulý již od počátku měření částic PM_{2,5}. K menšímu snížení jejich počtu došlo pouze mezi roky 2005–2006, šlo však pouze o jednu stanic. Velkým zlomem se stalo období 2010–2011, kdy se počet měřících stanic zvýšil vlivem již zmíněné nové legislativy. Výrazně se zvýšil počet stanic měřících PM_{2,5} ze 42 na 50 (ČHMÚ, 2011). V roce 2012 bylo již v provozu celkem 56 stanic, vzrostl však počet stanic s nedostatečným počtem dat pro vypočítání průměrné roční koncentrace, to se v tomto roce týkalo celkem 16 lokalit, částečně lze toto zvýšení vysvětlit vznikem několika stanic až po polovině roku 2012. Kompletní seznam stanic měřících od roku 2004 prezentuje přílohová tabulka 1.

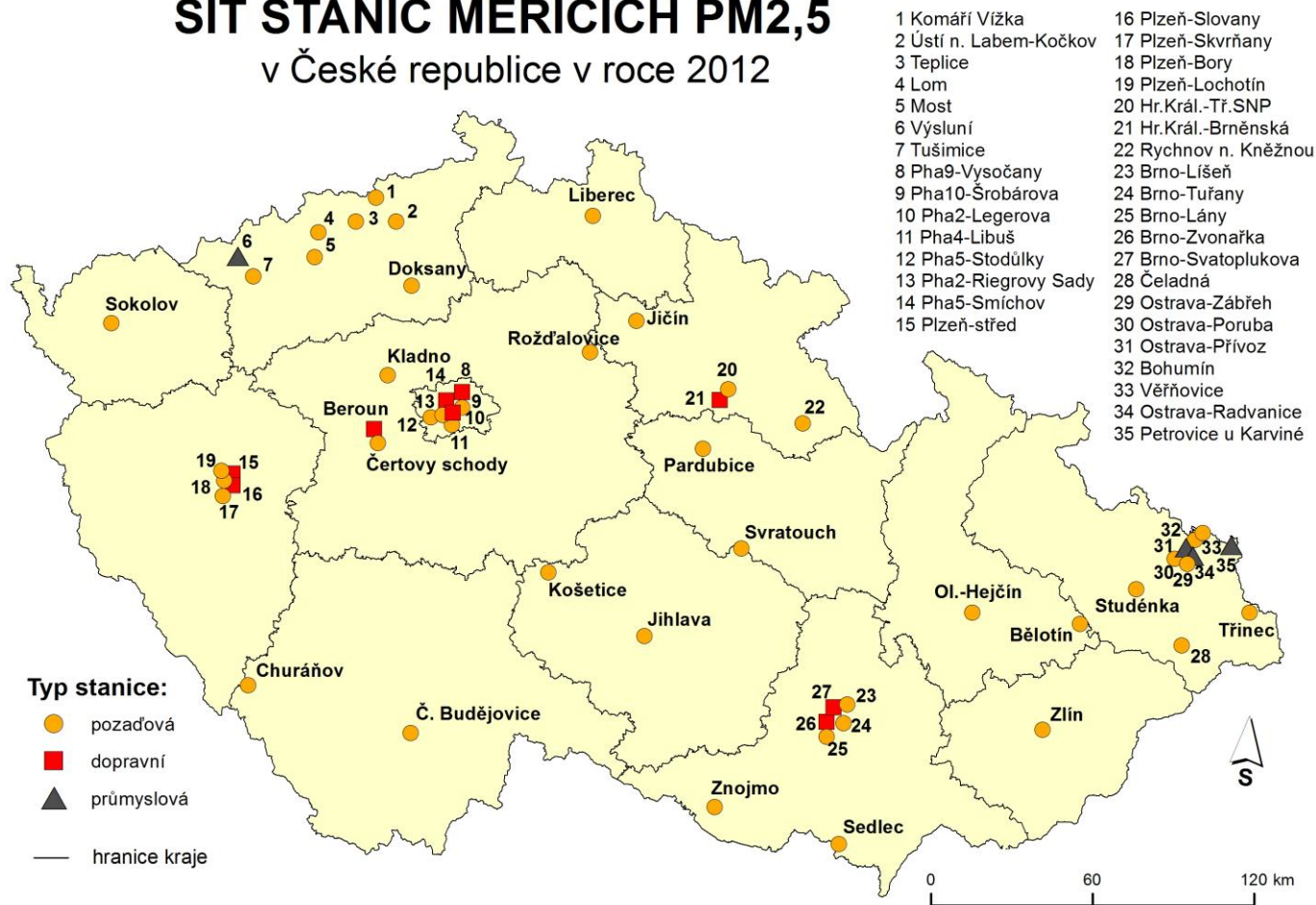
První měření koncentrací PM_{2,5} bylo zavedeno na lokalitách, kde již probíhající měření PM₁₀ vykazovalo vysokou úroveň prašnosti. Proto současné rozložení stanic je

charakteristické soustředěním do aglomerací a oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší. Moravskoslezský kraj měl k roku 2012 deset stanic měřících koncentraci $PM_{2,5}$, Ústecký kraj osm, Praha sedm, Jihomoravský kraj také sedm (se soustředěním pěti v Brně), Plzeňský kraj pět (všechny v Plzni), Královéhradecký kraj čtyři. Další kraje mají většinou alespoň dvě stanice pro kontrolu koncentrací jemných částic, výjimkou s pouze jedinou stanicí jsou kraje Karlovarský, Liberecký a Zlínský. Rozložení stanic v roce 2012 prezentuje obrázek 3.



Obr. 2 Vývoje počtu stanic měřících $PM_{2,5}$ v ČR 2004–2012
(podkladová data: ISKO, vlastní zpracování).

SÍŤ STANIC MĚŘÍCÍCH PM_{2,5} v České republice v roce 2012



Obr. 3 Síť stanic měřících PM_{2,5} (podkladová data ISKO, vlastní zpracování).

5 Výsledky analýzy koncentrací PM_{2,5} naměřených v ČR v letech 2004–2012

5.1 Roční průměrné koncentrace PM_{2,5}

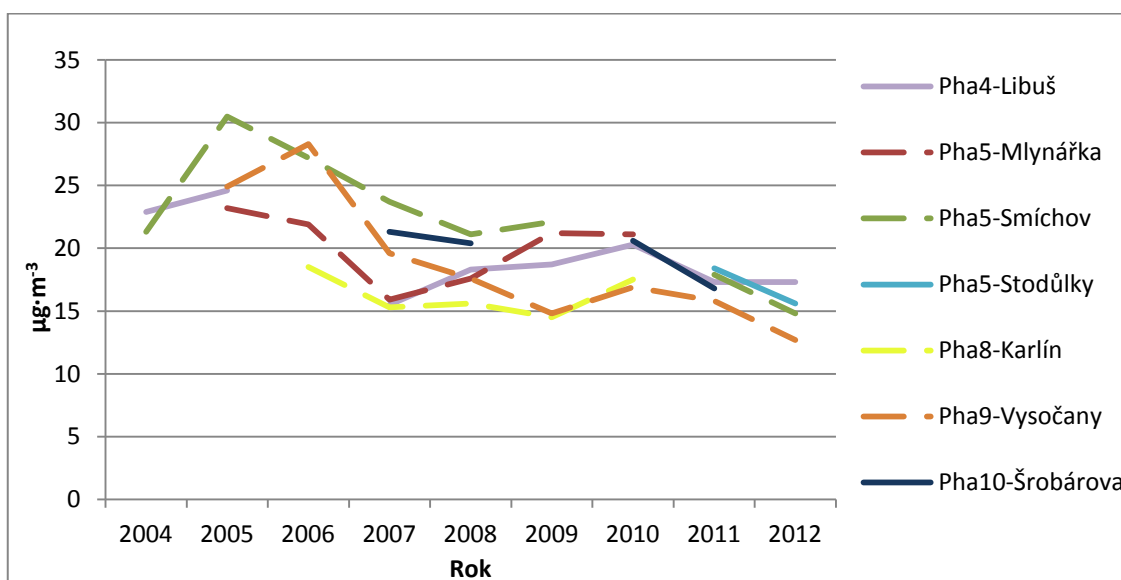
Průměrné roční koncentrace PM_{2,5} jsou hodnoceny od roku 2004 do roku 2012 na všech stanicích, které poskytovaly data alespoň dva roky po sobě. Takových stanic je v České republice celkem 50. Celkový trend chodu průměrných ročních koncentrací je na většině stanic podobný, na počátku měření se hodnoty pohybovaly okolo 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ až 25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v roce 2006 bylo zaznamenáno výraznější zvýšení hodnot, kdy roční imisní limit byl překročen na 14 lokalitách, následně došlo k výraznému snížení až do roku 2010, kdy došlo opět k nárůstu ročních koncentrací PM_{2,5} a imisní limit byl překročen na 12 lokalitách. Tato dvě zvýšení lze přisuzovat zhoršeným rozptylovým podmínkám v zimním období, které mají poměrně velký vliv na koncentrace prašného aerosolu.

