

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIROMENTÁLNÍHO  
MODELOVÁNÍ

EMISNÍ BILANCE A KVALITA OVZDUŠÍ MĚSTA KLDNA  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.  
Bakalant: Roman Valím

2021

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Roman Valím

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

**Emisní bilance a kvalita ovzduší města Kladna**

Název anglicky

**Emission balance and air quality of the city of Kladno**

---

### Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit časoprostorovou variabilitu dat imisních limitů města Kladna. Zhodnocen bude podkladový legislativní rámec pro vyhlášení a vymezení OZKO. V období 2005–2017, počínaje rokem 2005, bude provedena analýza meziroční variability a prostorového rozložení OZKO. Analýza se dále bude zabývat jednotlivými znečišťujícími látkami, jejich vznikem, metodami jak těmto látkám zamezit šíření do ovzduší, způsoby ochrany zdraví lidí a životního prostředí a na závěr OZKO vzhledem k cílovým imisním limitům.

### Metodika

Časová analýza dat o kvalitě ovzduší ve městě Kladno bude vycházet z informací zveřejněných Českým hydrometeorologickým ústavem v Souhrnném tabelárním přehledu, který obsahuje soubor statistických tabulek s imisními hodnotami všech látek, které jsou požadovány pro hodnocení kvality ovzduší podle platných zákonných norem.

Konkrétní hodnoty budou získány z monitorovacích stanic umístěných

v zájmovém území zaznamenaných v části Souhrnný tabelární přehled a Podrobný tabelární přehled denních průměrů na stanicích.

Ze Souhrnného tabelárního přehledu budou uvedena a porovnána data o vybraných znečišťujících látkách v ročních intervalech, přičemž bude zhodnoceno, zda byly stanovené imisní limity překročeny či nikoliv.

Z Podrobného tabelárního přehledu průměrných hodnot na stanicích budou porovnány průměrné hodnoty koncentrací vybraných znečišťujících látek v ovzduší ve městě Kladno v jednotlivých letech 2005-2017 a výsledky budou

prezentovány graficky s vyznačením hodnoty přípustných limitů pro danou látku.

Následně bude zjištěný stav zhodnocen a budou představena doporučení ke zlepšení kvality ovzduší ve městě Kladno.

## Doporučený rozsah práce

40 stran textu

## Klíčová slova

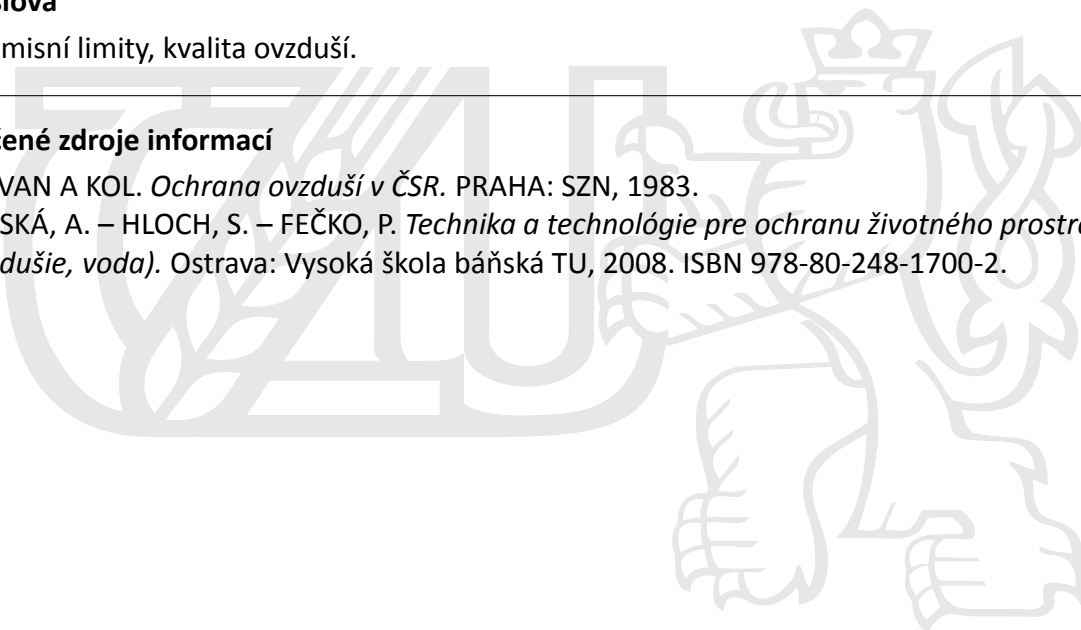
Kladno, Imisní limity, kvalita ovzduší.

---

## Doporučené zdroje informací

NOVÁK IVAN A KOL. *Ochrana ovzduší v ČR*. PRAHA: SZN, 1983.

RADVANSKÁ, A. – HLOCH, S. – FEČKO, P. *Technika a technologie pro ochranu životního prostředí. (1. část, Ovzdušie, voda)*. Ostrava: Vysoká škola báňská TU, 2008. ISBN 978-80-248-1700-2.



---

## Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

## Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

---

Elektronicky schváleno dne 24. 11. 2020

**prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 30. 11. 2020

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 03. 03. 2021

## **ČESTNÉ POHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou/závěrečnou práci na téma:

Emisní bilance a kvalita ovzduší města Kladna vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom/a, že odevzdáním bakalářské/závěrečné práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V ..... dne.....

.....  
(podpis autora práce)

### **Poděkování**

Děkuji svému vedoucímu práce doc. Mgr. Markovi Vachovi, Ph.D. za podněty a připomínky při vypracování této bakalářské práce.

V ..... dne.....

.....  
(podpis autora práce)

# Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou zhoršené kvality ovzduší města Kladna. Práce obsahuje analýzu meziroční variability dat emisí města Kladna v období mezi roky 2005 až 2017, která se zabývá jednotlivými znečišťujícími, jejich vznikem, zdroji znečišťování ovzduší a způsoby ochrany zdraví lidí a životního prostředí.

Dále je přiblížena legislativa, která je důležitá pro posuzování kvality ovzduší, a metody, kterými se zjišťuje úroveň znečištění ovzduší.

Zjištěné změny mezi obdobími jsou prezentovány ve formě grafů, které poukazují na vývoj kvality ovzduší.

Klíčová slova: Kladno, Imisní limity, emisní bilance, kvalita ovzduší.

# Abstract

The bachelor's thesis deals with the issue of air quality deterioration in the city of Kladno. An analysis of the year-on-year variability of emission data of the city of Kladno in the period 2005–2017 is performed, which takes into account the measures of pollutants, their origin, sources of air pollution and methods of protection of human health and the environment.

The legislation important for the assessment of air quality and the methods by which the level of air pollution is determined are described.

The detected changes between periods are presented in the form of graphs, which point to the development of air quality.

Keywords: Kladno, Air pollution limits, emission balance, air quality.

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce.....	3
3. Znečištění ovzduší .....	4
3.1 Zdroje znečišťování ovzduší.....	5
3.1.2 Mobilní zdroje.....	5
3.1.1 Registr emisí a stacionárních zdrojů .....	5
3.1.3 Stacionární zdroje .....	7
3.1.4 Nová kategorizace stacionárních zdrojů znečištění .....	8
3.1.5 Vyjmenované stacionární zdroje .....	8
3.1.6 Nevyjmenované stacionární zdroje .....	8
3.2 Látky znečišťující ovzduší.....	9
3.2.1 Tuhé znečišťující látky .....	10
3.2.2 Anorganické kyslíkaté sloučeniny síry.....	11
3.2.3 Anorganické sloučeniny dusíku.....	12
3.2.4 Oxid uhelnatý .....	13
3.2.5 Organické látky OC .....	13
3.2.6 Amoniak .....	14
3.2.7 Methan .....	14
3.3. Databáze ISKO.....	15
3.3.1 Imisní limity .....	16
3.4 OZKO .....	18
3.5 Metody zjišťování úrovně znečištění ovzduší .....	19
3.5.1 Měření tmavosti kouře.....	20
3.6 Měření emisí.....	21
3.6.1 Jednorázové měření .....	22
3.6.2 Kontinuální měření .....	22

3.7 Snižování emisí .....	25
3.7.1 Kjótský protokol.....	25
3.7.2 Emisní povolenky .....	26
3.7.3 Princip obchodování s emisními povolenkami .....	27
3.7.4 Krajské programy snižování emisí .....	27
3.7 Historie a příčiny zhoršené kvality ovzduší. ....	28
4. Metodika.....	30
5. Výsledky.....	33
5.1 Emisní bilance kladenských provozoven .....	33
5.2 Imise a imisní limity.....	39
6. Diskuse .....	43
7. Závěr .....	45
8. Literatura .....	47
8.1 Internetové zdroje .....	49
8.2 Normy, vyhlášky, zákony .....	52
9. Přílohy .....	54
9.1 Seznam obrázků.....	54
9.2 Seznam Tabulek.....	54
9.3 Seznam Grafů .....	54



# 1. Úvod

Bakalářská práce se zabývá problematikou zhoršené kvality ovzduší města Kladna.

Tato práce se dělí na dvě části. První část popisuje problematiku znečišťování ovzduší, která vychází z legislativy České republiky. Charakterizuje zdroje znečišťování ovzduší, emise a imisní limity a také popisuje jednotlivé znečišťující látky, které jsou vypouštěné do ovzduší, a popisuje legislativní rámec pro vyhledávání území s překročením imisního limitu označovaný jako OZKO.

Ve druhé části se tato práce zabývá zhodnocením meziroční variability dat emisí, které byly vypouštěny do ovzduší a ukazují roční úrovně znečištění ovzduší, a také tato práce zhodnocuje vliv kvality ovzduší na životní prostředí a zdraví obyvatel města Kladna.

Kladensko je jedna z mnoha oblastí České republiky se zhoršenou kvalitou ovzduší. V nedávné minulosti se díky rozvoji hornictví a hutnictví do ovzduší uvolňovaly znečišťující látky, které vznikaly například spalováním tuhých paliv při domácím vytápění, při výrobě elektrické energie a dále také během hutnických nebo chemických výrobních procesů.

Česká republika se problematikou zhoršené kvality ovzduší zabývala již v minulosti, ale v té době ještě nebyl vliv škodlivých látek na životní prostředí a na lidský organismus natolik prozkoumán a nekladl se na něj takový důraz jako při současné novelizaci platných zákonů. V hustě osídlených městech a průmyslových oblastech docházelo k vypouštění znečišťujících látek ve větším množství než v jiných částech našeho území, a to mělo za následek častější zdravotní potíže občanů, ale také zhoršení kvality životního prostředí, a tak patřilo Kladno k jedněm z nejvíce znečištěným městům České republiky.

Díky rozvoji nové legislativy o ochraně ovzduší v období devadesátých let dvacátého století se situace začala zlepšovat a došlo ke snižování koncentrací PM<sub>10</sub> a SO<sub>2</sub>. V té době ještě nešlo o nějak výrazně velkou změnu až do doby, kdy novelizace zákonů nedošla k nové legislativě formované v souladu se směrnicemi Evropské unie, které vedlo ke vzniku nového zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, v platném znění. Tímto zákonem vzniklo vymezení

oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší OZKO, které byly řízeny krajskými a místními orgány veřejné správy a podle kterých bylo možné efektivní a jednoznačné vyhodnocování znečištění ovzduší, jenž vedlo k postupnému zlepšování kvality ovzduší města Kladna. S využitím dat, které jsou dostupné na stránkách ČHMU, je možné zhodnotit celkovou meziroční variabilitu kvality ovzduší města Kladna v období let 2005–2017.

## 2. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je zmapovat vývoj kvality ovzduší, která vychází z imisních koncentrací a emisní bilance znečišťujících látek v ovzduší města Kladna. Práce má za cíl zhodnotit současnou legislativu, která je spojená s vyhlašováním a vymežováním OZKO.

V této práci je provedena analýza dat z období mezi roky 2005–2017, která se zabývá meziroční variabilitou jednotlivých znečišťujících látek, které byly vypouštěny z hlavních zkoumaných stacionárních zdrojů zvolené pro tuto práci a také jsou zohledněny ostatní zdroje znečištění ovzduší města Kladna.

Analýza se dále zabývá vznikem a vlastnostmi jednotlivých látek znečišťující ovzduší, jaké mají tyto látky vliv na zdraví obyvatel a metodami, jak těmto látkám zamezit šíření do ovzduší.

Na základě této analýzy můžeme vyhodnotit současné trendy sledující vývoj ovzduší a na závěr lze zhodnotit tyto poznatky za účelem ochrany zdraví obyvatel města Kladna, zlepšení kvality ovzduší a životního prostředí.

### 3. Znečištění ovzduší

Znečišťování ovzduší je způsobováno látkami, které mají nepříznivé vlivy na životní prostředí. Pokud tyto látky působí na člověka dlouhodoběji, může to vést k vážným zdravotním potížím. Česká republika může chránit a zlepšovat kvalitu ovzduší přísnými legislativními prostředky díky novému zákonu č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší v platném znění (dále jen „zákon č. 201/2012 Sb.“). Pomocí tohoto zákona může Česká republika preventivně předcházet znečišťování ovzduší za použití stanovení imisních limitů, které pomohou k celkovému poklesu úrovně znečištění ovzduší a také snížením rizik škodlivých látek lidskému zdraví.

K zákonu č. 201/2012 Sb. se vztahují další předpisy, jako jsou například předpisy Evropské Unie, dále také nařízení vlády nebo vyhlášky vydané Ministerstvem životního prostředí.

Tyto zákony obsahují konkrétní povinnosti pro provozovatele a majitele zdrojů znečišťování ovzduší, způsoby a nástroje, jak docílit snížení množství těchto škodlivých látek pro životní prostředí, stanovení způsobů náhrad za vzniklé škody a jiné další finanční sankce.

Současnou podobu změn přineslo zrušení tehdejšího zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší k datu 01.09.2012 místo kterého vstoupil v platnost zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší v platném znění.

Dále vešla v platnost dne 30.11.2012 vyhláška č. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, v platném znění (dále jen „vyhláška č. 415/2012 Sb.“). Tento nový zákon o ochraně ovzduší byl podle příslušných předpisů Evropské unie zpracován tak, že se v něm upravily všechny přípustné hodnoty a způsoby pro posuzování přípustné úrovně znečištěného ovzduší, jejich kategorizaci a také jejich vyhodnocování a zaznamenávání, aby se dosáhlo zlepšení kvality ovzduší (Dohnal, 2014; Grössl, 2016; Morávek a kol, 2013; NRDC, 2021).

## 3.1 Zdroje znečišťování ovzduší

Zdroje znečištění můžeme členit na antropogenní zdroje, které bývají způsobované činností člověka a na přírodní zdroje. Příkladem přírodních zdrojů emisí bývá sopečná činnost, prach šířený větrem, solné výpary z mořské vody, emise těkavých organických látek z rostlin nebo lesní požáry. To má za následek vypouštění do ovzduší oxidu siřičitého SO<sub>2</sub>, chlorovodíku HCl, fluorovodíku HF, oxidy dusíku NO<sub>x</sub> – transport na dlouhé vzdálenosti, sopečný popel a CO<sub>2</sub> (Vach, 2005).

