

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

**OCHRANA OVZDUŠÍ
SE ZAMĚŘENÍM NA MALÉ
SPALOVACÍ ZDROJE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

JONÁŠ ŽENATÝ

15-BS-2019

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Ženatý	Jméno: Jonáš	Osobní číslo: 457524
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní		
Zadávací katedra/ústav:	Ústav techniky prostředí		
Studijní program:	Strojirenství		
Studijní obor:	Technika životního prostředí		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Ochrana ovzduší se zaměřením na malé spalovací zdroje

Název bakalářské práce anglicky:

Air Pollution Control with Focus on Small Combustion Sources

Pokyny pro vypracování:

Popište a zhodnoťte znečištění a znečišťování ovzduší v České republice se zaměřením na malé spalovací zdroje. Popište legislativu a nástroje pro snižování emisí v této oblasti. Popište technologická opatření pro snižování emisí malých spalovacích zdrojů, zhodnoťte situaci na trhu v České republice.

Seznam doporučené literatury:

- 1) Hemerka J., Vybíral P.: Ochrana ovzduší, ČVUT v Praze, 2010.
- 2) zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší
- 3) ročenky Českého hydrometeorologického ústavu
- 4) firemní materiály

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Pavel Vybíral, Ph.D., ústav techniky prostředí FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **24.04.2019** Termín odevzdání bakalářské práce: **24.06.2019**

Platnost zadání bakalářské práce:

Ing. Pavel Vybíral, Ph.D. podpis vedoucí(ho) práce	doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D. podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	prof. Ing. Michael Valášek, DrSc. podpis odborníky

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

24.4.2019

Datum převzetí zadání Podpis studenta

Souhrn

Tato práce se zabývá základními pojmy souvisejícími s ochranou ovzduší, základními znečišťujícími látkami a jejich vlivem na životní prostředí a zdraví člověka. Také se věnuje doporučením Světové zdravotnické organizace a požadavky Evropské unie na omezení znečištění ovzduší a jejich propojení s legislativou České republiky. Součástí je i popis současného stavu a vývoj emisní a imisní situace v České republice. Práce se zabývá malými spalovacími zdroji a jejich vlivem na znečištění ovzduší včetně popisu rozsáhlého dotačního programu „kotlíkové dotace“.

Summary

This bachelor thesis deals with the basic concepts of air protection, main pollutants and their impact on the environment and human health. Next, it deals with recommendations of the World Health Organization and the European Union's requirements for air quality and their impact on Czech legislation. It also includes description of the current state and development of air pollution and emission situation in the Czech Republic. The thesis addresses the topic of small combustion sources and their influence on air pollution including the description of a significant subsidy program for boilers (so-called „kotlíkové dotace“).

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Ochrana ovzduší se zaměřením na malé spalovací zdroje“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Pavla Vybírala, Ph.D., s použitím literatury, uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze 24. 6. 2019

Jonáš Ženatý

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Pavlu Vybíralovi, Ph.D. za trpělivost, vstřícnost, připomínky a rady.

Dále bych chtěl poděkovat lidem v mém okolí a zejména mé rodině za podporu během studia.

Obsah

1	Úvod	9
2	Základní pojmy	10
3	Znečišťující látky	12
3.1	Dělení znečišťujících látek	12
3.2	Základní znečišťující látky a jejich charakteristiky	12
3.2.1	Tuhé znečišťující látky	12
3.2.2	Benzo[a]pyren	13
3.2.3	Oxid uhelnatý (CO)	14
3.2.4	Oxid dusičitý (NO ₂) a oxidy dusíku (NO _x)	14
3.2.5	Oxid siřičitý (SO ₂)	14
3.2.6	Přízemní ozon (O ₃)	14
3.2.7	Benzen	15
3.2.8	Těžké kovy	15
3.2.9	Těkavé organické látky	15
4	Doporučení WHO, požadavky EU, včetně zdravotních rizik	16
4.1	Světová zdravotnická organizace	16
4.1.1	Směrnice kvality ovzduší – Evropa	16
4.1.2	Směrnice kvality ovzduší – celosvětová aktualizace	20
4.2	Evropská unie (EU)	21
4.2.1	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu	21
5	Legislativní rámec v ČR (zákon o ochraně ovzduší)	24
5.1	Kategorie zdroje	24
5.2	Imisní limity	24
5.3	Malé spalovací zdroje	27
5.4	Povinnosti provozovatele	30
6	Emisní bilance znečišťování ovzduší v ČR	31
6.1	Suspendované částice	31
6.2	Benzo[a]pyren	32
6.3	Oxid uhelnatý	33
6.4	Oxidy dusíku	33

6.5	Oxid siřičitý.....	34
6.6	Benzen.....	34
6.7	Těžké kovy	35
6.8	Látky bez imisního limitu	35
6.8.1	Těkavé organické látky.....	35
7	Imisní situace v ČR	36
7.1	Imisně sledované látky a jejich současná situace.....	36
7.1.1	Suspendované částice	36
7.1.2	Benzo[a]pyren	38
7.1.3	Oxid uhelnatý	39
7.1.4	Oxidy dusíku	39
7.1.5	Oxid siřičitý	40
7.1.6	Přízemní ozon.....	41
7.1.7	Benzen	41
7.1.8	Těžké kovy	42
7.1.9	Těkavé organické látky.....	43
7.2	Vývoj imisní situace v ČR	43
7.2.1	Suspendované částice	43
7.2.2	Benzo[a]pyren	44
7.2.3	Oxid uhelnatý	44
7.2.4	Oxidy dusíku	44
7.2.5	Oxid siřičitý.....	45
7.2.6	Přízemní ozon.....	46
7.2.7	Benzen	47
7.2.8	Těžké kovy	47
8	Malé spalovací zdroje.....	49
8.1	Technologie kotlů na pevná paliva	49
8.1.1	Kotel prohořivací.....	50
8.1.2	Kotel odhořivací	51
8.1.3	Kotel zplyňovací.....	51
8.1.4	Kotel automatický	52
8.1.5	Lokální topidlo s výměníkem.....	53
8.1.6	Jiný typ spalovacího stacionárního zdroje.....	53

8.2	Znečišťování malými zdroji	53
9	Tzv. „kotlíkové dotace“	55
9.1	Vznik	55
9.2	Vývoj	55
9.2.1	1. výzva	55
9.2.2	2. výzva	56
9.2.3	3. výzva	56
9.3	Dosavadní výsledky	57
9.4	Současná situace	58
9.5	Reakce českého průmyslu na tzv. „kotlíkové dotace“	58
9.6	Technická opatření	59
10	Závěr	60
11	Použitá literatura	63

1 Úvod

Zvolil jsem si téma bakalářské práce „Ochrana ovzduší se zaměřením na malé spalovací zdroje“, protože bydlím v Moravskoslezském kraji, ve kterém je úroveň znečištění v České republice nejkritičtější. Z toho důvodu jsem se chtěl s tímto tématem podrobněji seznámit.

Spolu s globálním nárůstem zdrojů znečišťování narůstá i potřeba snižovat jak toto znečišťování, tak znečištění prostředí. Kdyby ke snižování nedocházelo, mělo by to závažný dopad na životní prostředí, a tedy i na lidské zdraví. V České republice se snižování znečišťování a znečištění ovzduší řeší primárně pomocí legislativy, která zahrnuje zejména neustále se zpřísňující emisní limity. Jsou zavedeny i imisní limity, které vymezují přípustnou úroveň znečištění pro ochranu zdraví lidí a pro ochranu ekosystémů a vegetace.

Cílem této práce je popsat a zhodnotit stav znečištění a znečišťování ovzduší v České republice se zaměřením na malé zdroje. Dále popsat legislativu i jiné nástroje pro snižování emisí v této oblasti a zhodnotit situaci v oblasti malých spalovacích zdrojů, včetně technologických opatření pro snižování emisí malých zdrojů, a to ve vazbě na trh v České republice.

2 Základní pojmy

Tyto základní pojmy vychází z § 2 zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. [1]

Ochrana ovzduší

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.

Emise

Emisí se rozumí vypouštění nebo únik znečišťujících látek do atmosféry. Tyto látky následně způsobují znečištění ovzduší. V České republice mezi hlavní zdroje znečišťujících látek ovzduší, tj. emisí, patří velké zdroje (elektrárny, teplárny a průmysl), silniční doprava, vytápění domácností a zemědělství.

Emisní limity

Emisní limity vyjadřují nejvyšší přípustné množství znečišťujících látek nebo stanovených skupin znečišťujících látek vypouštěných ze zdroje do ovzduší.

Imise

Imise, tj. koncentrace znečišťující látky ve venkovním ovzduší, vyjadřuje úroveň znečištění ovzduší. Imisí se rozumí množství znečišťující látky v ovzduší, která se dostala do styku s životním prostředím. Jednoduše lze říct, že po úniku látky (emisí) prochází tato látka fyzikální a chemickou přeměnou a změřené množství látky po této přeměně v určitém místě se nazývá imise. Imise se zpravidla vyjadřuje v jednotkách hmotnostní koncentrace, tzn. hmotnost znečišťující látky v jednom metru krychlovém vzduchu ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

Imisní limity

Imisní limit představuje nejvyšší úroveň znečištění, je vyjádřen v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při standardním tlaku a teplotě v daném časovém úseku.

Imisní limity pro jednotlivé znečišťující látky jsou určeny v Zákoně o ochraně ovzduší.

[1]

Malé spalovací zdroje

Jako malé spalovací zdroje je jsou chápány zdroje o jmenovitém tepelném příkonu nižším než 300 kW. Tyto zdroje jsou velmi významným zdrojem znečištění ovzduší zejména tuhými znečišťujícími látkami.

3 Znečišťující látky

Znečišťující látky jsou jakékoliv látky vnesené do vnějšího ovzduší nebo v něm druhotně vznikající, které mají škodlivý vliv na život a zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí, na klimatický systém Země nebo na hmotný majetek.

3.1 Dělení znečišťujících látek

Základní znečišťující látky se dají rozdělit dle hlediska imisních limitů do čtyř skupin podle přílohy č. 1 zákona č. 201/2012 Sb. Pro ochranu zdraví lidí je to oxid siřičitý, oxid dusičitý, oxid uhelnatý, benzen, částice PM_{10} a $PM_{2,5}$ a olovo (zkratka PM z anglického particulate matter, vysvětleno v dalších kapitolách). Pro ochranu ekosystémů a vegetace je to oxid siřičitý a oxidy dusíku. Pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM_{10} vyhlášené pro ochranu zdraví lidí je to arsen, kadmium, nikl a benzo[a]pyren. Troposférický ozon má svou vlastní kategorii, ve které se posuzuje zvlášť pro ochranu lidí a pro ochranu vegetace.

3.2 Základní znečišťující látky a jejich charakteristiky

3.2.1 Tuhé znečišťující látky

Tuhé znečišťující látky jsou aerosoly, ty mohou být pevné, kapalné nebo směsné, vznikající při spalování paliv a jiných průmyslových činnostech. Podle jejich účinků na člověka byly definovány velikostní skupiny PM_x . Pro účely imisních limitů se zavádějí frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$. [2]

Suspendované částice

Suspendované částice jsou příměsi v ovzduší pevného nebo kapalného skupenství, které díky své malé velikosti a hmotnosti v ovzduší zůstávají, nesedimentují, vznášejí se – jsou v něm rozptýleny (suspendovány). Pevnou složku suspendovaných částic v zásadě tvoří malé částičky prachu, proto je běžně nazýváme prašné či pevné částice. Suspendované částice představují významný rizikový faktor s mnohočetným efektem na lidské zdraví. Na rozdíl od plyných znečišťujících látek nemají specifické složení, představují směs látek s různými účinky. Velikost, tvar a složení částic je ovlivněno zdrojem, ze kterého pocházejí.

Suspendované částice se dělí na primární a sekundární. Primární částice jsou emitovány přímo ze zdrojů, sekundární částice vznikají druhotně v atmosféře z plynných prekurzorů (jako jsou oxidy síry, dusíku a amoniak) v důsledku fyzikálních a chemických procesů. [3]

Frakce PM₁₀

Jako suspendované částice frakce PM₁₀ jsou označovány částice, které projdou velikostně selektivním filtrem, vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 μm odlučovací účinnost 50 %. [3]

Inhalace suspendovaných částic frakce PM₁₀ poškozuje hlavně kardiovaskulární a plicní systém. Dlouhodobá expozice snižuje délku dožití a zvyšuje kojeneckou úmrtnost. Může způsobovat chronickou bronchitidu a chronické plicní choroby. V důsledku absorpce organických látek s mutagenními a karcinogenními účinky může expozice PM₁₀ způsobovat rakovinu plic. [4]

Frakce PM_{2,5}

Jako jemné suspendované částice frakce PM_{2,5} jsou označovány částice, které projdou velikostně selektivním filtrem, vykazujícím pro aerodynamický průměr 2,5 μm odlučovací účinnost 50 %. [3] Na částice této frakce se váží těžké kovy, polyaromáty, viry, bakterie, které pronikají až do dolních cest dýchacích.

3.2.2 Benzo[a]pyren

Benzo[a]pyren je žlutě zbarvená krystalická pevná látka, která je silně karcinogenní a mutagenní. Je používána jako indikátor znečištění polycyklickými aromatickými uhlovodíky. Znečištění ovzduší touto látkou patří mezi nejzásadnější problémy znečištění ovzduší vůbec. Vzniká při nedokonalém spalování organického materiálu a jako vedlejší produkt průmyslových procesů, běžně se vyskytuje v emisích uhelných elektráren, tabákového kouře a výfukových plynů. Zásadním zdrojem této látky je spalování při teplotách 300-600 °C, což se nejčastěji odehrává v kotlech nízkých výkonů, obzvláště v domácích topeništích. [5] [2]

3.2.3 Oxid uhelnatý (CO)

Oxid uhelnatý je bezbarvý, jedovatý, hořlavý plyn bez zápachu, který vzniká nedokonalým spalováním všech uhlíkatých materiálů a organických látek. Otrava se projevuje u nízkých koncentrací bolestí hlavy a únavou, u vyšších koncentrací dochází k poruchám vidění a koordinace, silným bolestem hlavy, závratím či nevolností. Nedokonalost spalování je zapříčiněna nízkými teplotami spalování nebo nedostatkem kyslíku ve spalovací komoře. [6]

3.2.4 Oxid dusičitý (NO₂) a oxidy dusíku (NO_x)

Oxid dusičitý (NO₂) je červenohnědý plyn štiplavého zápachu. Další hlavní formou oxidů dusíku jako znečišťující látky je oxid dusnatý (NO). Další formy oxidů dusíku se z hlediska ochrany ovzduší vyskytují v malých množstvích. Oxidy dusíku jsou škodlivé se závažnými zdravotními následky, i při nižších koncentracích mohou způsobit podráždění dýchacích cest či spojivek. [7]

Oxidy dusíku se do ovzduší dostávají zejména spalováním ušlechtilých paliv (nafta, plyn) a biomasy. Primárním zdrojem jsou i přes používání katalyzátorů motorová vozidla, dalším velkým zdrojem jsou chemické procesy např.: výroba kyseliny dusičné (HNO₃). [8]

3.2.5 Oxid siřičitý (SO₂)

Oxid siřičitý je bezbarvý, reaktivní, kyselý, dráždivý plyn. V přírodě reaguje s chlorofylem (fotosyntetickým barvivem rostlin) a narušuje tak fotosyntézu. V ovzduší se oxiduje vzdušným kyslíkem za přítomnosti vody na kyselinu sírovou, která je spolu s kyselinou siřičitou příčinou kyselých dešťů.

Hlavní podíl na jeho produkci má spalování fosilních paliv, jak při průmyslových procesech, tak v domácích topeništích. Hlavními zdroji SO₂ jsou teplárny a elektrárny, které používají nízko kvalitní oleje a uhlí s vysokým obsahem síry. [4] [9]

3.2.6 Přízemní ozon (O₃)

Ozon je bezbarvý, ve vyšších koncentracích namodralý, dráždivý plyn. Dráždí především plicní tkáň a sliznice, projevuje se pálením očí a nosu, kašlem, nespavostí, bolestí hlavy a pocitem tlaku na hrudi. Při zvýšené citlivosti jedince může být ozon i smrtelný. [10]

Přízemní ozon vzniká reakcí s oxidy dusíku a uhlovodíky při intenzivním slunečním záření. Často se vyskytuje v oblastech se zvýšenou koncentrací automobilové dopravy, ale není to pravidlem, může se vyskytovat ve vysokých koncentracích i v horských oblastech vlivem vyšší intenzity UV záření. Ve srovnání se stratosférickým ozónem, který se nachází ve výšce 12-50 km nad zemským povrchem, je přízemní ozon nebezpečný i pro rostliny, u kterých snižuje jejich schopnost absorbovat oxid uhličitý z atmosféry. [10] [11]

3.2.7 Benzen

Benzen je bezbarvá, těkavá, hořlavá látka. Hlavním zdrojem emisí benzenu do atmosféry jsou výfukové plyny automobilů. Dalším výrazným zdrojem jsou úniky pocházející z chemického průmyslu a ropných rafinérií. [2]

3.2.8 Těžké kovy

Do této skupiny patří kovy s měrnou hmotností větší než $4,5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a jejich sloučeniny. V ovzduší se vyskytují jako důsledek spalování fosilních paliv, jejich obsah v palivu je dán především druhem paliva, ale také lokalitou těžby daného paliva. Mezi nejčastější zástupce této skupiny patří olovo, kadmium, arsen a nikl. [2]

3.2.9 Těkavé organické látky

Tyto látky ačkoliv nemají imisní limit, mohou být velmi škodlivé. Jsou obsaženy ve spoustě chemických produktů které jsou používány v celé řadě aplikací jako čisticí prostředky, rozpouštědla nebo odmašťovadla. Bývají součástí laků, barev či lepidel. Emise těkavých organických látek jsou uvolňovány při skladování ropných produktů nebo u nedokonalého spalování. [2]

4 Doporučení WHO, požadavky EU, včetně zdravotních rizik

4.1 Světová zdravotnická organizace

Světová zdravotnická organizace (WHO) je nezávislá agentura působící v rámci Organizace spojených národů (OSN). Jejím hlavním cílem je řídit a koordinovat mezinárodní podporu zdraví v rámci OSN.

