

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ V ČR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

SOUHRN

V práci je zhodnocen vývoj emisních koncentrací sledovaných polutantů (oxid siřičitý, oxidy dusíku a suspendované částice frakce PM_{10}). Celá problematika je zkoumána zhruba za posledních 20 let. Je nastíněno zhodnocení a vysvětlení změn v této oblasti.

Další část práce se zabývá stavem znečištění ovzduší (imise) základních znečišťujících látek v České republice. Dále je popsáno jakým způsobem Ministerstvo životního prostředí hodnotí kvalitu ovzduší. Jsou zde vymezeny oblasti se zhoršenou kvalitou vzduchu a popsány možnosti zlepšení stavu.

V poslední části je rozebrán vliv lokálních topenišť na imisní situaci dle současné legislativy a normalizace.

Na konci práce je můj osobní názor na celou problematiku znečištění ovzduší v České republice.

SUMMARY

My work includes development evaluation of emission concentrations of the pollutants (sulfur dioxide, nitrogen oxides and suspended PM_{10}). The entire issue has been examined about 20 years.

Work also contains evaluation and explanation of changes in this area. Another part deals with the status of air pollution of basic pollutants in the Czech Republic. There is also described how the Ministry of Natural environment rates the quality of air. There are defined areas with poor air quality and described the options for improvement.

In the last part there is an analysis of local furnaces influence on the air pollution situation according to current legislation and standardization.

At the end there is my personal opinion on the whole issue of air pollution in the Czech Republic.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Znečištění ovzduší v ČR“ vypracoval samostatně pod vedením Doc. Ing. Jiřího Hemerky, CSc., s použitím literatury, která je uvedena na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

I declare that I have developed this bachelor thesis titled "Pollution in the Czech Republic" independently under the leadership of Doc. Ing. Jiří HEMERKA, CSc., using literature, which is listed at the end of my thesis.

V Praze 10. 6. 2015

Vojtěch Mizera

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| 1. ZÁKLADNÍ POJMY | 5 |
| 2. ÚVOD | 6 |
| 3. LEGISLATIVA OCHRANY OVZDUŠÍ | 7 |
| 3.1.ZPŮSOBY HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ | 7 |
| 3.2.IMISNÍ LIMITY | 8 |
| 3.3.EMISNÍ LIMITY | 10 |
| 4. VÝVOJ EMISÍ ZÁKLADNÍCH ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK V ČR | 13 |
| 4.1.ZHODNOCENÍ A VYSVĚTLENÍ ZMĚN | 13 |
| 5. STAV ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČR | 17 |
| 5.1.OXID SIŘIČITÝ SO_2 | 17 |
| 5.2.OXIDY DUSÍKU NO_x | 20 |
| 5.3.SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE FRAKCE PM_{10} | 24 |
| 5.4.VYMEZENÍ OBLASTÍ SE ZHORŠENOU KVALITOU OVZDUŠÍ | 27 |
| 5.5.MOŽNOSTI ZLEPŠENÍ STAVU OVZDUŠÍ V ČR | 30 |
| 6. LEGISLATIVA V OCHRANĚ OVZDUŠÍ PRO MALÉ SPALOVACÍ | 32 |
| ZDROJE | |
| 6.1.VLIV LOKÁLNÍCH TOPENIŠŤ NA IMISNÍ SITUACI | 35 |
| 7. ZÁVĚR | 36 |
| 8. POUŽITÁ LITERATURA | 37 |

1. ZÁKLADNÍ POJMY

Imise – „Znečištění ovzduší vyjádřené hmotnostní koncentrací znečišťující látky nebo stanovené skupiny látek.“

Imisní limit – „Hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při normálních podmínkách (teplota, tlak), tj. hmotnostní koncentrace znečišťující látky.“

Imisní monitoring – „V rámci Imisního monitoringu (IM) jsou analyzovány v ovzduší nejrůznější látky - v plynech, srážkových vodách a aerosolových částicích.“

Emise – „Vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do ovzduší v důsledku lidské činnosti, vyjádřené v jednotkách hmotnosti za jednotku času. Mírou znečišťování ovzduší je množství emisí. Jedná se tedy o činnost nebo děj.“

Emisní limit – „Nejvýše přípustné množství znečišťující látky nebo skupiny látek, vypouštěné do ovzduší ze zdroje“

Emisní strop – „Nejvýše přípustná úhrnná emise znečišťující látky nebo skupiny znečišťujících látek, vznikající v důsledku lidské činnosti, vyjádřená v hmotnostních jednotkách za rok ze všech zdrojů znečišťování na vymezeném území.“

Malé spalovací zdroje – Spalovací zdroje o celkovém jmenovitém příkonu 300 kW a nižším

CO – Oxid uhelnatý

TZL – „Při spalování paliv a při dalších průmyslových činnostech vznikají emise aerosolů, které mohou být tuhé, kapalné nebo směsné. Souhrnně se tyto emise v české legislativě označují jako tuhé znečišťující látky (TZL)“

CZT – Centrální zásobování teplem

LTO – Lehký topný olej

P-B – Propan-butan

LCP – (Large Combustion Plants) spalovací zařízení se jmenovitým tepelným příkonem vyšším než 50 MW [1].

2. ÚVOD

Téma bakalářské práce „Znečištění ovzduší v ČR“ jsem si vybral z důvodu, že velice intenzivně vnímám znečištění ovzduší, které se kolem nás vyskytuje. Tato práce mi pomohla pochopit, s jakými aspekty znečišťování se Česká republika potýká a jaké jsou dlouhodobé trendy vývoje imisí potažmo emisí v této oblasti. Bezpochyby se dá říci, že v ČR respektive v EU byl nastolen správný směr, díky kterému se ovzduší z dlouhodobého hlediska zlepšuje. Avšak situace je na mnoha místech stále nedostačující. Do budoucna se budeme muset tímto tématem nadále intenzivně zabývat. Ovzduší je nedílnou součástí našeho života a s jeho přibývajícím znečištěním narůstá i množství zdravotních komplikací. Velice bych si přál, aby se tímto tématem do budoucna začaly více zabývat i země, které se stavem znečištění ovzduší do současné chvíle nikterak intenzivně nezabývaly. Bohužel musíme brát v úvahu, že bez vypouštění určitého množství znečišťujících látek do ovzduší, se v současné době naše civilizace nedokáže obejít. Boj za čisté ovzduší je tedy značně složitý.

3. LEGISLATIVA OCHRANY OVZDUŠÍ

Legislativa představuje rozsáhlý soubor platných právních předpisů v oblasti ochrany životního prostředí. Současnou legislativu lze dohledat ve sbírce zákonů č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, která vešla v platnost 2. května 2012 s účinností od 1. září 2012 a anulovala tak předcházející legislativní zákon č. 86/2002 Sb. [2].

„Ochranou ovzduší se rozumí předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví způsobená znečištěním ovzduší, snížení zátěže životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy a vytvoření předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší.

Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje:

- a) přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší,
- b) způsob posuzování přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší a jejich vyhodnocení,
- c) nástroje ke snižování znečištění a znečišťování ovzduší,
- d) práva a povinnosti osob a působnost orgánů veřejné správy při ochraně ovzduší,
- e) práva a povinnosti dodavatelů pohonných hmot a působnost orgánů veřejné správy při sledování a snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot v dopravě.“ [2]

3.1 ZPŮSOBY HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

Hodnocení úrovně znečištění Ministerstvo životního prostředí provádí na základě posuzování úrovně znečištění s imisními limity vedenými v příloze č. 1 zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Posuzování a vyhodnocování úrovně znečištění se provádí pro zóny, které jsou městskou aglomerací s počtem obyvatel vyšším než 250 000 obyvatel. Seznam aglomerací je uveden v tabulce 1. Přímé posuzování se provádí stacionárním měřením, výpočtem nebo jejich kombinací, podle toho, zda došlo v zóně nebo aglomeraci k překročení horní (UAT) nebo dolní (LAT) meze pro posuzování úrovně znečištění. Pro účel stacionárního měření Ministerstvo životního prostředí vytvořilo tzv. státní síť imisního monitoringu. Státní síť imisního monitoringu provozuje Český hydrometeorologický ústav pod záštitou MŽP. Automatizovaný systém je nastaven tak, aby stanicemi imisního

monitoringu bylo zajištěno sledování úrovně znečištění ovzduší na území celého státu. Do výsledků vyhodnocení znečištění se dále použijí i výsledky měření prováděné autorizovanými osobami, kterým byla tato funkce svěřena [3].

Tabulka 1 – Seznam zón a aglomerací [2]

| Zóna/aglomerace | Kód zóny/aglomerace |
|--|---------------------|
| Aglomerace 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/Frýdek-Místek | CZ08A***) |

„Poznámky:

*) Členění území na zóny a aglomerace vychází u klasifikace územních statistických jednotek uvedené ve sdělení statistického úřadu zveřejněného ve Sbírce zákonů dne 29. dubna 2004 pod číslem 228, především z oblastí NUTS 2. V případě, že je z oblasti NUTS 2 definované uvedeným sdělením vyjmuto území aglomerace, jsou tyto označeny odlišně od uvedeného sdělení doplněním písmenem „Z“ a „A“.

**) Území aglomerace je shodné s územím okresu Brno-město a je definováno NUTS kódem CZ0622

***) Území aglomerace je shodné s územím okresů Ostrava-město, Karviná a Frýdek-Místek a je definováno NUTS kódy CZ0806, CZ0803 a CZ0802“ [2]

3.2 IMISNÍ LIMITY

V následující tabulce 2 jsou uvedeny imisní limity pro ochranu zdraví a lidí dle Sbírky zákonů o ochraně ovzduší č. 201/2012. Současně je u jednotlivých imisních limitů stanovena doba průměrování a maximální počet překročení.

Tabulka 2 – Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví a lidí a maximální počet jejich překročení [2].

| Znečišťující látka | Doba průměrování | Imisní limit | Maximální počet překročení |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------|
| Oxid siřičitý | 1 hodina | $350 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | 24 |
| Oxid siřičitý | 24 hodin | $125 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | 3 |
| Oxid dusičitý | 1 hodina | $200 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | 18 |
| Oxid dusičitý | 1 kalendářní rok | $40 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | 0 |
| Oxid uhelnatý | Maximální denní osmihodinový průměr (1) | $10 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | 0 |
| Benzen | 1 kalendářní rok | $5 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | 0 |
| Částice PM_{10} | 24 hodin | $50 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | 35 |
| Částice PM_{10} | 1 kalendářní rok | $40 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | 0 |
| Částice $PM_{2,5}$ | 1 kalendářní rok | $25 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | 0 |
| Olovo | 1 kalendářní rok | $0,5 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | 0 |

„Poznámka:

- 1) Maximální denní osmihodinová průměrná koncentrace se stanoví posouzením osmihodinových klouzavých průměrů počítaných z hodinových údajů a aktualizovaných každou hodinu. Každý osmihodinový průměr se přiřadí ke dni, ve kterém končí, tj. první výpočet je proveden z hodinových koncentrací během periody 17:00 předešlého dne a 01:00 daného dne. Poslední výpočet daný den se provede pro periodu od 16:00 do 24:00.“[2]

Pro SO_2 a NO_x jsou stanoveny imisní limity pro ochranu a vegetace a ekosystémů. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3 společně s dobou průměrování.

Tabulka 3 – Imisní limity vyhlášené pro ochranu ekosystémů a vegetace [2]

| Znečišťující látka | Doba průměrování | Imisní limit |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| Oxid siřičitý | Kalendářní rok a zimní období (1. Října – 31. Března) | $20 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ |
| Oxidy dusíku (1) | 1 kalendářní rok | $30 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ |

„Poznámka:

- 1) Součet objemových poměrů oxidu dusnatého a oxidu dusičitého vyjádřený v jednotkách hmotnostní koncentrace oxidu dusičitého“ [2]

3.3 EMISNÍ LIMITY

V následujících tabulkách jsou uvedeny obecné a specifické emisní limity. Obecné imisní limity znečišťujících látek jsou uvedeny v příloze č. 9 k vyhlášce č. 415/2012 o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší. Obecné imisní limity jsou podřazeny specifickým, které jsou vytvořeny pro konkrétní znečišťující zdroj [4].

Tabulka 4 – Obecné emisní limity [4]

| Název znečišťující látky | Hmotnostní tok [g/h] | Hmotnostní koncentrace [mg/m ³] |
|---|-------------------------|--|
| Tuhé znečišťující látky | ≤2500 | 200 |
| | >2500 | 150 |
| Oxidy síry vyjádřené jako oxid siřičitý | >20000 | 2500 |
| Oxidy dusíku vyjádřené jako oxid dusičitý | >10000 | 500 |
| Oxid uhelnatý | >5000 | 500 |
| Organické látky vyjádřené jako celkový organický uhlík (TOC) | >3000 | 150 |
| Amoniak a soli amonné vyjádřené jako amoniak | >500 | 50 |
| Sulfan | >100 | 10 |
| Sirouhlík | >100 | 20 |
| Chlor a jeho plynné anorganické sloučeniny vyjádřené jako HCl | >500 | 50 |
| Fluor a jeho plynné anorganické sloučeniny vyjádřené jako HF | >100 | 10 |

Specifické emisní limity znečišťujících látek jsou uvedeny v příloze č. 2 k vyhlášce č. 415/2012 Sb. V tabulce 5 jsou uvedeny emisní limity pro stacionární zdroje o tepelném výkonu 50MW a vyšším. V příloze č. 2, část I, je uvedeno vícero tabulek. Každá z nich zastupuje jiné období, pro které byla podána kompletní žádost o první povolení provozu a jiné datum uvedení do provozu. Zde uvádím pouze nejaktuálnější z nich.

