

TRENDY VÝVOJE KVALITY OVZDUŠÍ SEVEROZÁPADNÍCH ČECH 1990 - 2008

František Skácel, Viktor Tekáč

Ústav plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6
e-mail: Frantisek.Skacel@vscht.cz, Viktor.Tekac@vscht.cz

V průběhu uplynulých 20 let došlo k výrazným změnám kvality ovzduší severozápadních Čech. Pro posouzení těchto změn byl zvolen soubor údajů o hmotnostní koncentraci znečišťujících látek (SO₂, NO₂, CO, ozon, aerosolové částice a arsen) vytvářený a doplňovaný ČHMÚ v průběhu let 1990 až 2008 v síti automatizovaného imisního monitoringu (AIM) a ve staniční síti imisního monitoringu kvality ovzduší pro potřeby Informačního systému kvality ovzduší (ISKO). Pro statistické zpracování bylo zvoleno celkem 9 stanic působících v uvedeném intervalu na území SZ Čech a 2 stanice ve srovnávací oblasti středních Čech. Z výsledků vyplývá, v této oblasti se v uplynulých letech kvalita ovzduší výrazně zlepšila a vyrovnala se s výjimkou ostravské průmyslové aglomerace jiným částem ČR. Hlavním zdrojem znečištění ovzduší SZ Čech je doprava a provoz nevyhovujících převážně lokálních spalovacích zdrojů.

Došlo 10. 12. 2010, přijato 14. 1. 2011

1. Úvod

Sledování kvality ovzduší má pro určení míry zátěže životního prostředí v SZ Čechách velký význam, a to z několika důvodů. Jedním z nich je skutečnost, že se jedná o složku životního prostředí, která nejdynamičtěji reaguje na probíhající změny funkce, rozsahu a intenzity působících zdrojů znečišťování prostředí. Navíc se ovzduším do biosféry přenáší více jak 80 % celkového množství znečišťujících látek. Tento transport (transmise) znečišťujících látek ovzduším je velice složitý proces zahrnující řadu chemických, popř. fotochemických (syntéza, rozklad a konverze složek), fyzikálních (kondenzace, aglomerace, adsorpce, absorpce, disperze, fázové změny) a biologických procesů. Vlastní transport znečišťujících látek je ovlivněn jejich charakterem, meteorologickými faktory a podmínkami vzniku emisí těchto látek do ovzduší a znečišťující látky jsou transportovány převážně v mezní vrstvě atmosféry nad povrchem Země.

Garantem monitoringu ovzduší v České republice je Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ), který úzce spolupracuje s dalšími organizacemi – především Státním zdravotním ústavem v Praze, oblastními zdravotními ústavy a dalšími organizacemi. Z hlediska definovaných cílů integrálního monitoringu mají největší význam výsledky získávané v síti automatizovaného imisního monitoringu (AIM) a ve staniční síti imisního monitoringu kvality ovzduší pro potřeby Informačního systému kvality ovzduší (ISKO).

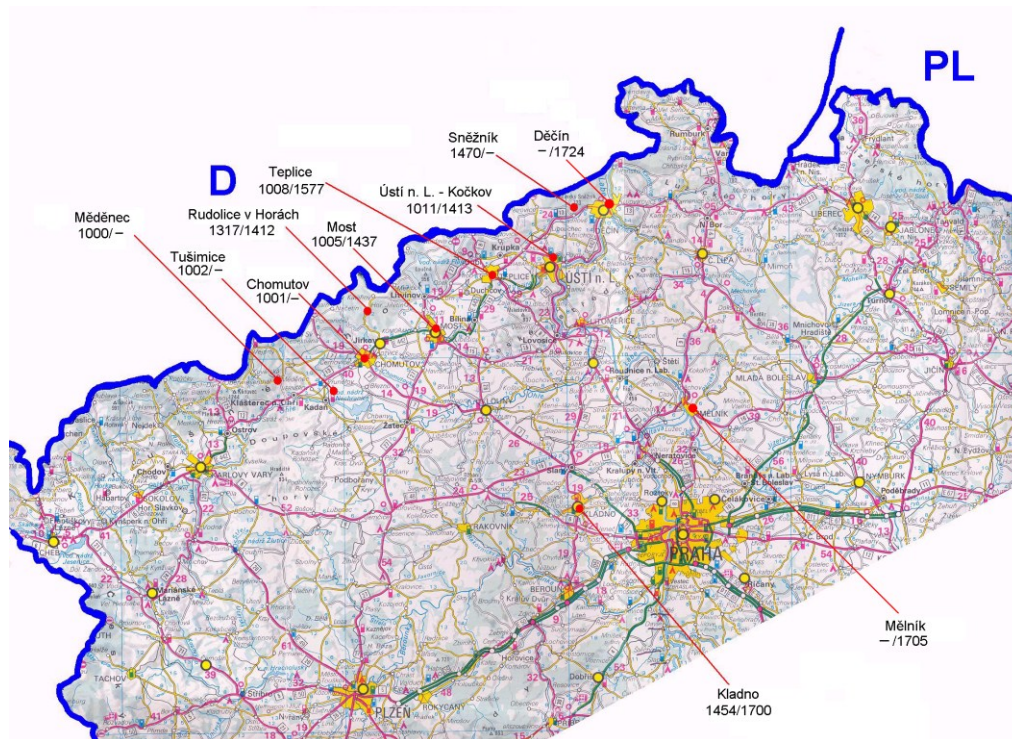
Pro sledování trendů znečištění SZ Čech bylo zvoleno celé území Ústeckého kraje a některé části Středočeského kraje (okres Kladno). V síti automatizovaného imisního monitoringu jsou sledovány oxid siřičitý (SO₂), oxidy dusíku (NO_x), aerosolové částice aerodynamického průměru menšího než 10 μm (PM₁₀ - tzv. thorakální frakce), oxid uhelnatý (CO), ozon (O₃), benzen, toluen a xyleny (BTX) a omezeně i aerosolové částice aerodynamického průměru menšího než 2,5 μm (PM_{2,5}). Soubor analytů sledovaných v jednotlivých stanicích AIM však není konstantní a jeho velikost se

řídí požadavky, které mají historické a politické pozadí. Ve staniční síti imisního monitoringu kvality ovzduší je sledován rozsáhlejší soubor analytů, ani v této síti však tento soubor analytů sledovaných v jednotlivých stanicích není konstantní.