Světová zdravotnická organizace se zabývá také ochranou ovzduší, v roce 2000 vydala druhou verzi Směrnice kvality ovzduší pro Evropu [12] a v roce 2005 aktualizaci celosvětové Směrnice kvality ovzduší.

Směrnice WHO o kvalitě ovzduší uvádějí pokyny týkající se hodnot pro klíčové látky znečišťující ovzduší, které představují zdravotní rizika, a rovněž poskytují odkaz na stanovení cílů znečištění ovzduší na regionální a národní úrovni s cílem zlepšit kvalitu ovzduší.

4.1.1 Směrnice kvality ovzduší – Evropa

Dokument [12] si klade za cíl stanovit základní požadavky na ochranu veřejného zdraví před nepříznivými účinky znečištění ovzduší. Tyto požadavky spočívají v odstranění nebo alespoň minimalizaci obsahu znečišťujících látek v ovzduší. Zabývá se látkami, o nichž je známo nebo s vysokou pravděpodobností předpokládáno, že jsou nebezpečné pro zdraví lidí a jejich životní pohodu.

Látky znečišťující ovzduší mohou způsobit řadu významných účinků, jako jsou podráždění, obtěžování zápachem, akutní a dlouhodobé toxické účinky, karcinogenní účinky. Proto se znečišťující látky dělí ve směrnici do skupin dle účinku na lidské zdraví.

Směrné hodnoty pro látky založené na následcích jiných, než je rakovina nebo zápach

Tyto směrné hodnoty byly nastaveny na dobu vystavení dané látce (doba průměrování). Znečištění ovzduší hodnotami řádově menšími, než odpovídají těmto směrným hodnotám, není zdravotně rizikové. Hodnoty směrných hodnot pro jednotlivé látky založené na jiných následcích, než je rakovina nebo zápach, jsou uvedeny v tab. 1.

Tabulka 1: Hodnoty směrných hodnot pro jednotlivé látky založené na jiných následcích, než je rakovina nebo zápach

Znečišťující látka	Doba průměrování	Směrná hodnota
Částice PM	-	Reakce na dávku
1,2-Dichloreten	24 hodin	0,7 mg/m ³
Dichlormethan	24 hodin	3 mg/m ³
	1 týden	0,45 mg/m ³
Fluorid	-	-
Formaldehyd	30 minut	0,1 mg/m ³
Kadmium	1 kalendářní rok	5 ng/m ³
Mangan	1 kalendářní rok	0,15 µg/m ³
Olovo	1 kalendářní rok	0,5 µg/m ³
Oxid dusičitý	1 hodina	200 µg/m ³
	1 kalendářní rok	40 µg/m ³
Oxid siřičitý	10 minut	500 µg/m ³
	24 hodin	125 µg/m ³
	1 kalendářní rok	50 µg/m ³
Oxid uhelnatý	15 minut	100 mg/m ³
	30 minut	60 mg/m ³
	1 hodina	30 mg/m ³
	8 hodin	10 mg/m ³
Ozon	8 hodin	120 µg/m ³
Rtuť	1 kalendářní rok	1 µg/m ³
Sirouhlík	24 hodin	100 µg/m ³
Styren	1 týden	0,26 mg/m ³
Sulfan	24 hodin	150 µg/m ³
Tetrachlor etylen	1 kalendářní rok	0,25 mg/m ³
Toluen	1 týden	0,26 mg/m ³
Vanad	24 hodin	1 µg/m ³

Směrné hodnoty v těchto případech jsou zaměřeny pouze na uvolnění jednotlivé znečišťující látky. Výchozím bodem pro nastavení směrných hodnot bylo definování nejnižších možných koncentrací, při kterých byly pozorovány nepříznivé účinky. Dodržování těchto hodnot však nezaručuje absolutní vyloučení nežádoucích účinků, ty se mohou vyskytovat i na úrovni nižší, než je uvedena pro látky s koncentrací pod směrnou hodnotou. U zapáchajících látek jsou doporučeny hodnoty, které mají veřejnost chránit před nepříjemným zápachem, viz tab. 2.

Tabulka 2: Směrné a prahové hodnoty založené na smyslových účincích při použití doby průměrování 30 minut.

Znečišťující látka	Detekční práh	Rozpoznávací práh	Směrná hodnota
Formaldehyd	0,03-0,6 mg/m ³	-	0,1 mg/m ³
Sirouhlík	200 µg/m ³	-	20 µg/m ³
Styren	70 µg/m ³	210-280 µg/m ³	70 µg/m ³
Sulfan	0,2-2,0 µg/m ³	0,6-6,0 µg/m ³	7 µg/m ³
Tetrachlor etylen	8 mg/m ³	24-32 mg/m ³	8 mg/m ³
Toluen	1 mg/m ³	10 mg/m ³	1mg/m ³

Směrné hodnoty pro karcinogenní látky

Při stanovování směrných hodnot pro karcinogenní látky se musely použít odlišné přístupy než pro stanovení látek nekarcinogenních. Tyto postupy byly dány teoriemi karcinogeneze, které předpokládají, že neexistuje žádná bezpečná úroveň znečištění. Vystávají tedy dvě možnosti, buď používání chemické látky úplně zakázat, nebo je regulovat na přijatelnou úroveň nebezpečí. Směrné hodnoty pro kvalitu ovzduší se proto udávají v rizikových jednotkách (viz tab. 3). Do této tabulky byly uvedeny látky, které jsou současně považovány za genotoxické.

Tabulka 3: Odhady karcinogenních rizik na základě lidských studií

Znečišťující látka	Riziková jednotka ¹⁾	Výskyt nádoru
Akrylonitril	2×10^{-5}	plíce
Arsen	$1,5 \times 10^{-3}$	plíce
Benzen	6×10^{-6}	krev (leukémie)
1,3 – butadien	²⁾	více míst
Chrom	4×10^{-2}	plíce
Nikl a jeho sloučeniny	4×10^{-4}	plíce
Polycyklické aromatické uhlovodíky	9×10^{-2}	plíce
Trichloretylen	$4,3 \times 10^{-7}$	plíce, varlata
Vinylchlorid	1×10^{-6}	játra, a jiná místa
Žárovzdorná keramická vlákna	1×10^{-6} (vláken/l) ⁻¹	plíce

¹⁾ Odhad rizika rakoviny pro celoživotní expozici koncentraci $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

²⁾ Riziková jednotka butadienu není známa, protože odhady karcinomu butadienu jsou založeny na biologických testech a výsledky testů se značně liší podle druhu použitých zvířat, a není možné určit jaké zvíře má stejné reakce jako člověk, a proto se pro butadien nedoporučuje žádná hodnota.

Směrné hodnoty pro látky založené na účincích na vegetaci

Ačkoli hlavním cílem zavádění směrných hodnot pro zlepšení kvality ovzduší je ochrana lidského zdraví, byly zavedeny také směrné hodnoty z důvodu ochrany vegetace. V případech, ve kterých by poškození vegetace mohlo nepřímo ohrozit lidské pohodlí, se řídí směrnými hodnotami pro ochranu vegetace, které jsou přísnější než ty pro ochranu lidského zdraví. Je důležité zmínit, že znečišťující látky z tab. 4 jsou pouze některé z větších skupin látek znečišťující ovzduší, které mohou nepříznivě ovlivnit ekosystém.

Tabulka 4: Hodnoty směrných hodnot pro jednotlivé látky určeny podle dopadu na vegetaci

Znečišťující látka	Doba průměrování	Referenční úroveň
Oxid dusičitý	1 kalendářní rok	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Oxid siřičitý	1 kalendářní rok	10-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ozon	5 dní - 6 měsíců	0,2-10 ppm/h

4.1.2 Směrnice kvality ovzduší – celosvětová aktualizace

Tuto směrnici [13] zveřejnila WHO v roce 1987 a aktualizovala v roce 2005.

Tato směrnice obsahuje doporučené úrovně expozice pro částice $\text{PM}_{2,5}$ a PM_{10} , ozon, oxid dusičitý a oxid siřičitý, jakož i soubor průběžných cílů na podporu postupného zlepšování kvality ovzduší. Výsledek této práce je v tomto dokumentu prezentován ve formě revidovaných směrných hodnot pro vybrané látky znečišťující ovzduší (viz tab.5) s celosvětovým uplatněním.

Tabulka 5: Hodnoty směrných hodnot pro jednotlivé látky

Znečišťující látka	Doba průměrování	Směrná hodnota
Částice $\text{PM}_{2,5}$	24 hodin	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	1 kalendářní rok	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Částice PM_{10}	24 hodin	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	1 kalendářní rok	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Oxid dusičitý	1 hodina	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Oxid siřičitý	10 minut	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	24 hodin	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ozon	8 hodin	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Důvod pro výběr každé směrné hodnoty je podpořen syntézou informací vyplývajících z výzkumu zdravotních účinků každé znečišťující látky. V důsledku toho tyto směrné hodnoty nyní platí globálně. Uplatňují se ve spojení se směrnicemi pro kvalitu ovzduší pro Evropu, které navíc uvádějí i směrné hodnoty pro další, ve světové směrnici neuvedené, látky znečišťující ovzduší.

Tento dokument také obsahuje informace o

- zdrojích znečištění a jejich úrovních v různých částech světa,
- vystavení populace znečištění,
- vlastnostech ovlivňujících citlivost na znečištění,
- metodách pro kvantifikaci zdravotní zátěže znečištěním ovzduší,
- používání směrných hodnot při tvorbě norem a jiných legislativních nástrojů a znečištění vnitřních prostor.

4.2 Evropská unie (EU)

Evropská unie je politické a ekonomické nadnárodní uskupení s cílem zlepšit a navázat spolupráci napříč evropskými státy. Jedná se o uskupení, které má částečně pravomoci mezinárodní organizace ale i jednotného státu.

Evropská unie se mimo jiné zabývá ochranou životního prostředí a ochranou ovzduší, v roce 2008 vydala Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu. [14]

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

Tato směrnice [14] je klíčovým opatřením pro řešení problému znečištění ovzduší v rámci tematické strategie EU. Je to první směrnice EU, která zahrnuje limity pro koncentrace PM_{2,5} ve vnějším ovzduší. Směrnice sjednocuje různé stávajících právních předpisů o kvalitě ovzduší do jediné směrnice, nařizuje také vydat tzv. plány kvality ovzduší, pro oblasti s překročenými imisními limity, za účelem dosažení kvality ovzduší v souladu se směrnicí 2008/50/ES.

Obsahem této směrnice jsou doporučené úrovně mezních hodnot expozice pro oxid siřičitý, oxid dusičitý, benzen, oxid uhelnatý, olovo a částice PM₁₀. Mimo jiné

obsahuje i termíny, do nichž je třeba na národní úrovni dosáhnout stanovených mezních hodnot.

Tabulka 6: Mezní hodnoty pro ochranu lidského zdraví

Znečišťující látka	Doba průměrování	Mezní hodnota	Mez tolerance	Datum, do kterého je třeba dosáhnout mezní hodnoty
Oxid siřičitý	1 hodina	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 24krát ¹⁾	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (43 %)	— ²⁾
	1 den	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 3krát ¹⁾	—	— ²⁾
Oxid dusičitý	1 hodina	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 18krát ¹⁾	50 % ³⁾	1. ledna 2010
	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 % ³⁾	1. ledna 2010
Benzen	1 kalendářní rok	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100 %) ⁴⁾	1. ledna 2010
Oxid uhelnatý	8 hodin	10 mg/m^3	60 %	— ²⁾
Olovo	1 kalendářní rok	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁵⁾	100 %	— ⁴⁾
Částice PM _{2,5}	1 kalendářní rok	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 % ⁶⁾	1. ledna 2015
Částice PM ₁₀	1 den	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 35krát ¹⁾	50 %	— ²⁾
	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 %	— ²⁾

¹⁾ Maximální počet překročení v kalendářním roce

²⁾ V platnosti již od 1. ledna 2005.

³⁾ dne 19. července 1999, snížení dne 1. ledna 2001 a poté každých 12 měsíců o stejné roční procento až na 0 % dne 1. ledna 2010

⁴⁾ dne 13. prosince 2000, snížení dne 1. ledna 2006 a poté každých 12 měsíců o 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ až na 0 % dne 1. ledna 2010

⁵⁾ V platnosti již od 1. ledna 2005. Mezní hodnota, již je třeba dosáhnout do 1. ledna 2010 v bezprostřední blízkosti specifických průmyslových zdrojů nacházejících se v lokalitách znečišťovaných po desetiletí průmyslovou činností. V těchto případech bude mezní hodnota do 1. ledna 2010 $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Oblast, ve které platí vyšší mezní hodnoty, se nesmí rozprostírat do vzdálenosti větší než 1 000 m od těchto specifických zdrojů.

⁶⁾ k 11. červnu 2008, snížení následujícího 1. ledna a poté každých 12 měsíců o stejné roční procento až na 0 % dne 1. ledna 2015

5 Legislativní rámec v ČR (zákon o ochraně ovzduší)

K zásadním změnám v české legislativě došlo v roce 2012, kdy vstoupil v platnost zákon č. 201/2012 Sb. [1], o ochraně ovzduší, a nahradil tak předchozí zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší. Spolu se zákonem vešly v platnost i dva předpisy zabývající se emisní (vyhláška MŽP č. 330/212 Sb.) a emisní (vyhláška MŽP č. 415/212 Sb.) problematikou.

5.1 Kategorie zdroje

Podle aktuálně platné legislativy se zdroje třídí do 11 základních skupin vyjmenovaných zdrojů, jsou rozříděny podle technického a technologického uspořádání.

Vyjmenované stacionární zdroje

1. Energetika – spalování paliv
2. Tepelné zpracování odpadu, nakládání s odpady a s odpadními vodami
3. Energetika – ostatní
4. Výroba a zpracování kovů a plastů
5. Zpracování nerostných surovin
6. Chemický průmysl
7. Potravinářský, dřevozpracující a ostatní průmysl
8. Chovy hospodářských zvířat
9. Použití organických rozpouštědel
10. Nakládání s benzinem
11. Ostatní zdroje

Spalovací zdroje jsou zařazeny do skupiny „Energetika – spalování paliv“, kde jsou pod kódem 1.1 uvedeny dvě kategorie spalovacích zdrojů:

- Spalování paliv v kotlích o celkovém jmenovitém příkonu od 0,3 MW do 5 MW
- Spalování paliv v kotlích o celkovém jmenovitém příkonu nad 5 MW

5.2 Imisní limity

Imisní limity představují nejvyšší přípustnou úroveň znečištění ovzduší. Jsou stanoveny pro ochranu zdraví lidí (viz tab. 7), pro ochranu ekosystémů a vegetace (viz tab. 8), pro celkový obsah znečišťujících látek v částicích PM₁₀ pro ochranu zdraví lidí (viz tab. 9) a pro troposférický ozón (viz tab.10). Přípustná úroveň znečištění je stanovena

imisními limity a přípustnou četností jejich překročení. Jednotlivé emisní limity pro hlavní znečišťující látky jsou uvedeny v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb.

Imisní limity jsou vztaženy na časový úsek, který je u většiny znečišťujících látek určený jako aritmetický průměr za 1 hodinu, aritmetický průměr za 24 hodin a aritmetický průměr za 1 kalendářní rok. Imisní limit pro oxid uhelnatý je vztažen na maximální denní osmihodinový průměr. U oxidu siřičitého pro ochranu ekosystémů je časovým úsekem aritmetický průměr za zimní období.

Tabulka 7: Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a maximální počet jejich překročení

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet
Oxid siřičitý	1 hodina	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24
	24 hodin	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3
Oxid dusičitý	1 hodina	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18
	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0
Oxid uhelnatý	max. denní 8hod. průměr ¹⁾	10 mg/m^3	0
Benzen	1 kalendářní rok	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0
Částice PM ₁₀	24 hodin	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35
	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0
Částice PM _{2,5}	1 kalendářní rok	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0
Olovo	1 kalendářní rok	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0

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, to jest první výpočet je proveden z hodinových koncentrací během periody 17:00 předešlého dne a 01:00 daného dne. Poslední výpočet pro daný den se provede pro periodu od 16:00 do 24:00 hodin.

Tabulka 8: Imisní limity vyhlášené pro ochranu ekosystémů a vegetace

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit
Oxid siřičitý	Kalendářní rok a zimní období	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Oxidy dusíku ¹⁾	1 kalendářní rok	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

¹⁾ Součet objemových poměrů oxidu dusnatého a oxidu dusičitého vyjádřený v jednotkách hmotnostní koncentrace oxidu dusičitého.

Tabulka 9: Imisní limity pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM10 vyhlášené pro ochranu zdraví lidí

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit
Arsen	1 kalendářní rok	6 ng/m ³
Kadmium	1 kalendářní rok	5 ng/m ³
Nikl	1 kalendářní rok	20 ng/m ³
Benzo(a)pyren	1 kalendářní rok	1 ng/m ³

Tabulka 10: Imisní limity pro troposférický ozon

Účel vyhlášení	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet
Ochrana zdraví lidí ¹⁾	Maximální denní	125 µg/m ³	25 ³⁾
Ochrana vegetace ⁴⁾	AOT 40 ⁵⁾	18000 µg/m ³	0

¹⁾ Plnění imisního limitu se vyhodnocuje na základě průměru za 3 kalendářní roky.

