

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Michaela PLHÁKOVÁ

**Hodnocení kvality MHD v Olomouci optikou vybraných
environmentálních a energetických faktorů**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Martin Bárta

Olomouc 2023

Bibliografický záznam

Autor (osobní číslo):	Michaela Plháková (R19651)
Studijní obor:	geografie pro vzdělávání
Název práce:	Hodnocení kvality MHD v Olomouci optikou vybraných environmentálních a energetických faktorů
Title of thesis:	Evaluation of public transport quality in Olomouc through selected environmental and energetic factors
Vedoucí práce:	Mgr. Martin Bárta
Rozsah práce:	63 stran
Abstrakt :	Tato práce se zabývá problematikou městské hromadné dopravy se zřetelem na její působení na environmentální faktory, jako je například ovzduší a hluk. Část práce je zaměřena na spotřebu energie za Dopravní podnik města Olomouce. Součástí je SWOT analýza a komparace hromadné dopravy v Olomouci s obdobně velkým městem.
Klíčová slova:	Olomouc, doprava, ovzduší, hluk, spotřeba energie
Abstract:	The aim of this thesis is to look at the issue of urban public transport, taking into account its effects on environmental factors such as air and noise. Part of this thesis is focused on energy consumption of the Transport Company of the City of Olomouc. The thesis also includes a SWOT analysis and comparison of mass transport in Olomouc with a similarly sized city.
Keywords:	Olomouc, transport, air, noise, energetic consumption

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala samostatně a veškerá použitá literatura a internetové zdroje jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne:

.....

podpis

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, panu Mgr. Martinovi Bártovi za ochotu, věnovaný čas a veškeré rady, které mi při zpracování této práce předal. Dále bych chtěla poděkovat rodině a přátelům za jejich neuvěřitelnou podporu.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Michaela PLHÁKOVÁ**
Osobní číslo: **R19651**
Studijní program: **B0114A330002 Geografie pro vzdělávání**
Studijní obor: **Geografie pro vzdělávání maior**
Přírodopis a environmentální výchova se zaměřením na vzdělávání minor
Téma práce: **Hodnocení kvality MHD v Olomouci optikou vybraných environmentálních a energetických faktorů**
Zadávající katedra: **Katedra geografie**

Zásady pro vypracování

Práce se bude zabývat vytvořením metodiky hodnocení efektivity MHD v Olomouci založené na významných environmentálních faktorech, jako je například ovzduší a hluk, a také vybraných energetických ukazatelů. V úvodní části se představí charakteristiky dopravní sítě a vozového parku provozované dopravním podnikem města Olomouc. Poukáže se na jiné alternativy v hromadné dopravě. Část výzkumu bude zahrnovat rovněž dotazníkové šetření a jeho následné vyhodnocení. Práce bude obsahovat četné mapové výstupy, tabulky a grafy.

Rozsah pracovní zprávy: **5 000 – 8 000 slov**
Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

BUTTON, K., BANISTER, D., ed. *Transport, the Environment and Sustainable Development*. Dotisk. Routledge, 2015. ISBN 041917870.
DRDLA, P. (2005): *Technologie a řízení dopravy – městská hromadná doprava*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 136 s. ISBN 80-719-4804-7.
GIULIANO, G. (c1998): *Urban Travel Pattern*. In: HOYLE, B., KNOWLES, R. ed.: *Modern transport geography*. 2nd, rev. ed. Chichester: John Wiley, 115–134 s.
LIBERKO, Miloš. *Hluk v prostředí: problematika a řešení* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004. ISBN 80-721-2271-1.
MOJŽIŠ, Vlastislav, Milan GRAJA a Pavel VANČURA. *Integrované dopravní systémy*. Praha: Powerprint, 2008. ISBN 978-80-904011-0-5.
NOVÁK, Jiří, a kolektiv. *Doprava, životní prostředí a politika*, 1. vyd. Brno: Český a Slovenský dopravní klub, 1993, 81 s. ISBN 80-901339-2-4.
SIMPSON, B. *Urban Public Transport Today* [online]. Routledge, 2003, 232 s. ISBN 9781135825393.
ŠKAPA, Petr. *Doprava a životní prostředí I*, 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2003, 113 s. ISBN 80-248-0433-6.
TOUŠEK, Václav, Josef KUNC a Jiří VYSTOUPIL. *Ekonomická a sociální geografie*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008. ISBN 978-80-7380-114-4.
Transport, Environment and Health [online]. 89. 2000. ISSN 0378-2255. Dostupné z: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/107336/E72015.pdf>