Volba souboru měřicích stanic použitých pro určení trendů vývoje kvality ovzduší oblasti databáze závisí na mnoha kritériích. Největší význam mají požadavky, aby stanice byla provozována v režimu *on-line* co možná nejdelší dobu a reprezentovala maximální podíl sledovaného území. Metoda použitá pro měření určeného znaku kvality ovzduší by se neměla v průběhu monitoringu měnit, stejně jako doba průměrování a další charakteristiky. Problémy spojené s volbou souboru stanic lze dokumentovat na příkladu okresu Most. Z údajů ČHMÚ vyplývá, že v okresu Most bylo do roku 2008 provozováno celkem 53 stanic různých zřizovatelů, z nichž v roce 2008 bylo pro sledování kvality ovzduší funkčních 8 stanic.

Pro dlouhodobé posuzování trendů vývoje kvality ovzduší je nezbytné zvolit soubor stanic s co nejdelším nepřerušovaným provozem, které pokrývají pokud možno rovnoměrně dané území. K splnění tohoto cíle byly zvoleny stanice uvedené na obrázku 1.

Předložená studie byla vypracována na základě veřejně dostupných údajů shromážděných a sestavených Českým hydrometeorologickým ústavem v Praze (ČHMÚ), které byly postupně publikovány v textové formě ročenek [1] a v elektronické formě na webových stránkách ČHMÚ [2]. Studie vychází ze souboru údajů o hmotnostní koncentraci sledovaných analytů (znečišťujících látek) v souboru zvolených měřicích stanic na území SZ Čech a ve srovnávací oblasti (středních Čech) v síti automatizovaného imisního monitoringu (AIM) a ve staniční síti imisního monitoringu kvality ovzduší (SSM). Údaje představují oficiální výsledky měření nejvyšší dostupné kvality prováděného státní institucí. Jedná se o veřejně dostupné údaje, které poskytují zdroj informací pro další zpracování.



Obr. 1 Přehled měřicích stanic použitých pro určení trendů vývoje kvality ovzduší SZ Čech - čísla uvádí kód stanice (monitoring plynných analytů a aerosolových částic/arsenu)

2. Význam sledovaných analytů

2.1. Oxid siřičitý

Oxid siřičitý se uvolňuje do prostředí zejména při spalování uhlí a jeho koncentrace v ovzduší velice úzce souvisí s obsahem kapalných aerosolových částic, především kapiček vody, v nichž dochází při rozpuštění k rychlé oxidaci síry v oxidačním stupni IV na síru v oxidačním stupni VI a vzniku vodných roztoků kyseliny sírové. Kyselina sírová a produkt její částečné atmosférické neutralizace, hydrogensíran amonný, představují téměř celý silně kyselý podíl aerosolových částic v ovzduší. Vlastní produkt úplné neutralizace, síran amonný, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, je pouze slabě kyselý. Oxid siřičitý a produkty jeho oxidace jsou v ovzduší rozloženy do všech fází (plynný oxid siřičitý, kapalně aerosolové částice obsahující roztok kyseliny sírové a pevně aerosolové částice obsahující adsorbovaný SO_2).

V důsledku probíhajících změn emisních zdrojů jsou nyní průměrné roční hmotnostní koncentrace oxidu siřičitého v hlavních evropských městech zpravidla menší než $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zatím co dříve se pohybovaly v rozsahu 100 až $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podobně poklesly i hodnoty maximálních denních hmotnostních koncentrací, které jsou nyní převážně v rozsahu 250 až $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Odhad ročních antropogenních emisí SO_2 v ČR činí asi 220 kt/a [2].

2.2. Aerosolové částice

Aerosolové částice představují různorodou směs organických a anorganických částic kapalného a pevného skupenství, různé velikosti, složení a původu. V ovzduší představují částice významný rizikový faktor s mnohačetným vlivem na lidské zdraví. Na rozdíl od plynných látek nemají specifické složení (velikost a složení částic je ovlivněno zdrojem těchto částic) a z hlediska původu, složení a chování se jemná frakce částic do $2,5 \mu\text{m}$ a hrubší frakce většího průměru významně liší. Vodíkový kvocient (pH) jemných částic je zpravidla v kyselé oblasti. Tyto částice jsou do značné míry rozpustné a zahrnují aerosoly vzniklé sekundárně kondenzací plynů, částice ze spalování fosilních paliv včetně dopravy a znovu kondenzované organické či anorganické páry. V této frakci převažují částice vznikající sekundárně reakcemi plynných znečišťujících látek ve znečištěném ovzduší. Obsahují jak uhlíkaté látky, které mohou zahrnovat řadu organických sloučenin s mutagenními účinky, tak i soli, hlavně sírany a dusičnany. Často též obsahují těžké kovy, z nichž některé mohou mít karcinogenní účinky. V ovzduší tyto jemné částice přetrvávají dny až týdny a vytváří více či méně stabilní aerosol, který může být transportován ovzduším stovky až tisíce kilometrů. Tím dochází k jejich rozptýlení na velké území a stírání rozdílů mezi jednotlivými oblastmi. Hrubší částice jsou naopak obvykle zásaditého charakteru, z větší části nerozpustné a vznikají nekontrolovaným spalová-

ním pevných paliv a mechanickým rozpadem zemského povrchu. Podléhají rychlé sedimentaci během minut až hodin s přenosem řádově do kilometrových vzdáleností. V současné době je v obou sítích ČHMÚ zaveden odběr vzorků aerosolových částic s mezním aerodynamickým průměrem 10 μm (frakce PM_{10}) odpovídající zhruba thorakální frakci a zavádí se i odběr vzorků aerosolových částic s mezním aerodynamickým průměrem 2,5 μm (frakce $\text{PM}_{2,5}$) odpovídající zhruba respirabilní frakci. Odhad ročních antropogenních emisí aerosolových částic v ČR činí asi 67 kt/a [2].