Poslední dostupná data z roku 2012 dokladují překročení imisního limitu na 10 stanicích, kdy nejvyšší průměrnou koncentrací byla hodnota 41 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Tuto průměrnou roční koncentraci dosáhla lokalita Věřňovice, kde také v roce 2006 byla vůbec nejvyšší roční koncentrace s hodnotou 50,4 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nejnižší roční koncentrace PM_{2,5} byla v roce 2012 naměřena na stanici Kladno-střed města, kde hodnota byla 11,3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Vůbec nejnižší hodnotou koncentrace naměřenou od počátku měření je hodnota 10,1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ z roku 2008 na stanici Svratouch v Pardubickém kraji.

5.1.1 Aglomerace Praha

Agglomerace Prahy je oblastí, kde jsou často překračovány imisní limity pro různé znečišťující látky, což souvisí hlavně s velkou dopravní zátěží a vytápěním domácností. Na území Prahy v roce 2012 měřilo sedm stanic pro PM_{2,5}. Chod ročních průměrů se mírně liší od celkového trendu v ČR. Stejně tak jednotlivé stanice mají odlišný průběh meziročních koncentrací. Na obrázku 3 jsou hodnoceny až čtyři stanice dopravního typu, jde o stanice Praha 5-Smíchov, Praha 5-Mlynářka, Praha 8-Karlín a Praha 9-Vysočany. Stanice dopravního typu jsou jediné, kde byl v minulosti překročen roční imisní limit v rámci aglomerace. Limit byl překročen na stanici Praha 5-Smíchov v roce 2005 a 2006, na stanici Praha 9-Vysočany v roce 2006. Podle obr. 4 se však nedá říct,

že by se dopravní stanice jednoznačně vyznačovaly vyššími hodnotami koncentrací $PM_{2,5}$. Od roku 2007 nebyly hodnoty překročeny ani na jedné z lokalit. V meziročním srovnání lze vidět pokles hodnot již od roku 2010 u všech stanic, kde jsou data dostupná. Pouze stanice Praha 4-Libuš vykazuje v roce 2012 stejnou průměrnou koncentraci jako roku 2011. Významnou stanicí z hlediska suspendovaných částic je Praha 2-Legerova – jde o stanici dopravního typu na velmi vytížené komunikaci vedoucí od Nuselského mostu k Národnímu muzeu, která měření $PM_{2,5}$ započala až v průběhu roku 2011. V roce 2012 naměřila v rámci Prahy nejvyšší průměrnou roční koncentraci $21,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V oblasti Prahy 2 je od roku 2011 měřena koncentrace jemného prašného aerosolu frakce $PM_{2,5}$ také na pozadřové stanici Praha 2-Riegrovy sady.



Obr. 4 Průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$ na stanicích v Praze 2004–2012 (podkladová data ISKO, vlastní zpracování).

5.1.2 Středočeský, Jihočeský, Plzeňský a Karlovarský kraj

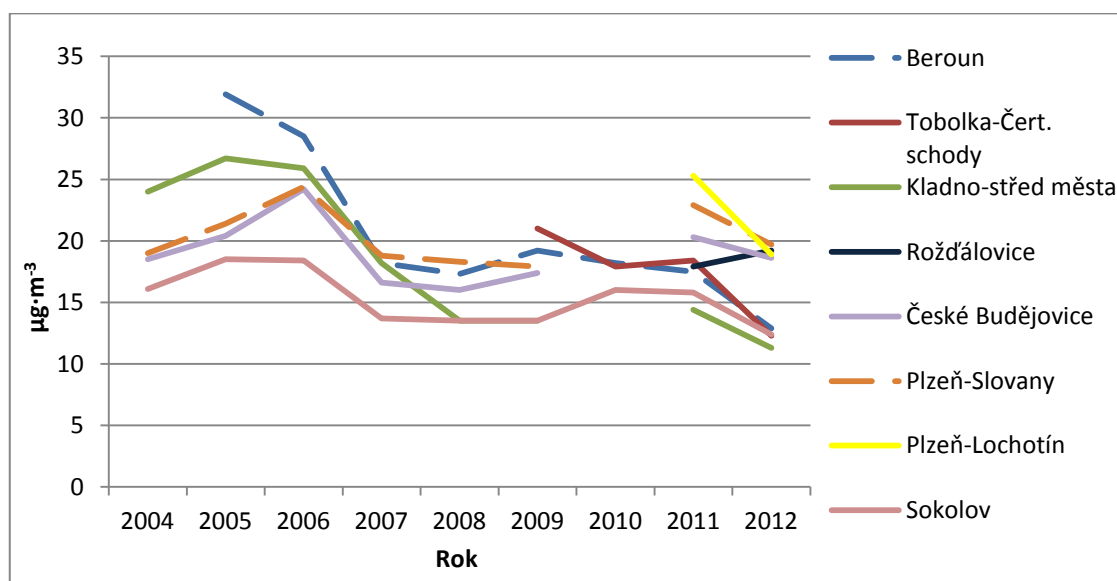
V Středočeském kraji v roce 2012 měřily $PM_{2,5}$ v ovzduší čtyři stanice (obr. 5). V roce 2005 a 2006 byl překročen imisní limit na dopravní stanici v Berouně a na stanici Kladno-střed města. Od roku 2007 hodnoty nepřekročily roční imisní limit. Meziroční srovnání poukazuje na snížení koncentrací v roce 2012 o několik $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ oproti roku 2011. Výjimkou je lokalita Rožďalovice, kde došlo k nárůstu průměrné roční koncentrace na $19,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ z $17,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Jihočeský kraj má v současnosti dvě monitorovací stanice – České Budějovice a od roku 2011 Churáňov v okrese Prachatice. Hodnoty v kraji jsou ve srovnání s Českou

republikou podprůměrné. Stanice Churáňov měla roční průměrnou koncentraci v roce 2011 pouze $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V lokalitě Českých Budějovic došlo v roce 2012 k poklesu roční koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ na $18,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

V Plzeňském kraji se až do roku 2011 měřilo pouze v jedné lokalitě nacházející se v Plzni. Jedná se o stanici dopravního typu Plzeň-Slovany, která v roce 2012 měřila dvěma způsoby měření. V roce 2012 pak Plzni měřily nově koncentraci $\text{PM}_{2,5}$ tři stanice, z nichž však ani jedna neměla dostačující množství dat pro získání ročního průměru. Jedná se o stanice Plzeň-Bory, Plzeň-střed a Plzeň-Skvrňany. V Plzeňském kraji se nachází pouze jedna stanice, která překročila imisní limit, jedná se o stanici Plzeň-Lochotín, která byla zřízena v roce 2011 a právě v tento rok byl zde roční imisní limit překročen ($25,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), následující rok došlo ke snížení roční koncentrace na $18,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

V Karlovarském kraji je pouze jedna stanice měřící koncentraci $\text{PM}_{2,5}$. Nachází se ve městě Sokolov, a je charakteristická nízkou roční koncentrací. Od roku 2010 dochází ke snižování ročních průměrů a v roce 2012 byla roční koncentrace na $12,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

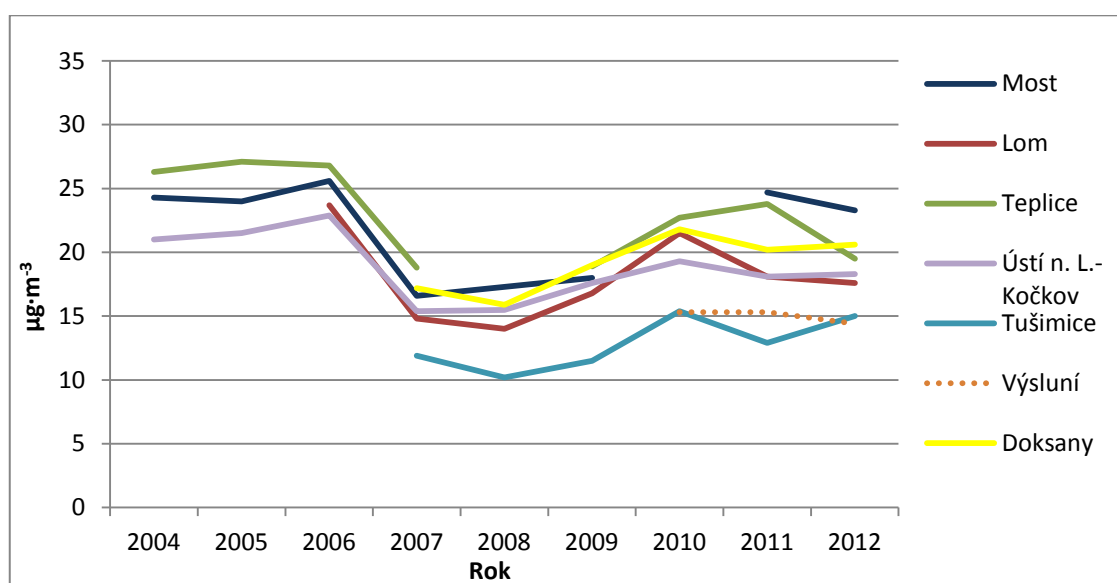


Obr. 5 Roční průměrné koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ na stanicích ve Středočeském, Jihočeském, Plzeňském a Karlovarském kraji 2004–2012 (podkladová data ISKO, vlastní zpracování).