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

³⁾ V případě dodržení imisního limitu při maximálním počtu překročení v zóně nebo aglomeraci je třeba usilovat o dosažení nulového počtu překročení.

⁴⁾ Plnění imisního limitu se vyhodnocuje na základě průměru za 5 kalendářních let.

⁵⁾ Pro účely tohoto zákona AOT40 znamená součet rozdílů mezi hodinovou koncentrací větší než 80 µg.m⁻³ (= 40 ppb) a hodnotou 80 µg.m⁻³ v dané periodě užitím pouze hodinových hodnot změřených každý den mezi 08:00 a 20:00 SEČ, vypočtený z hodinových hodnot v letním období (1. května - 31. července).

⁶⁾ V případě dodržení imisního limitu v zóně nebo aglomeraci ve výši 18000 µg.m⁻³.h je třeba usilovat o dosažení imisního limitu ve výši 6000 µg.m⁻³.h.

5.3 Malé spalovací zdroje

V zákoně č. 201/2012 Sb. se již, oproti předchozí právní úpravě, u názvu zdrojů nepoužívají přívlastky malý, střední, velký a zvláště velký, které vyjadřují míru zdroje na znečištění ovzduší. Zdroje jsou definovány zdrojem technologie, jmenovitým výkonem a někdy i tepelným příkonem. V tomto textu je pro zjednodušení používán název „malé spalovací zdroje“ pro spalovací stacionární zdroje o jmenovitém příkonu 300 kW a nižším.

V příloze č. 10 zákona č. 201/2012 Sb. jsou uvedeny minimální emisní požadavky pro spalovací stacionární zdroje o jmenovitém tepelném příkonu 300 kW a nižším, které slouží jako zdroj tepla pro teplovodní soustavu ústředního vytápění. Mezní hodnoty emisí jsou stanoveny pro oxid uhelnatý (CO), celkový organický uhlík (TOC) a tuhé znečišťující látky (TZL) při spalování pevných paliv (viz tab. 11) a pro oxidy dusíku (NO_x) a oxid uhelnatý (CO) (viz tab. 12) při spalování kapalných nebo plyných paliv.

Tabulka 11: Požadavky na spalovací stacionární zdroj na pevná paliva, který slouží jako zdroj tepla pro teplovodní soustavu ústředního vytápění

Dodávka paliva	Palivo	Jmenovitý tepelný příkon (kW)	Mezní hodnoty emisí ¹⁾		
			CO	TOC ²⁾³⁾	TZL
			mg.m ⁻³		
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

¹⁾ Vztahuje se k suchým spalinám, teplotě 273,15 K, tlaku 101,325 kPa a k referenčnímu obsahu kyslíku 10 %; pro sálavé spalovací stacionární zdroje, určené pro připojení na teplovodní soustavu ústředního vytápění a k instalaci v obytné místnosti, se hodnoty vztahují k referenčnímu obsahu kyslíku 13 %.

²⁾ TOC = celkový organický uhlík, kterým se rozumí úhrnná koncentrace všech organických látek s výjimkou methanu vyjádřená jako celkový uhlík.

³⁾ Nevztahuje se na sálavé spalovací stacionární zdroje, určené pro připojení na teplovodní soustavu ústředního vytápění a k instalaci v obytné místnosti.

Tabulka 12: Požadavky na spalovací stacionární zdroj na kapalná nebo plynná paliva o jmenovitém tepelném příkonu 300 kW a nižším, který slouží jako zdroj tepla pro teplovodní soustavu ústředního vytápění

Palivo	Druh spalovacího zdroje	Mezní hodnoty emisí ¹⁾	
		NO _x	CO
mg.m-3			
Kapalné	kotle	130	80
Plynné	kotle	65	80
	pístové spalovací motory	500	650
	plynové turbíny	350	100

¹⁾ Vztahuje se k suchým spalinám, teplotě 273,1 K, tlaku 101,325 kPa a k referenčnímu obsahu kyslíku 3 % v případě kotlů, 5 % v případě pístových spalovacích motorů a 15 % v případě plynových turbín.

Malé spalovací zdroje jsou rozdělovány do emisních tříd, které specifikují účinnost a míru emisí kotlů na pevná paliva podle normy ČSN EN 303-5, tyto třídy jsou uvedeny v tabulkách č. 13 a 14. Nejekologičtější je emisní třída 5, která zároveň splňuje parametry ekodesignu, což je soubor parametrů, které musí dodržet produkty uváděné v na trh v členských zemích EU. Kotle třídy 1 a 2 už v tabulkách č. 13 a 14 uváděny nejsou, protože v roce 2014 byl zakázán jejich prodej a v roce 2022 dojde podle zákona o ochraně ovzduší k zákazu jejich používání. [16] [17]

Tabulka 13: Mezní hodnoty emisí tříd kotlů dle ČSN EN 303-5

Dodávka paliva	Palivo	Jmenovitý tepelný výkon	Mezní hodnoty emisí										
			CO			OGC ¹⁾			prach				
		mg/m ³ při 10 % O ₂ ²⁾											
		kW	třída										
3	4		5	3	4	5	3 ³⁾	4	5				
ruční	biopaliva	≤ 50	5000	1200	700	150	50	30	150	75	60		
		> 50 ≤ 150	2500									100	150
		> 150 ≤ 500	1200									100	150
	Fosilní paliva	≤ 50	5000									150	125
		> 50 ≤ 150	2500									100	125
		> 150 ≤ 500	1200									100	125
samočinná	biopaliva	≤ 50	3000	1000	500	100	30	20	150	60	40		
		> 50 ≤ 150	2500									80	150
		> 150 ≤ 500	1200									80	150
	fosilní paliva	≤ 50	3000									100	125
		> 50 ≤ 150	2500									80	125
		> 150 ≤ 500	1200									80	125

¹⁾ OGC neboli jinak TOC = celkový organický uhlík, kterým se rozumí úhrnná koncentrace všech organických látek s výjimkou methanu vyjádřená jako celkový uhlík.

²⁾ Vztahuje se k suchým spalinám

³⁾ Kotle třídy 3 pro paliva typu E podle kapitoly 1.2.1 nebo e-paliva 1.2.3 podle normy ČSN EN 303-5 v této tabulce a označené klasifikací E-paliva a e-paliva nemusí splňovat požadavky na emise prachu. Skutečná hodnota musí být uvedena v technické dokumentaci a nesmí překročit 200 mg/m³ při 10 % O₂¹.

Tabulka 14: Minimální účinnosti tříd kotlů dle ČNS EN 303-5

Třída	Minimální účinnost kotle [%] pro jmenovitý výkon Q								
	10 kW	15 kW	20 kW	25 kW	30 kW	35 kW	40 kW	45 kW	50 kW
3	73	74,1	74,8	75,4	75,9	76,3	76,6	76,9	77,2
4	82	82,3	82,6	82,8	83	83,1	83,2	83,3	83,4
5	88	88,2	88,3	88,4	88,5	88,6	88,6	88,7	88,7

5.4 Povinnosti provozovatele

V § 17 zákona č. 201/2012 Sb. jsou také uvedeny povinnosti provozovatele stacionárního zdroje i spalovacích zdrojů s tepelným příkonem 300 kW a nižším. Mezi povinnosti provozovatele těchto spalovacích zdrojů náleží:

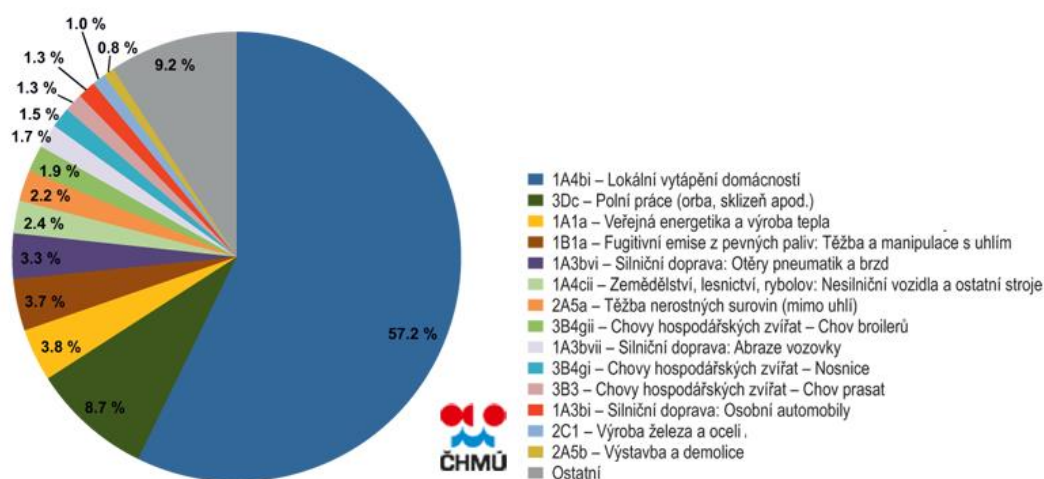
- a) uvádět do provozu a provozovat zdroj v souladu s podmínkami pro provoz stanovenými zákonem č. 201/2012 Sb., jeho prováděcími právními předpisy, výrobcem a dodavatelem,
- b) dodržovat emisní limity, emisní stropy, technické podmínky provozu a přípustnou tmavost kouře,
- c) spalovat pouze paliva, která splňují požadavky na kvalitu paliv a jsou určena výrobcem nebo uvedená v povolení provozu,
- d) předkládat příslušnému orgánu ochrany ovzduší na vyžádání informace o provozu a emisích,
- e) umožnit osobám pověřeným ministerstvem přístup ke stacionárnímu zdroji za účelem kontroly dodržování povinností podle tohoto zákona,
- f) provozovat spalovací stacionární zdroje na pevná paliva o jmenovitém tepelném příkonu 10 až 300 kW, který slouží jako zdroj tepla pro teplovodní soustavu ústředního vytápění, v souladu s minimálními požadavky, které jsou stejné, jako mezní hodnoty emisí při uvádění výrobku na trh, uvedené v tab. 11,
- g) provádět jednou za 3 kalendářní roky kontrolu technického stavu a provozu spalovacího zdroje, kterou provádí „odborně způsobilá osoba“, která byla výrobcem proškolená a má od něj udělené oprávnění k jeho instalaci, provozu a údržbě, předkládat na vyžádání úřadu obce s rozšířenou pravomocí doklad o provedení této kontroly potvrzující, že zdroj je instalován, provozován a udržován v souladu s pokyny výrobce a tímto zákonem.

6 Emisní bilance znečišťování ovzduší v ČR

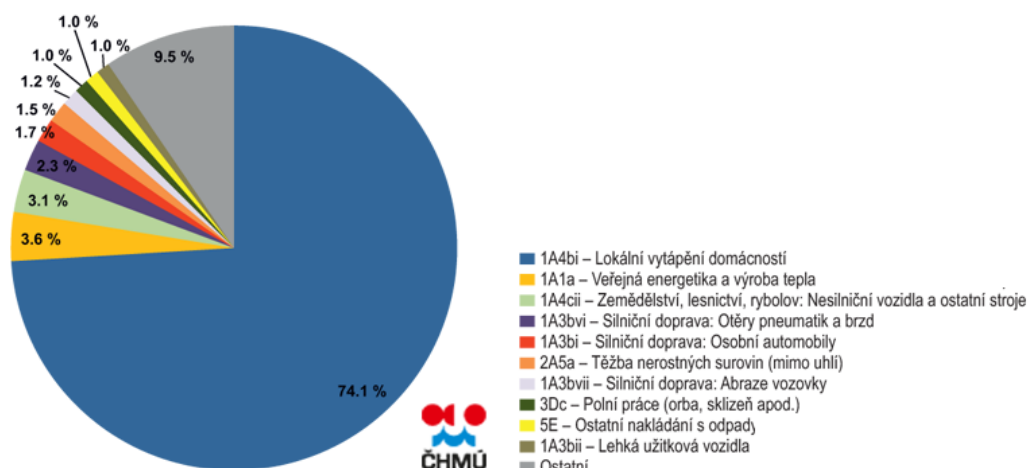
Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) každý rok vydává ročenku, poslední aktuální údaje uvádí: „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2017“ [2], tato kapitola vychází z této ročenky. Společně s touto ročenkou vychází i elektronicky publikovaná datová ročenka „Souhrnný tabelární přehled“, tyto dva dokumenty slouží jako ucelený přehled informací o kvalitě ovzduší na území ČR v daném roce. Datová ročenka prezentuje verifikovaná imisní a emisní data z jednotlivých lokalit včetně agregovaných údajů, grafická ročenka poskytuje komentované souhrnné informace v přehledných mapách, grafech a tabulkách. [2] Zdrojem dat pro obě ročenky je Informační systém kvality ovzduší (ISKO), v němž ČHMÚ shromažďuje naměřené údaje a z nich a pomocí dalších matematických nástrojů hodnotí kvalitu ovzduší za daný rok. Podíl jednotlivých zdrojů znečišťování je udáván pomocí NFR (zkratka z anglického Nomenclature for Reporting) sektorů, jedná se o jmenovitý seznam zdrojů určený k vyhodnocování.

6.1 Suspendované částice

Mezi nejvýznamnější zdroje emisí PM_X už dlouhodobě patří sektor lokální vytápění domácností. Dalším významným zdrojem pro PM_{10} jsou polní práce, emise v tomto sektoru vznikají při zpracování půdy, sklizni a čištění zemědělských plodin. Procentuální hodnoty těchto i jiných sektorů za rok 2016 jsou znázorněny na obrázcích 6-1 a 6-2.

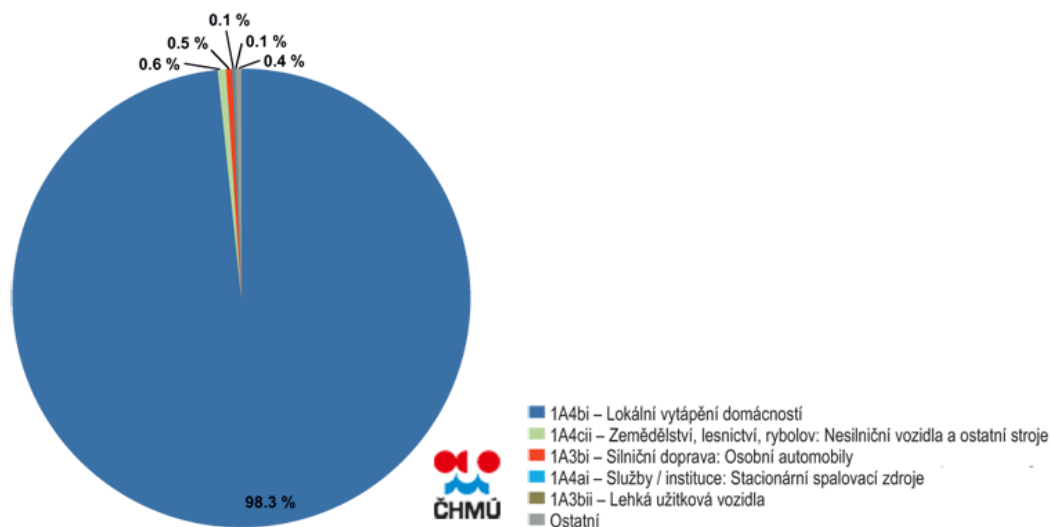


Obrázek 6-1: Podíl sektorů NFR na celkových emisích PM_{10} , 2016

Obrázek 6-2: Podíl sektorů NFR na celkových emisích PM_{2,5}, 2016

6.2 Benzo[a]pyren

Jak je zřejmé z obrázku 6-3, hlavním zdrojem benzo[a]pyrenu v roce 2016 byl se svými 98,3 % sektor lokální vytápění domácností. Za posledních 7 let se poměr jednotlivých sektorů výrazně nezměnil.

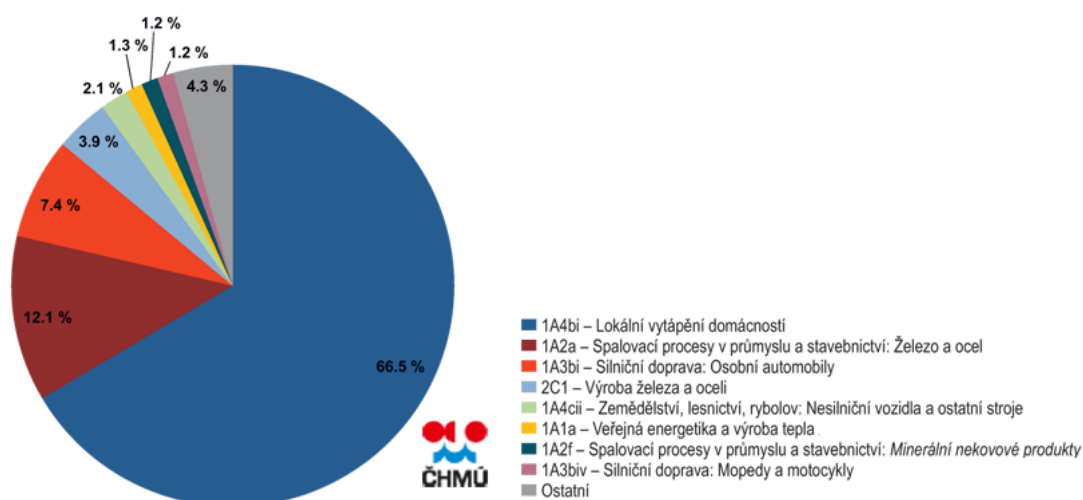


Obrázek 6-3: Podíl sektorů NFR na celkových emisích benzo[a]pyrenu, 2016

6.3 Oxid uhelnatý

Největší množství emisí vzniká v sektoru lokální vytápění domácností (obr. 6-4), dalšími výraznými zdroji jsou spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví, při výrobě a zpracování železa a oceli a silniční doprava. Trend emisí oxidu uhelnatého v letech 2007-2016 ale klesá vlivem přirozené obnovy vozového parku, a poklesem výroby železa a oceli po roce 2007.