2.3. Oxidy dusíku

Oxidy dusíku, především NO a NO_2 , patří k důležitým znečišťujícím látkám s rozdílnou mírou působení na zdraví člověka a vegetaci. Společně s aerosolovými částicemi představují znečišťující látku s trvale rostoucím hmotnostním tokem přenosu do troposféry. Ve většině případů je do ovzduší při spalování fosilních paliv emitován oxid dusnatý, který je transformován na oxid dusičitý. Oxidace NO na NO_2 však při hmotnostních koncentracích nižších než 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ probíhá velmi pomalu. Expozice NO_x se výrazně liší mezi stanicemi městskými (i v rámci města podle typu stanice) a venkovskými, výrazná variabilita se projevuje během dne i během roku. V blízkosti zdrojů převládá NO, ve větší vzdálenosti od zdrojů dominuje NO_2 . Z hlediska vlivu na lidské zdraví je za významný považován zejména oxid dusičitý, a to zejména kvůli účinkům na dýchací ústrojí. V poslední době se začíná pozornost zaměřovat i na oxid dusnatý. Mezi emisemi NO_x a obsahem NO_2 ve venkovním ovzduší neexistuje lineární vztah. Koncentrace NO_2 je komplexní funkcí meteorologické situace, poměrného zastoupení emisí oxidů dusíku, oxidace oxidu dusnatého na oxid dusičitý a rychlosti oxidace oxidu dusičitého na další látky. Odhad ročních antropogenních emisí NO_2 v ČR činí asi 283 kt/a [2].

2.4. Oxid uhelnatý

Oxid uhelnatý je jednou z nejběžnějších a široce rozšířených látek znečišťujících ovzduší. Celkový hmotnostní tok CO do ovzduší se rovnají souhrnu hmotnostních toků všech ostatních látek znečišťujících ovzduší, někdy je dokonce převyšuje. Z tohoto důvodu představuje oxid uhelnatý i nadále potenciální průmyslové a obecné ohrožení životního prostředí. Hmotnostní koncentrace přírodního pozadí oxidu uhelnatého v ovzduší jsou v rozsahu 0,01 až 0,23 mg/m^3 . 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 emisních zdrojů. Největším zdrojem emisí CO je nedokonalé spalování, např. ve spalovacích motorech automobilů, v průmyslu, v teplárnách a ve spalovnách. Odhad ročních antropogenních emisí CO v ČR činí asi 508 kt/a [2].

2.5. Ozon

Ozon je jedním z nejsilnějších oxidačních činidel. V troposféře se tvoří nepřímo účinkem slunečního záření na oxidy dusíku v přítomnosti těkavých organických látek. Neexistují žádné významné přímé antropogenní emise ozonu do ovzduší. Ozon přítomný v atmosféře se utvořil chemickými reakcemi, k nimž dochází v ovzduší. Maximální koncentrace ozonu, kterých může být ve znečištěném ovzduší dosaženo, pravděpodobně závisí nejen na absolutních koncentracích těkavých organických sloučenin a oxidů dusíku, ale rovněž na jejich poměru.

Pokud se oxidanty se zvýšenou pravděpodobností spotřebovávají chemickými reakcemi, průměrná denní hmotnostní koncentrace ozonu pravděpodobně nepřesáhne 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Medián průměrných hodinových a denních hmotnostních koncentrací přírodního pozadí ozonu je obvykle v rozmezí 40 až 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Všeobecně jsou koncentrace ozonu v ovzduší městských center nižší než v předměstských oblastech, hlavně v důsledku výskytu oxidů dusíku vznikajících provozem motorových vozidel. Tyto oxidy dusíku se účastní reakcí spotřebovávajících ozon. Denní koncentrační profily ozonu se mění s místem v závislosti na spolupůsobení faktorů ovlivňujících tvorbu, transport a rozklad ozonu. Časné ráno musí vždy uplynout určitá doba, než se fotochemický proces vyvine. Nejvyšší hmotnostní koncentrace ozonu kolem 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se proto objevují až v odpoledních hodinách. V noci je ozon spotřebováván reakcemi s oxidem dusnatým. Je třeba poznamenat, že v průběhu ozonových epizod se může vyskytnout několik typických dnů se zvýšenou fotochemickou činností za sebou.

2.6. Arsen

Arsen je prvek mající vlastnosti kovů i nekovů, tzv. metaloid. V přírodě se vyskytuje především ve formě sulfidů. Z toxikologického hlediska k nejvýznamnějším patří oxid arsenitý a arsenovodík. Anthropogenním zdrojem arsenu je spalování fosilních paliv, hutní a rudný průmysl, výroba barviv, aplikace některých insekticidů a herbicidů, textilní a sklářský průmysl. Přes malý podíl arsenu v hnědém uhlí je arsen a jeho sloučeniny významným markantem povrchové těžby (popř. úpravy) a spalování uhlí. Arsen se vyskytuje převážně v částicích jemné frakce (s aerodynamickým průměrem do 2,5 μm), která může být transportována na delší vzdálenost a pronikat hlouběji do dýchací soustavy. Téměř veškerý arsen je vázán na částice s aerodynamickým průměrem do velikosti 10 μm .