Struktura emisní bilance v souvislosti se zákonem č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší uvádí, že nejvýznamnějšími antropogenními zdroji jsou především zdroje lokálních topenišť, zejména využívající spalování pevných paliv (Braniš a Hůnová, 2009; MŽP 1997).

### 3.1.2 Mobilní zdroje

Mobilní zdroje znečišťování ovzduší se řadí podle registru emisí a stacionárních zdrojů do kategorie REZZO 4.

Patří do nich samohybná a další pohybová zařízení, které mají spalovací motory. Jsou to například osobní a nákladní automobily, autobusy hromadné dopravy, nákladní automobily, zemědělské a stavební stroje, zahradní zařízení, lodní motory, letadla, lokomotivy, ostatní silniční doprava. Dále také přenosné nářadí se spalovacím motorem jako jsou například zahradní sekačky, motorové pily, sbíječky a vybavení v průmyslu, energetice a u zpracovávání odpadů (Hemerka a Vybíral, 2010).

### 3.1.1 Registr emisí a stacionárních zdrojů

Pro účely evidování všech zdrojů znečišťování ovzduší a následné zpoplatňování emisí znečišťujících látek slouží v České republice souhrnná databáze zdrojů emisí. Za zdroje znečištění se považují zařízení, která během svého provozu vypouštějí znečišťující látky do ovzduší. Tyto zdroje jsou v současné době monitorovány Registrem emisí a stacionárních zdrojů, který má zkratku REZZO – dříve Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší. V současné době, je REZZO součástí Informačního systému kvality ovzduší,

který má zkratku ISKO. Ministerstvo životního prostředí pomáhá spravovat tento registr a vedení registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší spadá pod Český hydrometeorologický ústav (dále jen „ČHMÚ“).

REZZO tedy slouží k inventarizaci všech zdrojů, které znečišťují ovzduší, eviduje druhy a množství emisí znečišťujících látek do ovzduší a také slouží jako zdroj dat pro stanovování emisní bilance České republiky nebo pro konkrétní oblasti, jenž nám slouží k vyhodnocování časovému vývoji ovzduší.

Podle zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší kategorizací a zařazováním těchto zdrojů znečišťování, které dělíme na mobilní zdroje a stacionární zdroje. REZZO obsahuje čtyři soubory s označením REZZO 1, REZZO 2, REZZO 3 a REZZO 4. Výkony těchto zdrojů se uvádí v Mega Watech (MW) (Hemerka a Vybíral, 2010).

#### Rozdělení REZZO

- REZZO 1 - Zvláště velké spalovací stacionární zdroje o jmenovitém tepelném příkonu větším než 50 MW bez ohledu na výkon, dále pak spalovny nebezpečného odpadu s kapacitou větší než 10 tun odstraňovaného odpadu za den, spalovny komunálního odpadu s kapacitou větší než 3 tuny za hodinu, spalovny jiného než nebezpečného a komunálního odpadu s kapacitou větší než 50 tun za den (Dohnal, 2014).
- REZZO 1 - Velké spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu větším než 5 do 50 MW a příkonu Menším než 50 MW, ostatní spalovny odpadů.
- REZZO 2 - Střední spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu větším než 0,2 a menším než 5 MW.
- REZZO 3 - Malé spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu menším než 0,2 MW jako jsou například lokální topeniště (Vach, 2005).
- REZZO 4 – Mobilní zdroje emisí (Hemerka a Vybíral, 2010).

Zdroje se podle zákona č. 86/2002 Sb. dělily na mobilní a stacionární. Stacionární zdroje byly dále rozděleny podle velikosti vlivu zdroje na kvalitu ovzduší, a to na zvláště velké, velké, střední a malé (Hemerka a Vybíral, 2010).

### 3.1.3 Stacionární zdroje

Stacionární zdroje znečištění byly podle zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší) rozdělovány dle míry svého vlivu na kvalitu ovzduší na další podkategorie.

Stacionární zdroje se dělily podle technického a technologického uspořádání.

Zařízení, jenž využívají spalovacích procesů, ve kterých se spalují paliva za účelem využití uvolněné tepelné energie, byly označovány jako spalovací zdroje.

Další byly spalovny odpadů a podobná zařízení schválená ke spalování odpadů a ostatní zdroje. Spalovací zdroje se rozdělovaly do jednotlivých kategorií podle svého tepelného výkonu nebo příkonu (Hemerka a Vybíral, 2010).

- Zvláště velké spalovací zdroje o jmenovitém tepelném příkonu, který je vyšší než 50 MW bez ohledu na tepelný výkon.
- Velké spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu, který je vyšší než 50 MW a nespadá do kategorie zvláště velkých zdrojů znečištění.
- Střední spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu od 0,2 do 5 MW včetně.
- Malé spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu, který je nižší než 0,2 MW.

Tato kategorizace byla později změněna zrušením zákona č. 86/2002 Sb. k 01.09.2012, který byl nahrazen zákonem č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší (Obroučka, 2001).

Tato práce se zabývá naměřenými daty a historií této problematiky posuzování kvality ovzduší, která byla využívána ještě před touto legislativní úpravou, a proto je nutné tuto kategorizaci uvést vzhledem k současné situaci.

Rozdělení zdrojů znečištění na mobilní a stacionární zůstalo v zákoně beze změny.

Zákon tedy uvádí, že stacionární zdroje znečišťování ovzduší jsou zařízení, které využívají spalovacích nebo jiných technologických procesů a které znečišťují ovzduší (Dohnal, 2014; Hůnová a Janoušková, 2004).

### 3.1.4 Nová kategorizace stacionárních zdrojů znečištění

Nová kategorizace se provádí podle druhu činnosti, podle velikosti zdroje a množství určitých vyprodukovaných látek ze stacionárního zdroje a dělí se na vyjmenované zdroje a zdroje nevyjmenované dle přílohy č. 2 zákona 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší (ENVIPROFI, 2021).

### 3.1.5 Vyjmenované stacionární zdroje

Vyjmenované stacionární zdroje jsou zařízení určená ke spalování paliv o celkovém tepelném příkonu vyšším než 0,3 MW. Mezi ně patří například spalovny odpadů, průmyslová výroba a jiné zdroje využívající technologické spalovací procesy.

Původ dat, jenž se evidují, pochází z ohlášení emisních údajů vyjma zjednodušených hlášení podle přílohy č. 11 vyhlášky č. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší (ENVIPROFI, 2021).

Způsob evidence je pro REZZO 1 ohlášení emisí a pro REZZO 2 jsou emise vypočítány z ohlášených spotřeb paliv a emisních faktorů dle zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně přírody v platném znění (ČHMI, 2020).

### 4.1.6 Nevyjmenované stacionární zdroje

Nevyjmenované stacionární zdroje můžeme řadit do kategorie REZZO 3 jenž jsou hromadně sledované zdroje znečišťování ovzduší a jsou to zejména lokální topeniště a další stacionární zařízení určená ke spalování paliv o celkovém tepelném příkonu do 0,3MW, nevyjmenované technologické procesy například při používání rozpouštědel v domácnostech, stavební práce, zemědělské činnosti, těžba uhlí a skládkování odpadů (ENVIPROFI, 2021).



Původ dat pochází z výpočtů emisí z aktivních údajů získaných metodami, které se často využívají při sčítání lidu, domů a bytů, dále pak z údajů pojednávajících o výrobních a energetických statistikách, sčítání dopravy a registru vozidel, a také emisních faktorech dle zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně přírody (ČHMI, 2020).

## 3.2 Látky znečišťující ovzduší

Podle zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, označujeme látky znečišťující ovzduší jako každou látku, která svou přítomností v ovzduší má škodlivé účinky na lidské zdraví, na životní prostředí, může svým vlivem ovlivnit klimatický systém anebo obtěžuje zápachem.

Látky, znečišťující ovzduší, můžeme rozdělit do 9 kategorií.

1. základní znečišťující látky
2. azbesty a těžké kovy
3. perzistentní organické látky
4. organické sloučeniny klasifikované jako karcinogeny, mutageny nebo jedy pro reprodukční proces
5. organické sloučeniny halogenové
6. těkavé organické látky
7. organické látky
8. anorganické látky
9. pachové látky

Pro tuto práci je důležitá pouze první kategorie, která se dále rozděluje na 7 základních látek, jenž znečišťují ovzduší.

V následujících kapitolách jsou přiblíženy podkategorie základních znečišťujících látek.

### 3.2.1 Tuhé znečišťující látky

Tuhé znečišťující látky (dále jen „TZL“), které se dále rozdělují podle velikosti částic polétavého prachu, který se označuje zkratkou PM (Particulate Matter).

Je to atmosférický aerosol, který je všudypřítomnou součástí atmosféry. Velikost částic se pohybuje v rozsahu od 1nm do 100 $\mu$ m. Prachové částice významně působí na úhrny srážek nebo změny teplot v jednotlivých oblastech. Aerosoly se dělí na několik typů jako jsou například:

- Prašné (Suspended Particulate Matter dále jen „SPM“)
- Dýchatelné (Respirable suspended particulates dále jen „RSP“)
- Jemné (částice velké 2,5 $\mu$ m)
- Ultra jemné (částice jsou menší než 2,5 $\mu$ m)
- Saze

(Hemerka a Vybíral, 2010; Dohnal, 2014).

Polétavý prach se rozděluje podle velikostí částic s nejčastějším označením PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>1,0</sub>, přičemž hodnota v indexu je rovna velikosti částice.

Největším zdrojem polétavého prachu je v současné době člověk, který využívá spalovací procesy v autech, při výrobě elektrické energie spalováním tuhých paliv a v chemickém nebo hutnickém průmyslu, ale může také vznikat při lesních požárech, v důsledku sopečné činnosti, působením větrnou erozí, nebo během chemických reakcí plynných složek jako jsou například oxid siřičitý a amoniak.

Prachové částice působí na životní prostředí i na zdraví člověka v důsledku jejich vstřebávání a vdechování.

Negativní vliv prachových částic na životní prostředí může být například při usazování prachu na povrchu listů rostlin. Prachová vrstva má za následek snížení aktivní plochy na listech, která ovlivňuje funkci fotosyntézy a celkovou vitalitu rostliny, což může mít nepříznivý dopad na klima v oblastním měřítku, jelikož dojde k úhynu rostlin. U živočichů se prach usazuje v dýchacích cestách.

Čím menší jsou prachové částice, tím hlouběji se dostanou do dýchacích cest. Velké částice se zachytí v nose, ale ty částice, které jsou menší než 10 $\mu$ m, se mohou dostat až do plicních sklípků.

Hlavní riziko usazování prachových částic v plicích spočívá v tom, že ve vdechovaném aerosolu bývají obsažené karcinogenní sloučeniny. To má za následek poškození dýchací soustavy, ale i kardiovaskulárního systému (ČHMI, 2021c; Dongarra a kol., 2010; Jäger a Letter, 2020; IRZ, 2009c; IRZ, 23.2.2021a; Šuta, 1996).

### 3.2.2 Anorganické kyslíkaté sloučeniny síry

Do této skupiny oxidů síry patří oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>) a oxid sírový (SO<sub>3</sub>). Oxid siřičitý je bezbarvý, štiplavě páchnoucí nehořlavý plyn. Oxid sírový vzniká během přirozené oxidaci oxidu siřičitého.

Tyto sloučeniny se stávají hlavní příčinou vzniku kyselých dešťů, které měly během dvacátého století za následek poničení lesních porostů v Jizerských horách, Krušných horách, v Krkonoších a dalších pohraničních pohoří České republiky. Způsobují také škody na zemědělských polích, ovlivňují život mikroorganismů, způsobují zhoršení kvality vody, což může vést až úhynu ryb v tocích. Oxid siřičitý se využívá na bělení, jako ochrana dřeva, v potravinářství, jako konzervant na sušené ovoce a podobně.

Hlavním uplatněním pro oba oxidy je průmyslová výroba kyseliny sírové, kde je oxid siřičitý hlavní surovinou a oxid sírový je meziproduct při výrobě.

Oxidy síry vznikají při antropogenních činnostech, při výrobě elektrické a tepelné energie, při činnostech ropných rafinérií, při opracování kovů a v dopravě.

Neantropogenními zdroji znečištění těmito látkami bývá vulkanická činnost a lesní požáry.

Oxid siřičitý má vážné dopady na životní prostředí i na živé organizmy, jelikož se usazuje v půdě nebo bývá rozptýlen do ovzduší a poté ho lze vdechovat. Při usazování v půdě nastává riziko, při kterém se dostane kyselost do podzemních a srážkových vod, pokud se v ovzduší nenachází dostatek alkalických částic, se kterými by oxidy síry mohli reagovat. Oxidy síry patří k

hlavním faktorům při vytváření smogu. Při nižších koncentracích jako je například  $0,1\text{mg}/\text{m}^3$  dochází k podráždění oční sliznice a dýchacího systému a při zvyšující se koncentraci dochází ke zhoršení respiračních problémů. Koncentrace o velikosti  $0,5\text{mg}/\text{m}^3$  zvyšuje počty úmrtí u chronicky nemocných osob.

Množství oxidů síry vypouštěných do ovzduší lze stanovit ze vzorku paliva, které využíváme při spalovacích procesech, a provést analýzu obsahu síry, ze které oxid siřičitý při spalování vzniká. Toto množství je také možné stanovit pomocí metod spektrofotometrického rozboru, stanovení pomocí iontové chromatografie nebo prostřednictvím plamenové emisní spektrometrie (Brimblecombe, 2016; Dohnal, 2014; Hemerka a Vybíral, 2010; IRZ, 2009a; Šuta, 1996).

### 3.2.3 Anorganické sloučeniny dusíku

Nejčastějšími sloučeninami dusíku v atmosféře jsou oxid dusnatý NO, což je bezbarvý plyn bez zápachu anebo červenohnědý plyn, který se vyznačuje štiplavým zápachem a je označován jako oxid dusičitý NO<sub>2</sub>.

Oxidy dusíku vznikají spalováním ušlechtilých paliv jako je plyn, nafta, biomasa, ale také při chemických procesech, kde může dojít k úniku těchto látek do ovzduší. Mezi přírodní zdroje se řadí biologické procesy v půdě, které způsobují mikroorganismy během svých životních cyklů. Oxid dusičitý se používá při průmyslových procesech jako oxidační činidlo a díky jeho oxidačním vlastnostem ho lze použít do raketových paliv.

V nižších koncentracích se dusík dodává do půdy jako důležitý prvek pro dobrý růst rostlin.

Při vdechování vysokých koncentrací oxidu dusičitého, který v ovzduší vzniká převážně oxidací NO, dochází k velkým zdravotním potížím, které mohou způsobit i smrt, jelikož se oxid dusičitý váže na krevní barvivo čímž omezují přenos kyslíku z plic do tkání, a to může vést ke vzniku nádorových onemocnění.

Zjistit únik oxidu dusičitého do ovzduší lze díky jeho červenohnědé barvě a štiplavému zápachu.

Množství vypuštěných oxidů dusíku lze stanovit pomocí manuálních metod, jako je například fotometrické stanovení oxidů dusíku, coulometrická metoda, při které dochází k úplné přeměně zjišťované látky na elektrodě (Dongarra a kol., 2010; Hemerka a Vybíral, 2010; IRZ, 2009b; IRZ, 23.2.2021b; Šuta, 1996).