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Martin Bárta**
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: 29. ledna 2021
Termin odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2022

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

prof. RNDr. Marián Halás, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 29. ledna 2021

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Charakteristika statutárního města Olomouce	10
3. Město Olomouc a její možnosti v dopravě	11
3.1. Silniční doprava.....	11
3.2. Železniční doprava.....	12
3.3. Letecká doprava	14
3.4. Městská hromadná doprava	15
4. Doprava ve vztahu k environmentálním faktorům.	16
4.1. Ovzduší.....	17
4.2. Hluk	22
5. Doprava ve vztahu k energetickým faktorům	27
5.1. Zdroje energie	27
5.1.1. Neobnovitelné zdroje energie	28
5.1.2. Obnovitelné zdroje energie	30
5.2. Alternativní paliva	32
6. Představení dopravního podniku města Olomouce	34
6.1. Tramvajový provoz.....	35
6.2. Autobusový provoz	36
7. Spotřeba pohonných hmot a energií za DPMO	42
8. SWOT analýza MHD Olomouc	47
9. Porovnání MHD Olomouc a MHD Liberec.....	49
10. Závěr.....	53
11. Summary.....	55
12. Seznam zdrojů.....	57
13. Přílohy	62

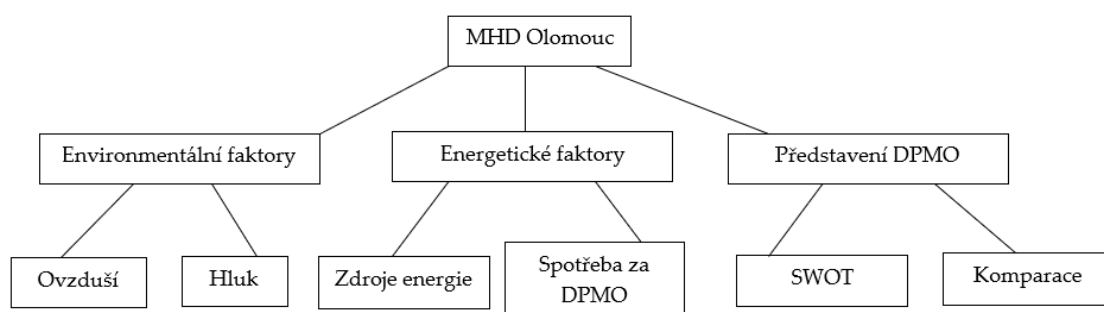
1. Úvod

Pokrok a rozvoj znatelný ve všech socioekonomických sférách určuje tempo, jakým společnost žije. To se neodmyslitelně týká i dopravy. V obecné rovině je doprava neodmyslitelnou součástí moderní doby, a tudíž je důležitý i její patřičný rozvoj. To s sebou však přináší i jistá negativa, jelikož vše má své zápory. Kvůli rozvinuté dopravní infrastruktuře se zvětšuje i hustota provozu, což vede k nárůstu vypouštěných škodlivých látek do ovzduší, které nepříznivě ovlivňují životní prostředí, ale i růst spotřeby energie. V neposlední řadě doprava poškozují i další faktory jako vodu, půdu, krajinu, ale také narušuje okolí svým hlukem a vibracemi. Z toho důvodu je třeba tyto negativní vlivy regulovat.

Téma práce je Hodnocení kvality MHD v Olomouci optikou environmentálních a energetických faktorů. Tohle téma si autorka zvolila z toho důvodu, že jde o vhodné propojení oblastí, které spolu úzce souvisí a problematika péče o životní prostředí je aktuálním tématem.