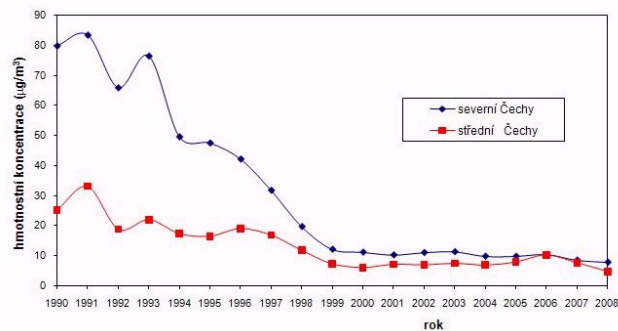
3. Hodnocení kvality ovzduší SZ Čech

3.1. Oxid siřičitý

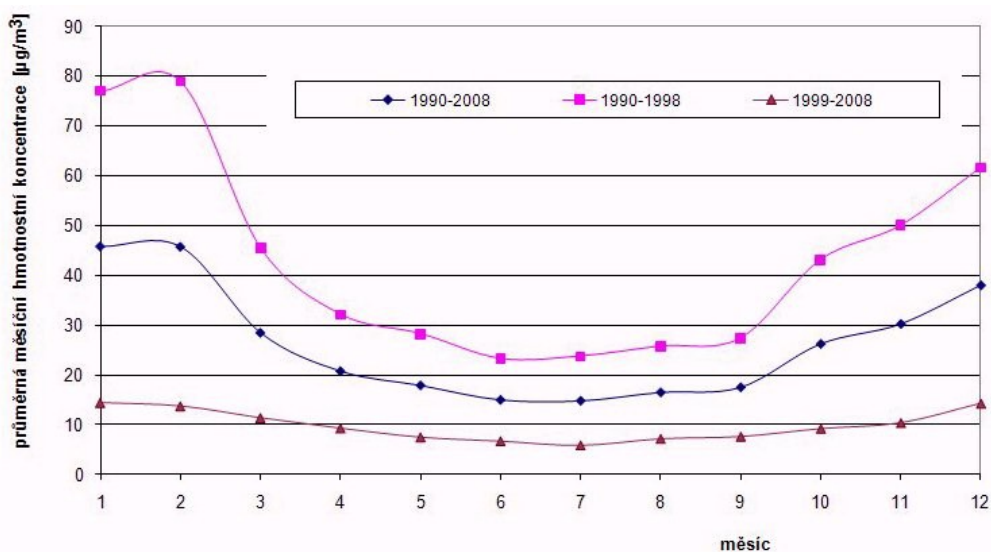
Změny hmotnostní koncentrace oxidu siřičitého v ovzduší daného území zcela jednoznačně souvisí s energetickým využitím hnědého uhlí. Na obrázku 2 je znázorněn vývoj průměrných ročních hmotnostních koncentrací frakce SO_2 v letech 1995 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanovišť sítě AIM v Ústeckém a

Středočeském kraji. Obrázek 3 uvádí roční chod průměrných měsíčních hmotnostních koncentrací SO_2 v ovzduší souboru měřících stanovišť sítě AIM v SZ a středních Čechách v letech 1990 - 2008.

Z uvedených údajů vyplývá, že obsah SO_2 v ovzduší v průběhu letních měsíců je na daném území dán převážně provozem velkých spalovacích zdrojů (tepelné elektrárny a teplárny) a je charakterizován hmotnostní koncentrací $< 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Výrazný nárůst koncentrace SO_2 ve venkovním ovzduší měřících stanovišť v topném období (zimní měsíce) je proto pravděpodobně způsoben především spalováním hnědého uhlí včetně lokálních topenišť.



Obr. 2 Vývoj průměrných ročních hmotnostních koncentrací SO_2 v letech 1990 - 2008 v souboru měřících stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji

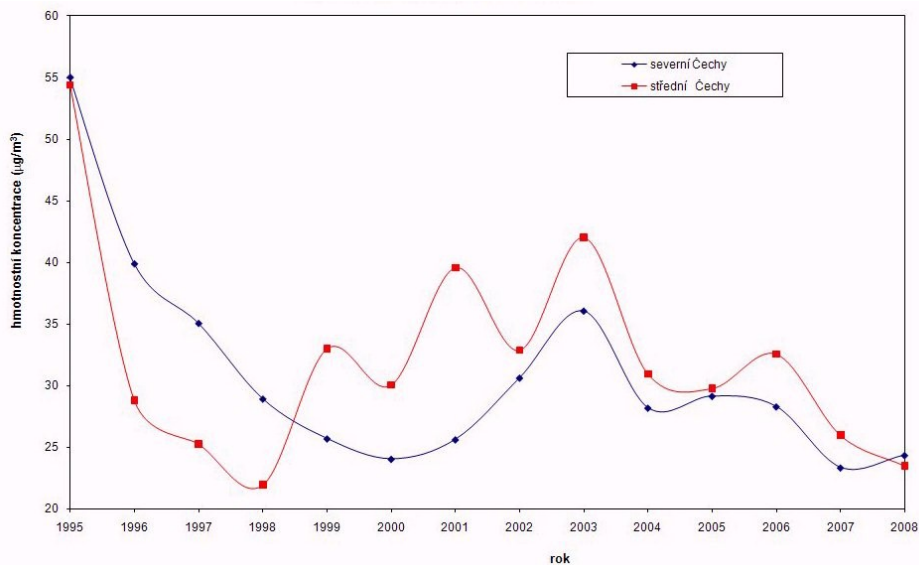


Obr. 3 Roční chod průměrných měsíčních hmotnostních koncentrací SO_2 v letech 1990 - 2008 v souboru měřících stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji

