

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍHO
MODELOVÁNÍ



Bakalářská práce

**Návrh praktických kroků vedoucích ke zlepšování kvality ovzduší
na základě analýzy emisní a imisní situace města Beroun**

Autor práce: Karolína Roztočilová

Vedoucí práce: Mgr. Marta Martínková, Ph.D.

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Karolína Roztočilová

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

Návrh praktických kroků vedoucích ke zlepšování kvality ovzduší na základě analýzy emisní a imisní situace města Beroun

Název anglicky

Proposal of practical steps leading to the improvement of air quality based on the analysis of the emission and air pollution situation of the city of Beroun

Cíle práce

Hlavním cílem mé bakalářské práce je návrh praktických kroků vedoucích ke zlepšení kvality ovzduší ve městě Beroun, a to na základě interpretace mnou vytvořených mapových podkladů založených na volně přístupných mapových schématech ČHMÚ koncentrací vybraných polutantů a rešerše doposud implementovaných opatření ke zlepšení kvality ovzduší v Berouně.

Metodika

Prvním krokem v bakalářské práci bude zpracování rešerše k danému tématu.

Ve vlastní práci budou na základě prostorových dat z ČHMÚ v programu ArcGIS vytvořeny mapové podklady, které budou popisovat vývoj imisní situace vybraných polutantů na území města Beroun. Na základě obecné rešerše, rešerše doposud implementovaných opatření ke zlepšení kvality ovzduší v Berouně a vytvořených mapových podkladů budou navržena opatření ke zlepšení kvality ovzduší v tomto městě.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

znečištění ovzduší, emise, imise, Beroun, opatření

Doporučené zdroje informací

Braníš, M. & Hůnová, I. 2009: Atmosféra a klima: Aktuální otázky znečištění ovzduší. Karolinum, Praha, 352 s.

Vallero, D. A., 2014: Fundamentals of air pollution. Academic Press, Amsterdam, 986 s.

Víden I., 2005: Chemie ovzduší. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha: 98 s.
Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Mgr. Marta Martinková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2022

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Návrh praktických kroků vedoucích ke zlepšování kvality ovzduší na základě analýzy emisní a imisní situace města Beroun vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, 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 vědoma, že odevzdáním bakalářské 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 Praze, 30. března 2022

Karolína Roztočilová

Podpis:

Poděkování:

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí práce paní Mgr. Martě Martínkové, Ph.D., za odborné vedení a trpělivost při zpracování bakalářské práce. Za podporu děkuji také své rodině.

Abstrakt:

Tématem bakalářské práce je znečištění ovzduší ve městě Beroun. Ovzduší je nedílnou součástí životního prostředí a jeho kvalitě je v současné době věnována velká pozornost. Znečištění ovzduší negativně ovlivňuje zdraví obyvatel.

V prvních kapitolách je popsáno ovzduší z hlediska historie ochrany od mezinárodního práva až k právu v České republice. Dále jsou zmíněny znečišťující látky a jejich vliv na zdraví člověka.

Ve vlastní práci jsou popsány emisní zdroje znečišťování, které se ve městě Beroun nachází. Následně na to jsou dle dat z imisní stanice a dat z ČHMÚ vytvořeny mapové podklady, podle kterých je zhodnocena imisní situace na vybraném území.

Na základě zhodnocení výsledků z emisní a imisní situace jsou navržena opatření pro zlepšení kvality ovzduší ve městě Beroun.

Klíčová slova:

znečištění ovzduší, emise, imise, Beroun, opatření

Abstract:

The topic of the bachelor thesis is air pollution in the city of Beroun. The atmosphere is an integral part of the environment and its quality is currently given large attention. Air pollution negatively affects the health of the population.

The first chapters describe the atmosphere in terms of the history of protection from international law to the law of the Czech Republic. Pollutants and their impact on human health are also mentioned.

The thesis describes the emission sources of pollution located in the city of Beroun. Subsequently, according to data from the air pollution station and data from the CHMU, map materials are created, according to which the air pollution situation in the selected area is evaluated.

Based on the evaluation of the results from the emission and air pollution situation, measures are proposed to improve air quality in the city of Beroun.

Key words:

air pollution, emissions, immissions, Beroun, measures

OBSAH

1.	Úvod.....	9
2.	Cíle práce a metodika	10
2.1	<i>Cíle práce.....</i>	<i>10</i>
2.2	<i>Metodika.....</i>	<i>10</i>
3.	Ochrana ovzduší.....	11
3.1	<i>Historie ochrany ovzduší.....</i>	<i>12</i>
3.1.1	Ochrana ovzduší v rámci mezinárodního práva.....	13
3.1.2	Ochrana ovzduší v rámci Evropské Unie	15
3.1.3	Ochrana ovzduší v rámci České republiky	17
3.2	<i>Právní rámec ochrany ovzduší v České republice.....</i>	<i>18</i>
3.2.1	Legislativa v oblasti ochrany ovzduší.....	19
3.2.2	Nástroje v oblasti ochrany ovzduší	20
3.3	<i>Vybrané znečišťující látky.....</i>	<i>23</i>
3.3.1	Oxid siřičitý (SO ₂).....	23
3.3.2	Oxidy dusíku (NO _x)	23
3.3.3	Polévatý prach (PM)	23
3.3.4	Benzo[a]pyren (BaP).....	24
4.	Zájmové území Beroun	25
5.	Analýza stavu ovzduší města Beroun	27
5.1	<i>Analýza emisní situace.....</i>	<i>27</i>
5.1.1	Stacionární zdroje emisí	28
5.1.2	Mobilní zdroje emisí.....	31
5.2	<i>Analýza imisní situace.....</i>	<i>32</i>
5.2.1	Imisní limity.....	32
5.2.2	Výsledky měření na stanicích imisního monitoringu	33
5.2.3	Výsledky mapování ve čtvercové síti – vývoj dle pětiletých průměrů ..	34
6.	Výsledky emisní a imisní analýzy	38
7.	Návrh opatření ke zlepšení kvality ovzduší ve městě Beroun	40
7.1.	<i>Omezení znečištění ovzduší z domácností.....</i>	<i>40</i>
7.2	<i>Omezení znečištění ovzduší z dopravy</i>	<i>41</i>
7.3	<i>Omezení znečištění ovzduší snižováním spotřeby energie.....</i>	<i>44</i>
7.4	<i>Omezení znečištění ovzduší výsadbou zeleně.....</i>	<i>44</i>
7.5	<i>Zhodnocení</i>	<i>44</i>
8.	Diskuse.....	45
9.	Závěr.....	47
10.	Seznam použité literatury.....	48

1. Úvod

Ochrana ovzduší je v současnosti velice podstatným tématem. Toto téma je řešeno na celosvětové úrovni, protože se vzrůstajícím počtem obyvatel, vzrůstá také množství zdrojů znečištění. Kvalita ovzduší je nejhorší zejména v rozvojových zemích v důsledku rozvoje dopravy a průmyslu.

Znečišťující látky tedy významně ovlivňují životní prostředí na lokální, regionální a globální úrovni. Z tohoto důvodu patří téma znečišťování ovzduší mezi globální environmentální problémy a jeho ochrana je společným zájmem většiny států.

Kvalita vzduchu ovlivňuje lidské zdraví, celé ekosystémy a přesahuje i do existencionální roviny v souvislosti s klimatickou krizí. Dopady znečištěného ovzduší byly zkoumány mnoha vědci a zájem o toto téma sahá již daleko do historie. Už ve starověku se lidé potýkali se znečištěným ovzduším, byli schopni vnímat jeho dopady na zdraví a snažili se o jeho regulaci.

Aktuální vědecké poznatky o znečišťujících látkách, a jejich dopadu na životní prostředí, umožňují adekvátně reagovat politikám po celém světě. Kompetentní orgány pak mohou vytvářet účinné strategie ke snižování znečištění ovzduší, které bývají zakotveny ve směrnících, zákonech či vyhláškách.

Když jsem přemýšlela nad tématem, které by mohlo být v rámci mé bakalářské práce zkoumáno, velikou inspirací mi byla má nová práce na odboru životního prostředí na MěÚ Beroun. Město v posledních letech implementuje kroky ke zlepšování kvality ovzduší, které víceméně vychází ze směrnic a zákonů. Rovněž mne v souvislosti s touto problematikou napadlo několik zajímavých opatření.

Proto se tato bakalářská práce zaměřuje zejména na návrh nových opatření vedoucích ke zlepšování kvality ovzduší ve městě Beroun.

2. Cíle práce a metodika

2.1 Cíle práce

Hlavním cílem mé bakalářské práce je návrh praktických kroků vedoucích ke zlepšení kvality ovzduší ve městě Beroun, a to na základě interpretace mnou vytvořených mapových podkladů založených na volně přístupných mapových schématech ČHMÚ koncentrací vybraných polutantů a rešerše doposud implementovaných opatření ke zlepšení kvality ovzduší v Berouně.

2.2 Metodika

Prvním krokem v bakalářské práci bude zpracování rešerše k danému tématu.

Ve vlastní práci budou na základě prostorových dat z ČHMÚ v programu ArcGIS vytvořeny mapové podklady, které budou popisovat vývoj imisní situace vybraných polutantů na území města Beroun. Na základě obecné rešerše, rešerše doposud implementovaných opatření ke zlepšení kvality ovzduší v Berouně a vytvořených mapových podkladů budou navržena opatření ke zlepšení kvality ovzduší v tomto městě.

3. Ochrana ovzduší

Ovzduší neboli také atmosféra je plynný obal Země a dosahuje výšky několika tisíců kilometrů. Z řečtiny jej můžeme přeložit jako *atmos = pára* a *sfaira = obal*.

Na složení atmosférického vzduchu má vliv mnoho dějů, nicméně vývoj atmosféry, tak jak ji známe dnes, trval zhruba 3-4 miliardy let. S vzrůstající výškou rychleji klesá tlak a hustota atmosférického vzduchu, což je dáno zejména gravitační silou (Vysoudil, 2013).

Jak zmiňuje Pielke (2018), současná atmosféra je tvořena ze 78,08 % dvouatomovým dusíkem (N_2), z 20,95 % dvouatomovým kyslíkem (O_2) a z 0,93 % argonem (Ar). Dále je v ní obsaženo přibližně 0-4 % vody (H_2O), 0,04 % oxidu uhličitého (CO_2) a další tzv. inertní plyny jako je neon (Ne) či helium (He), ale i dalších sloučenin, například oxidy dusíku, ozonu a síry.

Součástí atmosféry jsou také aerosoly, tedy rozptýlené pevné a kapalné látky. Velikost takových částic dosahuje rozmezí 10^{-6} až 10^{-2} μm . Řada aerosolů má negativní dopad na životní prostředí, ačkoli jich je v atmosféře jen kolem 10 % antropogenního původu. Nejvýznamnějšími aerosoly v souvislosti s ochranou ovzduší jsou zbytkové produkty při spalování fosilních paliv, tedy oxid siřičitý (SO_2), oxid uhelnatý (CO) a oxidy dusíky (NO_x) (Vysoudil, 2013).

V atmosféře se vyskytuje různá míra znečišťujících látek přirozeného a antropogenního původu. Polutanty pocházející z lidské činnosti přispívají ke změně přírodních vlastností atmosféry, což má nepříznivý dopad na zdraví lidí a dalších ekosystémů (Vallero, 2014).

Polutanty, tedy škodlivé látky v ovzduší, rozdělujeme na primární a sekundární polutanty. Mezi primární řadíme látky, které v původním stavu beze změny pochází z určitého zdroje, například právě zbytkové produkty při spalování fosilních paliv. Sekundární polutanty nemají jasně definovaný zdroj, protože jsou utvářeny pomocí dalších chemických a fyzikálních procesů z primárních sloučenin. Mezi ně patří ozón (O_3), oxid dusičitý (NO_2), aldehydy a další (Braníš & Hůnová, 2009).

Znečištění ovzduší je mimo jiné výrazně ovlivňováno atmosférickými podmínkami, tedy tlakem vzduchu, teplotou a vlhkostí vzduchu, ale také rychlostí a směrem větru či slunečním zářením. Lokální meteorologické podmínky ovlivňují stav ovzduší v určité oblasti (UCAR, ©2020).

3.1 Historie ochrany ovzduší

Změny stavu ovzduší znepokojují po celém světě řadu odborníků, politiků a běžné populace, především kvůli dopadu na zdraví obyvatel. Zmínky o znečišťování ovzduší sahají i daleko do historie.

Výskyt antropogenního znečištění lze mapovat již ve starověku. Archeologické nálezy ukazují, že již Sumerové (3 000 př. n. l.) se snažili regulovat způsoby provozu domácích topenišť. Stejně tak i v plicích mumií, pocházejících z období egyptských faraonů, lze nalézt přítomnost znečišťujících látek (Macoun, 2017).

Již v dávné historii se lidé potýkali s problematikou znečištění ovzduší, vnímali jeho dopady na lidské zdraví a hledali způsoby, jak znečišťování regulovat.