Hlavní cíl práce spočívá v rešerši vybraných relevantních zdrojů a publikací, které se týkají environmentalistiky a energetiky se zaměřením na městskou hromadnou dopravu a následný rozbor výročních zpráv Dopravního podniku města Olomouce z období posledních dvou dekad doplněn o doprovodné tabulky a grafy.

V návaznosti na hlavní cíl práce jsou zvoleny i následující cíle dílčí. Součástí práce je SWOT analýza městské hromadné dopravy v Olomouci, která vychází z poznatků této bakalářské práce a ze *Strategického plánu rozvoje města Olomouce*. Shrnutí analýzy je obsaženo v závěru. Následuje komparace MHD v Olomouci s MHD v Liberci, jelikož má toto město obdobnou rozlohu a populaci.

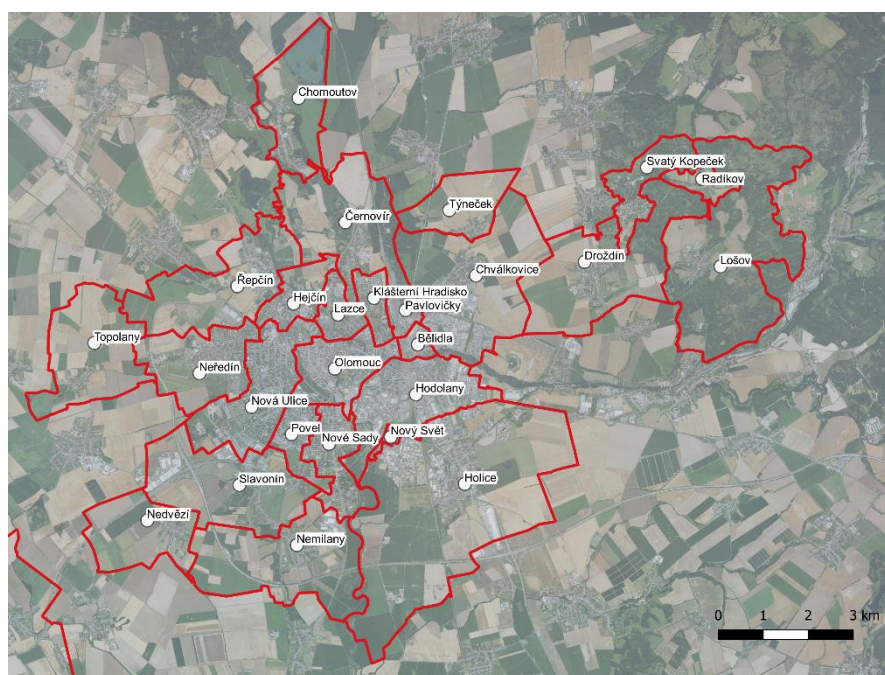


Obr.1: Analýza základních témat, o která se bakalářská práce opírá (Zdroj: Vlastní zpracování v programu Microsoft Word)

2. Charakteristika statutárního města Olomouce

Město Olomouc je krajským městem Olomouckého kraje. Olomoucký kraj se rozprostírá ve střední části Moravy a je členěn na 5 okresů (Jeseník Olomouc, Prostějov, Přerov, Šumperk). Katastrální výměra Olomouce činí 103,33 km² z celkové výměry kraje 5 217,54 km². Olomouc má celkem 26 městských částí, například Řepčín, Hejčín, Lazce nebo Nová Ulice. K roku 2021 žilo v Olomouci 99 496 obyvatel, z toho 47 323 mužů a 52 137 žen. Město nese status správního obvodu obce s rozšířenou působností a správní obvod obce s pověřeným obecním úřadem a je současně sídlem Krajského úřadu Olomouckého kraje (ČSÚ, 2022).

Olomouc se nachází ve východní části území České republiky v protáhlé sníženině Hornomoravského úvalu, na soutoku řek Moravy a Bystřice. Díky své výhodné poloze je tak vyhlášenou úrodnou oblastí zvanou Haná. Vzhledem ke své bohaté historii, kultuře či starobylé univerzitě patří mezi významná města České republiky (Profil města Olomouce, 2020).