### 3.2.4 Oxid uhelnatý

Oxid uhelnatý označovaný jako CO je hořlavý a prudce jedovatý plyn bez barvy a zápachu, a vzniká nedokonalým spalováním materiálů, které v sobě obsahují uhlík.

Oxid uhelnatý bývá využíván v hutnickém průmyslu k zušlechťování kovového niklu a používá se při výrobě chemikálií například na výrobu kyseliny octové.

Mezi hlavní příčiny vzniku CO jsou emise ze spalovacích motorů. Největší emise oxidu uhelnatého z motorů jsou převážně v zimě. Oxid uhelnatý v atmosféře reaguje s dalšími látkami a dochází tak ke vzniku přízemního ozonu v ovzduší. Z těchto reakcí vzniká oxid uhličitý, který se též označuje jako skleníkový plyn, který napomáhá oteplování planety.

Oxid uhelnatý působí nepříznivě na lidské zdraví, jelikož se usazuje v plicních sklípcích a váže se na krevní barvivo, čímž se zhoršuje okysličování v těle.

Zjišťování přítomnosti CO v ovzduší se provádí na základě pravidelného měření koncentrací ve spalinách pomocí infračervené spektrometrie nebo termochemickými a elektrochemickými analyzátory (Hemerka a Vybíral, 2010; IRZ, 2009d; IRZ, 2009e; IRZ, 23.2.2021c; Šuta, 1996).

### 3.2.5 Organické látky OC

Organické látky označované jako OC se vyjadřují jako celkový organický uhlík, ze kterých se obzvláště sledují těkavé organické látky (dále jen „VOC“), Těkavé organické látky vyjma methanu můžeme definovat jako sloučeniny uhlíku kromě sloučenin jako je oxid uhličitý, oxid uhelnatý, kyselina uhličitá, karbony kovů, uhličitany kovů a uhličitany amonný.

VOC se využívají jako čistidla, rozpouštědla a odmašťovadla nebo také při výrobě barev a laků.

Mezi největší zdroje patří látky, které se uvolňují z pryskyřice jehličnatých stromů.

Uvolňováním těchto látek do životního prostředí může dojít ke kontaminaci půdy a zásob podzemních vod nebo také ovzduší.

Při dlouhodobějším vdechování může docházet k podráždění smyslových orgánů, může způsobovat bolest hlavy, poškození jater, ledvin a nervového systému.

Pro zjišťování přítomnosti těchto látek v ovzduší lze využít hmotnostní spektrometrii, infračervenou spektroskopii nebo plynovou chromatografii spojenou s vhodným detektorem (Hemerka a Vybíral, 2010; IRZ, 2009f).

### 3.2.6 Amoniak

Amoniak se vyjadřuje jako  $\text{NH}_3$  a jedná se o bezbarvý štiplavě zapáchající plyn, který se nejčastěji využívá při výrobě kyseliny dusičné, hnojiv, při výrobě výbušnin, polymerů, farmaceutických výrobků, kaučuku nebo některých pesticidů.

Mezi hlavní zdroje emisí do ovzduší je rozklad lidských a zvířecích biologických odpadů.

Amoniak je velmi toxický pro živočichy, rostliny a pro vodní ekosystémy a při kontaktu s pokožkou ji může podráždit i popálit. Pokud se dostane do očí, může to mít pro jedince trvalé následky. Při vdechnutí může poškodit sliznice, hltan nebo také může způsobit dýchací potíže.

Zjistit jeho přítomnost v ovzduší lze díky jeho štiplavému zápachu nebo ho lze stanovit pomocí analyzátorů, které fungují na principu chemiluminiscence (Hemerka a Vybíral, 2010; IRZ, 2021d).

### 3.2.7 Methan

Methan se označuje jako  $\text{CH}_4$  a jedná se o velice hořlavý plyn bez barvy a zápachu a je hlavní součástí zemního plynu.

Nejčastěji nachází uplatnění v chemickém průmyslu při výrobě chemických látek, jako je například acetylen, vodík, kyanidy nebo methanol.

Methan se v přírodě vyskytuje v zahrňvajících rostlinách v rašeliništích nebo vzniká biologickými činnosti živočichů. Methan patří mezi skleníkové plyny a v atmosféře přispívá ke globálnímu oteplování planety. Pokud by byl člověk vystaven velké koncentraci methanu, může to vést k jeho udušení.

Zjišťování množství koncentrovaného methanu ovzduší lze určit pomocí analytických metod jako je například infračervená spektrometrie (Bataille a kol., 2007; Hemerka a Vybíral, 2010; IRZ, 2021e).

### 3.3. Databáze ISKO

Informačního systému kvality ovzduší (dále jen „ISKO“) je rozsáhlá databáze, do které jsou ukládány roční zpracování systematicky shromažďovaných imisních, emisních a depozičních dat včetně chemického složení jednotlivých látek v ovzduší, které se zaznamenávají do příslušných grafických ročenek nebo jiných výstupů.

Databáze ISKO se díky sbíraným datům postupně rozvíjí a využívají se současné informační technologie pro integraci celé soustavy pro celkové územní vyhodnocování stavu a vývoje znečištěného ovzduší. Tento systém sbírá data, archivuje je a dále zpracovává z imisních automatizovaných i manuálních měřicích stanic České republiky a také ukládá a zpracovává data o emisích a zdrojích znečišťování ovzduší.

Grafické ročenky obsahují informace z celého území o hodnocení stavu a vývoje imisí a rozptylu částic v ovzduší.

ISKO zpřístupňuje veškerá naměřená data ze stanic, které monitorují látky znečišťující ovzduší. Díky tomu se tak zefektivní sběr a využití těžko získávaných dat. Efektivní hodnocení vyžaduje snadný přístup k emisním, meteorologickým a klimatickým datům a geografickým údajům o rozmístění zdrojů znečišťování, rozsahu a polohách lesních porostů, vedení komunikací a podobně (ČHMI, 23.2.2021b).

### 3.3.1 Imisní limity

Imisní limit je hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při normální teplotě a tlaku za daný časový úsek, jako je například 1 hodina, 1 den, 1 rok (Dohnal, 2014).

Stanovením imisních limitů lze docílit ochrany lidského zdraví, ale také životního prostředí, živočichů a vegetace. Imise se dle Zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. definuje jako úroveň znečištění, která je vyjádřena jako hmotnostní koncentrace znečišťující látky v ovzduší nebo její depozice na zemský povrch za jednotku času.

Určité látky z imisních limitů mají nastavený maximální počet překročení stanovené přípustné meze za časový interval.

Hodnoty imisních limitů můžeme najít v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., kde je dále uvedeno, že imisní limity jsou směrodatné pro výkon orgánů ochrany ovzduší.

Pokud dojde k překročení imisního limitu, Ministerstvo životního prostředí musí spolupracovat s krajskými a obecními úřady a musí pro tuto zónu zpracovat Program zlepšování kvality ovzduší.

Vyhláška č. 330/2012 Sb. o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích, v platném znění vymezuje pojmy dolní mez pro posuzování Lower Assessment Threshold (dále jen „LAT“) a horní mez pro posuzování (Upper Assessment Threshold (dále jen „UAT“). Tyto hodnoty jsou nižší než samotný imisní limit a jsou definovány jako procento imisního limitu pro konkrétní látky znečištění.

Primárně slouží k určení toho, jak moc je nutné kontrolovat danou lokalitu.

- Pokud je v dané lokalitě překročena horní mez určité znečišťující látky, musí se povinně ovzduší v této oblasti změřit.
- Pokud leží hodnota naměřeného znečištění ovzduší mezi dolní mezí a horní mezí, je měření taktéž povinné, ale lze ho provádět v delších časových intervalech a část ho lze určovat pomocí modelování.



- V případě, že bude hodnota naměřené úrovně znečištění pod dolní mezí, bude stačit k měření jedna měřící stanice v oblasti aglomerace.
- Pokud se bude jednat o oblast mimo aglomerace může se v dané lokalitě vycházet pouze z modelových hodnot, indikativních měření a objektivních odhadů (CHMIBRNO, 2021).

Znečišťující látka	Doba průměrování	Mez pro posuzování [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]		Imisní limit [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] LV
		Dolní LAT	Horní UAT	
Oxid siřičitý – $\text{SO}_2$	1 hodina	—	—	350 max. 24x za rok
	24 hodin	50 max. 3x za rok	75 max. 3x za rok	125 max. 3x za rok
Oxid dusičitý – $\text{NO}_2$	1 hodina	100 max. 18x za rok	140 max. 18x za rok	200 max. 18x za rok
	kalendářní rok	26	32	40
Tuhé částice – $\text{PM}_{10}$	24 hodin	25 max. 35x za rok	35 max. 35x za rok	50 max. 35x za rok
	kalendářní rok	20	28	40
Tuhé částice – $\text{PM}_{2,5}$	kalendářní rok	12	17	20 (od roku 2020)
Olovo – Pb	kalendářní rok	0,25	0,35	0,5
Oxid uhelnatý – CO	maximální denní 8hod. klouzavý průměr	5 000	7 000	10 000
Benzen	kalendářní rok	2	3,5	5

Tabulka č. 1 Imisní limity pro ochranu zdraví a maximální počet jejich překročení ([www.chmi.cz](http://www.chmi.cz) upravil Valím, 2021).

Zákon 201/2012 Sb. ve své příloze č. 1 uvádí imisní limity pro ochranu zdraví a maximální počet jejich překročení, které můžeme vidět v tabulce č.1.

Tabulka zobrazuje jednotlivé znečišťující látky ovzduší, dobu průměrování pro každou látku, která trvá jednu hodinu, dvacet čtyři hodin nebo kalendářní rok.

Maximální denní osmihodinová koncentrace se určuje na základě porovnání osmihodinových klouzavých průměrů vypočítaných z hodinových naměřených údajů.

Dále jsou v tabulce zaznamenány dolní meze a horní meze pro posuzování a samotný imisní limit, který se udává v jednotkách miligram na metr krychlový ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) (ČHMI, 2012; ČHMI, 2021a).

## 3.4 OZKO

Legislativní rámec pro vymezení oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší se zkratkou OZKO byl v České republice realizován díky zákonu č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší. Ten stanovil oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší jako vymezenou část území, zónu nebo sídelní seskupení, kde byla překročena hodnota imisního limitu nad přípustnou mez tolerance.

Přesné hodnoty mezní tolerance imisních limitů byly vydány nařízením vlády č. 350/2002 Sb., kterým se stanoví imisní limity, podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší.

Tento zákon upravoval povolené množství ročních imisních limitů pro znečišťující látky ovzduší, jako jsou například oxidy síry, toxické kovy, karcinogenní benzo a pyren a další látky.

Během pozdější novelizace zákonů o ochraně ovzduší byl tento roční imisní limit zrušen a platila definice OZKO podle zákona č. 385/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší) ve znění pozdějších předpisů, která uvádí, že oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší jsou zóny, kde byly překročeny maximální hodnoty imisního limitu u jedné nebo více látek, které způsobují znečištění ovzduší.

Krajské a obecní správní orgány byly povinny zhotovit místní program pro zlepšení kvality ovzduší, pokud spadaly do oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší díky překročení stanovených imisních limitů. Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší se vymezovaly každý rok po měření imisních situací v oblastech na celém našem území a ve věstníku Ministerstva životního prostředí byly tyto oblasti zveřejňovány. Takto byly oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší definovány do 1. září roku 2012, kdy vešel v platnost nový zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb.

Tento zákon změnil tehdejší legislativu o ochraně ovzduší a také přestal využívat pojem OZKO, který je ale stále důležitý pro vymezení oblastí s překročenými imisními limity v § 11 odstavce 5 a 6, jenž posuzuje kompenzační opatření.

Od roku 2005 jsou na webových stránkách ČHMÚ dostupné pětileté průměrné koncentrace v podobě souborů s formátem .shp (shapefile), který se používá k vytváření mapových výstupů za pomoci geografického informačního systému (GIS) (Šafář, 2014).

### 3.5 Metody zjišťování úrovně znečištění ovzduší

Každý provozovatel zdrojů znečištění je povinen provozovat zdroje v souladu s podmínkami které jsou stanoveny v zákoně č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší. Dále musí být v souladu s prováděcími právními předpisy a řídit se podle stanovených norem pro provoz vydaným výrobcem. Provozovatel je povinen plnit emisní limity a emisní stropy, technické podmínky provozu a přípustnou barevnou tmavost kouře, řádně vést provozní evidenci zdroje, zajišťovat technické prostředky pro možnost správného kontinuálního měření emisí a odvádět znečišťující látky ze stacionárního zdroje do ovzduší komínem nebo průduchem ve výšce, která musí být stanovena výpočtem, aby vypuštěné znečištění nepřekročilo imisní limity.

Přípustnou úroveň znečišťování ovzduší určujeme podle hodnot emisních limitů vyjádřené jako hmotnostní koncentrace látky v nosném plynu uváděné v miligramech na metr krychlový.

Emisní limity se stanovují jako specifické a obecné.

Specifické emisní limity jsou stanoveny u jmenovitě specifikovaných stacionárních zdrojů tedy u energetických zdrojů, spaloven odpadu a řady dalších typů stacionárních zdrojů.

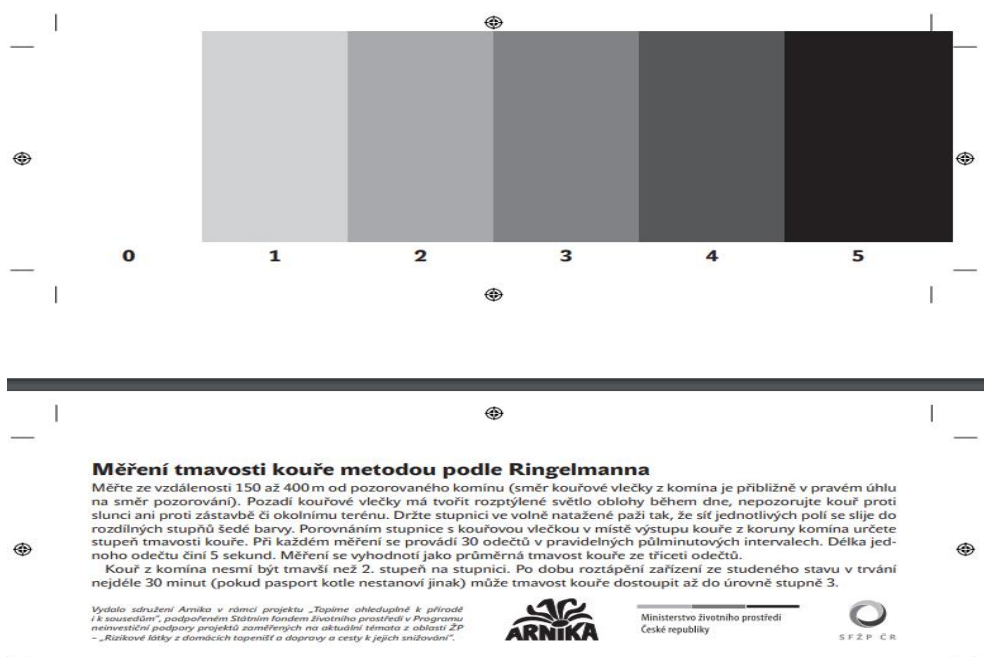
Obecné emisní limity jsou stanoveny pro jednotlivé znečišťující látky nebo jejich skupiny jako hmotnostní koncentrace vztažené k hodnotám hmotnostních toků emitovaných látek uváděné v gramech za hodinu.