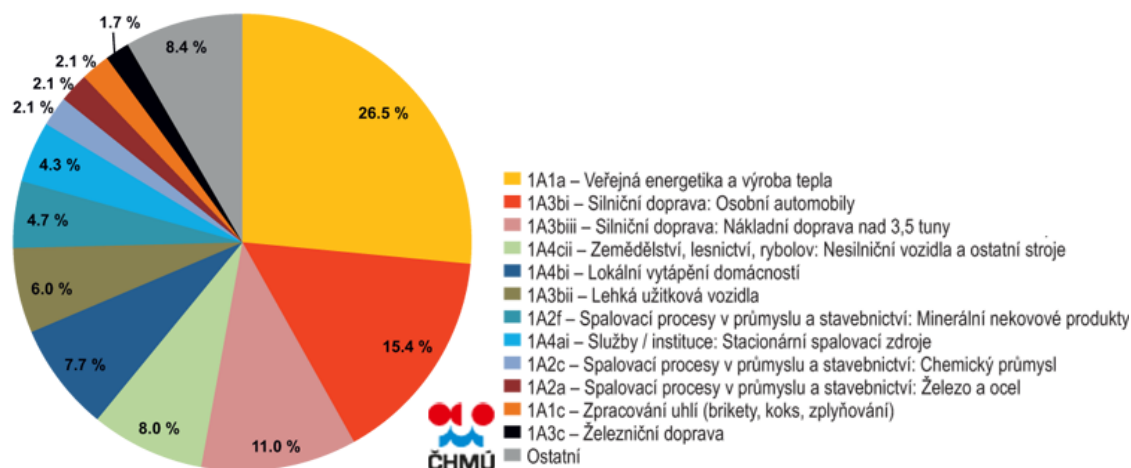
Emisemi CO je nejzatíženější aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (dále už jen O/K/F-M), kde velké množství emisí pochází právě z výroby železa a oceli.



Obrázek 6-4: Podíl sektorů NFR na celkových emisích CO, 2016

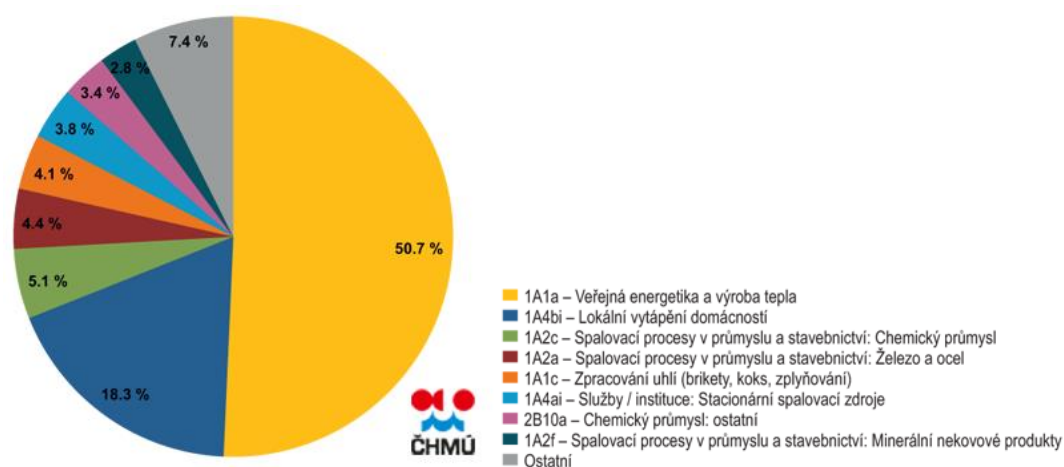
6.4 Oxidy dusíku

Největší množství emisí pochází z dopravy, ta dohromady přispívá do celkových emisí přibližně 40 % (obr. 6-5). Sektor veřejná energetika a výroba tepla se podílí 26,5 % všech emisích oxidu dusíku. V období 2008-2016 mají emise oxidu dusíku klesající trend, což je způsobeno obnovou vozového parku a zavedením emisních stropů pro sektor veřejná energetika a výroba tepla. Emisemi jsou nejzatíženější oblasti v blízkosti dálnic, komunikací se zvýšenou dopravou a v blízkosti významějších výrobních energetických celků.

Obrázek 6-5: Podíl sektorů NFR na celkových emisích NO_x, 2016

6.5 Oxid siřičitý

Sektor, z něhož pochází většina emisí oxidu siřičitého, je veřejná energetika a výroba tepla (obr. 6-6). Dalším důležitým zdrojem je lokální vytápění domácností. Po roce 2012, kdy v ČR vstoupila v platnost nová legislativa týkající se ochrany ovzduší, se projevil znatelný pokles emisí oxidu siřičitého.

Obrázek 6-6: Podíl sektorů NFR na celkových emisích SO₂, 2016

6.6 Benzen

V roce 2016 se na emisích benzenu podílela 70 % doprava a lokální vytápění domácností se podílelo na emisích necelými 15 %.

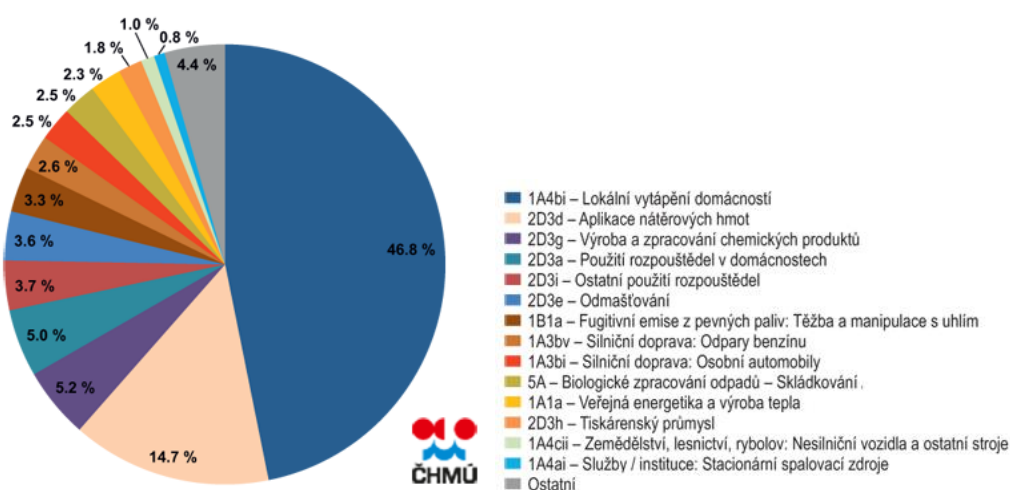
6.7 Těžké kovy

Emise těžkých kovů se vyskytují ve většině sektorů, nejčastějším zdrojem jsou ale lokální vytápění domácností, veřejná energetika a výroba tepla a výroba železa a oceli. Emise těžkých kovů jsou ale ve srovnání s jinými znečišťujícími látkami, vzhledem k jejich imisním limitům, nepatrné

6.8 Látky bez imisního limitu

6.8.1 Tělavé organické látky

Mezi nejvýznamnější zdroje emisí tělavých organických látek patří lokální vytápění domácností s 46,8 % a sektor užití a aplikace organických rozpouštědel se svými 33,9 % (obr. 6-7). Emise mají mezi lety 2008-2016 klesající trend, je to způsobeno stále častějším používáním produktů s nižším obsahem tělavých organických látek a také obnovou vozového parku.



Obrázek 6-7: Podíl sektorů NFR na celkových emisích VOC, 2016

7 Imisní situace v ČR

Tato kapitola, stejně jako kapitola předchozí, vychází z posledních aktuálních údajů dle ročenky Českého hydrometeorologického ústavu: „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2017“ [2]

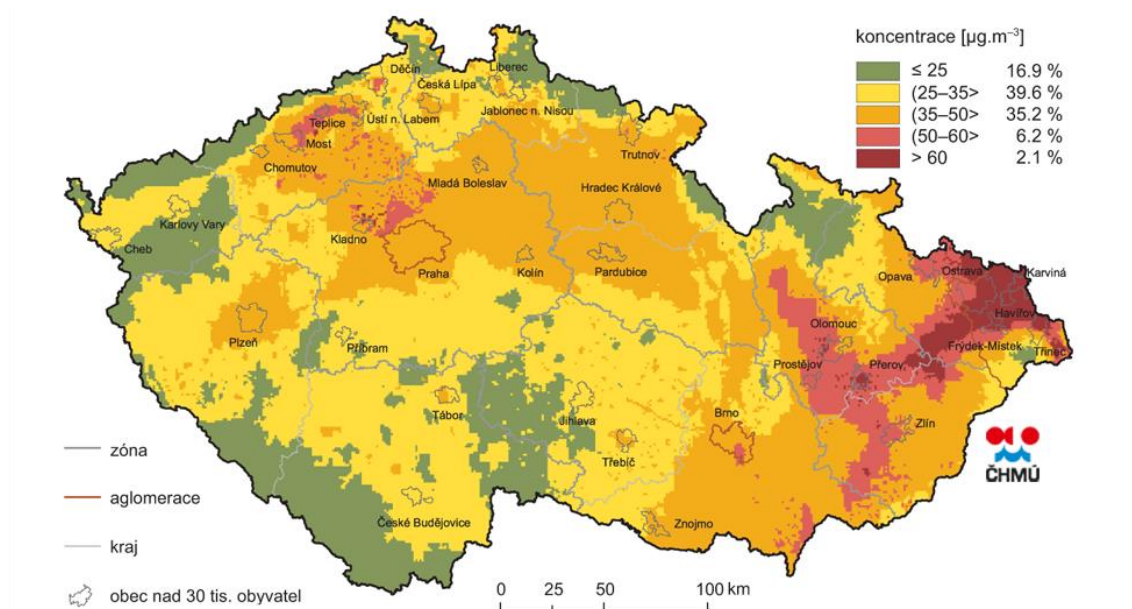
7.1 Imisně sledované látky a jejich současná situace

7.1.1 Suspendované částice

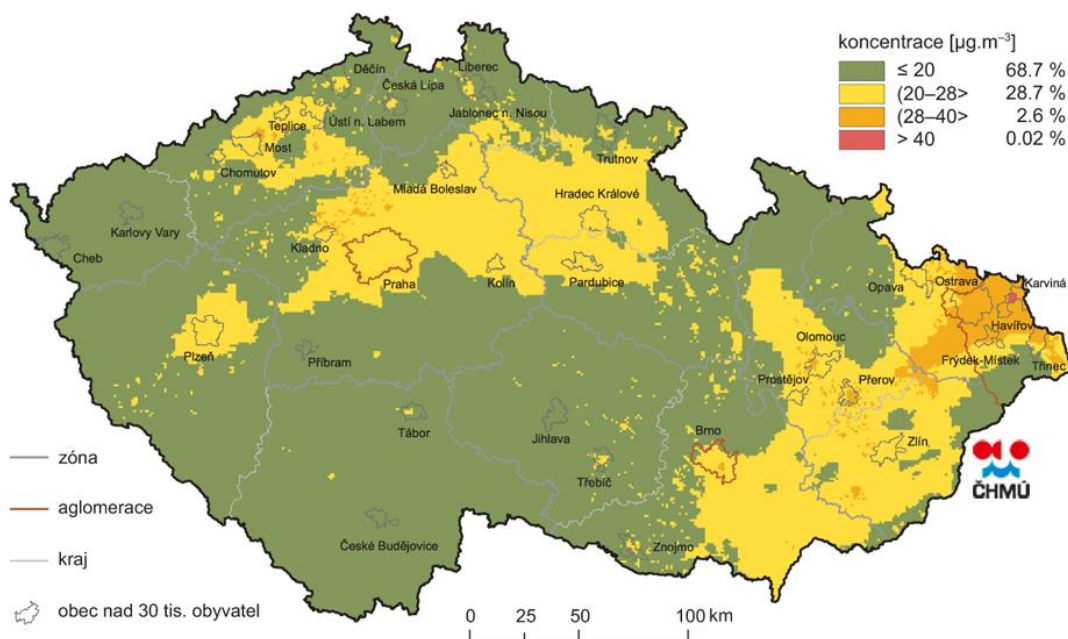
Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$ je stále jedním ze zásadních problémů, který je potřeba řešit. V roce 2008 se začalo i s měřením jemných částic frakce PM_1 na vybraných lokalitách v ČR.

Suspendované částice PM_{10}

V roce 2017 byl imisní limit pro průměrnou 24hodinovou koncentraci PM_{10} překročen na 8,3 % území ČR, na němž žije přibližně 23,1 % obyvatel (obr. 7-1). Imisní limit průměrné roční koncentrace PM_{10} byl v roce 2017 k překročen na 0,02 % území ČR, na němž žije 0,01 % všech obyvatel (obr. 7-2).

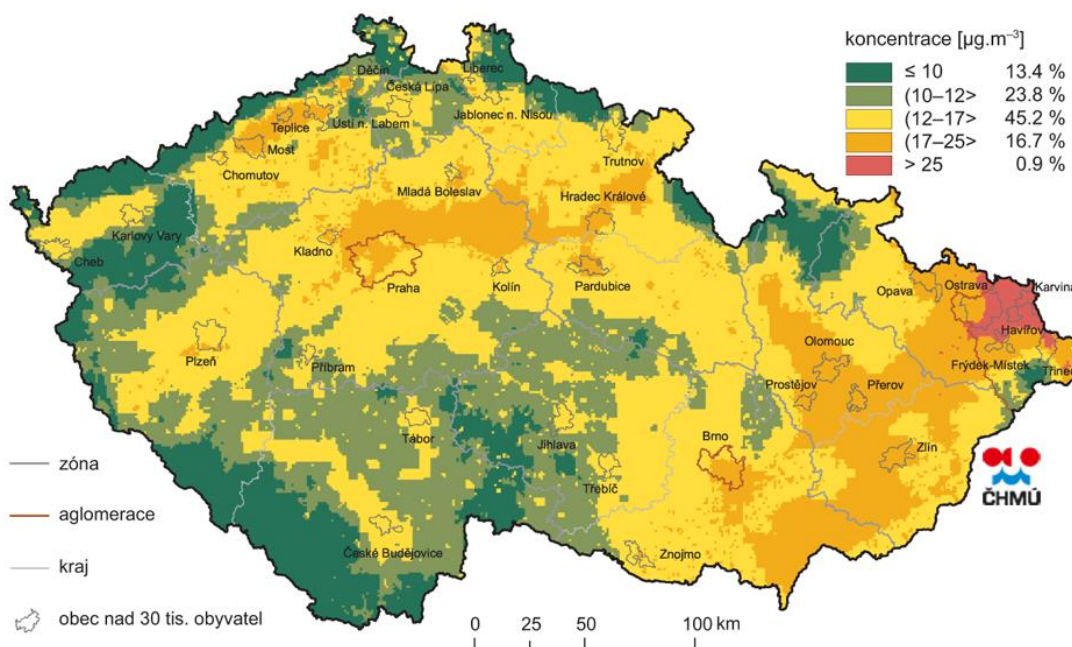


Obrázek 7-1: Pole 36. nejvyšší 24hod. koncentrace PM_{10} , 2017

Obrázek 7-2: Pole roční průměrné koncentrace PM₁₀, 2017

Suspendované částice PM_{2,5}

Mezi lety 2016-2017 došlo ke zhoršení znečištění částicemi PM_{2,5}. Imisní limit pro průměrné roční koncentrace PM_{2,5} byl překročen na 0,9 % území ČR, na němž žije 4,9 % obyvatel, tato překročení se týkají aglomerace O/K/F-M, jak je vidět na obr. 7-3.

Obrázek 7-3: Pole roční průměrné koncentrace PM_{2,5}, 2017

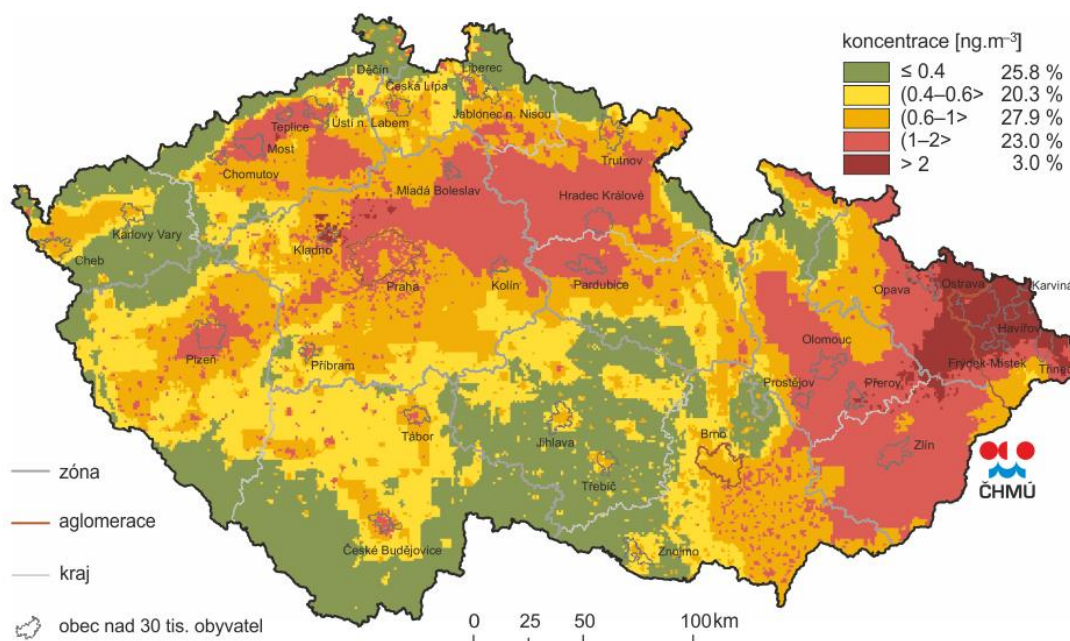
Suspendované částice PM₁

Měření frakce částic PM₁ není dosud tak rozšířené jako měření frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}, tato frakce byla v roce 2017 měřena pouze na 14 lokalitách, které se nacházejí ve větších městech ČR. Nejvyšší roční koncentrace (23,8 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byla naměřena na předměstské lokalitě Třinec-Kanada a maximální denní koncentrace (268,8 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byla dosažena na dopravní lokalitě Ostrava Českobratrská.