Tabulka 5 – Specifické emisní limity pro spalovací stacionární zdroje, pro něž byla podána kompletní žádost o první povolení provozu 7. ledna 2013 nebo později nebo byly uvedeny do provozu po 7. lednu 2014 [4]

| Druh paliva | Specifické emisní limity [$mg \cdot m^{-3}$] | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------|-----|-----|--------------|--------|-----|-----|----------|--------|-----|-----|
| | 50-100 MW | | | | > 100-300 MW | | | | > 300 MW | | | |
| | SO_2 | NO_x | TZL | CO | SO_2 | NO_x | TZL | CO | SO_2 | NO_x | TZL | CO |
| Pevné palivo obecně | 400 | 300 | 20 | 250 | 200 | 200 | 20 | 250 | 150 | 150 | 10 | 250 |
| Biomasa | 200 | 250 | 20 | 250 | 200 | 200 | 20 | 250 | 150 | 150 | 20 | 250 |
| Rašelina | 300 | 250 | 20 | 250 | 300 | 200 | 20 | 250 | 150 | 150 | 20 | 250 |
| Kapalné palivo obecně | 350 | 300 | 20 | 175 | 200 | 150 | 20 | 175 | 150 | 100 | 10 | 175 |
| Zkapalněný plyn | 5 | 300 | 5 | 175 | 5 | 150 | 5 | 175 | 5 | 150 | 5 | 175 |
| Plynné palivo obecně | 35 | 100 | 5 | 100 | 35 | 100 | 5 | 100 | 35 | 100 | 5 | 100 |
| Zemní plyn | 35 | 100 | 5 | 100 | 35 | 100 | 5 | 100 | 35 | 100 | 5 | 100 |
| Koksárenský plyn | 400 | 100 | 30 | 100 | 400 | 100 | 30 | 100 | 400 | 100 | 30 | 100 |
| Vysokopeční plyn | 200 | 100 | 10 | 100 | 200 | 100 | 10 | 100 | 200 | 100 | 10 | 100 |
| Plyn ze zplyňování rafinérských zbytků | 35 | 100 | 5 | 100 | 35 | 100 | 5 | 100 | 35 | 100 | 5 | 100 |

V části II vyhlášky č. 2, zákona č. 415/2012 Sb., jsou uvedeny Specifické emisní limity pro spalovací stacionární zdroje o celkovém jmenovitém tepelném příkonu vyšším než 0,3 MW a nižším než 50 MW. Do této kategorie spadají kotle a teplovzdušné přímotopné zdroje, pístové spalovací motory. Pro kotle a teplovzdušné přímotopné stacionární zdroje jsou emisní limity uvedeny v tabulce 6. Pro pístové spalovací motory v tabulce 7. Pro plynové turbíny v tabulce 8 [4].

Tabulka 6 – Specifické emisní limity platné do 31. prosince 2017, kotle a teplovzdušné přímotopné stacionární zdroje [4]

| Druh paliva | Specifické emisní limity [$mg \cdot m^{-3}$] | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--------|-----|-----|----------|--------|-----|-----|-----------|--------|-----|-----|
| | > 0.3-1MW | | | | > 1-5 MW | | | | > 5-50 MW | | | |
| | SO_2 | NO_x | TZL | CO | SO_2 | NO_x | TZL | CO | SO_2 | NO_x | TZL | CO |
| Pevné palivo obecně | - | 650 | 250 | 650 | - | 650 | 250 | 650 | 2500 | 650 | 150 | 400 |
| Paliva dle § 15 odst. 5 | - | 650 | 150 | 300 | - | 650 | 150 | 300 | - | 650 | 150 | 300 |
| Kapalné palivo | - | 500 | - | 175 | - | 500 | 100 | 175 | 1700 | 450 | 100 | 175 |
| Plynné palivo a zkapalněný plyn | - | 200 | - | 100 | - | 200 | - | 100 | 900 | 200 | 50 | 100 |

Tabulka 7 – Specifické emisní limity platné do 31. prosince 2017, pístové spalovací motory [4]

| Druh pístového spalovacího motoru | Druh paliva | Specifické emisní limity [$mg \cdot m^{-3}$] | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--|-----|------|----------|-----|------|--------|-----|-----|
| | | > 0.3-1 MW | | | > 1-5 MW | | | > 5 | | |
| | | NO_x | TZL | CO | NO_x | TZL | CO | NO_x | TZL | CO |
| Plynový motor | Kapalné palivo | 500 | - | 650 | 500 | 130 | 650 | 500 | 130 | 650 |
| | Zemní plyn a degazační plyn | 500 | - | 650 | 500 | - | 650 | 500 | - | 650 |
| | Plynné palivo obecně | 1000 | - | 1300 | 500 | 130 | 1300 | 500 | 130 | 650 |
| Dieselový motor | Kapalné palivo | 4000 | - | 650 | 500 | 130 | 650 | 500 | 130 | 650 |
| | Zemní plyn a degazační plyn | 4000 | - | 650 | 500 | - | 650 | 500 | - | 650 |
| | Plynné palivo obecně | 4000 | - | 1300 | 500 | 130 | 1300 | 500 | 130 | 650 |

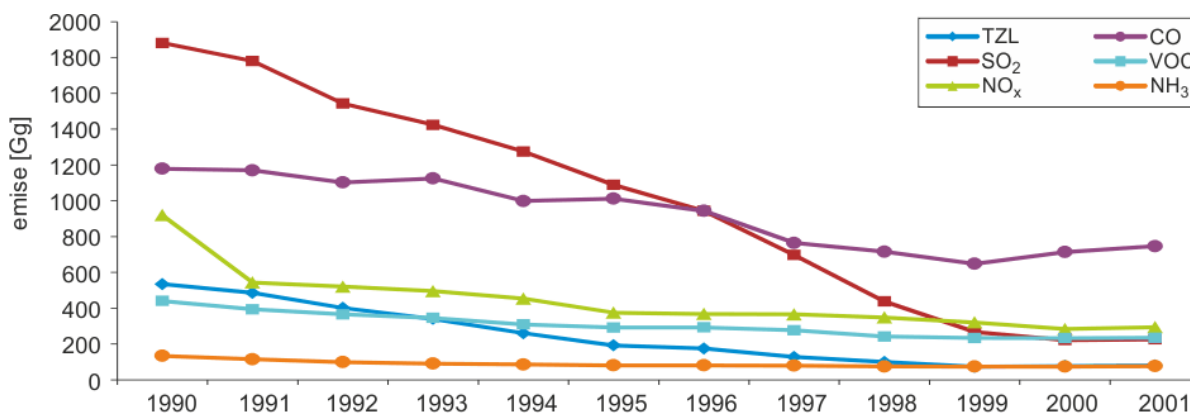
Tabulka 8 – Specifické emisní limity pro plynové turbíny platné do 31. prosince 2017, plynové turbíny [4]

| Druh paliva | Specifické emisní limity [$mg \cdot m^{-3}$] | | | | | |
|---------------------------------|--|------|----------|------|-----------|------|
| | > 0.3-1 MW | | > 1-5 MW | | > 5-50 MW | |
| | NO_x | CO | NO_x | CO | NO_x | CO |
| Kapalné palivo | 300 | 100 | 300 | 100 | 300 | 100 |
| Plynné palivo a zkapalněný plyn | 250 | 100 | 50 | 100 | 50 | 100 |

4. VÝVOJ EMISÍ ZÁKLADNÍCH ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK V ČR

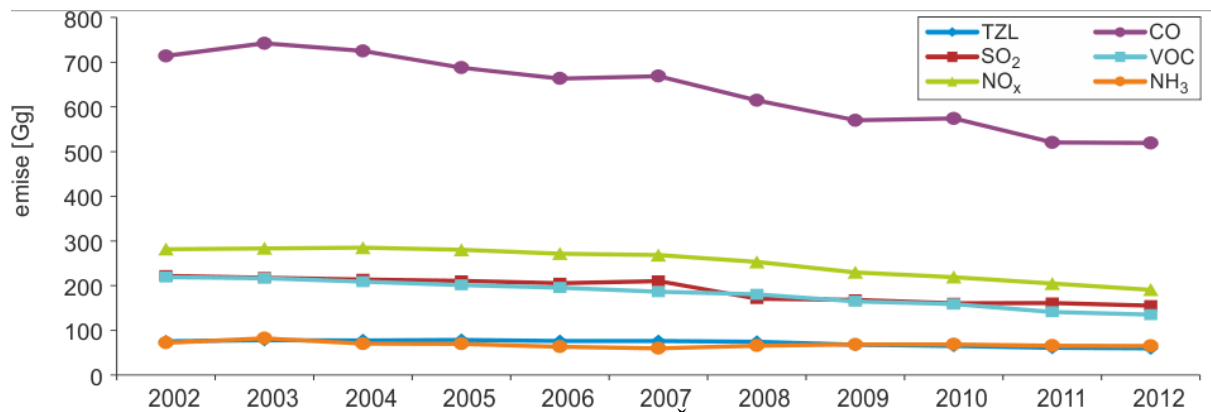
V následující části práce jsou sledované znečišťující látky TZL (PM_{10}), SO_2 a NO_x . Vývoj emisí základních znečišťujících látek lze rozdělit na dvě etapy. První úsek zobrazený na obr. 1 postihuje období mezi roky 1990 až 2001. Druhá etapa zobrazená na obr. 2 zaznamenává vývoj emisí mezi roky 2002 až 2012. Emise přímo souvisí se stavem znečištění ovzduší neboli s imisní situací. Čím více emisí je emitováno do ovzduší, tím větší hodnoty koncentrací znečišťujících látek jsou naměřeny v rámci imisního monitoringu, který má za úkol vyhodnocovat stav znečištění ovzduší.

4.1 ZHODNOCENÍ A VYSVĚTLENÍ ZMĚN



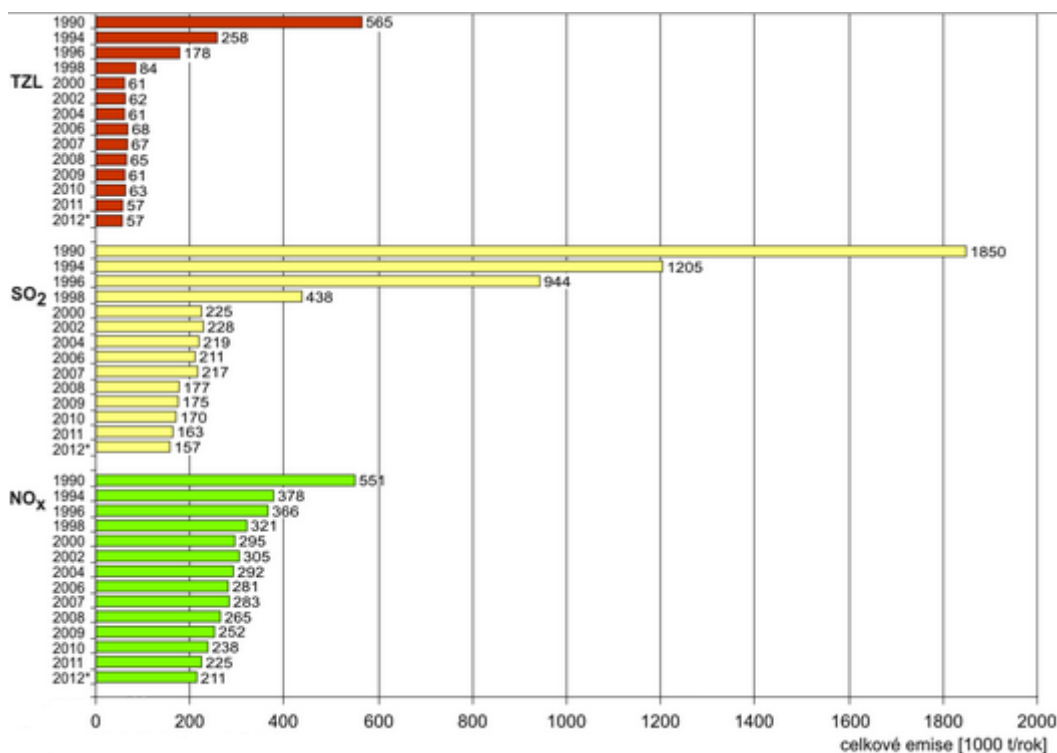
Obr. 1 Vývoj celkových emisí v letech 1990-2001, Česká republika [5]

Z obr. 1 je patrný pokles emisí ve vyobrazeném období 1990-2001. Výrazný pokles je zaznamenán v případě SO_2 , kdy došlo k poklesu o cca 70-80%. U TZL a NO_x propad není tak výrazný, ale i tak došlo ke snížení emisí. Důvod sestupného trendu je nabytí zákona č. 309/1991 Sb., změny v průmyslu, odsiřování tepláren, plynofikace a rozvoj jaderné energetiky [5].