Římský senát stanovil zásadu „*Aerem corrumpere non licet*“ tedy, že vzduch není dovoleno kazit. Tehdejší římský císař Dioklecián zase vydal spis s návody, jak likvidovat znečišťování ovzduší. Postupem času se k preventivním návodům začaly přidávat sankce. Například v roce 1348 byl vydán zákaz používání kamenného uhlí kováři v Německu (Macoun, 2017).

Dle Macouna (2017) mělo znečištění ovzduší před průmyslovou revolucí spíše lokální charakter. Nicméně s masivním rozvojem výroby začalo znečišťování překračovat hranice měst, a to i přes stále nové a nové regulace.

V rámci průmyslové revoluce, která se datuje k období od 18. do 19. století, se postupně ztrácela dominance zemědělství na úkor výroby, těžby a také rozvoje dopravy (Ashton, 1948). Člověk a jeho činnosti se v této době dostaly do popředí znečišťovatelů životního prostředí (Braníš & Hůnová, 2009).

Již v roce 1896 upozornil švédský chemik Arrhenius na změny klimatu ve spojitosti s lidskou činností. Vyzoroval změnu koncentrace CO₂ v souvislosti s nárůstem ekonomické aktivity společnosti (Vysoudil, 2013).

Rozvoj průmyslu v rozvinutých zemích stoupal bleskově vzhůru a v roce 1943 vedl ke smogové situaci, známé jako losangeleský (oxidační) smog, který vzniká reakcí slunečního záření s produkty spalování fosilních paliv. V důsledku toho došlo k řadě regulací.

O několik let později pak došlo k londýnské smogové situaci (redukční smog) a to v roce 1952, kdy se v prosinci ve městě usadila hustá mlha plná dýmu. Nejen, že byla tehdy znemožněna doprava v důsledku zhoršené viditelnosti, ale během jednoho týdne v Londýně zemřelo přes dva tisíce lidí na onemocnění dýchacích cest a kardiovaskulární obtíže. Ihned poté vyšel v platnost tzv. zákon o čistém ovzduší (Macoun, 2017).

Jak zmiňuje Viden (2005) ve své publikaci, v období po 2. světové válce vzrůstalo impulzů upozorňujících na problémy spojené se stavem ovzduší ve světě. Tehdy začal profesor Revelle s monitoringem hladiny CO₂ a postupně se k němu přidal celý svět.

V souvislosti s kyselými dešti pak v roce 1968 upozornili švédští vědci, že srážky jsou stále kyselější a zvyšující se kyselost švédských řek je způsobena transportem znečištěním zejména oxidu siřičitého, na velké vzdálenosti (Macoun, 2017).

V návaznosti na toto zjištění byla do praxe postupně zaváděna nová opatření vedoucí ke snižování látek ovlivňující kyselou dešť do ovzduší (Macoun, 2017).

Kyselá dešť, obsahující silné kyseliny H₂SO₄ a HNO₃, vznikají především při spalování fosilních paliv, tedy při spalování v motorech a při průmyslové činnosti. Jakmile se emise ze zdrojů rozptýlí do atmosféry, reagují s vodou a padají na zem ve formě deště. Vzniklé kyselá deště mají negativní dopad na životní prostředí. Ohrožují například vodní život, stromy, sochy a budovy, ale také ohrožují živé bytosti (Vallero, 2014).

Výčet výše uvedených situací je jen zlomek z těch, které vedly k potřebě regulace znečištění ovzduší. Samotná právní potřeba regulace znečištění ovzduší se začala projevat až v souvislosti s významnými jevy v polovině 20. století (Dvořák, 2012).

V následujících kapitolách přiblížím vývoj právní ochrany ovzduší na mezinárodní, evropské a národní úrovni, protože to považuji v rámci této práce za důležité.

3.1.1 Ochrana ovzduší v rámci mezinárodního práva

Dnes je téma ochrany ovzduší přirozená věc, vedlo k tomu však mnoho kroků na mezinárodní úrovni.

Mezi odborníky se již hojně diskutuje o ochraně ozonové vrstvy, o přeshraničním přenosu znečištění ovzduší a aktuálně zejména o změnách zemského klimatu (Viden, 2005).

V rámci mezinárodního práva v souvislosti s ochranou ovzduší hraje významnou roli Organizace spojených národů (OSN). Pod jejím vedením bylo konáno nespočet konferencí nejen o ochraně ovzduší, které vedly k mnoha mezinárodním úmluvám. Výčet mezinárodních úmluv, se kterými je Česká republika jednou smluvní stranou, jsou k nalezení na webu ministerstva životního prostředí (MŽP, ©2020).

Významným dokumentem v ochraně ovzduší na mezinárodní úrovni je *Úmluva o dálkovém přenosu znečištění ovzduší přesahujícím hranice států*. Tento dokument byl přijat na základě zhoršujících se životních podmínek obyvatel severských států v souvislosti s dopady kyselých dešťů. Jednání o úmluvě začalo roku 1972 a po dlouhých debatách byla v roce 1979 podepsána představiteli 33 států v Ženevě (Víden, 2005).

Úmluva „definovala hlavní problémy znečišťování ovzduší a formulovala základní principy a prostředky k dosažení cíle. Konkrétní opatření začala postupně obsahovat až jednotlivé protokoly k této Úmluvě:

1984 - Protokol o spolupráci v monitorování a hodnocení dálkového přenosu znečišťujících látek v ovzduší

1985 - Protokol o snížení emisí oxidu síry o 30 % do konce roku 1993

1988 - Protokol o zastavení růstu emisí oxidu dusíku

1991 - Protokol o těkavých organických látkách (VOC)

1994 - Protokol o dalším snižování emisí sloučenin síry

1998 - Protokol o těžkých kovech (HM)

1998 - Protokol o persistentních organických látkách (POPs)

1999 - Protokol o snížení acidifikace, eutrofizace a přízemního ozónu“

(Víden, 2005, s.36-38).

Dalším tématem je již zmíněná ochrana ozónové vrstvy, ke které se vztahuje Vídeňská úmluva o ochraně ozónové vrstvy, která byla vytvořena za účelem ochrany životního prostředí proti antropogenním vlivům měnícím strukturu ozónové vrstvy. Úmluva byla sjednána v roce 1985 a celosvětově vstoupila v platnost v roce 1988 (MŽP, ©2020).

Konkrétní kroky vedoucí k naplňování cílů úmluvy jsou stanoveny v tzv. Montrealském protokolu. Protokol definuje celosvětová opatření na zákaz výroby a spotřeby látek, které prokazatelně poškozují ozonovou vrstvu, jako jsou např. freony či halony a jiné (Víden, 2005).

Ozonová vrstva je část stratosféry a nachází se nad zemským povrchem. Tato vrstva chrání planetu Zemi před škodlivým ultrafialovým zářením. V důsledku lidské činnosti se ozonová vrstva výrazně zeslabuje a ohrožuje tak pozemské organizmy. Vzniklá ozonová díra způsobuje různé typy rakovinných nádorů, snižování imunity a poškození zraku (Andersen & Sarma, 2002).

Nejvíce diskutovaným tématem v posledních letech je vliv lidské činnosti na změnu klimatu. Rámcová úmluva OSN o změně klimatu byla přijata již v roce 1992 v Rio de Janeiru a vstoupila v platnost v roce 1994 (Víden, 2005).

Součástí Rámcové úmluvy je tzv. Kjótský protokol, který byl členskými státy OSN podepsán v roce 1997 a stanovuje redukční cíle jednotlivých států ke snížení emisí skleníkových plynů nejméně o 5,2 % v období 2008-2012. V prosinci 2012 došlo ke schválení dodatku o prodloužení platnosti, který byl stanoveno na osm let (2013-2020) (Britannica, ©2021).

Dále byla v roce 2015 smluvními stranami Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu přijata Pařížská dohoda. Cílem dohody je omezit globální oteplování výrazně pod 2, nejlépe na 1,5 °C. Pařížská dohoda je mezníkem ve změně klimatu, protože spojuje všechny národy se společným cílem dosáhnout do poloviny století klimaticky neutrálního světa (UNFCCC, ©2022)

3.1.2 Ochrana ovzduší v rámci Evropské Unie

Česká republika, jakožto člen Evropské unie, spolupracuje s ostatními členskými státy, nejen za účelem ochrany ovzduší, ale i celého životního prostředí. Vzduch, který dýcháme, je nezbytný pro naše zdraví a produktivitu, která je důležitá pro fungování všech společností. Znečištěné ovzduší není totiž jen věcí jednotlivců, kteří se v důsledku toho potýkají se širokým spektrem zdravotních problémů, ale zejména problémem celé společnosti, která musí platit vysoké náklady na zdravotní péči.

Za zmínku stojí, že na začátku vzniku Evropské unie, tedy v 50. letech 20. století ještě neexistovala žádná Evropská ustanovení ochrany životního prostředí. Evropská unie systematicky pracuje na zlepšování kvality ovzduší od počátku 70. let 20. století kontrolou emisí znečišťujících látek v ovzduší a utvářením požadavků do různých odvětví energetiky a dopravy (European Commission, ©2022).

Velmi významnou smlouvou v souvislosti s ochranou životního prostředí je tzv. Jednotný evropský akt (JEA) který vstoupil v platnost v roce 1987 a tím se ochrana životního prostředí stala primárním právem evropského společenství (Evropská agentura pro životní prostředí, ©2013).

Zásadním nástrojem k ochraně životního prostředí jsou akční programy, které podporují rozvoj politik Evropské unie v oblasti životního prostředí. V prosinci 2021 byl předběžně potvrzen osmý akční plán pro ochranu životního prostředí a klimatu (Evropská rada, ©2021).

V rámci Evropského práva existují směrnice, nařízení a doporučení. Směrnice můžeme definovat jako právní akt ustanovující cíl, který musí všechny země EU splnit. Vždy však záleží na jednotlivých zemích, jak si v rámci národní politiky stanoví

plnění jednotlivých cílů. Jednotlivé směrnice vymezují předmět, cíl a nástroje vztahující se k ochraně ovzduší.

Evropská nařízení jsou právně závazná nařízení, která stanovují povinnost členským státům tato nařízení dodržovat. Stát si dává do zákona sankce za jejich porušování (Evropská agentura pro životní prostředí, ©2013).

Níže uvádím výčet několika směrnic, které jsou zásadní pro oblast ochrany ovzduší.

a) Směrnice Rady 96/62/ES, o posuzování a řízení kvality vnějšího ovzduší je běžně označována za rámcovou směrnici v ochraně ovzduší.

Hlavními cíli směrnice je předcházení negativních účinků škodlivých látek v ovzduší na zdraví lidské populace. Směrnice stanovuje mezní a výstražné hodnoty látek znečišťující ovzduší a popisuje principy posuzování a řízení kvality ovzduší v jednotlivých členských státech.

b) Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu, která slučuje většinu právních předpisů v oblasti kvality ovzduší do jedné směrnice a stanovuje limity znečišťujících látek a povinnost členských států dodržovat emisní stropy.

c) Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2010/75/EU o průmyslových emisích je založena na principech integrovaného přístupu předcházení znečišťování a aplikaci nejlepších dostupných technik ke snižování emisí v provozech.

d) Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2016/2284 o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, kde došlo ke stanovení emisních stropů a závazků ke snížení emisí SO₂, NO_x, VOC, NH₃ a prachových částic PM_{2,5}.

e) Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2015/2193 o omezení emisí některých znečišťujících látek do ovzduší ze středních spalovacích zařízení (ESIPA, ©2022).

Výše uvedený výčet evropských směrnic není vyčerpávající a slouží spíše k představě, jak Evropská unie reguluje a řídí kvalitu ovzduší členských států.

3.1.3 Ochrana ovzduší v rámci České republiky

Samotný vývoj ochrany ovzduší, tehdy ještě v Československé republice, byl výrazně ovlivněn II. Světovou válkou. Prioritní tehdy bylo vzpamatovat se zejména z hospodářských a ekonomických důsledků války.

Ve 2. polovině 50. let 20. století se ve světě začaly významně projevovat negativní důsledky rozvoje průmyslu. Hlavní škodliviny, kterým byl polévatý prach a oxid siřičitý, vznikaly spalováním sirnatého uhlí. Důsledkem spalování byly na území Československa poničeny lesní porosty vinou kyselých dešťů.

Velkým milníkem bylo tehdy přijetí zákona č.35/1967 Sb., o opatřeních proti znečišťování ovzduší. Zákon tehdy legalizoval rozptyl a ředění jako podstatný nástroj ochrany ovzduší a místo technologických opatření zavedl poplatky za znečišťování. Na druhou stranu byl prvním pokusem o ochranu čistoty ovzduší a díky zmíněným poplatkům umožnil financování i některých prospěšných aktivit“ (Macoun, 2017).