Obecný emisní limit se uplatňuje v případě že, není pro daný stacionární zdroj stanoven specifický emisní limit (Vach, 2005).

### 3.5.1 Měření tmavosti kouře

Přípustnou tmavost kouře můžeme vyhodnocovat podle Ringelmannovy pětistupňové škály tmavosti stanovené vyhláškou č. 415/2012 Sb. v §10 a §11.

Toto měření je založeno na porovnání tmavosti kouřové vlečky na komíně s odpovídajícím stupněm Ringelmannovy stupnice. Stupnice se skládá z pěti polí. Každé z polí tvoří pravoúhlá síť černých čar o takové tloušťce a hustotě sítě, že pole odpovídá určitému procentu černé barvy na bílém podkladě.



Obr. 1: Měření tmavosti kouře metodou podle Ringelmanna (www.arnika.org, 2014).

- a) stupeň 0 tvoří čistě bílé pole s definovanou odrazivostí světla 80 %,
- b) stupeň 1 odpovídá 20 % černé barvy na bílém podkladě,
- c) stupeň 2 odpovídá 40 % černé barvy na bílém podkladě,
- d) stupeň 3 odpovídá 60 % černé barvy na bílém podkladě,
- e) stupeň 4 odpovídá 80 % černé barvy na bílém podkladě,

f) stupeň 5 odpovídá 100 % černé barvy na bílém podkladě a slouží pro ověření optických vlastností Ringelmannovy stupnice, černá barva použitá k tisku stupnice musí mít odrazivost světla 5 % (Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně přírody, v platném znění).

Optické vlastnosti stupnice použité k měření jsou garantovány výrobcem. Vlastní měření tmavosti kouře podle této metody by mělo být ve vzdálenosti 150 až 400 metrů od pozorovaného komínu. Směr kouřové vlečky komínu má být přibližně v pravém úhlu na směr pozorování. Pozadí kouřové vlečky by měl tvořit rozptýlené světlo oblohy během dne, pozorování není možno provádět proti slunci ani proti zástavbě nebo okolnímu terénu. Pozorovatel musí držet při měření Ringelmannovu stupnici ve volně natažené paži tak, že síť jednotlivých polí se slije do rozdílných stupňů šedé barvy. Porovnáním stupnice s kouřovou vlečkou v místě výstupu kouře z koruny komína se určí stupeň tmavosti kouře.

Při každém měření se provádí 30 odečtů v pravidelných půlminutových intervalech. Délka jednoho odečtu by měla trvat 5 sekund. Měření se vyhodnotí jako průměrná tmavost kouře ze třiceti odečtů.

Přípustnou úroveň znečišťování ovzduší dále určuje prachové číslo, které je stanoveno v zákoně č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší. Ten limituje emise pachových látek prostřednictvím specifických nebo obecných emisních limitů jako přípustné hmotnostní koncentrace v odpadním plynu a hmotnostní toky těchto látek (TZBINFO, 2018).

### 3.6 Měření emisí

Při měření emisí ze stacionárních zdrojů znečištění můžeme zjišťovat, jaký je současný stav znečištění ovzduší a které látky produkují mobilní zdroje nebo stacionární zdroje.

Měření se provádí v místě, za kterým již nedochází ke změnám složení vypouštěných odpadních plynů do vnějšího ovzduší. Abychom prokázali dodržování emisních limitů, měření provádí autorizovaná osoba, případně provozovatel stacionárního nebo mobilního zdroje. Měří se vždy emisní koncentrace znečišťující látky a objemový tok odcházejícího plynu udávaný v metrech krychlových za hodinu.

Samotné měření stacionárního zdroje můžeme rozdělit dle vyhlášky č. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých

dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší na měření na jednorázová a kontinuální.

### 3.6.1 Jednorázové měření

Jednorázové měření probíhá tak, že se vzorky odpadního plynu odebírají na analýzu jednorázově v předepsaných intervalech pro stanovení celkového rozsahu znečišťujících látek a u spaloven odpadu pro stanovení celkového rozsahu těžkých kovů, dioxinů a furanů.

Furan je organická a bezbarvá látka. Jde o vysoce těkavou kapalinu, která je toxická a může být i karcinogenní (Grössl, 2016).

### 3.6.2 Kontinuální měření

Kontinuální měření se provádí průběžně během stanovené doby a dochází tak ke sbírání vzorků. Tyto odběry lze rozdělit na extraktivní nebo neextraktivní metody analýzy dle vyhlášky č. 415/2012 Sb.

Využívá se měřicí metoda In-situ. Jde o kontinuální měření přímo v kouřovodu. Měřicí zařízení je vybaveno zdrojem, který vyzařuje měřicí paprsky specifických vlastností.

Dále je vybaven protilehlým detektorem a vyhodnocovacím modulem. Signál z detektoru odpovídající interakcím paprsku s částicemi ve spalinách se vyhodnocuje kontinuálně (Vach, 2005; Woo a kol., 2001).

Cílem měření emisí je stanovit hmotnostní tok znečišťujících látek, které se vypouští do ovzduší. Hmotnostní tok znečišťujících látek ale v praxi nelze naměřit, ale lze ho stanovit pomocí výpočtu. Ten funguje na principu chemického analyzování látek a průtoku těchto látek senzorem.

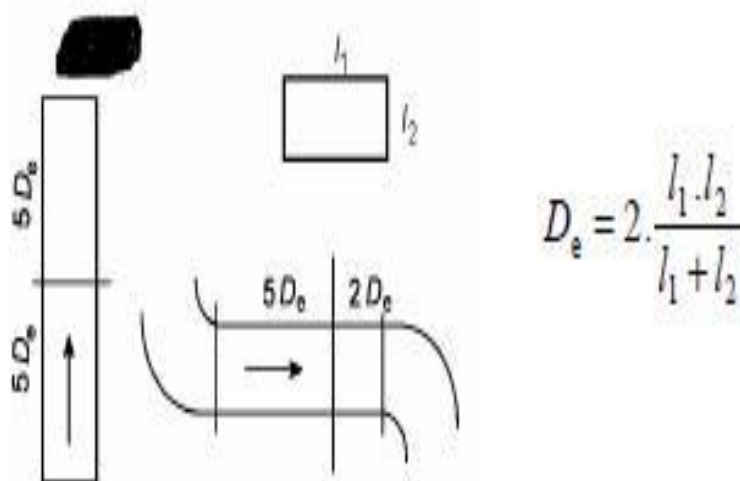
Otvor na odebírání vzorků je nutné vhodně umístit, a pro přesné provedení analýzy je nutné zvolit správnou metodu měření.

Hlavním nárokem na odběry vzorků je reprezentativní zastoupení odpadního plynu v daném vzorku. Odpadní plyn je většinou nehomogenní po celé délce spalinové cesty. V případě, že je průtok odpadního plynu konstantní, můžeme provést odběr v jediném měřicím otvoru.

Pokud by se během měření emisí pracovalo s nehomogenním složením odpadního plynu, mění se tím celkový průtok plynu a je nutné získat vzorky navíc v dalších různých bodech spalinové cesty.

Pro dosažení maximální kvality odběru vzorků je potřebná odborná znalost procesů ovlivňující vlastnosti odpadního plynu (Grössl, 2016; IRZ, 2007; Morikawa a Takahashi, 2012; Skácel a Tekáč, 2007).

Při měření stacionárního zdroje je nutné vybrat správné umístění měřícího otvoru. Měřící otvor je umístěn tam, kde již nedochází ke změně odpadních plynů, rychlosti průtoku a složení plynu z důvodu ověření rovnoměrnosti a ustálenosti emisí.



Obr. 2: Schéma umístění měřícího otvoru a vzorec pro výpočet průměru kouřovodu (www.irz.cz, 2007)

Nejvíce vyhovuje požadavku rovnoměrného potrubí přímý vertikální kouřovod bez hydraulických odporů s kruhovým průřezem.

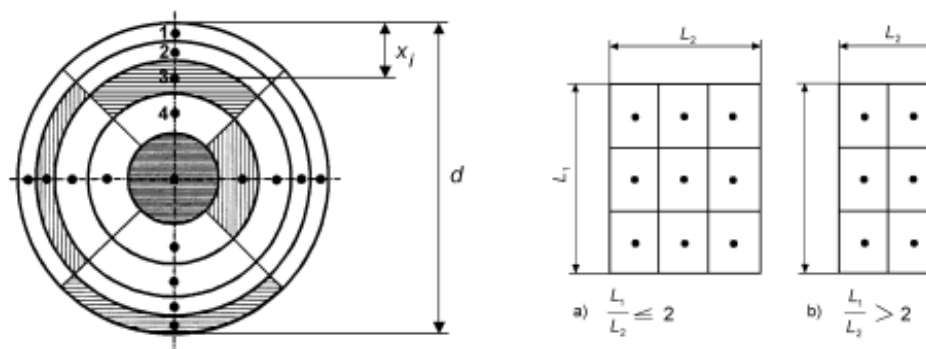
Aby bylo možné zajistit konstantní proudění v rovině měření, musí mít vybraný úsek minimální délku sedminásobku průměru kouřovodu.

Dle ČSN ISO 10780 je hydraulický průměr potrubí  $D_e$  kruhového průřezu roven vnitřnímu průměru potrubí, jak můžeme vidět v levé části obr. č. 2.

Hydraulický průměr čtyřhranného kouřovodu můžeme odvodit ze vzorce v pravé části obr. č. 2., který uvádí vztah, kde  $l_1$  představuje delší stranu a  $l_2$  kratší stranu obdélníkového průřezu potrubí (IRZ, 2007; Skácel a Tekáč, 2007).

Důležitým faktorem pro správné měření je stanovit počty a místa, kam se umístí měřící body. Tyto body jsou určeny k měření rychlostního pole a také pro výpočet střední průřezové rychlosti. Minimální počet měřících bodů je stanoven velikostí měřícího průřezu. Pokud se zvětšuje plocha průřezu potrubí, zvětšuje se také počet měřících bodů.

Měřená plocha průřezu se rozdělí na takzvané rovnoploché úseky a v každém z těchto úseků se provede měření zvlášť v jeho středu. Je důležité, aby ani jeden z měřících bodů nebyl vzdálený od stěny více než 20 milimetrů. Počet vzorkovacích bodů je stěžejním kritériem pro jejich umístění. Toto vzorkování je stanoveno dle ČSN ISO 10 780.



Obr. 3: Poloha měřících bodů v kruhovém a čtyřhranném průřezu (www.irz.cz, 2007).

U potrubí s kruhovým průřezem se mohou použít pouze dvě vzorkovací přímky, jako je uvedeno na obr. č. 3. na levé straně. Všechny vyšrafovaná místa mají stejně velkou plochu.

$x$  jsou středové body,  $d$  je označení pro průměr, který je větší než 2 metry.

U potrubí, které má čtyřhranný tvar je vzorkovací průřez rovnoběžný se stěnami potrubí rovnoploché části. Vzorkovací bod je ve středu každé části, jak je uvedeno na obr. 3. na pravé straně. Obě strany potrubí čtyřhranného průřezu jsou rozděleny na stejný počet částí, což vytvoří plochy stejného tvaru. Počet rovnoplochých částí je pak druhou mocninou čísel 1, 2, 3 a podobně.

$l_1$  představuje delší stranu a  $l_2$  kratší stranu obdélníkového průřezu potrubí (IRZ, 2007; Skácel a Tekáč, 2007).



## 3.7 Snižování emisí

Rámcová úmluva Organizace Spojených Národů (dále jen „OSN“) o změně klimatu byla přijata 9. května roku 1992 a vešla v platnost 21. března roku 1994.

Rámcová úmluva OSN patří mezi ty nejvýznamnější dokumenty, které se zabývají touto problematikou. Hlavní záměry těchto dokumentů byly v Rámcové úmluvě podrobně rozepsány a byly v ní stanoveny nutné definice termínů jako jsou například emise, změna klimatu, skleníkový plyn a další. Stanovily se jednotlivé kategorie ohrožených zemí, podle tendencí klimatických podmínek na změnu. Byla založena konference smluvních stran, která se stala nejvyšším orgánem této Úmluvy – United Nations Framework Convention on Climate Change, (dále jen „UNFCCC“). Činnost nejvyššího orgánu UNFCCC vedla až k přijetí Kjótského protokolu v prosinci 1997. K roku 2015 ratifikovalo tuto úmluvu 165 ze 196 zúčastněných stran (Vrabec, 2015).

### 3.7.1 Kjótský protokol

Kjótský protokol byl přijat dne 11. prosince roku 1997. Jelikož byl tento návrh velice důležitý a bylo nutné, aby s ním všechny zúčastněné strany souhlasily a aby byla stanovena určitá pravidla, proces schvalování tohoto dokumentu trval velmi dlouho a vstoupil v platnost až dne 16. února roku 2005.

Kjótský protokol byl Českou republikou podepsán 23. listopadu v roce 1998 na základě usnesení vlády č.669/1998 a ratifikován 15. listopadu v roce 2001 dle sdělení č. 81/2005 Sb. m. s. Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Kjótského protokolu k Rámcové úmluvě Organizace spojených národů o změně klimatu, v platném znění. V současnosti je součástí Kjótského protokolu 192 smluvních stran.

Kjótský protokol zavazuje průmyslově vyspělé země a jejich ekonomiky do procesu, který přechází k omezování a snižování emisí skleníkových plynů v souladu s dohodnutými individuálními cíli. Tato úmluva požaduje, aby tyto zapojené země přijaly opatření ke snižování emisí a aby se pravidelně zpravovali o současné situaci.

Kjótský protokol stanovuje závazné cíle snížení emisí pro 37 průmyslově vyspělých zemí, transformujících se ekonomik a také pro Evropskou unii.

Prvními cíli v počátečním pětiletém období mezi roky 2008–2012 bylo snížení emisí o 5 % ve srovnání s úrovněmi v roce 1990 a postupně pomáhat zlepšit celkovou situaci ve světě.

Kjótský protokol také zavedl přísný systém monitorování, ověřování a také systém dodržování předpisů, aby se zajistila transparentnost údajů a odpovědnost smluvních stran a povinnost sledovat skutečné emise zemí.

Kjótský protokol, stejně jako úmluva, má pomoci zemím, aby se přizpůsobovali nepříznivým dopadům změnám klimatu. Pomáhá s usnadněním vývoje a zavádění technologií, které mohou pomoci zvýšit odolnost vůči dopadům změny klimatu (UNFCCC, 2021).

