

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta stavební**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Brno, 2020**

**Bc. Lucie Svobodová**



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING TESTING

## VÝZNAM ZELENĚ VE MĚSTECH

THE IMPORTANCE OF GREENERY IN THE CITY

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lucie Svobodová

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2020



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3656 Městské inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program
Studijní obor	3656T025 Městské inženýrství
Pracoviště	Ústav stavebního zkušebnictví

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Lucie Svobodová
Název	Význam zeleně ve městech
Vedoucí práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

---

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **PODKLADY A LITERATURA**

1. Právní předpisy ČR
2. České i zahraniční technické normy
3. Odborná literatura
4. Zdroje na internetu

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Cílem práce je monitoring hlukové zátěže ve městě Brně na základě vlastního akustického měření, příp. i jiných environmentálních veličin.

Bude vytipováno nejméně 10 lokalit, které budou sledovány v denním i ročním cyklu. Jejich výběr bude proveden tak, aby byly zastoupeny lokality klidné, s hojností zeleně i místa dopravně zatížená bez zeleně. V rámci vyhodnocení bude kladen důraz na prokázání pozitivního působení zeleně ve městě, vytipování klidových zón a zjištění časového průběhu hlukové zátěže. Na základě provedených zjištění budou sestaveny doporučení pro zlepšení situace ve městě.

## **STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zaměřuje na uvedení problematiky znečištění městského prostředí, zejména vlivem lidské činnosti, a pochopení důsledků z ní plynoucích.

Její úkolem je objasnit, jakým způsobem zeleň ovlivňuje kvalitu městského života a hodnotit její pozitivní, ale i negativní působení. Práce blíže zkoumá samotné emisní látky, indikátory znečištění a množství znečištění v dané lokalitě. Pozoruje jejich hodnoty a na základě měření a analýz je vzájemně porovnává. Poté navrhuje vhodné řešení veřejného prostoru s využitím vyššího podílu zeleně.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Emise, imise, kvalita prostředí, zeleň, město, udržitelnost, veřejný prostor, ekologická stabilita, budoucnost

## **ABSTRACT**

The diploma thesis is focused on the problematics of urban pollution. Mainly on the impact of human activities and their consequences.

Its main intention is to analyse an urban greenery system and its effect on the quality of life in both a positive and negative ways. Furthermore the diploma thesis researches the indicators of contamination, the sources of emission and their quantity at the location. The work compares the individual indicators and the results of emission measuring. Then it proposes a suitable solution for better urban space planning with urban greenery.

## **KEYWORDS**

Emission, immission, life quality, urban greenery, city/town, sustainability, urban space, ecological stability, future

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Lucie Svobodová *Význam zeleně ve městech*. Brno, 2020. 83 s., bez příloh. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Význam zeleně ve městech* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 2. 1. 2020

---

Bc. Lucie Svobodová, autor práce

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Význam zeleně ve městech* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 2. 1. 2020

---

Bc. Lucie Svobodová, autor práce

## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí diplomové práce, Ing. Olze Rubinové, Ph.D., a to především za odborné rady, ochotu a vynaložený čas na společné konzultace.

Za doplňující odborné konzultace vděčím dopravnímu inženýrovi Martinovi Vsetečkovi.

A v neposlední řadě patří také velké díky rodině, mým rodičům za podporu při studiu a příteli za trpělivost.



# OBSAH

1	ÚVOD.....	1
2	CÍL.....	2
3	VYSVĚTLENÍ POJMŮ.....	3
4	URBÁNNÍ PROSTŘEDÍ .....	5
4.1	HISTORICKÝ VÝVOJ ČESKÝCH MĚST.....	5
4.2	MĚSTO JAKO SYSTÉM S PROSTOROVÝM USPOŘÁDÁNÍM .....	6
4.3	MĚSTSKÁ ZELENĚ – DRUHY A FUNKCE.....	8
4.3.1	DRUHY MĚSTSKÉ ZELENĚ .....	8
4.3.2	FUNKCE MĚSTSKÉ ZELENĚ.....	11
5	BRNO .....	12
5.1	CHARAKTERISTICKÉ RYSY .....	12
5.2	VÝVOJ URBANIZACE AŽ DO SOUČASNOSTI .....	12
5.3	ANALÝZA PODÍLU ZELENĚ V BRNĚ.....	14
6	FAKTORY ZNEČIŠŤUJÍCÍ ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ .....	17
6.1	OXID SIŘIČITÝ.....	17
6.2	OXID UHELNATÝ .....	17
6.3	OXID DUSNATÝ A DUSIČITÝ.....	17
6.4	SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE (PM).....	18
6.5	PŘÍZEMNÍ OZÓN.....	19
6.6	HLUK.....	19
6.7	TEPELNÉ OSTROVY .....	21
7	MONITORING ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ V ČR.....	22
7.1	AGLOMERACE BRNO .....	23
7.1.1	KONCENTRACE SUSPENDOVANÝCH ČÁSTIC PM <sub>10</sub> A PM <sub>2,5</sub> (r. 2018) .....	25
8	NÁSTROJE OCHRANY .....	28
8.1	LEGISLATIVNÍ ZÁKONY A NORMY.....	28
8.2	NÁRODNÍ STRATEGICKÉ DOKUMENTY.....	28
8.3	IMISNÍ LIMITY .....	29
9	DOPAD NA ZDRAVÍ .....	31
10	UDRŽITELNÝ ROZVOJ.....	31
	PRAKTICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE .....	34

11	PROVEDENÁ MĚŘENÍ.....	35
11.1	METODIKA MĚŘENÍ, POUŽITÉ PŘÍSTROJE, CÍL, NÁVRHOVÉ OPATŘENÍ .....	35
11.2	GRAFY VYHODNOCUJÍCÍ HLUČNOST A PRAŠNOST VYBRANÝCH LOKALIT.....	37
11.2.1	REFERENČNÍ MĚŘENÍ HLADINY AKUSTICKÉHO TLAKU .....	37
11.2.2	ZNEČIŠTĚNÍ HLUKEM DLE DENNÍ DOBY (ČERVEN-ŘÍJEN).....	38
11.2.3	ZNEČIŠTĚNÍ HLUKEM DLE LOKALIT (ČERVEN-ŘÍJEN) .....	43
11.2.4	ZNEČIŠTĚNÍ PRACHEM DLE LOKALIT .....	52
12	NÁVRH OZDRAVNÉHO PRVKU .....	55
12.1	ZELENÁ TRAMVAJOVÁ TRÁŤ .....	55
12.2	ZÁKLADNÍ TYPY KONSTRUKCÍ A ÚDRŽBA .....	56
12.3	UVAŽOVANÉ VHODNÉ LOKALITY PRO BRNO .....	58
12.4	PŘÍKLAD MNOŽSTVÍ RETENCE SRÁŽKOVÉ VODY PRO BRNO .....	59
13	ZÁVĚR .....	62
14	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	65
14.1	KNIŽNÍ ZDROJE .....	65
14.2	INTERNETOVÉ ZDROJE .....	65
15	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	70
16	SEZNAM GRAFŮ.....	71
17	SEZNAM TABULEK .....	73
18	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	74

# 1 ÚVOD

Jak již název „*Zeleň ve městech*“ napovídá, námětem diplomové práce je snaha efektivně propojit urbanizovaný prostor, tedy lidská sídla, s vyšším podílem vegetace na tomto území. Zeleň je obecně považována za ozdravný prvek, který je schopen řešit a kladně ovlivňovat environment. Práce zkoumá problematiku znečištění životního prostředí, zejména ovzduší, které je zatíženo převážně lidskou činností a lidským způsobem života. Zároveň se jedná o vysoce řešené téma na státní a světové úrovni, tedy posuzování kvality životního prostředí a jejího vývoje. Stanovují se limity znečištění a sepisují se programy pro budoucí zlepšování stavů. Proto je také práce ve značné míře cílená na hledání souvislostí mezi městskou zelení a kvalitou urbanizovaného prostoru, případně na hledání pozitivního přínosu zeleně k urbanitě měst s ohledem vlivu na člověka.

Je zapotřebí správně navrhovat veřejný prostor, definovat jeho funkci a napojení na jednotlivé městské části. To je úkolem několika oborů, které spolu úzce souvisí, zejména urbanismu, hygieny prostředí, zahradní a krajinářské tvorby. Jestliže nebudou všechny tyto složky respektovány, vznikne místo bez fungujících provozních vazeb na okolí.

Promyšlený systém zelených ploch může nabídnout kvalitní městské zázemí s rozmanitými možnostmi jejich využití a prostupností do příměstské rekreační krajiny s minimem střetů s automobilovou dopravou. Sídlu pak bude splňovat jeho podstatnou funkci – živé město pro lidi.

„Formujeme města, ona pak formují nás.“ *Jan Gehl*

Diplomová práce je členěna do chronologicky navazujících kapitol.

V teoretické části je zaměřena na zeleň ve městě, faktory znečišťující životní prostředí a jejich vliv na zdraví člověka. Práce rozvíjí myšlenku udržitelného rozvoje, který je zásadní pro budoucí generace.

Praktická část obsahuje metodiku měření, vyhodnocení měření znečištění veřejného prostoru ve městě Brně a současně i porovnání s vybranými referenčními příklady.

V závěru je práce doplněna o ozdravný návrh *Zelených tramvajových pásů*, který svými benefity doplňuje koncept moderního zeleného města.

## 2 CÍL

Cílem diplomové práce je smysluplně interpretovat problematiku ekologických změn, které s 21. stoletím přicházejí. Často slýchanou tématikou bývá globální oteplování, skleníkový efekt, znečištění ovzduší a celkově životního prostředí.

*Kdo nebo co za to může? Jak se se změnami vypořádat a jak jim do budoucna předcházet?*

Práce se zabývá těmito a mnoha dalšími otázkami a má ambice objasnit teoretickou rovinu zdrojů a příčin vzniku ekologických problémů, se kterými se v současnosti potýkáme. Nejprve jsou pro postupnou návaznost popsány pojmy a související tematika. Dále je pozornost věnována podrobněji rozebíraným imisním látkám, které zapříčiňují znečištění a jsou dávány do souvislostí s důsledky, které z jejich existence vyplývají. V závěru teorie jsou shrnuty imisní limity znečišťujících látek, které nesmí být pro sledovaný rok překročeny a možné chování společnosti pro udržitelný vývoj.

Praktická část se zaměřuje konkrétně na město Brno a jeho znečištění hlukem a prašností, které se nedílně vážou k urbánnímu sídlu. Pomocí půlročního získávání dat by se práce měla dostat k výslednému trendu, který vyplyne z měření. Ten bude následně vyhodnocen a vzájemně porovnáván. Z praktické části bude vyvozen závěr, který prokáže rozdílnost výsledků lokalit v závislosti na míře výskytu vegetace.

Snahou je prokázat pozitivní vliv zelených ploch na zdraví a kondici města. Takový závěr by pozitivně ovlivnil chápání koncepce veřejného prostoru.

### 3 VYSVĚTLENÍ POJMŮ

VNĚJŠÍ OVZDUŠÍ	Ovzduší v troposféře
IMISE	Úroveň znečištění – hmotnostní koncentrace znečišťující látky v ovzduší
EMISE	Znečišťování ovzduší
EMISNÍ LIMIT	Nejvyšší přípustné množství znečišťující látky ze stacionárních zdrojů vnášené do ovzduší
EMISNÍ STROP	Nejvýše přípustné množství znečišťující látky vnesené do ovzduší za rok – úhrnné emise/rok
IMISNÍ LIMIT	Nejvýše přípustná úroveň znečištění stanovená zákonem
GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ	Zvyšování teploty ovzduší v důsledku nárůstu koncentrace skleníkových plynů v atmosféře, což způsobuje navyšování skleníkového efektu.
SKLENÍKOVÝ EFEKT	V analogii působení skla ve skleníku, které zachycuje a také částečně zpětně odráží tepelné záření, vyzařované rostlinami a půdou, označuje pojem skleníkový efekt působení určitých tzv. skleníkových plynů v atmosféře.
MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR	Bylo zřízeno zákonem ČNR č. 173/1989 Sb. k 1. lednu 1990 jako ústřední orgán státní správy a orgán vrchního dozoru ve věci životního prostředí.
NÁRODNÍ PROGRAM	Neboli Národní program snižování emisí České republiky vznikl za účelem snížení celkové úrovně znečištění a znečišťování v ČR. Navrhuje ho ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s příslušnými ústředními správními úřady a schvaluje vláda.
POGRAMY ZLEPŠOVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ	V případě, že je v dané zóně nebo aglomeraci překročen imisní limit vícekrát, než je povoleno, zpracuje ministerstvo životního

	prostředí ve spolupráci s příslušným krajským úřadem nebo obecním úřadem do 18 měsíců od konce kalendářního roku program pro zlepšování kvality ovzduší.
SMOGO VÁ SITUACE	Smogová situace je stav mimořádně znečištěného ovzduší, kdy úroveň znečištění oxidem siřičitým, oxidem dusičitým, částicemi PM <sub>10</sub> nebo troposférickým ozonem překročí některou z prahových hodnot.
BROWNFIELD	Část urbanizovaného území, která ztratila svou funkci, je nevyužitá, opuštěná a často nese ekologickou zátěž.
URBANIZACE	Společnost se stěhuje do měst a dochází ke změně venkovského způsobu života k městskému. Zvyšuje se kapacita města - geografická, pracovní i společenská.
SUBURBANIZACE	Termín vyjadřuje geografické rozrůstání příměstských oblastí (suburbii), jež má za následek rozpínání města do šířky.
OBEC	Je základní typ obecního zřízení, počet obyvatel se pohybuje od nejnižších hodnot po 3 000 osob.
MĚSTYS	Dříve označován jako městečko, stojí svou velikostí a významem mezi obcí a městem. Kritéria zřízení nejsou zákonem stanovena.
MĚSTO	Je obec, která tento status získala na historickém základě nebo díky počtu obyvatel > 3 000 a podané žádosti.
STATUTÁRNÍ MĚSTO	Tato města se můžou členit na městské části nebo městské obvody s vlastními orgány. Vnitřní poměry správy jsou řízeny statutem (vydáván formou obecně závazné vyhlášky obce). Počet statutárních měst v ČR je v současnosti 27.
VEŘEJNÝ PROSTOR	Prostředí určené pro veřejné sdílení, typicky vlastněné státem nebo obcí. Pojí se s nehmotnou rovinou, a to se vztahy, myšlenkami a ději.

# 4 URBÁNNÍ PROSTŘEDÍ

## 4.1 HISTORICKÝ VÝVOJ ČESKÝCH MĚST

Z historického hlediska se města na našem území formovala již na přelomu 12. / 13. století, kdy vznikala první středověká sídla. Příkladnými aglomeracemi jsou Hradec Králové, Litoměřice, Brno, Žatec, Chrudim, Břeclav nebo třeba Olomouc. Nejprve proběhla tzv. lokace, která zaručovala dostatečný přísun obyvatelstva, vyměření a parcelaci plochy. Veškeré počínání v území bylo zaznamenáno do zakládací listiny, ze které bylo následně možno čerpat potřebné informace. Největší rozmach budování měst se datuje do období vlády Přemysla Otakara II., který založil řadu měst v Čechách, na Moravě a na současném území Rakouska. Do konce 13. století tak byla založena základní síť větších (především královských) měst. Ve 14. století začala města získávat nová privilegia a rostl počet poddanských měst, jejichž majitelem už nebyl král, ale šlechta a církve. V 15. století husitské hnutí změnilo postavení a vliv měst. Královská a některá poddanská města se vymanila z vlivu feudála a začala být samostatnou správní a hospodářskou jednotkou. Na konci 15. století se začala za vlády Jagellonců situace zlepšovat, skončila válka a města obnovila svoji ekonomickou pozici. Města začala budovat nové radnice, přestavovala hradby, rynky, měnila vzhled ulic. S počátkem 16. století probíhala ve městech intenzivní stavební činnost a města proměňovala strohý gotický styl v renesanční zástavbu. Ve městech začal vládnout čilý společenský a kulturní život, rostla vzdělanost (vynález knihtisku, školství). Toto období je označováno jako „zlatá doba českých a moravských měst“. Zlom přinesla druhá polovina 16. století, kdy Ferdinand I. Habsburský potrestal královská města, kvůli odboji proti jeho osobě, odebráním privilegií, zbavil je veškeré politické moci a zkonfiskoval jim velkou část majetku. Zatím co královská města zažívala úpadek, poddanská města sílila. Dalším velkým milníkem byla Třicetiletá válka (1618-1648), která způsobila úpadek životní úrovně v Českých zemích. Města se přeměnila ve vojenské pevnosti či průchodiště armád a 17. století je typické pro stavební činnosti zaměřené na opravy škod. Podle dochovaných statistických údajů žilo v této době na českém území cca 487 tisíc obyvatel. V roce 1830 již 1 350 tisíc. Do poloviny 19. století se většina měst proměnila k modernímu správnímu, průmyslovému, obchodnímu a kulturnímu typu sídel dnešní doby. [2], [13]

## 4.2 MĚSTO JAKO SYSTÉM S PROSTOROVÝM USPOŘÁDÁNÍM

Pojem město lze definovat jako sídelní útvar s komplexním souborem znaků, které jsou navzájem propojeny. Jsou to především relativní velikosti a měřítka, vysoká hustota osídlení, kompaktnost zástavby, typická sociální struktura a také rozvinutá správa, vzdělávání, obchod a kultura. Utváří ho především lidé a to tak, aby co nejlépe vyhovovalo jejich potřebám a zároveň splňovalo funkci užitku a příjemného vizuálu. [1], [12]

### ČLENĚNÍ OBCÍ

#### Dle statusu (typu obce):

1/ OBEC

2/ MĚSTYS

3/ MĚSTO

- STATUTÁRNÍ MĚSTO

#### Dle rozsahu výkonu přenesené působnosti:

4/ Obec se základním pověřením (obecní úřad I. stupně)

5/ Obec s pověřeným obecním úřadem (obecní úřad II. stupně)

6/ Obec s rozšířenou působností (obecní úřad III. stupně)

#### Dle počtu obyvatel:

7/ Malá města 5 001 – 30 000 obyvatel

8/ Střední města 30 001 – 100 000 obyvatel

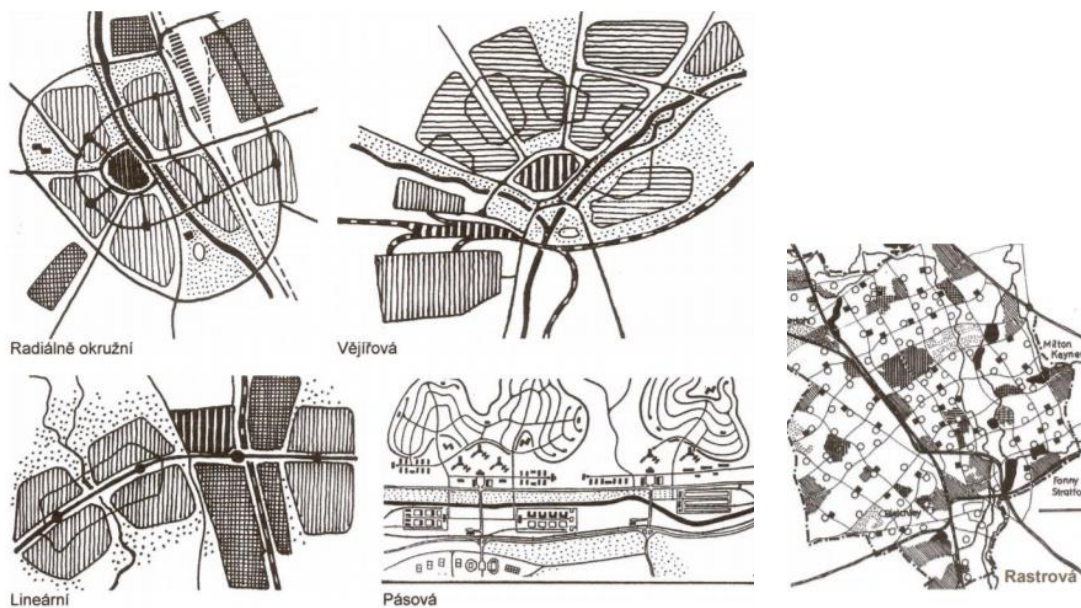
9/ Velká města, metropole 100 001 – 500 000 obyvatel, 500 001 a víc obyvatel

V současnosti může být městem v ČR obec, která má alespoň 3000 obyvatel, pokud tak stanoví předseda Poslanecké sněmovny po vyjádření vlády. [11]

### PROSTOROVÉ A FUNKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ MĚST

Prostorové utváření měst bylo vždy ovlivňováno především přírodními podmínkami, hospodářskými možnostmi, funkčními a sociálními potřebami. Nejčastěji jsou popisovány čtyři základní formy prostorového uspořádání měst – Radiálně okružní (Brno, Hradec Králové), Vějířová (Litoměřice), Lineární a Pásová (Zlín, Malenovice), Rastrová (Pardubice). Ty zohledňují jak potřeby prostorového členění, tak optimální rozvržení jednotlivých funkčních systémů (zeleň, doprava, veřejná a technická infrastruktura atd.). Forma města je podmíněna zejména přírodními podmínkami a konfigurací terénu. Často se můžeme setkat i s kombinací několika prostorových forem. [53]





Obr. č. 1 - Základní prostorové uspořádání měst [53]

## MĚSTO x MĚSTSKÝ PROSTOR

*Rozvrhování prostorů bylo po staletí základním regulačním nástrojem při zakládání a rozšiřování měst. I proto bylo vždy v rukách veřejné moci, krále či městské rady. Vytýčení obrysu náměstí a uliční čáry stanovilo jasnou osnovu, která pak mohla být vyplňována soukromými stavebníky. I když se jednotlivé stavby v průběhu doby měnily, půdorysná struktura veřejných prostorů zůstávala zpravidla nezměněná. Je proto oporou udržení kontinuity ve vývoji měst a základem jejich identity, jejich genia loci. To, jaké dimenze mají veřejné prostory, jak se navzájem propojují, jak se do nich promítá přírodní terénní konfigurace nebo naopak snaha o geometrický řád, určuje celkový charakter města mnohdy výrazněji než sebevýznamnější stavební monumenty. Moderní urbanismus a zejména rychlá expanze sídel sice tradiční způsob plánování města zavrhl, resp. znesnadnil, přesto některé jeho prvky znovu prokazují svou oprávněnost. A právě chaotický růst měst, jejich nepřehledná struktura, kterou již není možné uspořádat do celkového uzavřeného rámce, zvyšuje roli veřejných prostorů. Mohou zapůsobit jako silná místa, která do oné nesoudržné skrumáže fragmentů vnášejí záchytné orientační body, ohniska, vzájemné vztahy. Jestliže dnešní město již není kontinuální soustavou ulic a náměstí, může být alespoň souostrovím veřejných prostorů.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> [43] petr kratochvíl – městský veřejný prostor. Naděje a prohry – Veřejné soukromé. Dostupné z: <http://www.verejnesoukrome.cz/2018/01/24/petr-kratochvil-mestsky-verejny-prostor-nadeje-a-prohry/>

## 4.3 MĚSTSKÁ ZELEŇ – DRUHY A FUNKCE

Plochy zeleně ve městě můžeme rozlišit na soukromé a veřejně přístupné. Soukromá zeleň, neboli vyhrazená, je veřejnosti nepřístupná nebo přístupná jen omezeně. Lze do této kategorie zařadit například uzavřené parky a zahrady, botanické a zoologické zahrady, neveřejná sportoviště, zeleň úřadů, institucí a jiných organizací, hřbitovy a pohřebiště, zeleň uzavřených obytných bloků a zeleň soukromou. Veřejně přístupné plochy jsou naopak veřejnosti otevřené a vytvářejí především prostory pro rekreaci, krátkodobý odpočinek. Můžeme je dále dělit do kategorií. Termín veřejné zeleně je také často definován jako zeleň v zastavěném území, která patří do správy obcí a měst, kdy původní přírodní prostředí bylo nahrazeno konkrétními plochami městské zeleně. Ty již nejsou nadále schopny zajistit přirozené regulační mechanismy, vyžadují soustavnou údržbu, a proto o ně musí být pečováno. [3], [17]

V legislativě městská zeleň spadá do kategorie veřejného prostranství (VP), které je definováno zákonem o obcích [11] :

**§ 34 zákona č. 128/2000 Sb., o obcích** jsou: všechna náměstí, ulice, tržiště, chodníky, veřejná zeleň, parky a další prostory přístupné každému bez omezení, tedy sloužící obecnému užívání, a to bez ohledu na vlastnictví k tomuto prostoru.

Veřejná prostranství jsou také prostorově regulována:

**§ 7 vyhlášky č. 501/2006 Sb.:** Pro každé dva hektary zastavitelné plochy bydlení, rekreace, občanského vybavení anebo smíšené obytné se vymezuje s touto zastavitelnou plochou související plocha veřejného prostranství o výměře nejméně 1000 m<sup>2</sup>; do této výměry se nezapočítávají pozemní komunikace (Poznámka: Jedná se o vymezení samostatné a celistvé plochy, tedy nikoli o součet všech ploch chodníků, které jsou v rámci zastavitelné plochy vymezeny).

### 4.3.1 DRUHY MĚSTSKÉ ZELENĚ

Veřejná zeleň je trvale (bez omezení) přístupná veřejnosti a zahrnuje [14]:

- městské parky, parčíky a parková náměstí a pásy
- sídlištní zeleň
- uliční stromořadí a doprovodnou zeleň komunikace
- zeleň u významných budov

- zeleň pietních území
- zeleň dětských hřišť a sportovních areálů
- veřejné historické parky a parkové lesy
- doprovodnou zeleň vodotečí a technických děl

## **MĚSTSKÉ PARKY, PARČÍKY A PARKOVÁ NÁMĚSTÍ A PÁSY**

*Parky* jsou městské nebo krajinné plochy s udržovanou zelení, které plní především estetickou a relaxační funkci. Obvykle se nachází v historicky či kulturně významných lokalitách. Údržba veřejného parku je typicky v kompetenci města nebo městské části, kde se park nachází. [15]

*Parková náměstí* má stejně jako klasické náměstí danou prostorovou strukturu. Jedná se o plochu s volným středem, obklopeným významnými budovami, které prostor uzavírají. Parkové náměstí má na rozdíl od běžného volný střed zaplněn vegetací. [5]

## **SÍDLIŠTNÍ ZELEŇ**

*Sídlištní zeleň* je charakteristická jako zbytková plocha doprovázející panelová sídliště, která neměla jiné využití. Často bývá zanedbávána a utlačována houstnoucí zástavbou, její smysl není jasný a je nevyhovující nárokům obyvatel. Výsadby jsou běžně prováděny na nedostatečně připraveném podkladu s narušeným podložím, což vede k rychlému úhynu vegetace. [16]

## **ULIČNÍ STROMOŘADÍ A DOPROVODNÁ ZELEŇ KOMUNIKACE**

*Uliční stromořadí* neboli alej je označení pro řadovou výsadbu stromů v pravidelných rozestupech. Také se běžně jedná o doprovodný prvek komunikací, vodních toků či hranic pozemků.

## **ZELEŇ U VÝZNAMNÝCH BUDOV**

*Zelení u významných budov* je myšlena zejména solitérní výsadba či doprovodná, zpravidla pravidelně udržovaná, zelená plocha menších rozměrů. Její hlavní náplní je funkce okrasná.

## **ZELEŇ PIETNÍCH ÚZEMÍ**

*Pietní území* často bývají plochy vojenských památních míst. Díky těmto územím jsou připomínány historicky významné momenty, které nesmí být zapomenuty. Jakožto místo vysokého významu je také náležitě upravováno a zeleň zde hraje estetickou funkci, působí pozitivně na psychiku člověka a důraz je kladen na přehlednost a orientaci.

## **ZELEŇ DĚTSKÝCH HŘIŠŤ A SPORTOVNÍCH AREÁLŮ**

Pro výsadbu se v podobných případech volí zejména rostliny, které nemají vysoké nároky na údržbu, vrhají široký a hustý stín a příjemně doprovází vizuální ráz prostředí.

## **VEŘEJNÉ HISTORICKÉ PARKY A PARKOVÉ LESY**

*Historické parky* mají původ již v počátcích lidské civilizace. Jsou jakýmsi vyjádřením kultury a dříve sehrávaly významnou roli ve společenském životě. Ve většině případů jsou doprovodným prvkem historicky významných objektů. Vyskytují se zde vzrostlé stromy nebo celé skupiny, které představují přírodní stanoviště mnoha druhů organismů, mnohdy i zvláště chráněných. [18]

## **DOPROVODNÁ ZELEŇ VODOTEČÍ A TECHNICKÝCH DĚL**

V tomto případě se bavíme o „technické“ veřejné zeleni, která má hlavní funkci hygienickou a ochrannou. Například jako hluková bariéra či pohledové oddělení technických děl od okolního prostředí.