Obr. 2 Vývoj celkových emisí v letech 2001-2012, Česká republika [5]

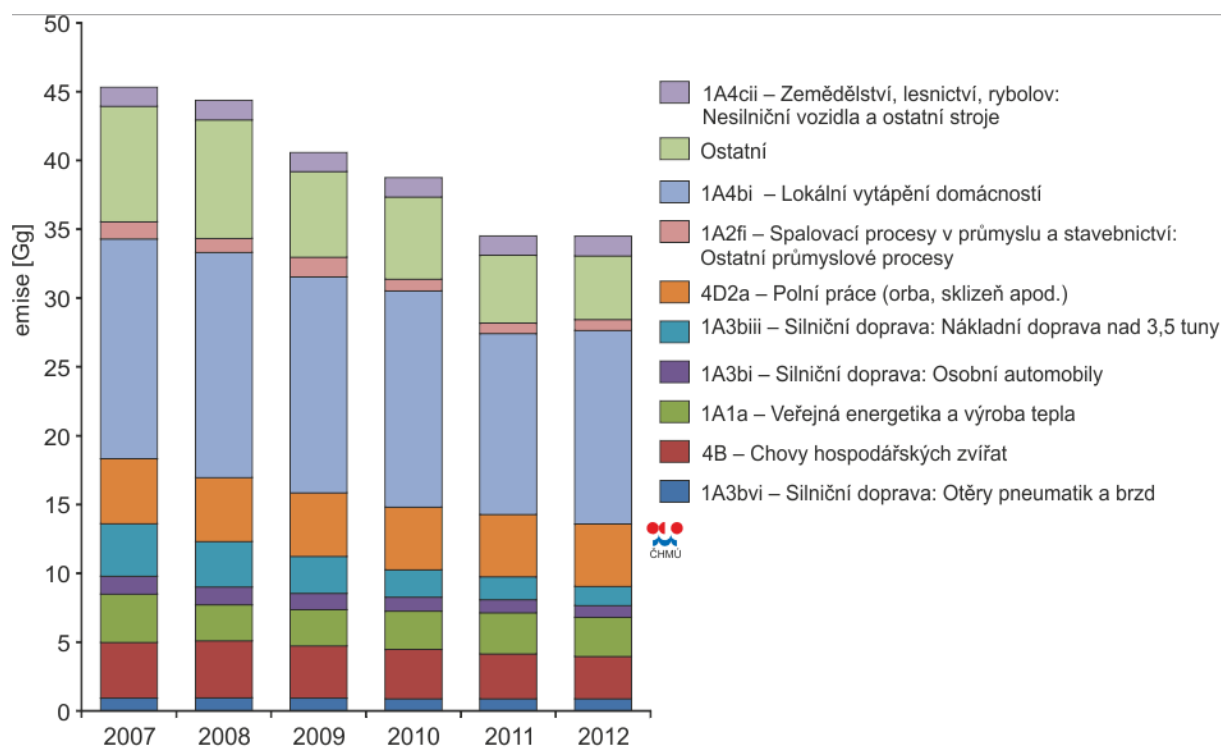
Obr. 2 zachycuje charakteristiku vývoje emisí v následujících letech 2002 až 2012. Nadále docházelo ke snižování emisí, avšak pokles není tak výrazný jako v 90. letech. Důvodem nevýrazného poklesu je neschopnost přijmout nová opatření, která by razantním způsobem přispěla k dalšímu snížení emisí a zlepšení kvality ovzduší v průmyslových oblastech a ve velkých městech. Navzdory tomu, že dochází ke zlepšování technologie v procesu odlučování a ve výrobě [6].



Obr. 3 Celkové emise základních znečišťujících látek vyjádřených v 1000 t/rok, Česká republika, 1990-2012 [7]

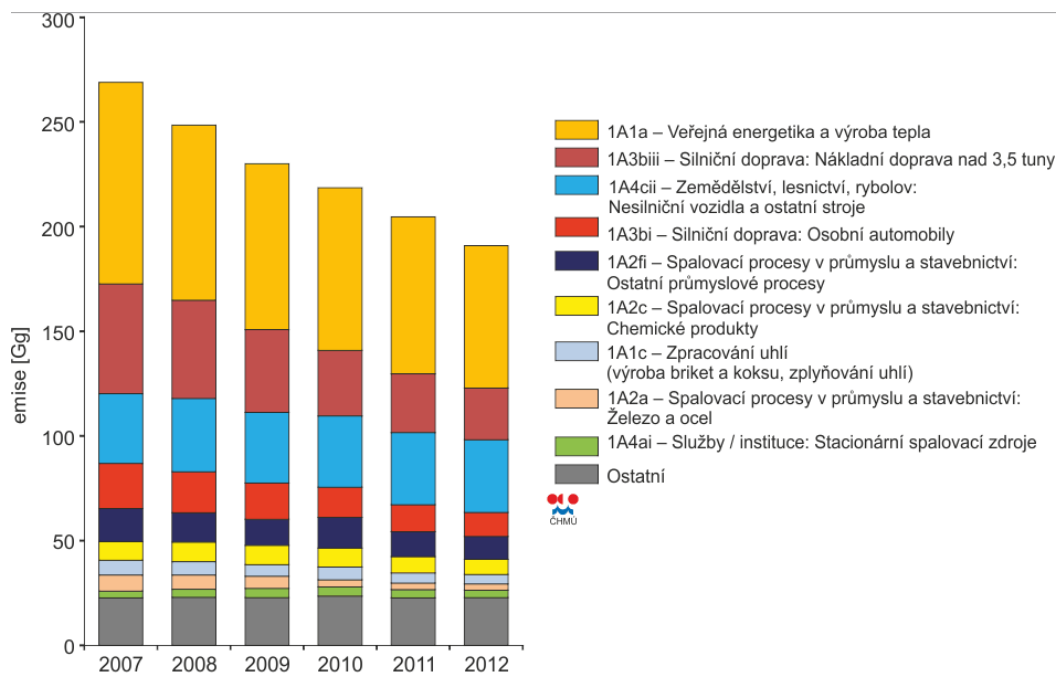
Na obr. 3 je zobrazen sloupcový graf, který vyčísluje celkové emise v 1000 t/rok, vždy pro každý sledovaný rok. Je patrné, že pro TZL a SO_2 byl pokles emisí opravdu rapidní. U NO_x nedošlo k tak výrazné skokové změně, ale vývoj byl plynulejší, v porovnání s TZL a SO_2 však dochází k větší vyrovnanosti poklesu v meziročním srovnání.

Emise můžeme také hodnotit podle velikostí a druhů. Tradiční rozdělení zdrojů znečišťování ovzduší podle kategorií zavedených již od r. 1980 na velké, střední, malé a mobilní zdroje bylo sice modifikováno v návaznosti na novou legislativu, nicméně údaje jsou i nadále prezentovány v rozdělení na bodově evidované zdroje REZZO 1 a 2 a modelově vypočítávané emise (hromadně sledované stacionární zdroje REZZO 3 a mobilní zdroje REZZO 4). Následující sloupcové grafy nám dají lepší informace o trendu vývoje emisí v posledních letech [7].



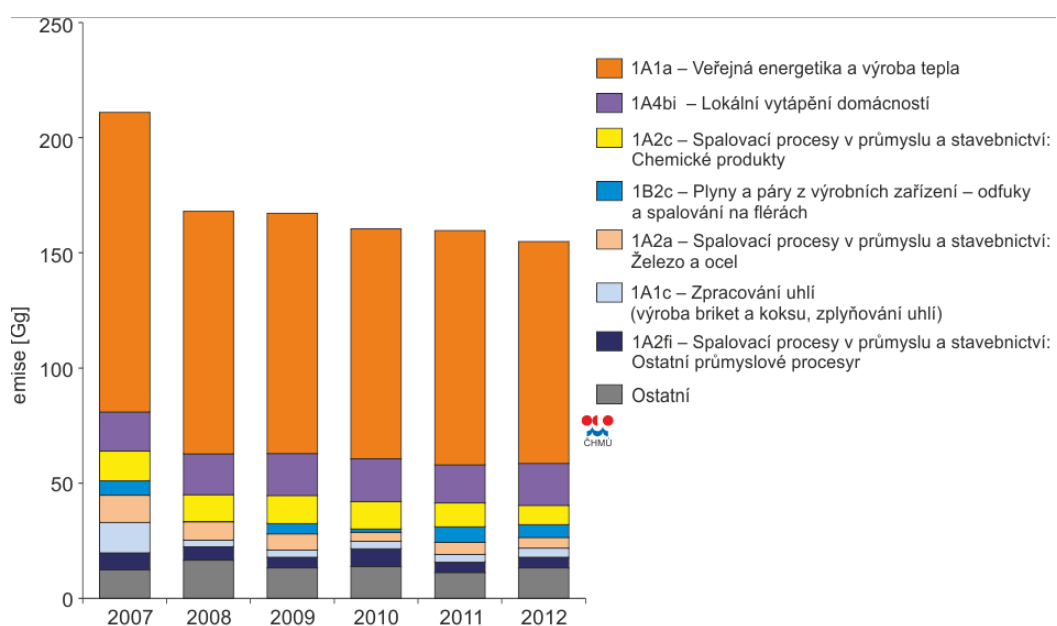
Obr. 4 Vývoj emisí PM_{10} v období 2007-2012, Česká republika [5]

Z grafu na obr. 4 je patrné, že od roku 2007 do roku 2012 nedošlo k zásadnímu poklesu u žádného zdroje emisí. Největší podíl na tvorbě emisí má lokální vytápění domácností, trend u tohoto zdroje je ovlivněn zejména charakterem topných sezón. K poklesu emisí přispěla především přirozená obnova vozového parku, snížení zemědělské produkce a zavedení emisních stropů TZL pro zdroje LCP od roku 2008 [5].



Obr. 5 Vývoj emisí NO_x v období 2007-2012, Česká republika [5]

Z grafu na obr. 5 je patrné, že nejvíce emisí NO_x vzniká v dopravě. Zároveň se sektory silniční nákladní dopravy nad 3,5 t, osobní automobilové dopravy a nesilničních vozidel a ostatních strojů v zemědělství a lesnictví výrazně podíleli na poklesu emisí ve vyobrazeném časovém horizontu. Důvodem je přirozená obnova vozového parku. V případě veřejné energetiky a výroby tepla, kde je pokles také znatelný, odůvodnění spočívá v zavedení emisních stropů pro emise NO_x právě pro daný sektor. V ostatních oblastech vzniku emisí byl pokles minimální [5].



Obr. 6 Vývoj emisí SO_2 v období 2007-2012, Česká republika [5]

Z grafu na obr. 6 je patrné, že největší podíl na množství emisí má veřejná energetika a výroba tepla. Mezi roky 2007 a 2008 nastal v sektoru veřejné energetiky skokový pokles, ten byl zapříčiněn zavedením povinností plnit emisní stropy pro zdroje *LCP*. Od roku 2008 jsou emise SO_2 na přibližně stejné úrovni. Zdrojem emisí SO_2 je především spalování pevných fosilních paliv, která síru obsahují. Díky tomuto faktu jsou i emise SO_2 koncentrovány do Ústeckého, Moravskoslezského a Středočeského kraje, ve kterých se nacházejí větší energetické celky [5].

5. STAV ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

V další části práce jsou sledovanými polutanty oxid siřičitý SO_2 , oxidy dusíku NO_x a suspendované částice frakce PM_{10} . Tyto znečišťující látky jsou nejdéle systematicky sledovány a patří tedy mezi klasické, základní znečišťující látky v ČR.

5.1 OXID SIŘIČITÝ SO_2

Je to bezbarvý, štiplavě páchnoucí, dráždivý, jedovatý plyn. Má 2,26 x větší hustotu než vzduch. Hlavním zdrojem emisí má lidská činnost – spalování fosilních paliv, jak při průmyslových procesech, tak v domácích topeništích. Po uvolnění do atmosféry v přítomnosti kovových katalyzátorů podléhá oxidaci na oxid sírový, kyselinu sírovou a sulfáty tvořící částice s dalšími polutanty [8].