Obr. 2: Městské části města Olomouce (Zdroj: Vlastní zpracování v QGIS)

3. Město Olomouc a její možnosti v dopravě

Kapitola je zaměřena na možnosti v dopravě ve městě Olomouci. Sice je tato bakalářská práce zaměřena na městskou hromadnou dopravu vzhledem k environmentálním a energetickým faktorům, nesmíme však opomenout i ostatní zdroje dopravy, které neodmyslitelně ovlivňují výše zmíněné faktory.

V současné době je pro Olomouc zásadní doprava silniční a železniční v souvislosti s přepravou nákladů a osob. Ostatní doprava (letecká, cyklistická, vodní ...) slouží spíše k rekreačním a turistickým účelům (Profil města Olomouce, 2020).

3.1. Silniční doprava

Silniční doprava zastupuje nejdůležitější a nejvyužívanější druh pozemní dopravy. Vliv silniční dopravy nepříznivě ovlivňuje životní prostředí, což se značně projevuje v produkci emisí, vyšší hlukovou intenzitou či v záboru půdy, při výstavbě a modernizaci silniční a dálniční sítě (Zatloukal, 2022).

Důležité silniční sítě v Olomouci

Přes Olomouc vede několik významných dopravních úseků, které přispívají k rozvoji města. Díky provázané infrastruktuře se tak město stává dostupnějším, a to může napomáhat místní ekonomice.

Dálnice D35 (Úlibice – Hradec Králové – Moravská Třebová – Mohelnice – Olomouc – Lipník nad Bečvou)

Tento dálniční úsek o celkové délce 210 km, z toho je 63 km v provozu, 15 km ve výstavbě a 132 km v přípravě, bude po dokončení v oblasti Hradec Králové – Mohelnice společně s dálnicí D11 spojoval Čechy, Moravu a Slezsko. Tohle spojení tak sníží vytížení na dálnici D11 (České dálnice, 2022).

Dálnice D55 (Olomouc – Přerov – Hulín – Břeclav)

Dálnice D55 tvoří důležitý spoj mezi Olomouckým, Zlínským a Jihomoravským krajem. Propojuje Olomouc s Přerovem, Hulínem a Otrokovicemi (Koňářiková, 2017).

Celková délka dálnice je 101 km, z toho je 18 km v provozu, 1 km v provozu má podobu čtyřproudé silnice I. Třídy I/55, 3 km ve výstavbě a 79 km v přípravě (České dálnice, 2022).

Dálnice D46 (Vyškov – Olomouc)

Bývalá rychlostní silnice R46, dle nového pojetí dálniční sítě nese název dálnice D46. Jedná se o zcela dokončenou, čtyř proudovou dálnici (Koňářiková, 2017). Začíná na mimoúrovňové křižovatce Vyškov s dálnicí D1. Celková délka provozu činí 38 km (České dálnice, 2022).