## 4.3.2 FUNKCE MĚSTSKÉ ZELENĚ

K základním funkcím a významům zeleně patří [4]:

- Existenční význam
- Klimatická funkce
- Hygienická funkce
- Půdoochranná, vodohospodářská funkce
- Psychická a estetická funkce
- Ochranná a regenerační funkce

### **Existenční význam**

- Zeleň poskytuje životní prostředí mnoha druhům hmyzu, hlodavců a ptáků, tím se životní prostředí stává stabilnější, odolnější, pestřejší a zdravější

### **Klimatická a hygienická funkce**

- Zlepšuje kvalitu ovzduší, tvoří plíce města
- Zvlhčováním vzduchu a teplotní stabilizací zlepšuje mikroklima
- Má vliv na proudění vzduchu - může pomoci provětrávání a naopak omezit ofukování budov
- Tvoří filtr vůči znečišťujícímu prostředí (zachycuje zplodiny a zápachy, tlumí hluk)

### **Vodohospodářská**

- Zeleň zvyšuje retenční kapacitu území, čímž snižuje účinek přívalových srážek (voda se vsakuje, místo aby hned odtekla) a zpomaluje odpar (takže je vzduch příjemně vlhčí delší dobu)

### **Psychická a estetická funkce**

- Přírodní prvky v prostředí působí pozitivně na psychiku člověka (nejen zeleň, ale i voda)
- Prostory se zelení jsou snáze pochopitelné a osvojitelné, zeleň tedy působí pozitivně na přehlednost a orientaci

### **Ochranná funkce**

- Zeleň funguje jako filtr nepříznivých účinků - vizuální, prostorový, protihlukový, hygienický

### **Regenerační funkce**

- V zeleni je snazší zregenerovat síly než při pobytu v umělém prostředí
- Stačí malé oázy zeleně, aby betonové město nebralo obyvatelům tolik sil při jejich běžné existenci

# 5 BRNO

## 5.1 CHARAKTERISTICKÉ RYSY

Město Brno je druhým největším městem České republiky. Nachází se na jižní Moravě, kde ho ze tří stran obklopují zalesněné pahorkatiny, ty na jižní straně přechází v Dyjsko-svratecký úval a na severu v Dražanskou a Českomoravskou vrchovinu. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 190 až 425 m. n. m. Z územně správního pohledu se statutární město Brno člení na 29 městských částí o celkové rozloze 230, 2 km<sup>2</sup> a počet obyvatel dle ČSÚ k 31. 12. 2012 činí 378 327 obyvatel, tedy hustota osídlení je 1646 osob/km<sup>2</sup>. Brno svou polohou mezi Českomoravskou vrchovinou a nížinami jižní Moravy zaručuje mírné klima a tedy dobré podmínky pro zemědělství. Brno patří k nejstarším průmyslovým střediskům ve střední Evropě. Je tradičním obchodním a společenským centrem Jihomoravského kraje i centrem veletržní a kongresové turistiky. A v oblasti vzdělávání Brno obsadilo druhou příčku v nabídce univerzit a kvality výukových programů na území ČR. [7], [39]

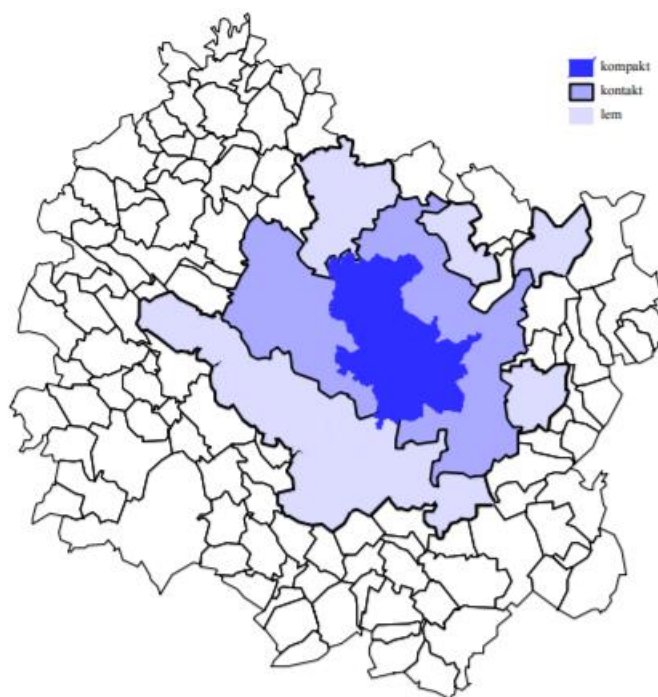
Město Brno se nachází na křižovatce dálnic D1 ve směru Praha–Brno a D2 pro Brno–Bratislava. Dále Brnem prochází evropské mezinárodní silnice E50, E65, E461 a E462 a postupně je ve městě budován VMO (velký městský okruh), který má za úkol efektivně odvést intenzivní proud dopravy z centra. Město bez dopravní infrastruktury není schopno existence, ovšem velkým tématem současnosti je kvalita ovzduší v souvislosti s dopravou. Ta je na území Brna největším zdrojem znečištění. [7], [39]

## 5.2 VÝVOJ URBANIZACE AŽ DO SOUČASNOSTI

Současná územní morfologie je z velké části dána historickým vývojem města Brna. V průběhu 20. století docházelo k připojování obcí k historickému jádrovému území. Významným milníkem byl rok 1919, kdy se datuje vznik tzv. Velkého Brna a územní rozsah se zvětšil téměř 7x. Obce připojené k centrální části se ve většině případů staly součástí kompaktní zóny. Naopak obce připojené v až pozdějších vlnách si ponechaly příměstský charakter (Líšeň, oblast Brněnské přehrady, Bystrc, Holásky, Kníničky, Mokrá Hora, Útěchov). [40]

Pro lepší představivost zón je přiložena mapa znázorňující členění:

centrální části (kompakt – tmavě modrá), okrajové části (kontakt – světle modrá s obrysem) a příměstské části (lem – světle modrá)



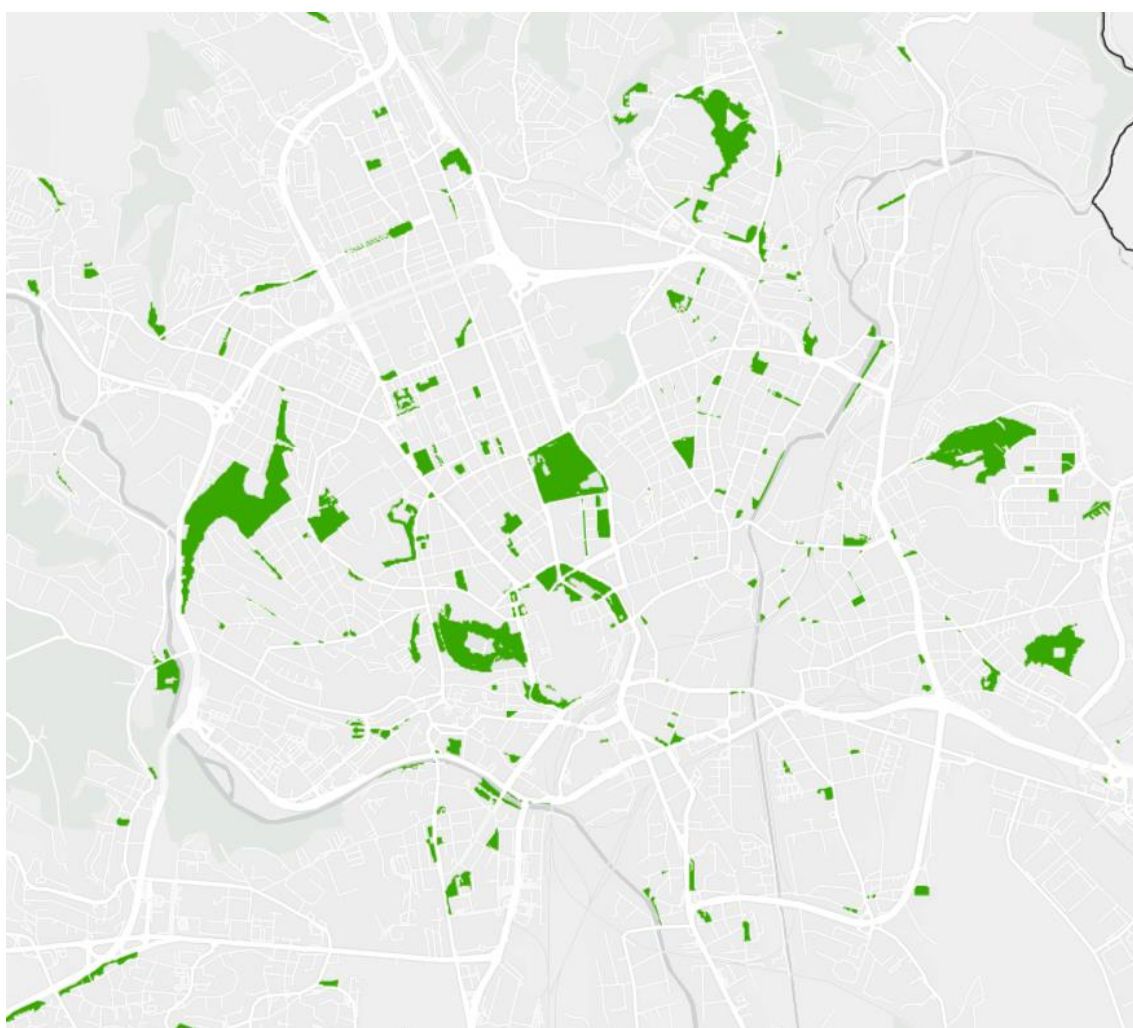
Obr. č. 2 - Vymezení zón [40]

Od roku 1991 došlo k postupnému vytěsňování rezidenčního bydlení (v městské části Brno–střed k úbytku trvale obydlených bytů o téměř 15 %) a bylo nahrazováno obchodní a administrativní funkcí (v období 1997–2000 došlo ve stejném území k nárůstu maloobchodní prodejní plochy o více než 30 %). Negativním důsledkem se stala zvýšená úroveň automobilové dopravy ve formě dojížděk. Do roku 1990 byly migrační vztahy s okresem Brno–venkov pro město Brno vždy ziskové. Po roce 1990 došlo ke změně situace a suburbanizace začala být problematikou. Nejsilnější období suburbanizace nastala v druhé polovině 90. let, kdy se v kontaktních (příměstských) zónách stavěly rodinné domky a rozvíjel se zde průmysl. Problematikou devadesátých let je i rozvoj velkých nákupních center v okrajových polohách, která jsou nebezpečná pro vyvážený rozvoj města. Mezi přímé dopady patří zvýšená dopravní zátěž nejen na dotčené komunikační síti, ale i na navazujících komunikacích, které zasahují do centrální části města. [40]

Současnou snahou je zabránit rozšiřování území a vzniku satelitních měst. Víc koncentrovat bydlení, služby a obchod do centrální zóny a lépe využívat budovy (brownfieldy) s potenciálem. Výsledkem by bylo snížení dojížděk za příležitosti a město by bylo kompaktním celkem.

### 5.3 ANALÝZA PODÍLU ZELENĚ V BRNĚ

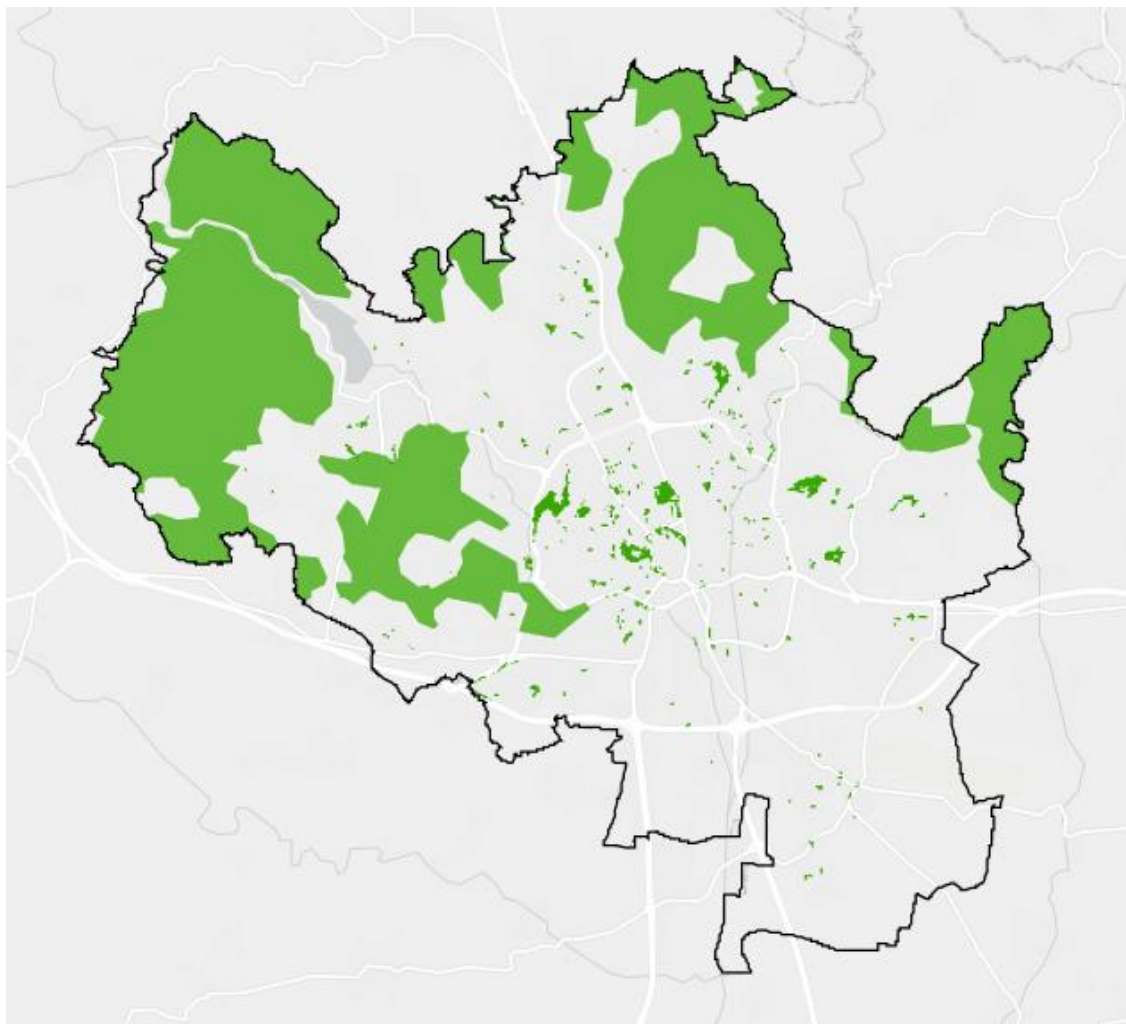
Brněnskou zeleň spravuje organizace *Veřejná zeleň města Brna*, ta pečuje především o městské parky a stromořadí. Na následující mapě jsou znázorněny tyto plochy v celkovém počtu 482, jedná se o celky malého i celoměstského významu (parky větší jak 1 ha – těch se v území nachází 61). Dále se množství zeleně přepočítává na jednoho obyvatele ve městě. V Brně se kalkuluje s 550 000 lidmi, jde o údaj vyplývající z analýz o počtu obyvatel zdržujících se ve všední dny na území města. Na jednoho člověka tedy vychází 59 m<sup>2</sup> zeleně. Dle Světové Zdravotnické Organizace, která doporučuje hodnotu 9 m<sup>2</sup> zeleně/osoba, je tento výsledek nadprůměrný. [44]



Obr. č. 3 – Mapa významné zeleně [44]



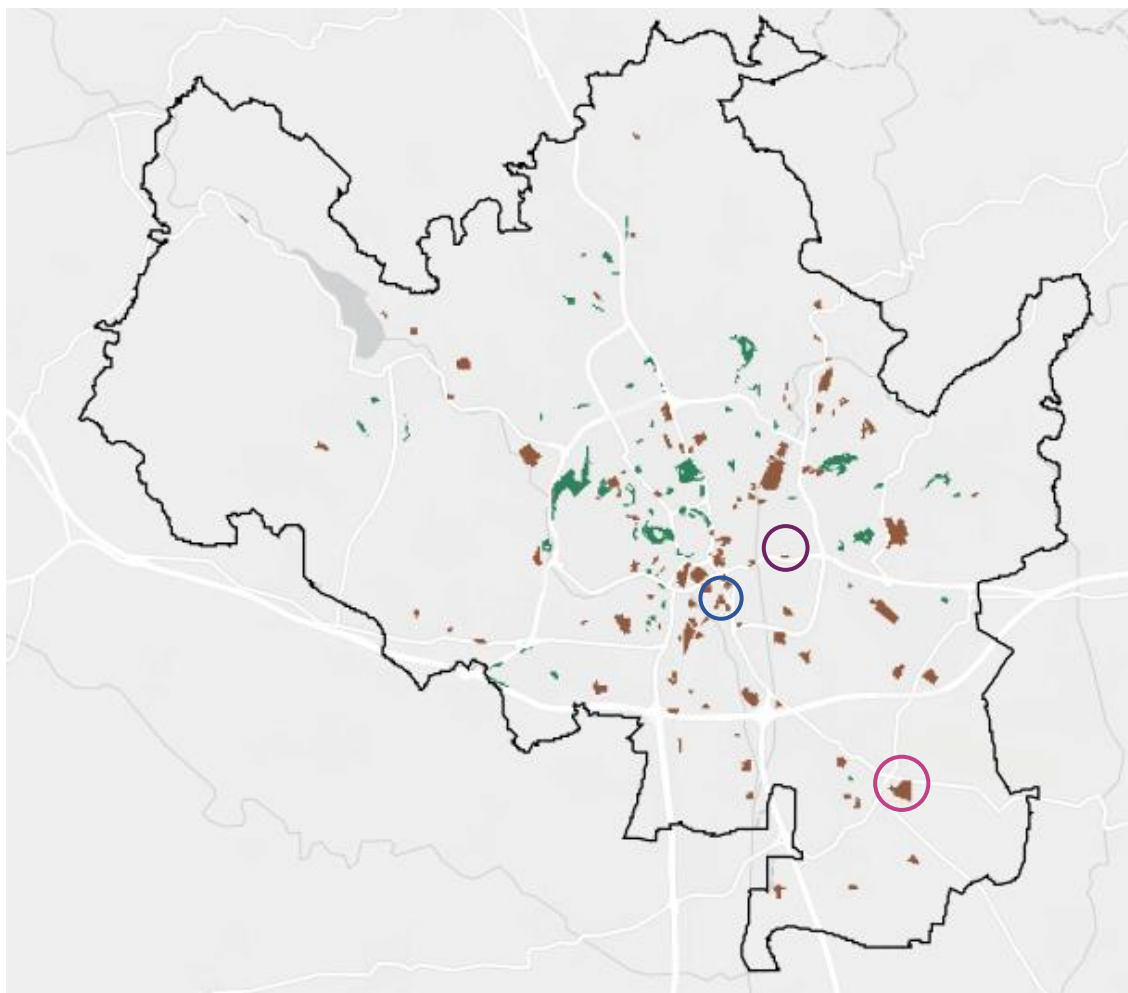
Následující mapa navíc zobrazuje městské lesy, které se vyskytují na území Brna. Jejich plocha se ovšem dle Světové Zdravotnické Organizace nezahrnuje do ploch zeleně ve městě. Proto nemůže být přičtena k zeleným celkům, ze kterých se počítá plocha zeleně na osobu. Jejím hypotetickým započtením by hodnota dosahovala 255 m<sup>2</sup>/ osoba. [44]



Obr. č. 4 – Mapa městských lesů [44]

Většina zeleně, jak je z mapy č. 3 a č. 4 patrné, je situována na sever od centra a rozložení parků je na území města nerovnoměrné. Budoucí snahou je zaměřit se na budování parků a zelených ploch na jižní straně města, kde je často docházková vzdálenost k významné zeleni (tedy parku o rozloze > 1 ha) delší než 30 min. [44]

Možným řešením zvýšení podílu zeleně v jižní části města by bylo využití současných brownfieldů. V Brně je evidováno 115 takových lokalit, v mapě č. 5 jsou zobrazeny červenou barvou. Místo nich by mohla vzniknout další plocha zeleně, která by pozitivně ovlivnila ovzduší v pásmu zvýšeného znečištění. [44]



Obr. č. 5 – Mapa brownfieldů [44]

Jako vhodné lokality se jeví především ty, jejichž rozloha činí min 1 ha a současně se jejich poloha nachází v okruhu adres bez možnosti krátké docházky k parku či jiné významné zeleni.

Např.: [areál mezi ulicemi Olomoucká, Ostravská a železniční tratí](#)

[areál AGRO Tuřany](#)

[areál SBK s.r.o.](#)

## 6 FAKTORY ZNEČIŠŤUJÍCÍ ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

### 6.1 OXID SIŘIČITÝ

Oxid siřičitý, neboli  $\text{SO}_2$ , je jedním ze dvou hlavních oxidů síry. Z chemického hlediska se jedná o kyselý, bezbarvý, toxický plyn s charakteristickým zápachem, jehož hlavní produkci zapříčiňuje lidská činnost - zejména spalování fosilních paliv při průmyslové výrobě. Hlavním zdrojem  $\text{SO}_2$  jsou teplárny a elektrárny, kde využívají nekvalitní topné oleje a uhlí s vysokým obsahem síry. Výskyt oxidu siřičitého v atmosféře je problematický z důvodu umocňování kyselých dešťů, které mají negativní vliv na okyselování půdy, řek a jezer, urychlují korozi budov a snižují viditelnost. Pro člověka je nebezpečný ze zdravotního hlediska dráždivostí dýchacích cest, podporuje astma a záněty průdušek. [19]

### 6.2 OXID UHELNATÝ

Oxid uhelnatý, dříve používaný jako plynné palivo (svítiplyn), je bezbarvý jedovatý plyn bez chuti a zápachu. V přírodě se vyskytuje jen v nepatrném množství a vzniká nedokonalým spalováním fosilních paliv a biomasy. Lidskou činností je emitován především automobily, lokálními topeništi, energetickým a metalurgickým průmyslem při nedokonalém spalování uhlíku a organických látek. Oxid uhelnatý je pro člověka značně toxický, vyznačuje se silnou afinitou (schopností vázat se) na hemoglobin a znemožňuje přenos kyslíku v těle, který vede v krajních případech k smrti udušením. CO se prudce slučuje s kyslíkem a při spalování se uvolňuje  $\text{CO}_2$  ( $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ ), jež je nechvalně známý jako hlavní příčina skleníkového efektu a globálního oteplování. [20]

### 6.3 OXID DUSNATÝ A DUSIČITÝ

Oxid dusnatý a oxid dusičitý často nesou souhrnný název NOX. Do této směsi se výjimečně řadí i jiné oxidy a dusíkaté látky (např.  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2\text{O}_5$ , mlhovina kyseliny dusičné a dusité), ovšem při monitoringu kvality ovzduší jsou sledovány především NO a  $\text{NO}_2$ . NO je ve směsi NOX zastoupeno 90 – 95 % objemu, zbytek je tvořen  $\text{NO}_2$ , popřípadě doplňujícími oxidy dusíku v minoritním objemu. Přirozeně tyto sloučeniny vznikají biologickými procesy v půdách bakteriální činností, výboji blesků a také sopečnou aktivitou. Největší zdroje emisí ale pochází ze stacionárních i mobilních zdrojů, především z odvětví dopravy, a to silniční, letecké i lodní. [19]

*Do spalovacího prostoru motorových dopravních prostředků se dostává dusík ve formě čerstvého vzduchu, a za vysokých teplot a tlaků zde reaguje s kyslíkem a vytváří NO, dalším slučováním NO s kyslíkem pak vzniká NO<sub>2</sub>. Oxidy dusíku jsou produkovány rovněž při spalování fosilních paliv.<sup>2</sup>*

Z chemického hlediska je NO plyn bez barvy a zápachu, zatímco NO<sub>2</sub> je červenohnědého zbarvení a je typický pro svůj zápach a štiplavost. Oba plyny jsou toxické, jedovatější a zdravotně závažnější je NO<sub>2</sub>. Dráždí oči a horní cesty dýchací, vyvolávají suchý kašel a dokonce jsou nitrózní plyny podezřívány jako karcinogenní látky. Dusík je v přiměřené míře považován za nezbytný k životu, ovšem ve vyšší koncentraci NOX rostliny značně poškozuje. Ty jsou pak náchylné na plísně a mají sníženou odolnost ke klimatickým změnám. NOX se spolu s SO<sub>2</sub> podílí na vzniku kyselých dešťů. [19]

## 6.4 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE (PM)

*Prachové částice se v monitoringu čistoty ovzduší označují písmeny PM, což je zkratka pro anglický výraz „particulate matter“, pro nás je to velice prozaicky „prach“, lépe a odborněji řečeno poléťavý prach či také prašný aerosol. Čísla za zkratkou PM pak udávají nejvyšší možný aerodynamický průměr částic. PM<sub>10</sub> jsou částice o průměru menším než 10 mikrometrů (μm), PM<sub>2,5</sub> mají průměr do 2,5 mikrometrů (μm) a samozřejmě nejmenší měřené částice jsou značeny číslem 1, jsou tedy menší než 1 mikrometr. Nejedná se o prach, který je viditelný a který se nám usazuje na nábytku, parapetech a římsách, ten je tvořen částicemi většími než 30 μm, které se v běžných podmínkách rychle usazují.<sup>3</sup>*

Nejběžnější antropogenní zdroje prachu pochází z lokálního vytápění domácností (74 %), silniční dopravy (1,3 %), veřejné energetiky (3,5 %), těžby nerostných surovin (1,7 %) nebo také ze zemědělské výroby (2,8 %). Ve městech se nejčastěji setkáváme s tzv. sekundární prašností, která vzniká zvířením již dříve usazeného prachu. Ze zdravotního hlediska prach zapříčiňuje komplikace dýchacího systému, především prachové částice velikosti PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, které se mohou dostat až do plicních sklípků a poškodit hlavní dýchací orgán. Nejedná se jen o poškození mechanické, záleží na původu a chemickém složení prachových částic.