### 3.7.2 Emisní povolenky

Úroveň znečištění regulují Emisní povolenky, které jsou přidělovány v limitovaném množství provozovatelům zdrojů znečišťování ovzduší. Tyto povolenky se vztahují pouze na emise skleníkových plynů jako jsou oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), fluorid sírový (SF<sub>6</sub>), methan (CH<sub>4</sub>), oxid dusný (N<sub>2</sub>O). Pojem povolenka se označuje určitá majetková hodnota, která umožňuje provozovateli zařízení vypustit do ovzduší v daném kalendářním roce ekvivalent tuny CO<sub>2</sub>.

Emisní povolenky jsou stanoveny podle zákona č. 1/2020 Sb. Zákon, kterým se mění zákon č. 383/2012 Sb. o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) ve znění pozdějších předpisů, v platném znění (Vrabec, 2015).

### 3.7.3 Princip obchodování s emisními povolenkami

Snížením emisí lze docílit zavedením trhu s emisními povolenkami. Státy se zavazují ke snížení emisí v průměru o 5 % v prvním období a přesné hodnoty jednotlivých států můžeme nalézt v příloze B Kjótského protokolu. K dosažení požadovaných hodnot byl vytvořen pojem „uhlíková jednotka“, která slouží jako povolení vypouštět do ovzduší jednu tunu CO<sub>2</sub> nebo jeho objemový ekvivalent v definovaných sloučeninách v ročním intervalu. Cena této jednotky odpovídá tržním principům nabídky a poptávky, ale je možné povolenku získat i jako dar od státu prostřednictvím dotace do oblastí dopravy, zemědělství nebo jiné obecně prospěšné činnosti. Prokázat snížení emisí lze i prostřednictvím zahraničních investic (Vrabec, 2015).

### 3.7.4 Krajské programy snižování emisí

Počáteční přípravy krajských programů snižování emisí a krajských programů ke zlepšení kvality ovzduší se začaly realizovat v období mezi roky 2002 až 2004 díky žádosti od Státního fondu životního prostředí České republiky, který patřil mezi hlavní subjekty, které tyto programy ve všech krajích financovaly. Současně s těmito programy byly návrhy na krajské programy snižování emisí skleníkových plynů.

Krajské programy jsou v souladu s národním programem snižování emisí a jejich cílem je respektování emisních stropů, dodržování emisních limitů a cílových emisních limitů, ale mají rozdílné nástroje.

Národní program snižování emisí je zaměřen hlavně na legislativu a na použití nástrojů na úrovni veřejné správy, zatímco hlavním zaměřením krajských programů je použití nástrojů a opatření, které jsou v úplné nebo částečné kompetenci krajů a obcí.

Podle stanovené metodiky vydané Ministerstvem životního prostředí je doporučeno vycházet při přípravě krajských programů z přístupu „top-down“. Jedná se o metodu, při které se zvolí hlavní skupina stacionárních zdrojů znečišťující ovzduší, která je hlavním představitelem rozhodujícího podílu na celkových krajských emisích znečišťujících látek ze stacionárních zdrojů, jejichž emise se pohybují mezi 80 až 90 %, a těmito zdroji se následně program bude zabývat a bude se je snažit regulovat.

Neopomenutelným přínosem krajských programů snižování emisí a krajských programů pro zlepšení kvality ovzduší je převážně získávání velkého množství informací a dat v rámci celkové emisní a imisní situace kvality ovzduší krajů ale i informace o jednotlivých zdrojích znečišťování ovzduší.

Během doby, co byly zavedeny krajské programy se provedla inventarizace zdrojů znečišťování ovzduší pomocí spolupráce krajského úřadu a provozovatelů zdrojů a byly ověřeny a doplněny informace, které jsou zaznamenány v databázi REZZO, jenž bylo přínosem pro lepší evidenci emisí těžkých kovů a persistentních organických polutantů. Pro evidenci těkavých organických látek a amoniaku byla v krajských programech snižování emisí zavedena dodatečná měření emisí do ovzduší (Braniš a Hůnová, 2009).

### 3.7 Historie a příčiny zhoršené kvality ovzduší.

Kladensko je jedna z mnoha oblastí České republiky se zhoršenou kvalitou ovzduší již od dob, kdy se zde začalo hojně rozvíjet hornictví a hutnický průmysl (MESTOKLADNO, 2008).

Před touto dobou se v domácnostech spalovalo spíše dříví a uhlí se začalo využívat až na začátku průmyslové revoluce.

V roce 1854 byla v Kladně založena Vojtěšská huť pojmenovaná po zakladateli kladenských železáren Vojtěchu Lannovi. V roce 1860 byly postaveny další čtyři vysoké pece, které činily Vojtěšskou huť největší vysokopeční provozovnou v Rakousku-Uhersku.

Roku 1875 byla Vojtěšská huť železárnou s uzavřeným výrobním cyklem a díky velké odbornosti a bohatství zdrojů roku 1889 Karl Wittgenstein založil v Kladně ocelárnu Poldinu huť, která si postupem času vybudovala pověst jedné z nejúspěšnějších hutních společností na světě (Gingrich a kol., 2011; KLADNOMINULE, 2013).

Společnost za celou svou historii prošla mnoha změnami technologických postupů, které měly zásadní vliv na okolní krajinu a kvalitu ovzduší.

Problematice životního prostředí nebylo v Kladenské ocelárně po dlouhou dobu věnováno patřičné množství pozornosti a první velké změny nastaly až

po roce 1970, kdy se péče o životní prostředí stala jedním z významných témat při vedení podnikových orgánů.

Významným krokem, jak začít zlepšovat kvalitu životního prostředí, bylo vybudování sedimentační nádrže, kde se usazoval popílek a struska z hutí a odpařováním vody docházelo k zachytávání prachových částic na vodu, která mohla být od těchto látek čištěna a vracena zpět do oběhu, a přefiltrovaný materiál se využíval ve stavebnictví.

Došlo také k vysázení zeleně na Koněvské haldě, která velmi znečišťovala ovzduší svou velkou prašností díky větrné erozi.

První zmínky o emisích máme z padesátých let dvacátého století, které dosahovaly hodnot až 72 000 tun ročně. V roce 1970 činil objem emisí z Kladenských hutí okolo 56 000 tun za rok, z čehož 36 000 tun tvořil popílek a 12 000 tun oxid siřičitý.

Dalším velkým zdrojem znečišťování ovzduší byla společnost nesoucí název Teplárna Kladno s.r.o., jenž provozuje v Kladně teplárenské bloky, které zásobují celé Kladno elektřinou a teplem pomocí spalování zásob uhlí.

V letech 1971-1975 začala její modernizace, a tak došlo ke snížení emisí popílku z 36 000 tun na přibližně 28 000 tun, dále ze 7 200 tun prachových částic na 4 300 tun prachových částic a množství oxidu siřičitého bylo sníženo z 12 500 tun na 12 260 tun.

Během dalších let byla zavedena určitá opatření, která pomalu vedla ke zlepšování stavu ovzduší (Bareš a kol., 1989; 7ENERGY, 2021).

## 4. Metodika

V této práci je představeno zhodnocení kvality ovzduší města Kladna na základě čerpání informací z odborných publikací a jako doplňující literatura jsou použity internetové zdroje, které se touto problematikou zabývají a jsou uvedeny v seznamu literatury.

Město Kladno se řadí mezi oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší, a tak byly součástí hodnocení kvality ovzduší přiblíženy legislativní změny, které měly vliv na posuzování kvality ovzduší. Všechny použité zákony, vyhlášky, normy a nařízení jsou uvedeny v seznamu literatury.

Dále tato práce vychází z doporučení místního integrovaného programu ke zlepšení kvality ovzduší a snižování emisí.

V praktické části této bakalářské práce byla provedena analýza, která měla za cíl porovnat data emisí z hlavních zdrojů znečišťování, které jsou SO<sub>2</sub>, TZL, NO<sub>x</sub>, CO, VOC a NH<sub>3</sub> z období mezi roky 2005–2017, aby bylo možné popsat časový vývoj kvality ovzduší.

Časová analýza dat o kvalitě ovzduší ve městě Kladno vychází z informací zveřejněných Českým hydrometeorologickým ústavem v Souhrnném tabelárním přehledu, který obsahuje soubor statistických tabulek s emisními hodnotami všech látek, které jsou požadovány pro hodnocení kvality ovzduší podle platných zákonných norem.

Data jsou uložena ve formě tabelárních ročenek rozdělené podle roků 2005–2017, přičemž v každém tabelárním přehledu jsou zveřejněné přehledy jednotlivých měřicích sítí, souhrnné přehledy překročení imisních limitů stanovené podle zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší a vyhlášky č. 330/2012 Sb.

V této práci byly použity přehledy maximálních hodnot naměřených na stanicích České republiky a karty s hodinovou, denní, čtvrtletní a roční imisní charakteristikou stanovenou pro každou znečišťující látku, která je dále členěná podle krajů a okresů.

Konkrétní hodnoty byly získány z těchto veřejných tabelárních ročenek, které byly v této práci roztříděny podle jednotlivých let od roku 2005 až do roku 2017.

Níže se nachází identifikace státní sítě imisního monitoringu ČHMÚ, ze které data pochází.

- Lokalita: Kladno-Švermov
- Identifikace ISKO: 1455
- Kód MP: SKLSA
- Typ měřicího programu: Automatizovaný měřicí program
- Správce měřicího programu: ČHMÚ – Libuš CLI Gen.Šišky 942 143 00 Praha 4 – Kamýk
- Cíl měření: Využití při operativním řízení a regulaci (SVRS), určení vlivu na zdravotní stav obyvatelstva
- Metoda analýzy:
  - SO<sub>2</sub> (oxid siřičitý) - UVFL [UV-fluorescence]
  - PM<sub>10</sub> (částicePM<sub>10</sub>) - RADIO [radiometrie – absorpce beta záření]
  - NO<sub>2</sub> (oxid dusičitý) - CHLM [chemiluminiscence]

V každém roce byly porovnány dosažené imisní koncentrace pro každou zvolenou znečišťující látku. Tyto hodnoty byly převedeny do formy tabulek a grafů, které byly vytvořeny v Microsoft Excel ve verzi 2017.

Tyto výstupy popisují naměřené hodinové, denní a roční intervaly a ukazují, zda byly stanovené imisní limity pro každou látku v daném období překročeny či nikoliv.

Pro zkoumanou lokalitu Kladno-Švermov byla dostupná data imisních limitů pro látky SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> a NO<sub>x</sub>. Imisní limity byly získány z internetových stránek ČHMÚ, které vychází z přílohy č.1 k zákonu 201/2012 Sb.

Grafy emisních bilancí látek, které byly vypouštěny v ročních intervalech od roku 2005 do roku 2017 z provozoven Strojírny Poldi a.s. a Teplárna Kladno s.r.o. byly stanoveny pomocí dat dostupných na ČHMÚ.

Data REZZO 1 a REZZO 2 byla stažena z databáze ČHMÚ a zpracována do tabulek. Data REZZO 3 byla zjišťována s využitím statistických údajů a výpočtem z emisních faktorů, které jsou dostupné na stránkách ČHMÚ na kartě kvality ovzduší a emisních bilancí České republiky.

Tato data byla roztržena podle identifikačního čísla provozovny a seřazena vzestupně od roku 2005 do roku 2017 a každý rok obsahoval naměřené hodnoty TZL, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC, CO a NH<sub>3</sub>.

Následně byl zjištěný stav zhodnocen a v této práci jsou představena doporučení ke zlepšení kvality ovzduší ve městě Kladno, která vychází z programů vydaných ministerstvem životního prostředí a z programu zlepšování kvality ovzduší pro střední Čechy



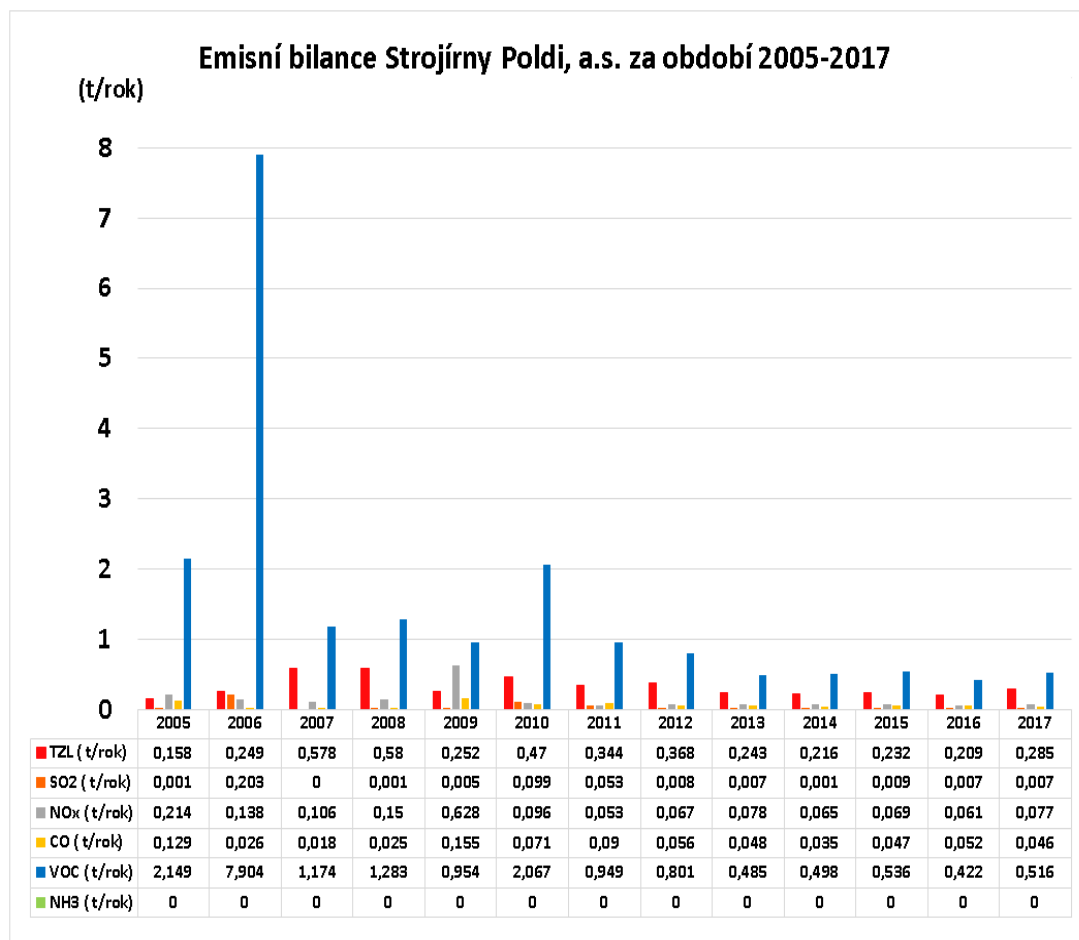
## 5. Výsledky

V předchozích kapitolách byly nastíněny teoretické příčiny, které ovlivňovaly kvalitu ovzduší města Kladna, a na základě těchto poznatků a získaných dat byly vytvořeny tabulky a grafy, které popisují, jaké konkrétní látky přispívaly ke zhoršené kvalitě ovzduší a jak se kvalita ovzduší v průběhu let měnila.

Tyto grafy obsahují konkrétní naměřené údaje, které jsou dostupné z tabelárních ročenek zveřejněné na stránkách ČHMÚ.