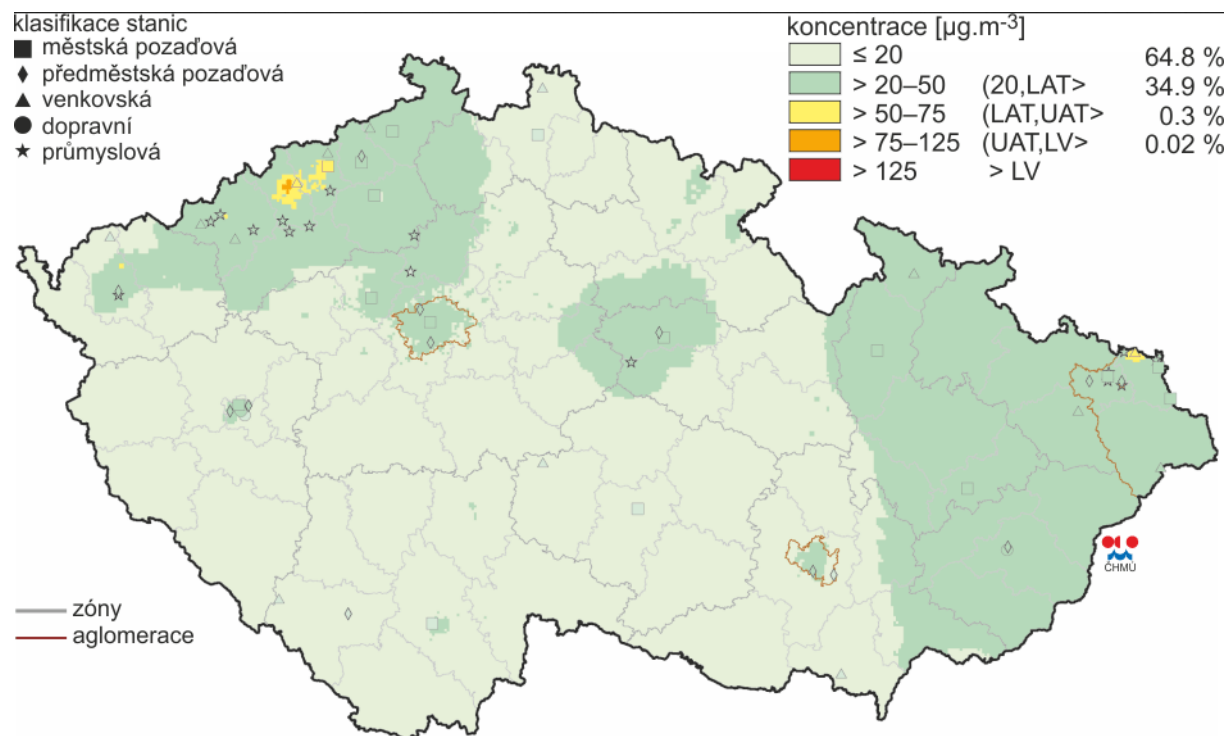
Účinky expozičních SO_2 na zdraví lidí

Oxid siřičitý působí dráždivě při vdechování a vysoké koncentrace mohou u exponovaných osob způsobit dýchací potíže, zúžení průdušek, zvýšenou tvorbu hlenu a snížení plicních funkcí. Lidé trpící astmatem a chronickými dýchacími potížemi mohou být zvláště citliví ke koncentracím vyskytujícím se při epizodách extrémního znečištění. Intenzita účinků je vyšší při fyzické námaze což je zapříčiněno větším objemem dýchání - SO_2 se dostává hlouběji do plicních kanálků [9].

Účinky expozičních SO_2 na vegetaci a ekosystém

SO_2 také přímo ovlivňuje vegetaci vstupem nadzemními částmi rostliny. Účinek na listy je dán „hlavně“ koncentrací, zatímco účinky biochemické a fyziologické povahy závisí na přijatém množství oxidu siřičitého za časovou jednotku. Dochází k degradaci chlorofylu, snížení fotosyntézy, zvýšení dýchání a změnám v metabolismu bílkovin. Nižší rostliny jako lišejníky a mechy jsou kvůli své struktuře obzvláště citlivé. Rozhodujícími faktory účinku na

rostliny jsou, koncentrace SO_2 , délka expozice, frekvence a sekvence „působení“. Důsledkem významného znečištění je i okyselení půdních a vodních ekosystémů [9].



Obr. 7 Pole 4. nejvyšší 24 hod. koncentrace oxidu siřičitého v roce 2013, Česká republika [5]

Tabulka 9 – Imisní limity pro ochranu zdraví a mez pro jejich posuzování [2]

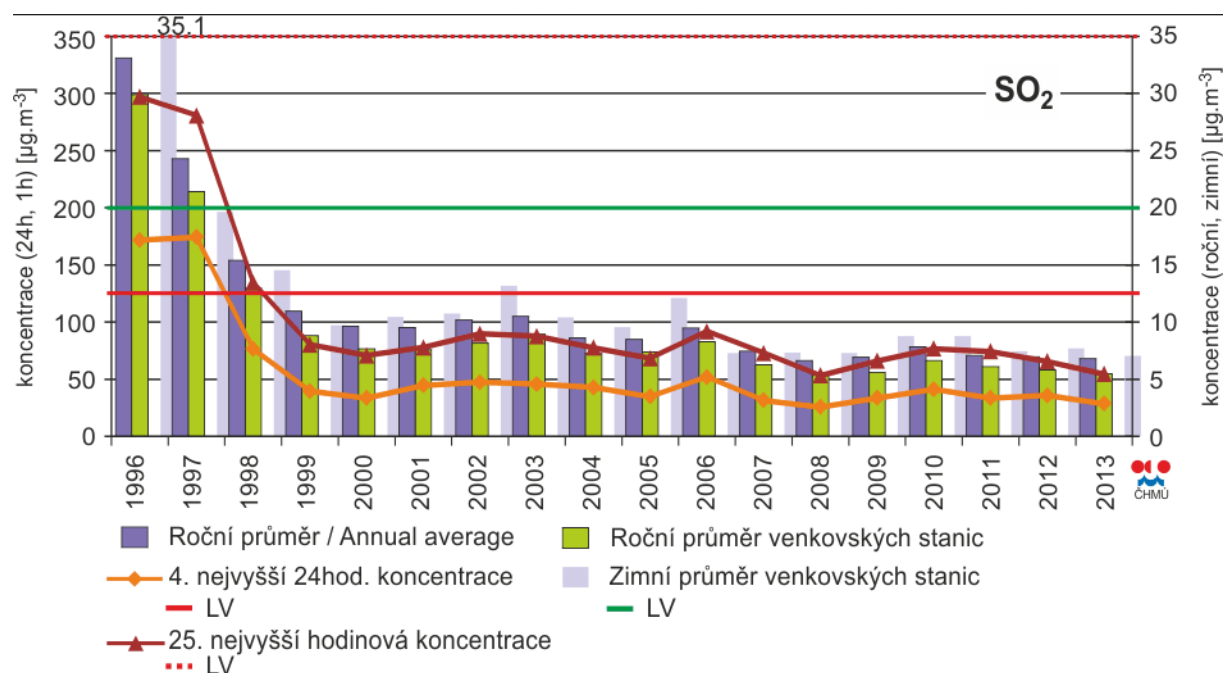
| Znečišťující látka | Doba průměrování | Mez pro posuzování | | Imisní limit [LV] |
|--------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | Dolní [LAT] | Horní [UAT] | |
| SO_2 | 1 hodina | - | - | $350 \mu g \cdot m^{-3}$ |
| | 24 hodin | $50 \mu g \cdot m^{-3}$ | $75 \mu g \cdot m^{-3}$ | $125 \mu g \cdot m^{-3}$ |

Na obr. 7 je prezentována mapa koncentrací oxidu siřičitého. Je patrné, že v roce 2013 byla situace znečištění oxidem siřičitým přívětivá. Imisní limit, který je stanoven pro ochranu zdraví lidí pro 24 hodinovou koncentraci na hodnotě $125 \mu g \cdot m^{-3}$ nebyl překročen na žádném území České republiky. V případě lokality v Ústeckém kraji, která je na mapě koncentrací zabarvena žlutou až oranžovou barvou můžeme soudit, že zvýšená koncentrace SO_2 je zapříčiněna výskytem uhelných elektráren. V Ústeckém kraji, potažmo na území okresů Chomutov, Most, Teplice a Louny se nachází tzv. „Mostecká pánev“ což je významné ložisko hnědého uhlí. Ze strategického hlediska je tedy výhodné, aby se elektrárny spalující hnědé uhlí nacházeli v blízkosti těchto zdrojů. Jmenovitě se jedná o elektrárny Ledvice, Počerady,

Prunéřov, Trmice, Tušimice. Obdobné vysvětlení se nabízí na Ostravsku, kde je lokalita opět zvýrazněna. Nachází se zde elektrárny Vítkovice a Dětmárovice, které spalují černé energetické uhlí, které se těží v „Ostravsko – Karvinské pánvi“. Zajímavým faktem je, že významné aglomerace a velké města se nachází v pásmech pod dolní mezí pro posouzení koncentrace SO_2 , i když by domácí topeniště měli být významným zdrojem znečištění. Odůvodnění spočívá v rozšíření plynofikace neboli zavádění infrastruktury pro distribuci zemního plynu. Ve městech tedy v domácích topeništích převážně nedochází ke spalování tuhých paliv [10].

Český hydrometeorologický ústav ve své ročence [5] „Znečištění ovzduší na Území České republiky“ pro rok 2013 udává:

„V roce 2013 nebyl v ČR překročen hodinový ani 24 hodinový imisní limit SO_2 na žádné měřicí stanici. Pouze na dvou lokalitách v Ústeckém kraji byla naměřena hodinová koncentrace SO_2 přesahující limitní hodnotu $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Výsluní $513 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a Krupka $390 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), nebyl však překročen povolený počet překročení limitní hodnoty (24x). 25. nejvyšší hodinová koncentrace SO_2 dosahovala nejvyšších hodnot na stanicích: Ostrava-Radvanice $129 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, Lom $124 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a Teplice $105 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Maximální 24hodinové koncentrace SO_2 nepřesahovaly limitní hodnotu $125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Ostrava-Radvanice $97 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, Lom $94 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a Teplice $84 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). 4. nejvyšší 24hodinová koncentrace SO_2 dosahovala nejvyšších hodnot na stanicích: Ostrava-Radvanice $79 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, Lom $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a Věřňovice $57 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Na mapě pole 4. nejvyšší 24 hodinové koncentrace SO_2 v roce 2013 je patrné, že na 99,7 % plochy ČR byly koncentrace této látky pod hodnotou $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, takže pouze na 0,3 % území ČR přesahovaly koncentrace SO_2 dolní mez pro posuzování. Tato malá část plochy, s koncentracemi SO_2 nad $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, se vyskytovala převážně v Ústeckém kraji, v části Podkrušnohorské pánve, v okresech Most a Teplice.“



Obr. 8 Trendy ročních charakteristik SO_2 , 1996–2013, Česká republika [5]

V letech 1996–2000 došlo k výraznému poklesu koncentrací SO_2 (o cca 70–80 % v závislosti na imisní charakteristice). Po roce 1998 došlo v souvislosti s nabytím účinnosti zákona č. 309/1991 Sb., a splněním předepsaných emisních limitů k výraznému snížení imisních koncentrací SO_2 . Od té doby roční průměrné koncentrace této látky nepřekročily na venkovských lokalitách stanovený imisní limit 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V roce 2008 došlo na celém území ČR k dalšímu snížení znečištění touto látkou. V letech 2009 a 2010 bylo naopak zaznamenáno mírné zvýšení znečištění SO_2 . Od roku 2011 do roku 2013 je celkově patrný další klesající trend ve znečištění ovzduší touto látkou. Vývoj trendů koncentrací SO_2 je ovlivněn poklesem emisí, odsířením a změnou používaných paliv. Určitý vliv mají meteorologické a rozptylové podmínky [5].