5.1.3 Ústecký kraj

Ústecký kraj také patří k oblastem s více znečištěným ovzduším v ČR, hlavně vlivem těžebního, energetického a chemického průmyslu. Na území kraje v současnosti měří koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ celkem devět stanic, dvě ze stanic však neměly dostatečný počet

naměřených dat pro určení ročních průměrů. Průměrné roční hodnoty v Ústeckém kraji jsou často těsně pod hranicí imisního limitu. Ten byl překročen pouze v letech 2004, 2005 a 2006 na stanici Teplice a v roce 2006 na stanici Most. Nejnížší hodnoty pravidelně zaznamenává stanice Tušimice v okrese Chomutov. Průmyslová stanice Výsluní, zavedená v roce 2010, zatím v žádném roce nepřekročila imisní limit a vykazuje roční hodnoty kolem $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Celkem u 4 stanic došlo v roce 2012 k meziročnímu snížení roční koncentrace. Na stanici Doksany, Ústí nad Labem-Kočkov a Tušimice došlo k mírnému nárůstu roční koncentrace $\text{PM}_{2,5}$. Nejvyšší roční koncentrace v roce 2012 byla v lokalitě Most. V průběhu roku 2012 započalo měření také na stanici Komáří Vížka v okrese Teplice.



Obr. 6 Roční průměrné koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ na stanicích v Ústeckém kraji 2004–2012 (podkladová data ISKO, vlastní zpracování).

5.1.4 Liberecký, Královéhradecký, Pardubický kraj a kraj Vysočina

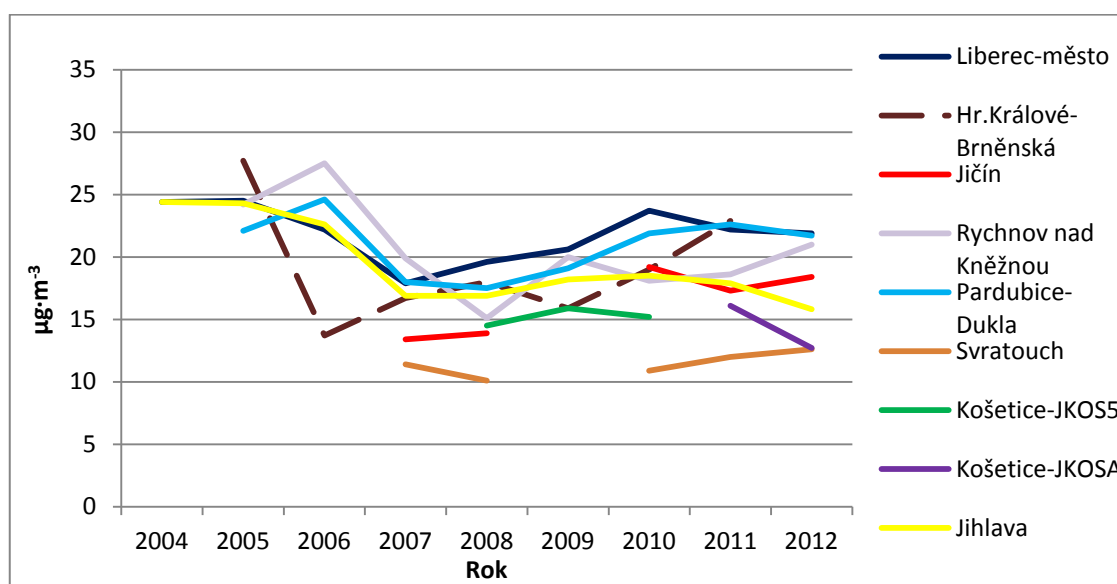
V Libereckém kraji je koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ sledována pouze na stanici Liberec-město, v roce 2005 byla také v provozu stanice Souš, která však měřila pouze po dobu jednoho roku. Hodnoty v kraji jsou srovnatelné s průměrnými hodnotami v České republice. Nejvyšší roční průměrná koncentrace v Liberci byla naměřena v roce 2005. V roce 2012 byla hodnota koncentrace $21,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, oproti roku 2011 došlo k mírnému snížení koncentrace $\text{PM}_{2,5}$.

Královéhradecký kraj má v roce 2012 celkem čtyři stanice, dvě z nich leží v okrese Hradec Králové. Stanice Hradec Králové-tř. SNP byla uvedena do provozu teprve roku 2012 a roční koncentraci této lokality nebylo možné vypočítat z důvodu nedostatku

podkladových dat. Stejně tak není možné vyhodnotit roční koncentraci za rok 2012 u stanice Hradec Králové-Brněnská. Zde v roce 2011 došlo k nárůstu roční koncentrace na $22,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ke zvýšení hodnot roční koncentrace došlo i u jiných stanic v kraji. V lokalitě Jičín byla roční koncentrace v roce 2012 $18,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Lokalita Rychnov nad Kněžnou má hodnoty vyšší, v roce 2012 byla koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ $21 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a v roce 2006 byl zde překročen roční imisní limit.

Dvě stanice měřící koncentraci $\text{PM}_{2,5}$ se nacházejí v Pardubickém kraji, stanice v Pardubicích ($21,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) vykazuje vyšší hodnoty než stanice Svratouch ($12,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) v okrese Chrudim, která má vůbec nejnižší hodnoty ze stanic v oblasti.

V kraji Vysočina se koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ v roce 2012 měřily na dvou lokalitách, předchozí rok měření probíhala na třech stanicích, ale v roce 2011 byl na stanici Košetice zaveden jiný způsob měření, který v roce 2012 nahradil ten původní. Stanice Košetice má hodnoty roční průměrné koncentrace v porovnání s ostatními stanicemi v obr. 7 nízké. Oproti roku 2011 ($16,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) došlo v roce 2012 ke snížení koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ ($12,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). V Jihlavě jsou naměřené hodnoty o něco větší, ale v současnosti dochází k jejich poklesu.



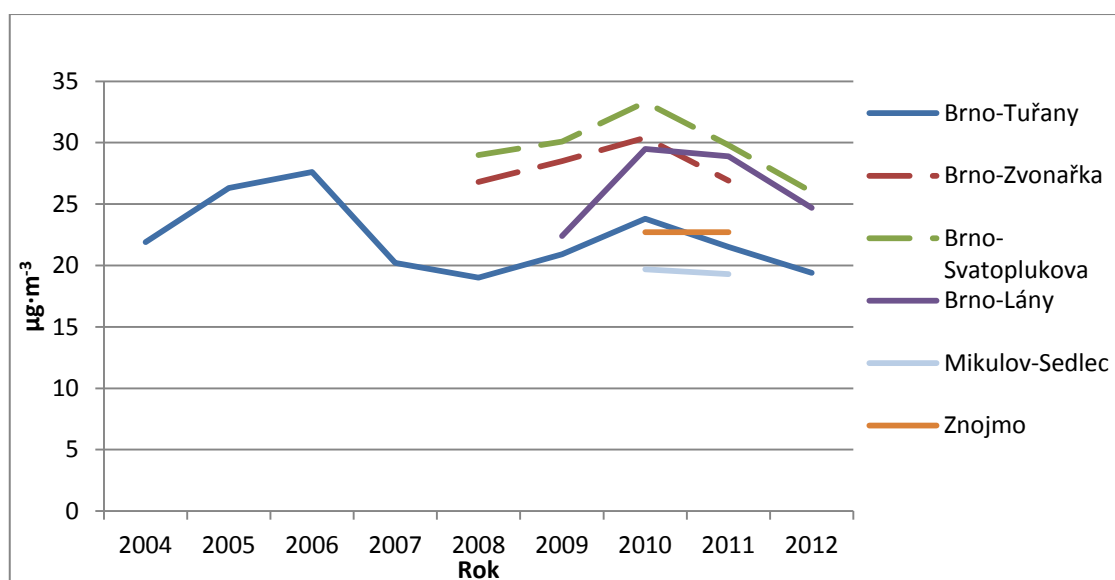
Obr. 7 Roční průměrné koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ na stanicích v Libereckém, Královéhradeckém, Pardubickém kraji a v kraji Vysočina 2004–2012 (podkladová data ISKO, vlastní zpracování).