---

<sup>2</sup> [19] Ekologické centrum Most pro Krušnohoří. Copyright © Ekologické centrum Most pro Krušnohoří, Dostupné z: [http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=znecistujici\\_latky](http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=znecistujici_latky)

<sup>3</sup> [19] Ekologické centrum Most pro Krušnohoří. Copyright © Ekologické centrum Most pro Krušnohoří, Dostupné z: [http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=znecistujici\\_latky](http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=znecistujici_latky)

Obávané jsou těžké kovy, anorganické soli, sírany, karcinogenní látky i živočišné a rostlinné produkty, spory a pyly. Všechny vyjmenované škodliviny se z velké části dostávají do ovzduší lidskou činností. [19]

## 6.5 PŘÍZEMNÍ OZÓN

Ozón, neboli  $O_3$ , je sekundární znečišťující látkou, která nemá vlastní významný emisní zdroj. Vzniká fotochemickou reakcí zejména mezi NOX a těkavými organickými látkami. Přízemní ozón je třetí nejvýznamnější skleníkový plyn a poškozuje dýchací soustavu, způsobuje podráždění a snižuje obranyschopnost organismu. [19], [21]

## 6.6 HLUK

Nadměrný hluk také řadíme do skupiny faktorů narušující kvalitu životního prostředí a lidského zdraví. Jsou pro něj stanoveny hygienické limity v Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů. Hygienické limity hluku jsou stanoveny pro následující prostory [24]:

- Chráněný venkovní prostor (cca 50 dB)
- Chráněný venkovní prostor staveb (cca 45 dB)
- Chráněný vnitřní prostor staveb (cca 40 dB)
- Pracoviště (cca 40 dB)

V obecné rovině hlukem v životním prostředí rozumíme obtěžující nebo škodlivý zvuk ve venkovním prostředí vytvořený lidskou činností. Z pohledu hudebního je jako hluk označován zvuk, který není tónem, neboť nemá definovanou výšku, tedy pravidelnou frekvenci. Hluk je tedy směs frekvencí o různých výškách. Na činnostech z běžného života je frekvence zvuku [Hz] lépe představitelná, proto uvedu pár příkladů. [26]

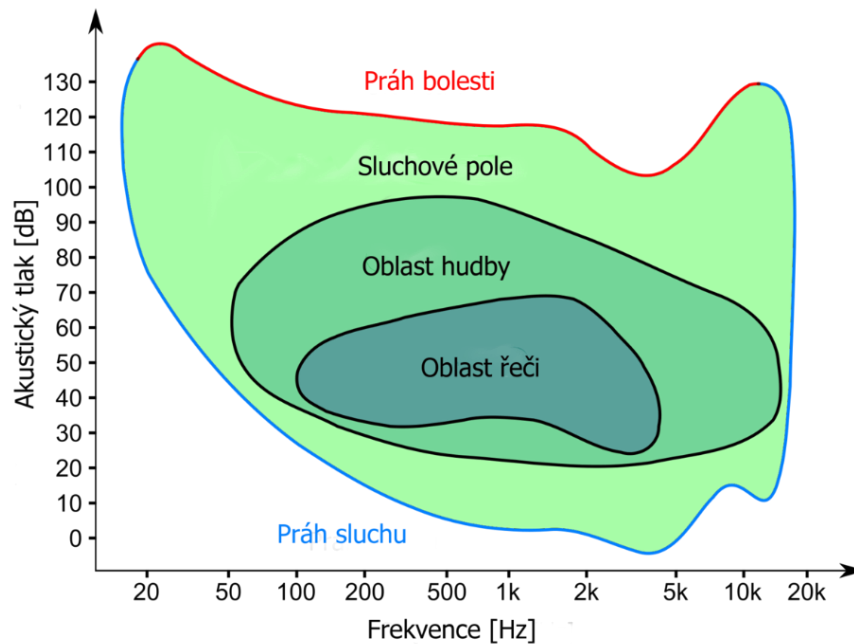
- Běžná lidská řeč           cca 1 kHz
- Hlasitá lidská řeč       cca 3 kHz
- Silniční doprava         cca 7 kHz

Na ulici se všechny tyto zvuky mísí, a proto není možné definovat právě jednu frekvenci zvuku, ale vzniká již zmiňovaný hluk. Ten se vyjadřuje pomocí hladiny intenzity zvuku **L [dB]** na škále slyšitelnosti 0 – 130 dB. [27] Opět pár příkladů pro demonstraci:

- Tichý pokoj               cca 15 dB
- Řeč                         cca 30 dB

- Křik cca 50 dB
- Silný provoz cca 80 dB

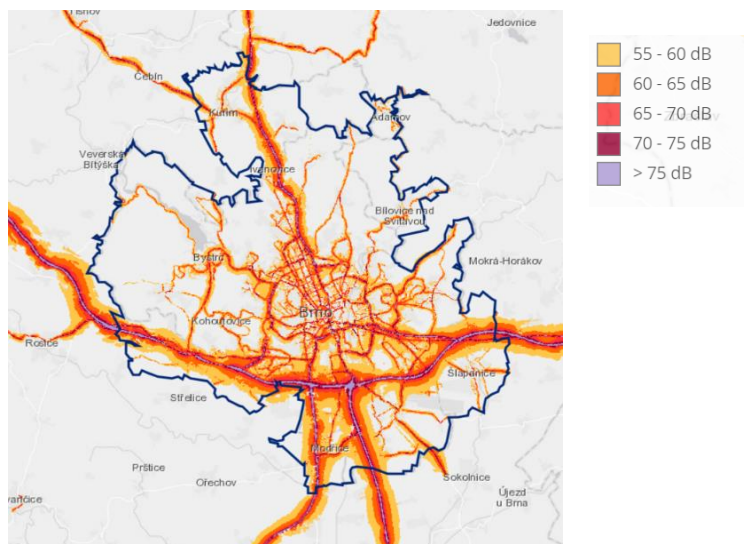
Z následujícího grafu je patrná závislost mezi frekvencí a akustickým tlakem. Vyjadřuje lidské sluchové pole, které je zjednodušeně rozděleno na práh sluchu (do 130 dB) a práh bolesti (nad 130 dB). Nejpříjemnější polohou je pro člověka rozmezí 30 – 50 dB, která je označována jako oblast řeči.



Graf č. 1 - Lidské sluchové pole [26]

Hluk je nejčastěji generován dopravními prostředky, stacionárními a mobilními zdroji z průmyslové činnosti, ventilačním zařízením, domácími spotřebiči, hlukem ze sousedství (restaurace, kavárny, domácí zvířata, atd.). Lze konstatovat, že komunální hluk v současné době stále narůstá a v řadě evropských zemí je více než 40% populace vystaveno akustickému tlaku vyššímu než 55 dB a 20 % populace 65 dB. Aby se mohla míra hluku mapovat, probíhá v ČR jeho monitorování ve vybraných lokalitách v rámci *Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí*. Hlučnost dané oblasti je charakterizována periodickým měřením. [25]

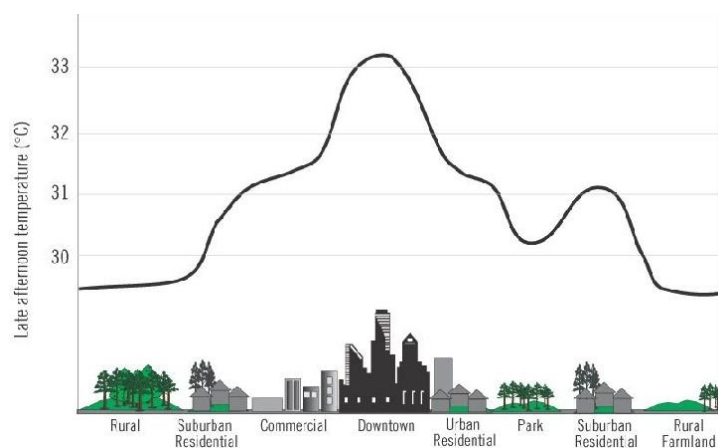
Na následujícím obrázku je zobrazen monitoring hluku způsobeného dopravou ve městě Brně. Je zřejmé, že největším hlukovým znečištěním v extravilánu je dálnice D1 v západovýchodním směru a D2 v jižním směru s decibely v rozmezí 65 - 70. V intravilánu je to pak silnice číslo 42 vytvářející hluk cca 60 – 65 dB.



Obr. č. 6 - Hluková mapa silniční dopravy během dne, Brno [54]

## 6.7 TEPELNÉ OSTROVY

Tepelné ostrovy jsou plochy, které vykazují zdatně vyšší teploty než jejich okolí. Hlavní příčinou jsou zastavěná území vysokoemisními materiály jako jsou asfalt a beton, masivní výstavba budov, nedostatek zelených ploch, povrchy silnic a chodníků z materiálů s nulovým vsakem vody a nevhodně uspořádané město. Termální snímky měst prokazují velké teplotní rozdíly mezi zastavěným prostředím a prostředím zeleně. V průměru se teploty liší o 3 – 8 stupňů Celsia, v noci i 12 stupňů. Tento fakt navyšuje spotřebu energií na chlazení klimatizací, čímž je prostředí ještě víc zahříváno. Řešením proti těmto teplotním skokům je vysazování zeleně, výstavba chodníků a silnic z inovativních vodopropustných materiálů, využití světlých stavebních materiálů s vysoce reflexním agregátem a v neposlední řadě je velmi důležitá správná koncepce města. Město lze například chladit i přirozeným prouděním větru, pokud jsou budovy správně uspořádány. [28]



Graf č. 2 – Graf teplotních rozdílů v městském prostředí [45]

## 7 MONITORING ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ V ČR

V České republice jsou látky znečišťující ovzduší (podrobněji rozebrané v 6. kapitole) průběžně monitorovány a jejich hodnoty jsou uváděny na webových stránkách Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) [31].

Mezi zmiňované sledované indikátory patří:

- suspendované částice PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>
- přízemní ozon
- oxid uhelnatý
- oxid siřičitý
- dusíkaté oxidy
- benzo [a] pyren

**Úroveň znečištění ovzduší závisí v daném roce na množství emisí a převažujících meteorologických a rozptylových podmínkách.**

*Teplotně byl rok 2018 mimořádně nadnormální a srážkově silně podnormální. V porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2017 panovaly v roce 2018 zlepšené rozptylové podmínky, navíc byl zaznamenán pokles emisí všech hlavních znečišťujících látek. V důsledku těchto okolností byly u většiny imisních charakteristik znečišťujících látek ovzduší, s výjimkou suspendovaných částic (PM) a přízemního ozonu (O<sub>3</sub>), zaznamenány stagnace až mírný pokles.<sup>4</sup>*

Z tohoto komentáře z Ročenky ČHMÚ 2018 lze tedy vyhodnotit, že v současné době se v porovnání od roku 2000 v České republice situace zlepšuje. Nicméně koncentrace suspendovaných částic od roku 2016, ve kterém byly koncentrace částic na druhé nejnižší úrovni od roku 2000, opět mírně stoupají. V roce 2017 je tomu tak dáno vyššími koncentracemi v zimním období a v roce 2018 došlo k navýšení koncentrací suspendovaných částic v důsledku podnormálního množství srážek. [31]

Na základě zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší byla Česká republika rozdělena do 3 hlavních aglomerací a 6 zón pro hodnocení znečištění ovzduší. Těmito aglomeracemi jsou Praha, Brno, Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek. Do zón spadají tyto oblasti - zóna Střední Čechy,

---

<sup>4</sup> [31] Portál ČHMÚ : Home. Portál ČHMÚ : Home. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/>



Jihozápad, Severozápad, Severovýchod, Jihovýchod, Střední Morava a Moravskoslezsko.  
[32]



Obr. č. 7 – Členění ČR na zóny a aglomerace [32]

V rámci zón jsou hlídány zejména tři hlavní aglomerace. Je tomu z důvodu vysoké hustoty zalidnění a zároveň je kolem nich koncentrována dopravní síť, průmysl a výroba. Proto jsou tyto oblasti silně znečišťovány a jsou pro ně vydávány Programy zlepšení kvality ovzduší. [32]

## 7.1 AGLOMERACE BRNO

Charakteristika	
Kód:	CZ0642
Rozloha:	230,2 km <sup>2</sup>
Počet obyvatel:	378 327 (k 31. 12. 2012)
Hustota obyvatel:	1 643 obyvatel/km <sup>2</sup>

Tab. č. 1 – Charakteristika aglomerace Brno [35]

### Základní charakteristika

Aglomerace je tvořena správním obvodem okresu Brno – město. Nachází se na jihovýchodě České republiky v Jihomoravském kraji a svou rozlohou zaujímá přibližně 0,3 % území České republiky. Z pohledu počtu obyvatelstva je druhým největším městem v ČR. Brno má výhodnou geografickou polohu pro udržování ekonomických vazeb s jižní a východní Evropou, které mu pomáhají v růstu. V této kategorii drží Brno opět druhou příčku ekonomicky nejsilnějšího města v ČR. Strategickou polohu zaujímá i v evropské dopravní síti, protíná jej křižovatka dálnic D1 a D2, které jsou součástí magistrál západ-východ (E 50) a sever-jih (E 55, E 65). Brnem prochází první železniční koridor Berlín-Praha-Česká Třebová-Brno-Vídeň a letecká doprava je zajištěna mezinárodním letištěm Brno-Tuřany. Co se klimatu týká, průměrná roční teplota kolísá mezi 8,5 až 9,0°C. V nejteplejším měsíci (červenec) je to 17 až

19°C a v nejchladnějším (leden) od -3 do -2°C. Roční úhrn srážek je naměřen v hodnotách 450 až 500 mm. [35]

### Způsob posuzování úrovní znečištění

Hodnocení imisní situace se opírá o data archivovaná v imisní databázi Informačního systému kvality ovzduší České republiky, provozovaného a spravovaného ČHMÚ. Vedle údajů ze staničních sítí ČHMÚ přispívá do imisní databáze ISKO již řadu let několik dalších organizací podílejících se rozhodujícím způsobem na sledování znečištění ovzduší v České republice. V rámci aglomerace CZ06A Brno se na měření kvality ovzduší podílí tři organizace, které mají autorizaci k měření stavu venkovního ovzduší. Jedná se o **Český hydrometeorologický ústav** (modré lokality, viz Obrázek), **Statutární město Brno** (zelené lokality, viz Obrázek) a **Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě** (červené lokality, viz Obrázek)<sup>5</sup>



Obr. č. 8 – Přehled lokalit imisního monitoringu, aglomerace Brno [35]

Horní (UAT) a dolní (LAT) meze pro posuzování úrovně znečištění a povolený počet překročení jsou, pro jednotlivé znečišťující látky a jejich doby průměrování, uvedené v příloze

<sup>5</sup> [35] Ministerstvo životního prostředí. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/strategicke\\_dokumenty#strednedoba\\_strategie](https://www.mzp.cz/cz/strategicke_dokumenty#strednedoba_strategie)

č. 4 vyhlášky č. 330/2012 Sb. Mez pro posuzování úrovně znečištění se považuje za překročenou, pokud byla překročena nejméně ve 3 z předcházejících 5 kalendářních let. U znečišťujících látek s dobou průměrování kratší než 1 kalendářní rok se mez považuje za překročenou, pokud je překročena v průběhu jednoho kalendářního roku vícekrát, než je maximální povolený počet překročení stanovený v příloze č. 4 vyhlášky č. 330/2012 Sb. <sup>6</sup>

#### Přehled lokalit imisního monitoringu v aglomeraci Brno

Název lokality	Měřicí program <sup>9</sup>	Měřené škodliviny (2003-2012)
Brno-Arboretum	A	PM <sub>10</sub>
Brno-Lány	A	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , SO <sub>2</sub> , NO-NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub> , CO
Brno-Svatoplukova	A	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , SO <sub>2</sub> , NO-NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub> , CO
Brno-Výstaviště	A	PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , NO-NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub> , CO
Brno-Zvonařka	A	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , SO <sub>2</sub> , NO-NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub> , CO, O <sub>3</sub>
Brno-Masná	K	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , TK, PAH
Brno-střed	A	PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , NO-NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub> , CO, O <sub>3</sub> , BZN
Brno-Soběšice	M	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
Brno-Kroftova	M, P, 0	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , TK, PAH
Brno-Líšeň	M, P, 0	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO <sub>2</sub> , TK, PAH
Brno-Úvoz (hot spot)	A, M	PM <sub>10</sub> , NO-NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub> , CO, BZN
Brno-Tuřany	A	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , SO <sub>2</sub> , NO-NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub> , CO, O <sub>3</sub>
Brno-Dobrovského	K	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , TK

Tab. č. 2 – Imisní monitoring, Brno [35]

Vysvětlivky: A – automatizovaný měřicí program; D – měření pasivními dosimetry; K – kombinované měření; M – manuální měřicí program; P – měření polycyklických aromatických uhlovodíků; 0 – měření těžkých kovů (TK) v PM<sub>10</sub>; 5 – měření těžkých kovů v PM<sub>2,5</sub>

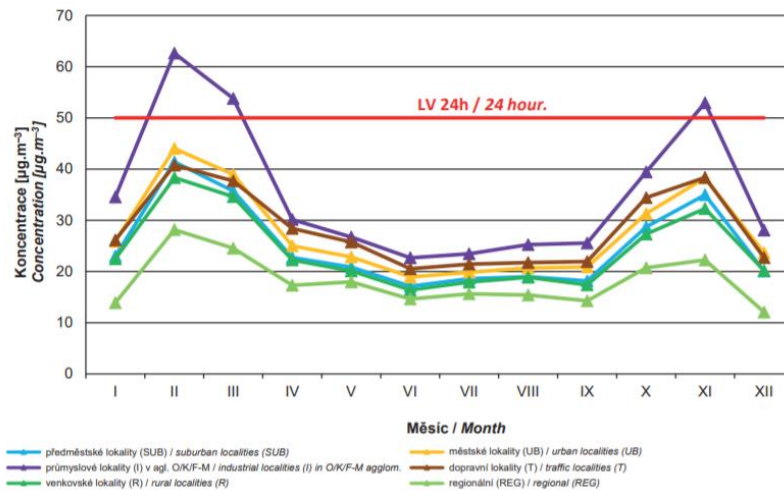
#### 7.1.1 KONCENTRACE SUSPENDOVANÝCH ČÁSTIC PM<sub>10</sub> A PM<sub>2,5</sub> (r. 2018)

Průběžné grafické vyjádření koncentrace PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> v aglomeraci Brno za rok 2018 zachycuje stav venkovských lokalit, předměstských lokalit, městských lokalit, průmyslových lokalit, dopravních lokalit a regionální srovnání.

Viz graf č. 3 : Při ročním srovnání PM<sub>10</sub> s regionálním průměrem je patrné, že v Brně koncentrace suspendovaných částic nejsou zásadně kritické. V převážné části roku se hodnoty koncentrací pohybují kolem 25 µg/m<sup>3</sup>, přičemž roční imisní limit činí 40 µg/m<sup>3</sup>. Křivka venkovských lokalit kopíruje regionální křivku, městské a dopravní lokality jsou cca o

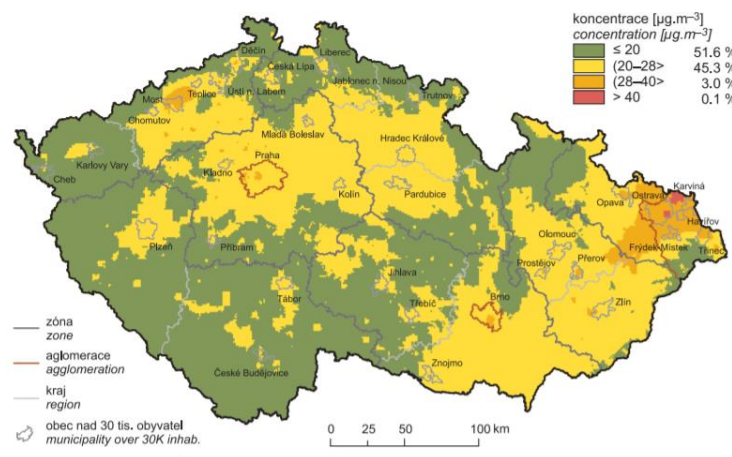
<sup>6</sup> [35] Ministerstvo životního prostředí. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/strategicke\\_dokumenty#strednedoba\\_strategie](https://www.mzp.cz/cz/strategicke_dokumenty#strednedoba_strategie)

10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vyšší. S nejhorsími koncentracemi se potýkají průmyslové lokality, které ve 3 měsících za rok 2018 překročily hlídané limitní hodnoty LV/24 h = 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Graf č. 3 - Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM<sub>10</sub> aglomerace Brno [48]

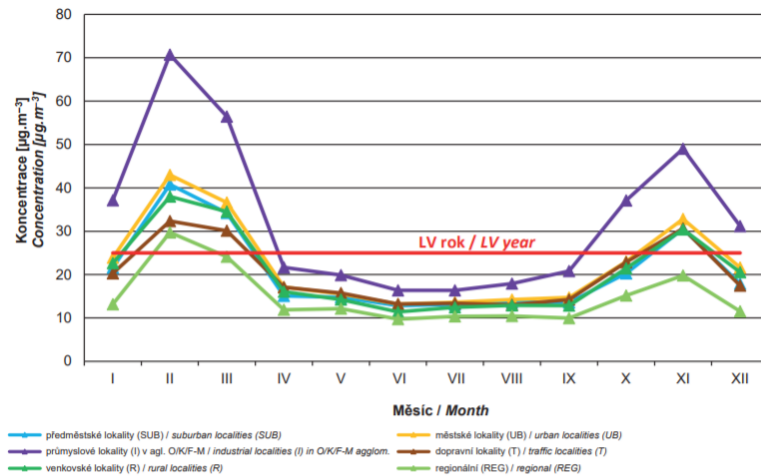
Na Obr. č. 9 je znázorněno celorepublikové srovnání koncentrací PM<sub>10</sub> za rok 2018. Na 51,5 % území ČR je koncentrace  $\leq 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a na 45,3 % jsou naměřeny koncentrace do  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konkrétně aglomerace Brno se na většině území potýká s koncentrací 20 -  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . V centru města jsou naměřené hodnoty vyšší, a to v rozmezí 28 -  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Obr. č. 9 – Pole roční průměrné koncentrace PM<sub>10</sub> [48]

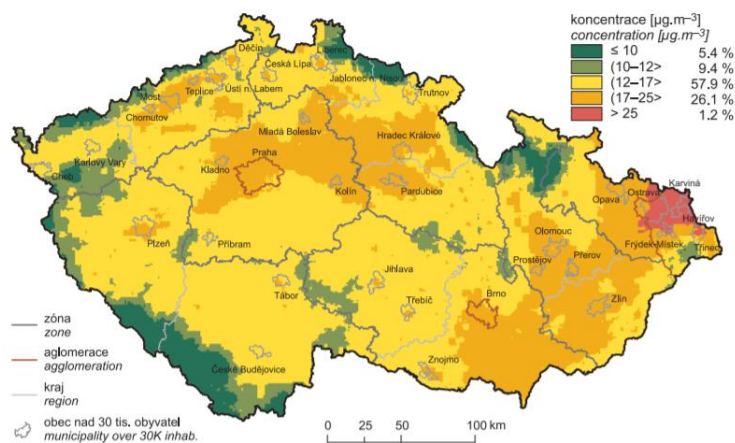
Graf č. 4 : Stejně tak proběhlo roční vyhodnocení koncentrací suspendovaných částic PM<sub>2,5</sub>. Zde je imisní limit určen jen jako roční hodnota, a to  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Křivky venkovských, předměstských, městských i dopravních lokalit se téměř kopírují a jejich hodnoty se pohybují

(až na zimní a podzimní měsíce, kdy je znečištění vždy vyšší) kolem  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ovšem průmyslové lokality jsou na tom výrazně hůř: měsíc únor dosáhl koncentrace  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , druhým nejhorším byl měsíc březen s  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , následně listopad s  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . K překročení imisního limitu nedocházelo jen v období jara a léta, kdy se hodnoty koncentrací ustálily mezi  $15\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Graf č. 4 - Roční chod průměrných měsíčních koncentrací  $\text{PM}_{2.5}$  aglomerace Brno [48]

Obrázek č. 10 dokládá, že na většině území ČR (57,9 %) bylo v roce 2018 naměřeno znečištění částicemi  $\text{PM}_{2.5}$  v koncentraci  $12\text{--}17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Brno se pohybuje v horším průměru s hodnotami mezi  $17\text{--}25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Z předchozího grafu č. 4 je možné usoudit, že je tomu právě kvůli vysokým hodnotám znečištění pocházejícím z průmyslu.



Obr. č. 10 - Pole roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{2.5}$  [48]

# 8 NÁSTROJE OCHRANY

## 8.1 LEGISLATIVNÍ ZÁKONY A NORMY

Základním pilířem ochrany ovzduší v ČR je *zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší*. Zaobírá se problematikou znečištění (imise) a znečišťování (emise) a řeší, jak mu předejít či snižovat jeho stávající úroveň. Jiné důležité změny týkající se ochrany ovzduší přinesla evropská legislativa dalšími směnicemi (zejména Směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu (tzv. Air Quality Directive)). V souvislosti s touto směrnicí vzešla povinnost přijetí *Programu zlepšování kvality ovzduší* pro oblasti, kde dochází k překračování limitů znečištění. [33]

## 8.2 NÁRODNÍ STRATEGICKÉ DOKUMENTY

### Národní program snižování emisí

#### Programy zlepšování kvality ovzduší

#### Střednědobá strategie zlepšení kvality ovzduší v ČR

Národní program snižování emisí (NPSE) je základní koncepční materiál k zlepšování kvality ovzduší a snižování emisí. V dokumentu je analyzován stav a vývoj ovzduší na území ČR, příčiny znečištění, emise znečišťujících látek z jednotlivých sektorů ekonomiky, scénáře vývoje znečišťování ovzduší, národní závazky ČR a jejich dodržování. NPSE v první řadě stanovuje opatření ke snižování množství emisí / znečišťujících látek a je zaměřena na sektory - energetika včetně problematiky domácností, doprava a zemědělství. [34]

Programy zlepšování kvality ovzduší (PZKO) vydává Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s krajským úřadem a obecním úřadem v případě překročení imisního limitu. Cílem programu je pomocí vydaného opatření dosáhnout požadované kvality ovzduší v co nejkratší době. V roce 2016 byly vydány pro všechny aglomerace a zóny v ČR. [34]

Střednědobá strategie zlepšení kvality ovzduší v ČR je zastřešujícím koncepčním dokumentem zahrnujícím NPSE a PZKO. Je v platnosti od roku 2016 – 2020 a je podkladem pro financování opatření ke snížení emisí a ke zlepšení kvality ovzduší z fondů EU prostřednictvím operačních programů. V současné době v ČR kvalita ovzduší dlouhodobě nespĺňuje požadavky stanovené evropskou a národní legislativou pro ochranu zdraví lidí a ekosystémů. Obsahem dokumentu jsou analýzy znečištění, cíle a priority programu, opatření

zlepšení kvality ovzduší, odhad plánovaného přínosu a předpoklad doby potřebné k dosažení imisních limitů. [34]

### 8.3 IMISNÍ LIMITY

Dle zákona o ochraně ovzduší 201/2012 Sb. a vyhlášky o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích 330/2012 Sb. [38]

Imisní limity pro ochranu zdraví a maximální počet jejich překročení

Znečišťující látka	Doba průměrování	Mez pro posuzování [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]		Imisní limit [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
		Dolní LAT	Horní UAT	
SO <sub>2</sub>	1 hodina	—	—	350 max. 24x za rok
	24 hodin	50 max. 3x za rok	75 max. 3x za rok	125 max. 3x za rok
NO <sub>2</sub>	1 hodina	100 max. 18x za rok	140 max. 18x za rok	200 max. 18x za rok
	kalendářní rok	26	32	40
PM <sub>10</sub>	24 hodin	25 max. 35x za rok	35 max. 35x za rok	50 max. 35x za rok
	kalendářní rok	20	28	40
PM <sub>2,5</sub>	kalendářní rok	12	17	25
Pb	kalendářní rok	0,25	0,35	0,5
CO	maximální denní 8hod. klouzavý průměr	5 000	7 000	10 000
Benzen	kalendářní rok	2	3,5	5

Tab. č. 3 [38]

Imisní limity pro ochranu ekosystémů a vegetace

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	
SO <sub>2</sub>	rok a zimní období (1.10.- 31.3.)	8	12	20
NO <sub>x</sub>	kalendářní rok	19,5	24	30

Tab. č. 4 [38]

Imisní limity pro ochranu zdraví – celkový obsah v částicích PM<sub>10</sub>

Znečišťující látka	Doba průměrování	Mez pro posuzování [ng.m <sup>-3</sup> ]		Imisní limit [ng.m <sup>-3</sup> ] LV
		Dolní LAT	Horní UAT	
As	kalendářní rok	2,4	3,6	6
Cd	kalendářní rok	2	3	5
Ni	kalendářní rok	10	14	20
Benzo (a) pyren	kalendářní rok	0,4	0,6	1

Tab. č. 5 [38]

Imisní limit pro troposférický ozón

	Časový interval	Imisní limit
O <sub>3</sub>	maximální denní 8hod. klouzavý průměr	120 µg.m <sup>-3</sup> max. 25x průměr za 3 roky
AOT40	vypočten z 1h hodnot v období květen – červenec	18 000 µg.m <sup>-3</sup> .h průměr za 5 let

Tab. č. 6 [38]

Hygienické limity pro hluk a vibrace jsou v České republice (včetně Prahy) stanoveny v Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů. [37]

Základní limity pro venkovní a vnitřní hluk:

venkovní hluk	Den (6:00 - 22:00)	Noc (22:00 - 6:00)
základní limit-hluk jiný než z dopravy	50 dB	40 dB
hluk ze silniční dopravy	55 dB	45 dB
hluk z železniční dopravy	55 dB	50 dB
hluk z hlavních silnic	60 dB	50 dB
hluk v ochranných pásmech drah	60 dB	55 dB
pro starou hlukovou zátěž	70 dB	60 dB
pro starou hlukovou zátěž z železničních drah	70 dB	65 dB
vnitřní hluk	Den (6:00 - 22:00)	Noc (22:00 - 6:00)
základní limit	40 dB	30 dB
hluk ze silniční dopravy (stavby dokončené k 3.5.2006, dále pak zákl. I.)	45 dB	35 dB
hluk z hudby, zpěvu a řeči	35 dB	25 dB

Tab. č. 7 [38]