### 5.1 Emisní bilance kladenských provozoven

Pro tuto práci byly zvoleny největší podniky, které byly v minulosti hlavními faktory, jenž ovlivňovaly kvalitu ovzduší a těmi jsou Strojírny Poldi a.s. a Teplárna Kladno s.r.o.



V grafu č. 1 je zobrazena emisní bilance hlavních znečišťujících látek.

Tyto hodnoty byly naměřeny ve Strojárnách Poldi a.s. v období mezi roky 2005 až 2017.

Z tohoto grafu je možné rozlišit nárůsty a poklesy hodnot znečišťujících látek v každém jednotlivém roce zvlášť. Nejvyšší hodnota koncentrace těkavých organických látek (VOC) byla v roce 2006 a jednalo se o množství téměř 8 tun za jeden rok. Další nárůst koncentrací (VOC) nastal v letech 2005 a 2010 a jednalo se o 2 tuny za rok.

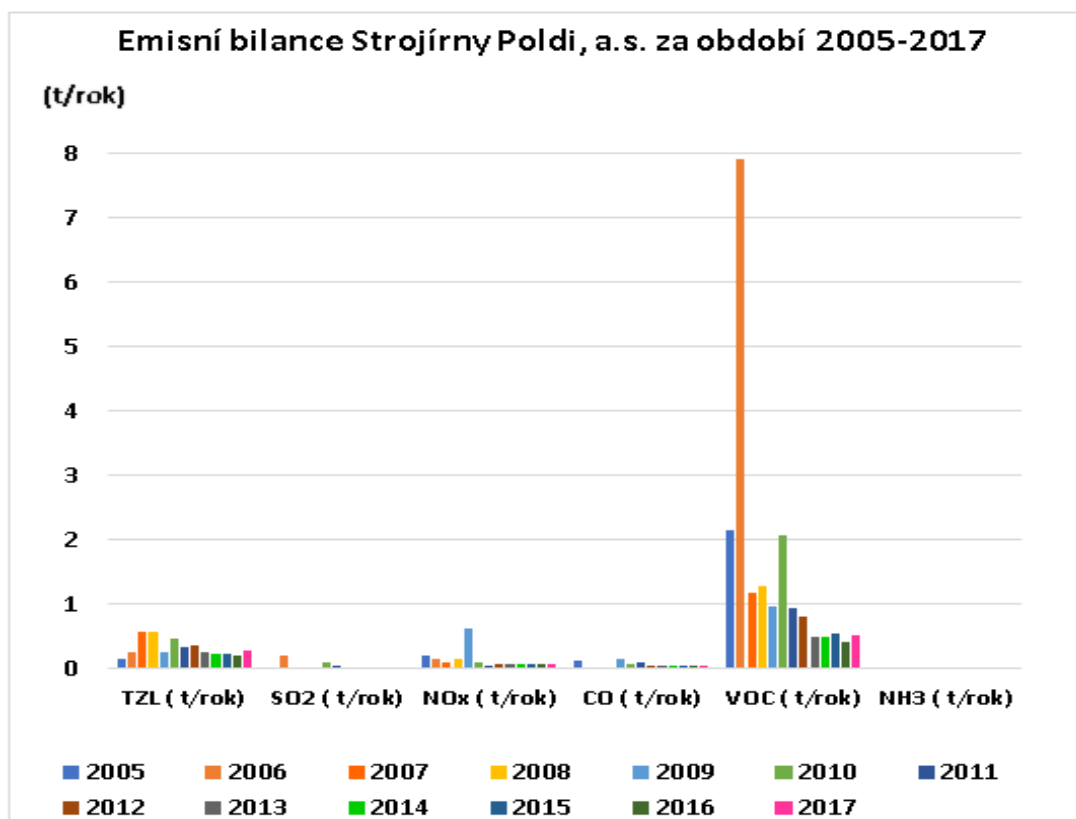
Kromě těchto nejvyšších nárůstů má koncentrace (VOC) tendenci spíše klesat.

V roce 2015 a 2017 pozorujeme mírný nárůst koncentrací na 0,5 tun za rok, ale kromě podobného zakolísání se hodnota pohybuje kolem 0,4 tun za rok.

Hodnoty koncentrací tuhých znečišťujících látek (TZL) se v letech 2007, 2008 a 2010 pohybují kolem 0,5 tun za rok a postupně klesají a jejich hodnoty jsou až do roku 2017 přibližně 0,2 tuny za rok.

Koncentrace oxidů dusíku (NO<sub>x</sub>) je nejvyšší v roce 2009 a jde o 0,6 tun za rok, ale v následujících letech je dosaženo maximálního množství 0,2 tun za rok a podobně je tomu u oxidu siřičitého (SO<sub>2</sub>) a oxidu uhelnatého (CO).

V případě amoniaku (NH<sub>3</sub>) nebyly naměřeny žádné hodnoty.



Graf č. 2 Emisní bilance Strojírny Poldi, a.s. z hlediska hlavních znečišťujících látek

V grafu č. 2 je tato emisní bilance zobrazena z hlediska rozdělení jednotlivých znečišťujících látek a můžeme tak vidět konkrétní nárusty nebo poklesy koncentrací v daném období.

Nejvyšší koncentrace znečišťujících látek byla naměřená v roce 2006. V tomto roce bylo naměřeno téměř 8 tun za rok (VOC). Další vyšší hodnoty byly naměřeny v letech 2005 a 2010, kde tyto hodnoty dosahovaly přibližně 2 tun za rok a v následujících letech se tyto hodnoty spíše snižovaly.

V tomto grafu možné vidět postupný pokles (TZL) a jednorázový nárůst hodnot (NOx) v roce 2009.

### Emisní bilance Teplárna Kladno s.r.o. za období 2005-2017



Graf č. 3 Emisní bilance Teplárny Kladno s.r.o. z hlediska časových období

Stejným způsobem byla zpracována emisní bilance Teplárny Kladno s.r.o.

V grafu č. 3 je zobrazena emisní bilance hlavních znečišťujících látek. Tyto hodnoty byly naměřeny v podniku Teplárna Kladno s.r.o. v období mezi roky 2005 až 2017. Tento graf ukazuje poklesy a nárusty znečištěných látek v každém roce zvláště v období mezi roky 2005 až 2017.

Z grafu je patrné, že Teplárna Kladno s.r.o. byla velkým zdrojem emisí oxidů siřičitého (SO<sub>2</sub>) a oxidů dusíku (NO<sub>x</sub>).

Nejvýše naměřené koncentrace (SO<sub>2</sub>) dosáhly v roce 2005 množství 3105 tun za rok. V roce 2008 je možné pozorovat mírný pokles na hodnotu, která je přibližně 2620 tun za rok. Od roku 2008 do roku 2011 můžeme pozorovat opět nárůst množství emitovaných látek do ovzduší na nejvyšší dosaženou hodnotu tohoto období, která činí 3075 tun za rok.

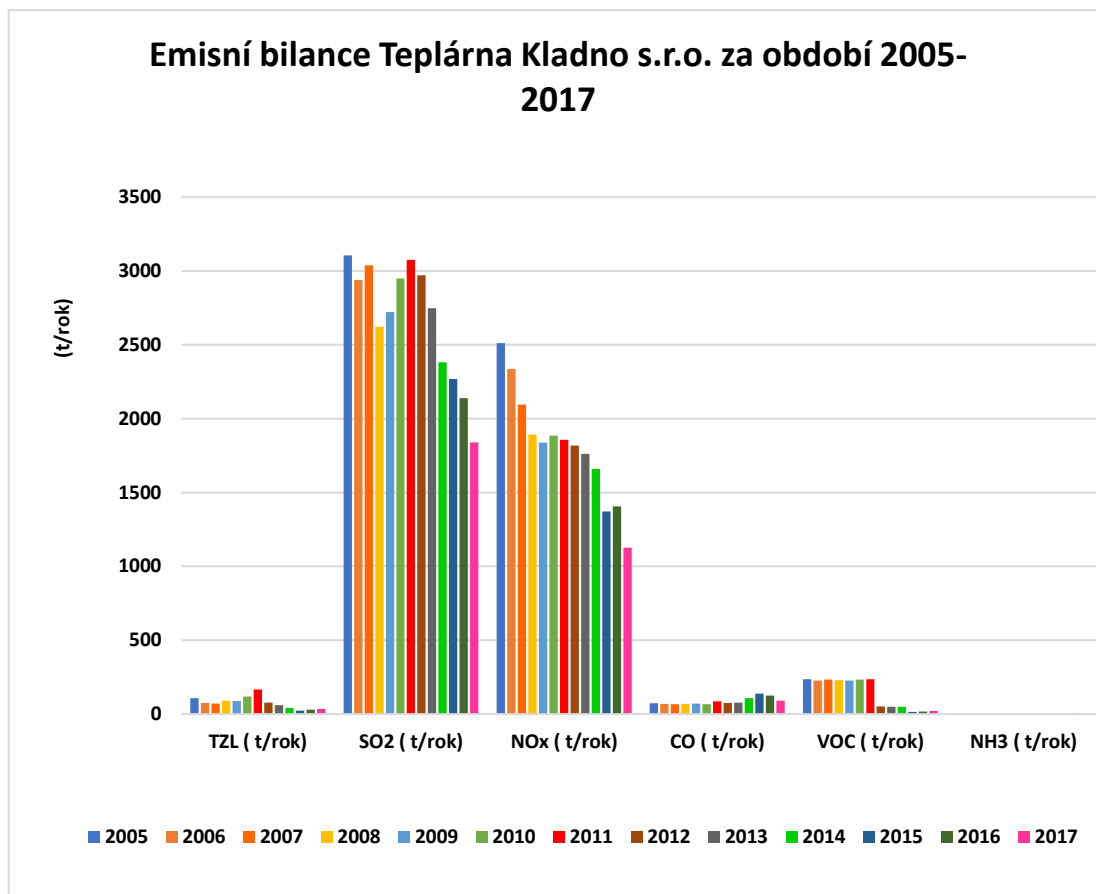
Od roku 2011 můžeme pozorovat postupný pokles těchto koncentrací až do roku 2017.

V grafu také můžeme vidět vysoké koncentrace oxidů dusíku (NO<sub>x</sub>), které dosáhly v roce 2005 hodnot přibližně 2500 tun za rok, a tyto koncentrace postupně klesají až do roku 2017, kde jejich naměřená hodnota dosáhla 1126 tun za rok.

Graf dále popisuje organické těkavé látky, které mají nejvyšší naměřené hodnoty, jenž se od roku 2005 do roku 2011 pohybují v rozmezí hodnot 235 až 236 tun za rok. Od roku 2011 můžeme pozorovat pokles těchto koncentrací až do roku 2017 s mírným zakolísáním hodnot, přičemž nejnižší naměřená hodnota byla v roce 2015 přibližně 15 tun za rok.

Koncentrace oxidu uhelnatého (CO) mírně vzrostla od roku 2005 ze 73 tun za rok do roku 2015, kde bylo naměřeno přibližně 137 tun za rok, ale od tohoto maximálního nárůstu můžeme do roku 2017 pozorovat pokles těchto koncentrací.

V grafu je také možné vidět, že od roku 2005 do roku 2013 nebyly naměřeny žádné koncentrace pro amoniak (NH<sub>3</sub>). Tato látka byla neměřena až v roce 2014 a její hodnota byla 0,8 tun za rok. Tato hodnota vzrostla do roku 2016 na necelé 4 tuny za rok a v roce 2017 opět klesla na 1,5 tun za rok.



Graf č. 4 Emisní bilance Strojírny Poldi, a.s. z hlediska hlavních znečišťujících látek

V grafu č. 4 je tato emisní bilance zobrazena z hlediska rozdělení jednotlivých znečišťujících látek, díky čemuž můžeme vidět konkrétní nárusty nebo poklesy koncentrací v daném období.

Nejvyšších naměřených koncentrací za celé posuzované období dosahují látky (SO<sub>2</sub>) a (NO<sub>x</sub>).

V případě (SO<sub>2</sub>) můžeme vidět od roku 2005 do roku 2008 pokles koncentrací. Od roku 2008 do roku 2011, naměřené koncentrace vzrostou ale na přelomu roku 2011 a roku 2012 začnou tyto koncentrace postupně klesat až do roku 2017.

U koncentrací (NO<sub>x</sub>) můžeme pozorovat postupný pokles hodnot od roku 2005 do roku 2017.

V tomto grafu také můžeme pozorovat výrazný skok naměřených hodnot, které jsou od roku 2005 do roku 2011 téměř na stejné úrovni, a v roce 2012 se koncentrace náhle sníží a klesají až do roku 2017.

Dále je z grafu patrný nárůst hodnot (TZL) od roku 2005 až do roku 2011 a následně postupný pokles do roku 2017.

U (CO) můžeme vidět nárůst koncentrací od roku 2005 do roku 2015 a jeho následný pokles do roku 2017.

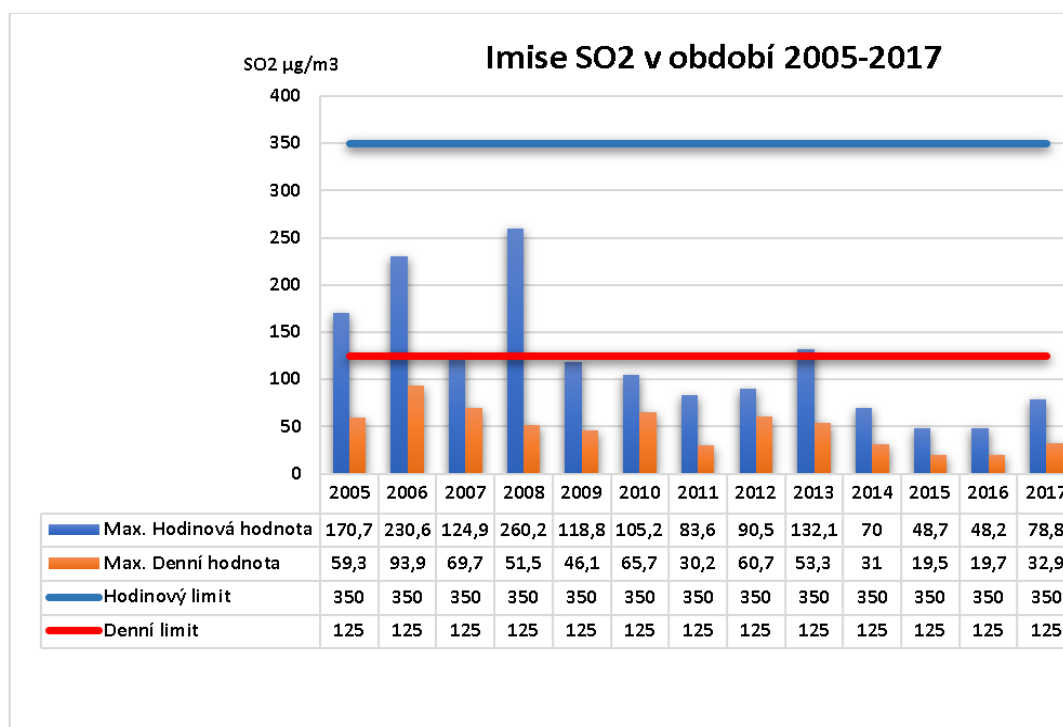
U (NH<sub>3</sub>) můžeme vidět, že byla jeho přítomnost naměřena pouze v letech 2014–2017 a jeho kolísání není nijak výrazné.