Frakce částic PM₁ není součástí imisních limitů, přestože je považována za nejmškodlivější frakci. Díky své velikosti mohou tyto částice proniknout až do krevního oběhu, kde mohou poškodit strany tepen, napadnout různé orgány a v nejhroších případech mohou přispět ke vzniku smrtelných chorob. [18]

7.1.2 Benzo[a]pyren

V roce 2017 byl překročen imisní limit roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu (1 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$) na téměř 66 % stanic (obr. 7-4). Průměrné roční koncentrace v roce 2017 v porovnání s rokem 2016 klesly na 36 % stanic. Jednou z příčin může být i nový dotační program „kotlíkové dotace“, který byl vyhlášen Ministerstvem životního prostředí. Jedním z cílů tohoto programu bylo právě snížení koncentrace benzo[a]pyrenu v ovzduší výměnou starých kotlů v domácnostech za novější a emisně přívětivější. [19]



Obrázek 7-4: Pole roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu, 2017

Je důležité poznamenat, že odhad polí průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu (obr. 7-4) je ovlivněn výrazně většími nejistotami ve srovnání s ostatními mapovanými látkami. Na nejistotě se podílí nedostatečný počet dat z venkovských regionálních stanic.

7.1.3 Oxid uhelnatý

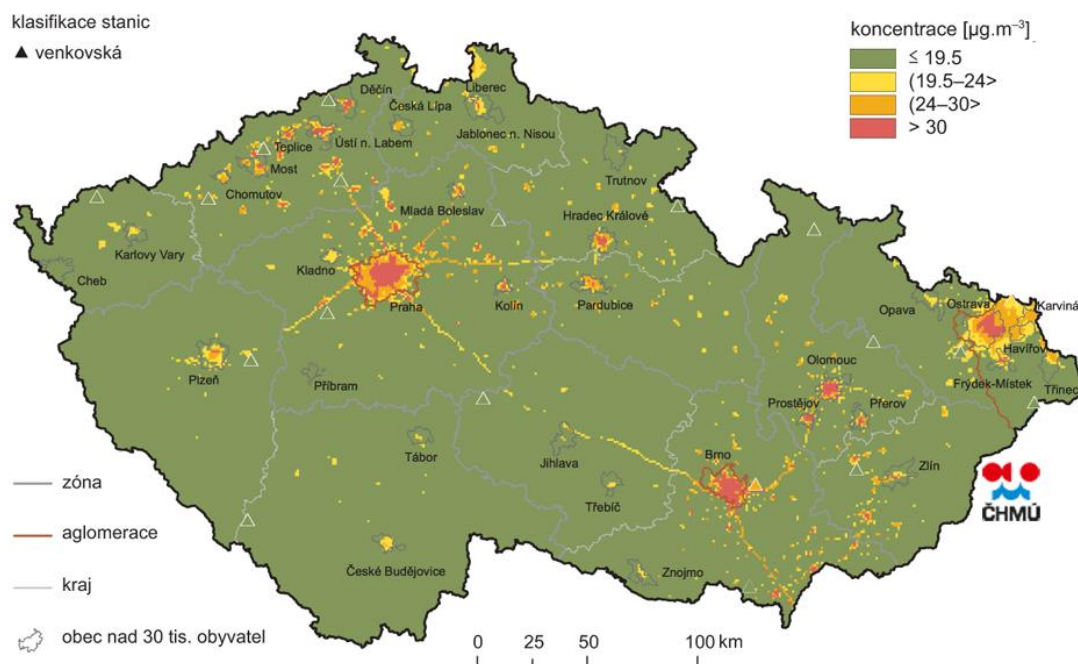
Stejně jako v předešlých letech nebyl v roce 2017 v ČR překročen 8hodinový imisní limit oxidu uhelnatého na žádné z 20 lokalit. Tři nejvyšší denní 8hodinové průměrné koncentrace oxidu uhelnatého byly naměřeny na lokalitách v Moravskoslezském kraji.

Nejproblémovější místa zvýšené koncentrace oxidu uhelnatého jsou městské lokality ovlivněné dopravou. Koncentrace oxidu uhelnatého v městských lokalitách, které nejsou ovlivněné dopravou, stejně jako ve venkovských pozadových lokalitách se pohybují hluboko pod imisním limitem.

7.1.4 Oxidy dusíku

Pod pojmem oxidy dusíku (NO_x) se v rozsahu tohoto dokumentu rozumí směs oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO_2), jedná se o součet objemových poměrů (ppb_v) vyjádřený v jednotkách hmotnostní koncentrace oxidu dusičitého. Imisní limity jsou stanoveny pro NO_2 pro ochranu lidského zdraví a NO_x pro ochranu ekosystémů a vegetace.

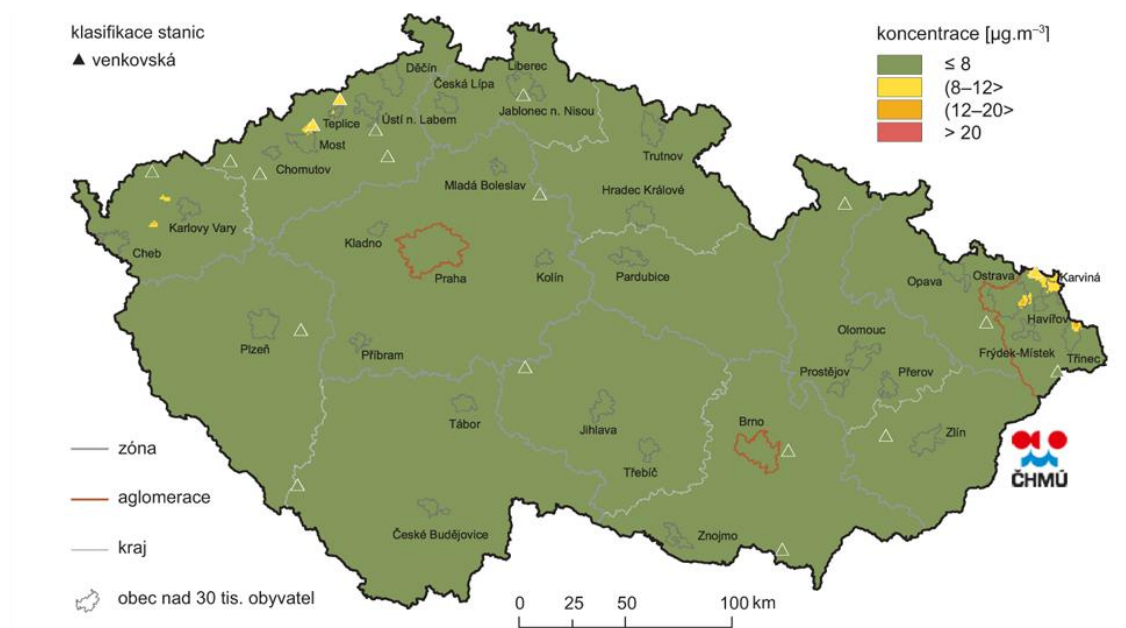
Imisní limit oxidu dusičitého byl překročen v roce 2017 jen na 4 lokalitách, a to v Praze a Brně, tyto lokality jsou klasifikovány jako dopravní městské (viz obr. 7-5). Jedním z důvodů proč v těchto lokalitách došlo k překročení imisních limitů je jejich hustá zástavba, která výrazně zhoršuje jejich provětrávání.

Obrázek 7-5: Pole roční průměrné koncentrace NO_x, 2017

7.1.5 Oxid siřičitý

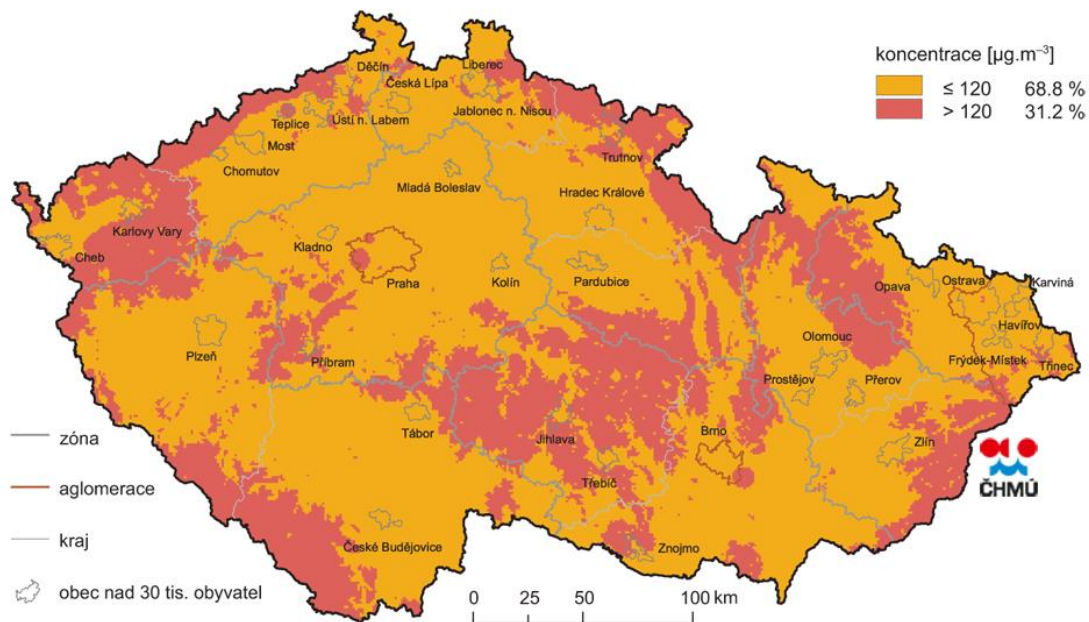
V roce 2017 nebyl překročen 24hodinový imisní limit oxidu siřičitého pro ochranu zdraví, stejně tak nebyl překročen legislativně povolený počet překročení imisní hodnoty $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, což znamená, že imisní limit byl splněn

Stejně jako imisní limity pro ochranu zdraví nebyly překročeny ani imisní limity pro ochranu vegetace na venkovských lokalitách (viz obr. 7-6).

Obrázek 7-6: Pole roční průměrné koncentrace SO₂, 2017

7.1.6 Přízemní ozon

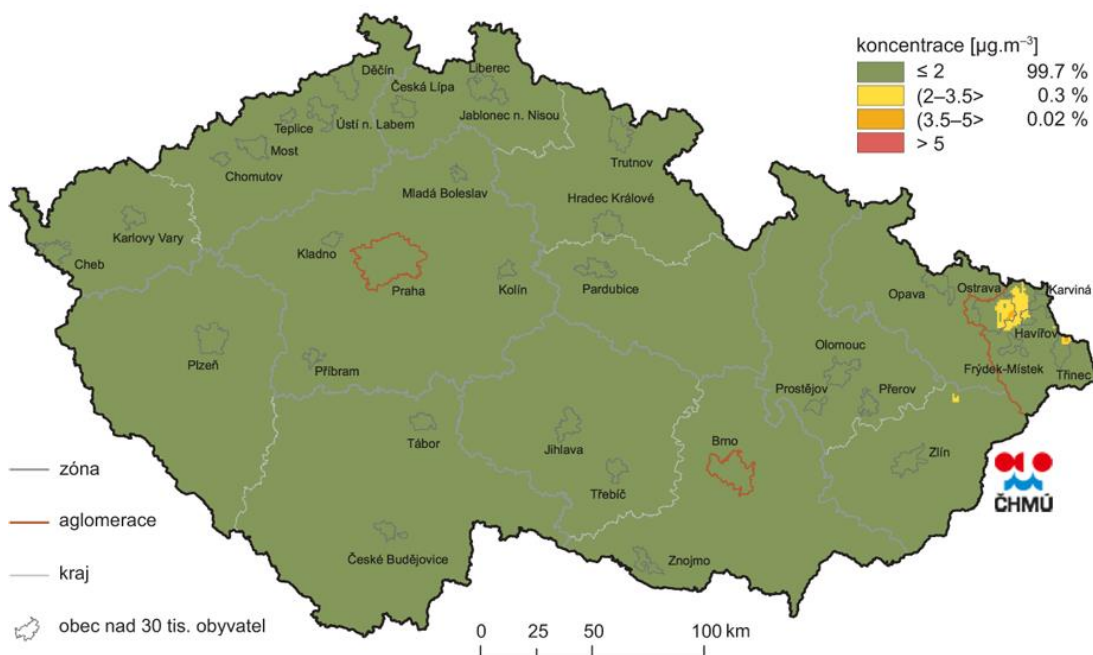
Ve tříletém období 2015-2017 byl imisní limit pro ochranu zdraví překročen na 30 % lokalit. Na obrázku 7-7 je vidět, že k překročení limitu dochází hlavně ve v lokalitách s vyšší nadmořskou výškou.



Obrázek 7-7: Pole 26. nejvyššího maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrace přízemního ozonu v průměru za 3 roky, 2015-2017

7.1.7 Benzen

Imisní limit benzenu nebyl v roce 2017 překročen na žádné z lokalit (viz obr. 7-8). Nejvyšších koncentrací stejně bylo stejně jako v minulých letech dosahováno v aglomeraci O/K/F-M, tyto koncentrace jsou především způsobeny rozsáhlou průmyslovou činností, a to zejména ve spojení s výrobou koksu a zpracováním chemických produktů. Jak je vidět na obrázku 7-8, zvýšené hodnoty koncentrací byly převážně v oblasti mezi Ostravou a Karvinou.



Obrázek 7-8: Pole roční průměrné koncentrace benzenu, 2017

7.1.8 Těžké kovy

Olovo

Roční imisní limit olova nebyl v roce 2017 překročen na žádné z lokalit, nejvyšší koncentrace jsou nejčastěji naměřeny v aglomeraci O/K/F-M.

Kadmium

Roční imisní limit kadmia nebyl překročen. Nejvyšší roční průměrné koncentrace jsou Ostrava-město a Jablonec nad Nisou. Jablonec nad Nisou je venkovská pozadřová oblast, a i přes tento fakt, jsou zde dlouhodobě měřeny koncentrace o řád vyšší, než na jiných lokalitách podobného charakteru.

Arsen

Roční imisní limit arsenu byl překročen v roce 2017 pouze na lokalitě Kladno-Švermov. Nejvyšší koncentrace arsenu jsou dlouhodobě měřeny v okrese Kladno a na území hl. m. Prahy.

Nikl

V roce 2017 nebyl překročen roční imisní limit niklu na žádné lokalitě nebyl v roce 2016 překročen na žádné z 45 lokalit. Koncentrace niklu dlouhodobě nedosahují ani do poloviny imisního limitu.

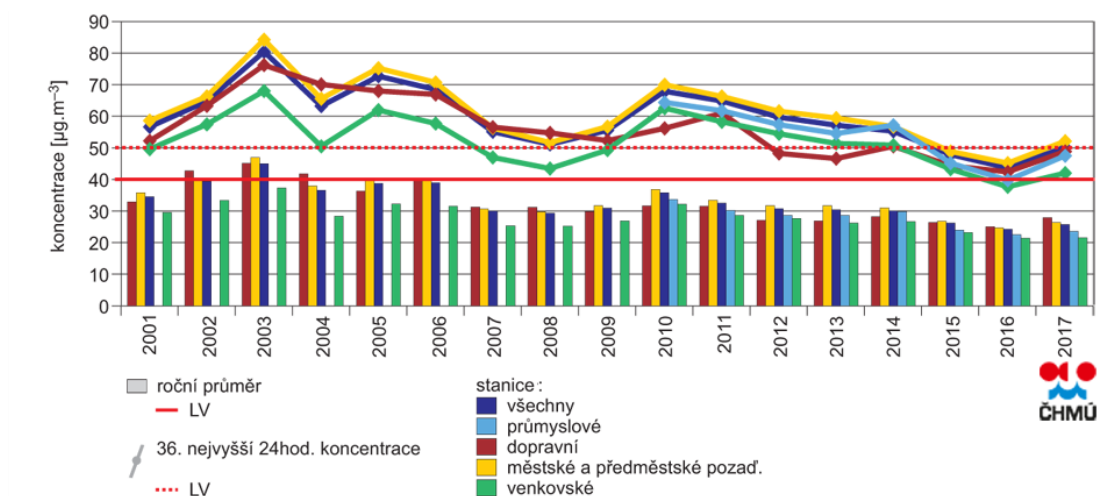
7.1.9 Těkavé organické látky

Pro těkavé organické látky nejsou stanoveny imisní limity, ale i přesto výrazně ovlivňují chemii ovzduší, spolu s oxidy dusíku se výrazně podílí na tvorbě přízemního ozonu a jiných fotooxidačních znečišťujících látek. Jelikož tyto látky nemají imisní limit, není jasně daná koncentrace k porovnávání. Nicméně koncentrace těkavých organických látek je podobná koncentracím naměřeným v Německu, Švýcarsku a Rakousku.