## 9 DOPAD NA ZDRAVÍ

Vzduch, jeden z elementárních předpokladů pro samotnou existenci života. Jeho znečištění patří v 21. století k řešeným ekologickým problémům, které negativně ovlivňují zdraví přírody, živočichů a samozřejmě lidské populace. Množství škodlivin vypouštěných do ovzduší je z hlavní části generováno lidskou činností, a to především průmyslovým provozem, škodlivými plynnými a tuhými topnými látkami, hustým dopravním provozem, nadměrnou produkcí odpadu, zatížením městského prostředí hlukem aj. Dopady znečištění se dělí na lokální, regionální až celosvětového rozsahu. Ty se projevují především úhynem či negativním narušením životního cyklu některých vegetačních a živočišných druhů. Lidé trpí na civilizační onemocnění, která dříve nebyla tolik běžná (např. alergické projevy a astma). U dospělých lidí znečištění ovzduší zvyšuje možnost onemocnění rakovinou, aterosklerózou či vzniku diabetu. Současně je prokázáno, že má vliv i na novorozence, kteří trpí funkčními nedostatečnostmi, např. zvýšeným výskytem hypertenze a kardiovaskulárních onemocnění. V období zhoršené kvality ovzduší se doporučují jednoduchá zdravotní opatření – vyšší přísun vitamínu C, krátké a častější větrací intervaly (do 5 min), vyhýbání se namáhavé práci a sportování ve venkovním prostředí. Starší spoluobčané a děti by se měli v kritických stavech znečištění zdržovat převážně doma. [36]

## 10 UDRŽITELNÝ ROZVOJ

Obecně vzato má udržitelný rozvoj snahu zmírnit či zcela odstranit negativní projevy dosavadního způsobu vývoje lidské společnosti. V minulosti a částečně i v současnosti byl vývoj založený na ekonomickém růstu a tento fakt se podepsal na podobě naší planety. Většina přírodních zdrojů je neobnovitelná a nadměrné čerpání ji nevratně poškozuje. Chápání důsledků plynoucích z činnosti člověka je prvotní podmínkou pro správné nastavení priorit společnosti. Udržitelný rozvoj nebere v potaz jen ekonomický růst, ale i řád přírody, její bohatství a společenské hodnoty. Řeší zajištění životních kvalit současné generace a zároveň uchování pro generace budoucí. Jejím principem je pochopení, že sociální, environmentální a ekonomická stránka společnosti je úzce propojena a nelze jednu upřednostňovat vůči druhé. [41]

Otázku udržitelnosti jsou pro svůj vlastní prospěch nuceny řešit všechny země světa. Zrychlující se technologický vývoj zvyšuje propojení jednotlivých států. Vyplývá z toho, že je nutné vnímat svět v souvislostech a řešit tyto výzvy vůči planetě společně. [41]



Obr. č. 11 – Tři principy udržitelného rozvoje [41]

V září 2015 OSN přijalo 17 Cílů udržitelného rozvoje (v návaznosti na tzv. Rozvojové cíle tisíciletí zaměřené na problémy rozvojových zemí). Českou reakcí na přijetí globální rozvojové agendy Valným shromážděním OSN je Strategický rámec Česká republika 2030 (dále jen „ČR 2030“), jež přenáší na území ČR 17 Cílů udržitelného rozvoje. Mimo jiné tento strategický dokument zahrnuje kapitolu Odolné ekosystémy, která řeší kvalitu životního prostředí. [41]

*ČR 2030 je klíčovým dokumentem státní správy pro udržitelný rozvoj a zvyšování kvality života. Vláda jej schválila v dubnu 2017. V šesti klíčových oblastech shrnuje, kam rozvoj České republiky dospěl, jakým čelí rizikům a jakých příležitostí může využít. Pro každou oblast formuluje strategické i specifické cíle. Jejich naplnění leží na všech ministerstvech. Klíčové oblasti se kromě tradičních tří pilířů rozvoje (sociálního, environmentálního a ekonomického) věnují životu v regionech a obcích, českému příspěvku k rozvoji na globální úrovni a dobrému vládnutí. Vrcholným orgánem zastřešujícím udržitelný rozvoj v Česku je Rada vlády pro udržitelný rozvoj. Její činnost administrativně a technicky zajišťuje oddělení udržitelného rozvoje na Ministerstvu životního prostředí.<sup>7</sup>*

#### Kapitoly ČR 2030

- Lidé a společnost
- Hospodářský model
- **Odolné ekosystémy**
- Obce a regiony
- Globální rozvoj
- Dobré vládnutí

<sup>7</sup> [41] Udržitelný rozvoj - Ministerstvo životního prostředí. Ministerstvo životního prostředí. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny\\_rozvoj](https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny_rozvoj)

## LIDÉ A SPOLEČNOST

Tato kapitola se zabývá výší zaměstnanosti, zdravotní a sociální péčí, vzdělávacím systémem a kulturou. Řeší syndrom stárnutí populace, problém digitalizace a robotizace. Cíl politiky v tomto odvětví je zaměřený na zlepšení kvality života všech obyvatel. Nástrojem jsou státem garantované veřejné služby jako například veřejné zdravotní a sociální pojištění. [42]

## HOSPODÁŘSKÝ MODEL

Představa hospodářství v roce 2030 je taková, že se snižuje spotřeba energií a materiálů. Hospodářský růst je zaměřen na specializované technické obory. Ambicí strategie je vyrovnat se do roku 2030 průměrné ekonomické úrovni původních zemí EU. To by se mohlo povést jen díky strukturálním změnám v těchto 5 oblastech – v hospodářských institucích, inovacích, hospodaření se zdroji, infrastruktuře a v oblasti soustavy veřejných financí. [42]

## ODOLNÉ EKOSYSTÉMY

Ve druhé polovině minulého století krajina na území ČR dospěla k velkému zhoršení kvality. Došlo k degradaci půd (likvidaci mezí, alejí a remízků, masivním používáním pesticidů a snížení biodiverzity), zrychlení odtoku vod z plochy, zesílení erozní činnosti a vzniku fádňi a špatně prostupné krajiny. Změna klimatu přináší i srážkové změny, bude ubývat mírných dlouhotrvajících dešťů a naopak přibude přivalových dešťů a suchých období. Pozornost je tedy zaměřena na vhodná řešení zádrže vody v krajině i ve městech. [42]

## OBCE A REGIONY

Strategie 2030 bere jako klíčové odpovědné využívání území, které vytváří podmínky pro dobrý rozvoj obcí, měst či regionů. Snahou je zabránit suburbanizaci a motivovat občany k životu v kompaktní části měst např. dobrou veřejnou vybaveností. [42]

## GLOBÁLNÍ ROZVOJ

Zde je řešen vztah České republiky k zahraničí. Země přispívá svou politikou, názory a postoji k prosazování hodnot a principů udržitelného rozvoje v EU. Sama dodržuje Agendu 2030 a Cíle udržitelného rozvoje OSN, podporuje závazky globální i vlastní a prosazuje národní priority. [42]

## DOBŘÉ VLÁDNUTÍ

Cílů dosahujeme skrz veřejnou politiku a nástroje veřejné správy. Představou ČR 2030 je demokratická a dlouhodobě efektivní a udržitelná země. Struktura rozhodování je pružná a inkluzivní. Občané se ve státě aktivně podílejí na rozhodování o věcech veřejných a stát jim k tomu poskytuje vhodné podmínky. [42]

# PRAKTICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE

# 11 PROVEDENÁ MĚŘENÍ

## 11.1 METODIKA MĚŘENÍ, POUŽITÉ PŘÍSTROJE, CÍL, NÁVRHOVÉ OPATŘENÍ

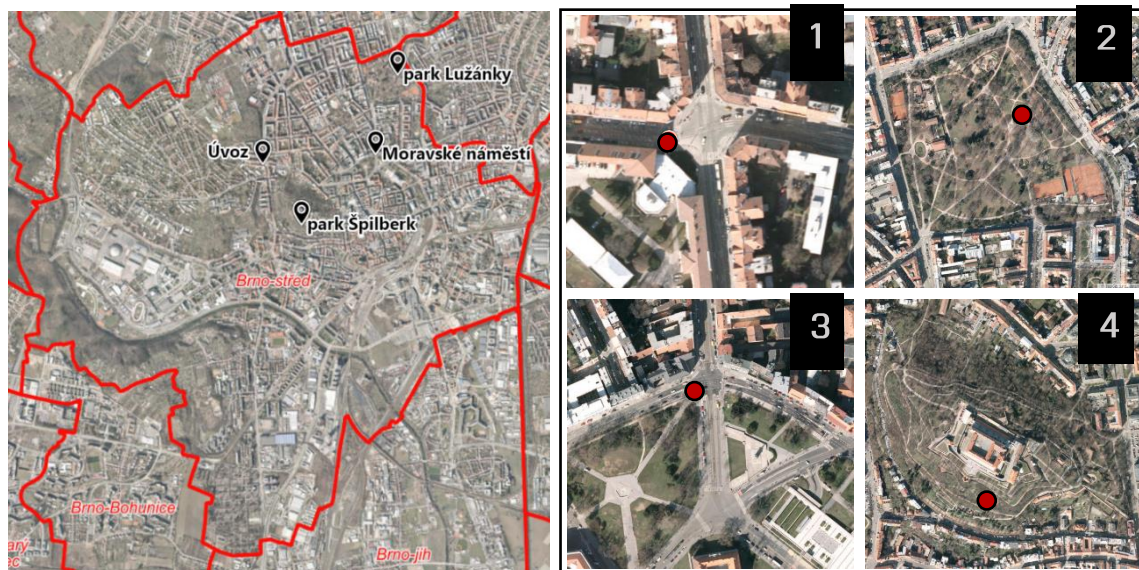
Měření probíhalo za účelem sběru dat znečištění veřejného prostoru *hlukem a prachem*, jejichž množství ovlivňuje kvalitu ovzduší a životní prostředí. Hodnoty byly periodicky měřeny (1x měsíčně) v totožných lokalitách a stejných časech ve městě Brno, abychom mohli data vzájemně porovnat a následně vyhodnotit výsledky.

### PODROBNÁ METODIKA MĚŘENÍ

V každé ze čtyř vybraných lokalit (viz obrázek č. 12, 13), proběhlo v období od června do října 2019 (1x měsíčně) měření v časech 8 hod, 12 hod a 17 hod, jehož cílem bylo získat hodnoty výše zmíněných faktorů znečištění pro následné porovnání a vyhodnocení, zda se naměřená data pohybují v limitních imisních mezích a nepřekračují tak maximální možnou míru znečištění. Současně byl pozorován rostoucí či klesající trend znečištění v průběhu měsíců či denní doby. Hodnoty byly zaznamenány do tabulek, které poukazují na případné rozdíly v měření za odlišné měsíce. Pro přehlednější orientaci a představu hodnot znečištění byla data znázorněna pomocí grafů, které demonstrují průběh měsíců a měnící se výsledky v čase.

### VYBRANÉ POZOROVANÉ LOKALITY

1 Úvoz 2 park Lužánky 3 Moravské náměstí 4 park Špilberk



Obr. č. 12, 13 – Vybrané pozorované lokality [49]

## POUŽITÉ PŘÍSTROJE

### Hlukoměr CESVA SC310

Měřič hladiny zvuku a analyzátor spektra v rozsahu 1/1 i 1/3.



Obr. č. 14 – Hlukoměr CESVA [46]

### Měřič suspendovaných částic

Sensidyne Nephelometer je pokročilý prachový měřič, který zaznamenává koncentrace prachu pomocí osvědčené technologie rozptylu světla. Zaznamenává prach od 1 do 10 000  $\mu\text{g} / \text{m}^3$  s rozlišením 1  $\mu\text{g} / \text{m}^3$ . Režimy vzorkování lze zvolit mezi 60 sekundovým vzorkem až 15 minutovým.



Obr. č. 15 – Měřič suspendovaných částic Sensidyne [47]

## CÍL MĚŘENÍ

Cílem měření je objektivně zhodnotit, zda má přítomnost zeleně ve městě pozitivní vliv na různé druhy znečištění a do jaké míry napomáhá městu případné znečištění minimalizovat. Práce bude v závěru slovně doplněna o výsledky znečištění  $\text{CO}_2$ . Měření probíhalo paralelně, tudíž jsou hodnoty vhodné k porovnání.

## NÁVRHOVÉ OPATŘENÍ

Po vyhodnocení závěru vyplývajícího z měření bude navržen ozdravný prvek ve formě rozšíření zeleně v lokalitě ulice Veletržní a Nové sady – konkrétně použitím vegetačních tramvajových pásů.

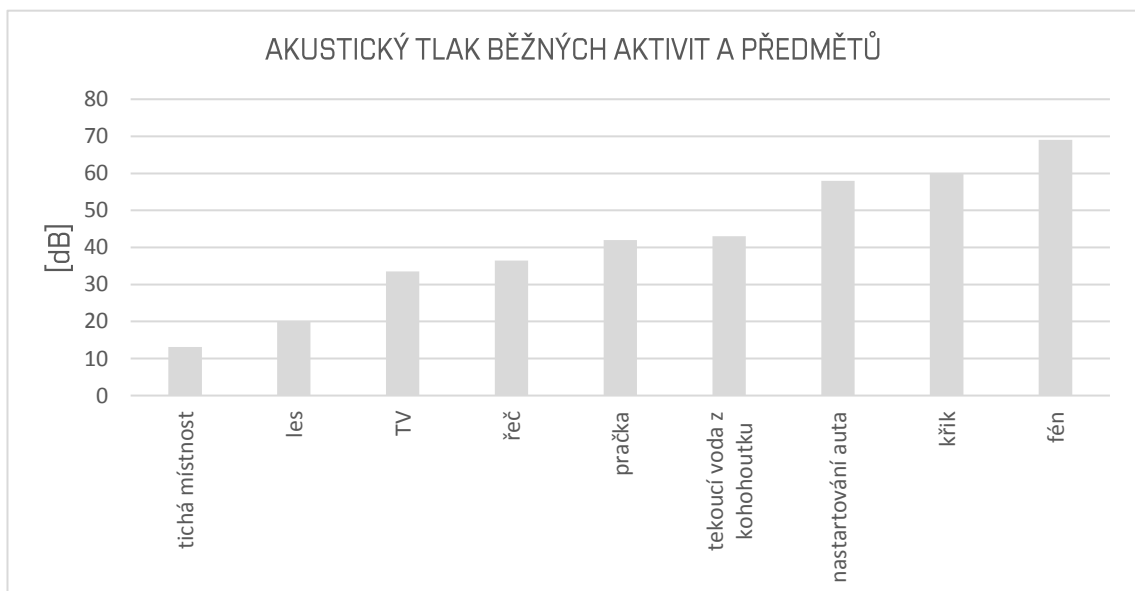
## 11.2 GRAFY VYHODNOCUJÍCÍ HLUČNOST A PRAŠNOST VYBRANÝCH LOKALIT

### 11.2.1 REFERENČNÍ MĚŘENÍ HLADINY AKUSTICKÉHO TLAKU

Grafické zpracování referenčních příkladů má za úkol demonstrovat, jak velkou hladinu akustického tlaku (hluku) vytváří každodenní situace či přístroje, kterými jsme obklopeni.

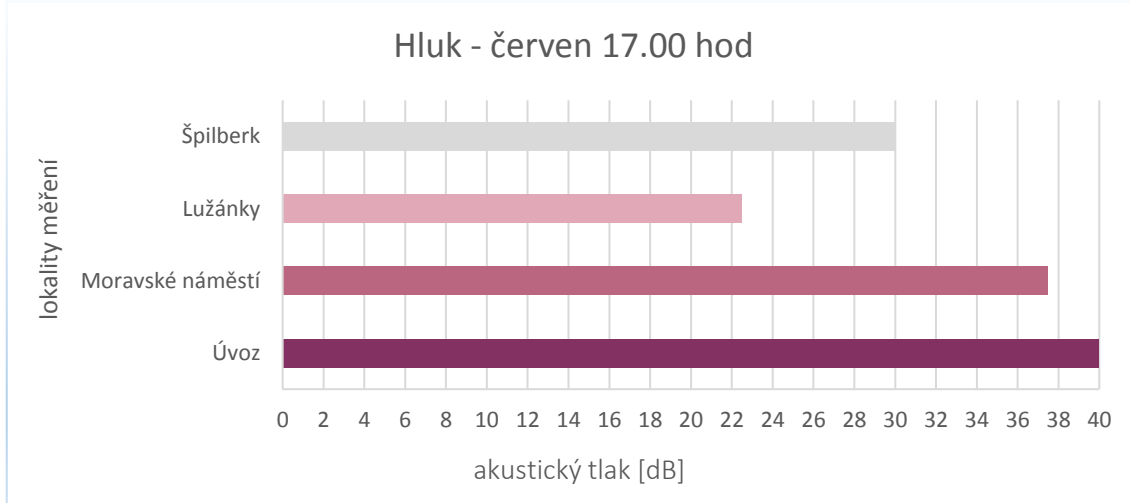
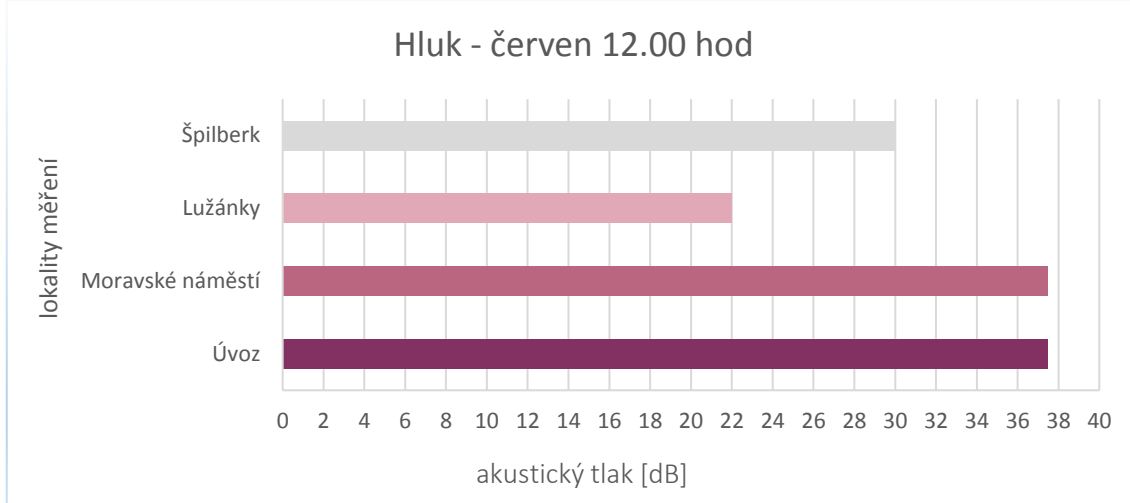
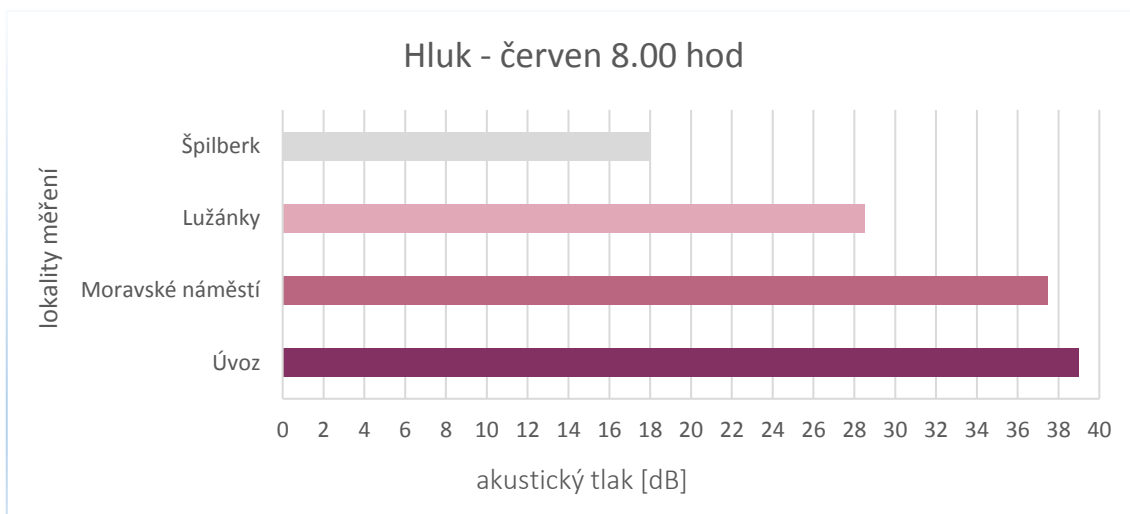
Měření zaznamenává běžné aktivity typu: řeč, křik, nastartování automobilu, hluk lesa, hluk tekoucí vody či pračky aj.

Nabyté poznatky jsou úvodem kapitol 11.2.2 a 11.2.3 a vedou k názorné představě o hluku a výši decibelů.



Graf č. 5 – Hladina akustického tlaku běžných aktivit [zdroj vlastní]

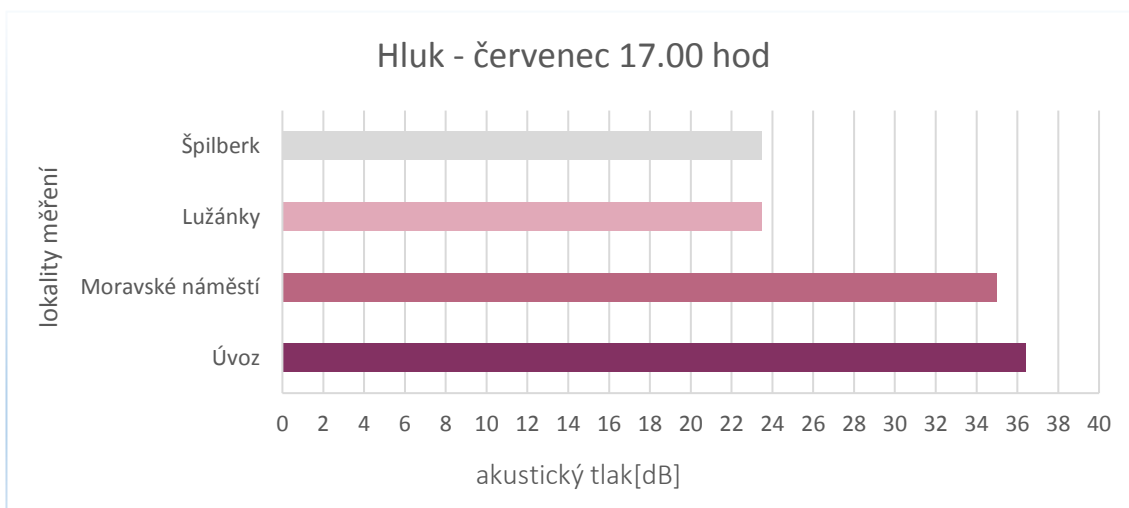
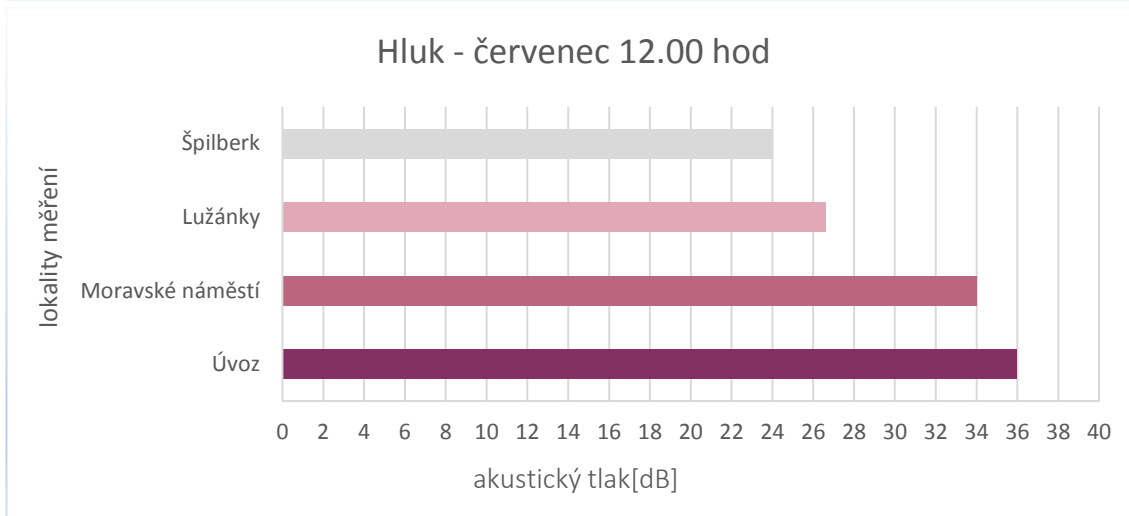
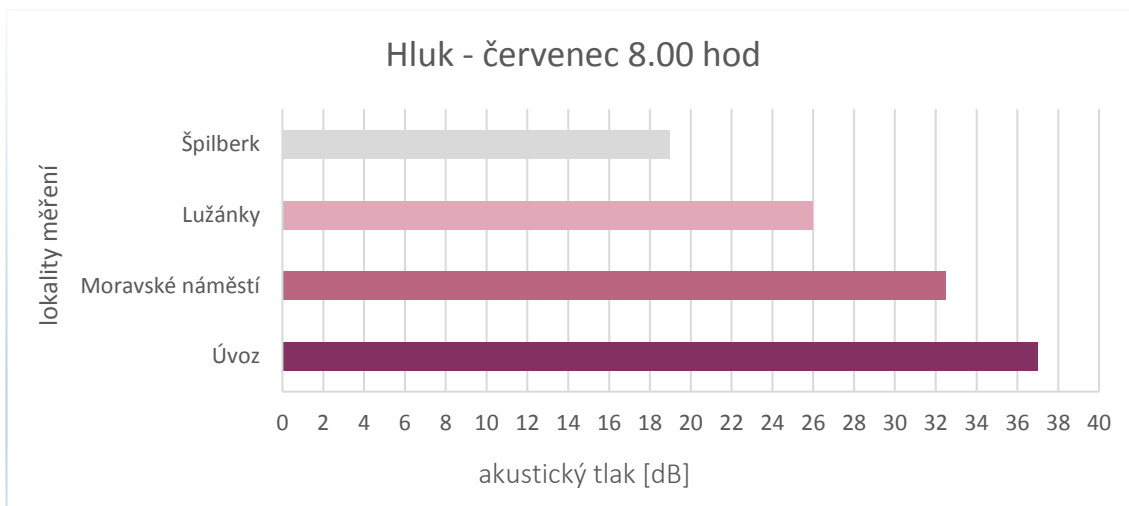
## 11.2.2 ZNEČIŠTĚNÍ HLUKEM DLE DENNÍ DOBY (ČERVEN-ŘÍJEN)



Graf č. 6, 7, 8 [zdroj vlastní]

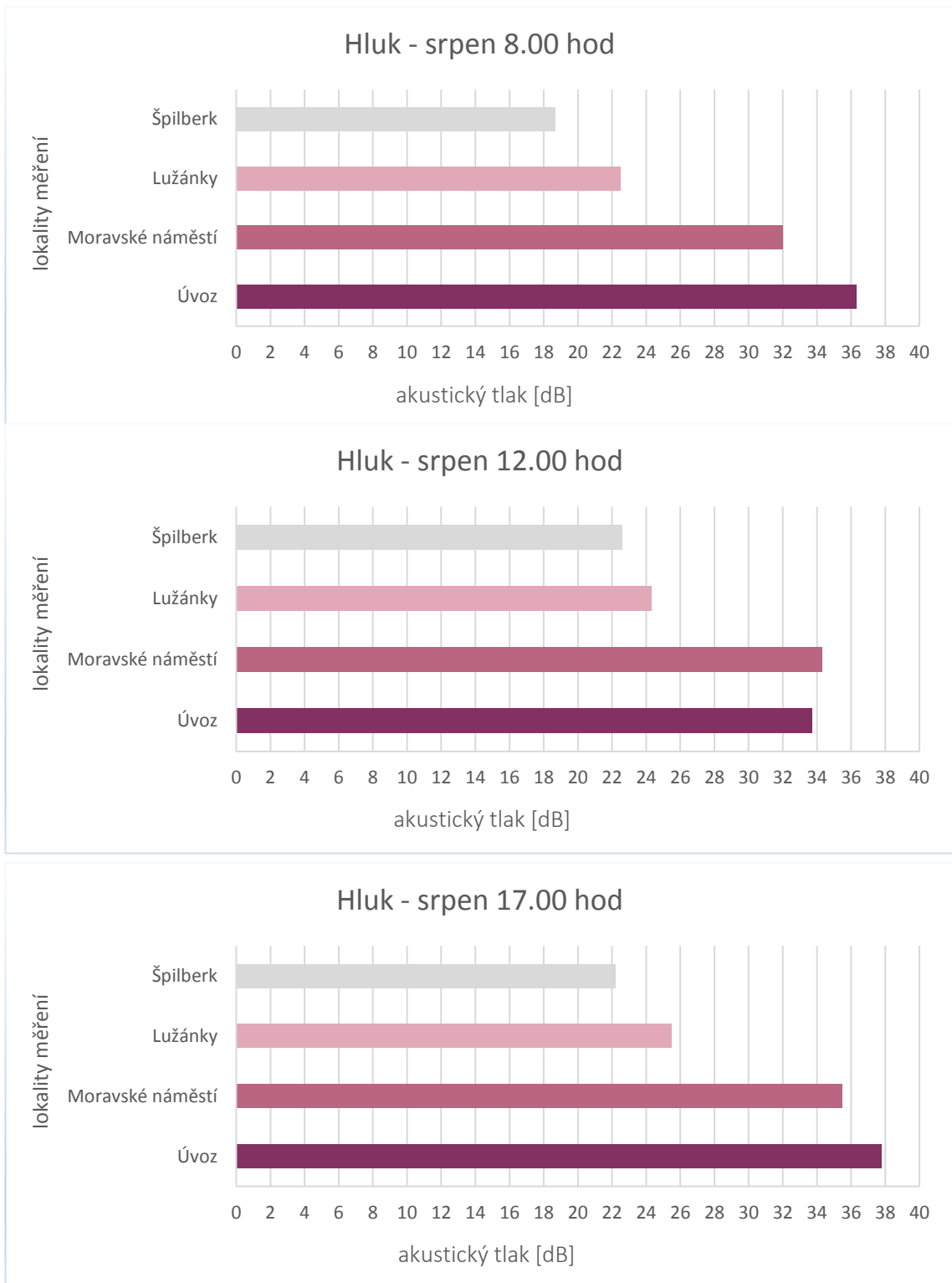
Pozn.: V měsíci červenu byl téměř ve všech lokalitách naměřen nejvyšší hluk v 17 hod (doba odpovídající odpolední dopravní špičce) s maximem 40 dB. Jedinou výjimkou je park Lužánky, kde nejrušněji dle grafu bylo v 8 hod ráno (28 dB). Nejhuř z měření vychází lokalita Úvoz, která je dopravním tahem mezi Konečného náměstím a Mendlovým náměstím, tudíž lze předpokládat, že nejkritičtějším zdrojem hluku je doprava.