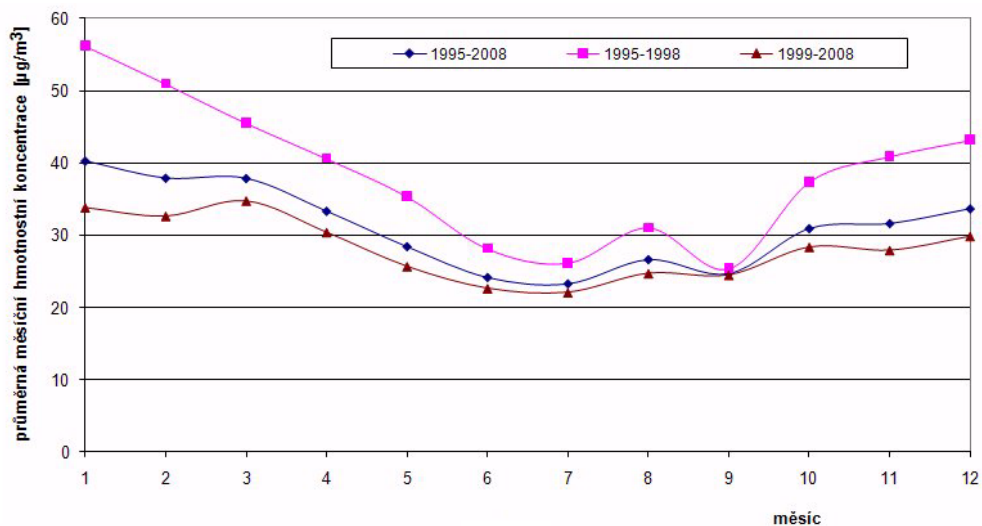
3.2. Aerosolové částice

Trend vývoje hmotnostní koncentrace thorakální frakce aerosolových částic v ovzduší nelze interpretovat tak jednoduše, jako v případě oxidu siřičitého. Je to dáno tím, že zdroje emisí aerosolových částic frakce PM_{10} jsou daleko četnější a většina jich s procesy spalování hnědého uhlí vůbec nesouvisí. Grafické znázornění vývoje průměrných ročních hmotnostních koncentrací frakce PM_{10} v letech 1995 - 2008 v souboru sledovaných měřících stanovišť sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji je uvedeno na obrázku 4. Z údajů uvedených na tomto obrázku je dobře patrný výrazný pokles obsahu frakce PM_{10} způsobený technickými opatřeními přijatými v energetice ČR na přelomu století – především důsledné odsíření velkých spalovacích zdrojů.

Po tomto výrazném snížení však obsah frakce PM_{10} v ovzduší opět narůstá s maximem v roce 2003 a v posledních letech je dokonce obsah frakce PM_{10} v ovzduší SZ Čech menší než obsah frakce PM_{10} v ovzduší souboru měřících stanovišť středních Čech. To znamená, že hlavním zdrojem obsahu frakce PM_{10} ve venkovním ovzduší přestává být provoz velkých (popř. středních) spalovacích zdrojů – jinými slovy, státní správa ochrany ovzduší již podle současné legislativy nemůže obsah frakce PM_{10} ve venkovním ovzduší ovlivnit.



Obr. 4 Vývoj průměrných ročních hmotnostních koncentrací PM₁₀ v letech 1995 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji



Obr. 5 Roční chod měsíčních průměrných hmotnostních koncentrací PM₁₀ v letech 1995 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji

Roční chod průměrných měsíčních hmotnostních koncentrací PM₁₀ v ovzduší souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v SZ a středních Čechách v letech 1999 - 2008 uvedený v obrázku 5 dokazuje, že hlavním zdrojem těchto látek je dopravní zátěž a případně další zdroje, včetně spalování tuhých paliv v lokálních topeništích. Podíl velkých spalovacích zdrojů (tepelné elektrárny a teplárny) na obsahu aerosolových částic frakce PM₁₀ v ovzduší v průběhu letních měsíců je po roce 1999 podobný ve stanicích umístěných v obou sledovaných krajích a v obou případech není příliš velký.

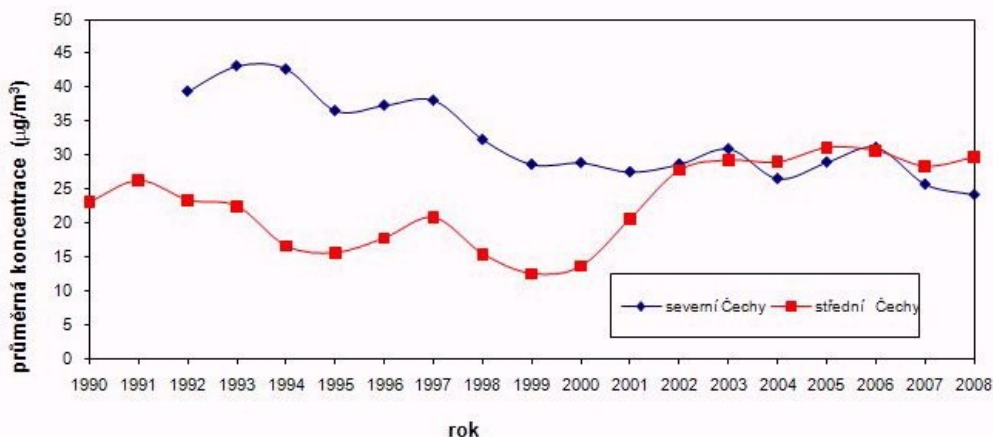
3.3. Oxidy dusíku

Obsah oxidů dusíku v ovzduší je dán složitým působením řady zdrojů, včetně dopravy a lokálních

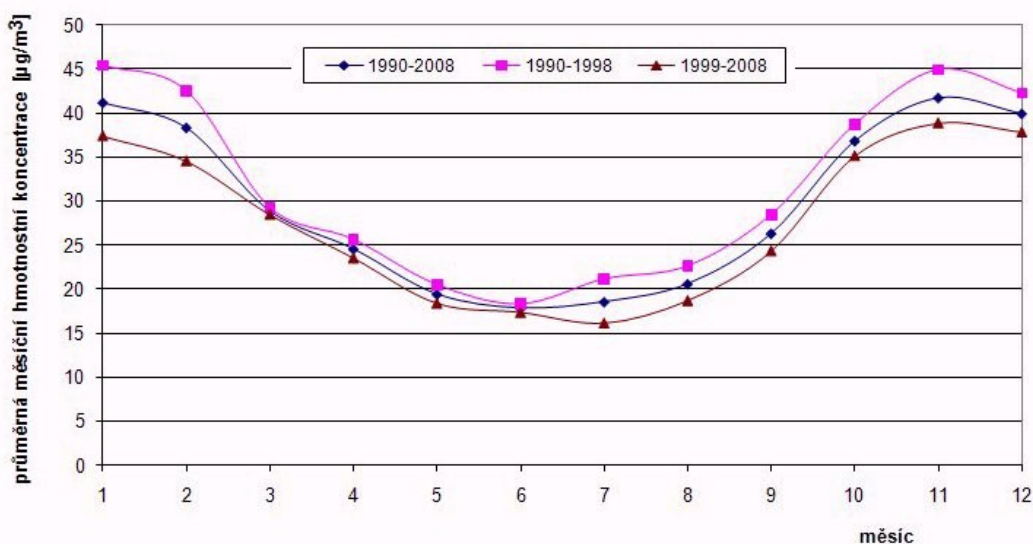
spotřebičů zemního plynu. Obrázek 6 uvádí přehled průměrných ročních hmotnostních koncentrací oxidů dusíku (NO a NO₂) vyjádřených sumárně jako NO_x v letech 1990 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji. Z tohoto grafu je dobře patrný mírný pokles obsahu oxidů dusíku v Ústeckém kraji způsobený technickými opatřeními přijatými v energetice ČR na přelomu století. Toto snížení odhalilo vliv velkých spalovacích zdrojů využívajících pevných paliv na kvalitu ovzduší sledovaných oblastí. Po tomto nevýrazném snížení je zřejmé, že obsah oxidů v ovzduší stagnuje a v posledních letech je dokonce obsah oxidů dusíku v ovzduší SZ Čech menší než obsah oxidů dusíku v ovzduší souboru měřicích stanic středních Čech. To znamená, že hlavním zdrojem oxidů dusíku ve venkovním ovzduší není provoz velkých spalovacích zdrojů v Ústeckém kraji, ale prav-