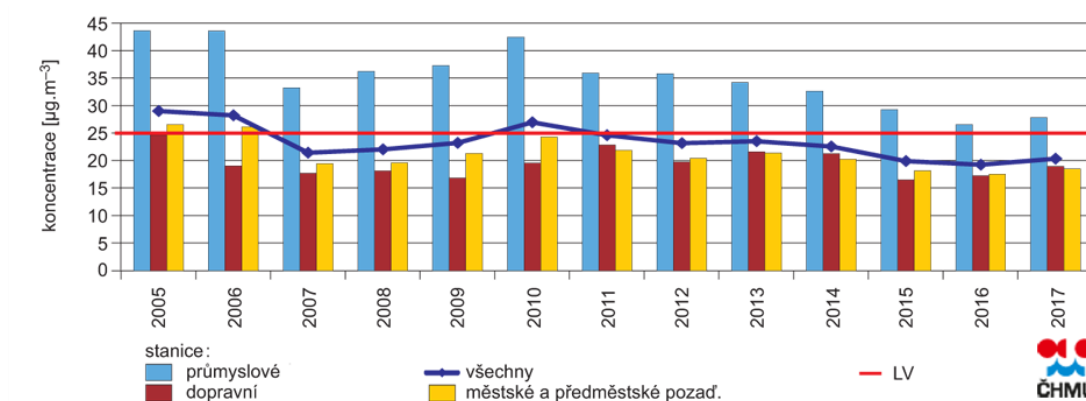
7.2 Vývoj imisní situace v ČR

7.2.1 Suspendované částice

V letech 1990-2001 prošla legislativa týkající se ochrany ovzduší výraznými změnami, což způsobilo snížení emisí tuhých znečišťujících látek a prekurzorů suspendovaných částic (SO_2 , NO_x , NH_3 a VOC), a to mělo za následek razantní snížení koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ a také jiných látek znečišťující prostředí. Je zřejmé, že se trendy obou těchto frakcí velmi podobají, což je názorně vidět na obrázcích 7-9 a 7-10. Vývoj znečištění je možné přikládat nové legislativě a také obnově kotlů za nové nízkoemisní.

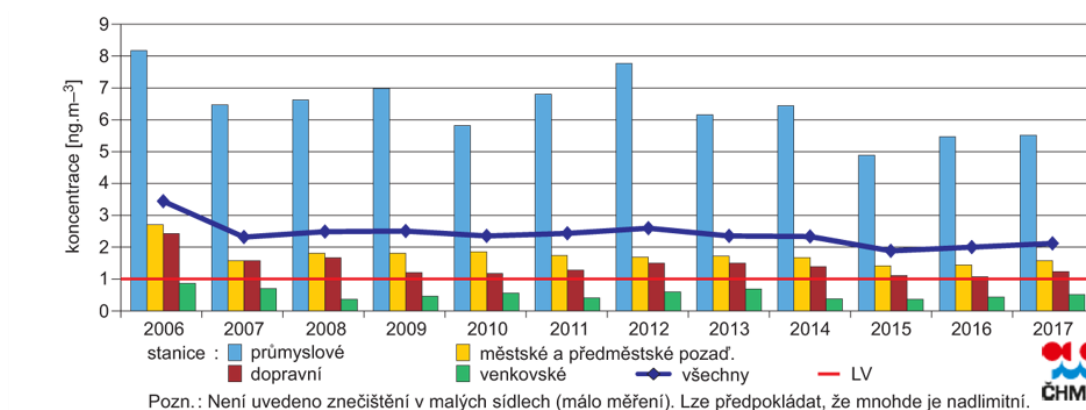


Obrázek 7-9: Trendy ročních charakteristik PM_{10} v České republice, 2001-2017

Obrázek 7-10: Trendy ročních charakteristik PM_{2,5} v České republice, 2005-2017

7.2.2 Benzo[a]pyren

Od roku 2006 jsou koncentrace benzo[a]pyrenu nadlimitní, a to přibližně dvojnásobně (obr. 7-11). V roce 2006 byla koncentrace nejvyšší, přesahovala hodnotu imisního limitu trojnásobně. Od roku 2007 se koncentrace benzo[a]pyrenu výrazně nezměnila.



Obrázek 7-11: Trendy ročních charakteristik benzo[a]pyrenu v České republice, 2006-2017

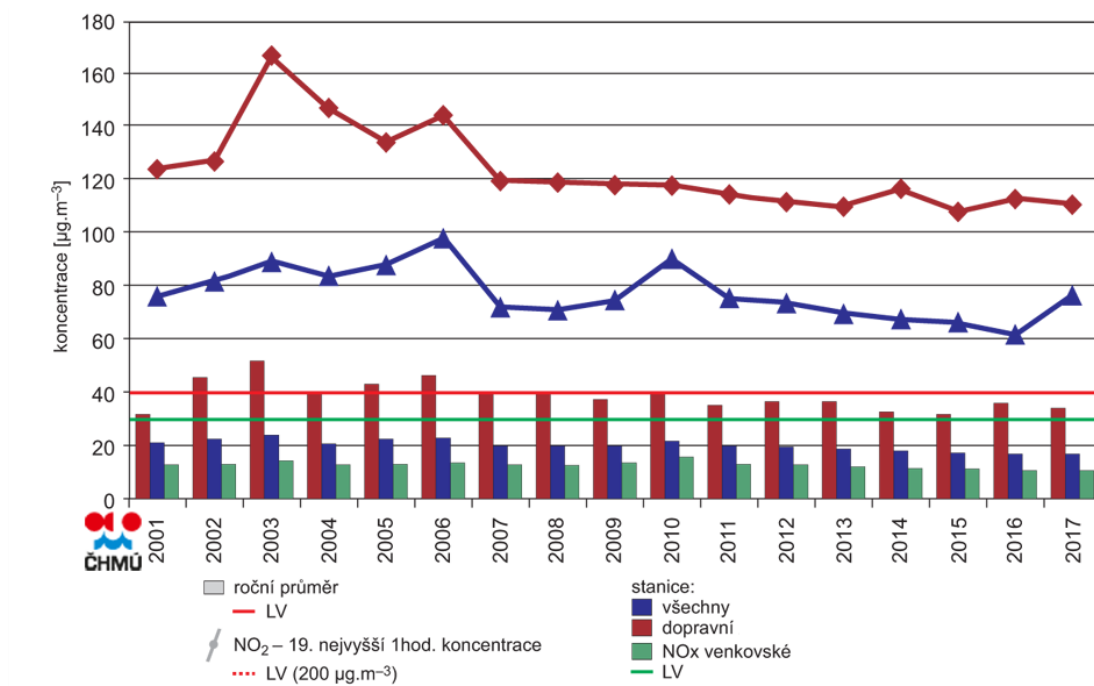
7.2.3 Oxid uhelnatý

Na většině lokalit převládá klesající trend maximální denní 8hodinové koncentrace oxidu uhelnatého. V letech 2015-2017 nebyla zaznamenána výrazná změna koncentrací.

7.2.4 Oxidy dusíku

Díky změně legislativy v roce 1991 byl zaznamenán prudký pokles jak ročních koncentrací NO₂ a NO_x, tak i 19. nejvyšší hodinové koncentrace NO₂. Tento trend

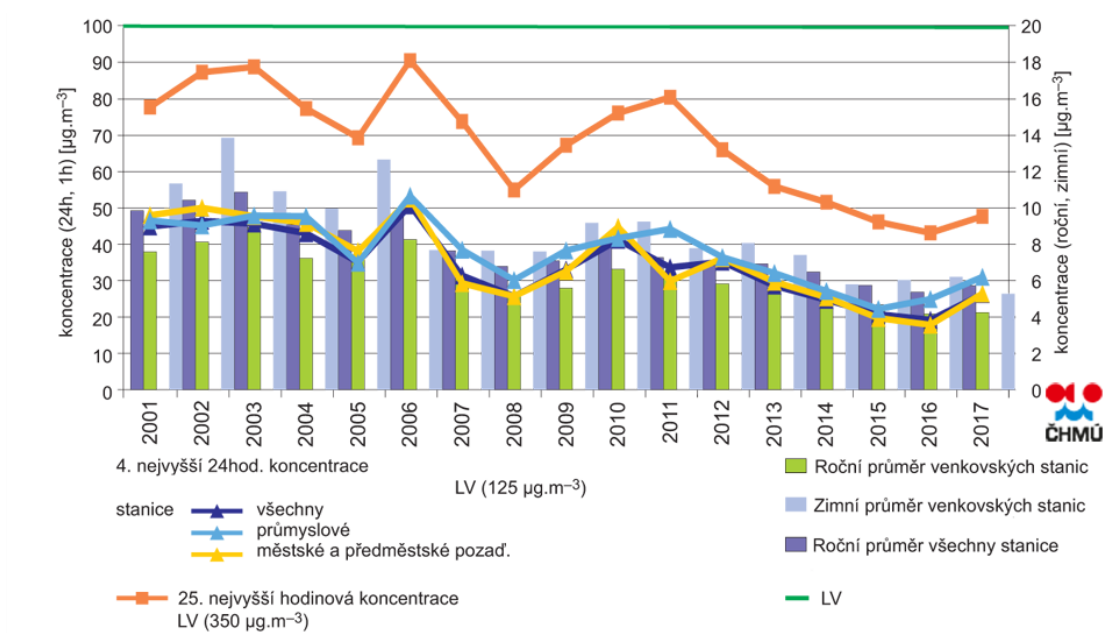
pokračoval až do roku 2000. Od tohoto roku se vyskytují rostoucí i klesající trendy koncentrací znečištění (obr. 7-12). Nejvýraznější nárůsty byly způsobeny nepříznivými meteorologickými a rozptylovými podmínkami. Od roku 2003 je vidět převážně klesající trend znečištění vlivem dopravy, to je pravděpodobně způsobeno obnovou vozového parku i přes rostoucí počty vozidel.



Obrázek 7-12: Trendy ročních charakteristik NO₂ a NO_x v České republice, 2001-2017

7.2.5 Oxid siřičitý

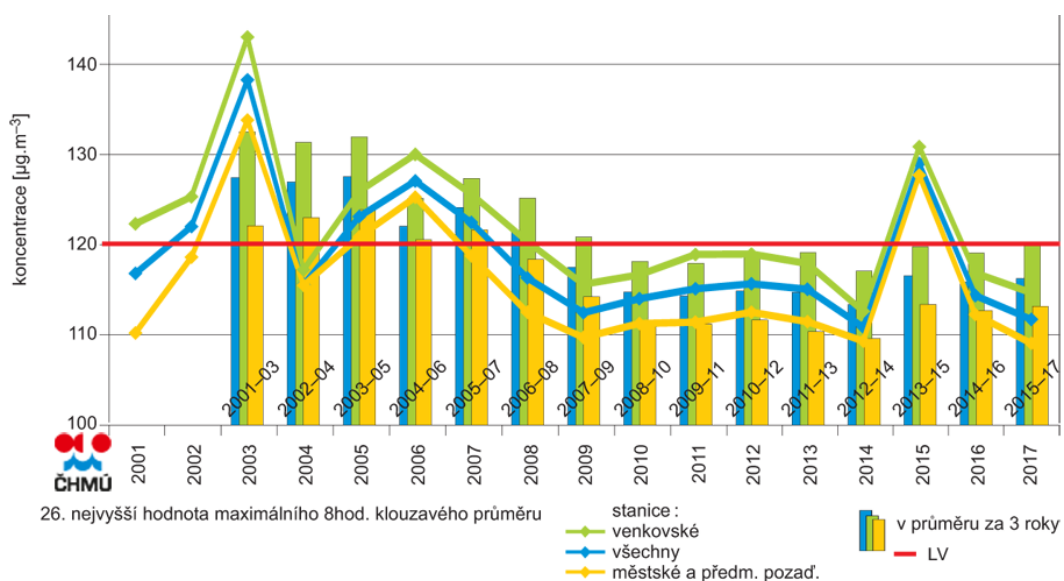
Důsledkem legislativních změn v 90. letech minulého století byl zaznamenán výrazný pokles imisních koncentrací oxidu siřičitého. Od té doby se roční průměrné koncentrace této látky drží pod úrovní imisního limitu (obr. 7-13). Od roku 2010 převládá klesající trend znečištění.



Obrázek 7-13: Trendy ročních charakteristik SO₂ v České republice, 2001-2017

7.2.6 Přizemní ozon

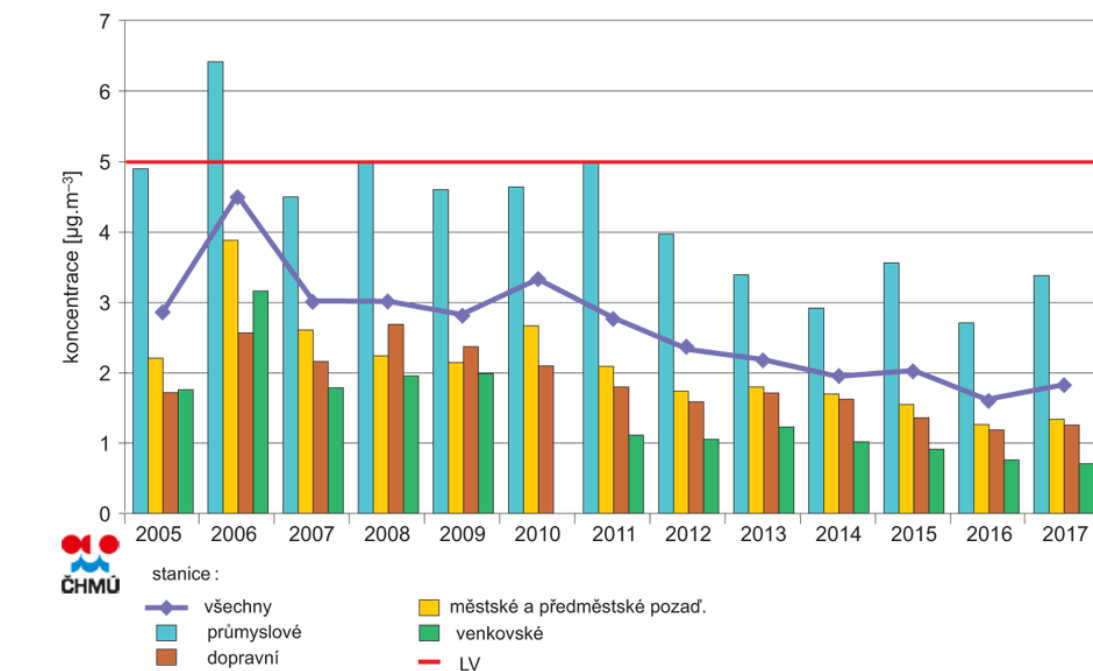
Trend 26. nejvyššího denního maximálního 8hodinového klouzavého průměru koncentrací O₃ má klesající tendenci, ze které vybočují roky 2003 (resp. průměr za období 2001-2003), 2006 (resp. průměr za období 2004-2006) a rok 2015 (resp. průměr za období 2013-2015) (obr. 7-14). V tomto sledovaném období byla nejvyšší hodnota maximálního 8hodinového klouzavého průměru v roce 2003, tento rok byl kritický po celé Evropě v důsledku nadprůměrných teplot během letních měsíců. Z průběhu trendu je zřejmé, že vyšších hodnot je dosahováno na venkovských lokalitách.



Obrázek 7-14: Trendy ročních charakteristik O₃ v České republice, 2001-2017

7.2.7 Benzen

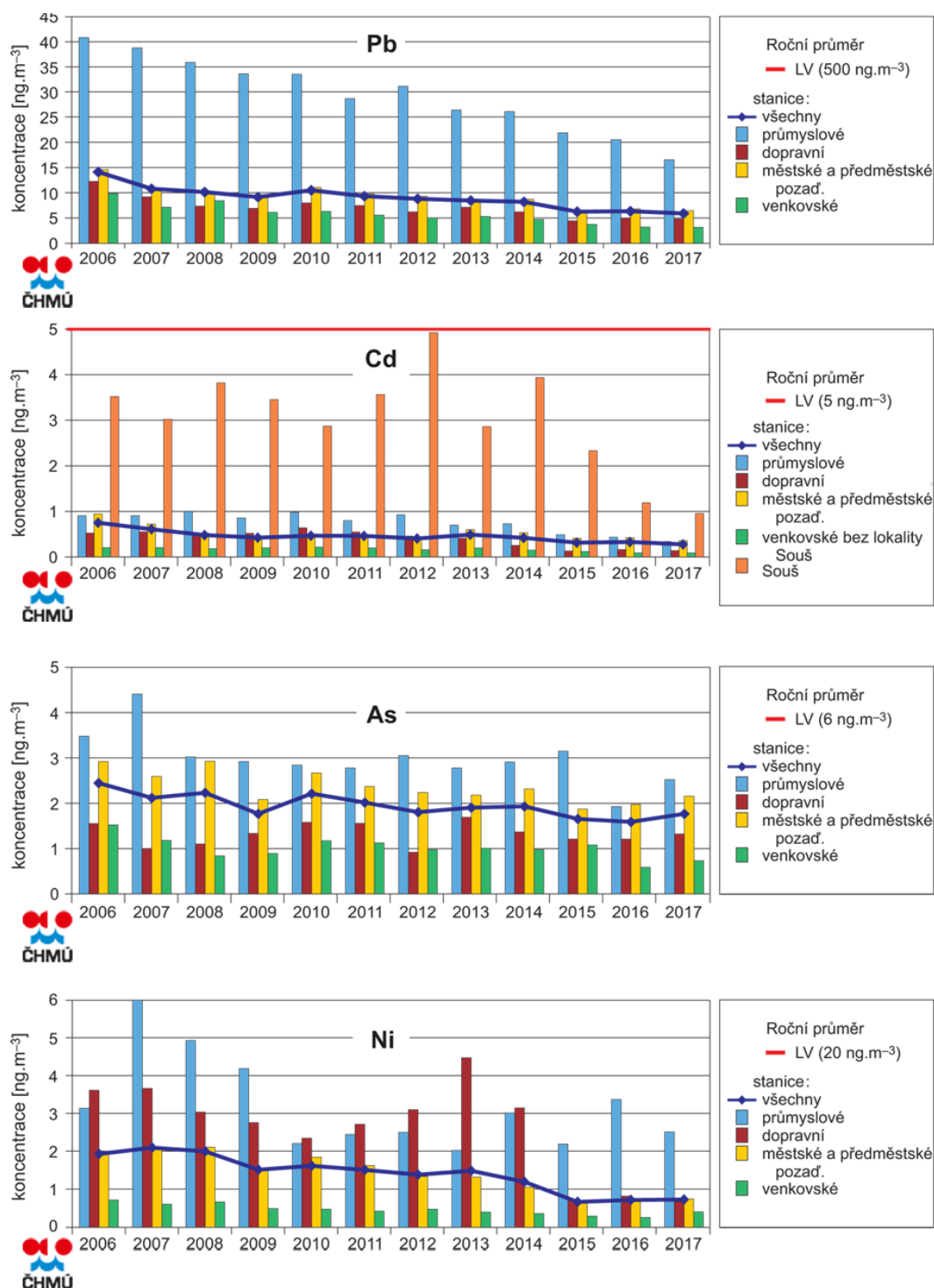
V letech 2005-2017 má trend roční průměrné koncentrace benzenu převážně klesající tendenci (obr. 7-15). Místa, kde bývají nejčastěji naměřeny vysoké koncentrace benzenu, jsou stanice klasifikované jako městské průmyslové a městské dopravní, takovým typickým místem je aglomerace O/K/F-M.