5.1.5 Aglomerace Brno a Jihomoravský kraj

V aglomeraci Brna jsou často překračovány limity pro ochranu lidského zdraví, vlivem je především vysoká hustota silniční dopravy. Od roku 2004 koncentrace $\text{PM}_{2,5}$

měřila pouze stanice Brno-Tuřany, další tři stanice byly zprovozněny v roce 2008. V roce 2012 měřilo koncentrace $PM_{2,5}$ pět z nich, na dvou stanicích však nebylo naměřeno dostatek dat pro určení ročního průměru (Brno-Zvonařka a Brno-Líšeň). Hodnoty mají charakteristický chod se zvýšením průměrů v roce 2006 a v roce 2010. Od roku 2008 hodnoty častokrát překročily roční imisní limit. Nejvyšší hodnoty průměrných ročních limitů mají stanice dopravního typu, jedná se o stanice Brno-Zvonařka, Brno-Svatoplukova a stanice Brno-Výstaviště, která měřila pouze v roce 2008. Vysoké koncentrace $PM_{2,5}$ byly zaznamenány také na stanici Brno-Lány v roce 2009 a 2010. V roce 2012 byla lokalita Brno-Svatoplukova jednou z 10 stanic s překročeným imisním limitem na území ČR. U stanic, které měřily také v roce 2011, pozorujeme k roku 2012 snížení ročních koncentrací.

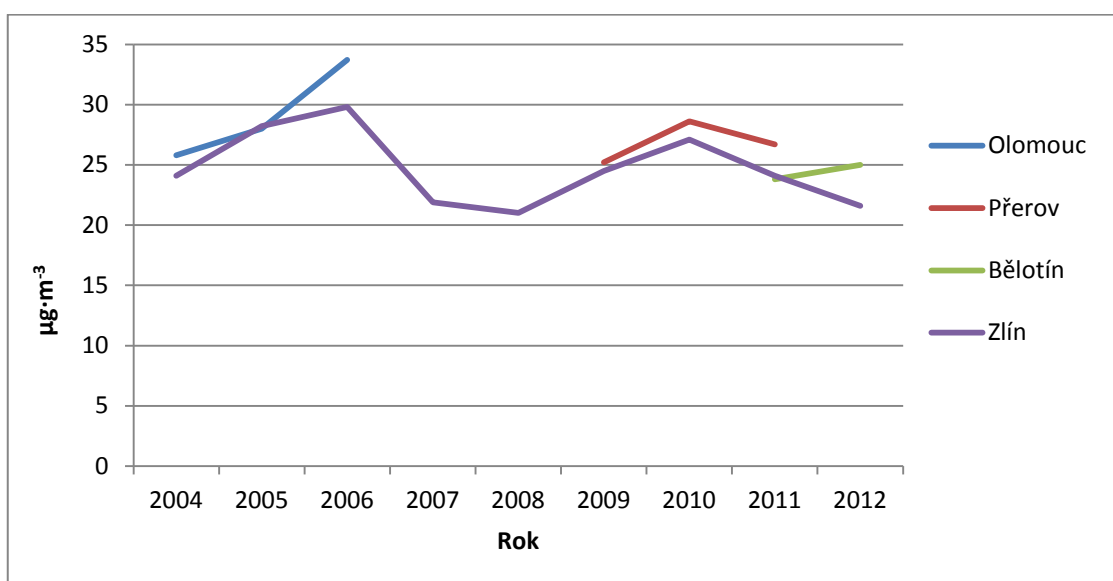
V roce 2010 bylo zavedeno měření $PM_{2,5}$ také v jižní části kraje, na stanicích Mikulov-Sedlec a Znojmo. Hodnoty na těchto stanicích byly značně nižší než v aglomeraci Brna. Stanice ve Znojmě zaznamenala průměrnou roční hodnotu $22,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v roce 2010 i 2011, za rok 2012 není dostatečný počet naměřených dat. Stanice Mikulov-Sedlec má nejnižší hodnoty koncentrace $PM_{2,5}$ v kraji, v roce 2010 roční průměr $19,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v roce 2011 pak $19,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obr. 8 Roční průměrné koncentrace $PM_{2,5}$ na stanicích v Jihomoravském kraji 2004–2012 (podkladová data ISKO, vlastní zpracování).

5.1.6 Olomoucký a Zlínský kraj

V roce 2012 byly v Olomouckém kraji v provozu pouze dvě stanice, poté co bylo přerušeno měření na stanici v Přerově. V roce 2012 byla znovu zprovozněna stanice v Olomouci, kde se od roku 2008 koncentrace $PM_{2,5}$ neměřila z důvodu změny lokality umístění stanice. V roce 2011 pak začalo měření na stanici v Bělotíně. Ve Zlínském kraji měří koncentraci $PM_{2,5}$ stanice ve Zlíně pravidelně již od poloviny roku 2003, je však jedinou stanicí v celém kraji. Charakter chodu průměrných ročních hodnot se podobá celkovému trendu ČR. Hodnoty v těchto krajích často překračují roční imisní limit. V roce 2012 nejvyšší roční hodnotu měla stanice v Bělotíně ($25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), velmi vysokou hodnotu vykazovala také nově zprovozněná lokalita Olomouc-Hejčín ($24,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Ve Zlíně se hodnota roční koncentrace snížila z $24,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v roce 2011 na $21,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v roce 2012. Na stanici v Přerově, která měřila v letech 2009–2011 byly každoročně překročeny roční limity $PM_{2,5}$. Nejvyšší roční koncentrace ($33,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byla naměřena v roce 2006 v Olomouci (v původní lokalitě stanice na ulici Legionářské, u plaveckého stadionu).

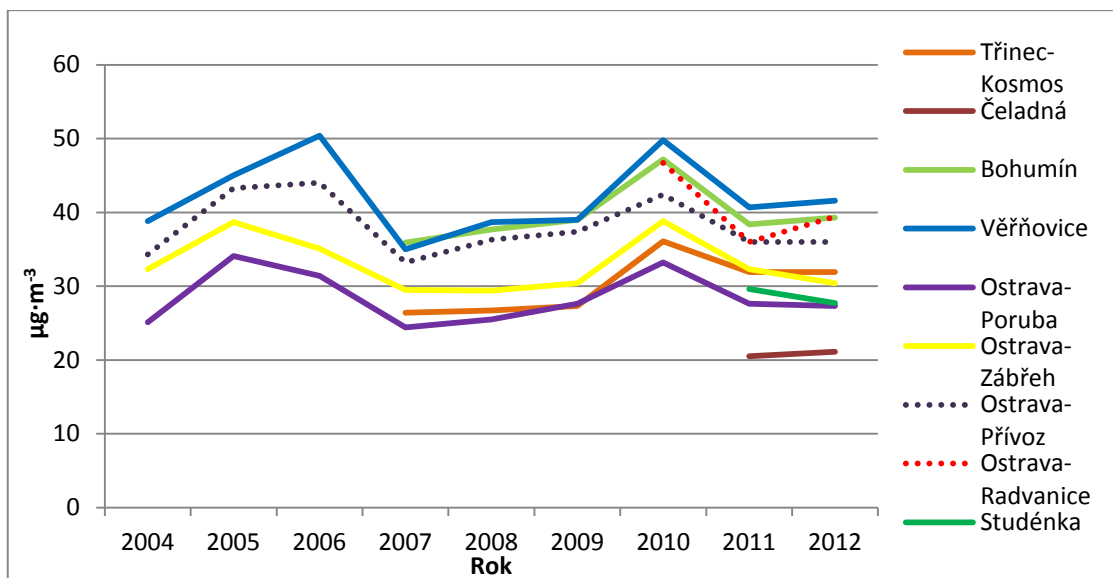


Obr. 9 Roční průměrné koncentrace $PM_{2,5}$ na stanicích v Olomouckém a Zlínském kraji 2004–2012 (podkladová data ISKO, vlastní zpracování).