Později vyšel v platnost zákon č.309/1991 Sb., o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami (zákon o ovzduší), díky němuž došlo k výraznému poklesu emisí oxidu siřičitého a také zákon č. 389/1991 Sb., o státní správě ochrany ovzduší a poplatcích jeho znečišťování. Tyto zákony přinesly velký zlom v právní úpravě ochrany ovzduší, na řadu přišlo vymezení zdrojů znečištění na stacionární a mobilní a také došlo ke stanovení nástrojů k dosažení cílů ochrany ovzduší (Dvořák, 2012).

O několik let dále byl vydán zákon č.86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a změně některých dalších zákonů, který se zaměřoval zejména na střední zdroje znečišťování. Jeho hlavním cílem však bylo vyhovění požadavků Evropské unie a jejich přenesení do národního právního systému.

V následující kapitole přiblížím aktuální legislativu České republiky v oblasti ochrany ovzduší.

3.2 Právní rámec ochrany ovzduší v České republice

Hlavní význam aktuální právní úpravy v oblasti ochrany ovzduší je především zamezení neúměrného znečišťování ovzduší. Vysvětlení toho, co se v oblasti ochrany ovzduší objevuje za pojmy, je možné nalézt v samotném zákoně tedy v §1. Pro účely této práce považuji za důležité vymezení pojmů, se kterými zákon operuje.

Znečišťování ovzduší je chápáno, jako situace kdy se do ovzduší v důsledku antropogenní činnosti dostávají znečišťující látky. Znečišťování je tedy komplexní proces, který vede ke snižování kvality ovzduší. Dle Braniše & Hůnové (2009) jsou to právě lidské činnosti, které ovlivňují kvantitativní i kvalitativní charakteristiky životního prostředí.

Znečišťující látka je dle zákona „každá látka, která svou přítomností v ovzduší má nebo může mít škodlivé účinky na lidské zdraví nebo životní prostředí anebo obtěžuje zápachem“ (§ 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší). Jak je již výše zmíněno, rozdělují se na látky primární a sekundární, záleží tedy na tom, zda do ovzduší vstupují přímo či zprostředkovaně.

Zákon dále pracuje s pojmy emise a imise a také emisními a imisními limity.

Emisí se dle zákona rozumí „vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do ovzduší“ (§ 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší). Jedná se víceméně o proces vypouštění škodlivin do ovzduší z různých zdrojů, což je prakticky hlavním zájmem studií kvality ovzduší. Emise zjišťujeme měřením či modelováním. (Braniš & Hůnová, 2009).

Emisní limity jsou zákonem stanovovány specificky pro každý zdroj, množství emisí se pak vyjadřuje podílem hmotnosti znečišťující látky a objemové jednotky odpadního plynu v jednotkách mg/m^3 . (Morávek, 2013).

Imise je chápána jako „úroveň znečištění hmotnostní koncentrace znečišťující látky v ovzduší nebo její depozice na zemský povrch za jednotku času“ (§ 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší). Imise úzce souvisí s pojmem emisí, protože se prakticky jedná o důsledek znečišťování ze zdrojů. Vyjadřuje se v jednotkách mg/m^3 nebo také v jednotkách ppm (Braniš & Hůnová, 2009).

Imisní limit je zákonem stanovená nejvyšší přípustná míra znečištění.

Limity obecně slouží k regulaci znečišťování ovzduší a při jejich překračování hrozí sankce (Morávek, 2013).

3.2.1 Legislativa v oblasti ochrany ovzduší

Nejprve bych ráda zmínila také **zákon č.17/1992 Sb., o životním prostředí**, který vymezuje základní pojmy a stanoví základní zásady ochrany životního prostředí a povinnosti právnických a fyzických osob při ochraně a zlepšování stavu životního prostředí a při využívání přírodních zdrojů; vychází přitom z principu trvale udržitelného rozvoje (Zákony pro lidi, 2022).

Co se týče ochrany ovzduší, současně je platný **zákon č.201/2012 Sb., o ochraně ovzduší**, ve kterém jsou definovány základní pojmy související s ochranou ovzduší, dále stanovuje přípustnou úroveň znečištění, znečišťování a emisní limity a jejich vyhodnocování. Stanovuje kroky vedoucí k ochraně ovzduší v souvislosti s povinnostmi fyzických a právnických osob. Rovněž vymezuje opatření k nápravě a přestupky.

Zákon je komplexním právním předpisem oblasti ochrany ovzduší. Navazují na něj další právní předpisy dotýkající se zdrojů znečišťování:

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování, které se jinak říká emisní vyhláška.

Přípustná úroveň znečišťování je dána emisními limity, emisními stropy, technickými podmínkami provozu a přípustnou tmavostí kouře tzv. Rigelmanova stupnice.

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, které se také říká imisní vyhláška

Tato vyhláška upravuje například informování veřejnosti o úrovni znečištění a rozsah informací poskytnutých veřejnosti při vzniku smogových situací

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 312/2012 Sb., o stanovení požadavků na kvalitu paliv používaných pro vnitrozemská a námořní paliva z hlediska ochrany ovzduší

Specifický **zákon č.73/2012 Sb., o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu a o skleníkových plynech** spolu s vyhláškou o předcházení emisí látek stojí samostatně mimo obecný zákon ochrany ovzduší (Zákony pro lidi, 2022).

3.2.2 Nástroje v oblasti ochrany ovzduší

Ochrana ovzduší a s tím související zajišťování opatření a činností s cílem předcházet znečišťování je jedním z úkolů veřejných činitelů, a to včetně odstraňování případných poškození. K tomuto jsou nutné koncepce, které patří do environmentální politiky. Koncepce vychází vždy z podrobných analýz stavu životního prostředí.

Výstupem politik jsou pak stanovené cíle vztažené k určitému časovému úseku. K jednotlivým cílům by nebylo možné dojít bez specifických nástrojů.

Samo znečišťování ovzduší je regulováno celou řadou nástrojů, které jsou prakticky zakotvené v zákoně o ochraně ovzduší. Můžeme je rozdělit na čtyři základní skupiny, a to na administrativně – právní, ekonomické, koncepční a zvláštní programy, mezi které patří zejména vzdělávání, výchova a osvěta (Jančářová, 2004).

Administrativně právní nástroje

Administrativně právní nástroje jsou považovány za nejstarší typ nástrojů používaných v rámci ochrany životního prostředí.

Vzhledem k tomu, že není reálné vymýtit nežádoucí a škodlivé chování z lidské společnosti, je třeba ho skrze právní systém alespoň regulovat, v tomto případě jde o přímý zákaz skrze zákazy, příkazy, omezení, standardy či stanoviska (Jančářová, 2004).

Nástroje přímé regulace označované také jako „command and control“, spoléhají na systematické nastavování standardů kvality životního prostředí a na administrativní aparát státu disponující adekvátním množstvím a kvalitou informací i finančních zdrojů nutných k případnému vynucování povinností (Jančářová & Mrlina, 2021).

Ekonomické nástroje

Výše uvedená přímá regulace se v mnoha případech potýkala s problémy, a proto byla doplněna nepřímou formou regulace skrze ekonomické nástroje. Na rozdíl od administrativně právních nástrojů nestanovuje zákazy či příkazy, ale využívá pozitivního či negativního podmiňování. Tedy, že ekologické chování podporuje a negativní „trestá“ skrze ekonomické prostředky (Máca, 2008).

Mezi ekonomické nástroje patří poplatky, dotace, daňová zvýhodnění či emisní povolenky. Pro představu sem patří například kotlíkové dotace či dotace vzdělávání odborníků, ale také poplatky za znečišťování ovzduší u provozovatelů některých vyjmenovaných zdrojů dle § 15 zákona 201/2021 Sb. (Zákony pro lidi, 2022).

Koncepční nástroje

Tyto nástroje cílí k regulaci všech činností, které jsou považovány za relevantní, tedy které mohou ovlivnit stav ovzduší. K ochraně ovzduší se pojí koncepční nástroje obecné a speciální. Za obecné koncepční nástroje jsou považovány výstupy územního plánování, zatímco mezi speciální koncepční nástroje patří Národní program snižování emisí (NPSE) a Program zlepšování kvality ovzduší (PZKO).

1) Program zlepšování kvality ovzduší (PZKO)

Účelem programu je plnění imisních limitů, tedy zejména reakce na jejich překračování na konkrétním území a následně stanovování specifických opatření vedoucí ke zlepšení dané situace.

Programy jsou zpracovávány Ministerstvem životního prostředí, a to však ve spolupráci s krajskými a obecními úřady či příslušnými kraji a obcemi v samostatné působnosti (Jančářová, 2003).

Dle přílohy č. 5 zákona o ochraně ovzduší je stanoven obsah programu zlepšování kvality ovzduší, který obsahuje:

- a) Základní informace
 - vymezení a charakteristika zóny, popis regionu; popis znečištěných oblastí, jejich rozloha, včetně hlavních znečišťujících látek, definice odpovědných orgánů či osob
- b) Analýza situace
 - popis vývoje znečištění a odhad budoucího vývoje
- c) Podrobnosti o opatřeních ke zlepšení kvality ovzduší
 - v této části nalezneme popis dosud přijatých opatření dané lokality, hodnocení jejich účinnosti, popis nově navržených opatření včetně časového harmonogramu pro jejich implementaci a odhad očekávaného přínosu aj.
- d) Seznam relevantních dokumentů a dalších zdrojů informací (Zákony pro lidi, 2022).

Program zlepšování kvality ovzduší je velmi důležitým prostředkem, jak efektivně regulovat úroveň znečištění v dané oblasti

2) Národní program snižování emisí (NPSE)

Národní program snižování emisí je základní koncepční dokument kotvící zákon o ochraně ovzduší v § 8.

Požadavky na obsah programu jsou uvedeny v příloze č. 12, který obsahuje:

- a) Analýzu úrovní znečištění a znečišťování, posouzení vlivu zdrojů emisí na kvalitu ovzduší v okolních státech, vyhodnocení plnění legislativních požadavků aj.
- b) Scénáře vývoje úrovní znečištění a znečišťování
- c) Cíle v oblasti snižování úrovně znečištění a znečišťování
- d) Opatření ke snižování úrovně znečištění, očekávaný přínos opatření,
- e) Způsob zajištění souladu s jinými sektorovými politikami a strategiemi
- f) Lhůty pro dosažení hodnot, harmonogram pro realizaci opatření
- g) Odpovědné orgány
- h) Vymezení monitoringu účinků znečištění ovzduší
- i) Indikátory pro hodnocení plnění národního programu
- j) V případě aktualizace programu zhodnocení míry dosažení cílů programu

Program zpracovává ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s příslušnými správními úřady a předkládá usnesením příslušné vládě minimálně jednou za 4 roky.

Tvorba národních programů je nařízena Evropskou unií všem členským státům prostřednictvím směrnice č. 2001/81/ES. Účelem tohoto nástroje je zejména plnění emisních stropů (MŽP, ©2007).

3.3 Vybrané znečišťující látky

3.3.1 Oxid siřičitý (SO₂)

Oxid siřičitý, který je bezbarvý, nehořlavý a štiplavě páchnoucí plyn, patří mezi hlavní látky znečišťující ovzduší. Je specifický tím, že se podílí na tvorbě kyselých dešťů, které jsou známé svými škodlivými účinky na vegetaci. Siřičitany se do ovzduší dostávají i z přirozených zdrojů, nejčastěji sopečnými výbuchy a lesními požáry, z antropogenních zdrojů pak vznikají při spalování fosilních paliv (Blažek et al., 2013).

Vdechování vyšší koncentrace oxidu siřičitého má nepříznivé účinky na lidské zdraví, dráždí sliznice dýchacích cest, což přispívá k tvorbě zánětů průdušek, snížení plicních funkcí, zvýšení odporu dýchacích cest, tvorbě hlenu a podráždění očních spojivek. Značně citlivou skupinou jsou astmatici a lidé s chronickými dýchacími potížemi. (WHO Regional Publications, ©2000).

3.3.2 Oxidy dusíku (NO_x)

Oxidy dusíku se používají pro souhrnné označení směsi oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO₂). Oxid dusnatý je bezbarvý, nehořlavý plyn bez zápachu. Oxid dusičitý je červenohnědý plyn s velice štiplavým zápachem.

Z celkových emisí patří oxidy dusíku k nejvýznamnějším zdrojům znečišťování. Z antropogenních činností jsou hlavními zdroji spalovací procesy fosilních paliv, z toho má největší vliv automobilová doprava.

Oxidy dusíku jsou látky, které se běžně vyskytují v přírodě a vznikají při sopečné činnosti. Z globálního pohledu jsou přirozené zdroje sice významné, ale pro Evropu je však tento zdroj zanedbatelný (McDuffie, 2018).

Oxid dusičitý dráždí dýchací sliznice a vede opět k zánětům dýchacích cest, v některých případech může způsobit i smrt. Oxidy dusíku při dlouhodobějším vdechování způsobují zdravotní problémy horních cest dýchacích, astmatická onemocnění a vznik alergií (Šebáková et al., 2015).