Obrázek 7-15: Trendy ročních charakteristik benzenu v České republice, 2005-2017

7.2.8 Těžké kovy

Průměrné koncentrace všech sledovaných kovů mezi lety 2006 a 2017 klesaly, výjimkou byly roky 2010 a 2013, kdy se koncentrace lehce zvýšily (obr. 7-16). Za sledované období nebyl překročen imisní limit žádného ze sledovaných kovů. Koncentrace jsou nejvyšší ve městech a v průmyslových oblastech.



Obrázek 7-16: Trendy ročních charakteristik těžkých kovů v České republice, 2006-2017

8 Malé spalovací zdroje

Malé spalovací zdroje byly charakterizovány v zákoně o ovzduší č. 86/2002 Sb. jako zdroje o jmenovitém tepelném výkonu nižším než 0,2 MW, tento zákon byl ale nahrazen zákonem o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., ve kterém už tyto zdroje spadají do kategorie spalovacích stacionárních zdrojů o jmenovitém tepelném příkonu 300 kW a nižším (umístěných v rodinném nebo bytovém domě), i přesto se o nich hovoří jako o malých zdrojích.

Nejčastějším zástupcem malých spalovacích zdrojů je kotel. Jedná se o zdroj, který je schopen přeměnit chemickou energii uloženou v palivu na tepelnou energii. Jedním z hlavních způsobů dělení kotlů je podle skupenství používaného paliva, ta jsou pevná, plynná a kapalná. Všechny tyto typy kotlů jsou používány jako zdroje tepla pro teplovodní soustavu ústředního vytápění. Kotle na pevná paliva mají největší podíl na znečišťování ovzduší, a proto se tato kapitola věnuje právě jim.

8.1 Technologie kotlů na pevná paliva

V § 17 zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší je povinnost provozovatelů zajistit pravidelnou kontrolu těchto kotlů, z toho důvodu vydalo Ministerstvo životního prostředí „Sdělení k provozování a kontrole spalovacích stacionárních zdrojů o jmenovitém tepelném příkonu 300 kW a nižším“ [28]. Součástí tohoto sdělení jsou podrobné definice technologií kotlů na pevná paliva, což vyřešilo problém, který nastal na českém trhu z důvodu nejednotných názvů technologií používaných různými výrobci. Technologie spalování určuje vlastnosti kotle a to zejména jeho emisivitu a účinnost (viz tab. 15 a 16). [20]

Tabulka 15: Účinnost kotlů dle technologie

	Hnědé uhlí	Dřevní palety	Nedřevní palety	Kusové dřevo
	Účinnost [%]			
Prohořivací	40-60	-	-	55-65
Odhořivací	60-75	-	-	60-75
Zplyňovací	70-80	-	-	75-80
Automatický	75-85	80-90	75-85	-

Tabulka 16: Hodnoty emisí kotlů dle technologie

	Hnědé uhlí	Dřevní palety	Nedřevní palety	Kusové dřevo
	emise CO [mg/m³] při 10 % O₂			
Prohořivací	20000-30000	-	-	5000-25000
Odhořivací	5000-15000	-	-	4000-15000
Zplyňovací	200-7000	-	-	200-6000
Automatický	200-1000	100-600	300-4000	-
	emise TZL [mg/m³] při 10 % O₂			
Prohořivací	200-300	-	-	50-350
Odhořivací	50-200	-	-	50-250
Zplyňovací	30-150	-	-	20-150
Automatický	10-80	10-100	30-150	-

8.1.1 Kotel prohořivací

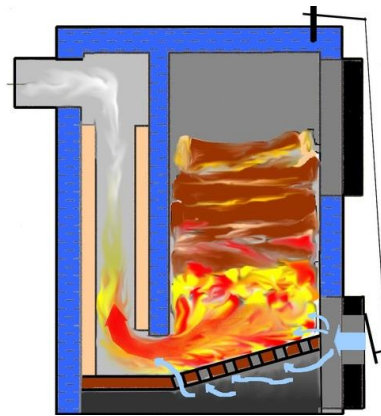
Jedná se o kotel, ve kterém probíhá postupné spalování. Spaliny procházejí přes vrstvu paliva. Tyto kotle využívají technologii s ručním přikládáním paliva a přirozeným přívodem spalovacího vzduchu. Výkon těchto kotlů je značně ovlivňován kvalitou paliva a množstvím přisávaného spalovacího vzduchu. Nevýhodou tohoto kotle je nedostatečná regulace výkonu. Při použití kusového dřeva či černého uhlí spadají tyto kotle do 2. emisní třídy, hnědé uhlí v nich spalovat nelze. Ojedinele lze tento kotel klasifikovat do 3. emisní třídy instalací paletového hořáku. [21] [22]



Obrázek 8-1: Kotel prohořivací

8.1.2 Kotel odhořivací

Podobně jako kotel prohřivací je i kotel odhořivací je kotel s ručním přikládáním paliva a přirozeným přívodem vzduchu. Rozdíl je v tom, že u tohoto kotle dochází k postupnému odhořívání paliva ve spodní části násypky a že spaliny neprocházejí vrstvou paliva. Prchavá hořlavina z paliva prochází zónou vysokých teplot a proto dochází k jejímu lepšímu využití. Stejně jako některé kotle prohřivací i kotle odhořivací dosáhly 2. emisní třídy ale po jistých úpravách některé z nich dosáhly u certifikací 3. emisní třídy. [21]

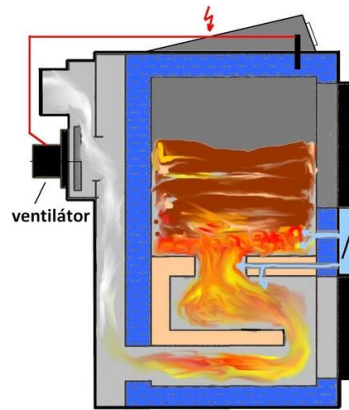


Obrázek 8-2: Kotel odhořivací

8.1.3 Kotel zplyňovací

Ke zplyňování, neboli k uvolňování prchavé hořlaviny, dochází u spalování jakéhokoliv paliva, tedy i u kotle prohřivacího a odhořivacího. U těchto klasických technologií dochází k úniku prchavé hořlaviny komínem.

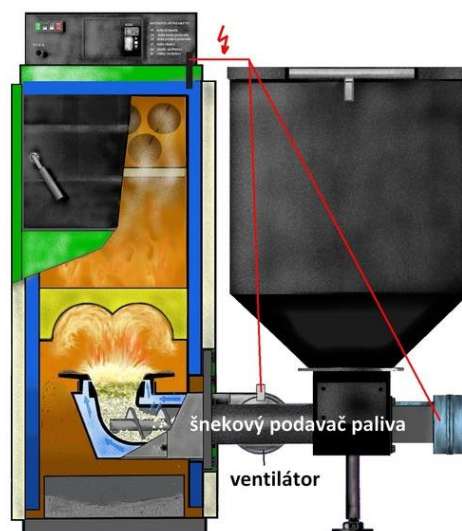
Zplyňovací kotel je druhem kotle odhořivacího s ručním přikládáním, ve kterém dochází k vyšší úrovni spalování řízeným přísunem spalovacího vzduchu ventilátorem. Regulátor provozu může díky ventilátoru přesněji regulovat průběh spalování a tudíž i výkon. Ve spalovací komoře, která je tvořena žárobetonovými tvarovkami, dochází ke kvalitnímu vyhoření prchavé hořlaviny. Tyto kotle běžně dosahují certifikace 4. a 5. emisní třídy. [21]



Obrázek 8-3: Kotel zplyňovací

8.1.4 Kotel automatický

Jedná se o kotel se samočinnou dodávkou paliva a ventilátorem řízeným přísunem spalovacího vzduchu. Při spalování hnědého uhlí kotle běžně dosahují 3. a 4. emisní třídy, při spalování dřevních pelet lze dosáhnou dokonce 5. emisní třídy. Existují čtyři základní typy automatických kotlů: kotel automatický se šnekovým dopravníkem (viz obr. 8-4), kotel automatický s rotačním dopravníkem, který využívá bubnového otočného roštu k dopravě paliva, kotel automatický přestavěný, jedná se o kotle přestavěné z původních prohořivacích, odhořivacích a zplyňovacích a kotel automatický speciální, který využívá jiné než paletizovanou biomasu (piliny, štěpka, sláma) jako palivo. [21] [23]



Obrázek 8-4: Kotel automatický se šnekovým dopravníkem

8.1.5 Lokální topidlo s výměníkem

Jedná se o primárně sálavý zdroj tepla s teplovodním výměníkem určeným k přípravě teplé vody k vytápění. Tato kategorie obsahuje všechny teplovodní spalovací zdroje do výkonu 500 kW, které nespádají do ČSN EN 303-5. Jedná se především o krbové vložky a krbová kamna s teplovodním výměníkem. [20] [23]

8.1.6 Jiný typ spalovacího stacionárního zdroje

Do této kategorie spadají všechny ostatní spalovací zdroje se speciální konstrukcí, které nejsou definovány žádnou předchozí kategorií. [20] [23]

8.2 Znečišťování malými zdroji

Mezi malé zdroje především spadají kotle a lokální topeniště, z nich nejrozšířenější jsou kotle na zemní plyn. Kotle na pevná paliva má v České republice pořád více než 20 % domácností, nicméně toto číslo se postupně snižuje z důvodů výměn těchto kotlů, například za kotle plynové nízkoemisní, mimo jiné i za pomoci „kotlíkových dotací“.

Znečišťování malými zdroji patří v České republice mezi nejzávažnější problémy týkající se ochrany ovzduší. Jak je možné vidět v kapitole 6 Emisní bilance znečišťování ovzduší v ČR, lokální vytápění domácností je u mnoha znečišťujících látek jedním z hlavních, ne-li hlavním zdrojem znečištění (obr. 6-1, 6-2, 6-3, 6-4, 6-6, 6-7). Konkrétně se jedná o suspendované částice frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}, benzo[a]pyren, oxid uhelnatý, oxid siřičitý, benzen a v látkách bez imisního limitu o těkavé organické látky.

Lokality nejvíce znečištěné těmito látkami jsou zejména v sídelních celcích a malých obcích, kde se bohužel znečištění ovzduší neměří z důvodu nedostatečného pokrytí měřicími stanicemi. V České republice je přibližně 5 tisíc obcí, ale jen 150 měřících stanic, které jsou umístěny převážně v lokalitách s velkou hustotou zalidnění a u velkých zdrojů znečištění, jako jsou třeba elektrárny. Z toho důvodu často bývá ve všeobecném povědomí, že nejznečištěnější jsou velká města, což ne vždy odpovídá skutečnosti. Při vytápění rodinných nebo bytových domů spalováním pevných paliv jsou emise na jednotku produkované energie přibližně desettisíckrát vyšší, než je tento poměr u uhelných elektráren. Je zřejmé, že se z komínu průměrného rodinného domu neemituje takové množství jako z komínu uhelné elektrárny, ale tyto komíny se většinou vyskytují ve větším množství a ústí těchto komínů jsou výrazně blíže obývanému prostoru. [2] [24]

Trendy znečišťování suspendovanými částicemi frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$, benzo[a]pyrenem, oxidem uhelnatým, oxidem siřičitým, benzenem mají v čase klesající tendenci a v budoucnu se snad bude zmenšovat i podíl lokálního vytápění domácností na znečištění ovzduší. [2]

9 Tzv. „kotlíkové dotace“

Jedná se o rozsáhlý dotační program, který byl vyhlášen Ministerstvem životního prostředí jako součást operačního programu Životní prostředí 2014-2020. Tento dotační program je zaměřen na výměnu starých neekologických kotlů na pevná paliva.

Cílem kotlíkových dotací je snížit emise znečišťujících látek do ovzduší z lokálních topenišť. Výměna se týká minimálně 85 tisíc starých kotlů v domácnostech, a celkově na tyto dotace bude rozděleno 9 miliard korun z fondů EU. [19]

9.1 Vznik

Česká republika se dlouhodobě potýká se znečištěným ovzduším. Evropská unie ročně investuje stovky miliard eur do snížení emisí velkých průmyslových zdrojů. Tento problém bylo proto potřeba začít řešit komplexněji. V České republice vzniká okolo 98 % všech emisí benzo[a]pyrenu a 57 % všech emisí suspendovaných částic PM₁₀ právě v lokálních topeništích, a právě tyto látky jsou nejčastěji emitovány ze zastaralých kotlů na pevná paliva. [2]

V Evropské komisi vznikl program „kotlíkové dotace“, který by měl zlepšit stav ovzduší. V rámci tohoto programu mají občané přístup k prostředkům z evropských fondů, předmětem podpory je výměna starých neekologických kotlů na pevná paliva za moderní nízkoemisní kotle na biomasu, uhlí nebo jejich kombinaci, dále za tepelné čerpadlo nebo plynový kotel. [19]

9.2 Vývoj

Program „kotlíkové dotace“ je rozdělen na tři samostatné vlny (výzvy). [19]

9.2.1 1. výzva

V rámci první výzvy, která odstartovala v půlce července 2015, bylo cílem vyměnit do roku 2018 minimálně 20 tisíc kotlů. Předmětem podpory byla výměna původního zdroje tepla na pevná paliva s ručním přikládáním za

- kotel na pevná paliva – uhlí, biomasa nebo kombinovaný (uhlí/biomasa),
- plynový kondenzační kotel,
- tepelné čerpadlo.

Součástí této dotační vlny byla i mikroenergetická opatření, což je např. výměna oken nebo zateplení střechy. Tato opatření je nutné provést, pokud rodinný dům nesplňuje ani energetickou třídu budovy C, doporučují je energetický specialista, a to maximálně ve výši podpory 20 tisíc Kč. [19] [25]

9.2.2 2. výzva

Druhá výzva plynule navazuje na tu první, byla zahájena v březnu roku 2017, cílem bylo vyměnit dalších 35 tisíc kotlů do konce roku 2019. Součástí druhé výzvy byl i příspěvek ve výši 7500 Kč pro občany v prioritních oblastech, ty zveřejnil Operační program životního prostředí v rámci EU a spadají mezi ně obce všech krajů kromě Karlovarského. Předmět podpory byl vzhledem k 1. výzvě lehce upraven, a to z důvodu velmi nízkého zájmu o kotle čistě na uhlí, byla zrušena i podpora mikro energetických opatření, aby byla podpora poskytnuta více žadatelům. Konečným předmětem podpory byla výměna původního zdroje tepla na pevná paliva s ručním přikládáním za:

- kotel na pevná paliva – biomasa nebo kombinovaný (uhlí/biomasa),
- plynový kondenzační kotel,
- tepelné čerpadlo. [19] [25]

9.2.3 3. výzva

V návaznosti na předchozí dvě výzvy přišla výzva třetí, a to na začátku dubna 2019. Cílem této výzvy je vyměnit minimálně 30 tisíc kotlů. Nově také byla představena možnost kombinovat dotaci nejen s bonusem pro prioritní oblasti, ale také s programem „Nová zelená úsporám“, kde výše podpory v této kombinaci může dosahovat až 20 tisíc Kč. Upravování podpory neustalo ve druhé výzvě, podpora kotlů využívajících částečně uhlí skončila a finálním předmětem podpory byla výměna původního zdroje tepla na pevná paliva s ručním přikládáním nesplňující třídu 3, 4 nebo 5 dle ČSN EN 303-5 za:

- kotel na biomasu – automatický nebo s ručním přikládáním
- plynový kondenzační kotel,
- tepelné čerpadlo.