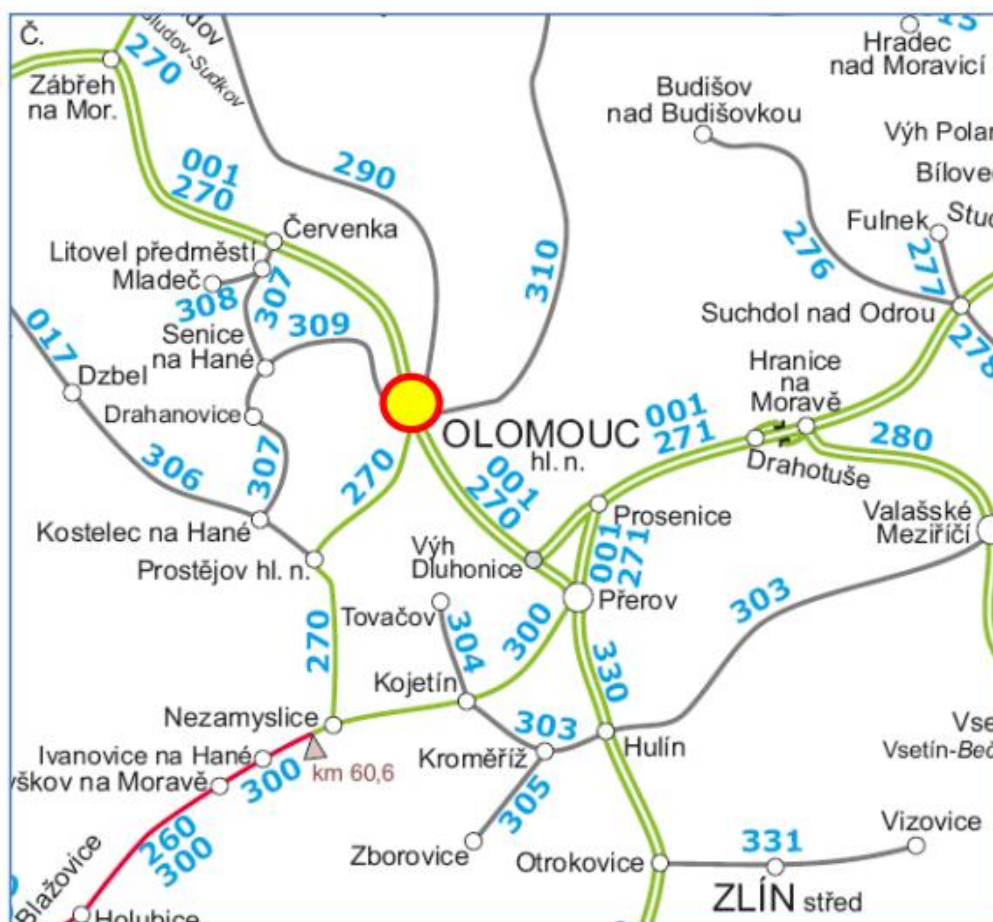
3.2. Železniční doprava

Železniční doprava má důležitou pozici v osobní a nákladní přepravě nejen v Olomouci, ale v celém Olomouckém kraji. Za kladné stránky železniční dopravy může být považována rychlejší přeprava v porovnání s ostatními druhy pozemní dopravy. Další výhodou je šetrnější dopad na životní prostředí, co se týče vibrací, hluku a nižší produkce odpadních látek vypouštěných do okolí. Jako záporné vlastnosti je na místě označit hledání vyhovujících lokalit pro budování železniční sítě a náročnější opravy zastaralých tratí (Koňářiková, 2017).

Významné železniční tratě vedoucí přes Olomouc

- **Trať 001:** Praha – Česká Třebová – Přerov – Bohumín (dálková doprava)
- **Trať 270:** Šumperk – Zábřeh na Moravě – Přerov, Olomouc – Nezamyslice
- **Trať 271:** (Olomouc -) Přerov – Bohumín, Mošnov, Ostrava Airport – Studénka
- **Trať 290:** Olomouc – Šumperk