3.3.3 Poléťavý prach (PM)

Poléťavým prachem definujeme mikročástice o velikosti několika mikrometrů, jejich velikost je označována u zkratky PM, tedy PM₁₀ definuje mikročástice o velikosti 10 mikrometrů a menší. PM_{2,5} jsou částice o velikosti 2,5 mikrometru a menší. Termínem pro PM je směs pevných částic a kapalin nacházejících se ve vzduchu. Některé částice, jako je prach, špína, saze nebo kouř, jsou dostatečně velké,

a lze je vidět pouhým okem. Jiné jsou malé a lze je poznat pouze pomocí mikroskopu (Environmental Protection Agency, ©2021).

Prachové částice se rozdělují podle původu na primární a sekundární. Primární částice, které se dostávají do ovzduší jako emise ze zdrojů znečišťujících ovzduší, lze dělit na antropogenní zdroje a přírodní zdroje. Mezi antropogenní zdroje patří spalovací procesy z elektráren, domácností a motorových vozidel, dále průmyslová činnost nebo antropogenní aktivity. Částice z přírodních zdrojů vznikají především vulkanickou činností nebo lesními požáry.

Sekundární částice vznikají přímo v ovzduší na základě probíhajících chemických a fyzikálních procesů. Sekundární částice znečišťují ovzduší také zvířením pevných částic, které již byly usazeny na zemském povrchu a byly následně rozptýleny do ovzduší, například staveniště, nezpevněné cesty, pole, komíny nebo požáry (ČHMÚ, ©2022).

Zdravotní rizika závisí na chemickém složení, koncentraci a velikosti prachových částic. Velké částice nemají na člověka téměř žádný vliv, zachycují se na chloupkách v nose, proto nejsou rizikové. Malé částice o průměru menší než 10 mikrometrů představují největší problémy, protože se mohou dostat hluboko do plic a některé až do krevního oběhu. Prachové částice u lidí zvyšují respirační příznaky, jako je podráždění dýchacích cest, kašel nebo potíže s dýcháním. Dále tyto částice snižují funkci plic, zhoršují astma nebo způsobují předčasnou smrt u lidí s onemocněním plic nebo srdce (Environmental Protection Agency, ©2021).

3.3.4 Benzo[a]pyren (BaP)

Benzo[a]pyren je aromatická organická látka vznikající při nedokonalém spalování nebo pyrolýze organického materiálu. Je to žlutě zbarvená krystalická pevná látka. Mezi antropogenní zdroje BaP patří vytápění dřevem, uhlím nebo jinou biomasou (topení olejem), dále výfukové plyny spalovacích motorů, průmyslové procesy a také i tabákový kouř. Přirozeně BaP vzniká při vulkanické činnosti nebo lesních požárech (IARC, ©2012).

Benzo[a]pyren je silně karcinogenní a mutagenní. Do těla se může dostat vdechnutím nebo prostoupením skrze pokožku. Způsobuje podráždění nebo popálení kůže jak u člověka, tak i u zvířat. Ohrožuje zdravý vývoj plodu a je zde velké riziko onemocnění rakovinou (Válek, 2022).

4. Zájmové území Beroun

Město Beroun je historicky známé jako královské město středních Čech. Díky své blízkosti s hlavním městem je Berounsko součástí Pražské metropolitní oblasti. S hlavním městem je spojováno dálnicí D5 (Praha – Plzeň – Rozvadov), která je výrazným zdrojem znečišťujících látek. Nicméně poloha u Prahy městu zajišťuje relativně dobrý ekonomický status a rovněž i nízkou nezaměstnanost. V posledních letech je zde výrazně velký příliv obyvatel v rámci procesu suburbanizace.

Aktuálně je město považováno za obec s rozšířenou působností podle uspořádání územní veřejné správy. Správní území města rozdělujeme do 4 katastrálních území na k. ú. Beroun, Hostím u Berouna, Jarov u Berouna a Zdejcínu. Součástí katastrálního území Beroun je část Beroun-Centrum, Beroun-Město, Beroun-Zavadilka a Beroun-Závodí.

Město je velké 31,3 km² s téměř 20 tis. obyvateli.

Demografická situace města je ovlivňována zejména přirozeným pohybem a migrací obyvatelstva.

V centrálních částech města Berouna žije přibližně 80 % obyvatel Berouna a stojí zde přibližně 60 % domů. Ostatní části zanechávají svůj příměstský (Zavadilka, Závodí) a venkovský profil (Hostim, Jarov, Zdejcina). Do roku 1990 byly součástí Berouna dnes již samostatně stojící město Králův Dvůr a obec Trubín.

Přibližně čtvrtina veškerého katastrálního území je tvořena zastavěnými plochami s celkovou rozlohou více než 843,1 ha. Průmyslové a podnikatelské plochy se nacházejí zejména v blízkosti železniční trati a hlavních dopravních komunikací.

Město Beroun leží v nadmořské výšce od 216 do 503 m n. m. Nejvyšším bodem je vrchol Děd (493 m n. m.). Městem protéká řeka Berounka, to je také jeden z důvodů, proč je město vyhledávanou turistickou lokalitou. Prochází zde mnoho značených turistických tras a rovněž několik cyklostezek a cyklotras.

Na území města se nachází sedm silnic III. třídy, dále tři silnice II. třídy a hlavním spojem je již zmiňovaná dálnice D5. Beroun je zatížen vysokou intenzitou dopravy včetně dopravy nákladní což nepříznivě působí na životní prostředí, v rámci této práce na kvalitu ovzduší. S ohledem na tyto skutečnosti již město Beroun navrhuje realizace obchvatů, případně zelené vlny, které zmiňuji v následujících kapitolách.

Co se týče vytápění, město uplatňuje kombinovaný způsob zásobování teplem (CZT), tj. systém centrálních zdrojů tepla, dále domovní kotelny a lokální vytápění. Lokální vytápění převládá zejména ve starší zástavbě a v oblastech zástavby rodinných domů.

Novější zástavby jsou již zásobovány převážně z centrálních zdrojů tepla.

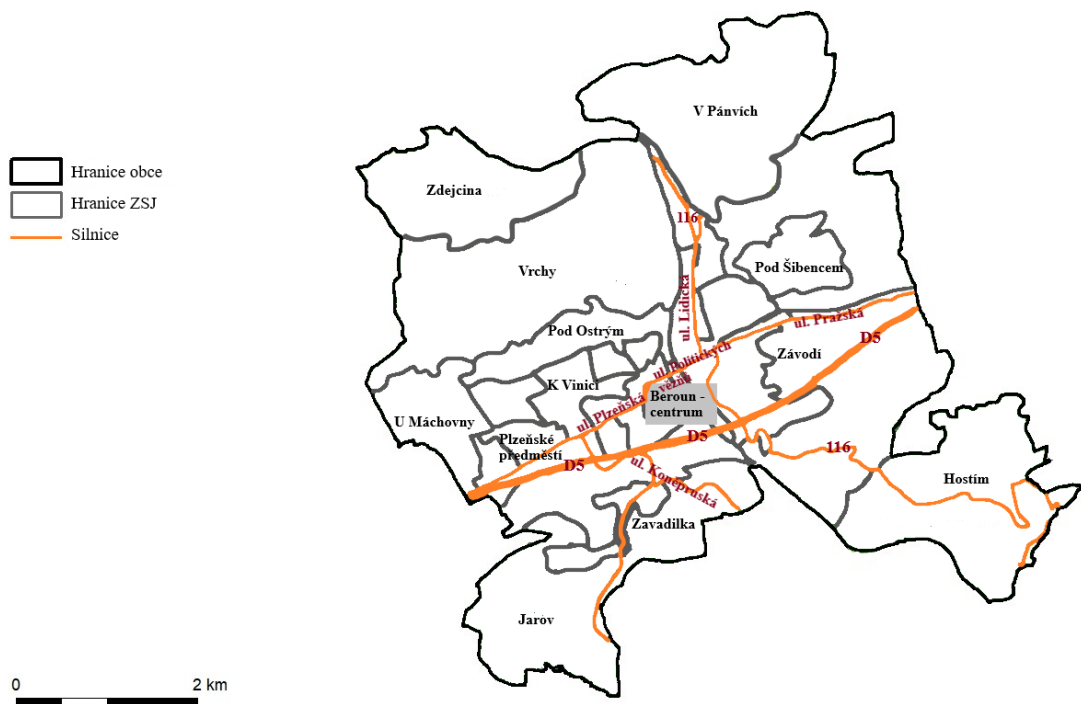
Systém centrálního zásobování teplem města Beroun je majetkem města Beroun a Králova Dvora a společně vlastní tepelné rozvody kolem 20 km, až 10 výměňkových stanic a také kotelny Beroun-Centrum a Beroun-Hlinky.

Systém zásobuje teplem přibližně 5 000 bytů, některá školská zařízení, domy s pečovatelskou službou, nové supermarkety aj. Systém se skládá z horkovodního rozvodu, který vede z výtopny Králův Dvůr až do Berouna-Centrum a poté do menšího samostatného zařízení kotelny Beroun-Hlinky, která teplem zásobuje sídliště Hlinky.

V této souvislosti je potřeba sledovat vliv všech tepelných zdrojů na čistotu ovzduší a rovněž na celkové pozadí Berounské kotliny, která je obecně špatně provětrávaná.

Město Beroun je také zásobováno zemním plynem. U rodinných domů je plynofikace zastoupena ve výši 80 %, u bytové výstavby již ve výši 100 %. Zemní plyn je ve městě používán především pro vytápění, ohřev vody a k vaření.

Území města, která ještě neprošla plynofikací, jsou Zdejcina a Hostim a prozatím se s jejich plynofikací nepočítá (GaREP, spol. s r.o., ©2018).



Obr. 1: Schématická mapa města Beroun

5. Analýza stavu ovzduší města Beroun

5.1 Analýza emisní situace

Analýza emisní situace byla provedena k roku 2019, a to nejen s ohledem na využití dat z ekologické studie, ale zejména vzhledem k nestandardnímu průběhu roku 2020, kdy došlo k ovlivnění provozu stacionárních zdrojů a dopravní situace v důsledku opatření souvisejících s pandemií COVID-19.

Zdroje emisí znečišťujících látek jsou rozdělovány dle různých kritérií. Na začátek této kapitoly tedy nejprve zmíním rozdělení zdrojů znečištění, tak jak jej ve svém díle zmiňují Braniš & Hůnová (2011), pro lepší orientaci v dané problematice.

Dle původu rozdělují zdroje znečištění na antropogenní a přirozené.

Mezi antropogenní zdroje znečištění se zařazují zdroje, které souvisí s lidskou činností. Tím se rozumí výroba elektřiny a tepla, průmyslová či zemědělská výroba, doprava a také likvidace odpadu. Zatímco mezi přirozené zdroje znečištění pak patří např. sopečná erupce, biologická činnost, prашné bouře apod., které jsou v naší geografické lokalitě zcela bezvýznamné.

Dále jsou zdroje znečištění děleny například dle umístění na přízemní, vyvýšené a výškové, dle uspořádání pak na bodové, liniové, plošné a objemové či dle doby trvání na kontinuální a diskontinuální (Braniš & Hůnová, 2011).

Zdroje emisí znečišťujících látek bývají standardně rozdělovány na zdroje stacionární a mobilní (Morávek, 2012).

Stacionární zdroje jsou charakterizovány konkrétní polohou a do ovzduší tak vstupují přímo. Mobilní zdroje emisí jsou specifické změnami polohy v prostoru a čase. Jsou sledovány jako liniové či plošné objekty (Braniš & Hůnová, 2011).

Dle Morávka (2012) jsou za mobilní zdroje považovány zejména dopravní prostředky či další zařízení, která mají spalovací motory.

Ačkoli jsme se dříve mohli setkat s rozdělením stacionárních zdrojů na malé, střední a velké, aktuálně je jejich dělení upraveno na zdroje vyjmenované a nevyjmenované. Zjednodušeně řečeno, vyjmenované zdroje jsou zdroje, které podléhají přísné právní regulaci a jsou vyjmenovány v zákoně o ochraně ovzduší v příloze č.2.

Zatímco nevyjmenované zdroje nejsou v zákoně nijak definované, tedy nejmenované (Morávek, 2012).

Při zpracovávání dat o emisní situaci na území města Beroun vycházím z databáze emisí stacionárních zdrojů spravovanou ČHMÚ, celostátního sčítání dopravy, realizované Ředitelstvím silnic a dálnic ČR z roku 2016 a z výsledků projektu Ekologické studie Beroun - Kapitola Ovzduší, Aktualizace 2020, která v rámci pravidelných aktualizací sleduje stav životního prostředí na území města Beroun.

5.1.1 Stacionární zdroje emisí

Pro prvotní orientaci v emisní situaci ve městě Beroun je uvedena tabulka č 1 s emisní bilancí stacionárních zdrojů. Z tabulky je zřejmé, že nejvyšší podíl znečišťujících látek mají nevyjmenované zdroje.