5.1.7 Moravskoslezský kraj

Moravskoslezský kraj je oblastí s nejvíce znečištěným ovzduším v České republice, je zde velký počet průmyslových zdrojů znečištění, ale s ohledem na charakter osídlení a hustotu zalidnění i velká zátěž ovzduší emisemi z lokálních topenišť a silniční

dopravy. Jsou zde zaznamenávány největší koncentrace $PM_{2,5}$ v rámci České republiky. Jak již bylo zmíněno dříve v textu, v roce 2012 na území ČR překročilo 10 stanic imisní limit, z toho osm jich leží na území Moravskoslezského kraje. V současnosti je v kraji koncentrace $PM_{2,5}$ měřena na 10 stanicích, když v roce 2012 byla zřízena stanice v Petrovicích u Karviné. Celkový trend chodu koncentrací $PM_{2,5}$ od roku 2004 je podobný na všech stanicích. Vyznačuje se celkovým vzrůstáním koncentrace až do roku 2006 a následně došlo k výraznému poklesu, který se týkal ročních i měsíčních průměrů, ke zvýšení hodnot došlo znovu roku 2010. Pouze výjimečně se však hodnoty pohybují pod ročním imisním limitem. Ten je v současnosti plněn pouze na měřicí stanici Čeladná v okrese Frýdek-Místek, kde roční průměrná hodnota v roce 2011 byla $20,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a v roce 2012 pak $21,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Další relativně nízké roční hodnoty (myšleno v rámci Moravskoslezského kraje) jsou zaznamenávány také na stanici Ostrava-Poruba, přesto i zde však je stále překračován imisní limit, s výjimkou roku 2007. Naopak nejvyšší hodnoty se vyskytují na měřicí stanici Věřňovice. Většina stanic v kraji je pozadřových, v okrese Ostrava-město se nachází dvě stanice průmyslového typu, které vykazují vysoké hodnoty koncentrace $PM_{2,5}$ pravidelně, překvapivě však jejich hodnoty nejsou v kraji nejvyšší. Na stanicích v okresech Frýdek-Místek a Karviná došlo oproti roku 2011 k mírnému nárůstu ročních koncentrací, v případě stanice Třinec-Kosmos ke stagnaci. Stejně tak v okresech Ostrava-město a Nový Jičín došlo k poklesu hodnot koncentrací, výjimkou je pouze stanice Ostrava-Radvanice, kde hodnoty za poslední rok vzrostly. V minulosti na území kraje měřila koncentraci také stanice Ostrava-Bartovice, její měření probíhalo pouze roku 2009 a průměrná roční koncentrace měla hodnotu $35,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obr. 10 Roční průměrné koncentrace PM_{2.5} na stanicích v Moravskoslezském kraji 2004–2012 (podkladová data ISKO, vlastní zpracování).

5.1.8 Průměrná roční koncentrace PM_{2.5} podle typu stanice

Z hlediska jednotlivých typů stanic je hodnocení méně reprezentativní, protože na našem území jednoznačně převažují stanice pozad'ové, stanic dopravních v roce 2012 bylo celkem devět, objevují se hlavně ve velkých městech s velkou dopravní zátěží. Jejich roční koncentrace jsou ve srovnání s ostatními stanicemi vysoké, ale nelze jednoznačně říci, že by vždy patřily ke stanicím s nejvyššími hodnotami, například hodnoty na dopravních stanicích v Praze se v minulosti pohybovaly na vyšších hodnotách než stanice pozad'ové, v současnosti tomu však je naopak. V roce 2012 se nad stanice pozad'ového typu dostala pouze nově vzniklá stanice Praha 2-Legerova. Stejně tak stanice dopravního typu v Plzeňském kraji a stanice Hradec Králové-Brněnská nemají v současných letech vyšší roční hodnoty než stanice jiného typu. Jinak je tomu pouze u dopravních stanic v aglomeraci Brna, tyto stanice pravidelně překračují imisní limity a vykazují každoročně nejvyšší hodnoty v kraji. Na území ČR se nacházejí také čtyři stanice průmyslového typu, tři z nich se nacházejí v Moravskoslezském kraji a jedna z nich v kraji Ústeckém. Stanice v kraji Ústeckém má velmi nízké roční koncentrace. Stanice v Moravskoslezském kraji, konkrétně v okrese Ostrava-město, mají hodnoty nejvyšší v okrese, ale nepřekračují hodnoty v celém kraji. Nově vzniklá průmyslová stanice v lokalitě Petrovice u Karviné neměla v roce 2012 dostatečný počet dat pro vypočítání ročního průměru.

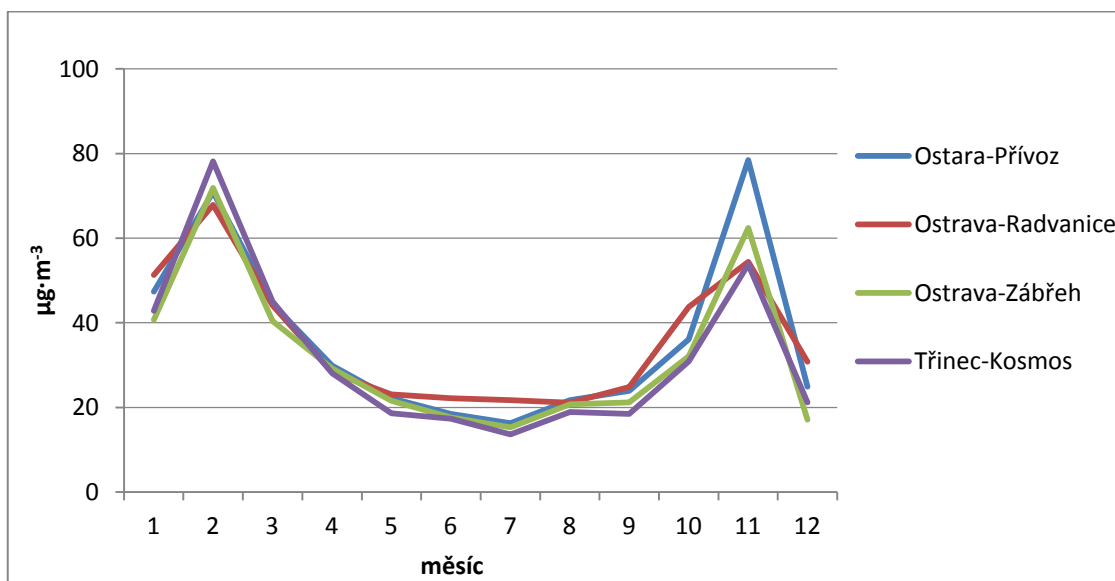
5.2 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM_{2,5}

Koncentrace PM_{2,5} má svůj charakteristický roční chod, kdy vyšší znečištění ovzduší touto látkou se vyskytuje zejména v chladném období roku (zejména listopad, prosinec, leden, únor). Často je vyšší koncentrace důsledkem emisí z vytápění a obecně méně příznivých rozptylových podmínek (ČHMÚ, 2010b).

Nejčastěji se vysoké koncentrace na území ČR vyskytují v únoru a lednu, například v lednu roku 2010 zaznamenalo nejvyšší koncentraci daného roku 67,4 % stanic. Nejnižší koncentrace PM_{2,5} se na našem území nejčastěji vyskytuje v období června, července a srpna.

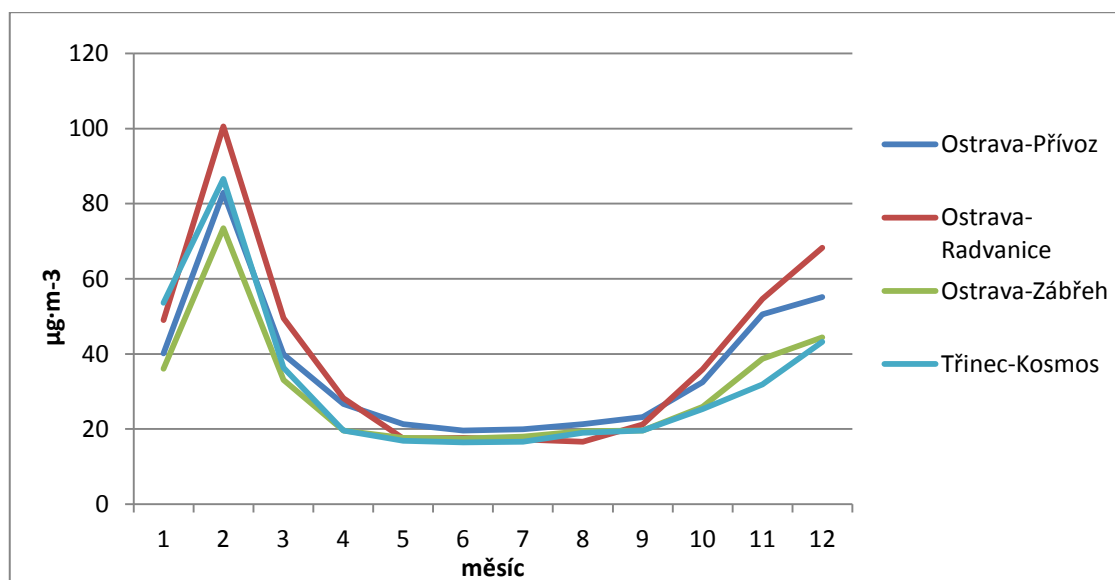
Na grafech zobrazujících měsíční koncentrace vybraných stanic lze sledovat charakter chodu měsíčních koncentrací v průběhu roku. Výběrově jsou prezentovány poslední dva roky hodnoceného období (2011 a 2012), kdy lze měření označit za nejaktuálnější a nejúplnější. Každý rok má svůj charakteristický průběh (obr. 11 a 12).

Obrázek 11 zobrazuje čtyři vybrané stanice v Moravskoslezském kraji. K nárůstu koncentrací došlo v období února a následně v období měsíce listopadu, v první nárůstu koncentrací celkem 45,1 % stanic zaznamenalo svůj největší měsíční průměr daného roku. Nejnižší měsíční průměry v roce 2011 byly zaznamenávány v období června až srpna, v červnu zaznamenalo svůj nejnižší měsíční průměr daného roku celkem 58,8 % stanic v ČR.