## 5.2 Imise a imisní limity

Následující grafy slouží k zobrazení naměřených imisních koncentrací látek SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> a NO<sub>x</sub> v oblasti Kladno-Švermov z období mezi roky 2005–2017.

V grafech je zobrazen imisní limit pro každou z těchto látek, a to hodinový imisní limit, denní imisní limit a roční imisní limit.

Účelem těchto grafů je ukázat, zda byly imisní limity jednotlivých látek překročeny či nikoliv.



Graf č. 5 Koncentrace imisí SO<sub>2</sub> na území města Kladna v období 2005-2017

V grafu č. 5 můžeme vidět zobrazení naměřených průměrných maximálních hodinových hodnot imisí a maximálních denních hodnot imisí, které jsou zde znázorněné ve formě sloupců.

Hodinový imisní limit a denní imisní limit je v tomto grafu znázorněn ve formě vodorovné přímký.

Na základě tohoto zobrazení můžeme v grafu porovnat, zda byly jednotlivé imisní limity překročeny či nikoliv. Tyto imisní limity se udávají v jednotkách miligram na metr krychlový ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

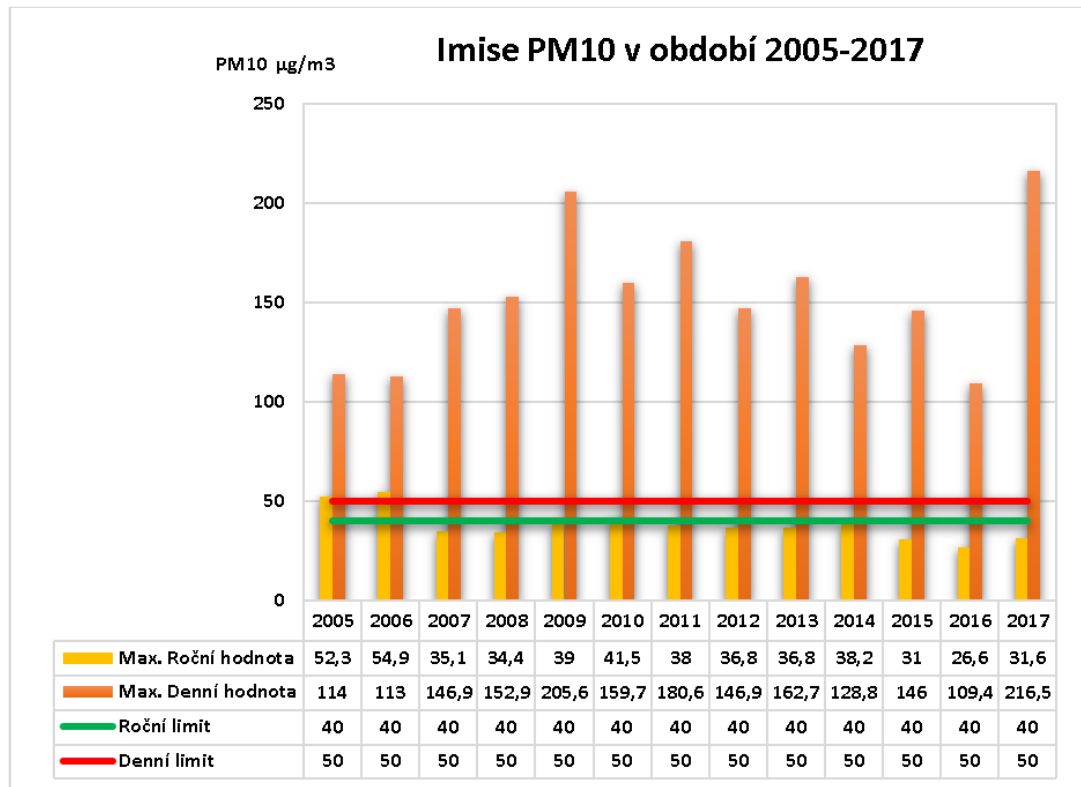
V tomto grafu tedy můžeme vidět průměrné množství maximálních imisních koncentrací  $\text{SO}_2$ , které od roku 2005 do roku 2006 vzroste na hodnotu  $230,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a do roku 2007 klesne na necelých  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

V roce 2008 můžeme pozorovat opětý nárůst koncentrací na  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Od roku 2008 množství koncentrací pomalu klesá do roku 2012, kde je hodnota  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . V roce 2013 je vidět malý nárůst na  $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ale do roku 2016 toto množství klesne na  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . V roce 2017 je patrný opětý nárůst na necelých  $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ale za zkoumané období nebyl hodinový imisní limit ani jednou překonán.

Průměrný maximální denní limit má velmi podobný průběh jako průměrný maximální hodinový limit. Jeho maximální hodnoty se pohybují v roce 2006 kolem  $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a v roce 2015 se minimální hodnoty pohybují kolem  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Ani v případě denního imisního limitu nedošlo během zkoumaného období k jeho překročení.





Graf č. 6 Koncentrace imisí PM<sub>10</sub> na území města Kladna v období 2005-2017

V grafu č. 6 můžeme vidět zobrazení naměřených průměrných maximálních hodinových hodnot imisí a maximálních denních hodnot imisí, které jsou zde znázorněné ve formě sloupců.

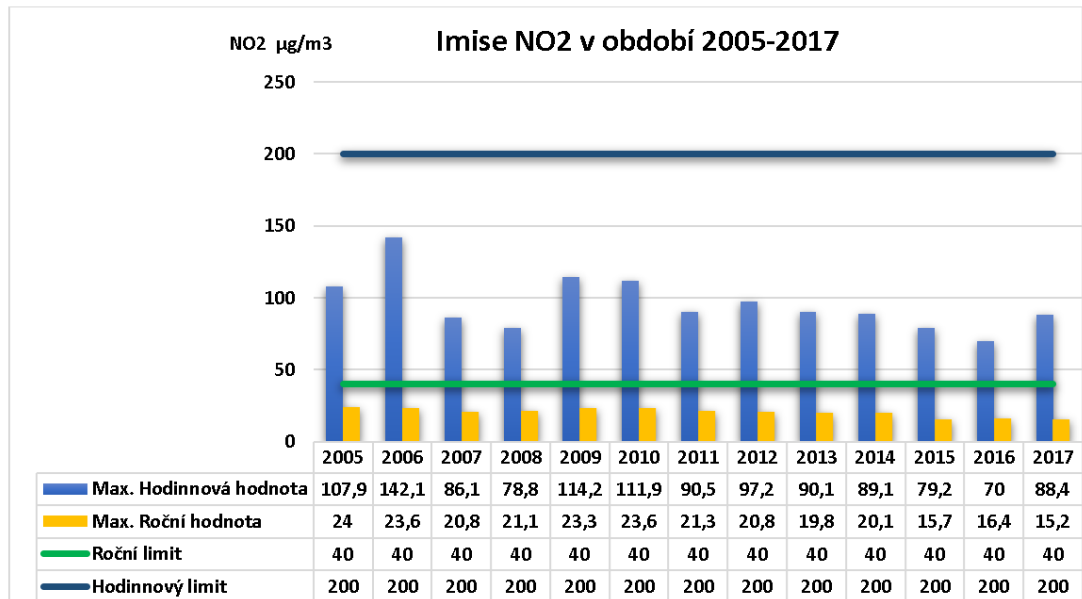
Denní imisní limity a roční imisní limity jsou znázorněny vodorovnou přímkou.

V tomto grafu můžeme vidět, že roční imisní koncentrace PM<sub>10</sub> překročila imisní limit v roce 2005 a 2006 o téměř 15 µg/m<sup>3</sup> a v roce 2010 o 1,5 µg/m<sup>3</sup>.

V ostatních letech je možné pozorovat, že koncentrace PM<sub>10</sub> mírně klesají a v roce 2017 je vidět malý vzrůst na téměř 32 µg/m<sup>3</sup>, ale imisní limity v dalších letech překročeny nebyly.

Graf dále popisuje situaci denních imisí, které byly překročeny ve všech zkoumaných obdobích o více než dvojnásobek a konkrétně v roce 2017 o více než čtyřnásobek povoleného imisního limitu.

Od roku 2005 do roku 2009 je možné pozorovat nárůst koncentrací imisí PM<sub>10</sub> a od roku 2010 do roku 2016 tyto hodnoty kolísavě klesají až do roku 2017, kdy vzrostou na naměřené maximum 216 µg/m<sup>3</sup>.



Graf č. 7 Koncentrace imisí NO<sub>2</sub> na území města Kladna v období 2005-2017

V grafu č. 7 můžeme vidět zobrazení naměřených maximálních hodinových imisních koncentrací a maximálních ročních imisních koncentrací oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>), které jsou zde znázorněny ve formě sloupců.

Hodinové imisní limity a roční imisní limity jsou znázorněny vodorovnou přímkou.

V tomto grafu můžeme vidět, že hodinové koncentrace NO<sub>2</sub> mírně vzrostou v roce 2006 na 142 µg/m<sup>3</sup>, což je nejvýše naměřené množství ve zkoumaném období, a od roku 2007 tyto hodnoty klesají vyjma nárůstu v letech 2009 a 2010, kdy se hodnoty pohybují kolem 113 µg/m<sup>3</sup> až do roku 2016, ve kterém je nejnižší naměřená hodnota rovna 70 µg/m<sup>3</sup>. V roce 2017 je možné pozorovat mírný nárůst o necelých 18 µg/m<sup>3</sup>.

Maximální roční hodnota má nejvyšší naměřenou hodnotu v roce 2005, která činí 24 µg/m<sup>3</sup> a tato hodnota klesá až do roku 2017 na nejnižší naměřenou hodnotu 15,2 µg/m<sup>3</sup>.

## 6. Diskuse

Pro tuto práci byly zvoleny dostupné zdroje informací, které se zabývají problematikou kvality ovzduší v rámci rozdělování zdrojů znečištění ovzduší a jejich klasifikace, měření znečišťujících koncentrací a podobně z hlediska staré i nové legislativy, jelikož tato práce pracuje s informacemi a daty z období, kdy ještě nebyl současný zákon č. 201/2012 Sb. v platnosti. Všechna data a informace, které pocházely z doby před přijetím tohoto zákona, byly posuzovány z hlediska stanovování kvality ovzduší a zdroje znečišťování jiným způsobem, než je tomu v současnosti.

Rozdílnost výsledků, které byly v této práci zjištěny, mohly být ovlivněny použitými daty z hlediska zahrnutí více možných aspektů týkajících se této problematiky.

V této práci byly pro stanovení emisní bilance použita data ze dvou různých provozoven a to ze Strojíren Poldi a.s. a Teplárny Kladno s.r.o., které byly zvoleny z historického významu pro znečišťování ovzduší města Kladna, jelikož již od svého vzniku a rozvoje byly hlavním zdrojem emisí znečišťujících látek do ovzduší, jak uvádí autoři Bareš a kol. v publikaci s názvem 100 let ocelí Poldi, která byla vydána národním podnikem Spojené ocelárny Poldi Kladno.

Další zkoumané zdroje mohly být například autoservisy a lakovny, provozovny potravinářského průmyslu nebo kotle ve školách, v nemocnici, v panelových a rodinných domech, které využívají spalovacích procesů k vytápění těchto objektů. Důležitým faktorem, který ovlivnil tyto výsledky jsou nspecifikovatelné emise z mobilních zdrojů znečištění, jelikož tyto zdroje nespádají do kontrolované skupiny REZZO 1-3, a nelze proto ovlivnit jejich vypouštění znečišťujících látek do ovzduší kromě zdrojů, které podléhají STK kontrolám.

Pro určení, zda byly překročeny imisní limity látek SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> byly použity data z ČHMÚ z lokality Kladno-Švermov, která patří k průměrně nejvíce znečišťované lokalitě celého města.

Výsledky tak nejsou vypovídající o celkové kvalitě ovzduší města Kladna a naměřené hodnoty se budou v méně průmyslově zaměřených částech města značně lišit.

Pro hodnocení kvality ovzduší byla zvolena právě tato oblast, která svými koncentracemi převyšuje i maximální naměřené koncentrace v lokalitě měření Kladno-střed města.

V lokalitě Kladno-Švermov byly dostupné pouze hodnoty k látkám SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> a Nox, což vedlo k možnosti posouzení kvality ovzduší pouze z hlediska k těmto látkám.

Možným faktorem změn kvality ovzduší města Kladna ve zkoumaném období mezi roky 2005–2017 byl takový, že autoři odborných publikací, místních integrovaných programů, krajských programů snižování emisí a dalších opatřeních pro zlepšení kvality ovzduší v současné době více cílí na utváření přístupu nové generace k ochraně životního prostředí, než tomu bylo v minulosti. Dalším možným vysvětlením je větší ekoetické povědomí obyvatel žijících ve městě, aby pomáhali kvalitu ovzduší zlepšovat nejen pro to, aby předešli pokutám za nedodržování stanovených imisních limitů, aby předešli zdravotním problémům a podobně, ale aby pomohli zlepšit životní prostředí pro budoucí generace.

## 7. Závěr

Tato práce se zabývá problematikou zhoršené kvality ovzduší města Kladna.

Cílem práce bylo zmapovat vývoj kvality ovzduší, která vychází z imisních koncentrací a emisní bilance znečišťujících látek v ovzduší města Kladna, zhodnotit současnou legislativu, která je spojená s ochranou ovzduší a vyhledáním oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší, mezi které město Kladno patří.

Výsledky této práce jsou v rozporu s původní hypotézou, podle které měly být právě provozovny Strojírny Poldi a.s. a Teplárna Kladno s.r.o. hlavními znečišťovateli ovzduší, ale díky těmto výsledkům bylo možné zjistit, že zkoumané provozovny dodržují stanovené imisní limity a že jednorázové úniky znečišťujících látek do ovzduší například při oxidační fázi během tavby oceli ve Strojárnách Poldi nebo spalování paliv v Teplárně Kladno neovlivní celkovou kvalitu ovzduší do takové míry, aby byly hlavním důvodem zhoršené kvality ovzduší ve městě, jako tomu bylo v minulosti. Obě provozovny mají stále podíl na znečišťování ovzduší, ale situace se výrazně zlepšila.

Oproti emisím látek z těchto zdrojů hraje hlavní roli velké množství emisí z mobilních zdrojů, které lze kontrolovat pouze prostřednictvím povinných STK kontrol, ale motorové zahradní vybavení a lokální topeniště kontrolovat nelze a právě tyto zdroje jsou příčinou častého znečišťování.

Dalším důležitým faktorem zhoršující kvalitu ovzduší je velká prašnost, která je způsobená Kladenskou haldou, jenž je pozůstatkem aktivity z důlních činností na jejíž povrchu se špatně uchytila uměle vysázená vegetace. Dále také prašnosti přispívají povrchy silnic, cest, střech domů, odstranění vegetačního pokryvu z půdy nebo přenos prachových částic na velké vzdálenosti z jiných zdrojů mimo město.