Skupina	SO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BaP
Vyjmenované zdroje	39,0	7247,0	458,5	308,6	0,000077
Nevyjmenované zdroje	7 221,5	8 113,5	5 956,2	5 850,2	3,571
Podíl	%				
Vyjmenované zdroje	0,5	47,2	7,1	5,0	0
Nevyjmenované zdroje	99,5	52,8	92,9	95,0	100,0

Tabulka 1: Emisní bilance (kg/rok) stacionárních zdrojů na území města Beroun – rok 2019 (ATEM, 2020)

Nejvýznamnější vyjmenované stacionární zdroje emisí

Látka	Zdroj	Emise (kg/rok)
NO _x	Cembrit a.s. - závod Beroun	3 354,0
	Innogy Energo - Výtopna Beroun Centrum, záložní zdroj	1 543,0
	Innogy Energo - Kotelna Beroun Hlinky	881,0
	Carrier Refrigeration Operation CR	256,0
	Krajské ředitelství policie Středočeského kraje	181,0
	Veolia Energie ČR, a.s. - 538 Rezidence nábřeží Beroun - kotelna	153,0
	OA, SPŠ a JŠ s právem SJZ, Beroun	139,0
	Medicentrum Beroun spol. s r.o. - Beroun	122,0
	MetoKote - lakovna Beroun	106,0
	PAI, s.r.o. - Beroun	100,0
PM ₁₀	Českomoravský beton a.s. - provozovna Beroun	229,8
	CEMEX betonárna Beroun	94,8
	Innogy Energo - Výtopna Beroun Centrum, záložní zdroj	22,0
	Innogy Energo - Kotelna Beroun Hlinky	16,0
	Cembrit a.s. - závod Beroun	14,0
	Carrier Refrigeration Operation CR	6,0
	OA, SPŠ a JŠ s právem SJZ, Beroun	3,0
	Krajské ředitelství policie Středočeského kraje	3,0
	Medicentrum Beroun spol. s r.o. - Beroun	2,0
	Veolia Energie ČR, a.s. - 538 Rezidence nábřeží Beroun - kotelna	2,0

Tabulka 2: Nejvýznamnější vyjmenované zdroje na území města Beroun – rok 2019 (ATEM, 2020)

Ve výše uvedené tabulce č. 2 je uveden přehled nejvýznamnějších vyjmenovaných stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší na území města Beroun z hlediska oxidů dusíku a částic PM₁₀.

Dle tabulky jsou největšími zdroji emisí NO_x Cembrit a.s. – závod Beroun, Innogy Energo – Výtopna Beroun centrum, záložní zdroj a kotelna Beroun Hlinky. Co se týče emisí PM₁₀ pak je největším zdrojem Českomoravský beton a.s. – provozovna Beroun.

Celkovou emisní situaci vyjmenovaných zdrojů ve městě Beroun lze zhodnotit však jako velmi nízkou jen s výjimkou prvních dvou zdrojů, které přesahují 1 tunu ročně.

Nevyjmenované stacionární zdroje

Pro vyhodnocení dat o emisích z hromadně sledovaných zdrojů jsem využila data z Ekologické studie Beroun – Kapitola Ovzduší, Aktualizace 2020. V rámci tohoto projektu byly zpracovány údaje o emisích z domácností a ze zdrojů evidovaných jako REZZO 3.

Látka	Kód ZSJ	Název sídelní jednotky	Emise (kg/rok)
NO_x	002895	K Vinici	1 538,9
	002925	Pod Ostrým	1 129,0
	002933	Závodí	1 102,9
	002968	Pod Šibencem	828,8
	003034	Zavadilka	530,0
PM₁₀	003077	Zdejcina	934,6
	002933	Závodí	678,2
	003034	Zavadilka	650,9
	002968	Pod Šibencem	639,8
	002895	K Vinici	526,5
BaP	003077	Zdejcina	0,560
	002933	Závodí	0,427
	003034	Zavadilka	0,394
	002968	Pod Šibencem	0,355
	002895	K Vinici	0,299

Tabulka 3: Nejvýznamnější emise z nevyjmenovaných zdrojů (ATEM, 2020)

Dle tabulky č. 3 byly nejvyšší hodnoty NO_x z vytápění domácností zaznamenány v základní sídelní jednotce K Vinici (cca 1 540 kg/rok), Pod Ostrým (cca 1 130 kg/rok) a na Závodí (cca 1 100 kg/rok). O něco méně pak v ZSJ Pod Šibencem a na Zavadilce.

Co se týče emisí PM₁₀ a BaP z vytápění domácností, dominovali zde opět sídelní jednotky Zdejcina, Závodí, Zavadilka, Pod Šibencem a K Vinici.

Vyšší hodnoty byly zaznamenány spíše v částech města Beroun, kde jsou k vidění domy ve staré zástavbě, které zatím nepřešly na ekologičtější zdroje vytápění nebo sídelní jednotky které nemají ve svém území plynofikaci.

5.1.2 Mobilní zdroje emisí

Doprava představuje jeden z nejvýznamnějších zdrojů znečištění ovzduší na území většiny aglomerací v ČR. Provoz automobilů výrazně přispívá k nárůstu koncentrací oxidu dusičitého (NO₂) a suspendovaných částic (PM). Znečišťující látky z dopravy se též zásadně podílejí na tvorbě fotochemického smogu, jehož průvodním jevem jsou především vysoké koncentrace přízemního ozónu. V okolí dopravně zatížených komunikací dochází rovněž k hlukové zátěži (Evropská agentura pro životní prostředí, ©2020).

Intenzitu dopravy na území Berouna jsem hodnotila dle Celostátního sčítání dopravy 2016. Mezi nejvíce zatížené úseky patří dálnice D5 a dále silnice 605, Politických vězňů, Koněpruská, Plzeňská, Pražská a Lidická.

Nejvyšší intenzita dopravy byla v roce 2016 dosažena na dálnici D5, kde se pohybuje až 55 400 vozidel za den (z čehož je cca 42 000 osobních automobilů).

Druhým nejvíce zatíženým dopravním tahem je silnice 605 v úseku ulice Plzeňská, s intenzitou dopravy 15 001 – 25 000 vozidel za den. Ulice Politických vězňů dosahuje intenzity 10 001 – 15 000 vozidel za den.

Komunikace s rozpětím 7001 – 10 000 vozidel denně je úsek silnice Koněpruská směrem na Zavadilku, silnice Pražská směrem na Vráž a silnice Lidická směrem na Kladno.

Sledovaným úsekem je také silnice 116, kde se pohybuje 1001 – 3000 vozidel za den (Ředitelství silnic a dálnic ČR, ©2017).

		SO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	BaP
		t.rok ⁻¹					kg.rok ⁻¹
Liniové zdroje – primární prašnost	osobní automobily	0,45	46,34	3,55	2,50	65,13	0,80
	lehká nákl. vozidla	0,05	9,20	0,99	0,80	20,61	0,15
	těžká nákl. vozidla	0,08	46,12	4,70	3,68	50,54	0,49
	autobusy	0,02	8,04	0,66	0,53	8,36	0,04
Sekundární prašnost z dopravy		0,00	0,00	85,20	20,61	0,00	0,63
Liniové zdroje celkem		0,60	109,70	95,10	28,12	144,64	2,11

Tabulka 4: Emise z dopravy na území města Beroun (t.rok⁻¹) (ATEM, 2020)

Dle tabulky č. 4 je automobilová doprava významným zdrojem emisí, a to zejména z hlediska oxidu dusíku a oxidu uhelnatého. Co se týče polévatého prachu, zde se uplatňuje především sekundární prašnost z dopravy oproti primární.

5.2 Analýza imisní situace

Při zpracovávání dat o imisní situaci na území města Beroun vycházím z výsledků měření na stanicích imisního monitoringu, soustředěného v databázi Informačního systému kvality ovzduší, provozovaného ČHMÚ. Na území města Beroun se nachází jedna měřicí stanice.

Dále vycházím z výsledků mapování rozložení imisní zátěže, prováděného Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ), který vydává každoročně informace o výskytu nadlimitních koncentrací ve čtvercové síti 1×1 km.

5.2.1 Imisní limity

Imisní limity, vyjadřující nejvýše přípustnou úroveň znečištění ovzduší, jsou stanoveny v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. Rozlišují se imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí, imisní limity vyhlášené pro ochranu ekosystémů a vegetace, imisní limity pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM₁₀ vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a imisní limity pro troposférický ozon. V rámci této bakalářské práce jsou jako relevantní sledovány imisní limity pro ochranu zdraví.

U limitů, které mají dobu průměrování kratší než 1 rok, je v některých případech uveden počet překročení limitu během roku. V tom případě se v rámci hodnocení kvality ovzduší standardně vyhodnocuje nejvyšší hodnota, na kterou se již možnost překročení limitu nevztahuje – např. je-li uveden přípustný počet 35 překročení v roce, sleduje se 36. nejvyšší hodnota. Přehled imisních limitů pro ochranu zdraví obyvatel uvádí tabulka č. 5 (Zákony pro lidi, 2022).

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet překročení
Oxid siřičitý	1 hodina	350 $\mu\text{g.m}^{-3}$	24
	24 hodin	125 $\mu\text{g.m}^{-3}$	3
Oxid dusičitý	1 hodina	200 $\mu\text{g.m}^{-3}$	18
	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g.m}^{-3}$	0
Oxid uhelnatý	max. denní 8hod průměr	10 mg.m^{-3}	0
Benzen	1 kalendářní rok	5 $\mu\text{g.m}^{-3}$	0
Částice PM ₁₀	24 hodin	50 $\mu\text{g.m}^{-3}$	35
	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g.m}^{-3}$	0
Částice PM _{2,5}	1 kalendářní rok	20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ *	0
Olovo	1 kalendářní rok	0,5 $\mu\text{g.m}^{-3}$	0

*) do roku 2019 platil imisní limit pro suspendované částice PM_{2,5} ve výši 25 $\mu\text{g.m}^{-3}$

Tabulka 5: Imisní limity pro ochranu zdraví lidí a maximální počet jejich překročení podle přílohy č. 1 zákona o ochraně ovzduší

5.2.2 Výsledky měření na stanicích imisního monitoringu

Na území města Beroun se aktuálně nachází jedna měřicí stanice – Beroun (SBERA). Stanice SBERA je provozována od roku 1993. Nachází se ve městě Beroun. V areálu 2. ZŠ a MŠ Beroun v bezprostřední blízkosti ulice Plzeňská. Jedná se o oblast bytové zástavby s velkou hustotou automobilového provozu. Stanice je klasifikována jako dopravní městská stanice v obytné zóně s reprezentativností okrskového měřítka (0,5 – 4 km). Provozovatelem stanice je ČHMÚ (ČHMÚ, ©2021).

Výsledky měření za období posledních pěti let (2016 – 2020) uvádí následující tabulka, hodnoty překračující imisní limit jsou zvýrazněny tučně. V tomto období byly sledovány koncentrace PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ a CO.

Látka	Doba průměrování	Limit	2016	2017	2018	2019	2020
PM ₁₀	36 nejv. 24hod průměr	50	43,4	50,4	53,3	40,2	34,9
	1 rok	40	24,8	27,4	31,1	22,6	19,4
PM _{2,5}	1 rok	25/20	17,4	18,7	22,6	15,6	14,1
NO ₂	1 rok	40	26,6	26,0	27,5	26,6	21,5
	19. nejv. 1hod průměr	200	84,7	88,8	86,7	84,0	69,1
CO	max. denní 8hod průměr	10 000	2 101,8	2 032,4	1 649,7	2 092,5	2 551,3

Tabulka 6: Výsledky imisního monitoringu za roky 2016 – 2020 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

Z tabulky vyplývá, že na stanici Beroun došlo ve sledovaném období k překročení imisního limitu 24hodinových koncentrací PM₁₀ v letech 2017 a 2018. V roce 2018 byla překročena i současná limitní hodnota PM_{2,5}, avšak v té době ještě platil limit 25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, který byl splněn.