5.2 OXIDY DUSÍKU NO_x

Mezi nejvíce se vyskytující patří oxid dusnatý NO a oxid dusičitý NO_2 . NO je bezbarvý plyn bez zápachu, NO_2 je červenohnědý plyn štiplavého zápachu. NO_x je do ovzduší emitován převážně jako NO (ve většině případů z více než 90 %). Emise NO_x pochází především ze zdrojů, kde vzniká NO reakcí dusíku a kyslíku při spalování vzduchu s palivem. Množství emisí je závislé na teplotě spalovacího procesu. Relativně rychle bývá oxidován na NO_2 reakcí s ozonem či radikály. Část je dále oxidována řadou reakcí na kyselinu dusičnou a dusičnany, z atmosféry dále odstraňované suchou a mokrou depozicí. Největší pozornost z

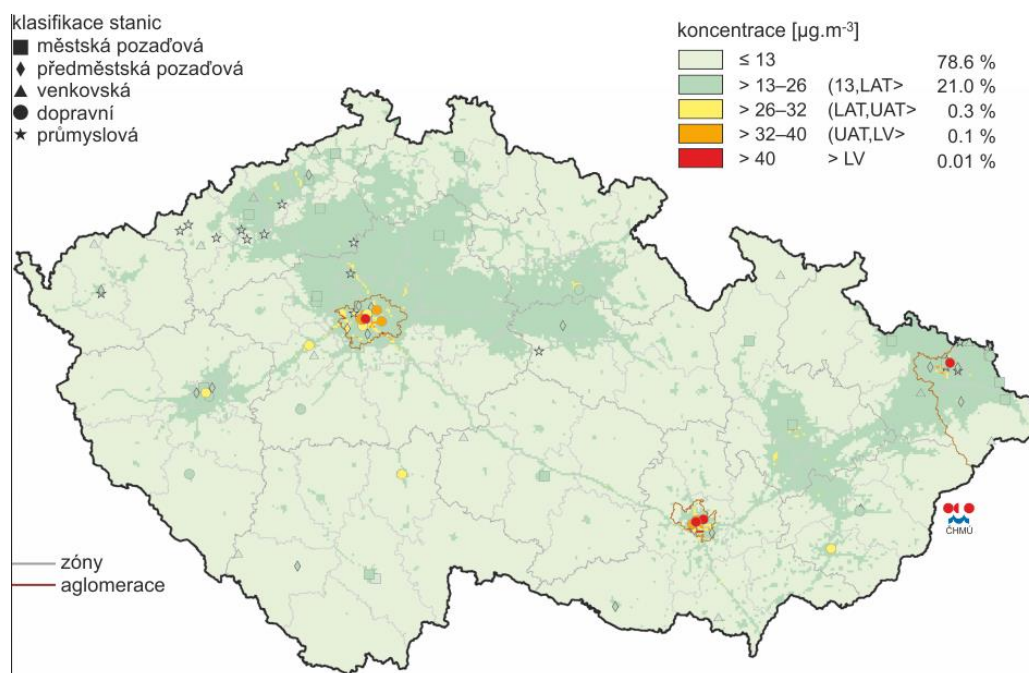
uvedených forem je věnována koncentracím NO_2 , především z hlediska vlivu na zdraví, přestože ve městech nemusí být hlavní formou znečištění NO_x [10].

Účinky expozičních NO_x na zdraví lidí

Krátkodobé a dlouhodobé expozice NO_2 mohou vyvolat negativní účinky na zdraví člověka. Účinky na zdraví týkající se těchto dvou typů expozice jsou často odlišné povahy. Krátkodobé vystavení velmi vysoké koncentraci NO_2 může mít za následek vážné poškození plic a může způsobit i smrt. Dlouhodobé expozice NO_x jsou spojeny s respiračními problémy. Předpokládá se, že se oxidy dusíku váží na krevní barvivo a zhoršují tak přenos kyslíku z plic do tkání. Expozice osob s chronickým plicním onemocněním, jako je astma, může způsobit změny funkce plic [11].

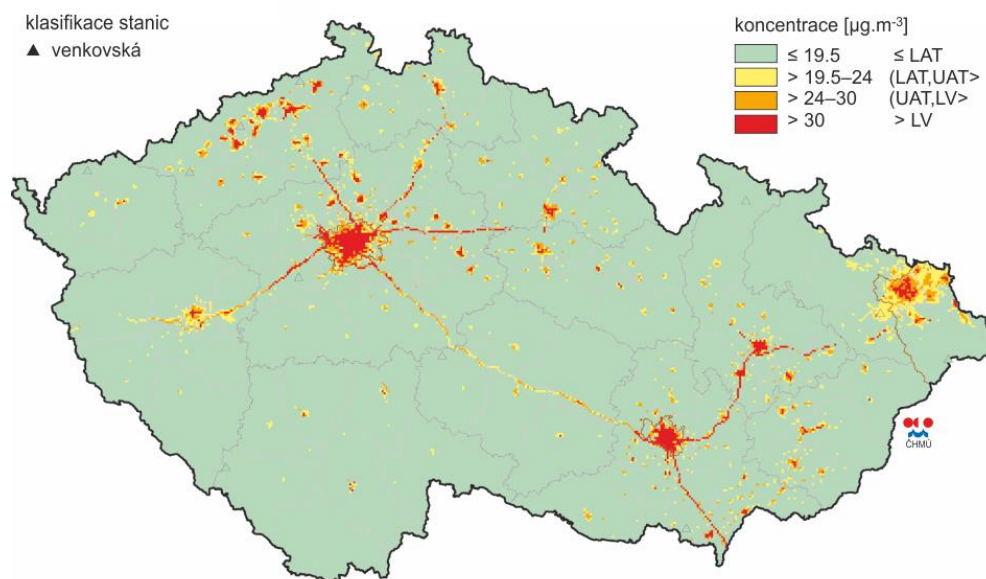
Účinky expozičních NO_x na vegetaci a ekosystém

NO_x ve vyšších koncentracích poškozují rostliny a mohou způsobit jejich větší náchylnost k negativním vlivům okolí jako je mráz či plísň. NO_2 je společně s oxidy síry součástí takzvaných kyselých dešťů, které mají špatný vliv na vegetaci a ekosystém. Důvodem je fakt, že NO_2 v ovzduší reaguje s prachovými částicemi a dalšími oxidy za vzniku tuhých částic. Tyto částice jsou poté z atmosféry vymývány srážkovou činností a okyselují vodní plochy a toky. NO je také jedním ze skleníkových plynů, který přispívá ke vzniku tzv. skleníkového efektu a následně ke globálnímu oteplování planety [11].

Obr. 9 Pole roční průměrné koncentrace NO_2 v roce 2013, Česká republika [5]

Tabulka 10 – Imisní limity pro ochranu zdraví a mez pro jejich posuzování [5]

| Znečišťující látka | Doba průměrování | Mez pro posuzování | | Imisní limit [LV] |
|--------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | Dolní [LAT] | Horní [UAT] | |
| NO_2 | 1 hodina | $100 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | $140 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | $200 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ |
| | Kalendářní rok | $26 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | $32 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ | $40 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ |

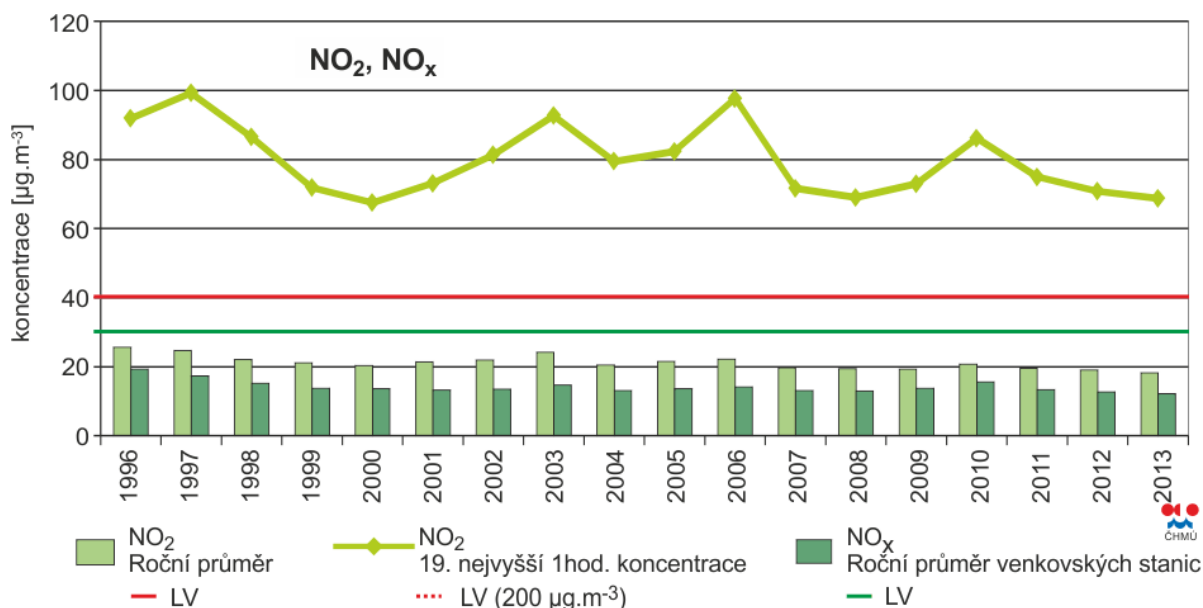


Obr. 10 Pole roční průměrné koncentrace oxidů dusíků v roce 2013, Česká republika [5]

Na mapě obr. 9 koncentrací oxidu dusičitého je patrné, že LAT byla překročena pouze na malém území České republiky. Žlutý a červený výskyt vyznačeného území je koncentrován převážně do velkých měst a aglomerací (Praha, Brno, Ostrava). Tento fakt potvrzuje skutečnost, že NO je do vzduchu emitován ze zdrojů spalování vzduchu s palivem. V případě velkých měst je zdroj znečištění silný automobilový provoz. Dá se předpokládat, že výskyt oxidů dusíku se nachází i v případě dopravně exponovaných míst. Tuto skutečnost potvrzuje obr. 10. Z obrázku je zřejmá souvislost tvorby oxidů dusíku na místech dopravních tepen s velkým dopravním vytížením. I když se dá říci, že obr. 10 není vypovídající z hlediska ochrany zdraví a lidí, oxidy dusíku jsou definovány jako poměr oxidu dusnatého a oxidu dusičitého vyjádřeny v jednotkách koncentrace oxidu dusičitého. Imisní limit pro oxidy dusíku na obr. 10 je na hodnotě $30 \mu g \cdot m^{-3}$ což je méně než emisní limit na obr. 9.

Český hydrometeorologický ústav ve své ročence [5] „Znečištění ovzduší na Území České republiky“ pro rok 2013 udává:

„K překročení ročního imisního limitu NO_2 dochází pouze na omezeném počtu stanic, a to na dopravně exponovaných lokalitách aglomerací a velkých měst. Z celkového počtu 90 lokalit, kde byl v roce 2013 monitorován oxid dusičitý, došlo na 4,4 % stanic (4 lokality) k překročení ročního imisního limitu. Všechny čtyři stanice jsou klasifikovány jako dopravní městské. Lze předpokládat, že k překročení imisních limitů může docházet i na dalších dopravně exponovaných místech, kde není prováděno měření. V roce 2013 překračovaly hodinové koncentrace NO_2 hodnotu imisního limitu $200 \mu g \cdot m^{-3}$ celkem na 6 stanicích. Na žádné však nebyl dosažen maximální povolený počet 18 překročení v roce (Praha 2-Legerova hot spot 6 překročení, Praha 5-Smíchov 2 překročení a na stanicích Brno-Úvoz hot spot, Šunychl, Zlín-Svit a Ostrava - Mariánské Hory došlo k jednomu překročení). Větší znečištění měst oxidy dusíku je způsobeno převážně dopravou. Nejvyšších hodnot koncentrací NO_2 je dosahováno v Praze, Brně a Ostravě. Na většině území České republiky (99,6 %) je však roční průměrná koncentrace nižší než $26 \mu g \cdot m^{-3}$, tj. hodnota dolní meze pro posuzování. Vyšší koncentrace NO_2 mohou být i v blízkosti místních komunikací v obcích s intenzivní dopravou a hustou místní dopravní sítí. V roce 2013 bylo nadlimitním koncentracím NO_2 ($40 \mu g \cdot m^{-3}$) vystaveno 0,2 % populace a 0,01 % plochy území ČR.“



Obr. 11 Trendy ročních charakteristik NO_2 a NO_x , 1996-2013, Česká republika [5]

V průběhu 90. let je patrný výrazný pokles jak ročních průměrných koncentrací NO_2 a NO_x , tak i 19. nejvyšších hodinových koncentrací NO_2 . Důvodem poklesu emisí bylo nabytí účinnosti zákona č. 309/1991 Sb., a na něj navazujících zavádění nových technologických opatření ke snižování emisí, což se s jistým zpožděním pozitivně promítlo na imisní situaci. Další vliv měla také změna skladby průmyslové výroby a složení pohonných hmot. Od roku 2000 došlo ke třem výrazným výkyvům trendu. Tyto roky se vyznačovali velmi špatnými rozptylovými a meteorologickými podmínkami, které výrazně ovlivňují nárůst koncentrací. Z celkového hlediska však uváděná charakteristika za celé období má pozvolna klesající trend [5].