Obr. 11 Průměrné měsíční koncentrace PM_{2,5} na vybraných stanicích Moravskoslezského kraje v roce 2011 (podkladová data ISKO, vlastní zpracování).

V obrázku 12 lze vidět koncentraci $PM_{2,5}$ v průběhu roku 2012 na vybraných stanicích Moravskoslezského kraje, kdy nejvyšší koncentrace se vyskytovala v únoru, naopak nejnižší hodnoty se vyskytovaly v období června a července. V únoru roku 2012 zaznamenalo nejvyšší měsíční koncentraci daného roku až 55,2 % stanic, které daný rok měřili. Nejnižší měsíční průměr zaznamenalo 51,7 % stanic v červnu daného roku.



Obr. 12 Průměrné měsíční koncentrace v průběhu roku 2012 na stanicích Ostrava-Přívov, Ostrava-Radvanice, Ostrava-Zábřeh a Třinec-Kosmos (podkladová data ISKO, vlastní zpracování).

5.3 Podíl frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} v roce 2012

Průměrný roční podíl suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} v roce 2012 byl vypočten z hodnot souběžně měřených na 39 stanicích. Pohyboval se od 47 % do 87,5 % s průměrnou hodnotou 73,5 %. Hodnoty všech stanic zařazených do analýzy i s jejich výslednými poměry frakcí uvádí tabulka v příloze 2.

Nejnižší procentuální zastoupení $PM_{2,5}$ bylo zjištěno v lokalitě stanice Praha 9-Vysočany. V Praze lze zastoupení $PM_{2,5}$ hodnotit na dalších čtyřech lokalitách. Jejich procentuální hodnoty jsou v různých částech Prahy poměrně odlišné. Na stanici Praha 5-Smíchov bylo v roce 2012 zastoupení $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} jen 49 %, je jednou ze tří lokalit kde v roce 2012 klesl poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ pod 50 %. Důležité je říci, že všechny tři stanice, kde byl poměr pod 50 %, jsou dopravního typu (Praha 5-Smíchov, Praha 9-Vysočany, Beroun). Další stanice nacházející se v Praze vykazovaly poměry o něco vyšší, na stanici Praha 5-Stodůlky bylo zastoupení $PM_{2,5}$ vypočítáno na 63,4 %, na

stanici Praha 4-Libuš 62,2 %, tyto hodnoty jsou však stále pod průměrem ČR. Nejbližší, ze sledovaných lokalit v Praze, je k průměru stanice Praha 2-Legerova s hodnotou 76,6 %.

Ve Středočeském kraji lze poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ za rok 2012 hodnotit na třech lokalitách. Jednou je již zmíněná stanice Beroun s hodnotou pouhých 48,3 %. Nepříliš vysoké zastoupení $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} má také stanice Kladno-střed města, kde bylo v roce 2012 zastoupení 53,8 %. Naopak velmi vysokými hodnotami se prezentuje stanice Rožďalovice, kde jemná frakce tvoří 84,96 % z frakce PM_{10} .

Zóna Jihozápad vykazuje vysoké procentuální zastoupení $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} , zastoupení přesáhlo 80% hranici na všech stanicích v této lokalitě. Stanice, které lze hodnotit se nacházejí pouze v hlavních městech krajů, v Českých Budějovicích je hodnota ročního poměru celkem 81,58 %. V Plzni na stanici dopravního typu Plzeň-Slovany je celkem 80,4% zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} , na stanici Plzeň-Lochotín je procentuální hodnota 82,17 %.

V zóně Severozápad se vyskytuje velký počet stanic, z kterých v roce 2012 lze vypočítat zastoupení $PM_{2,5}$ v PM_{10} , většina z nich leží na území Ústeckého kraje, výjimkou je pouze stanice Sokolov. Hodnoty stanice Sokolov jsou 67,76 %. Nejnižší zastoupení $PM_{2,5}$ bylo v roce 2012, na území Ústeckého kraje, v lokalitě stanice Lom (58,86 %). Podprůměrné procentuální zastoupení $PM_{2,5}$ se pak vyskytuje v lokalitě Tušimice a Teplice. Na stanici Most je pak zastoupení $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} celkem 70,61 %. Vysoké procentuální zastoupení $PM_{2,5}$ mají lokality Ústí nad Labem-Kočkov (81,70 %) a Doksany (84,08 %).

Vysokými ročními hodnotami se prezentuje zóna Severovýchod, kde pouze u jedné ze tří stanic klesla hodnota pod 80 % a to velmi těsně. Touto stanicí je stanice Pardubice-Dukla, kde je poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ 79,49 %. Nejvyšší zastoupení v této lokalitě je u stanice Svratouch, kde $PM_{2,5}$ tvoří až 87,5 % z částic PM_{10} , jedná se o nejvyšší procentuální zastoupení na území ČR v roce 2012. Přibližně o 1 % nižší zastoupení má $PM_{2,5}$ v lokalitě stanice Liberec-město. V Královéhradeckém kraji v lokalitě Rychnov nad Kněžnou dělá poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ přesně 85,02 %.

V zóně Jihovýchod lze zastoupení $PM_{2,5}$ v PM_{10} hodnotit pouze podle dvou stanic na území kraje Vysočina. Na stanici Košetice v okrese Pelhřimov tvoří $PM_{2,5}$ celkem

66,15 % z částic frakce PM_{10} . Stanice Jihlava se vyznačuje procentuálním zastoupením 79,40 % jemných částic v PM_{10} .

Podobné hodnoty jako Zóna Jihovýchod má aglomerace Brna, nejnižší poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ byl v roce 2012 na stanici Brno-Tuřany (74,05 %). Stanice dopravního typu Brno-Svatoplukova má procentuální zastoupení $PM_{2,5}$ v PM_{10} 75,14 %. Nejvyšší hodnoty v oblasti Brna byly na stanici Brno-Lány (78,91 %).

Nejnižší zastoupení $PM_{2,5}$ v PM_{10} v zóně Střední Moravy bylo na stanici Olomouc-Hejčín (74,55 %). Na stanici Běloutín je poměr frakcí nejvyšší v oblasti zóny Střední Moravy celkem 84,75 %. Ve Zlíně je pak poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ na hodnotě 75,52 %.

V aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek se hodnoty v roce 2012 pohybují nejčastěji mezi 70 až 80 %. To se týká stanic Čeladná (75,9 %), Bohumín (74,43 %), Věřňovice (73,37 %), Ostrava-Poruba (77,78 %), Ostrava-Zábřeh (74,33 %) a průmyslové stanice Ostrava-Radvanice (79,60 %). Další průmyslová stanice Ostrava-Prívov měla zastoupení $PM_{2,5}$ v PM_{10} na úrovni 82 %. Stanice Třinec-Kosmos měla nejvyšší zastoupení $PM_{2,5}$ v aglomeraci (82,22 %). Ve Studénce částice $PM_{2,5}$ tvořily v roce 2012 celkem 77,16 % z částic PM_{10} .

Často se množství $PM_{2,5}$ v PM_{10} pohybuje nad hranicí 80 %, v roce 2012 tomu tak bylo u 12 stanic z celkového počtu 39. Nad 70 % se pak dostalo dalších 15 stanic. Nejnižší zastoupení $PM_{2,5}$ v částicích PM_{10} se objevilo v lokalitách Prahy a částečně i v Středočeském kraji. Protože velká většina stanic měřících zároveň obě frakce je pozadového typu, je obtížné hodnotit zastoupení jemné frakce v PM_{10} podle typu měřících stanic. Tři dopravní stanice měly v roce 2012 nízké procentuální zastoupení $PM_{2,5}$ v PM_{10} , další dvě však přesáhly hodnotu 75 %. Průmyslové stanice jsou v hodnocení pouze dvě, a jejich hodnoty byly v roce 2012 nad 79 %. Mezi oblastí s nízkým obsahem frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} patřila v tomto roce aglomerace Praha a částečně Středočeský kraj. Vysoké koncentrace $PM_{2,5}$ se vyskytovaly v oblasti Jihozápad a Severovýchod.

6 Závěr

Analýza znečištění ovzduší prašným aerosolem na území České republiky byla provedena na základě dostupných dat koncentrací $PM_{2,5}$ a PM_{10} . Tato data ze všech měřicích stanic, které byly na našem území v provozu v období od roku 2004 do roku 2012, byla převzata s Informačního systému kvality ovzduší. Analýzy byly zaměřené na průměrné roční koncentrace frakce $PM_{2,5}$, roční chod měsíčních koncentrací na vybraných stanicích a na podíl frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} v roce 2012.