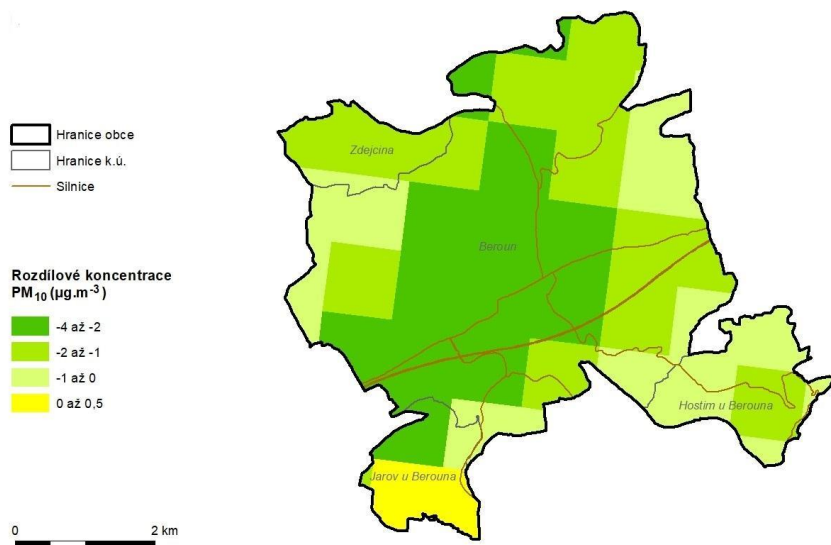
Celkový trend (s výjimkou hodnot CO) se vyznačuje nárůstem koncentrací do roku 2018 a následným výraznějším poklesem, přičemž oba trendy jsou výraznější u suspendovaných částic a mírnější u NO₂. Odlišný vývoj lze zaznamenat u oxidu uhelnatého, u nějž je trend opačný (snižování do roku 2018 a poté navyšování hodnoty).

5.2.3 Výsledky mapování ve čtvercové síti – vývoj dle pětiletých průměrů

ČHMÚ vydává v souladu se zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší ve shodné čtvercové síti každoročně informace o průměrných hodnotách imisních veličin za posledních 5 let (ČHMÚ, ©2021).

Následující mapové výstupy, vytvořené v programu ArcGIS, hodnotí vývoj imisní situace vybraných znečišťujících látek na území města. Jsou zobrazeny pomocí tzv. rozdílových map, v nichž jsou proti sobě odečteny pětileté průměry za období let (2015 – 2019) a (2011 – 2015). Kladné hodnoty v mapě ukazují nárůst imisní zátěže (hodnoty v pětiletém průměru 2015-2019 jsou vyšší než 2011-2015), obdobně záporné hodnoty vyjadřují zlepšení kvality ovzduší z hlediska dané látky.

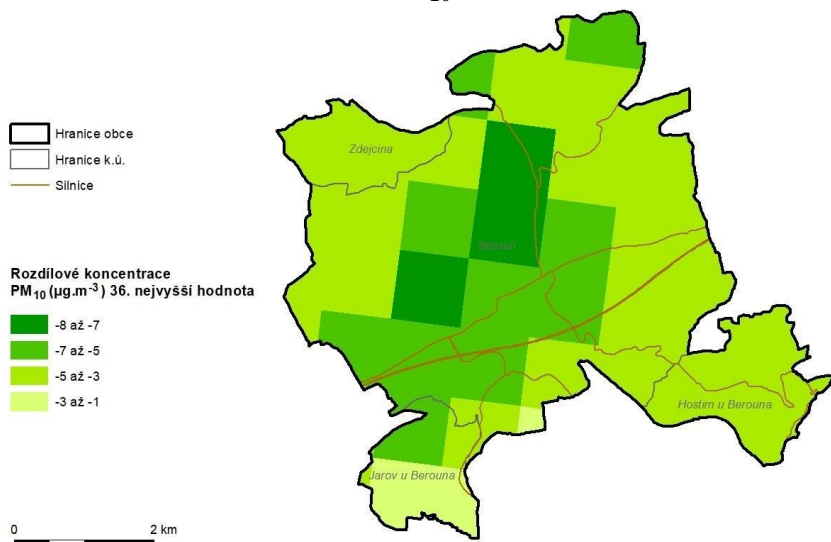
Průměrné roční koncentrace PM₁₀



Obr. 2: Rozdílové hodnoty pětiletých průměrů (2015-2019) – (2011-2015) pro průměrné roční koncentrace PM₁₀

U průměrných ročních koncentrací PM₁₀ došlo na většině hodnoceného území k poklesu, a to až o 4 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. K výraznějším poklesům došlo v centru území, zejména v zastavěné části Berouna a směrem na obec Králův Dvůr, dále pak lokálně na severu města (o 2 až 4 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). K nárůstu došlo na jihu města v katastrálním území Jarov u Berouna.

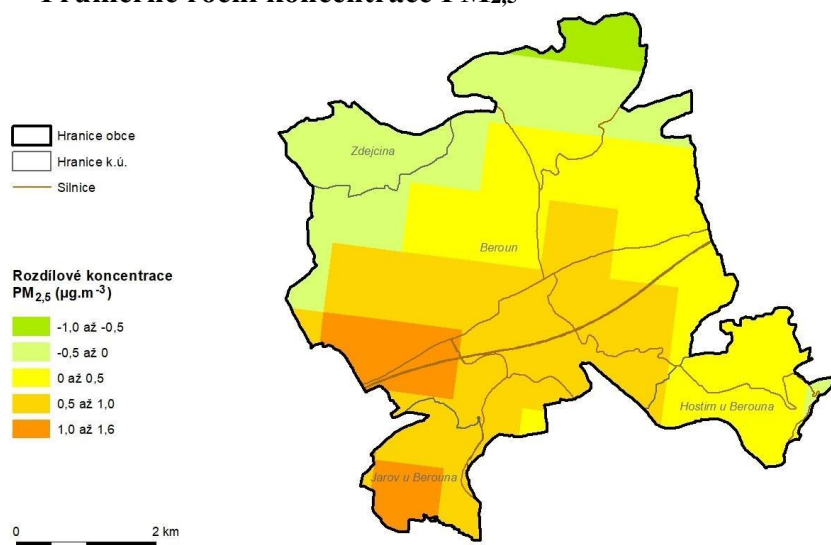
24hodinové koncentrace PM₁₀



Obr. 3: Rozdílové hodnoty pětiletých průměrů (2015-2019) – (2011-2015) pro 36. nejvyšší hodnotu denního průměru PM₁₀

V případě 24hodinových koncentrací PM₁₀ došlo na celém území k poklesu imisních hodnot a to o 1,7 až 7,7 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. K nejvyšším poklesům (o více než 7 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) došlo v severní části zástavby Berouna. Nejmenší pokles byl zaznamenán na území města v katastrálním území Jarov u Berouna.

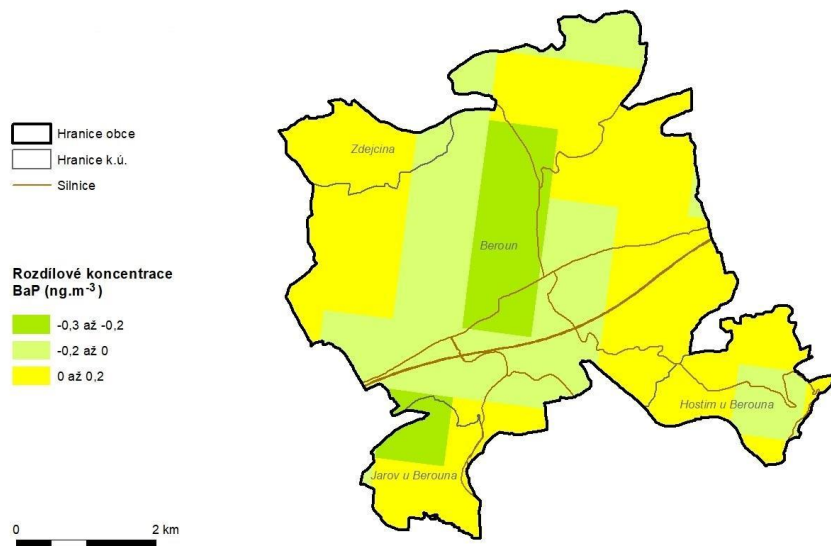
Průměrné roční koncentrace PM_{2,5}



Obr. 4: Rozdílové hodnoty pětiletých průměrů (2015-2019) – (2011-2015) pro průměrné roční koncentrace PM_{2,5}

U průměrných ročních koncentrací PM_{2,5} převažuje na území města nárůst imisních hodnot, a to až o 1,6 µg.m⁻³. K největšímu navýšení (o více než 1 µg.m⁻³) došlo na jihozápadě města, naopak směrem na sever hodnoty nárůstu nejprve klesají k 0 a následně přechází od poklesu, který v maximum dosahuje až 0,9 µg.m⁻³.

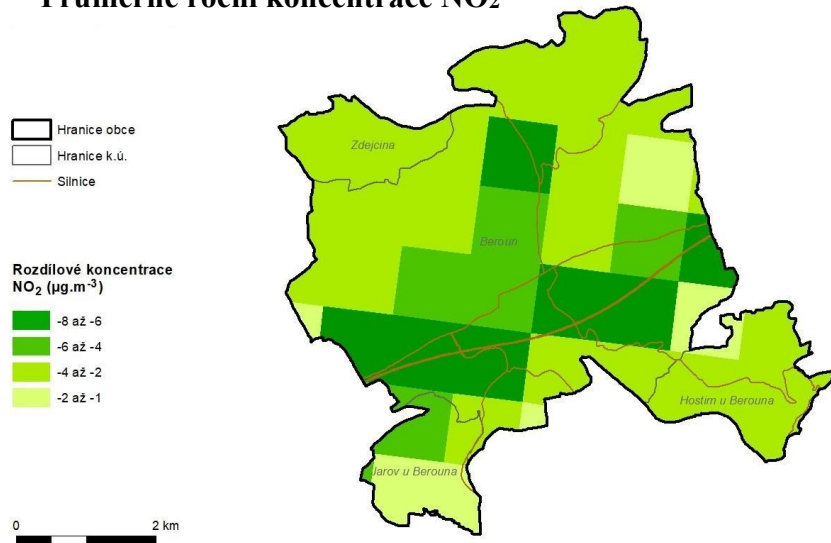
Průměrné roční koncentrace BaP



Obr. 5: Rozdílové hodnoty pětiletých průměrů (2015-2019) – (2011-2015) pro průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu

U průměrných ročních koncentrací benzo[a]pyrenu došlo v hodnoceném území mezi dvěma krajními pětiletými k mírnému poklesu i nárůstu. K poklesu až o 0,3 ng.m⁻³ došlo především v zastavěném území Berouna. K nárůstu až o 0,2 ng.m⁻³ došlo v okolním extravilánu.

Průměrné roční koncentrace NO₂



Obr. 6: Rozdílové hodnoty pětiletých průměrů (2015-2019) – (2011-2015) pro průměrné roční koncentrace NO₂

U průměrných ročních koncentrací NO₂ došlo na celém území města Beroun k poklesu, a to o 1,4 až 7,5 µg.m⁻³. K nejvýznamnějším poklesům (o více než 6 µg.m⁻³) došlo především podél dálnice D5 a při severním okraji zástavby města.

Celkově je tak možné konstatovat, že z hlediska všech sledovaných znečišťujících látek, kromě benzo[a]pyrenu, ročních koncentrací PM₁₀ a PM_{2,5}, dochází na území města Beroun ke snižování imisní zátěže. V případě benzo[a]pyrenu došlo v různých částech území k nárůstu i poklesu, rozdíly jsou však v obou směrech mírné. Stejně tak i u průměrných ročních koncentrací PM₁₀ došlo k mírnému lokálnímu nárůstu. V případě ročních koncentrací PM_{2,5} je nárůst na velké části území, a to až o 1,6 µg.m⁻³. Nárůst se týká zejména jihozápadní části hodnoceného území.

6. Výsledky emisní a imisní analýzy

Na základě analýzy emisní situace bylo možné vyhodnotit, jaké zdroje znečišťování se na území města Beroun vyskytují a v jakém rozsahu ke znečišťování dochází.

Nejvýznamnější vyjmenované stacionární zdroje na území města Beroun byly rozděleny dle produkovaných látek NO_x a PM_{10} a díky tomu bylo zjištěno, jaké zdroje ve vybrané oblasti jsou největšími znečišťovateli.

U NO_x patří mezi hlavní znečišťovatele Cembrit a.s. – závod Beroun, Innogy Energo – Výtopna Beroun centrum, záložní zdroj a kotelna Beroun Hlinky. Tyto zdroje mají sice velkou hodnotu vypouštěných emisí NO_x , nicméně jsou z celkového hlediska považovány za velmi nízké.

Českomoravský beton je největším znečišťovatelem, co se týká částic PM_{10} .

Nevyjmenované stacionární zdroje byly hodnoceny podle základních sídelních jednotek z dat z Ekologické studie Beroun. Díky těmto datům bylo zjištěno, že nejvíce znečištěné ovzduší mají lokality se starými zástavbami, kde většina obyvatel pravděpodobně využívá neekologické vytápění domácností.

Emisní situace z hlediska mobilních zdrojů byla zhodnocena na základě Celostátního sčítání dopravy z roku 2016. Bylo zjištěno, že nejvíce zatížené úseky silnic jsou dálnice D5, silnice 605, Politických vězňů, Koněpruská, Plzeňská, Pražská a Lidická. Mobilní doprava znečišťuje ovzduší především oxidem uhelnatým a oxidy dusíku. Sekundárními zdroji znečištění jsou částice polévatého prachu.