děpodobně doprava a provoz malých spalovacích zdrojů. Současné nástroje ochrany ovzduší již obsahují

dusíku ve venkovním ovzduší nemohou ovlivnit.



Obr. 6 Roční chod měsíčních průměrných hmotnostních koncentrací oxidů dusíku (NO a NO₂) vyjádřených sumárně jako NO_x v letech 1990 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji



Obr. 7 Roční chod průměrných měsíčních hmotnostních koncentrací oxidů dusíku (NO a NO₂) vyjádřených sumárně jako NO_x v letech 1990 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji

3.4. Oxid uhelnatý

Trend vývoje hmotnostní koncentrace oxidu uhelnatého v ovzduší nelze jednoduše interpretovat pouze na základě energetického využití hnědého uhlí ve velkých spalovacích zdrojích. Na obsahu CO v ovzduší se podílí řada dalších zdrojů, včetně dopravy a lokálních spotřebičů zemního plynu. Obrázek 8 uvádí přehled průměrných hmotnostních koncentrací CO v letech 1994 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanovišť sítě AIM v Ústeckém kraji. Ve sledovaném období nejsou k dispozici údaje ze stanic Kladno a Slaný.

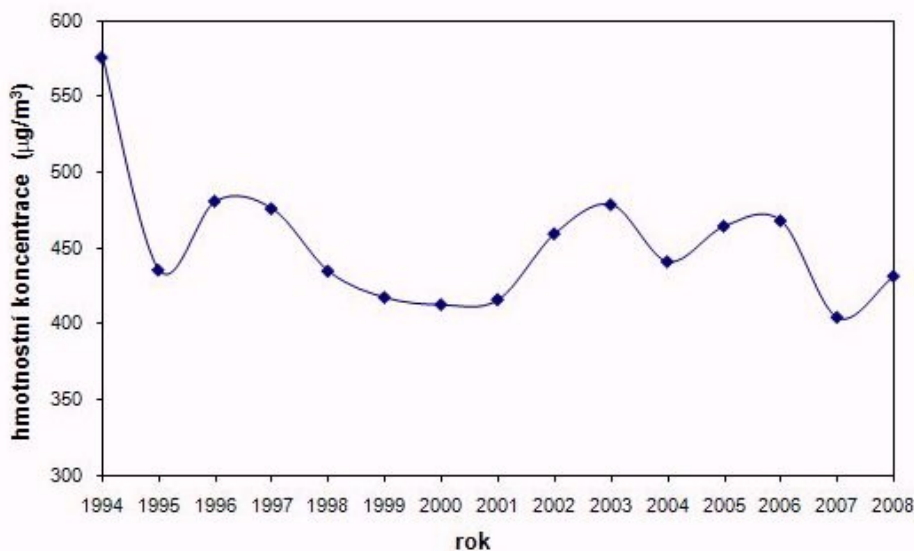
Z údajů uvedených na tomto obrázku je patrná určitá stagnace obsahu CO v ovzduší Ústeckého kraje. Je

zřejmé, že hlavním činitelem nárůstu obsahu CO ve venkovním ovzduší je provoz lokálních spalovacích zdrojů.

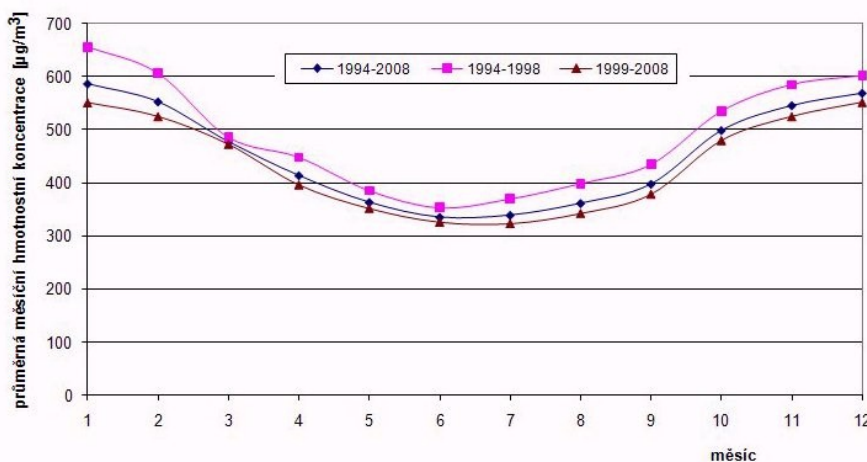
Tyto zdroje mají výrazně nižší energetickou účinnost ve srovnání s velkými spalovacími zdroji (v ČR až okolo 38 %). Spalování tříděného hnědého uhlí v lokálních topeništích je proto významně neekonomické. Spalování hnědého uhlí v lokálních topeništích probíhá zcela odlišně oproti průmyslovým energetickým zdrojům. Zatímco spalovací proces v těchto velkých zdrojích je řízen s cílem dosažení co nejdokonalejšího spalování s produkcí minimálního množství sledovaných znečišťujících látek a za použití celé řady odlučo-

vacích systémů, obdobný proces v lokálních spotřebičích má zcela jiné priority a názory na jeho řízení se různí. Spalování hnědého uhlí v nevhodných a často zastaralých lokálních spotřebičích navíc doprovází spolumpalování dřevní hmoty a odpadu a je prováděno laickou veřejností často v havarijních a technicky primitiv-

ních podmínkách (o projevech technologické nekázně nemluvě). Uvedené skutečnosti jsou příkladem toho, jak nevhodná energetická politika vede ke zhoršování životního prostředí a plýtvání zdroji.