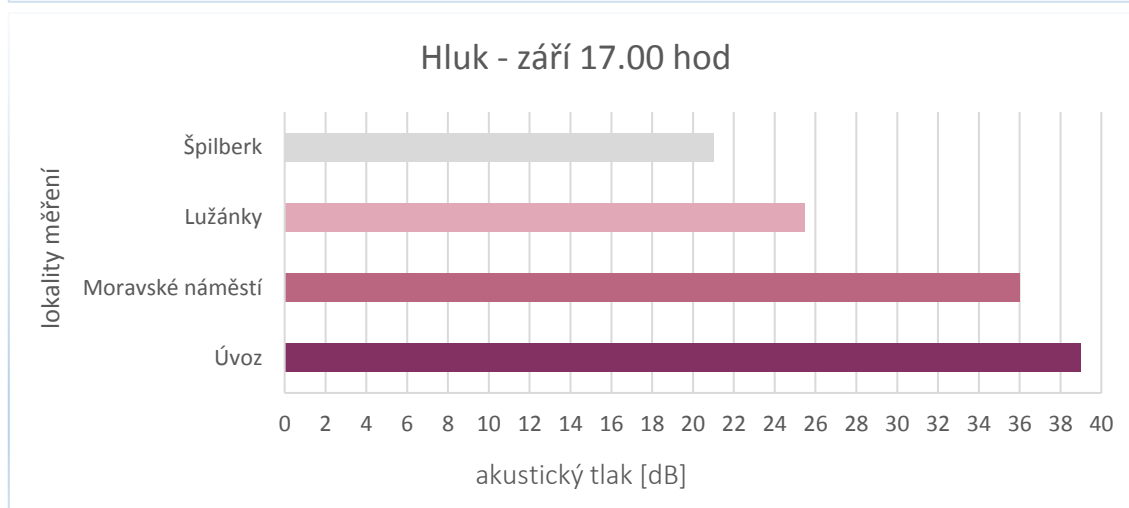
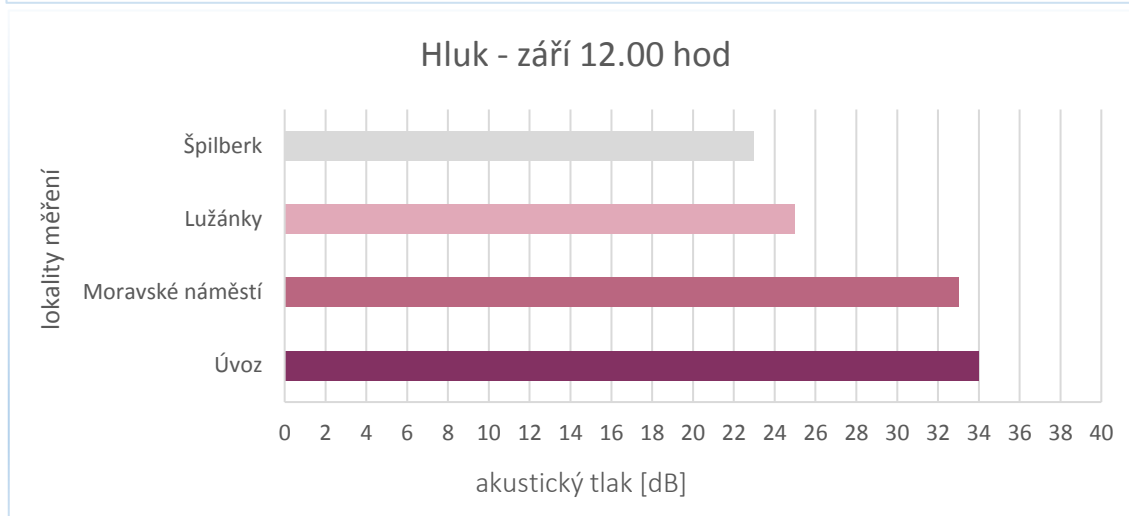
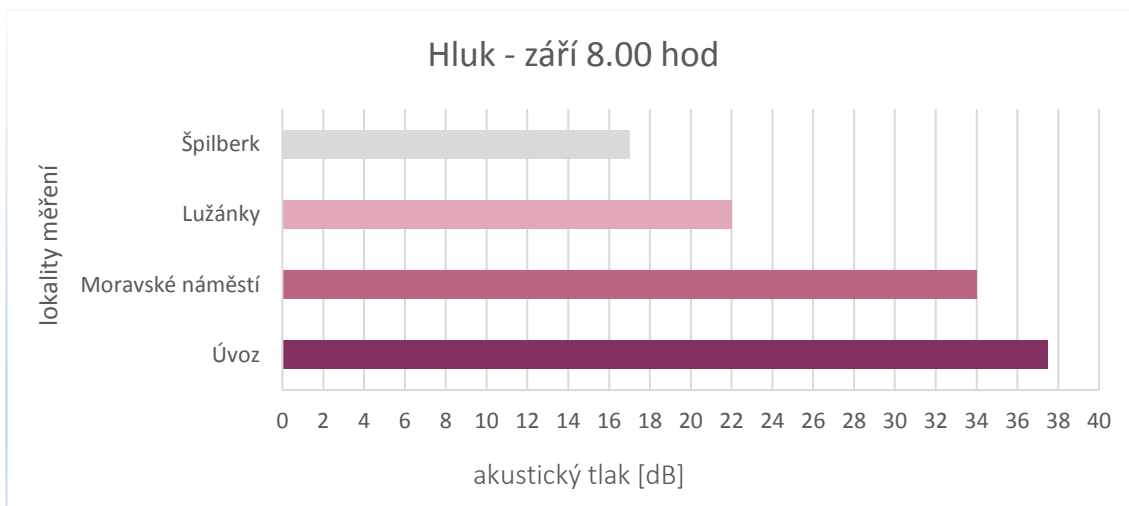
Graf č. 9, 10, 11 [zdroj vlastní]

Pozn.: V červenci bylo provedeno totožné měření, ovšem naměřené hodnoty znečištění byly ve všech případech nižší. Tento fakt zdůvodňuji menší dopravní zátěží z důvodu počátku letních prázdnin a dovolených mimo město. Nejhůře z analyzovaných lokalit dopadl opět Úvoz, kde hluk dopravní zátěže dosahoval až 37 dB, tentokrát však nejsou velké rozdíly v průběhu dne. Moravské náměstí obdobně během dne nevykazovalo výkyvy v naměřené hlučnosti a intenzita dosahovala výše cca 35 dB. Klidnější lokality bez dopravy s vyšším podílem zeleně, Špilberk a Lužánky, se držely hodnot do maxima 25 dB, kdy nejrůzněji během července bylo v parcích v době poledne, tedy ve 12 hod.



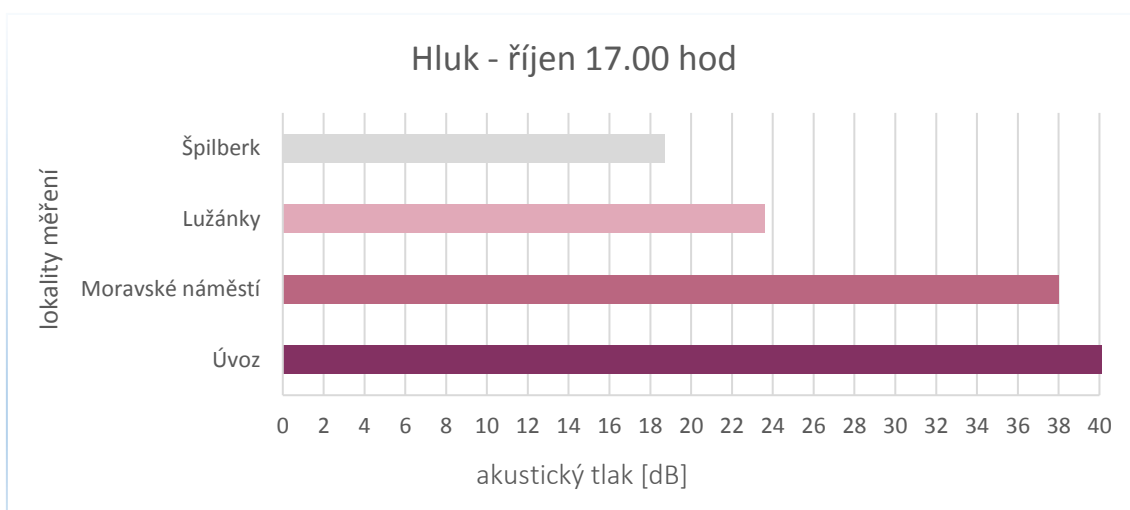
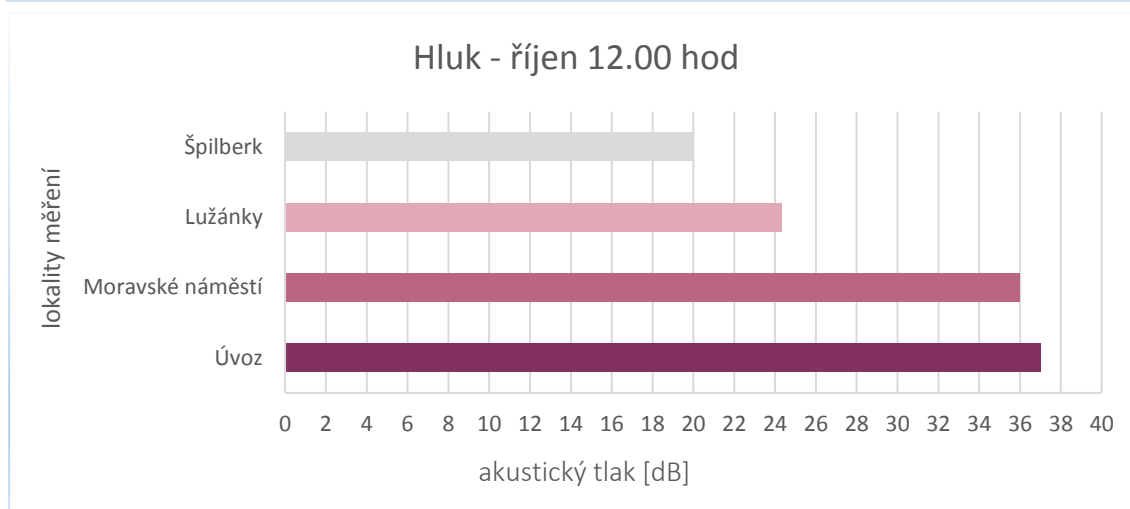
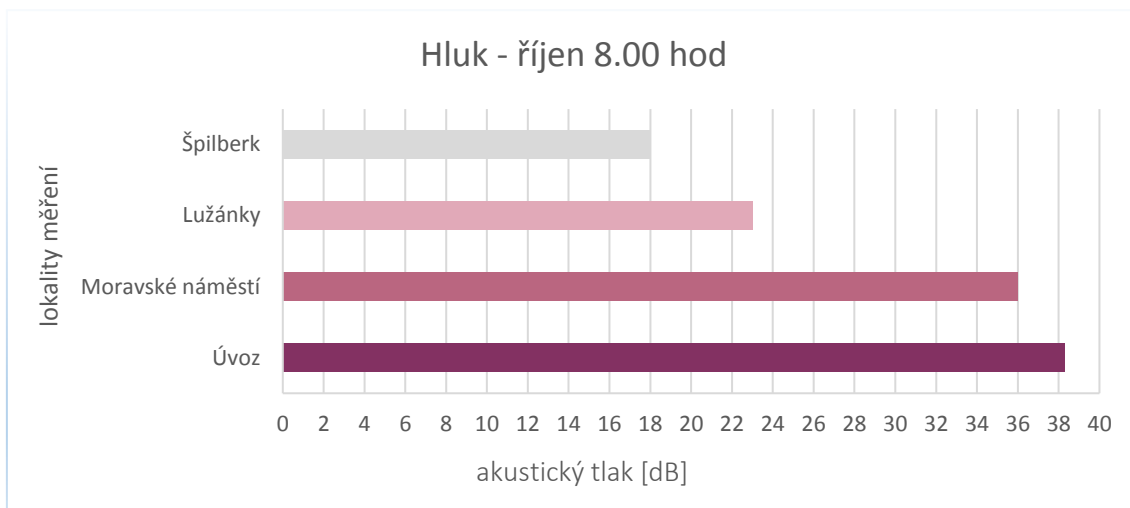
Graf č. 12, 13, 14 [zdroj vlastní]

Pozn. V srpnu se nejhlasiťjší denní dobou stalo opět odpoledne (17 hod) a to ve všech sledovaných lokalitách. Celkového maxima dosahoval Úvoz se 38 dB, dále pak Moravské náměstí se 35 dB, Lužánky s 25 dB a nejkliďnější lokalitou v 17 hod byl park pod Špilberkem. Výrazná byla ale i ranní špička v 8 hod, kdy naměřené hodnoty na Úvoze dosahovaly 36,5 dB a na Moravském náměstí 32 dB.



Graf č. 15, 16, 17 [zdroj vlastní]

Pozn.: Hodnoty naměřené v září se výrazně neliší od předešlých měsíců. Dle periodického sledování se dá již téměř s jistotou usoudit, že za průmíru hluku, vzniklého ve městech, může doprava. Intenzita hluku se mění s dopravní špičkou. I v zelených lokalitách parků se hlučnost liší, to z důvodu ranních a odpoledních docházek pěších, ale hluk nikdy nepřekročil hranici 30 dB. Takováto intenzita běžně vzniká i při vyšších povětrnostních podmínkách šumem listů.

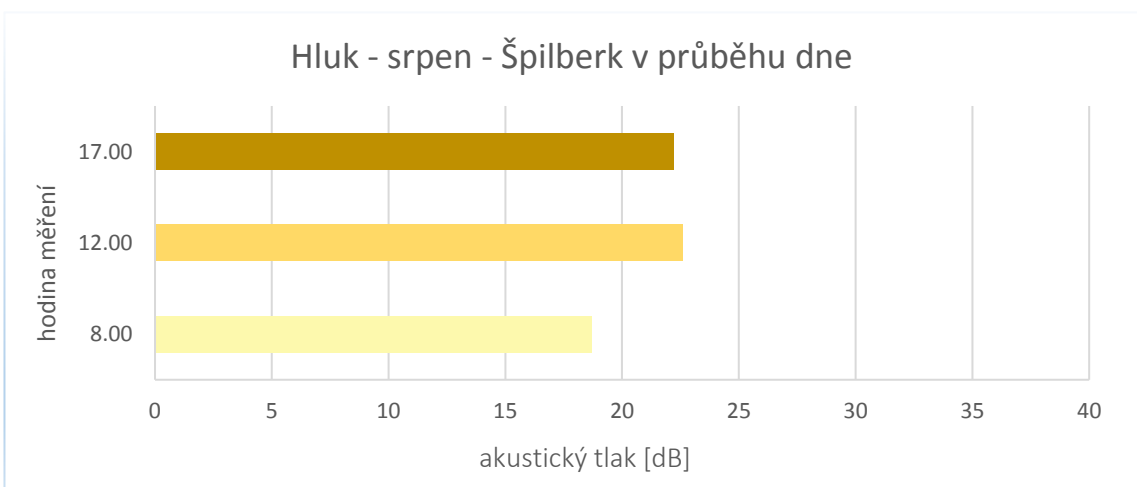
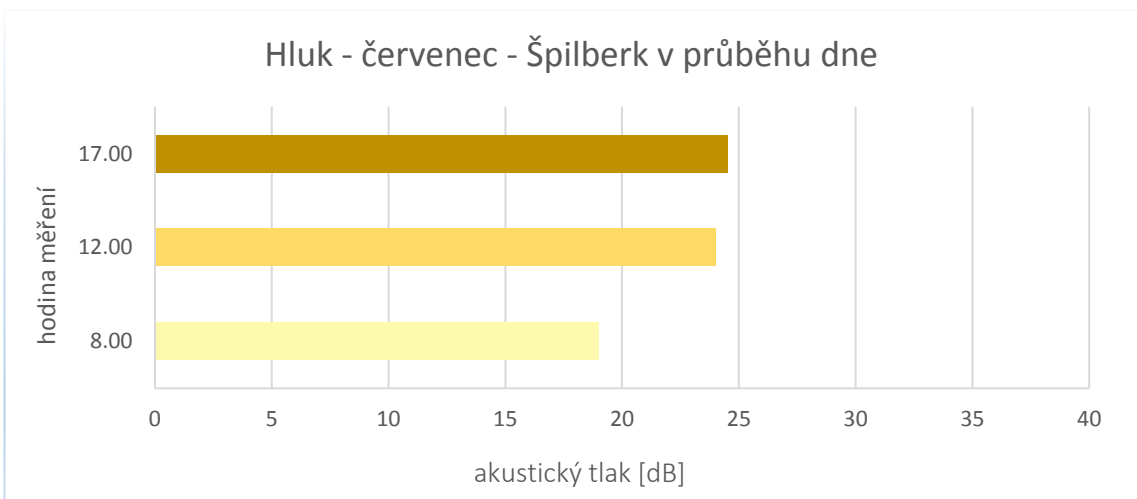
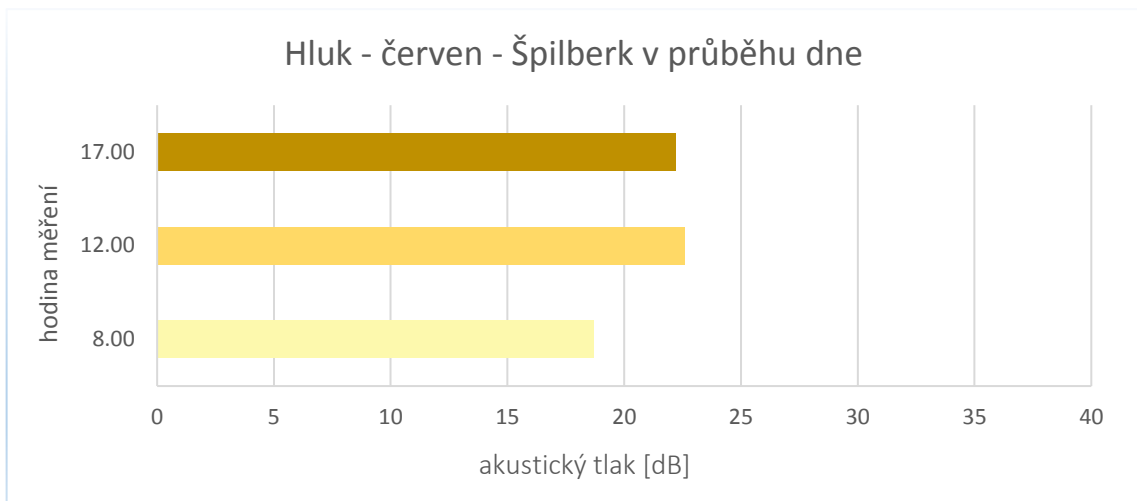


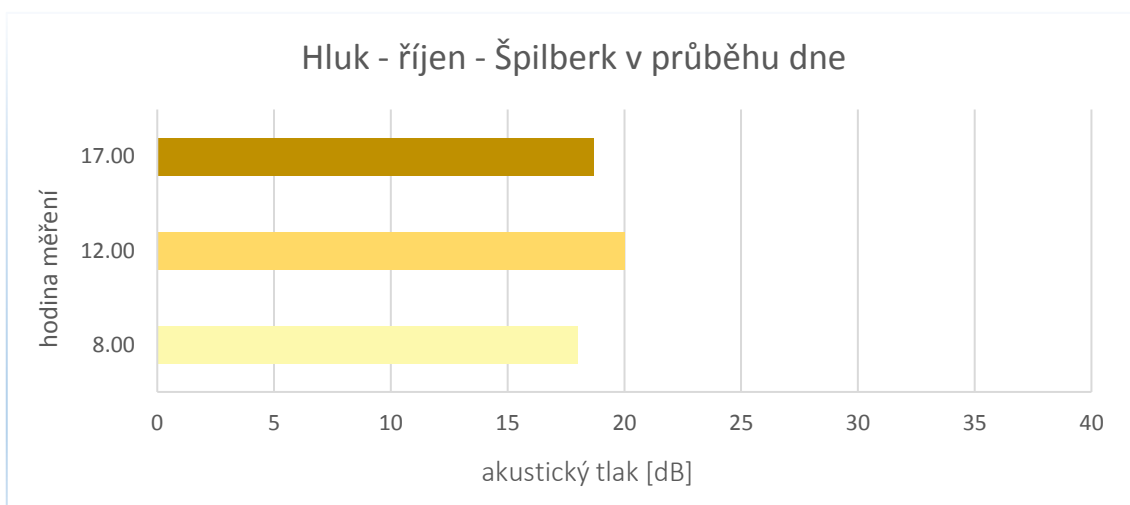
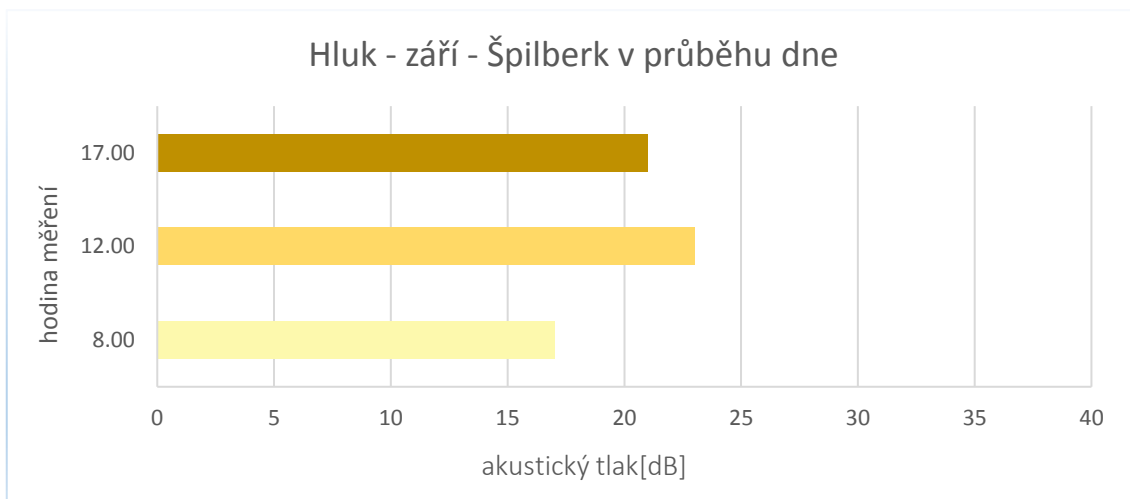
Graf č. 18, 19, 20 [zdroj vlastní]

Pozn.: Co se týče dopravních lokalit Úvozu a Moravského náměstí byl měsíc říjen jeden z hlučnějších měsíců. Průměrně se naměřené hodnoty pohybovaly kolem 36-40 dB. Dokonce pouhým pozorováním bylo patrné, že je doprava frekventovanější. Domnívám se, že velký vliv na výsledek má počátek semestrálního roku vysokých škol a navýšení počtu lidí v Brně. Naopak lokality Špilberk a Lužánky byly v tomto měsíci tišší. Zde předpokládám, že je to následek prudkého teplotního ochlazení v první polovině října.