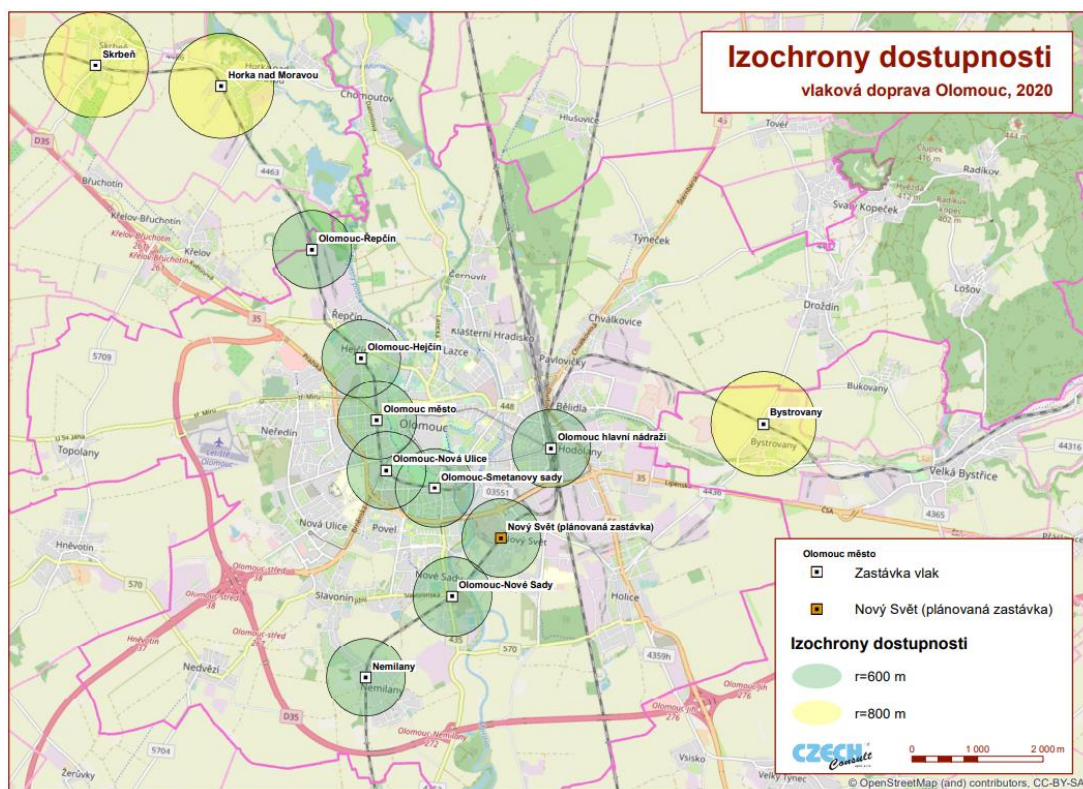
- **Trať 309:** Olomouc – Drahanovice
- **Trať 310:** Olomouc – Opava, Rýmařov, Valšov (Matras, 2020)



Obr. 3: Schéma železniční sítě vedoucí přes Olomouc (Zdroj: Matras, 2020)

Regionální spoje

V rámci dopravní obslužnosti na území města Olomouce a v jeho širším okolí, železniční doprava úzce spolupracuje s městskou hromadnou dopravou. Na území města a v celé zóně 71 funguje jedenáct zastávek železničního provozu v návaznosti na MHD: Bystrovany, Horka nad Moravou, Nemilany, Olomouc hlavní nádraží, Olomouc město, Olomouc-Hejčín, Olomouc-Nová Ulice, Olomouc-Nové Sady, Olomouc-Řepčín, Olomouc-Smetanovy sady a Skrbeň (Matras, 2020).



Obr. 4: Rozmístění vlakových zastávek v zóně 71 (Zdroj: Matras, 2020)

3.3. Letecká doprava

Historie olomouckého letiště v městské části Neředín sahá až do roku 1915, kdy vzniklo pouze pro účely vojenských cvičení. O tři roky později, v roce 1918, nařídilo Ministerstvo národní obrany změnu na letiště. Stalo se tak jedním z prvních důležitých letišť v tehdejší Československu.

Pro rozvoj letecké dopravy v Olomouci bylo významné otevření civilního letiště Olomouc-Holice v roce 1937. Byla zde zřízena pravidelná linka Praha – Olomouc. Po ukončení civilního letiště v Holici se veškerá letecká činnost přestěhovala do Neředína.

V současnosti je olomoucké letiště v majetku města Olomouce a správcem je Hanácký letecký klub Olomouc. Na letišti je zajištěn provoz pro aeroklub i pro soukromé provozovatele. Osobní letecká doprava v Olomouci není provozována. Nejbližší letiště pro osobní přepravu jsou v Brně nebo Ostravě (Letiště Olomouc, 2022).

3.4. Městská hromadná doprava

Městská hromadná doprava je veřejná činnost, fungující na určené trase s účelným přemísťováním osob a hmotných předmětů v předpokládaných objemových souvislostech, jako jsou přepravní kapacity, v určitém prostoru a čase, za použití vhodných dopravních prostředků a technologií.