5.3 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE FRAKCE PM10

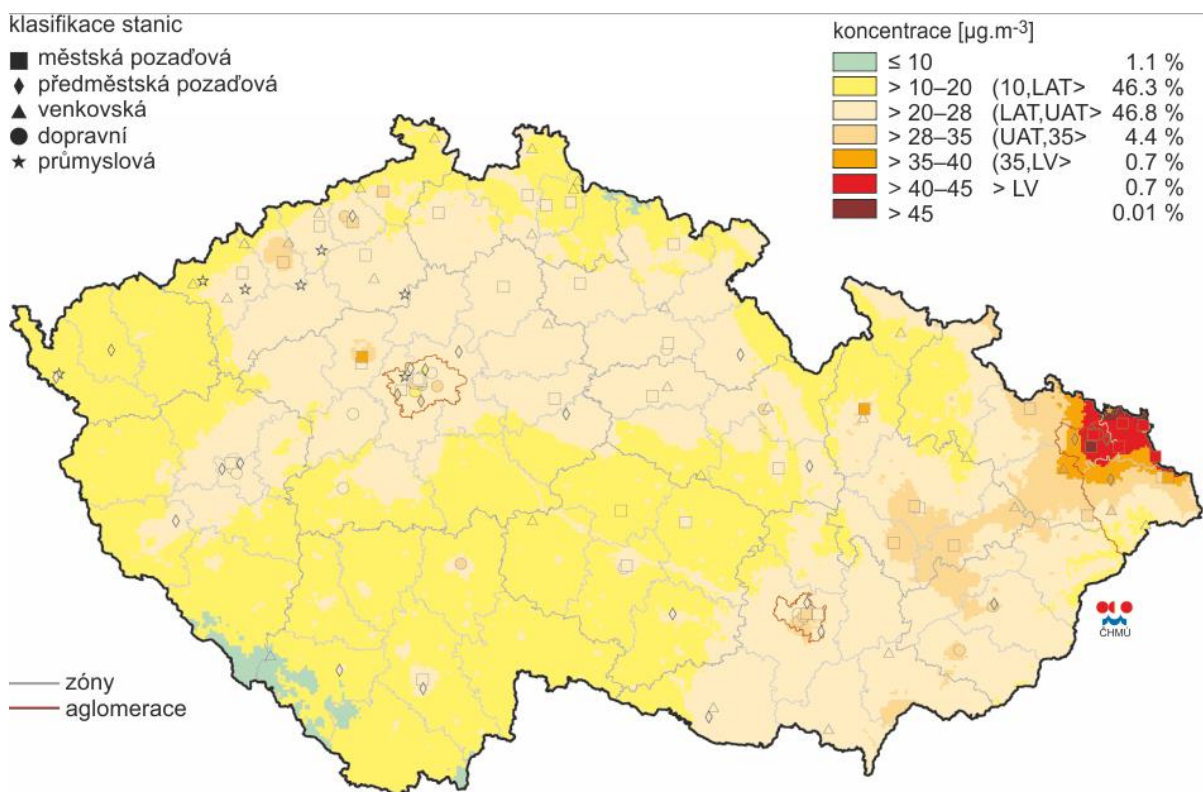
PM je znečišťující látka sestávající ze směsi pevných a kapalných částic, které jsou suspendovány ve vzduchu. Suspendované částice mohou být buď přímo vypouštěny do vzduchu (primární *PM*), nebo mohou být vytvořeny v atmosféře z plynných prekurzorů (Zejména oxid siřičitý, oxidy dusíku, amoniak a těkavé organické sloučeniny) [10].

Suspendované částice se liší ve velikosti, složení a původu. Velikost a chemické složení jsou považovány za nejvíce důležitý charakter těchto částic. Částice jsou často klasifikovány podle jejich aerodynamických vlastností. Tyto vlastnosti ovlivňují transport a odstraňování částic z ovzduší, dále také řídí jejich ukládání v systému dýchacích cest. Tyto atributy jsou vhodně shrnuty aerodynamickým průměrem, který je dán velikostí jednotkové hustoty koule se stejnou aerodynamickou charakteristikou. Částice jsou popsány hmotnostní

koncentrací ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na základě aerodynamického průměru, obvykle nazvaného jednoduše velikost částice. Suspendované částice frakce PM_{10} jsou částice, které projdou při odběru vzorku velikostně – selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 μm odlučovací účinnost 50 % [12].

Účinky expozič PM_{10} na zdraví lidí

Inhalace PM_{10} poškozuje hlavně kardiovaskulární a plicní systém. Dlouhodobá expozice snižuje délku dožití a zvyšuje kojeneckou úmrtnost. Může způsobovat chronickou bronchitidu a chronické plicní choroby. Toxicky působí chemické látky obsažené v aerosolu (sírany, amonné ionty...). V důsledku adsorpce organických látek s mutagenními a karcinogenními účinky může expozice PM_{10} způsobovat rakovinu plic. Toxicitu PM_{10} způsobují hlavně chemické látky obsažené v aerosolu. Některé organické látky mohou být karcinogenní. Prachové částice v ovzduší přinášejí především zdravotní rizika pro člověka a živé organismy [12].



Obr. 12 Pole roční průměrné koncentrace PM_{10} v roce 2013, Česká republika [5]

Tabulka 11 – Imisní limity pro ochranu zdraví a mez pro jejich posuzování [5]

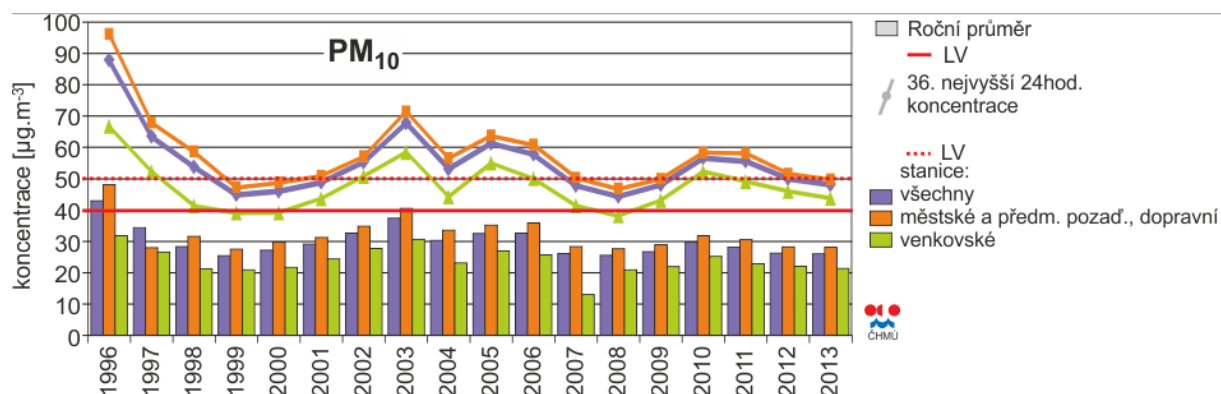
| Znečišťující látka | Doba průměrování | Mez pro posuzování | | Imisní limit [LV] |
|--------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | Dolní [LAT] | Horní [UAT] | |
| PM_{10} | 24 hodin | $25 \mu g \cdot m^{-3}$ | $35 \mu g \cdot m^{-3}$ | $50 \mu g \cdot m^{-3}$ |
| | Kalendářní rok | $20 \mu g \cdot m^{-3}$ | $28 \mu g \cdot m^{-3}$ | $40 \mu g \cdot m^{-3}$ |

Na obr. 12 je prezentována mapa roční průměrné koncentrace PM_{10} . Z obrázku je patrné, že lokalita nejméně zatížená znečištěním suspendovanými částicemi se nachází v Plzeňském/Jihočeském kraji, jmenovitě se jedná o území Národního parku Šumava. Velká část území České republiky je zatížena znečištěním PM_{10} nad dolní mezí pro posuzování (LAT). Jedná se o Středočeský kraj, Královéhradecký kraj a převážnou část Moravy. V případě roční průměrné koncentrace PM_{10} je imisní limit překračován v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek. Tento region se dlouhodobě potýká s vysokým znečištěním ovzduší a to i v rámci Evropského měřítka. Nepříznivý stav ovzduší v této aglomeraci je způsoben především koncentrací těžkého průmyslu a geomorfologickými podmínkami, které mají za následek koncentraci znečištění za špatných rozptylových podmínek. Dalším faktorem, který vstupuje do problému znečištění této lokality je přítomnost průmyslové výroby, silná doprava a v neposlední řadě lokální topeniště [5].

Český hydrometeorologický ústav ve své ročence [5] „Znečištění ovzduší na Území České republiky“ pro rok 2013 udává:

„Imisní limit PM_{10} byl v roce 2013 překročen na 5,7 % území ČR s cca 15,9 % obyvatel v případě 24 hodinové koncentrace a na 0,7 % území s cca 4,8 % obyvatel v případě průměrné roční koncentrace. K překročení 24 hodinového imisního limitu PM_{10} došlo v roce 2013 na téměř třetině stanic (32,6 % tj. 42 stanic z celkového počtu 129). Průměrná 36. nejvyšší koncentrace PM_{10} byla v roce 2013 ($48,9 \mu g \cdot m^{-3}$) Nejvíce zatíženou souvislou oblastí byla, stejně jako v předešlých letech, aglomerace O/K/F-M, ve které byl denní imisní limit PM_{10} v roce 2013 překročen na většině stanic. Denní imisní limit PM_{10} byl však překročen ve všech zónách a aglomeracích alespoň na jedné lokalitě s výjimkou zóny Jihovýchod. V aglomeracích Praha a Brno a v zóně Severovýchod a Jihozápad bylo v roce 2013 překročení imisního limitu spojeno především s dopravním zatížením; v ostatních zónách však dochází k překročení i na pozadových městských, předměstských a venkovských stanicích. Roční imisní limit PM_{10} byl v roce 2013 překročen na 7,4 % stanic, tj. na 10 z

celkového počtu 136 stanic v ČR s dostatečným počtem dat pro hodnocení, a to pouze na stanicích v aglomeraci O/K/F-M.“



Obr. 13 Trendy ročních charakteristik PM_{10} 1996 – 2013, Česká republika [5]

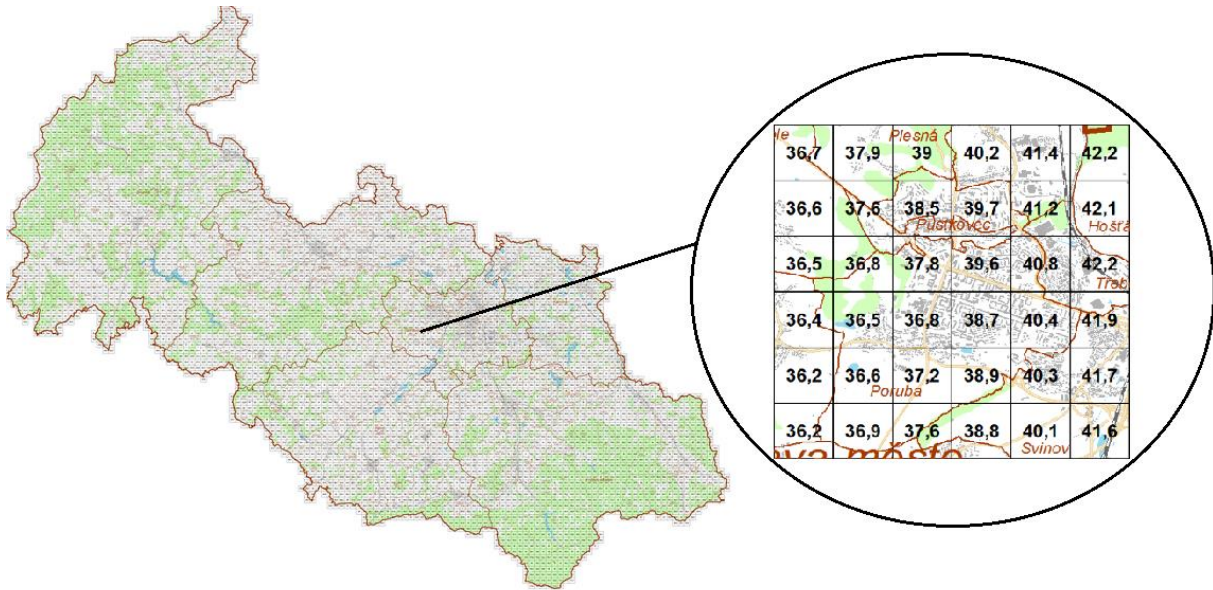
Obdobně jako další znečišťující látky i částice PM_{10} měli během 90. let minulého století významný sestupný trend koncentrací. Důvodem bylo výrazné snížení emisí tuhých znečišťujících látek suspendovaných částic (SO_2 , NO_x , ...) v důsledku legislativních změn, restrukturalizace hospodářství atd. Od roku 2000 pokles emisí ustává. Důvodem změny trendu jsou již deklarované nepříznivé rozptylové a meteorologické podmínky, kterými se tyto roky vyznačovaly. Nejvyšší epizoda této nepříznivé charakteristiky je patrna v roce 2003. Poté se koncentrace opět snižovali s drobnými výkyvy kolem let 2005 a 2009, 2011. V současné době roční průměrná koncentrace PM_{10} se dlouhodobě drží pod hodnotou imisního limitu, naopak nejvyšší 36. denní koncentrace PM_{10} kolísá kolem hodnoty imisního limitu [5].