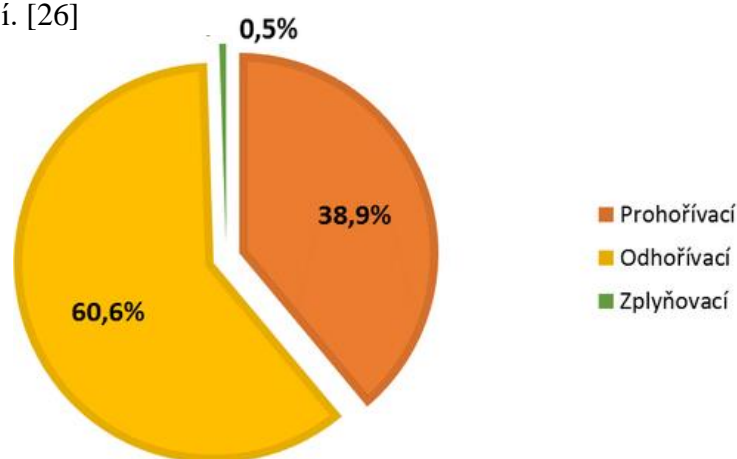
V rámci této výzvy bylo možné požádat i o „kotlíkové půjčky“, ty byly dostupné v Moravskoslezském, Ústeckém a Karlovarském kraji, tyto půjčky jsou bezúročné,

financování poskytuje obcím Státní fond životního prostředí. Účelem těchto půjček bylo zprostředkování výměny kotlů co největšímu počtu domácností. [19] [25]

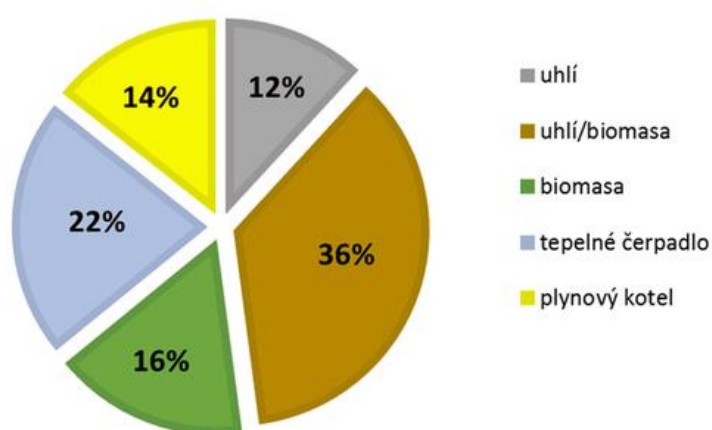
9.3 Dosavadní výsledky

V současné době je uzavřena pouze první vlna programu, v níž bylo nahrazeno 23516 kotlů z 20000 plánovaných, podíl starých kotlů podle konstrukce je vidět na obrázku 9-1 a skladba nových zdrojů tepla dle typu je na obrázku 9-2. [26]

Jelikož není celý tento dotační program ještě ukončen, není možné s jistotou konstatovat, jak moc se tyto změny projeví na kvalitě ovzduší v ČR. Vzhledem k neočekávanému zájmu ve všech třech výzvách je možné očekávat znatelné zlepšení kvality ovzduší. [26]



Obrázek 9-1: Podíl nahrazovaných kotlů podle konstrukce, 1.výzva



Obrázek 9-2: Skladba nových zdrojů tepla dle typu, 1.výzva

9.4 Současná situace

V roce 2014 bylo možno na českém trhu zakoupit již pouze kotle 3. emisní třídy a vyšší. Další změna přišla v roce 2018, kdy bylo možné zakoupit pouze kotle 4. emisní třídy a vyšší. Od roku 2022 nebude dle zákona o ochraně ovzduší možné provozovat staré neekologické kotle 1. a 2. emisní třídy. [1] [27]

9.5 Reakce českého průmyslu na tzv. „kotlíkové dotace“

S příchodem „kotlíkových dotací“ se značně přizpůsobil nejen český, ale i zahraniční průmysl, který do ČR v rámci jednotného evropského trhu a podmínek EU dodává své výrobky (kotle). Podmínkou, aby dodávané kotle mohly být financovány z dotačního programu, je jejich zařazení na Ministerstvem životního prostředí České republiky na seznam výrobků pro kotlíkové dotace.

Mnohé firmy v reakci na podmínky dotačního programu změnilы svou obchodní strategii a kompletně se soustředily na propojení svých výrobků s „kotlíkovými dotacemi“. Součástí tohoto propojení často bývá, kromě výroby vhodného kotle, také nabídka vyřízení dotační podpory při koupi nového kotle. Každá jednotlivá nová výzva v rámci dotačního programu způsobila u připravených výrobců kotlů zvýšení výroby a dodávek. Hlavním problémem, s nímž se výrobci i dodavatelé kotlů potýkali, byla rozdílnost v obsahu jednotlivých výzev, neboť postupně docházelo ke změnám v předmětu podpory (různé regiony, změny v typech kotlů).

Ve snaze zjednodušit žadatelům přístup k dotacím a dosáhnout tak postupného zlepšení ovzduší, reagovaly na dotační program i některé obce a města a pomáhají žadatelům při přípravě žádosti o dotaci. Některé z nich poskytují nad rámec „kotlíkové dotace“ další peníze ze svých zdrojů. Obdobně se zachovaly i mnohé konzultantské firmy, které žadatelům radí a pomáhají.

Mimo zřejmého příznivého ekologického dopadu na ovzduší obcí a měst v ČR, má dotační program i pozitivní dopad na ekonomiku, neboť slouží jako podpora malého a středního podnikání.

9.6 Technická opatření

Součástí tohoto dotačního programu jsou i technická opatření, která souvisí s instalací nového kotle, mezi ně patří:

- stavební práce, dodávky a služby spojené s realizací kotle (včetně nákladů na úpravu spalinových cest) nebo tepelného čerpadla,
- stavební práce, dodávky a služby související s realizací nové otopné soustavy nebo úpravou stávající otopné soustavy, včetně dodávky a instalace akumulční nádoby nebo kombinovaného bojleru,
- náklady na zkoušky nebo testy související s uváděním majetku do stavu způsobilého k užívání a k prokázání splnění technických parametrů, ovšem pouze v období do uvedení nového zdroje tepla do trvalého provozu,
- náklady na projektovou dokumentaci – tyto náklady nezahrnují náklady na zpracování žádosti. [25]

10 Závěr

První část bakalářské práce se zabývá základními pojmy používanými v ochraně ovzduší, představením základních znečišťujících látek, jejich původem a jejich vlivem na zdraví člověka.

Dále se práce zabývá směrnicemi doporučenými WHO, požadavky EU a jejich napojením těchto požadavků na legislativní rámec České republiky, kterým je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a jeho novely. V tomto zákoně jsou obsaženy imisní limity, mezi které patří limity pro ochranu zdraví lidí, pro ochranu ekosystémů a vegetace, pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM₁₀ vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a pro troposférický ozon. Další součástí zákona jsou emisní požadavky na malé spalovací zdroje, ty jsou stanoveny pro oxid uhelnatý, celkový organický uhlík, tuhé znečišťující látky a při spalování pevných paliv pro oxidy dusíku a oxid uhelnatý při spalování kapalných nebo plyných paliv.

Další část bakalářské práce se zabývá celkovou situací znečišťování a znečištění ovzduší v České republice. Práce pojednává o emisní bilanci základních znečišťujících látek, kterými jsou suspendované částice, benzo[a]pyren, oxidu uhelnatý, oxidy dusíku, oxid siřičitý, benzen, těžké kovy a látky bez imisního limitu, jejíž hlavní součástí jsou těkavé organické látky. Mnohé emise těchto vyjmenovaných látek pochází převážně ze sektoru lokální vytápění domácností, jedná se o 57 % všech emisí suspendovaných částic frakce PM₁₀, 74 % emisí frakce PM_{2,5}, 98 % emisí benzo[a]pyrenu, skoro 67 % emisí oxidu uhelnatého, 18 % emisí oxidu siřičitého a bezmála 48 % emisí těkavých organických látek.

Práce se věnuje i imisní situaci v České republice. Zde zhodnoceno znečištění z hlediska základních znečišťujících látek, kterými jsou suspendované částice frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}, benzo[a]pyren, oxid uhelnatý, oxidy dusíku, oxid siřičitý, benzen, těžké kovy a těkavé organické látky.

Mezi látky, které v roce 2017 významně převyšovaly stanovené imisní limity, patří částice frakce PM₁₀, u nich byly imisní limity překročeny pro průměrnou 24hodinovou koncentraci na 8,3 % území ČR, na němž žije přibližně 23,1 % obyvatel. Další látkou spadající do této skupiny je benzo[a]pyren, jeho roční průměrné koncentrace byly překročeny na 66 % všech měřících stanic. Těmito látkami je nejvíce znečištěná aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek. V této oblasti existuje několik faktorů, které

výrazně komplikují snižování koncentrací znečišťujících látek. Patří mezi ně rozsáhlý průmysl, vysoká koncentrace lokálních topenišť, zvýšená koncentrace dopravy a špatné rozptylové podmínky, které jsou způsobeny polohou lokality v údolí mezi Beskydy a Jeseníky.

K překročení imisních limitů došlo i u oxidu dusičitého. Tato látka je emitována převážně dopravou, a proto jsou limity překročeny výhradně ve městech a poblíž lokalit zatížených dopravou.

Kvalita ovzduší se v České republice poměrně výrazně zlepšuje už skoro třicet let, dokládá to i vývoj imisní situace uvedený v této práci. Ve srovnání s Evropou z hlediska měrných emisí (územních, na obyvatele) patří Česká republika mezi nejznečištěnější státy, a je tedy stále co zlepšovat. Trendy koncentrací jednotlivých znečišťujících látek v ovzduší jsou ale převážně klesající. Klesající trendy se týkají látek, dlouhodobě nadlimitních, jako jsou suspendované částice frakce PM₁₀, benzo[a]pyren a oxidy dusíku. Jsou i u látek, u kterých byly imisní limity překročeny jen krátkodobě, mezi které patří suspendované částice frakce PM_{2,5} a přízemní ozon, což bylo nejspíš způsobeno nepříznivými rozptylovými a meteorologickými podmínkami. U látek jako jsou např. oxid siřičitý, benzen a těžké kovy se také vyskytují klesající trendy koncentrací, i když koncentrace těchto látek se dlouhodobě pohybují pod hodnotou imisních limitů.

Poslední část této práce se věnuje malým zdrojům, které jsou výrazným zdrojem suspendovaných částic frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}, benzo[a]pyrenu, oxidu uhelnatého, oxidu siřičitého a těkavých organických látek. Malé zdroje jsou v rámci této práce chápány jako spalovací stacionární zdroje o jmenovitém příkonu 300 kW a nižším. Práce se věnuje jejich zařazení do české legislativy a důležitosti snižování emisí těchto zdrojů. Mezi hlavní důvody patří, že ke znečištění ovzduší lokálními topeništi dochází právě v oblasti nejčastějšího pobytu lidí, tj. v okolí domovů, kde lidé tráví většinu svého času.

Důležitým nástrojem na snížení tohoto znečištění jsou „kotlíkové dotace“, což je dotační program Ministerstva životního prostředí České republiky, který pomocí prostředků z evropských fondů má za účel obnovu starých kotlů za nové nízkoemisní. Tento program odstartoval v roce 2015 a jeho ukončení je naplánováno na rok 2020, během této doby je plánováno vyměnit minimálně 85 tisíc kotlů. Celkově je na tento program vyčleněno 9 miliard Kč z fondů EU. Tento program se skládá ze tří vln (výzev), v současné době je ukončena první, o kterou byl velký zájem, a proto je na místě očekávat

podobný zájem i o vlny nadcházející. Tento program ještě není u konce, ale už teď je možné předpokládat jeho vliv na zlepšení imisní situace v České republice.

11 Použitá literatura

[1] Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší.

[2] Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2017: Grafická ročenka. Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha: Baláková, 2018 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z:

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/Obsah_CZ.html

[3] Úsek ochrany čistoty ovzduší: Nejčastější otázky od veřejnosti, rodičů s dětmi, školek, médií v oblasti čistoty ovzduší. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. Praha: ČHMU, 2012 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z:

<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/smog/qa.html>

[4] Odborné termíny. *Čisté nebe* [online]. Ostrava: Čisté nebe, 2019 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <http://www.cistenebe.cz/stav-ovzdusi-na-ostravsku/slovnicek-pojmu/>

[5] Chemické látky: Benzo[a]pyren. *Čisté nebe* [online]. Praha: Válek, 2014 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://arnika.org/benzoapyren>

[6] Ovzduší a zdraví: Oxid uhelnatý. *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha: SZÚ, 2017 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/cely-clanek-1>

[7] Oxidy dusíku se hlídají hlavně kvůli zdraví. Nešíří se však jenom z aut. *Český rozhlas* [online]. Praha: Skalický, 2015 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/clovek/oxidy-dusiku-se-hlidaji-hlavne-kvuli-zdravi-nesiri-se-vsak-jenom-z-aut_201509250559_vkourimsky

[8] Integrovaný registr znečišťování: Oxidy dusíku. *Integrovaný registr znečišťování* [online]. Praha: IRZ, 2019 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: https://www.irz.cz/sites/default/files/latky/Oxidy_dusiku_Karta_latky_11012019.pdf

[9] Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě: Oxid siřičitý. *Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě* [online]. Ostrava: ZÚOVA, 2012 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://zuova.cz/Home/Clanek/Oxid-Siricity>

[10] Přízemní ozon. *Čisté nebe* [online]. Ostrava: Čisté nebe, 2019 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <http://www.cistenebe.cz/stav-ovzdusi-na-ostravsku/slovnicek-pojmu/223-prizemni-ozon-o3>

- [11] Přízemní ozón. Může stát za dušností, bolestmi hlavy i nespavostí. *Český rozhlas Plzeň* [online]. Plzeň: Šťovíček, 2017 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://plzen.rozhlas.cz/prizemni-ozon-muze-stat-za-dusnosti-bolestmi-hlavy-i-nespavosti-6715994>
- [12] *Air quality guidelines for Europe*. 2nd ed. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe, c2000. ISBN isbn9289013583. [13] *Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide*. Copenhagen, Denmark: World Health Organization, c2006. ISBN isbn9289021926.
- [14] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES ze dne 21. května 2008 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu. *EUR-Lex: Přístup k právu Evropské unie* [online]. Brusel: Evropský parlament, 2008 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=celex:32008L0050#d1e1435-1-1>
- [15] Doc. Ing. Jiří Hemerka, CSc., Ing. Pavel Vybíral, Ph.D. Ochrana ovzduší, ČVUT v Praze, 2010
- [16] Kotle emisní třída 5. *GAS komplet* [online]. Ostrava: GAS, 2013 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <http://www.mujkotel.cz/kotle-emisni-trida-5/>
- [17] Ekodesign. *GAS komplet* [online]. Ostrava: GAS, 2013 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <http://www.mujkotel.cz/ekodesign/>
- [18] PM₁ frakce nejmenších a nejškodlivějších částic – nové zaměření na ochranu lidského zdraví. *Tzbinfo* [online]. Levice: Bálint, 2016 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/potrubi-a-jeho-soucasti/15062-pm-frakce-nejmensich-a-nejškodlivejsich-castic-nove-zamereni-na-ochranu-lidskeho-zdravi>
- [19] Kotlíkové dotace. *Státní fond životního prostředí České republiky* [online]. Praha: SFŽP ČR, 2014 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/kotlikove-dotace/>
- [20] Oficiální definice typů teplovodních spalovacích zdrojů na pevná paliva. *Topenářství instalace* [online]. Krnov: Lyčka, 2016 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <http://www.topin.cz/clanky/oficialni-definice-typu-teplovodnich-spalovacich-zdroju-na-pevna-paliva-detail-1935>

- [21] Oficiální definice typů teplovodních spalovacích zdrojů na pevná paliva. *Topenářství instalace* [online]. Krnov: Lyčka, 2013 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9798-jak-vybirat-novy-kotel-na-pevna-paliva-1>
- [22] ČSN 07 0240 Teplovodní a nízkotlaké parní kotle – Základní ustanovení, FÚNM, Praha, 2003.
- [23] Sdělení Ministerstva životního prostředí, oboru ochrany ovzduší. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: MŽP, 2019 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/spalovaci_stacionarni_zdroje_300kW_sdeleni/\\$FILE/OOO-Sdeleni_kontroly_kotlu-20190212.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/spalovaci_stacionarni_zdroje_300kW_sdeleni/$FILE/OOO-Sdeleni_kontroly_kotlu-20190212.pdf)
- [24] Vytápění domů uhlím škodí víc než elektrárny, říká expert. *Novinky.cz* [online]. Praha: Procházka, 2019 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/domaci/493275-vytapani-domu-uhlim-skodi-vic-nez-elektrarny-rika-expert.html>
- [25] Informace k 3. kolu kotlíkových dotací. *Krajské sdružení NS MAS ČR Moravskoslezského kraje* [online]. Ostrava: Rašková, 2019 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: http://moravskoslezsky.nsmas.cz/content/uploads/sites/4/2019/04/Krajsk%C3%A11-prezentace_kotl%C3%ADkov%C3%A9-dotace-15.2.2019.pdf
- [26] Vyhodnocení 1. kola kotlíkových dotací. *Tzbinfo* [online]. Praha: tzbinfo, 2017 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/kotlikove-dotace/15674-vyhodnoceni-1-kola-kotlikovych-dotaci>
- [27] Vyhodnocení 1. kola kotlíkových dotací. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: MŽP, 2016 [cit. 2019-06-23]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_161011_revize_kotlu
- [28] Sdělení k provozování a kontrole spalovacích stacionárních zdrojů o jmenovitém tepelném příkonu 300 kW a nižším. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: MŽP, 2019 [cit. 2019-06-24]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/spalovaci_stacionarni_zdroje_300kW_sdeleni