Z výsledků imisního monitoringu je patrné, že nejvíce překračovanými imisními limity ve městě Beroun jsou PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ a benzo[a]pyren.

Podle měřicí stanice SBERA byly nejvíce překračované částice polévatého prachu a oxidu uhelnatého. Jedním z důvodů je také malá vzdálenost měřicí stanice od ulice Plzeňská, kde je velký zdroj znečišťování doprava. Hodnoty měřicí stanice jsou tedy ovlivněny zejména dopravou.

Dle výsledků mapování ve čtvercové síti z ČHMÚ bylo možné zhodnotit rozmístění imisních hodnot a posoudit, které znečišťující látky a na jakém území se objevují nejčastěji. Na základě toho pak bylo možné navrhnout opatření na zlepšení kvality ovzduší města Beroun.

Látka benzo[a]pyren se nejvíce vyskytuje na území se starší zástavbou bez plynofikace, kde občané města ještě pravděpodobně využívají staré kotle na tuhá paliva, která nejsou ekologická.

Jedná se především o lokality Zdejcina, Jarov u Berouna, Hostím u Berouna a Závodí.

Velký nárůst imisních hodnot mají částice $PM_{2,5}$.

Nárůst byl zaznamenán lokálně především v západní části zájmového území. A to zejména vlivem zvýšení sekundární prašnosti z volných ploch a kvůli dopravě.

Ostatní látky, jimiž jsou PM_{10} a NO_2 mohou být hodnoceny pozitivně, protože na většině území došlo v posledních letech ke zlepšení imisní situace.

Na základě výsledků v další kapitole navrhuji opatření na zlepšení kvality ovzduší ve městě Beroun.

7. Návrh opatření ke zlepšení kvality ovzduší ve městě Beroun

V této kapitole jsou uvedena opatření na omezení vypouštění škodlivin do ovzduší, která jsou pro území města Beroun již realizována. Dále jsem však doporučila další opatření, případně navrhla rozvinutí už aktuálních opatření.

Tyto návrhy byly zpracovány na základě získaných poznatků a výsledků z přechozích kapitol.

7.1. Omezení znečištění ovzduší z domácností

Z hlediska snižování znečištění ovzduší z domácností může podle zákona o ochraně ovzduší město Beroun stanovovat obecně závaznou vyhláškou podmínky pro spalování suchého rostlinného materiálu v otevřených ohništích.

Jelikož ke spalování suchého rostlinného materiálu dochází převážně mimo topnou sezónu, a tedy v období, kdy jsou výrazně redukovány emise z benzo[a]pyrenu z lokálního vytápění, nepředpokládá se spalování suchého rostlinného materiálu za významnější vliv na celkovou úroveň imisní zátěže benzo[a]pyrenu.

Město vydává závazná nařízení o ukončení spalování látek na volném prostranství v průběhu roku dle aktuální situace na určitou dobu, tato nařízení jsou ale vydávána zejména s ohledem na nebezpečí vniku a šíření požáru.

Městský úřad Beroun, jakožto orgán ochrany ovzduší na úrovni ORP, povoluje nově umísťované nevyjmenované spalovací stacionární zdroje. V rámci tohoto procesu může omezit vydávání souhlasných závazných stanovisek v souvislosti se stavem ovzduší v dané lokalitě. Například v místě, kde je zhoršená kvalita ovzduší, může omezit povolování umístění kotlů na tuhá paliva.

Toto opatření souvisí s aktuálním zákazem provozu kotlů 1. a 2. emisní třídy, který bude platný od 1. 9. 2022. Neekologické kotle jsou významnými zdroji znečišťování ovzduší. Tomuto problému může pomoci zvyšování povědomosti občanů o možnostech dotací na výměnu kotle za ekologičtější způsob vytápění.

Dále by bylo vhodné vybudování plynové sítě ve starých zástavbách, aby měli obyvatelé možnost změnit vytápění tuhými palivy za plynový kotel.

Považuji za důležité zmínit program Nová zelená úsporám, který nabízí spoustu dotací například na výše zmíněnou výměnu neekologického zdroje tepla, na zateplení domu, na fotovoltaické elektrárny a další úsporné projekty. Využitím těchto dotací se sníží produkce emisí znečišťujících látek a celkovým přínosem může být zvýšení kvality života bydlení občanů a zlepšení vzhledu obce.

7.2 Omezení znečištění ovzduší z dopravy

Zlepšení kvality ovzduší je možné navržením bezemisní dopravy.

Toto opatření je ve městě Beroun velice rozvinuté. Například cyklistická doprava je na území Berouna využívána hojně. V roce 2020 se město Beroun zapojilo do projektu sdílených elektrokol, k letošnímu roku bylo zřízeno již 15 dobíjecích stanic.

V budoucnu by mohlo docházet k rozšíření počtu stanic sdílených elektrokol. Toho by mohlo být docíleno pomocí občanů města, kteří by mohli své návrhy sdělovat skrze dotazníky v berounském deníku, který je vydáván pravidelně jednou za měsíc a dostane se do schránky každého občana ve městě, či na stránkách města.

Ve stejném roce byla dále postavena cyklověž u vlakového nádraží, která zajišťuje zastřešenou a bezpečnou úschovnu kol s automatickým systémem pro uložení až 118 kol. Cyklověž je v provozu 24 hodin denně.

Díky této cyklověži občané využívají místo automobilů cyklistická kola, která jsou ekologičtější.

Jinou alternativou směrem ke zlepšení kvality ovzduší ve městě by mohly být elektromobily, které by rovněž spočívaly v zapůjčování a vracení do nabíjecích stanic. Občan by mohl oproti elektrickým kolům využívat elektromobily na převoz velkých nákupů nebo objemných věcí.

S tímto částečně souvisí využití vozidel s alternativním pohonem, kde byla významným limitujícím prvkem dostupnost plnicích a dobíjecích stanic. Pro občany vlastníci elektromobily, začaly být ve větší míře budovány stanice až v posledních letech.

V současnosti se v Berouně nachází pět nabíjecích stanic, tři z nich se nacházejí v blízkosti výjezdu 18 dálnice D5, další z nich se nacházejí na silnici II/605 a jedna se nachází u vlakového nádraží. LPG stanice se v Berouně nachází jedna.

Co se týče pěší dopravy, v centrální části města existuje rozvinutá síť pěších zón a zklidněných komunikací.

Bylo by vhodné zaměřit se též na lokality se soustředěním významných cílů cest, jako jsou například úřady, obchodní zóny, rekreační zařízení, k nimž by měla vždy existovat možnost komfortního a bezpečného pěšího přístupu, přinejmenším od nejbližších zastávek hromadné dopravy. S bezpečnou pěší zónou totiž souvisí odklonění části dopravy, která zajistí menší počet aut a tím přinese i zlepšení imisní situace v centrální části města. Odklonění dopravy se prakticky zajišťuje výstavbou obchvatů. Na území Berouna je již realizován jižní obchvat, který je rozdělen do pěti etap. Jedna etapa je již dokončena.

Problematická je také lokalita na Závodí, která je zatížená nadměrnou dopravou. Vhodným opatřením by mohl být obchvat, který by propojil nové i stávající obytné zóny a přispěl by tak k rozložení a zklidnění osobní automobilové dopravy.

Na území města je hojně aplikováno omezování a zákazy vjezdu především v centrální části města, kde existuje hodně pěších zón a zklidněných komunikací.

Bylo by vhodné zaměřit se na intenzivnější redukci zbytné nákladní dopravy z prostoru města. Například zákaz vjezdu vozidel nad 12 t od silnice Pražská až po silnici Plzeňská s tím, že by tato vozidla využívala objízdnou trasu po dálnici D5.

Zvýšení plynulosti dopravy v obci se může docílit synchronizací světelného řízení křižovatek tzv. zelená vlna. Stanoví se problematická místa na silniční síti a synchronizují se křižovatky v nejkritičtějších místech na průtahu městem.

Město Beroun má rozvinutý také systém regulace parkování.

V srpnu 2017 byla zavedena možnost úhrady parkování platební kartou a prostřednictvím aplikace ClickPark. Aplikace umožňuje platbu přímo z mobilu za parkovací místo a obsahuje řadu podpůrných funkcí.

Od srpna 2017 také došlo k úpravám cen parkování na placených parkovištích, tak aby odpovídaly s rozmístěním parkovišť vzhledem k centru města, čím blíže k centru, tím dražší parkovací lístek.

V roce 2021 bylo vybudováno nové parkoviště v blízkosti vlakového a autobusového nádraží. Parkoviště nabízí necelých 140 parkovacích míst a má mimo jiné pomoci odklonit dopravu a parkování z centra města.

Do budoucna bych považovala za užitečné vybudovat více parkovišť v okrajových částech města, což by vedlo ke snížení dopravy přímo v centru. Další variantou by mohlo být zakázání vjezdu a pohybu všech vozidel a motocyklů v samém centru města.

Za důležité bych zmínila rozvoj městské hromadné dopravy.

Preferování vozidel MHD vede k omezení vozidel individuální dopravy v dopravním proudu.

Co se týče aktuální situace, zásadním krokem bylo spuštění nového systému integrované dopravy na Berounsku. Integrace přinesla řadu změn v příměstské a městské hromadné dopravě. Zavedeno bylo 23 nových linek a 6 stávajících linek bylo změněno. Na linkách platí pásmový a časový tarif PID, díky čemuž zejména pravidelní dojíždějící ušetří. Město zavedlo dvě nové linky, jejichž hlavním smyslem je svázet obyvatele města z odlehlých lokalit. V přípravě je speciální linka pro svoz dětí do škol.

Aby došlo k efektivnějšímu využívání MHD, doporučila bych zlepšení návaznosti jednotlivých linek.

O pásových a časových tarifech jsou dle mého názoru občané málo informováni. Kvalitní informační systémy pro cestující, např. trasa spoje, jízdní řád, přípoje a návaznosti, by měly být na zastávkách i ve vozidlech během jízdy. V dnešní době chytrých telefonů, bych považovala za významnou větší dostupnost aplikací poskytujících on-line informace cestujícím, např. o reálné poloze vozidel v provozu. A také bych vyžadovala větší dostupnost Wi-Fi.

Celkové prostředí ve vozidlech by mělo mít dostatečnou kapacitu, bezbariérovou dostupnost, a také vytápění a klimatizaci.

Příznivá cena by také mohla nalákat více cestujících, kteří by dali přednost MHD před individuální jízdou.

Dalším zlepšením situace kvality ovzduší by bezesporu byla změna pohonu MHD na ekologičtější varianty.

7.3 Omezení znečištění ovzduší snížením spotřeby energie

Snížení energetické náročnosti budov se provádí především zateplováním.

Město Beroun průběžně investuje do zateplování a celkových rekonstrukcí budov.

Jako příklad uvedu realizaci rekonstrukce kotelny, zapletení stropů a výměnu oken v ZŠ Wagnerovo náměstí. Zateplení a výměna oken v nejbližší době proběhne také v již rekonstruované nádražní budově.

7.4 Omezení znečištění ovzduší výsadbou zeleně

S narůstající zástavbou města ubývá zeleň ve městech. Zeleň je přitom velmi důležitá, a to z mnoha hledisek.

Nejen, že výsadba stromů a keřů vytváří kyslík, ale také pohlcuje prašné částice a částečně i hluk. Město Beroun poskytuje dotaci na veřejnou zeleň. Cílem dotace je zlepšení životního prostředí a zvelebení veřejných prostranství ve městě a zvýšení zájmů občanů města o životní prostředí.

Z mého hlediska by měla obec samostatně zvýšit zastoupení různých forem zeleně v soustředěné zástavbě širšího centra města.

Z hlediska ovzduší například vysadit vegetační pásy u hlavních dopravních tahů (dálnice D5) nebo u vegetačních pásů oddělujících obytnou zástavbu od komunikací.

V některých úsecích by bylo možné uvážit osazení protihlukových stěn popínavými rostlinami. Dále by město mohlo založit a revitalizovat parkové plochy, na volných plochách dosadit dřeviny.

7.5 Zhodnocení

Jak vyplývá z výše uvedeného, opatření na zlepšení kvality ovzduší na území města Beroun, jsou realizována, a to v poměrně značném rozsahu. Město směřuje k udržitelné městské mobilitě, podporuje využívání hromadné a cyklistické dopravy a pěší dopravy, průběžně investuje do zateplování objektů a výměn topných systémů.

Osobně bych doporučovala pokračovat v realizaci opatření i v následujících letech a případně některá opatření vylepšila tak, jak jsem výše zmínila.

8. Diskuse

Cílem mé bakalářské práce byl návrh praktických kroků vedoucích ke zlepšení kvality ovzduší ve městě Beroun, a to na základě interpretace mnou vytvořených mapových podkladů založených na volně přístupných mapových schématech ČHMÚ koncentrací vybraných polutantů a rešerše doposud implementovaných opatření ke zlepšení kvality ovzduší v Berouně.