Obr. 8 Vývoj průměrných ročních hmotnostních koncentrací CO v letech 1994 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém kraji

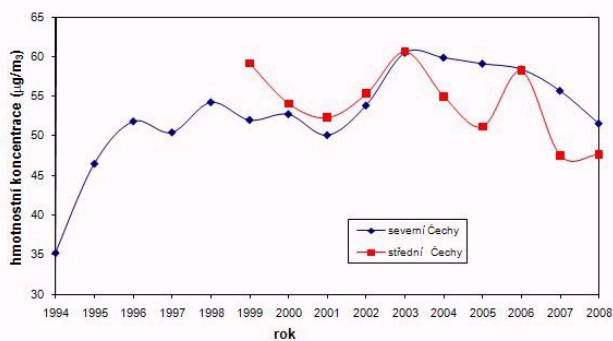


Obr. 9 Roční chod průměrných měsíčních hmotnostních koncentrací CO v letech 1994 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém kraji

Obrázek 9 uvádí roční chod průměrných měsíčních hmotnostních koncentrací oxidu uhelnatého v ovzduší souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém kraji v letech 1994 - 2008. Obsah CO v letních měsících je charakterizován hmotnostní koncentrací <math>< 400 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>. Zjištěný nárůst obsahu CO ve venkovním ovzduší sledovaných měřicích stanic v zimních měsících je z větší části způsoben spalováním hnědého uhlí v lokálních topeništích. Emise oxidu uhelnatého při spalování zemního plynu jsou výrazně nižší.

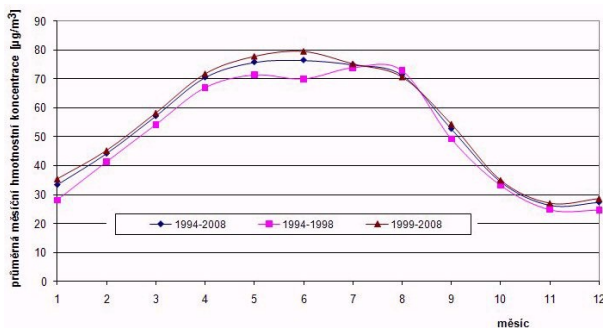
3.5. Ozon

Trend vývoje hmotnostní koncentrace ozonu v ovzduší souvisí především s nárůstem emisí prekurzorů ozonu (těkavé organické látky a oxid dusičitý) a probíhajícími změnami klimatu (vyšší teploty ovzduší). Obsah ozonu v ovzduší je dán složitým působením řady procesů, jejichž dílčí vliv nelze odpovědně posoudit. Obrázek 10 uvádí přehled průměrných ročních hmotnostních koncentrací ozonu v letech 1994 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji.



Obr. 10 Vývoj průměrných ročních hmotnostních koncentrací ozonu v letech 1994 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji

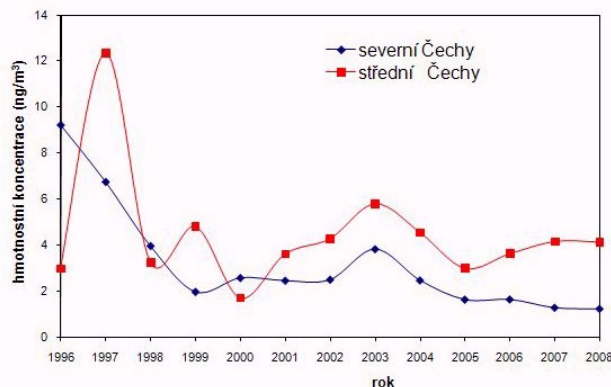
Graf na obrázku 11 uvádí roční chod průměrných měsíčních hmotnostních koncentrací ozonu v ovzduší souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji v letech 1994 - 2008. Obsah ozonu v letních měsících je charakterizován poměrně vysokou hmotnostní koncentrací $> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Zjištěný pokles obsahu ozonu ve venkovním ovzduší v zimních měsících sledovaných měřicích stanic na zhruba polovinu je markantním důkazem významného vlivu poklesu sluneční aktivity v zimním období kompenzovaný do jisté míry nárůstem emisí prekurzorů ozonu (především VOC) v období posledních let.



Obr. 11 Roční chod průměrných měsíčních hmotnostních koncentrací ozonu v letech 1994 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji

3.6. Arsen

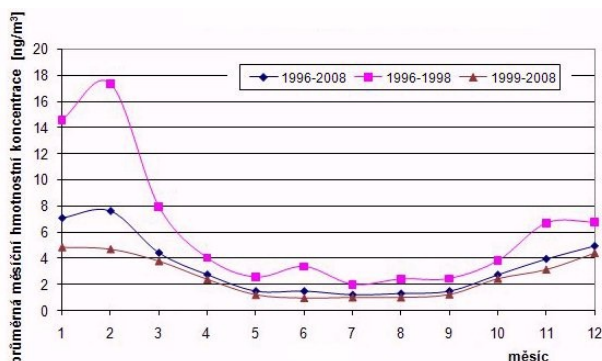
Trend vývoje hmotnostní koncentrace arsenu v ovzduší je úzce spojen s těžbou a energetickým využitím hnědého uhlí. Původ arsenu v ovzduší (těžba, spalování) lze přitom jednoznačně určit výhradně na základě chemické analýzy zachycených prachových částic (sulfidická vs. oxidická forma). Obrázek 12 uvádí přehled průměrných hmotnostních koncentrací arsenu v letech 1996 - 2006 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji.