5.4 VYMEZENÍ OBLASTÍ SE ZHORŠENOU KVALITOU OVZDUŠÍ

Jak udává [3] „Oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší (dále jen OZKO), jsou území v rámci zóny nebo aglomerace, kde je překročena hodnota imisního limitu u jedné nebo více znečišťujících látek. Vymezení OZKO a jejich případné změny provádí Ministerstvo životního prostředí jedenkrát za rok a zveřejňuje je ve Věstníku Ministerstva životního prostředí. Vymezení OZKO ve formátu shapefile (.shp) je rovněž dostupné na internetových stránkách Českého hydrometeorologického ústavu.“

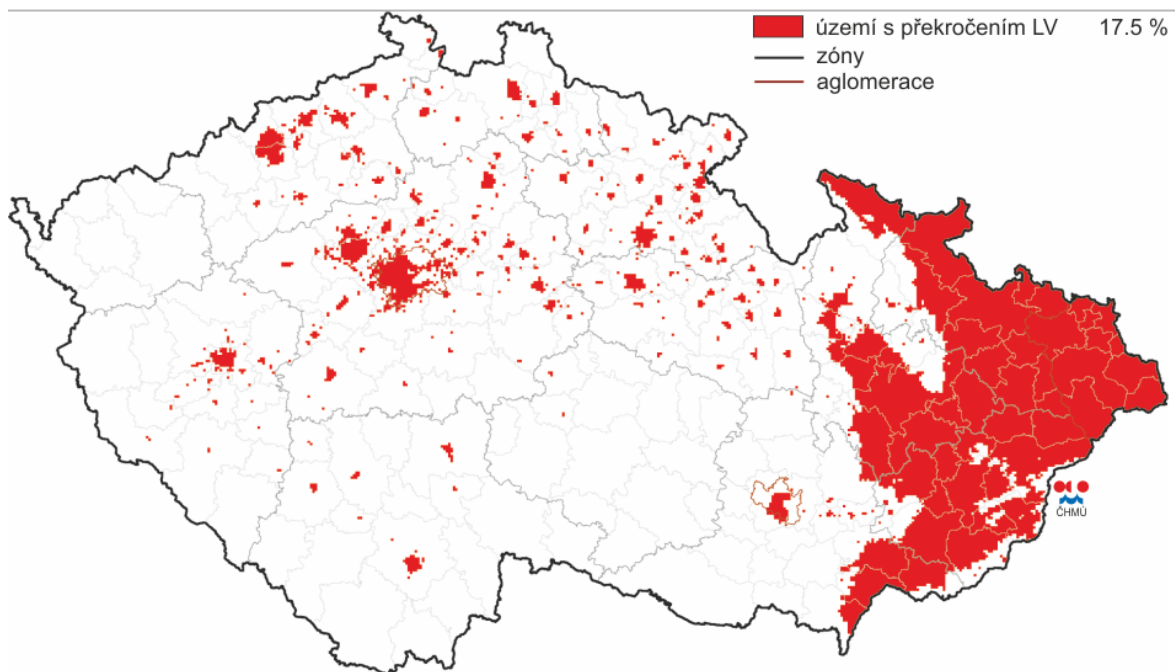
Na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu jsou k dispozici k nahlédnutí mapy průměrných koncentrací za pětileté období. Pro názornost je na obr. 14 zobrazena mapa Moravskoslezského kraje, který se potýká s dlouhodobou zhoršenou kvalitou ovzduší. V síti 1x1 km jsou zobrazené pětileté průměry koncentrací PM_{10} v $\mu g \cdot m^{-3}$. Ze zvětšeného

náhledu je patrné, že hodnoty koncentrací jsou vysoké a v určitých místech překračují imisní limit pro jeden kalendářní rok.



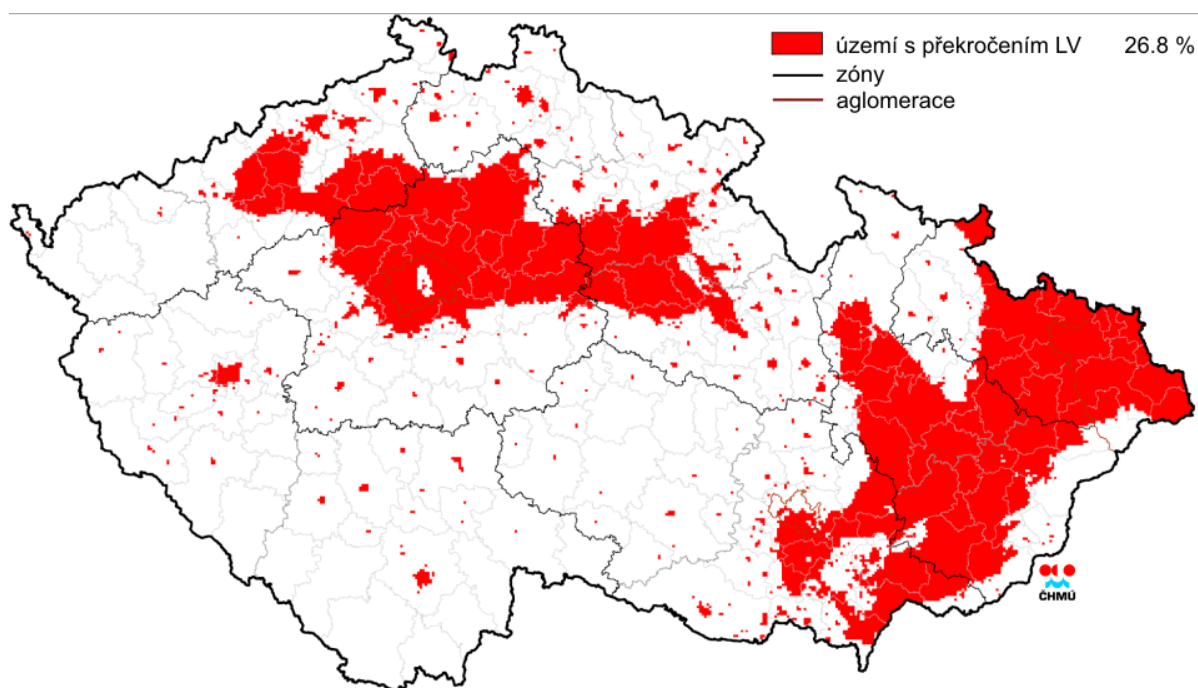
Obr. 14 průměrné koncentrace PM_{10} za roky 2009-2013, Česká republika [13]

Na obr. 15 je zobrazena mapa oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu bez zahrnutí ozonu v roce 2013. Tato mapa podává ucelenou informaci o kvalitě ovzduší na území České republiky.



Obr. 15 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu, 2013, Česká republika [5]

Z Mapy je patrné, že k překročení alespoň jednoho imisního limitu došlo ve většině zón a aglomerací. Dále je vidět, že oblast Moravy a Slezska se potýká s plošným zhoršením kvality ovzduší. Důvody jsou nastíněny v kapitole „Stav znečištění na území České republiky“. Český hydrometeorologický ústav udává, že v roce 2013 bylo vymezeno 17,5% území ČR, kde žije přibližně 54,6 % obyvatel. V případě aglomerací je na vině hlavně překročení denního limitu pro suspendované částice frakce PM_{10} . V dopravně a průmyslově zatížených oblastech se na zařazení území do těchto oblastí v menší míře podílelo i překročení imisního limitu pro NO_2 [5].



Obr. 16 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu, 2012, Česká republika [5]

Na obr. 16 je zobrazena mapa oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu bez zahrnutí ozonu v roce 2012. Z obrázku je patrné, že oproti roku 2013 bylo území, kde došlo k překročení imisního limitu větší a to převážně o velkou část Středočeského kraje a pomezí Královeshradecké potažmo Pardubického kraje. V hodnoceném roce bylo 26,8 % území ČR vymezeno jako tyto oblasti, kde žije přibližně 67,48 % obyvatel [5].

5.5 MOŽNOSTI ZLEPŠENÍ STAVU OVZDUŠÍ V ČR

Oxid siřičitý

Znečištění ovzduší oxidem siřičitým není v současné době na území České republiky závažným problémem. V 90. letech došlo k plošné instalaci odsiřovacích zařízení, odlučovačů popílku a dalších opatření ke snížení emisí SO_2 , neboť před tímto obdobím byl tento polutant jedním z hlavních problémů znečištění ovzduší. Díky těmto opatřením nedochází k překročení imisních limitů na žádném území České republiky. Jak napovídá trend ročních charakteristik z obr. 2, v následujících letech můžeme očekávat další pokles koncentrací SO_2 . Příslib tomuto odhadu dává fakt, že Česká republika přijala zákon tzv. „nejlepší dostupné techniky“, který je překladem anglického termínu Best Available Technique (BAT). Nejlepší dostupná technika má odpovídat nejúčinnější existující technologii v nejpokročilejším stadiu jejího vývoje při optimálním způsobu provozování, který zajistí nejmenší možné negativní vlivy na životní prostředí. Otázkou je, zda by nebylo výhodnější omezit spalování fosilních paliv využitím většího podílu obnovitelných zdrojů energie a primárně tak snížit tvorbu emisí SO_2 . Namísto cesty zamezení přenosu znečišťujících látek do ovzduší.

Oxidy dusíku

Z obr. 10 je patrné, že vysoké koncentrace oxidů dusíku se nacházejí v oblastech vysokého dopravního vytížení. Je zřejmé, že velký podíl na tvorbě NO_x mají na svědomí emise výfukových plynů. Možnosti zlepšení této problematiky by mohly spočívat v širším rozšíření elektromobilů a hybridních aut. Segment automobilů na elektrický pohon by mohl být velkým příslibem do budoucnosti. V současné době existuje celá řada renomovaných automobilek, které mají ve svém portfoliu sériově vyráběný elektromobil. Jistým průkopníkem v sériové výrobě elektromobilů je Elon Musk, který je zakladatelem společnosti Tesla Motors, Inc. z amerického Silicon Valley. Tesla model S se stal vzorem toho, jakým směrem by se mohli elektromobily v budoucnosti udávat. O tom, že koncepčně trh s elektromobily dává smysl, potvrzuje zpráva [14], že společnost Apple, Inc. z amerického Cupertino, patřící mezi největší vizionáře současnosti, vyvíjí svůj vlastní elektro automobil. Dalším faktorem, který by mohl pomoci zlepšit situaci znečištění NO_x je četnější obnova vozového parku osobních/nákladních automobilů, které splňují přísnější požadavky na emisní limity výfukových plynů.



Obr. 17 – Dobíjení elektromobilu pomocí solárních panelů v San Francisku [14]

Suspendované částice

Prachové částice mají významný vliv na kvalitu ovzduší v České republice. Polétavý a sedimentace schopný prach je totiž vzhledem ke svým fyzikálním vlastnostem ideálním nosičem pro celou řadu škodlivin. Samo sebou také prach samotný může být složen z rizikové látky. Mezi producenty suspendovaných částic patří celá škála zdrojů: velké a střední stacionární zdroje, lokální topeniště i silniční motorová vozidla. Poslední dva jmenované zdroje patří mezi hlavní původce znečištění. Možnost zlepšení stavu v případě mobilních stacionárních zdrojů (silniční motorová vozidla) může být podobný jako u NO_x , který je popsán v předchozím odstavci. U malých stacionárních zdrojů (lokálních topenišť) může být cesta omezení spalování nekvalitních fosilních paliv. Do jisté míry by imisnímu stavu znečištění prachovými částicemi pomohlo, kdyby majitelé lokálních topenišť spalovali palivo, které je výrobcem určené k zátopu a nedocházelo ke spalování odpadních produktů a jiných pofidérních náhražek kvalitního paliva.

6. LEGISLATIVA V OCHRANĚ OVZDUŠÍ PRO MALÉ SPALOVACÍ ZDROJE

V roce 2012 došlo k zásadním změnám v legislativě v ochraně ovzduší, kdy s účinností od 1. září 2012 vstoupil v platnost zákon č. 201/2012 Sb. Tento zákon se kromě jiného také zabývá vlastní problematikou malých spalovacích zdrojů. Zároveň nově přijatá legislativa anuluje předchozí zákon č. 86/2002 Sb., jeho novely i navazující právní předpisy. Důvod změny v legislativě spočíval v nepříznivém vývoji znečištění ovzduší tuhými částicemi, na kterém se velkou mírou podílí vytápění domácností. Podle nového zákona se u názvů zdrojů znečišťování již nepoužívá přívlastek malý, střední, velký a zvláště velký, vyjadřující míru vlivu zdroje na znečištění ovzduší, ale zdroj je definován druhem technologie a tepelným příkonem. Fráze „malé spalovací zdroje – zdroje o jmenovitém tepelném výkonu nižším než 0,2 MW“ byla nahrazena označením „spalovací stacionární zdroje o jmenovitém tepelném příkonu 300 kW a nižším“. Pravidlo sčítání jmenovitých příkonů jednotlivých spalovacích zdrojů §4 odstavec 7 zákona zůstává v platnosti, avšak nepoužije se u spalovacích zdrojů o jmenovitém tepelném příkonu 300 KW a nižším, umístěným v rodinném nebo bytovém domě [15]. Výstižný komentář k této změně udává [15, str. 62]:

“Zde došlo při tvorbě zákona k nepřesnosti v textu, neboť záměrem bylo, aby se u bytových domů při stanovení kategorie zdroje nesčítaly tepelné příkony spalovacích zdrojů u jednotlivých bytů v domě a pravidlo sčítání se aplikovalo na společné zdroje v domovní kotelně, tak jak tomu bylo i u předcházející právní úpravy podle zákona č. 86/2002 Sb. a navazujících předpisů. Tímto omylem nastala u bytových domů zajímavá situace, kde u kotelny umístěné přímo v bytovém domě se jmenovité příkony jednotlivých zdrojů < 300 KW nesčítají, protože zdroje jsou „umístěny v domě“, ale pokud je kotelna umístěna vně obytného domu, třeba přístavku, tak se jmenovité příkony jednotlivých zdrojů sčítají. Zmíněný nedostatek ve stanovení kategorie spalovacích zdrojů by měl být opraven při novele zákona.“

Zásadní změna v zákoně o ochraně ovzduší vyplývá z § 16 Povinnosti osob. Osoba uvádějící na trh v České republice spalovací stacionární zdroj o jmenovitém tepelném příkonu 300 KW a nižším, který slouží jako zdroj tepla pro teplovodní soustavu, je povinna prokázat certifikátem dle zákona 22/1997 Sb., že zdroj splňuje emisní požadavky pro tento stacionární zdroj. Mezní hodnoty emisí jsou uvedeny v tabulce 12. Tabulka rozděluje zdroje podle způsobu dodávky paliva na ruční a samočinná, dále zda je palivo biologické nebo fosilní [15].