Kvalita ovzduší je velkým globálním tématem, protože vzduch, který dýcháme, má významný vliv na naše zdraví. Znečištěné ovzduší si vyžádá na světě několik tisíců úmrtí ročně. Znečištění bývají vystaveni nejvíce lidé žijící v městských oblastech. Za mnoho zdravotních komplikací jsou odpovědné zejména prachové částice PM₁₀ a PM_{2,5}, benzo[a]pyren, ale také oxidy dusíku a sířičitany.

Nejvíce překračovanými imisními limity ve městě Beroun jsou právě suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5} a benzo[a]pyren.

Hlavními zdroji emisí BaP jsou zejména území se starší zástavbou bez plynofikace, kde jsou využívány staré kotle na tuhá paliva. Výsledky jasně poukazují na lokality Zdejcina, Jarov u Berouna, Hostím u Berouna a Závodí. Dále pak spalování fosilních paliv.

Vnímám jako velmi pozitivní přístup města k této problematice, kdy je město schopno omezit povolování umístění kotlů na tuhá paliva v oblastech se zhoršenou kvalitou ovzduší. Aktuálně pozitivně hodnotím také povinnost výměny kotlů 1. a 2. emisní třídy. Zde bych apelovala na zvyšování povědomí občanů o škodlivosti konkrétních znečišťujících látek, o možnostech ekologičtějšího vytápění a čerpání dotací, což by mohlo zvýšit motivaci občanů ke zlepšování životního prostředí.

Vzhledem k tomu, že dalším významným zdrojem BaP jsou i motorová vozidla, město již aktivně pracuje na zlepšení dopravní situace. Jsou zde aktivně využívána sdílená elektrokola a rozvíjí se rovněž možnost využití sdílených elektromobilů.

Dlouhou dobu je snaha o vybudování obchvatů, které by ulehčili centrálním částem města. Potíž vnímám v tom, že je stran města věnována velká pozornost developerským projektům výstavby nových bytových jednotek a v důsledku toho pak chybí čas a finance na výstavbu obchvatu, které však vnímám jako nezbytné.

Velký nárůst imisních hodnot mají částice PM_{2,5} a to zejména v západní části zájmového území vlivem zvýšení sekundární prašnosti z volných ploch a kvůli dopravě.

Prakticky ostatní látky, jimiž jsou PM_{10} a NO_2 mohou být hodnoceny vcelku pozitivně, protože na většině území došlo v posledních letech ke zlepšení imisní situace.

Domnívám se, že je to díky změnám, ke kterým v průběhu let došlo.

Politiky rozvojových států se v posledních desetiletích snaží různými kroky ke snížení emisí, nicméně kvalita ovzduší stále není ideální a má negativní dopady na zdraví populace. Příznivě hodnotím program Nová zelená úsporám, který vzešel v platnost již v roce 2014. Cílem programu je zejména snížení emisí CO_2 a úspora energie.

Nicméně vnímám za důležitý přísnější postoj k produkci suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$, ale také dále benzo[a]pyrenu a NO_x jejichž hlavními zdroji jsou obtížně regulovatelné vytápění domácností a silniční doprava.

Ačkoli jsou informace o stavu a kvalitě ovzduší k dispozici na webových stránkách ČHMÚ a občané jsou pravidelně informováni v běžných sdělovacích prostředcích. Důraz by měl být stále kladen na implementaci dalších aktivit, které by mohly nadále příznivě ovlivňovat kvalitu ovzduší.

Programy a strategie by měly být realizovány ve všech možných oblastech směrem k ochraně životního prostředí a ochraně veřejného zdraví.

Nadále zlepšovat ukotvení v zákonech, podporovat používání ekologičtějších technik nejen v průmyslu, dopravě ale i zemědělství. Ekonomicky motivovat občany či právnické osoby aj. Rovněž kladu za důležité podporovat preventivní programy ve školách v rámci ochrany veřejného zdraví. Dobrá informovanost má velmi příznivý dopad na chování populace o čemž svědčí preventivní programy v různých oblastech života. Dnes a denně se setkávám s mladými lidmi, kteří uvažují o životním prostředí úplně jinak, než o něm uvažovaly předchozí generace.

9. Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá zhodnocením emisní a imisní situace na území města Beroun a následným navržením opatření pro zlepšení kvality ovzduší v dané oblasti.

Rešeršní část je věnována popisu historie ochrany ovzduší od mezinárodního práva až po právní úpravu v České republice. Dále jsou zmiňovány vybrané znečišťující látky včetně jejich vlivu na lidské zdraví. Nechybí ani popis zájmového území.

Analytická část se zabývá rozбором emisní a imisní situace ve mnou zvoleném území. Z analýzy emisní bilance vyplynulo, že hlavními zdroji znečišťování na území města Beroun jsou především nevyjmenované stacionární zdroje, a to zejména v důsledku lokálního vytápění z domácností a také zdroje mobilní.

Z imisní situace jsem zjistila, kde dané látky překračují své limity a společně s emisní situací jsem vyhodnotila, v jakých místech k překračování imisních limitů nejčastěji dochází.

Co se týče látky benzo[a]pyren, zde nejčastěji dochází k překračování imisních limitů na územích se starou zástavbou bez ekologických druhů vytápění. Suspendované částice PM překračují své imisní limity nejvíce na volných prostranstvích kvůli vzniku sekundární prašnosti, ze spalovacích procesů a dopravy.

Z těchto údajů jsem nejdříve charakterizovala relevantní opatření na území města Beroun a navrhla další potřebná opatření z hlediska vytápění domácností, z dopravy, ze snižování energie a výsadby zeleně.

10. Seznam použité literatury

Literární zdroje

1. Andersen S. O., Sarma K. M., 2002: Protecting the Ozone Layer, The United Nations History. Routledge, London, 544s.
2. ATEM – Ateliér ekologických modelů, s.r.o., 2020: Ekologická studie Beroun 1999 - Kapitola Ovzduší, Aktualizace 2020, Praha, 75 s.
3. Blažek Z., Černíkovský L., Krajny E., Krejčí B., Ošrůdka L., Volná V., Wojtylak M., 2013: Vliv meteorologických podmínek na kvalitu ovzduší v přeshraniční oblasti Slezska a Moravy. Český hydrometeorologický ústav, Ostrava, 188 s.
4. Braniš M., Hůnová, I., 2009: Atmosféra a klima: Aktuální otázky znečištění ovzduší. Karolinum, Praha, 352 s.
5. Dvořák L., 2012: Historie legislativy na ochranu ovzduší na území ČR. České právo životního prostředí, 2. Česká společnost pro právo životního prostředí, 7 s.
6. IARC, 2012: Chemical Agents and Related Occupations. International Agency for Research on Cancer, France, 628s.
7. Jančářová I., 2003: Koncepční nástroje v ochraně ovzduší, Koncepční nástroje ochrany životního prostředí z pohledu práva. Sborník z konference. Univerzita Karlova v Praze, Praha, 187 s.
8. Jančářová I., 2004: Ekologická politika. Masarykova univerzita, Brno, 132 s.
9. Máca V., 2008: Právní úprava ekonomických nástrojů ochrany životního prostředí v ČR. Univerzita Karlova v Praze, Praha, 26 s.
10. Morávek J., 2012: Nový přístup k imisním limitům. České právo životního prostředí 2. Česká společnost pro právo životního prostředí, Praha, 40 s.
11. Morávek J., 2013: Zákon o ochraně ovzduší – komentář 1. vydání, Ch. Beck, Praha.
12. Šebáková H., 2015: Vliv znečišťujících látek z lokálních topenišť na zdraví. Lékařská zpráva. Krajská hygienická stanice MS kraje, Ostrava.
13. Vallero D. A., 2014: Fundamentals of air pollution. Academic Press, Amsterdam, 986 s.

14. Viden I., 2005: Chemie ovzduší. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 98 s.
15. Vysoudil M., 2013: Základy fyzické geografie 1: Meteorologie a klimatologie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 114 s.

Internetové zdroje

1. Ashton, T.S., 1948: The Industrial Revolution 1760-1830. Oxford University Press, London and New York (online) [cit. 2022.02.05], dostupné z <<https://www.jstor.org/stable/2226873>>.
2. Britannica, ©2021: Kyoto Protocol (online) [cit. 2022.02.02], dostupné z <<https://www.britannica.com/event/Kyoto-Protocol>>.
3. Center For Science Education, ©2020: How Weather Affects Air Quality (online) [cit.2022.02.01] <<https://scied.ucar.edu/learning-zone/air-quality/how-weather-affects-air-quality>>.
4. ČHMÚ, ©2021: Informace o kvalitě ovzduší (online) [cit. 2022.02.28], dostupné z <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/locality/pollution_locality/loc_SBER_CZ.html>.
5. ČHMÚ, ©2021: Pětileté průměrné koncentrace (online) [cit. 2022.02.13], dostupné z <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/ozko_CZ.html>.
6. ČHMÚ, ©2021: Překročení imisních limitů – hodnocení za jeden rok (online) [cit. 2022.03.04], dostupné z <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/ozko_CZ.html>.
7. ČHMÚ, ©2022: Suspendované částice (aerosol) (oline) [cit. 2022.03.02], dostupné z <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/weather_links/Pocasi/Navody/Znecistenisusp_castice.pdf>.
8. Environmental Protection Agency, 2021: Particulate Matter (PM) Pollution (online) [cit. 2022.03.01], dostupné z <<https://www.epa.gov/pm-pollution>>.
9. ESIPA, ©2002-2022: Předpisy (online) [cit. 2022.02.08], dostupné z <<https://esipa.cz/zakony>>.

10. European Commission, ©2022: Air policy (online) [cit. 2022.02.04], dostupné z <http://ec.europa.eu/environment/air/index_en.htm>.
11. Evropská agentura pro životní prostředí, ©2013: Evropské právní předpisy týkající se kvality ovzduší (online) [cit. 2022.02.06], dostupné z <<https://www.eea.europa.eu/cs/signaly/signaly-2013/clanky/evropske-pravni-predpisy-tykajici-se>>.
12. Evropská rada, ©2021: Osmý akční program pro životní prostředí: členské státy potvrdily předběžnou politickou dohodu s Parlamentem (online) [cit. 2022.02.03], dostupné z <<https://www.consilium.europa.eu/cs/press/press-releases/2021/12/10/8th-eap-member-states-endorse-provisional-political-agreement-reached-with-parliament/>>.
13. GaREP spol. s r.o., 2018: Program rozvoje města Beroun na období 2018-2030 (online) [cit. 2022.03.28], dostupné z <https://www.mesto-beroun.cz/e_download.php?file=data/editor/1209cs_1.pdf&original=PRM_BEROUN%20final.pdf>.
14. Macoun, J., 2017: Historie ochrany čistoty ovzduší. Meteorologické zprávy, 70. S. 187-180. (online) [cit. 2022.02.03], dostupné z <http://www.cmes.cz/sites/default/files/CHMU_MZ_6-17_187-189.pdf>.
15. McDuffie, E. E., 2018: Measurements and modeling of nitrogen oxides (online) [cit. 2022.02.28], dostupné z <<https://scholar.colorado.edu/downloads/dj52w5519>>.
16. Ministerstvo životního prostředí ČR, ©2007: Národní program snižování emisí České republiky (online) [cit. 2022.02.03], dostupné z: <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_dokumenty/\\$FILE/OOO-NPSE_2007-20200217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_dokumenty/$FILE/OOO-NPSE_2007-20200217.pdf)>.
17. Ministerstvo životního prostředí ČR, ©2018-2020: Mezinárodní úmluvy v ochraně přírody (online) [cit. 2022.02.02], dostupné z <https://www.mzp.cz/cz/mezinarodni_umluvy_v_ochrane_prirody>.
18. Mrlina, M., Jančářová, I., 2021: Programy zlepšování kvality ovzduší–právní forma v průběhu času. Časopis pro právní vědu a praxi, 29(4), 779-799 s. (online) [cit. 2022.02.10], dostupné z <<https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1001065>>.
19. Pielke, R. A., 2021: Atmosphere (online) [cit. 2022.02.02], dostupné z <<https://www.britannica.com/science/atmosphere>>.

20. ŘSD ČR, ©2017: Celostátní sčítání dopravy (online) [cit. 2022.02.12], dostupné z <<http://scitani2016.rsd.cz/pages/informations/default.aspx>>.
21. UNFCCC, ©2022: The Paris Agreement (online) [cit. 2022.02.02], dostupné z <<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>>.
22. Válek, P., 2022: Chemické látky (online) [cit. 2022.03.12], dostupné z <<https://arnika.org/toxicke-latky/databaze-latek/benzoapyren>>.
23. World Health Organization, Regional Office for Europe, 2000: Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. (online) [cit. 2022.02.28], dostupné z <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/107335>>.

Zákon

1. Zákon č. 201/2012 Sb.; o ochraně ovzduší, v platném znění.