Důležitým krokem pro ochranu ovzduší, zdraví lidí a životního prostředí je dodržovat krajské programy snižování emisí a krajské programy ke zlepšení kvality ovzduší, které se koncipují tak, aby sloužily jako východisko krajským úřadům při rozhodování podle zákona o ochraně ovzduší a zákona o integrované prevenci.

Při sledování současného stavu ovzduší je možné určit vliv významných zdrojů znečišťování ovzduší na celkovou kvalitu ovzduší díky modelování budoucího stavu kvality ovzduší.

Dále je třeba se zabývat nejen velkými spalovacími zdroji, ale také malými spalovacími zdroji, které mají relativní podíl na celkových emisích a absolutní podíl na znečištění ovzduší v posledních letech.

Také je třeba využít všechny možnosti k přechodu od vytápění uhlím k centrálnímu zásobování teplem, zemním plynem či alternativními obnovitelnými zdroji.

Problém s velkou prašností by se ve městě mohl zlepšit zatravněním holých ploch, v horkých letních měsících, kdy je prašnost největší, využívat kropících zařízení ke kropení chodníků a silnic a zabránění snižování podílu vegetace v důsledku výstavby nových domů.

Zejména v místech s vysokou dopravní zátěží a velkou hustotou obyvatelstva je možné k likvidaci stávající vegetace přistupovat jen ve zcela krajním případě a vždy ji nahradit dostatečně rozsáhlou výsadbou nové plošné vegetace, a nikoliv širokořádkovým a vysokým druhům vegetace.

Důležitá je celková osvěta této problematiky, aby se docílilo dodržování imisních limitů, šetrné zacházení s životním prostředím, provozování znečišťujících zdrojů tak, aby případné emise neměly negativní vliv na kvalitu ovzduší a aby každý obyvatel města měl přehled o této problematice, jejíž aktuálnost se v posledních letech začala stupňovat, a zároveň se na životní prostředí začalo nahlížet jako na zranitelnou a neobnovitelnou část našeho světa, kterou je třeba chránit.

## 8. Literatura

- Bareš L., Klíma K., Kovařík J., Maleček., Menci R., Petrmannová J., Uxa R., Vách J., 1989: 100 let ocelí POLDI. POLDI Spojené Ocelárny, Praha 239 s.
- Bataille C., Rivers N., Mau P., Joseph C., Tu J., J., 2007: How malleable are the greenhouse gas emission intensities of the G7 nations. *Energy Journal* 28. P. 145–169.
- Braniš M., Hůnová I. [eds], 2009: Aktuální otázky znečištění ovzduší. Nakladatelství Karolinum, Praha, 352 s.
- Brimblecombe P., 2016: Urban pollution and changes to materials and buildings surfaces. Imperial College Press, London, 318 s.
- Dohnal J., 2014: Měření znečištění ovzduší. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Brno. 52 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. Digitální knihovna VUT v Brně.
- Dongarra G., Lombardo M., Manno E., Varrica D., Vultaggio M., 2010: Atmospheric Environment. Study on ambient concentrations of PM10, PM10–2.5, PM2.5 and gaseous pollutants. Trace elements and chemical speciation of atmospheric particulates 44. P. 5244–5257.
- Jäger G., Letter C., 2020: Simulating the potential of trees to reduce particulate matter pollution in urban areas throughout the year. *Environ Dev Sustain* 22. P. 4311–4321.
- Gingrich S., Kušková P., Steinberger J., K., 2011: Long-term changes in CO<sub>2</sub> emissions in Austria and Czechoslovakia – identifying the drivers of environmental pressures. *Energy Policy* 39. P. 535–543

- Grössl, L., 2016: Měření emisí a analýza stacionárních zdrojů znečišťující ovzduší. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 61 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.
  - Hemerka J., Vybíral P., 2010: Ochrana ovzduší. České vysoké učení technické v Praze, Praha, 148 s.
  - Hůnová I., Janoušková S., 2004: Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší. Nakladatelství Karolinum, Praha, 144 s.
  - Morávek J., Tomášková V., Bernard M., Vícha O., 2013: Zákon o ochraně ovzduší – komentář. C. H. Beck, Praha, 500 s.
  - Obroučka K., 2001: Látky znečišťující ovzduší. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 73 s.
  - Skácel F., Tekáč V., 2007: Podklady pro Ministerstvo životního prostředí k prováděné Protokolu o PRTR – přehled metod měření a identifikace látek sledovaných podle Protokolu o registrech úniků a přenosů znečišťujících látek v únicích do ovzduší. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 63 s.
  - Šafář R., 2014: Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší v ČR – časoprostorová analýza. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie, Olomouc. 59 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Šuta M., 1996: Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví. Český a Slovenský dopravní klub. Brno 39 s.
- Takahashi M., Morikawa H., 2012: Air-pollutant-philic plants for air remediation. J Environ Protect 3. P. 1.346 - 1.352.



- Vach M., 2005: Ochrana ovzduší. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 63 s.
- Woo K., S., Chen D., R., Pui D., Y., H., Wilson W., E., 2001: Use of continuous measurements of integral aerosol parameters to estimate particle surface area. Aerosol Science and Technology 34. P. 57-65.

## 8.1 Internetové zdroje

- ČHMI, ©2012: Imisní limity (online) [cit. 2021.2.2], dostupné z <[https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/limity\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/limity_CZ.html)>.
- ČHMI, ©2020: ČESKÁ ZPRÁVA O EMISNÍ INVENTUŘE V ROCE 2020 (online) [cit. 2020.11.24], dostupné z <[https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/CZ\\_informativni\\_zprava\\_emisni\\_inventury\\_2020.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/CZ_informativni_zprava_emisni_inventury_2020.pdf)>.
- ČHMI, ©2021a): Aktuální situace: Stav ovzduší: Přehled stavu ovzduší (online) [cit. 2020.11.24], dostupné z <<https://www.chmi.cz/aktualni-situace/stav-ovzdusi/prehled-stavu-ovzdusi>>.
- ČHMI, ©2021b): Datová základna ročního zpracování a Informační systém kvality ovzduší (online) [cit. 2020.11.24], dostupné z <[https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr98cz/kap\\_\\_uvod/dzrz\\_a\\_isko.htm](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr98cz/kap__uvod/dzrz_a_isko.htm)>.
- ČHMI, ©2021c): Polétavý prach PM10 (online) [cit. 2020.11.24], dostupné z <[https://irz.cz/sites/default/files/latky/Poletavy\\_prach\\_Karta\\_latky\\_1101\\_2019.pdf](https://irz.cz/sites/default/files/latky/Poletavy_prach_Karta_latky_1101_2019.pdf)>.

- ČHMI BRNO, ©2021: Imisní limity – co znamenají a jak je interpretovat (online) [cit. 2020.11.24], dostupné z <<https://chmibrno.org/blog/2018/08/23/imisni-limity-co-znamenaji-a-jak-je-interpretovat/>>.
- ENVIPROFI, ©2021: Kategorizace zdrojů znečišťování ovzduší (online) [cit. 2021.2.3], dostupné z <[https://www.enviprofi.cz/33/kategorizace-zdroju-znecistovani-ovzdusi-podle-zakona-c-201-2012-sb-o-ochrane-ovzdusi-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox\\_Z7\\_a6f9oJ0VWahDN00S zryU/](https://www.enviprofi.cz/33/kategorizace-zdroju-znecistovani-ovzdusi-podle-zakona-c-201-2012-sb-o-ochrane-ovzdusi-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z7_a6f9oJ0VWahDN00S zryU/)>.
- KLADNOMINULE, ©2013: Železářny (online) [cit. 2020.12.2], dostupné z <<http://www.kladnominule.cz/fotografie/zelezarny>>.
- MŽP, ©1997: Zdroje znečišťování ovzduší (online) [cit. 2020.12.12], dostupné z <[https://www.mzp.cz/cz/zdroje\\_znecistovani\\_ovzdusi](https://www.mzp.cz/cz/zdroje_znecistovani_ovzdusi)>.
- NRDC, ©2021: Air Pollution(online) [cit. 2020.12.12], dostupné z <<https://www.nrdc.org/stories/air-pollution-everything-you-need-know>>.
- IRZ, ©2007: Instrumentace měření emisí, Integrovaný registr znečišťování. Ministerstvo životního prostředí (online) [cit. 2020.11.8], dostupné z <[http://www.irz.cz/dokumenty/irz/metody\\_mereni\\_instrumentace\\_mereni\\_emisi.pdf](http://www.irz.cz/dokumenty/irz/metody_mereni_instrumentace_mereni_emisi.pdf)>.
- IRZ, ©2009a): Látka: Oxidy síry. Integrovaný registr znečišťování, Ministerstvo životního prostředí (online) [cit. 2020.11.7], dostupné z <<http://irz.cz/node/80>>.
- IRZ, ©2009b): Látka: Oxidy dusíku. Integrovaný registr znečišťování, Ministerstvo životního prostředí (online) [cit. 2020.11.5], dostupné z <<http://irz.cz/node/79>>.

- IRZ, 2009c): Látka: Polétavý prach. Integrovaný registr znečišťování, Ministerstvo životního prostředí (online) [cit. 2020.11.5], dostupné z <<http://irz.cz/node/85>>.
- IRZ, ©2009d): Látka: Oxid uhelnatý. Integrovaný registr znečišťování, Ministerstvo životního prostředí (online) [cit. 2020.11.7], dostupné z <<http://irz.cz/node/77>>.
- IRZ, ©2009e): Látka: Oxid uhličitý. Integrovaný registr znečišťování, Ministerstvo životního prostředí (online) [cit. 2020.11.8], dostupné z <<http://irz.cz/node/78>>.
- IRZ, ©2009f): Nemethanové těkavé organické sloučeniny (online) [cit. 2020.11.8], dostupné z <<https://irz.cz/node/71>>.
- IRZ, ©2021a): Polétavý prach PM10 (online) [cit. 2021.2.23], dostupné z <[https://irz.cz/sites/default/files/latky/Poletavy\\_prach\\_Karta\\_latky\\_11012019.pdf](https://irz.cz/sites/default/files/latky/Poletavy_prach_Karta_latky_11012019.pdf)>.
- IRZ, ©2021b): Oxidy dusíku (online) [cit. 2021.2.23], dostupné z <[https://irz.cz/sites/default/files/latky/Poletavy\\_prach\\_Karta\\_latky\\_11012019.pdf](https://irz.cz/sites/default/files/latky/Poletavy_prach_Karta_latky_11012019.pdf)>.
- IRZ, ©2021c): Oxid uhelnatý (online) [cit. 2021.2.23], dostupné z <[https://irz.cz/sites/default/files/latky/Oxid\\_uhelnaty\\_Karta\\_latky\\_11012019.pdf](https://irz.cz/sites/default/files/latky/Oxid_uhelnaty_Karta_latky_11012019.pdf)>.
- IRZ, ©2021d): Amoniak (online) [cit. 2021.2.23], dostupné z <[https://irz.cz/sites/default/files/latky/Amoniak\\_Karta\\_latky\\_11012019.pdf](https://irz.cz/sites/default/files/latky/Amoniak_Karta_latky_11012019.pdf)>.
- IRZ, ©2021e): Methan (online) [cit. 2021.2.23], dostupné z <[https://irz.cz/sites/default/files/latky/Methan\\_Karta\\_latky\\_11012019.pdf](https://irz.cz/sites/default/files/latky/Methan_Karta_latky_11012019.pdf)>.

- TZBINFO, ©2018: Kontrola tmavosti kouře, aneb jak každý může kontrolovat kvalitu ovzduší v okolí (online) [cit. 2020.12.12], dostupné z <<https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-pevnymi-palivy/17126-kontrola-tmavosti-koure-aneb-jak-kazdy-muze-kontrolovat-kvalitu-ovzdusi-v-okoli>>.
- UNFCCC, ©2021: What is the Kyoto Protocol (online) [cit. 2021.2.2], dostupné z <[https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol)>.
- Vrabec V., ©2015: Emisní povolenky, Asociace pro mezinárodní otázky AMO, (online) [cit. 2021.2.1], dostupné z <<https://www.studentsummit.cz/wp-content/uploads/2019/02/PSS-Emisn%C3%AD-povolenky-UNEA.pdf>>.
- 7ENERGY, ©2021: Historie, (online) [cit. 2021.2.2], dostupné z <<https://www.7energy.com/cz/skupina/teplarna-kladno.html>>.

## 8.2 Normy, vyhlášky, zákony

- ČSN ISO 10 780: Stacionární zdroje emisí – Měření rychlosti v průtoku plynů v potrubí. Český normalizační institut, Praha, 1998. 24 s.
- Nařízení vlády č. 350/2002 Sb. kterým se stanoví emisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší.
- Sdělení č. 81/2005 Sb. m. s., Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Kjótského protokolu k Rámcové úmluvě Organizace spojených národů o změně klimatu, v platném znění.
- Vyhláška č. 330/2012 Sb. o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích, v platném znění.
- Vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, v platném znění.

- Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů, v platném znění.
- Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší.
- Zákon č. 385/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění.
- Zákon č. 383/2012 Sb., o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů, v platném znění.
- Zákon č. 1/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 383/2012 Sb., o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, v platném znění.

## 9. Přílohy

### 9.1 Seznam obrázků

- Obr. 1: Měření tmavosti kouře metodou podle Ringelmana (www.arnika.org, 2014) (online) [cit. 2020.11.20], dostupné z <<http://arnika.org/soubory/dokumenty/ovzduisi/ringelmann-A4-krida.pdf>>.
- Obr. 2: Schéma umístění měřicího otvoru a vzorec pro výpočet průměru kouřovodu (www.irz.cz, 2007) (online) [cit. 2020.12.27], dostupné z <[https://irz.cz/dokumenty/irz/metody\\_mereni/instrumentace\\_mereni\\_emisi.pdf](https://irz.cz/dokumenty/irz/metody_mereni/instrumentace_mereni_emisi.pdf)>.
- Obr. 3: Poloha měřících bodů v kruhovém a čtyřhranném průřezu (www.irz.cz, 2007) (online) [cit. 2020.12.27], dostupné z <[https://irz.cz/dokumenty/irz/metody\\_mereni/instrumentace\\_mereni\\_emisi.pdf](https://irz.cz/dokumenty/irz/metody_mereni/instrumentace_mereni_emisi.pdf)>.

### 9.2 Seznam Tabulek

- Tabulka č. 1 Imisní limity pro ochranu zdraví a maximální počet jejich překročení (www.chmi.cz upravil Valím, 2021).

### 9.3 Seznam Grafů

- Graf č. 1 Emisní bilance Strojírny Poldi, a.s. z hlediska časových období
- Graf č. 2 Emisní bilance Strojírny Poldi, a.s. z hlediska hlavních znečišťujících látek
- Graf č. 3 Emisní bilance Teplárny Kladno s.r.o. z hlediska časových období
- Graf č. 4 Emisní bilance Strojírny Poldi, a.s. z hlediska hlavních znečišťujících látek

- Graf č. 5 Koncentrace imisí SO<sub>2</sub> na území města Kladna v období 2005-2017
- Graf č. 6 Koncentrace imisí PM<sub>10</sub> na území města Kladna v období 2005-2017
- Graf č. 7 Koncentrace imisí NO<sub>2</sub> na území města Kladna v období 2005-2017