Tabulka 12 – Mezní hodnoty emisí pro spalovací stacionární zdroje pro pevná paliva [2]

| Dodávka paliva | Palivo | Jmenovitý tepelný výkon [KW] | Mezní hodnoty emisí | | |
|----------------|------------|---------------------------------|-------------------------------|-----|-----|
| | | | CO | TOC | TZL |
| | | | $\left[\frac{mg}{m^3}\right]$ | | |
| Ruční | Biologické | ≤ 65 | 5000 | 150 | 150 |
| | | > 65 až 187 | 2500 | 100 | 150 |
| | | > 187 až 300 | 1200 | 100 | 150 |
| | Fosilní | ≤ 65 | 5000 | 150 | 125 |
| | | > 65 až 187 | 2500 | 100 | 125 |
| | | > 187 až 300 | 1200 | 100 | 125 |
| Samočinná | Biologické | ≤ 65 | 3000 | 100 | 150 |
| | | > 65 až 187 | 2500 | 80 | 150 |
| | | > 187 až 300 | 1200 | 80 | 150 |
| | Fosilní | ≤ 65 | 3000 | 100 | 125 |
| | | > 65 až 187 | 2500 | 80 | 125 |
| | | > 187 až 300 | 1200 | 80 | 125 |

Jak je uvedeno v kapitole „Vliv lokálních topenišť na imisní situaci“, největší podíl na emisích TZL u zdrojů do tepelného příkonu 300 KW mají zdroje na spalování pevných paliv (uhlí a palivo na bázi dřeva). Z hlediska ochrany ovzduší má tedy velký význam kontrola prodeje a provozu těchto zdrojů. Legislativu v oblasti malých stacionárních zdrojů z tohoto důvodu doplňuje norma ČSN EN 303-5:2013, v které jsou popsány způsoby zkoušení kotlů, požadavky na konstrukční materiály a bezpečnost. Dále jsou v této normě uvedeny mezní hodnoty emisí pro CO, OGC a prach viz, Tabulka 13, 14, 15 [15].

Tabulka 13 – Mezní hodnoty emisí pro CO u kotlů na pevná paliva podle ČSN EN 303-5:2013 [2]

| Dodávka paliva | Palivo | Jmenovitý tepelný výkon [KW] | Mezní hodnoty emisí | | |
|----------------|------------|---------------------------------|---------------------|---------|---------|
| | | | Třída 3 | Třída 4 | Třída 5 |
| | | | $\frac{mg}{m^3}$ | | |
| Ruční | Biologické | ≤ 50 | 5000 | 1200 | 700 |
| | | > 50 až 150 | 2500 | | |
| | | > 150 až 500 | 1200 | | |
| | Fosilní | ≤ 50 | 5000 | | |
| | | > 50 až 150 | 2500 | | |
| | | > 150 až 500 | 1200 | | |
| Samočinná | Biologické | ≤ 50 | 3000 | 1000 | 500 |
| | | > 50 až 150 | 2500 | | |
| | | > 150 až 500 | 1200 | | |
| | Fosilní | ≤ 50 | 3000 | | |
| | | > 50 až 150 | 2500 | | |
| | | > 150 až 500 | 1200 | | |

Tabulka 14 – Mezní hodnoty emisí pro OGC u kotlů na pevná paliva podle ČSN EN 303-5:2013 [2]

| Dodávka paliva | Palivo | Jmenovitý tepelný výkon [KW] | Mezní hodnoty emisí | | |
|----------------|------------|---------------------------------|---------------------|---------|---------|
| | | | Třída 3 | Třída 4 | Třída 5 |
| | | | $\frac{mg}{m^3}$ | | |
| Ruční | Biologické | ≤ 50 | 150 | 50 | 30 |
| | | > 50 až 150 | 100 | | |
| | | > 150 až 500 | 100 | | |
| | Fosilní | ≤ 50 | 150 | | |
| | | > 50 až 150 | 100 | | |
| | | > 150 až 500 | 100 | | |
| Samočinná | Biologické | ≤ 50 | 100 | 30 | 20 |
| | | > 50 až 150 | 80 | | |
| | | > 150 až 500 | 80 | | |
| | Fosilní | ≤ 50 | 100 | | |
| | | > 50 až 150 | 80 | | |
| | | > 150 až 500 | 80 | | |

Poznámka: OGC – zkratka odpovídající TOC dle ochrany ovzduší

Tabulka 15 – Mezní hodnoty emisí pro prach u kotlů na pevná paliva podle ČSN EN 303-2:2013 [2]

| Dodávka paliva | Palivo | Jmenovitý tepelný výkon [KW] | Mezní hodnoty emisí | | |
|----------------|------------|---------------------------------|---------------------|---------|---------|
| | | | Třída 3 | Třída 4 | Třída 5 |
| | | | $\frac{mg}{m^3}$ | | |
| Ruční | Biologické | ≤ 50 | 150 | 75 | 60 |
| | | > 50 až 150 | 150 | | |
| | | > 150 až 500 | 150 | | |
| | Fosilní | ≤ 50 | 125 | | |
| | | > 50 až 150 | 125 | | |
| | | > 150 až 500 | 125 | | |
| Samočinná | Biologické | ≤ 50 | 150 | 60 | 40 |
| | | > 50 až 150 | 150 | | |
| | | > 150 až 500 | 150 | | |
| | Fosilní | ≤ 50 | 125 | | |
| | | > 50 až 150 | 125 | | |
| | | > 150 až 500 | 125 | | |

Poznámka: prach – TZL podle ochrany ovzduší

Třídy 4 a 5 jsou připraveny pro budoucí roky, je vidět že rozdíl mezi emisní hodnotou mezi třídou 3 a třídou 4 je 50%. Dá se tedy předpokládat, že v oblasti malých spalovacích zdrojů se situace vypouštění emisílepší.

6.1 VLIV LOKÁLNÍCH TOPENIŠŤ NA IMISNÍ SITUACI

Lokální topeniště jsou relativně významný producent emisí, který v některých oblastech, zejména mimo dosah průmyslových podniků, může být hlavním zdrojem znečištění ovzduší. Tyto zdroje jsou svázány s obytnou zástavbou, v které se nacházejí. Emise z nich jsou vypouštěny v malé výšce nad terénem, velmi často bez možností řádného rozptylu. Při nesprávném způsobu vytápění rodinných domů si jejich majitelé vypouští škodliviny prakticky „pod nos“ a zvyšují tak místní koncentrace škodlivin, které se projeví na imisní situaci v dané lokalitě [15].

Jak již bylo nastíněno v podkapitole „Suspendované částice“ spadající do kapitoly „Možnosti zlepšení stavu ovzduší v ČR“, majitelé lokálních topenišť mohou hypoteticky spalovat nekvalitní fosilní palivo, které má významný vliv na lokální imisní situaci. Zákon o

ovzduší [2] udává, že může dojít ke kontrole topeniště příslušným úřadem, avšak tento fakt se týká pouze právnických nebo podnikajících osob. V současné době tedy neexistuje adekvátní mechanismus kontroly soukromých osob z hlediska „co kdo spaluje“.

Jak uvádí [16], v České republice (dle sčítání lidu v roce 2011) je 3,6 milionu domácností, které mají různé tepelné soustavy. Přibližné zastoupení je následující:

- 38,7 % bytů je vytápěno zemním plynem
- 37,3 % bytů je vytápěno pomocí CZT
- 9,2 % bytů je vytápěno uhlím
- 7,8 % bytů je vytápěno palivem na bázi dřeva
- 7 % bytů je vytápěno elektřinou
- Minimum bytů je vytápěno LTO, P-B a ostatními způsoby vytápění

Z textu vyplývá, že 621 000 domácností je vytápěno pevnými palivy (uhlí a palivo na bázi dřeva). Tato statistika potvrzuje, že lokální topeniště mají významný vliv na imisní situaci.

7. ZÁVĚR

Situace znečištění ovzduší v České republice se za poslední dvě dekády roků výrazně posunula k lepšímu. Bohužel stále patříme v Evropě k nejvíce znečištěným územím. V současné době se naše ovzduší potýká zejména se zvýšenými koncentracemi suspendovaných částic PM_{10} a oxidem dusičitým NO_2 . Oxid siřičitý SO_2 – dříve velmi výrazný polutant, není v posledních letech zásadním problémem. Meziroční vývoj znečištění ovzduší je velice ovlivněn rozptylovými a meteorologickými podmínkami, které jsou pro jednotlivé roky typické. Dá se říci, že problémem zůstává Praha a Ostravsko-Karvinská oblast s významným potenciálem účinku na zdraví obyvatel kraje.

8. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Hemerka J., Vybíral P. *Základy ochrany ovzduší*, ČVUT v Praze, 2010.
- [2] *Portál Ministerstva vnitra České republiky* [online]. Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší. Dostupné z <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>>
- [3] *Portál Ministerstva životního prostředí České republiky* [online]. Ochrana ovzduší. Dostupné z <http://www.mzp.cz/cz/imisni_monitoring>
- [4] *Portál Ministerstva vnitra České republiky* [online]. Vyhláška č. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší. Dostupné z <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>>
- [5] *Portál Českého hydrometeorologického ústavu* [online]. Ročenka „Znečištění ovzduší na území České republiky“, ČHMÚ v Praze 2013. Dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/13groc/gr13cz/SumObr_CZ.html>
- [6] *Portál Českého hydrometeorologického ústavu* [online]. Emise zdrojů znečišťování ovzduší v ČR. Dostupné z <<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/ruzne/vystava/CISTOTA/3.pdf>>
- [7] *Portál Českého hydrometeorologického ústavu* [online]. Ročenka „Znečištění ovzduší na území České republiky“, ČHMÚ v Praze 2012. Dostupné z <<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr12cz/obsah.html>>
- [8] *Portál Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě* [online]. Oxid siřičitý. Dostupné z <<http://www.zuova.cz/Home/Clanek/Oxid-Siricity>>
- [9] Hecq, P., a kol., *Position paper SO2 (Final)*, 1997. Dostupné z <http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_so2.pdf>
- [9] *Portál ČEZ* [online]. Uhelne elektrárny v ČR. Dostupné z <<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr.html>>
- [10] *Portál Integrovaného registru znečišťování* [online]. Dostupné z <<http://www.irz.cz/>>
- [11] Lövblad, G., Palmgren, F., a kol., *Position papers on air quality: Nitrogen dioxide.*, 1997. Dostupné z <http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_no2.pdf>

- [12] Portál World Health Organization [online], *Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution*, 2006. Dostupné z <<http://www.euro.who.int/document/E88189.pdf>>
- [13] *Portál Českého hydrometeorologického ústavu* [online]. Mapy oblastí se zhoršenou kvalitou vzduchu. Dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/ozko_CZ.html>
- [14] Horčík J. *Hybrid* [online] Dostupné z <<http://www.hybrid.cz/apple-pripravuje-elektromobil-pomahaji-mu-byvali-zamestnanci-tesla-motors>>,<<http://www.hybrid.cz/san-francisko-zavadi-dobijeni-elektromobilu-zdarma>>
- [15] Hemerka J.: *Malé spalovací zdroje a ochrana ovzduší*, Vytápění, větrání a instalace č.2, str. 61 – 65, 2014
- [16] Horák J. aj. Jaké parametry musí splnit kotle na tuhá paliva? *Portál tzb-info* [online] Legislativa v ČR a v Evropě. Dostupné z <<http://vytapani.tzb-info.cz/zdroje-tepla>>