### 11.2.3 ZNEČIŠTĚNÍ HLUKEM DLE LOKALIT (ČERVEN-ŘÍJEN)

#### PARK ŠPILBERK



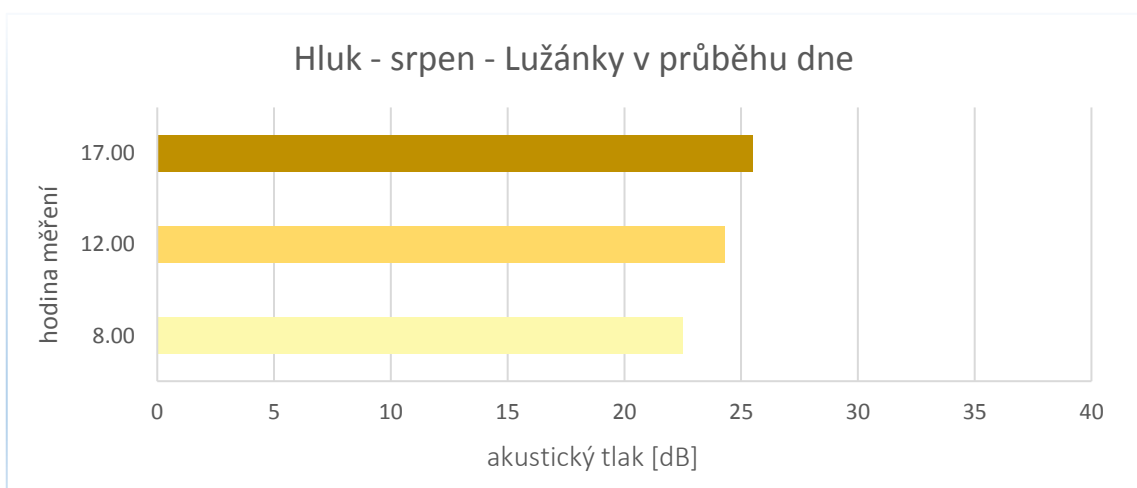
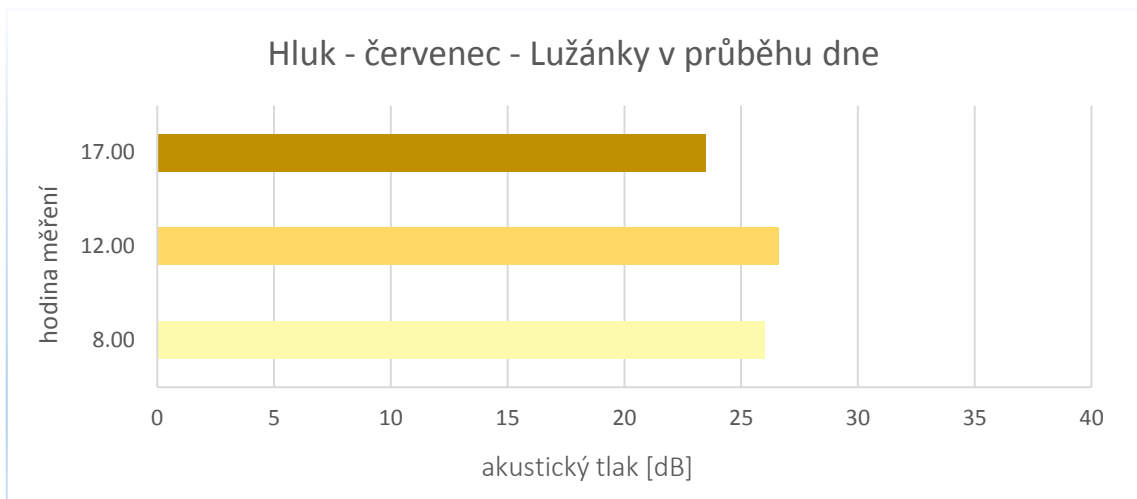
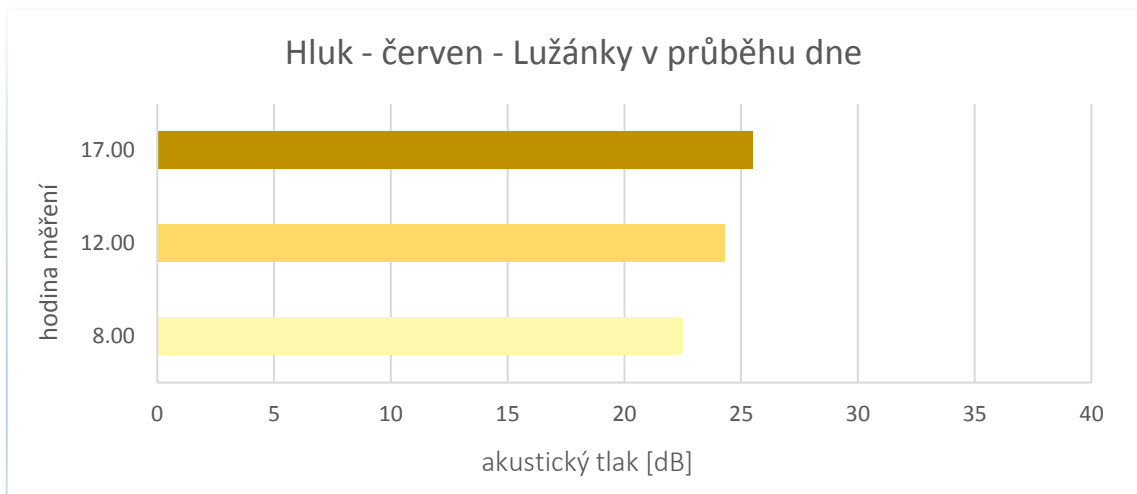


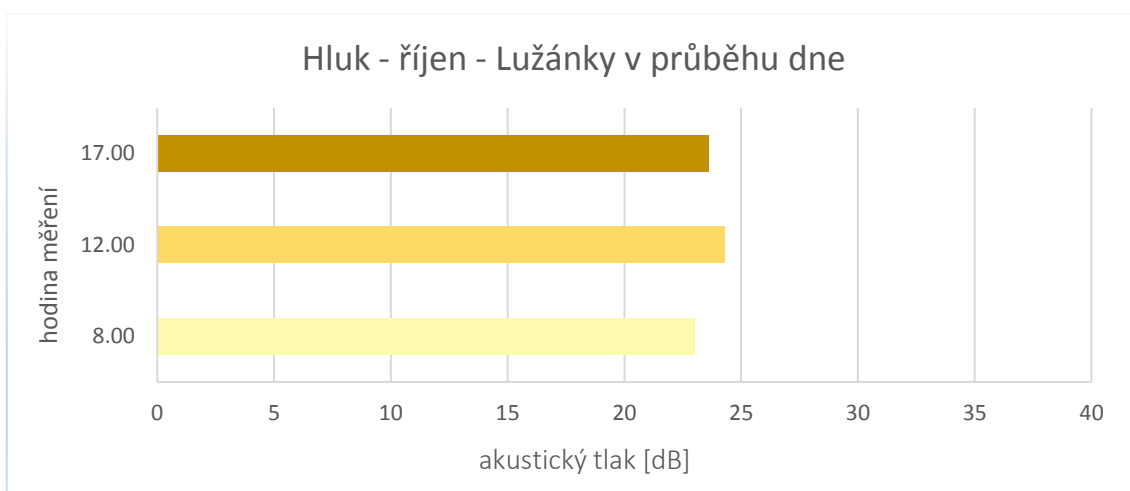
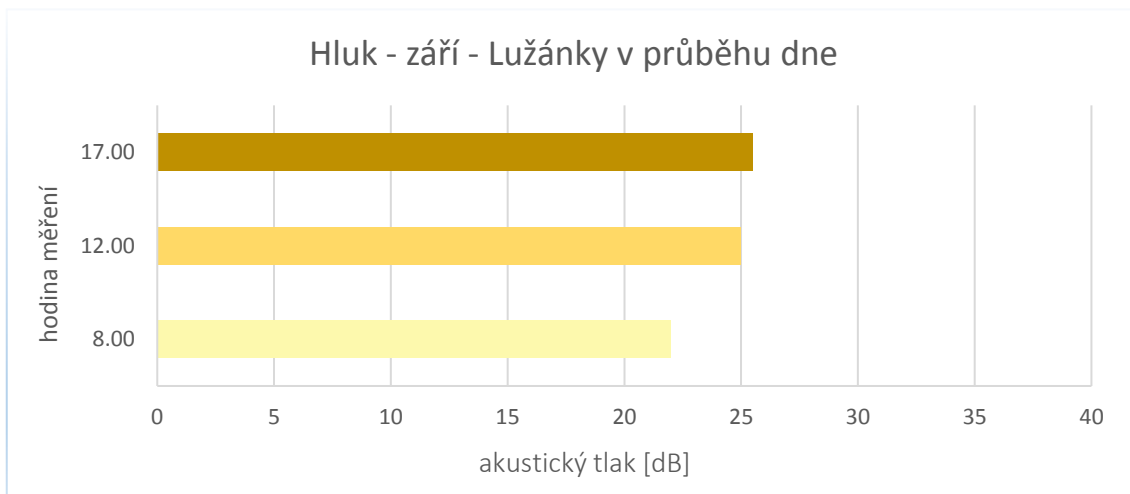
Graf č. 21, 22, 23, 24, 25 [zdroj vlastní]

Pozn.: Zde se zaměřuji výhradně na lokalitu parku Špilberk, kde v období června až října porovnávám pomocí grafů vývoj hluku v průběhu dne. Výsledek měření ukazuje, že „nejhlučnějším“ z pozorovaných měsíců byl červenec. Důvodem je pravděpodobně prázdninové období a zvýšený počet turistů v Brně. Nejvíce decibelů bylo naměřeno téměř vždy v poledne (12 hod), naopak nejklidnější byl v ranních hodinách (8 hod). Logickým protikladem s nejnižším naměřeným hlukem je měsíc říjen, kdy z důvodu podzimního počasí a teplotních výkyvů lidé parkem jen spěšně procházejí a téměř se nezdržují.

V celkovém srovnání s ostatními třemi lokalitami (Lužánky, Moravské nám., Úvoz) byl park Špilberk nejklidovější lokalitou.

## PARK LUŽÁNKY





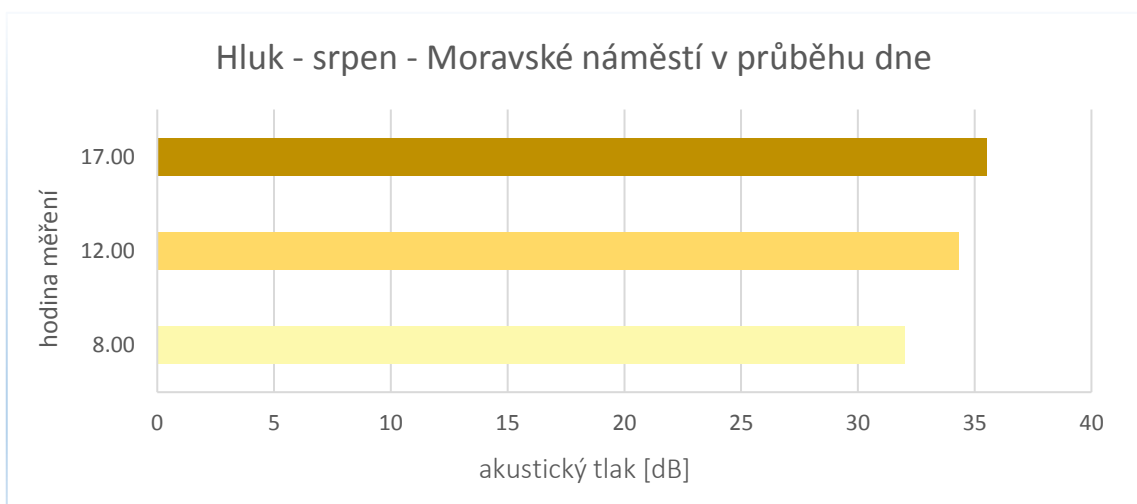
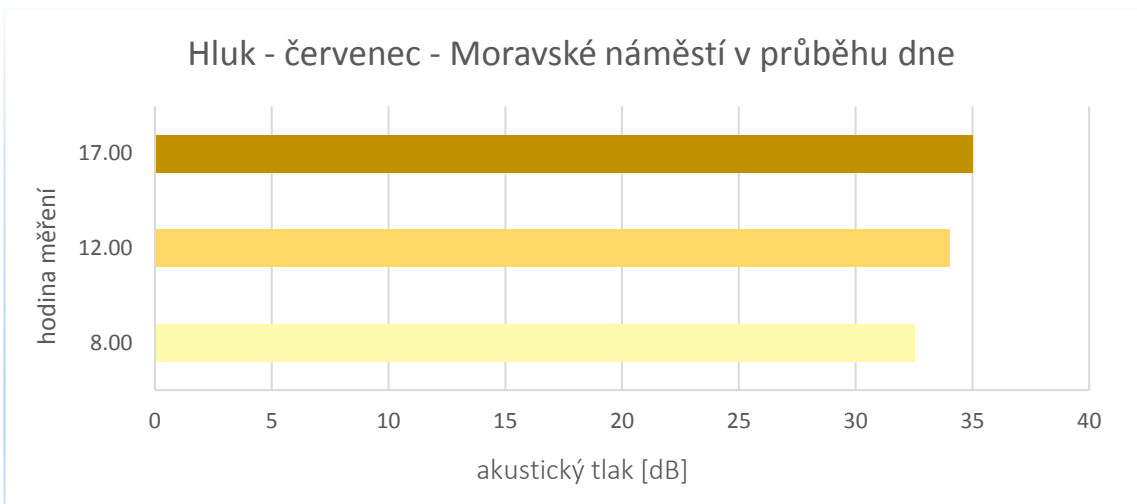
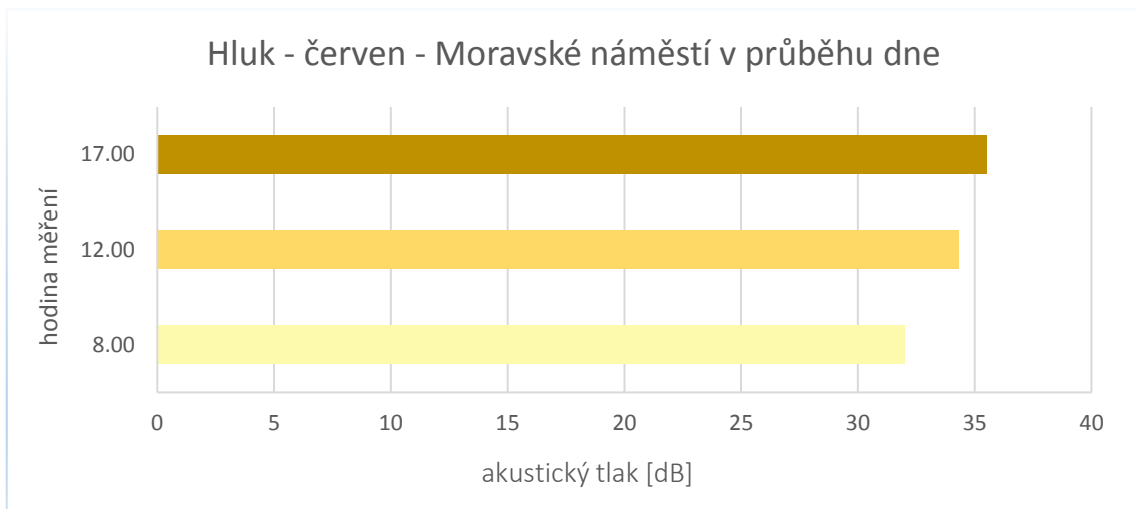
Graf č. 26, 27, 28, 29, 30 [zdroj vlastní]

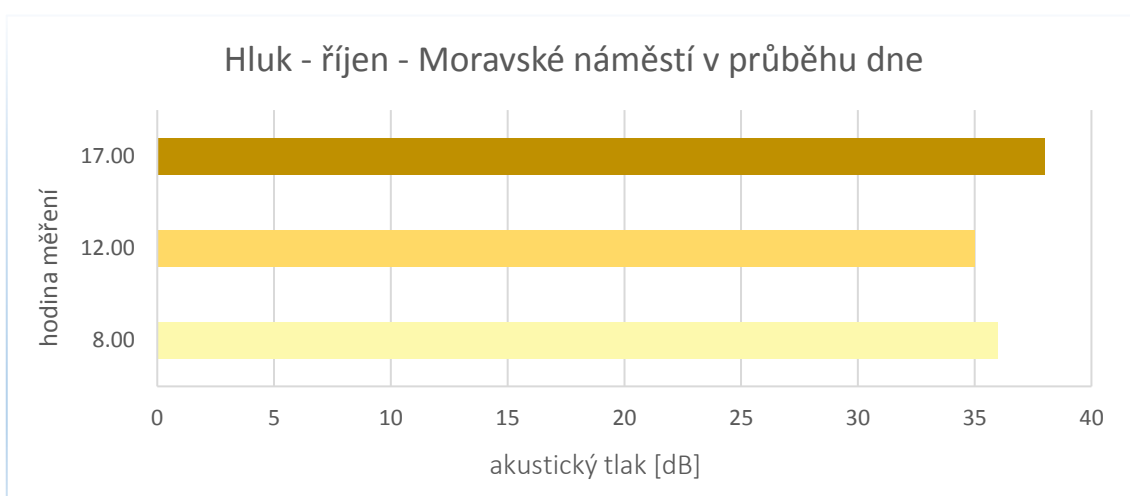
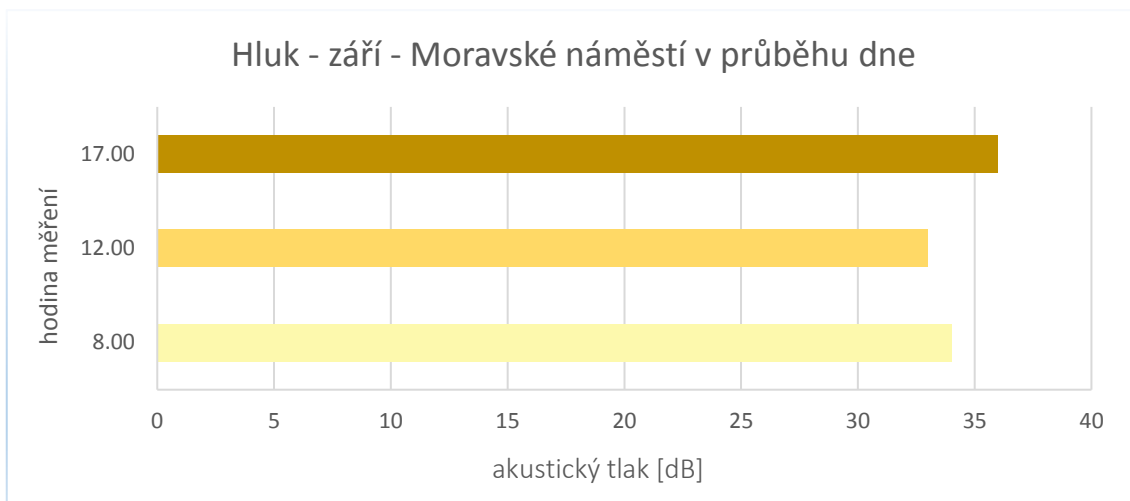
Pozn.: Lužánky jsou největší parkovou plochou v centru města Brna. V letním období se zde lidé dlouze zdržují, konají se zde četné události a aktivity a celý park žije od rána do večera. Proto jsou záznamy hluku v průběhu dne poměrně vyrovnané. Klidnější denní dobou je vždy ráno v 8 hod. Polední a odpolední hodiny se ovšem téměř rovnají a dosahují v průměru přibližně 25 dB (Měřeno mimo jednorázové aktivity typu koncert/festival/dětské dny). Nejhluchnějším měsícem z naměřených byl opět červenec, tím nejméně hlučným říjen.

V celkovém srovnání s ostatními třemi lokalitami (park Špilberk, Moravské nám., Úvoz) byl park Lužánky 2. nejklidovější lokalitou.



## MORAVSKÉ NÁMĚSTÍ



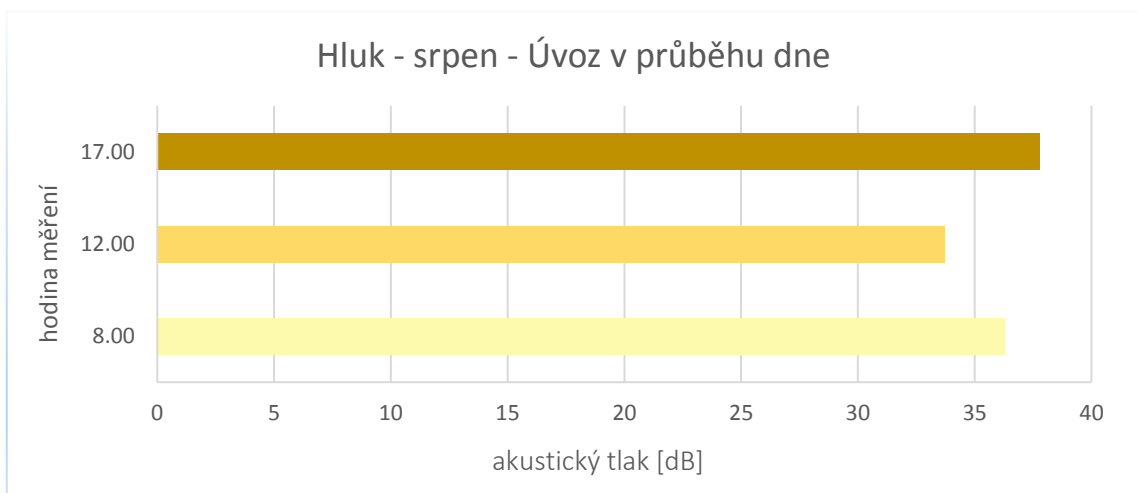
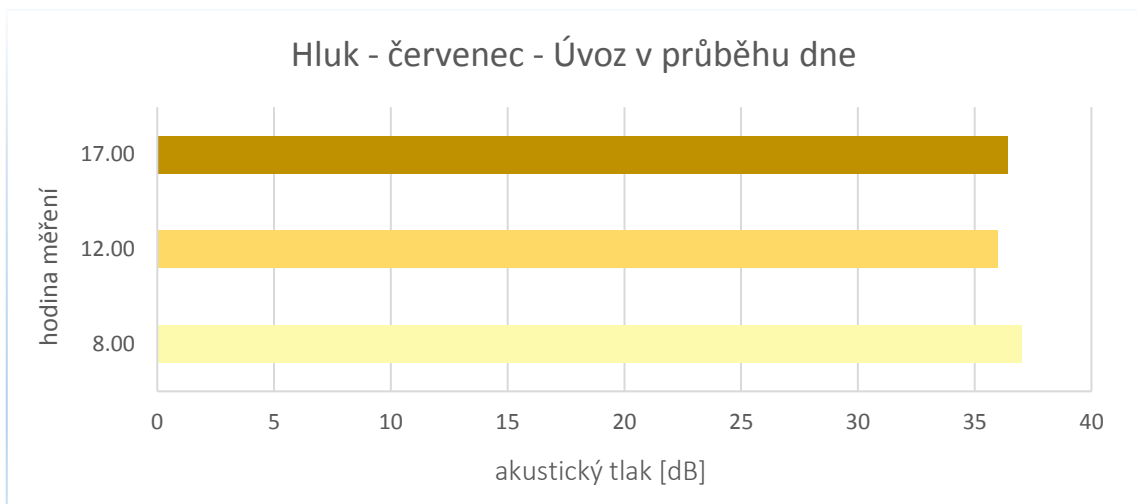
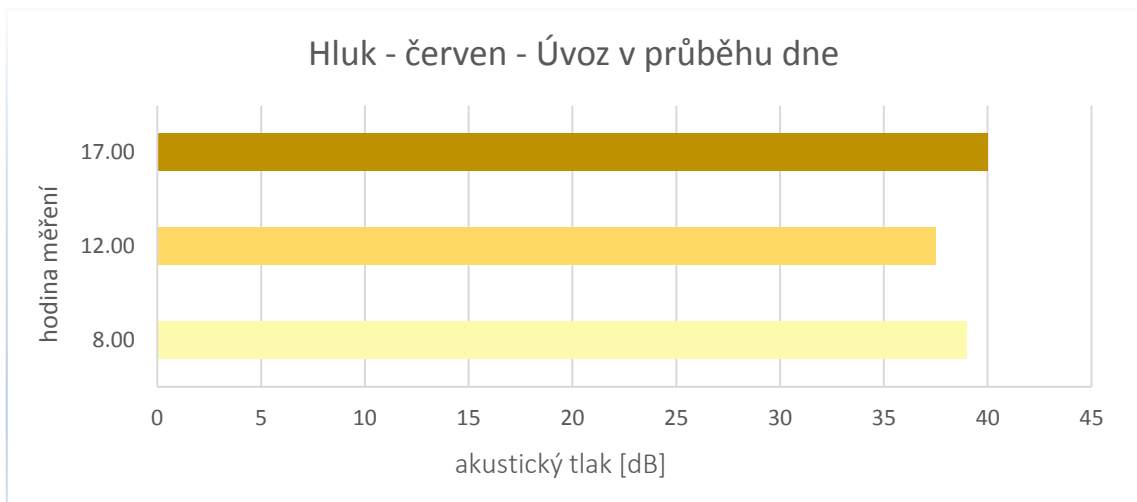


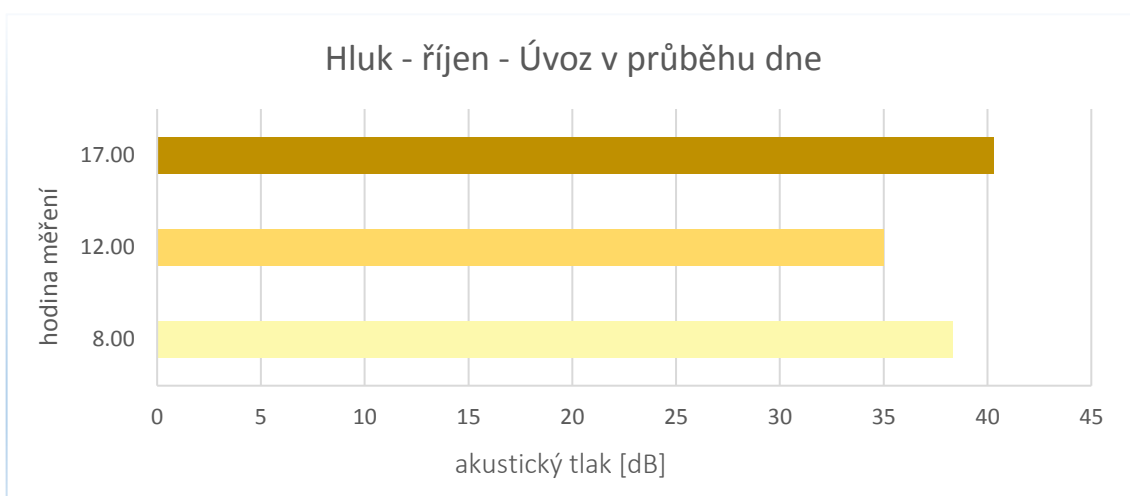
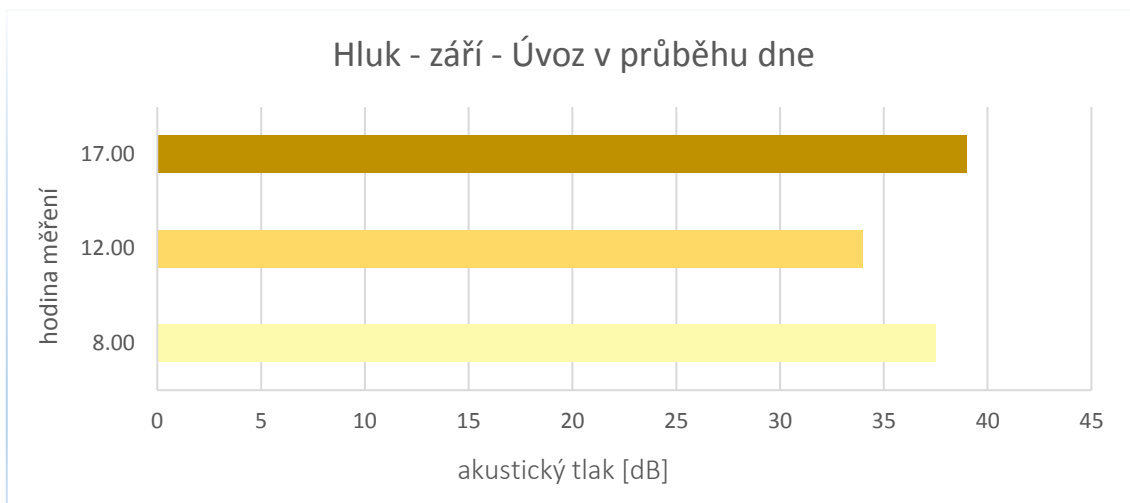
Graf č. 31, 32, 33, 34, 35 [zdroj vlastní]

Pozn.: Měření bylo prováděno na exponované světelné křižovatce ulice Koliště a Lidická. Hlučnost zde byla téměř konstantní a blížila se hodnotě 35 dB. Denní doba zde nehrála velkou roli, ovšem frekvence dopravy stoupla s koncem letních měsíců a nejvyšší hodnoty byly naměřeny v měsíci říjnu. Tento následek opět přisuzuji sníženému počtu obyvatel v Brně během letních/prázdninových měsíců.

V celkovém srovnání s ostatními třemi lokalitami (park Špilberk, Lužánky, Úvoz) bylo Moravské náměstí 2. nejrušnější lokalitou.

## ÚVOZ





Graf č. 36, 37, 38, 39, 40 [zdroj vlastní]

Pozn.: Měření lokality Úvoz bylo prováděno na křižovatce ulic Údolní a Úvoz, tedy v místě značného dopravního ruchu. Zde byla měření se intenzita dopravního proudu zřejmější. Nejvyšší hlučnosti zde bylo dosaženo v odpoledních hodinách, ale na rozdíl od jiných lokalit, kdy v 8 hod bylo naměřeno nejméně decibelů, se zde ranní hodiny téměř rovnají hlučnosti odpoledních. Během prázdninových měsíců (červenec, srpen) se naměřené hodnoty pohybovaly kolem 35 dB. Mimo tuto dobu (červen, září, říjen) se hluk blížil 40 dB.

V celkovém srovnání s ostatními třemi lokalitami (park Špilberk, Lužánky, Moravské nám.) byl Úvoz nejhlučnější měřenou lokalitou.

## VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ HLUKU

Pomocí předešlých grafů byly znázorněny 4 lokality – park Lužánky, Špilberk, Úvoz a Moravské náměstí. Měření hlučnosti bylo zpracováno dle denní doby (kapitola 11.2.2) a dle samostatných lokalit (kapitola 11.2.3), a to za účelem jasného a srozumitelného porovnání místa i denní doby měření.