Hodnocení problematiky průměrných ročních koncentrací $PM_{2,5}$ bylo provedeno za období 2004–2012, data za jednotlivé roky byly zpracována do grafů a hodnocena podle krajů, ve kterých se měřicí stanice nacházely. Za sledované období došlo dvakrát k výraznému zvýšení ročních koncentrací, jednalo se o období roku 2006 a následně 2010. Tento jev je typický pro většinu stanic na území ČR. Od roku 2010 pak dochází na většině stanic k poklesu ročních koncentrací, výjimkou jsou stanice v Královéhradeckém kraji a k mírnému nárůstu došlo také na stanicích v okrese Frýdek-Místek, Karviná a na stanici Ostrava-Radvanice. Pravidelně nejvyšší roční koncentrace se objevují v Moravskoslezském kraji, kde jednoznačně největší koncentrace vykazuje lokalita Věřňovice. K zhoršeným oblastem patří také aglomerace Brna, kde se nejvyšší hodnoty vyskytují v oblastech stanic dopravního typu. Z hlediska typů stanice mají stanice dopravní a průmyslové často vyšší hodnoty než stanice pozad'ového typu, přesto nelze jednoznačně říci, že by jejich vyšší hodnoty byly striktním pravidlem. Pravidelné vysoké hodnoty koncentrací vykazuje u dopravních stanic pouze Brno.

Chod měsíčních koncentrací v roce byl prezentován pouze na vybraných stanicích z důvodu potřeby dostupnosti všech měsíčních koncentrací a s ohledem na analogický chod koncentrací na celém území ČR. Z analýzy těchto koncentrací v průběhu roku je patrné zvýšení vždy v chladných měsících, nejčastěji v únoru.

Množství frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} bylo hodnoceno na 39 stanicích z průměrných ročních hodnot těchto frakcí v roce 2010. Průměrnou hodnotou bylo 73,5 % $PM_{2,5}$ nacházející se ve frakci PM_{10} . Nízké zastoupení $PM_{2,5}$ v PM_{10} se vyskytovalo v Praze a v části Středočeského kraje. Naopak vysoké zastoupení bylo v roce 2012 v oblasti Zóny Jihozápad a Severovýchod.

7 Summary

The bachelor thesis *Air pollution in the area of the Czech Republic by respirable fraction of particulate matter* analyzes the data obtained at air quality monitoring stations in the Czech Republic in the years 2004–2012. The annual average concentrations of $PM_{2,5}$, the amount of $PM_{2,5}$ and PM_{10} and annual course of monthly concentrations at selected stations were evaluated in the thesis.

Annual averages of $PM_{2,5}$ concentrations were evaluated as the first part of the analysis. Data obtained from the Czech Hydrometeorological Institute (ISKO database) were processed and visualized for stations that provided sufficient amount of data for quality evaluation. Data presented in graphs were subsequently evaluated. Since 2010, the annual average concentrations at most stations decreased. The worst area in terms of $PM_{2,5}$ are the Moravskoslezský Region and the city of Brno.

The issue of ratios $PM_{2,5}/PM_{10}$ was assessed on the basis of annual concentrations of both PM fractions in 2012 (a total of 39 stations were available for this comparison). The amount of $PM_{2,5}$ in the PM_{10} fraction ranged between 47 % to 87,5 %. Low ratios of $PM_{2,5}$ were detected in Prague and in the Středočeský Region, while higher ratios of $PM_{2,5}$ in PM_{10} were in the Bohemian areas of Northeast (Severovýchod) and Southwest (Jihozápad).

8 Seznam použité literatury a zdrojů

BRANIŠ, Martin; HŮNOVÁ, Iva (2009): *Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší*. Praha: Karolinum, 351 s. ISBN 978-80-246-1598-1.

ČHMÚ (2004): *Hodnocení kvality ovzduší* [on-line, cit. 2014-03-10]. Dostupné z WWW: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr04cz/kap22.html>

ČHMÚ (2008): *Platné imisní limity v České republice pro rok 2008* [on-line, cit. 2014-03-10]. Dostupné z WWW:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr08cz/kap23.html>

ČHMÚ (2010a): *Hodnocení kvality ovzduší* [on-line, cit. 2014-03-10]. Dostupné z WWW:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr10cz/kap2421.html>

ČHMÚ (2010b): *Kvalita ovzduší vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví* [on-line, cit. 2014-03-20]. Dostupné z WWW:
<http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr10cz/kap2421.html>

ČHMÚ (2011): *Kvalita ovzduší vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví* [on-line, cit. 2014-03-20]. Dostupné z WWW:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr11cz/kap2421.html>

ČHMÚ (2012): *Platné imisní limity v České republice pro rok 2012* [on-line, cit. 2014-03-20]. Dostupné z WWW:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr12cz/kap23.html>

Hluk & Emise (2007): *Polétavý prach* [on-line, cit. 2014-03-07]. Hluk & Emise. Dostupné z WWW: <http://hluk.eps.cz/hluk/emise/poletavy-prach> ---neviditelna-hrozba/

HŮNOVÁ, Iva; JANOUŠKOVÁ Svatava (2004): *Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší*. Praha: Karolinum. 139 s. ISBN 80-246-0796-4.

ISKO: *Tabelární ročenky* [on-line, cit. 2014-04-25]. Dostupné z WWW: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/tab_roc_CZ.html

KUŽEL, J,et al. (2012) Nový zákon o ochraně ovzduší. *Ochrana ovzduší 2012*, č. 6, s. 3.

Nařízení vlády č. 42/2011 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 597/2006 Sb.

Nařízení vlády č. 350/2002 Sb., kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší.

Směrnice pro kvalitu ovzduší v Evropě (1996) [z anglického originálu přeložili Jiří Kašpar a Václav Vacek; na dodatku k českému vydání se podílela Irena Skořepová]. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR. Odbor pro styk s veřejností, 427 s.

Státní zdravotní ústav (2007): *Prašnost na pracovišti* [on-line, cit. 2014-04-02]. Dostupné z WWW: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti-1>

Státní zdravotní ústav (2009): *Expozice obyvatel suspendovaným částicím* [on-line, cit. 2014-03-10]. Dostupné z WWW: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/expozice-obyvatel-suspendovanym-casticim-ve-venkovnim-1>

Státní zdravotní ústav (2012): *Odhad zdravotních rizik pro ČR pro rok 2012* [on-line, cit. 2014-03-07]. Dostupné z WWW: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/ovzdusi-a-zdravi>

Úřední věstník evropské unie (1999): SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 1999/30/ES [on-line, cit. 2014-03-10]. Dostupné z WWW: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1999L0030:20011023:CS:PDF>

Úřední věstník Evropské unie (2008): *Směrnice evropského parlamentu a rady 2008/50/ES* [on-line, cit. 2014-03-10]. Dostupné z WWW: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:CS:PDF>

WHO (2006): *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Global update 2005* [on-line, cit. 2014-03-07]. Dostupné z WWW: http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší.

Seznam příloh

Příloha 1 Tabulka stanic měřících PM_{2,5} v České republice od roku 2004 do roku 2012

Příloha 2 Tabulka stanic s podílem PM_{2,5} v PM₁₀ za rok 2012

Příloha 1 Tabulka stanic měřících PM_{2,5} v České republice od roku 2004 do roku 2012

Kraj	Okres	Název stanice	Kód lokality	typ stanice	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Praha	Praha 2	Pha2-Legerova	ALEGA	dopravní	x	x	x	x	x	x	x	.	21,7
		Pha2-Riegrovy sady	ARIEA	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	20,2	.
	Praha 4	Pha4-Libuš	ALIBA	požad'ová	22,9	24,6	.	15,5	18,3	18,7	20,3	17,3	17,3
		Pha4-Libuš	ALIBM	požad'ová	21,4	x	x	x	x	x	21,7	x	x
	Praha 5	Pha5-Mlynářka	AMLYA	dopravní	.	23,2	21,9	15,9	17,6	21,2	21,1	x	x
		Pha5-Smíchov	ASMIM	dopravní	21,3	30,5	27,2	23,7	21,1	22,1	x	17,9	14,8
		Pha5-Stodůlky	ASTOA	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	18,4	15,6
	Praha 8	Pha8-Karlín	AKALA	dopravní	.	.	18,5	15,3	15,6	14,5	17,5	x	x
	Praha 9	Pha9-Vysočany	AVYNA	dopravní	.	24,9	28,3	19,6	17,6	14,8	16,9	15,8	12,7
	Praha 10	Pha10-Šrobárova	ASROM	požad'ová	x	x	x	21,3	20,4	.	20,6	16,8	.
Středočeský	Beroun	Beroun	SBERA	dopravní	.	31,9	28,5	18,2	17,3	19,2	18,2	17,5	12,9
		Tobolka-Čertovy schody	STCSA	požad'ová	x	x	x	x	x	21,0	17,9	18,4	12,3
	Kladno	Kladno-střed města	SKLMA	požad'ová	24,0	26,7	25,9	18,2	13,5	13,5	.	14,4	11,3
Nymburk	Rožďalovice	SROZM	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	17,9	19,2	
Jihočeský	České Budějovice	České Budějovice	CCBDA	požad'ová	18,5	20,4	24,2	16,6	16,0	17,4	.	20,3	18,6
	Prachatice	Churáňov	CCHUA	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	10,0	.
Plzeňský	Plzeň-město	Plzeň-Slovany	PPLAA	dopravní	19,0	21,4	24,4	18,8	18,3	17,9	.	22,9	19,7
		Plzeň-Slovany	PPLAG	dopravní	x	x	x	x	x	x	x	x	.
		Plzeň-Lochotín	PPLLA	požad'ová	x	x	x	x	x	x	.	25,3	18,9
		Plzeň-Bory	PPLBA	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	x	.
		Plzeň-střed	PPLEA	dopravní	x	x	x	x	x	x	x	x	.
		Plzeň-Skvrňany	PPLSA	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	x	.
Karlovarský	Sokolov	Sokolov	KSOMA	požad'ová	16,1	18,5	18,4	13,7	13,5	13,5	16,0	15,8	12,4
Ústecký	Most	Most	UMOMA	požad'ová	24,3	24,0	25,6	16,6	17,3	18,0	.	24,7	23,3
		Lom	ULOMM	požad'ová	x	.	23,7	14,8	14,0	16,8	21,5	18,1	17,6