Obr. 12 Vývoj průměrných ročních hmotnostních koncentrací arsenu v letech 1996 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji

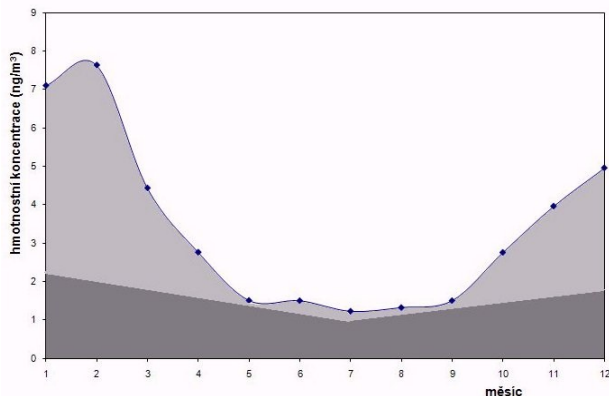
Z údajů uvedených v grafu na obrázku 12 je dobře patrný výrazný pokles obsahu arsenu způsobený technickými opatřeními přijatými v energetice ČR na přelomu století – především důsledné odsíření velkých spalovacích zdrojů. Po tomto výrazném snížení je však zřejmé, že obsah arsenu (podobně jako u dalšího markantu spalování hnědého uhlí – SO_2) v ovzduší opět narůstá s maximem v letech 2003 a 2004. Již více než osm let je obsah arsenu v ovzduší vybraného souboru stanic v Ústeckém kraji menší než jeho obsah v ovzduší souboru měřicích stanic ve Středočeském kraji. To znamená, že hlavním zdrojem obsahu arsenu ve venkovním ovzduší není provoz velkých spalovacích zdrojů, ale nevhodné užití hnědého uhlí v neekologických a neekonomických spotřebičích (lokálních topeništích). Státní správa ochrany ovzduší podle současné legislativy tuto skutečnost nemůže nijak ovlivnit.

Obrázek 13 uvádí roční chod průměrných měsíčních hmotnostních koncentrací As v ovzduší souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji v letech 1996 - 2008.



Obr. 13 Roční chod průměrných měsíčních hmotnostních koncentrací arsenu v letech 1996 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji

Obsah arsenu v letních měsících je charakterizován hmotnostní koncentrací $< 1,5 \text{ ng/m}^3$. Zjištěný nárůst obsahu arsenu ve venkovním ovzduší v zimních měsících sledovaných měřicích stanovišť na téměř šestinásobek je bezpochyby způsoben spalováním hnědého uhlí v lokálních topeništích, které uvolňují obrovské množství aerosolových částic sorbovaných sloučeninami arsenu.



Obr. 14 Vývoj průměrné hmotnostní koncentrace arsenu v letech 1996 - 2008 v souboru sledovaných měřicích stanic sítě AIM v Ústeckém a Středočeském kraji s vyznačením možné distribuce příspěvků trvalých a sezónních spotřebičů hnědého uhlí

Vliv lokálních spotřebičů hnědého uhlí lze velmi volně vyjádřit grafem uvedeným na obrázku 14. Tmavě vyplněná plocha velice zhruba odpovídá hmotnostnímu toku arsenu do ovzduší sledovaných oblastí vlivem provozu velkých spalovacích zdrojů využívajících hnědé uhlí, popř. vlivem těžby hnědého uhlí. Světle vyplněná plocha pak opět s určitou nadsázkou odpovídá působení lokálních spotřebičů hnědého uhlí ve sledovaných oblastech. Při tomto hodnocení je ovšem otázkou, jakých hodnot nabývají směrnice obou protínajících se přímk v důsledku nárůstu výkonu (a spotřeby HU) ve velkých spalovacích zdrojích v topném období jednotlivých let.

4. Závěr

Z předložených výsledků je zřejmé, že výsledky dlouhodobého monitoringu kvality ovzduší poskytují nový pohled na vývoj kvality ovzduší Ústeckého kraje a SZ Čech. Kvalita ovzduší se v této oblasti v uplynulých letech výrazně zlepšila a vyrovnala se s výjimkou ostravské průmyslové aglomerace kvalitě ovzduší jiných částí ČR. Mezi hlavní zdroje znečištění ovzduší SZ Čech se zařadila i doprava a provoz nevyhovujících převážně lokálních spalovacích zdrojů.

Literatura

1. Znečištění ovzduší a chemické složení srážek na území České republiky včetně doprovodných meteorologických dat – Souhrnný tabelární přehled 1995 Český hydrometeorologický ústav Praha 1996, ISBN 80-85813-33-5.
2. http://www.chmi.cz/uoco/isko/tab_roc/tab_roc.html, 31. 5. 2010.

Summary

František Skácel, Viktor Tekáč

Department of Gas Technology, Coking Chemistry and Air Protection, Institute of Chemical Technology Prague, Technická 5, 166 28 Praha 6

Trends of the air quality in North-Western part of Czech Republic since 1990

Since 1990 a significant transformation of the ambient air quality of North-Western part of Czech Republic proceeded. For examination of that process a data set comprising concentration of criteria pollutants (SO_2 , NO_2 , CO, ozone, suspended particle matter and arsene) was evaluated. Those data were collected by Czech Hydrometeorological Institute during 1990-2008 period in automatic air quality monitoring system network (AIM) as the main data source the database Air Quality Information System (ISKO). Nine stations of that system included in the data set represent the air quality of NW part of Czech Republic and two stations were used for characterization of the Central part of Czech Republic during the time period. The ambient air quality in NW part of Czech Republic significantly improved during this period and became almost identical with the ambient air quality of the other parts of Czech Republic except capital and/or Ostrava industrial zone. The main sources of the air pollution of the NW part of Czech Republic are the road traffic and domestic heating units operation.