V kapitole 11.2.2 *Znečištění hlukem dle denní doby* je znatelný rozdíl mezi jednotlivými lokalitami. Nejsilnější znečištění bylo zpravidla naměřeno na Úvoze, dále pak na Moravském náměstí, v parku Lužánky a nejméně hlučným místem byl park Špilberk. Díky těmto periodicky se opakujícím výsledkům byl vyvozen následující závěr:

### **OTEVŘENOST x UZAVŘENOST VEŘEJNÉHO PROSTORU OVLIVŇUJE INTENZITU HLUKU**

Ulice Úvoz a lokalita Moravské náměstí byly při měření zatíženy přibližně stejnou dopravní intenzitou, přes to bylo na Úvoze opakovaně dosaženo vyšších decibelů než na Moravském náměstí. Jeden z možných důvodů tohoto výsledku je otevřenost a uzavřenost daného veřejného prostoru. Zatím co ulice Úvoz má plnou uliční linii a je po celé délce zastavěna blokem domů, Moravské náměstí je takřka otevřenou plochou, kde se hluk lépe rozptýlí a nedosahuje takové intenzity.

### **NA ZELENÍ ZÁLEŽÍ**

Do zájmových lokalit byly záměrně vybrány 2 parky – Lužánecký a park hradu Špilberk. Obě lokality jsou významnou zelenou plochou města Brna a v obou lokalitách hlučnost nikdy nepřekročila hranici 30 dB. Tato hodnota odpovídá jen švezení listů ve větru nebo běžné hlasitosti řeči. Přitom park Lužánky je ze všech stran lemován místní komunikací, tudíž lze předpokládat, že hlavní roli zde sehrávají stromy a keře, které pohlcují hluk vzniklý dopravou a vytváří tak bariéru.

### **HLUK JE ZPŮSOBEN PŘEDEVŠÍM DOPRAVOU**

V současnosti je prokázáno, že nejsilnějším zdrojem hluku v obcích a městech je silniční doprava. Ani průmysl a rekreační aktivity nepřekonají míru znečištění hlukem plynoucí z dopravy. Data získaná při měření v terénu tento fakt potvrzují a dokládají pravdivost tohoto tvrzení.

V kapitole 11.2.3 *Znečištění hlukem dle lokalit* je stěžejním tématem denní dopravní špička a denní špička hlučnosti ve městě. Grafy znázorňují samostatnou lokalitu v průběhu dne, tedy v 8 hod, 12 hod a 17 hod.

Díky měřením a výsledkům byl vyvozen následující závěr:

### ÚVOZ, MORAVSKÉ NÁMĚSTÍ

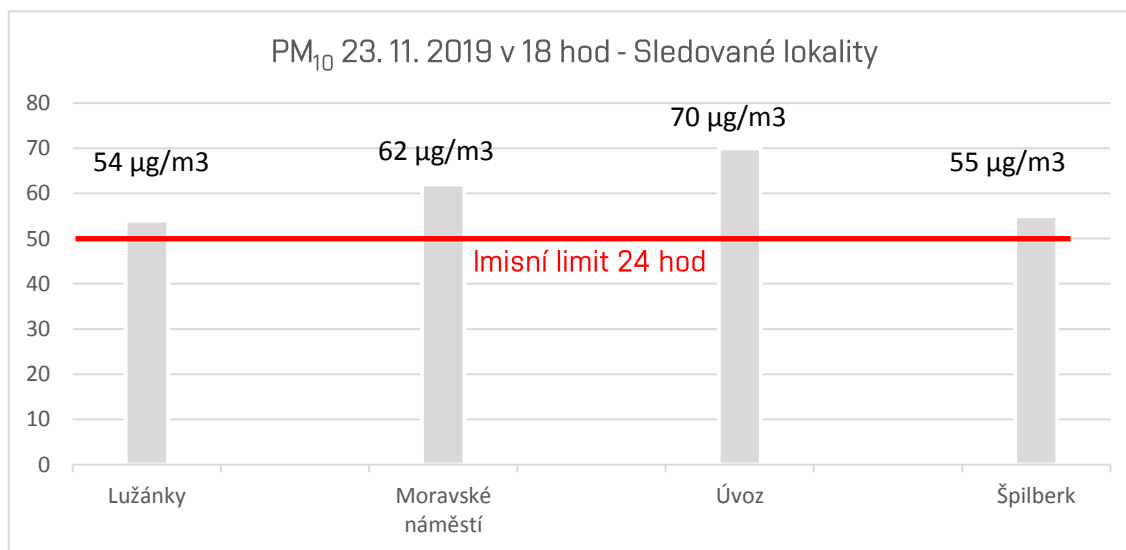
Zpravidla nejhluchnější denní dobou bylo ráno (8 hod) a odpoledne (17 hod) - hluk dosahoval přibližné intenzity 40 dB. V poledne (12 hod) se situace zmírnila k 30 až 35 dB. Z měření je tedy patrné, že zmíněný nárůst a pokles hluku ve městě způsobují ranní a odpolední dopravní špičky. V rámci celkového období měření byly prázdninové měsíce červenec a srpen méně hlučné (cca 30 až 35 dB), se začátkem září se intenzita zvedla až k 40 dB.

### PARK LUŽÁNKY, PARK ŠPILBERK

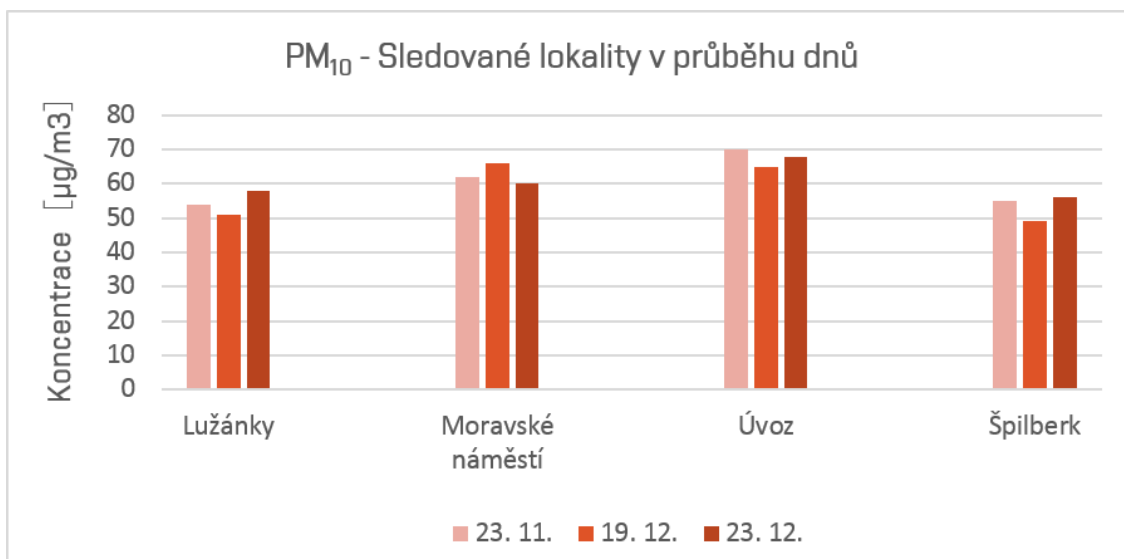
Naopak v lokalitách parků byl vyzorován opačný trend. V ranních a odpoledních hodinách byly oblasti klidnější, ovšem v poledne se parky zaplnily lidmi. I v této frekventované době hluk nepřesáhl hodnotu 30 dB. S letními měsíci byl hluk znatelnější než na podzim, kdy dochází k teplotnímu přechodu a lidé se už tolik nezdržují venku.

## 11.2.4 ZNEČIŠTĚNÍ PRACHEM DLE LOKALIT

Sloupcový graf č. 41 znázorňuje jednorázové měření v zájmových lokalitách dne 23.11.. Hodnoty znečištění byly vytvořeny aritmetickým průměrem ze tří měření v rámci jedné hodiny. Ve všech čtyřech případech byl překročen imisní limit/24 hod, který v ČR činí 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Z grafu je čitelné, že lokality zatížené dopravou mají koncentrace znečištění o 10 až 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vyšší než lokality s významnou zelení (park Lužánky a Špilberk), která pohlcuje prachové částice a zabraňuje tak dalšímu víření. Toto zjištění potvrzuje následující graf č. 42, ve kterém dochází ke srovnání tří měřených dnů. Ty vykazují totožný trend zatížení suspendovanými částicemi dle lokalit jako v předešlém grafu.

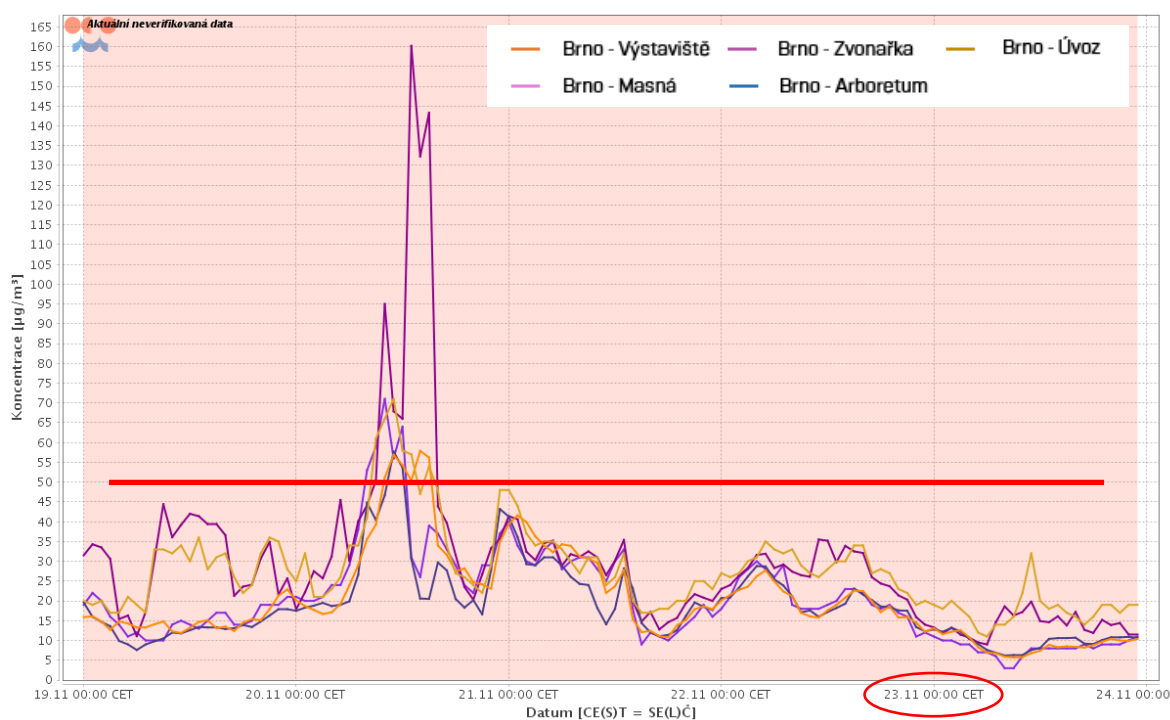


Graf č. 41 – Sledované lokality PM<sub>10</sub> [zdroj vlastní]



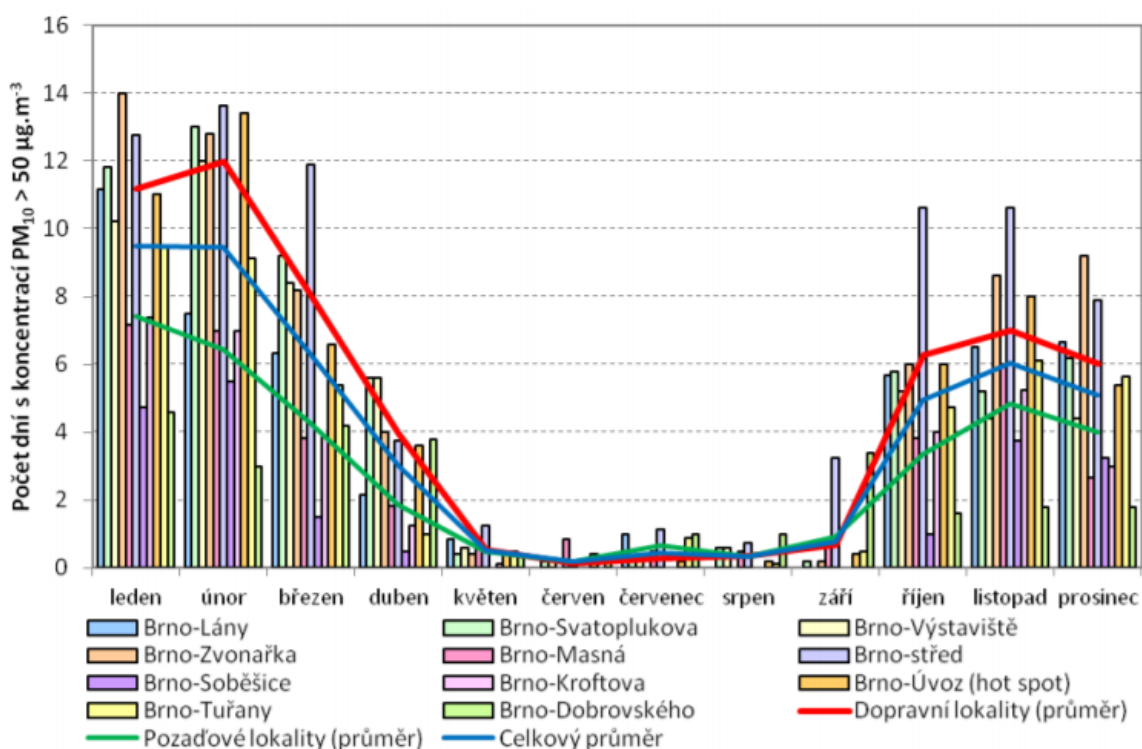
Graf č. 42 – PM<sub>10</sub> - Sledované lokality v průběhu dnů [zdroj vlastní]

Nárazové hodinové měření není vypovídající o celkovém denním průměru a stavu znečištění, proto je graf č. 41 doplněn spojnicovým grafem č. 43 získaným z ČHMÚ, který vyjadřuje hodinový průměr PM<sub>10</sub> v průběhu 24 hod. V červeném kroužku je zvýrazněn totožný den (23. 11.) pro vzájemné porovnání. Dle sběru dat ČHMÚ dne 23. 11. 2019 nedošlo k dramatickým výkyvům v místech měření a průměrně se koncentrace suspendovaných částic pohybovala v rozmezí 15-20 µg/m<sup>3</sup>. V porovnání s mým měřením k překročení imisního limitu tento den nedošlo. Dá se tedy předpokládat, že stěžejní je také poloha měřícího zařízení a s ní související vzdálenost od potenciálního zdroje znečištění (např. dopravy aj.).



Graf č. 43 – Hodinový průměr PM<sub>10</sub> [50]

Sloupcový graf č. 44 s průměrnými hodnotami v jednotlivých měsících z let 2005 – 2012, aglomerace Brno (zdroj ČHMÚ), vyjadřuje počet dní s koncentracemi  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Jednoznačně z něj vyplývá, že větší znečištění prachem je vždy v zimních a podzimních měsících. Měsíc leden zaznamenává nejčtenější překročení limitu, a to na Úvoze v součtu 14 dní. Naopak na jaře a v letních měsících byla limitní hodnota překročena minimálně. Lokality s největší prachovou zátěží (dle překročených dnů znečištění) jsou Brno střed, Brno – Úvoz, Brno – Zvonařka. Naopak méně problematická místa jsou například Brno – Soběšice, Brno – Lány či Brno – Dobrovského.



Graf č. 44 – Počet dnů překračující imisní limit [48]

## VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ SUSPENDOVANÝCH ČÁSTIC

Pomocí grafů byl vyjádřen denní (24 hodinový) i roční průběh koncentrací prachu a míra znečištění ovzduší suspendovanými částicemi. Vyplývajícím závěrem je, že jednotlivé lokality se od sebe liší i o desítky  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Důvodem vyšší prašnosti je nízká přítomnost zeleně (která prach pohlcuje), otevřenost prostoru, velký podíl asfaltových či dlážděných povrchů. Lokální rozdíly jsou markantní (viz graf č. 41), zejména problematické jsou průmyslové oblasti a dopravní tahy, kde se částice opakovaně zviřují. Nejlépe si vedou lokality s vysokým podílem zeleně – venkovské oblasti či městské parky.



# 12 NÁVRH OZDRAVNÉHO PRVKU

## 12.1 ZELENÁ TRAMVAJOVÁ TRATĚ

Prostorová expanze měst a rostoucí počet obyvatel vedou ke zvýšené poptávce po efektivní dopravě. Udržitelná městská mobilita je jednou z priorit současné výstavby, uvažuje se jak snížit dopady cestování na životní prostředí a udržet tak město zdravé pro budoucí generace. Mezi běžné návrhy patří zvyšování hustoty měst (kompaktní města), snižování vzdálenosti cestování, aby byla města pěší a cyklistická a využívalo se hromadné dopravy. Takový rozvoj zkracuje vzdálenosti mezi místy, což má za následek snížení spotřeby energie a celkové snížení vyprodukovaných emisí. Mnoho měst vyvíjí své tramvajové systémy jako jedno z nejlépe udržitelných řešení městského života. Vyznačují se vysokou účinností, jsou nezávislé na městské dopravě, časově spolehlivé, mají relativně nízké náklady na údržbu a malý dopad na životní prostředí. Tramvaje také získaly pozornost jako potenciální zdroje dalších zelených ploch v intravilánu, a to nahrazením betonových ploch vegetačními povrchy. Travnatý povrch tramvajových pásů jako prvek celého uličního prostoru má řadu společenských a ekonomických výhod. Na délce 2 km dvojkolejní trati je (v závislosti na šířce úseku) získaná plocha vegetace až 1 ha. Ta přispívá k pohodlí uživatelů a vzhledem k rostoucím výzkumům, prokazujícím pozitivní vliv zeleně na zdraví a pohodu člověka, je každý nárůst vítán. [6], [22]

Vegetační povrchy podél tramvajových tratí poskytují pro město další podstatné výhody, a to zejména retenci srážkové vody (50-90 % dle typu konstrukce), snížení teplot (uvádí se cca o 15 % v porovnání s betonovými panely), hlukovou bariéru (snížení emisí hluku o 5 – 9 dB dle typu konstrukce) a zlepšení biologické rozmanitosti. Vzhledem k malým plochám, které zelené pásy doposud zabírají, jsou účinky tramvajových tratí omezené, a aby pozitivně ovlivnily lidské pohodlí, měl by být podíl zelených tratí co nejvyšší. V současné době se v evropských městech hodnoty zelených ploch pohybují pod 20 % (např. 20 % v Drážďanech, 13 % v Krakově, 10 % v Lodži, 6 % ve Varšavě a cca. 1 % ve Vídni). [22], [30]

Navzdory výhodám plynoucím z užívání zelených tramvajových stop existuje ve městě mnoho překážek při zavádění zelených pásů. K pokrytí substrátovou a vegetační vrstvou je zapotřebí pokročilejší technologie, které jsou finančně nákladnější než u klasické betonové pokrývky. Tradiční, doposud používaný styl tramvajových tratí lze také doplnit vegetací, ty ovšem neumožňují trvalou výsadbu. Pouze dočasnou, která je potřeba měnit v rozmezí 1-2 let. Ekonomicky je toto řešení nevhodné, technicky komplikované a vyžaduje vysokou údržbu. [23]

## 12.2 ZÁKLADNÍ TYPY KONSTRUKCÍ A ÚDRŽBA

### TRATĚ S NÍZKOU VEGETACÍ

Zeleň dosahuje do úrovně paty kolejnice, tedy skoro celé tělo kolejnice je viditelné. Konstrukce tohoto typu má provozní výhody: koleje i upevňovací prvky jsou dobře dostupné, kontrola/oprava/výměna je snadno proveditelná, nevyskytují se problémy s bludnými proudy a hrozba nehodovosti zapříčiněná přerostlou trávou na hlavě kolejnice je vyloučená. [6] [23]



Obr. č. 16 [28]



Obr. č. 17 [28]



Obr. č. 18 - Tráva [28]



Obr. č. 19 - Sukulent [28]

Jak je patrné z fotografií 16 a 17, zelené tratě se osazují různými vegetačními pokrývky. Liší se zejména náročností na údržbu, výší nákladů a samozřejmě vizuálním dojmem. Na levé fotografii je těleso pokryto travním kobercem s intenzivní péčí. Takto založená konstrukce je finančně a časově nákladná, trávu je potřeba často zavlažovat, aby zůstala stále zelená. Proto se testují různé vegetační směsi, které by nevyžadovaly intenzivní péči a při tom by v centru měst působily stále upraveným dojmem. V dnešní době na popularitě získávají vegetační povrchy tvořené sukulenty – rozchodníky (obr. č. 19), které značně snižují náklady na údržbu (nevyžadují sečení a závlahu). Jejich barevnost ovšem není jednotná, což může být na pohled rušivý element. [28]

## TRATĚ S VYSOKOU VEGETACÍ

Zde zeleň roste přímo pod temenem kolejnice a dorůstá výšky 3 - 5 cm (max 7 cm). Trať nemusí být pohledem snadno rozpoznatelná a užívá se pro označení speciálních bokovnic, se kterými znatelně rostou náklady konstrukce. Musí být provedeno opatření proti bludným proudům, jelikož zde dochází k větším únikům elektrického proudu. [6], [23]



Obr. č. 20 – Trať s vysokou vegetací [28]

## TRATĚ S NÍZKOU VEGETACÍ MEZI KOLEJEMI A VYSOKOU VEGETACÍ ZVENČÍ

Tato kombinace dvou předešlých konstrukcí dosahuje dojmu jednolité zelené plochy, ovšem s tou výhodou, že koleje jsou dobře dostupné. Na vnější straně kolejí opět musí být kolejnice a okolní zemina odizolovaná kvůli bludným proudům. [6], [23]



Obr. č 21, 22. – Trať s kombinovanou vegetací [28]

Všechny tyto typy jsou technicky a ekonomicky úspěšné pouze tam, kde jsou konstrukční systémy v souladu s druhem zelené pokrývky. Velké náklady generované zelenými dopravními pásy plynou z následné údržby, a to zejména intenzivní údržbou - zavlažováním, hnojením, údržbou zařízení, pravidelným sečením. Tyto náklady lze snížit nahrazením intenzivní údržby tzv. nízkou údržbou. Jedná se o hospodárnější způsob, který je založený na přírodně blízkému způsobu růstu vegetace. Tráva je složena ze směsí osiva, které je lépe

přízpůsobivé klimatickým podmínkám. Plochy nejsou tak často sečeny a v některých oblastech jsou ponechány bez řízení pro přirozenou posloupnost. [22], [23]

*Nízká údržba zelených tramvajů dobře zapadá do obecných celosvětových diskusí o tom, zda změnit společné intenzivní systémy ekologické správy, které vyžadují vysokou údržbu (zavlažování, hnojení pesticidy) a intenzivní údržbu (sečení, opětovné setí, prořezávání), na udržitelnější - nízká údržba a nízkonákladová řešení. Trend zavádění prvků nízké údržby do zeleně ve městě se v poslední době stal běžnějším a společensky přijatelnějším, což dokládá nárůst řešení, jako je výskyt divokých květů louky místo pravidelně pokosené trávy ve městech.<sup>8</sup>*

### 12.3 UVAŽOVANÉ VHODNÉ LOKALITY PRO BRNO

Příhodné úseky pro návrh zelených tramvajových tratí v Brně se vyznačují samostatným kolejovým tělesem podél nebo ve středu komunikace, které je striktně určeno jen pro jízdu tramvajů. Konstrukce zelených tratí nejsou určeny pro pojezd jinou motorovou dopravou, a to především z důvodu nedostatečné pevnosti a nosnosti konstrukce, poškození konstrukčních vrstev zelené trati, viditelného poškození svrchní vegetační vrstvy a zvýšené možnosti smyku na travnatém povrchu. Proto jsou uvažovány lokality, které již podobnou dopravní skladbu mají (nejlépe tramvajovou trať ve štěrku), nebo by bylo vhodné ji v daném místě vybudovat. Zároveň je důležité si uvědomit, kde je umístění podobného typu tramvajových tratí opodstatněné a kde není až tak potřebné. Tam, kde by vegetační pásy přinesly útěchu betonového veřejného prostoru a zároveň se tomu nabízí podmínky pro realizaci, by měl být návrh minimálně projednáván. Ovšem na druhou stranu, není nutné za každou cenu prosazovat řešení tam, kde je sice projekčně vhodné, ale významově pro město méně podstatné. Jako takové úseky hodnotím například směr **Bystrc** nebo **Komárov**.

Již existujícím příkladem zelené trati v Brně jsou **Nové Sady**, prozatím jen v krátkém úseku na ulici Nádražní. Plánem do budoucna je zelenou trať prodloužit až k ulici **Renenská**, uvažovaným pokryvem je travní koberec vybaven o automatický zavlažovací systém napojený vodovodní přípojkou na hlavní vodovodní řád.

Dalším vhodným úsekem v Brně je ulice **Veletržní**, kde komunikaci doprovází tramvajové těleso, na kterém se v současné době vyskytuje porost plevelu. Tudíž se může zdát, že se

---

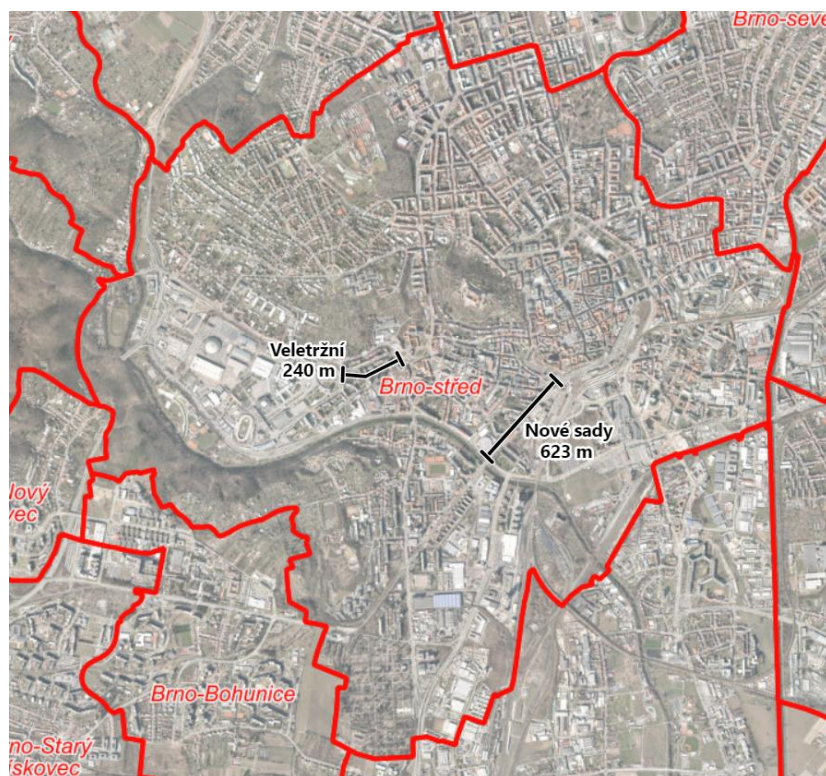
<sup>8</sup> [22] Urban Forestry and Urban Greening. Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866718303121>

jedná o trať s určitým ekologickým stupněm, ovšem realita je taková, že jde pouze o zanedbanou údržbu koleje.

V úvahu přicházela ulice **Lidická**, kde by zelený tramvajový pás pokračoval rovným úsekem na ulici **Štefánikova**, ovšem návrh byl zamítnut právě z bezpečnostních důvodů, na které bylo poukázáno na začátku kapitoly. Komunikace zde není natolik široká, aby byl vybudován samostatný tramvajový pás a zároveň zelený tramvajový pás by nemohl být volně pojížděn jinou dopravou než tramvajovou. Tudíž v kombinaci s argumenty jako např. sídlo Hasičského sboru Jihomoravského kraje na ulici Lidická a nutností minimálního dopravního omezení, byl tento návrh zamítnut.