	Teplice	Teplice	UTEMA	požad'ová	26,3	27,1	26,8	18,8	.	18,9	22,7	23,8	19,5
		Komáří Vížka	UKVZA	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	x	.
	Ústí nad Labem	Ústí n.L.-Kočkov	UULKA	požad'ová	21,0	21,5	22,9	15,4	15,5	17,6	19,3	18,1	18,3
		Ústí n.L.-Kočkov	UULKM	požad'ová	x	21,1
	Chomutov	Tušimice	UTUSM	požad'ová	x	x	x	11,9	10,2	11,5	15,4	12,9	15,0
		Výsluní	UVSLA	průmyslová	x	x	x	x	x	x	15,3	15,3	14,4
	Litoměřice	Doksany	UDOKM	požad'ová	x	x	x	17,2	15,9	19,0	21,8	20,2	20,6
Liberecký	Liberec	Liberec-město	LLIMA	požad'ová	24,4	24,5	22,2	17,9	19,6	20,6	23,7	22,2	21,9
	Jablonec nad Nisou	Souš	LSOUM	požad'ová	x	.	x	x	x	x	x	x	x
Královéhradecký	Hradec Králové	Hr.Králové-Brněnská	HHKBA	dopravní	.	27,7	13,7	16,7	18,0	15,9	19,0	22,9	.
		Hr.Králové-tř.SNP	HHKTM	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	x	.
	Jičín	Jičín	HJICM	požad'ová	x	x	x	13,4	13,9	.	19,2	17,3	18,4
	Rychnov nad Kněžnou	Rychnov nad Kněžnou	HRNKM	požad'ová	x	24,2	27,5	19,9	15,1	20,0	18,1	18,6	21,0
Pardubický	Pardubice	Pardubice-Dukla	EPAUA	požad'ová	.	22,1	24,6	18,0	17,5	19,1	21,9	22,6	21,7
	Chrudim	Svratouch	ESVRM	požad'ová	x	.	.	11,4	10,1	.	10,9	12,0	12,6
Vysočina	Pelhřimov	Košetice	JKOS5	požad'ová	14,9	x	x	x	14,5	15,9	15,2	.	x
		Košetice	JKOSA	požad'ová	X	x	x	x	x	x	x	16,1	12,7
	Jihlava	Jihlava	JJIHA	požad'ová	24,4	24,3	22,6	16,9	16,9	18,2	18,5	17,9	15,8
Jihomoravský	Brno-město	Brno-Tuřany	BBNYA	požad'ová	21,9	26,3	27,6	20,2	19,0	20,9	23,8	21,5	19,4
		Brno-Zvonařka	BBMZA	dopravní	x	x	x	x	26,8	28,5	30,4	26,9	.
		Brno-Svatoplukova	BBMSA	dopravní	x	x	x	x	29,0	30,1	33,3	29,8	26,0
		Brno-Výstaviště	BBMVA	dopravní	x	x	x	x	25,3	x	x	x	x
		Brno-Lány	BBMLA	požad'ová	x	x	x	x	x	22,4	29,5	28,9	24,7
		Brno-Líšeň	BBNIM	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	19,6	.
	Břeclav	Mikulov-Sedlec	BMISA	požad'ová	x	x	x	x	x	x	19,7	19,3	.
	Znojmo	Znojmo	BZNOA	požad'ová	x	x	x	x	x	x	22,7	22,7	.
Olomoucký	Olomouc	Olomouc	MOLOA	požad'ová	25,8	28,0	33,7	.	x	x	x	x	x

		Olomouc-Hejčín	MOLJA	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	x	24,9
	Přerov	Přerov	MPRRA	požad'ová	x	x	x	x	x	25,2	28,6	26,7	x
		Běloutín	MBELM	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	23,8	25,0
Zlínský	Zlín	Zlín	ZZLNA	požad'ová	24,1	28,2	29,8	21,9	21,0	24,5	27,1	24,1	21,6
Moravskoslezský	Frýdek-Místek	Třinec-Kosmos	TTROA	požad'ová	29,1	.	.	26,4	26,7	27,3	36,1	31,9	31,9
		Čeladná	TCELM	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	20,5	21,1
	Karviná	Bohumín	TBOMA	požad'ová	.	.	.	35,9	37,7	39,0	47,2	38,4	39,3
		Věřňovice	TVERA	požad'ová	38,8	45,0	50,4	35,0	38,7	39,0	49,8	40,7	41,6
		Petrovice u Karviné	TBEKA	průmyslová	x	x	x	x	x	x	x	x	.
	Ostrava-město	Ostrava-Poruba	TOPO5	požad'ová	25,1	34,1	31,4	24,4	25,5	27,6	33,2	27,6	27,3
		Ostrava-Zábřeh	TOZRA	požad'ová	32,3	38,7	35,1	29,5	29,4	30,4	38,8	32,3	30,4
		Ostrava-Přívoz	TOPRA	průmyslová	34,3	43,3	44,0	33,2	36,3	37,4	42,4	36,0	36,0
		Ostrava-Přívoz	TOPR5	průmyslová	34,2	x	x	x	x	x	x	x	x
		Ostrava-Bartovice	TOBAK	průmyslová	x	x	x	x	x	35,1	x	x	x
		Ostrava-Radvanice	TOREK	průmyslová	x	x	x	x	x	x	46,7	36,0	39,4
	Nový Jičín	Studénka	TSTDA	požad'ová	x	x	x	x	x	x	x	29,6	27,7

Podkladová data ISKO, vlastní zpracování.

Vysvětlivky: . – stanice neměla dostatečný počet dat pro vypočítání ročního průměru; x – v lokalitě neprobíhalo měření; **zvýrazněná hodnota** indikuje překročený roční imisní limit

Příloha 2 Tabulka stanic s podílem PM_{2,5} v PM₁₀ za rok 2012

Měřicí stanice	PM _{2,5} ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Podíl PM _{2,5} v %
Pha2-Legerova	21,7	28,3	76,68
Pha4-Libuš	17,3	27,8	62,23
Pha5-Smíchov	14,8	30,2	49,01
Pha5-Stodůlky	15,6	24,6	63,41
Pha9-Vysočany	12,7	27	47,04
Beroun	12,9	26,7	48,31
Kladno-střed města	11,3	21	53,81
Rožďalovice	19,2	22,6	84,96
České Budějovice	18,6	22,8	81,58
Plzeň-Slovany	19,7	24,5	80,41
Plzeň-Lochotín	18,9	23	82,17
Sokolov	12,4	18,3	67,76
Most	23,3	33	70,61
Lom	17,6	29,9	58,86
Teplice	19,5	28,4	68,66
Ústí n.L.-Kočkov	18,3	22,4	81,70
Tušimice	15,0	23,8	63,03
Doksany	20,6	24,5	84,08
Liberec-město	21,9	25,3	86,56
Rychnov nad Kněžnou	21,0	24,7	85,02
Pardubice-Dukla	21,7	27,3	79,49
Svratouch	12,6	14,4	87,50
Košetice	12,7	19,2	66,15
Jihlava	15,8	19,9	79,40
Brno-Tuřany	19,4	26,2	74,05
Brno-Svatoplukova	26,0	34,6	75,14
Brno-Lány	24,7	31,3	78,91
Olomouc-Hejčín	24,9	33,4	74,55
Bělotín	25,0	29,5	84,75
Zlín	21,6	28,6	75,52
Třinec-Kosmos	31,9	38,8	82,22
Čeladná	21,1	27,8	75,90
Bohumín	39,3	52,8	74,43
Věřňovice	41,6	56,7	73,37
Ostrava-Poruba	27,3	35,1	77,78
Ostrava-Zábřeh	30,4	40,9	74,33
Ostrava-Přívoz	36,0	43,9	82,00
Ostrava-Radvanice	39,4	49,5	79,60
Studénka	27,7	35,9	77,16

Podkladová data ISKO, vlastní zpracování