## NAVRHOVANÉ ÚSEKY NA ULICI NOVÉ SADY A VELETRŽNÍ



Obr. č. 23 – Navrhované úseky [28]

## 12.4 PŘÍKLAD MNOŽSTVÍ RETENCE SRÁŽKOVÉ VODY PRO BRNO

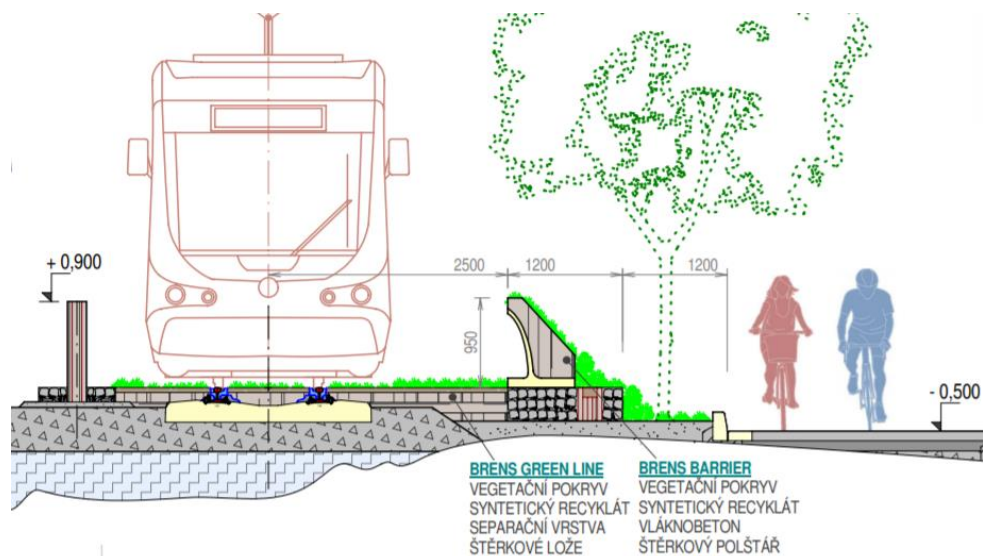
Pro demonstrační výpočet uvažujeme typ zelené tratě se syntetickým recyklátem BRENS STERED s funkcí retence zeleného tramvajového pásu 80%.

BRENS STERED

Konstrukční vrstvy kolejového absorbéru jsou vyrobeny z odpadu automobilního průmyslu a to z recyklovaných syntetických textilií a pryže. Krycí vrstva je tvořena přírodní vegetací,

nejčastěji odolnými rozchodníky rodu Sedum nebo naturalizovaným umělým trávničkem. Na 100 m dvoukolejné tratě se zpracuje cca. 16,5 tun syntetického a 27,5 tun pryžového recyklátu. [29]

*Výplňové a konstrukční vrstvy nebo kolejové absorbéry s funkcí retence vody BRENS® tvořené ze syntetického recyklátu STERED® se strukturou lisovaných tmelených syntetických chumáčů zajišťují vysokou nasákavost při tvarové stálosti a odolnosti proti UV záření a teplotním výkyvům.<sup>9</sup>*



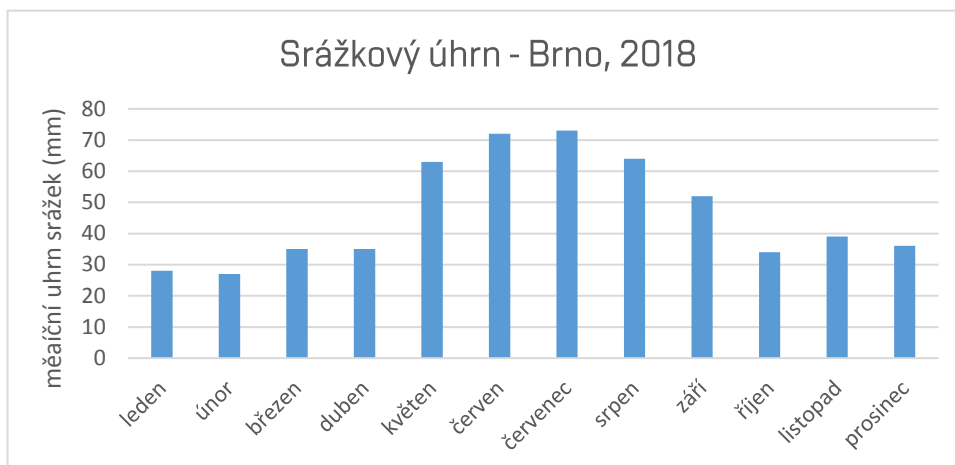
Obr. č. 24 – Příčný řez zelenou tratí [52]

#### Jihomoravský kraj:

N (dlouhodobý srážkový normál 1981 – 2010):	559 mm
Roční úhrn srážek 2018:	451 mm
	<b>81%</b>

Roční potenciál 1 m<sup>2</sup> tramvajové tratě při 80% nasycení kapacity konstrukčních vrstev činí až 361 litrů vody. [51]

<sup>9</sup> 29 ZELENÁ TRAŤ A ZELENÁ STŘECHA VE MĚSTECH: BRENS EUROPE. ŽELEZNIČNÍ A TRAMVAJOVÉ TRATĚ. Copyright © 2000, Dostupné z: <https://www.brens.cz/l/zelena-trat-a-zelena-strecha/>



Graf č. 45 – Srážkový úhrn 2018 JM kraj [48]

Roční úhrn potenciální evaporace (výparu) ze zelené tratě se syntetickým recyklátem s funkcí retence vody při nasycení jeho kapacity	20%	837,60	litrů, ř.
	50%	2094,00	
	80%	3350,40	

Tab. č. 8 – Úhrn evaporace a retence vody [51]

Navrhované úseky ulic Nové sady a Veletržní činí dohromady délku zelené tramvajové trati 863 m. Návrhová šířka jednosměrné trati pro výpočet je uvažovaná 3 m.

Během jednoho roku je tato plocha schopna zdržet téměř 935 kubíků vody.

$$863 \times 3 \times 361 = 934\,629 \text{ litrů vody / rok}$$

Pro lepší představu množství vody získané 80% retencí ze zelené trati můžeme vytvořit názorný příměr, a to k objemu olympijského bazénu. Ten by se naplnil s vypočítanou zádrží vody (935 kubíků / rok.) během 2 let.

## 13 ZÁVĚR

Diplomová práce s názvem Význam zeleně ve městech je zejména orientována na vliv a potenciál ploch zeleně v městských sídlech. Dává si za cíl definovat historický vývoj urbánního prostředí, jeho prostorové uspořádání a vzájemné vazby (dopravy, zeleně, obyvatel, volnočasových aktivit aj.), které se ve městech vyskytují. Tyto kapitoly jsou nástrojem pro snadnější pochopení následné podstaty práce, tedy zeleně v sídelním prostředí. Její druhy a funkce nejsou jen existenčního charakteru, ale také i vodo hospodářského, hygienického či psychického. Tyto podrobnější informace z kapitol 4.3.1 a 4.3.2 jsou využity k charakteristice města Brna, k analýze podílu zeleně a nedílně k popisu urbanistického vývoje sídla.

Abychom mohli poměřovat a hodnotit pozitivní vliv zeleně, musíme nejprve definovat faktory znečištění a jejich působení na lidi a životní prostředí. Práce je z velké části věnována imisním látkám, jejich definici, monitoringu a následně vymezení limitů znečištění, které jsou hlídány a jejich překročení je sankcionováno. Teoretickou část uzavírá otázka dopadu života ve městech na lidské zdraví a udržitelnost, jež má za úkol zajistit životní kvality současné generace a zároveň je uchovat pro generace budoucí.

Druhá část diplomové práce je praktická a je zaměřena na sběr dat některých znečišťujících faktorů, konkrétně hluku a suspendovaných částice  $PM_{10}$  a  $PM_{2.5}$ . Jak již předešlá kapitola 11 podrobně popisuje, měření bylo prováděno v průběhu půl roku na 4 rozdílných lokalitách, kde byly periodicky získávány vzorky akustického tlaku, tedy hluku. Díky vzájemnému porovnání pak mohl být vyvozen závěr (trend), kterým se výsledek ubíral. Měření proběhlo za účelem ověření si předpokladu, že výskyt zeleně ovlivňuje (tedy snižuje) velikost akustického tlaku. Do měření byly zahrnuty dvě lokality parků a dvě dopravně zatížené oblasti s minimem zeleně. Při dlouhodobém pozorování a vyhodnocení byl fakt, že zeleň tlumí hluk ve veřejném prostředí, pozitivně potvrzen. Ale tento výsledek nebyl jediným obohacujícím zjištěním. Z měření je současně patrné, že velký vliv na hlučnost v ulicích má i typ zástavby a plná uliční hranice. Dvě stejně dopravně zatížené lokality se lišily ve výsledcích hluku. Měření na Úvoze bylo díky své uzavřenosti vždy vyšší než měření na Moravském náměstí při světelné křižovatce, kde je pevná zástavba jen z jedné strany. Hluk se zde může daleko lépe rozptýlit a jeho intenzita nikdy nedosáhne tak vysokých hodnot. Bodem zájmu byla i denní doba/denní špička měření. Sběr dat byl vždy v určitou hodinu v průběhu dne, tedy v 8 hod, 12 hod a 17 hod. Cílem bylo doložit, zda je některá denní doba zatížena hlukem intenzivněji než jiná a také



potvrdit výrok, že největší hluk má v dnešní době ve městech původ v automobilové dopravě. Dále pak byla pozorována a měřena koncentrace suspendovaných částic. Ta proběhla jen v měsíci listopadu na čtyřech zmíněných lokalitách. Opět bylo z výsledků patrné, že zeleň má pozitivní účinky na imise prachu. Napomáhá klesání usazování a vstřebávání částic, zároveň zabraňuje opakovanému zviřování. Díky doloženým grafům z portálu ČHMÚ bylo možné vyzorovat, že zásadní problém se suspendovanými částicemi se vyskytuje v dopravních a průmyslových lokalitách. Také je z grafu patrné, že vyšší koncentrace prachových částic je naměřena vždy v zimních a podzimních měsících, kdy v posledních letech na území ČR opakovaně dochází k překračování imisních limitů.

POZN. Současně s měřením hluku a prašnosti probíhalo ve stejných lokalitách měření znečištění ovzduší oxidem uhličitým (CO<sub>2</sub>), které prováděla Bc. Kristina Šmídová. Totožná místa sběru dat byla vybrána záměrně pro možnost vzájemného porovnání. Předpoklad, že v zelených lokalitách bude výskyt CO<sub>2</sub> nižší než na dopravně zatížených místech, byl z dlouhodobého hlediska potvrzen. Míra znečištění se v průběhu měsíců lišila a ne vždy parky dosahovaly jednoznačně pozitivních výsledků. Ovšem po zprůměrování dat bylo prokázáno, že zeleň má také pozitivní vliv na kompenzaci uvolňovaného oxidu uhličitého.

Závěr diplomové práce doplňuje návrh ozdravného prvku ve vybraných lokalitách, tedy vybudování cca 860 m nové zelené tramvajové trati se syntetickým recyklátem. Úseky byly posuzovány na vhodnost z hlediska dopravy. Tedy jestli se jedná o dopravní úsek bez nutnosti pojíždění zeleného pásu motorovou dopravou a především nutnost dostatečné šířkové kapacity daného úseku.

Současnou snahou bylo zahrnout do posudku i požadavky přilehlé oblasti a místních obyvatel. Záměrem bylo vybrat takové úseky, kde bude mít nárůst zeleně své opodstatnění jak z hlediska snižování hluku, prašnosti, retence vody, tak i psychického působení. Zároveň bylo stěžejní vybudovat tyto tratě v centru Brna a ne na tazích směřujících z města ven. Vybrané ulice Nové sady a Veletržní tyto podmínky splnily. Krátkým výpočtem byl zjištěn jejich předpokládaný a přibližný retenční přínos 935 kubíků vody / rok.

Jak jsem již shrnula v kapitole 12.1, zelené tramvajové tratě mají své četné výhody, ovšem jedná se o kontroverzní téma s mnoha odpůrci. Důvodem je konstrukční náročnost, nutná údržba, a tedy i s ní spjaté finance. V současné době jsou stále vyvíjeny nové technologie konstrukčních vrstev a vegetačních pokryvů (sukulenty – rozchodníky), které by mohly celý proces údržby usnadnit.

Na úplný závěr bych chtěla zmínit důležitost této tematiky, jež se zaobírá životním prostředím a jejím budoucím vývojem. Zelené plochy jsou čím dál tím víc ubírány na úkor zástavby, zejména v příměstských a venkovských oblastech, a proto je důležité brát zřetel na kompenzaci zelení a neopomíjet její četné výhody a funkce.

*Rozvoj města je nezastavitelný proces, který může být využit jako příležitost pro tvorbu kvalitnějšího prostoru s promyšlenou strukturou.*

# 14 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

## 14.1 KNIŽNÍ ZDROJE

- 1 GEHL, Jan. Život mezi budovami: užívání veřejných prostranství. Brno: Nadace Partnerství, 2000. ISBN 80-85834-79-0.
- 2 HOFFMANN, František. České město ve středověku. Vydání první. Praha: Panorama, 1992. 453 s. ISBN 80-7038-182-5.3 ČABLOVÁ, Markéta. Prostory: průvodce tvorbou a obnovou veřejných prostranství. 1. vyd. Brno: Partnerství, 2013, 123 s
- 3 ŠIMEK, Pavel. Městská zeleň. In Městské inženýrství 2. 1. vyd. Praha: Academia, 2001, s. 183-225. ISBN 80-200-0440-8.
- 4 KOCOURKOVÁ J., Zásady a pravidla územního plánování, VÚVA Praha, 1982
- 5 XV. Vědecká konference doktorandů. 2011 s. 82-85. ISBN 978-80-214-4266-5
- 6 FERRINI, Francesco, Cecil C. Konijnendijk van den BOSCH a Alessio FINI, ed. Routledge handbook of urban forestry. London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2017. Routledge handbooks. ISBN 978-1-138-64728-2.
- 7 BĚLOHORCOVÁ, Eva. Kvalita ovzduší ve velkých městech: případová studie Brno a Ostrava, MU Brno 2014

## 14.2 INTERNETOVÉ ZDROJE

- 11 128/2000 Sb. Zákon o obcích. Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-128>
- 12 Město – Wikipedie. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Město>
- 13 Historický vývoj českých měst – Wikipedie. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Historick%C3%BD\\_v%C3%BDvoj\\_%C4%8Desk%C3%BDch\\_m%C4%9Bst](https://cs.wikipedia.org/wiki/Historick%C3%BD_v%C3%BDvoj_%C4%8Desk%C3%BDch_m%C4%9Bst)

- 14 VOREL I., (aktualizace BALABÁNOVÁ, P., KYSELKA, I.), Pravidla územního plánování - C5 Zeleň, [online] ÚÚR Brno 2006 (aktualizace 2009), [cit. 2012-10-08] dostupné na: [www.uur.cz](http://www.uur.cz)
- 15 Park – Wikipedie.[online]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Park>
- 16 Zeleň a sídliště Zahradnictví. | Zahradnictví | Zpravodaj časopisů Zahradnictví. Dostupné z: <https://www.zahradaweb.cz/zelen-a-sidliste/>
- 17 Městská zeleň, veřejná zeleň - Katedra urbanismu a územního plánování. Katedra urbanismu a územního plánování. Dostupné z : <http://www.uzemi.eu/pojmy/m%C4%9Bstsk%C3%A1%20zele%C5%88,%20ve%C5%99ejn%C3%A1%20zele%C5%88>
- 18 AOPK ČR. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz/res/archive/008/004055.pdf?seek=1369389586>
- 19 Ekologické centrum Most pro Krušnohoří. Copyright © Ekologické centrum Most pro Krušnohoří, Dostupné z: [http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=znecistujici\\_latky](http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=znecistujici_latky)
- 20 Oxid uhelnatý – Wikipedie. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Oxid\\_uhelnat%C3%BD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Oxid_uhelnat%C3%BD)
- 21 Přízemní ozón. Může stát za dušností, bolestmi hlavy i nespavostí | Plzeň. Český rozhlas Plzeň. Dostupné z: <https://plzen.rozhlas.cz/prizemni-ozon-muze-stat-za-dusnosti-bolestmi-hlavy-i-nespavosti-6715994>
- 22 Urban Forestry and Urban Greening. Dostupné z: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866718303121](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866718303121)
- 23 FD hlavní stránka | ČVUT v Praze Fakulta dopravní. Dostupné z: [https://www.fd.cvut.cz/projects/k612x1rk/soubory/Zelena\\_trat.pdf](https://www.fd.cvut.cz/projects/k612x1rk/soubory/Zelena_trat.pdf)
- 24 Hygienické limity hluku po 1. lednu 2019 | atelier-dek.cz. Specializované služby ve stavebnictví | atelier-dek.cz. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/hlukov%C3%A9-limity-m%C4%9B%C5%99en%C3%AD-hluk-%E2%80%93-stav-po-1-lednu-2019-894>
- 25 Komunální hluk. Úvod. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/rizikove-faktory/fyzikalni-faktory/hluk/181-komunalni-hluk>

- 26 Práh sluchu a sluchové pole – WikiSkripta. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Pr%C3%A1h\\_sluchu\\_a\\_sluchov%C3%A9\\_pole](https://www.wikiskripta.eu/w/Pr%C3%A1h_sluchu_a_sluchov%C3%A9_pole)
- 27 Decibel – Wikipedie. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Decibel>
- 28 Městské tepelné ostrovy | Stavebnictvi3000.cz. Nejvíce informací o stavebnictví v ČR | Stavebnictvi3000.cz.  
Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/mestske-tepelne-ostrovy>
- 29 ZELENÁ TRAŤ A ZELENÁ STŘECHA VE MĚSTECH: BRENS EUROPE. ŽELEZNIČNÍ A TRAMVAJOVÉ TRATĚ. Copyright © 2000, Dostupné z: <https://www.brens.cz/l/zelena-trat-a-zelena-strecha/>
- 30 Zelená tramvajová trať = cirkulární ekonomika a přizpůsobení se klimatu = kolejový absorber hluku s funkcí retence vody BRENS STERED. Časopis SILNICE ŽELEZNICE - Rozvoj dopravní infrastruktury v České republice, na Slovensku i ve světě, moderní trendy, stavební postupy, používané materiály a technologie. Dostupné z: [http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/zelena-tramvajova-trat-cirkularni-ekonomika-a-prizpusobeni-se-klimatu-kolejovy-absorber-hluku-s-funkci-retence-vody-brens-stered/?fbclid=IwAR2RAaAWZ72036D8WONrQXPnUDbOLgXAU8Rv3\\_uLrGKmm9e0ft0zs02sg0I](http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/zelena-tramvajova-trat-cirkularni-ekonomika-a-prizpusobeni-se-klimatu-kolejovy-absorber-hluku-s-funkci-retence-vody-brens-stered/?fbclid=IwAR2RAaAWZ72036D8WONrQXPnUDbOLgXAU8Rv3_uLrGKmm9e0ft0zs02sg0I)
- 31 Portál ČHMÚ : Home. Portál ČHMÚ : Home. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/>
- 32 Programy zlepšování kvality ovzduší vydány - EnviWeb.cz. EnviWeb.cz - zpravodajství o životním prostředí, profesní ekologie, odborné akce. Copyright © 1999. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/106236>
- 33 Portál ČHMÚ Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/201-2012\\_ZakonOchraneOvzduasi.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/201-2012_ZakonOchraneOvzduasi.pdf)
- 34 Strategické dokumenty - Ministerstvo životního prostředí. Ministerstvo životního prostředí. Copyright © 2008. Dostupné z: [www.mzp.cz/cz/strategicke\\_dokumenty](http://www.mzp.cz/cz/strategicke_dokumenty)
- 35 Ministerstvo životního prostředí. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/strategicke\\_dokumenty#strednedoba\\_strategie](https://www.mzp.cz/cz/strategicke_dokumenty#strednedoba_strategie)

- 36 Jaký dopad má znečištěné ovzduší na člověka? « lesni-park.cz. lesni-park.cz. Copyright © 2012 Dostupné z: <http://www.lesni-park.cz/jaky-dopad-ma-znecistene-ovzdusi-na-cloveka/>
- 37 Hygienické limity hluku po 1. lednu 2019 | atelier-dek.cz. Specializované služby ve stavebnictví | atelier-dek.cz DEK, a.s. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/hlukov%C3%A9-limity-m%C4%9B%C5%99en%C3%AD-hluk-%E2%80%93-stav-po-1-lednu-2019-894>
- 38 Portál ČHMÚ : Home ČHMÚ, All rights reserved. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/limity\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/limity_CZ.html)
- 39 Charakteristika okresu Brno-město | ČSÚ v Brně. Český statistický úřad | ČSÚ. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/xb/charakteristika\\_okresu\\_brno\\_mesto](https://www.czso.cz/csu/xb/charakteristika_okresu_brno_mesto)
- 40 Město Brno a důsledky různých forem urbanizace. Dostupné z: [http://www.is.muni.cz/el/1423/jaro2012/SOC102/31435645/MulicekOlsova2002\\_Brno.pdf](http://www.is.muni.cz/el/1423/jaro2012/SOC102/31435645/MulicekOlsova2002_Brno.pdf)
- 41 Udržitelný rozvoj - Ministerstvo životního prostředí. Ministerstvo životního prostředí. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny\\_rozvoj](https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny_rozvoj)
- 42 Kapitoly - ČR 2030 | Strategie. Česká republika 2030 - Udržitelná ČR 2030. Dostupné z: <https://www.cr2030.cz/strategie/kapitoly/>
- 43 Petr Kratochvíl – městský veřejný prostor. naděje a prohry – Veřejné soukromé. Dostupné z: <http://www.verejnesoukrome.cz/2018/01/24/petr-kratochvil-mestsky-verejny-prostor-nadeje-a-prohry/>
- 44 Zeleň v Brně. Dostupné z: [www.mestobrno.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=1060c863a1ca4f879af013e419de36be](http://www.mestobrno.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=1060c863a1ca4f879af013e419de36be)
- 45 Teplotní rozdíly. Dostupné z: <https://www.enviwiki.cz/wiki/Soubor:Obruh1.jpg>
- 46 SC310 - Sound Level Meter and Spectrum Analyser - CESVA instruments. Sound level meters, Insulation, Building Acoustics, Industrial Noise and Vibration, Limiters - CESVA instruments 2019 CESVA INSTRUMENTS SLU Dostupné z: <https://www.cesva.com/en/products/sound-level-meters/sc310/>

- 47 Sensidyne. Dostupné z: <https://www.sensidyne.com/shop/sensidyne-nephelometer-deluxe-kit-with-tsp-inlet-pm10-pm4-0-pm2-5.php>
- 48 Portál ČHMÚ : Historická data: Počasí: Základní informace. Portál ČHMÚ: Home: Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace>
- 49 Brno - oficiální web statutárního města Brna. Dostupné z: <https://www.brno.cz/uvodni-strana/>
- 50 Data AIM v grafech. 302 Found. Dostupné z: <http://pr-asu.chmi.cz:8080/IskoAimDataView/faces/viewChart.xhtml>
- 51 Zelená tramvajová trať. Dostupné z: [https://brens.cz/\\_files/200000095-622b863230/BRENS-TRAM-CZ.pdf](https://brens.cz/_files/200000095-622b863230/BRENS-TRAM-CZ.pdf)
- 52 Profil zelené tramvajové trati. Dostupné z: [https://brens.cz/\\_files/200000096-4dd744ed23/BRENS-ABSORBER.pdf](https://brens.cz/_files/200000096-4dd744ed23/BRENS-ABSORBER.pdf)
- 53 B. 3.3.1.1 Města – sídla Dostupné z: [https://www.uur.cz/principy/pap/KapitolaB%5CB3311\\_MestaSidla\\_20061206.pdf](https://www.uur.cz/principy/pap/KapitolaB%5CB3311_MestaSidla_20061206.pdf)
- 54 Noise.eea. Dostupné z: <http://noise.eea.europa.eu/>

# 15 SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek 1      Základní prostorové uspořádání měst
- Obrázek 2      Vymezení zón
- Obrázek 3      Mapa významné zeleně
- Obrázek 4      Mapa městských lesů
- Obrázek 5      Mapa brownfieldů
- Obrázek 6      Hluková mapa silniční dopravy během dne, Brno
- Obrázek 7      Členění ČR na zóny a aglomerace
- Obrázek 8      Přehled lokalit imisního monitoringu, aglomerace Brno
- Obrázek 9      Pole roční průměrné koncentrace  $PM_{10}$
- Obrázek 10      Pole roční průměrné koncentrace  $PM_{2,5}$
- Obrázek 11      Tři principy udržitelného rozvoje
- Obrázek 12      Vybrané pozorované lokality
- Obrázek 13      Vybrané pozorované lokality
- Obrázek 14      Hlukoměr CESVA
- Obrázek 15      Měřič suspendovaných částic Sensidyne
- Obrázek 16      Tratě s nízkou vegetací a travním kobercem
- Obrázek 17      Tratě s nízkou vegetací a sukulenty - rozchodníky
- Obrázek 18      Tráva
- Obrázek 19      Sukulent
- Obrázek 20      Trať s vysokou vegetací



- Obrázek 21 Trať s kombinovanou vegetací
- Obrázek 22 Trať s kombinovanou vegetací
- Obrázek 23 Navrhované úseky
- Obrázek 24 Příčný řez zelenou tratí

## 16 SEZNAM GRAFŮ

- Graf 1 Lidské sluchové pole
- Graf 2 Graf teplotních rozdílů v městském prostředí
- Graf 3 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací  $PM_{10}$ , aglomerace Brno
- Graf 4 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací  $PM_{2,5}$ , aglomerace Brno
- Graf 5 Hladina akustického tlaku běžných aktivit
- Graf 6 Hluk – červen 8.00 hod
- Graf 7 Hluk – červen 12.00 hod
- Graf 8 Hluk – červen 17.00 hod
- Graf 9 Hluk – červenec 8.00 hod
- Graf 10 Hluk – červenec 12.00 hod
- Graf 11 Hluk – červenec 17.00 hod
- Graf 12 Hluk – srpen 8.00 hod
- Graf 13 Hluk – srpen 12.00 hod
- Graf 14 Hluk – srpen 17.00 hod
- Graf 15 Hluk – září 8.00 hod
- Graf 16 Hluk – září 12.00 hod

Graf 17	Hluk – září 17.00 hod
Graf 18	Hluk – říjen 8.00 hod
Graf 19	Hluk – říjen 12.00 hod
Graf 20	Hluk – říjen 17.00 hod
Graf 21	Hluk – červen – Špilberk v průběhu dne
Graf 22	Hluk – červenec – Špilberk v průběhu dne
Graf 23	Hluk – srpen – Špilberk v průběhu dne
Graf 24	Hluk – září – Špilberk v průběhu dne
Graf 25	Hluk – říjen – Špilberk v průběhu dne
Graf 26	Hluk – červen – Lužánky v průběhu dne
Graf 27	Hluk – červenec – Lužánky v průběhu dne
Graf 28	Hluk – srpen – Lužánky v průběhu dne
Graf 29	Hluk – září – Lužánky v průběhu dne
Graf 30	Hluk – říjen – Lužánky v průběhu dne
Graf 31	Hluk – červen – Moravské náměstí v průběhu dne
Graf 32	Hluk – červenec – Moravské náměstí v průběhu dne
Graf 33	Hluk – srpen – Moravské náměstí v průběhu dne
Graf 34	Hluk – září – Moravské náměstí v průběhu dne
Graf 35	Hluk – říjen – Moravské náměstí v průběhu dne
Graf 36	Hluk – červen – Úvoz v průběhu dne
Graf 37	Hluk – červenec – Úvoz v průběhu dne

Graf 38	Hluk – srpen – Úvoz v průběhu dne
Graf 39	Hluk – září – Úvoz v průběhu dne
Graf 40	Hluk – říjen – Úvoz v průběhu dne
Graf 41	Sledované lokality PM <sub>10</sub>
Graf 42	Hodinový průměr PM <sub>10</sub>
Graf 43	PM <sub>10</sub> - Sledované lokality v průběhu dnů
Graf 44	Počet dnů překračující imisní limit
Graf 45	Srážkový úhrn 2018 JM kraj

## 17 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Charakteristika aglomerace Brno
Tabulka 2	Imisní monitoring, Brno
Tabulka 3	Imisní limity pro ochranu zdraví a maximální počet jejich překročení
Tabulka 4	Imisní limity pro ochranu ekosystémů a vegetace
Tabulka 5	Imisní limity pro ochranu zdraví – celkový obsah v částicích PM <sub>10</sub>
Tabulka 6	Imisní limit pro troposférický ozón
Tabulka 7	Základní limity pro venkovní a vnitřní hluk
Tabulka 8	Úhrn evaporace a retence vody

# 18 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

FAST Fakulta stavební

VUT Vysoké učení technické

NPSE Národní program snižování emisí

PZKO Programy zlepšování kvality ovzduší

ČHMÚ Český hydrometeorologický ústav

ÚP Územní plán

ÚPD Územně plánovací dokumentace

VP Veřejné prostranství

VMO Velký městský okruh

Viz Sloveso „vidět“ v rozkazu, které má funkci odkazovací

aj. A jiné

os. Osob

obr. Obrázek

tab. Tabulka