Ve srovnání s jinými dopravami, za účelem přepravy osob, má MHD jiné charakteristické přepravní znaky. Provoz je zřizován v menší zájmové oblasti, kdy je přepravováno velké množství osob. Mezi základní charakteristické znaky MHD jsou řazeny:

- **Dopravní a přepravní nerovnoměrnosti během dne**, vznikají dopravní špičky a sedla. Dopravní špičky se nejčastěji odvíjejí od pracovní doby podniků a výuky ve školách.
- **Periodický charakter** je dán množstvím cestujících. Intervaly dopravních prostředků na linkách jsou upravovány podle dopravních špiček a přizpůsobovány nočnímu provozu, kdy jsou intervaly provozu obvykle delší.
- **MHD má podobu kyvadlové dopravy**. Na dané lince jsou spoje provozovány mezi konečnými zastávkami.
- **Krátké vzdálenosti mezi zastávkami** – u tramvajového provozu jsou zpravidla vzdálenosti menší oproti provozu autobusovému.
- **Charakteristické znaky vozidel MHD** (široké dveře s dálkovým ovládáním, nízkopodlažnost, velké zrychlení a zpomalení vozidel aj.).

Další důležité znaky: citlivost na poruchy a nerovnoměrnosti, dispečerské řízení, jednotnost dopravního systému, jednotný tarifní systém a tarifní jednoduchost (Drdla, 2005).

V roce 2004 bylo rozhodnuto Radou města Olomouce o začlenění dopravního systému Olomoucka (IDOS) do Integrovaného dopravního systému

Olomouckého kraje (IDSOK). Dále došlo ke změně pásmového uspořádání na zónové uspořádání. Území města Olomouce a obcí Bukovany, Bystrovany, Horka nad Moravou, Křelov-Břuchotín, Samotišky a Skrbeň byly zahrnuty do zóny 71. V této zóně došlo i k rozšíření počtu linek a úpravě tarifu (DPMO, 2022).

4. Doprava ve vztahu k environmentálním faktorům.

Provozování dopravních prostředků a údržba dopravních cest značně zatěžují životní prostředí. Vliv jednotlivých druhů dopravy se různou měrou liší svým dopadem na jednotlivé aspekty životního prostředí. Doprava ovlivňuje především tyto hlavní složky životního prostředí:

- Ovzduší
- Hluk
- Vibrace
- Voda
- Krajina a příroda

Současná environmentální politika se zabývá nejen ochranou výše uvedenými složkami životního prostředí, ale především integrovanou ochranou životního prostředí, využíváním obnovitelných a neobnovitelných zdrojů energií, regulací vzniku odpadů a jejich následnou recyklací. V neposlední řadě je důležitým bodem i regulace ekologických rizik v souvislosti s následky výrazného poškozování životního prostředí (Škapa, 2003).

Z právního hlediska je stěžejní zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí. „Zákon vymezuje základní pojmy a stanoví základní zásady ochrany životního prostředí a povinnosti právnických a fyzických osob při ochraně a zlepšování stavu životního prostředí a při využívání přírodních zdrojů; vychází přitom z principu trvale udržitelného rozvoje.“ (Zákony pro lidi, 2022).

Následující část práce bude podrobněji zaměřena na ovzduší a hluk.

4.1. Ovzduší

Spotřeba energie, nejen v oblasti dopravy, má za následek uvolňování tuhých, kapalných a plyných látek, které znečišťují ovzduší. Znečišťující látky přímo v ovzduší, po chemické či fyzikální změně, nebo po reakci s jinou látkou, ohrožují zdraví člověka a ostatních organismů, zhoršují kvalitu životního prostředí nebo mohou poškozovat majetek. Podíl na zhoršování kvality ovzduší má také světelné znečištění ovzduší (Škapa, 2003).

Hollan (2004) ve své zprávě popisuje světelné znečištění jako takové narušení přirozeného stavu prostředí, kdy se světlo stává v prostředí látkou zcela nadbytečnou. Zdroje tohoto typu znečišťování z dopravy mohou být: osvětlení dálnic, křižovatek, parkovišť, dopravní terminály a koridory nebo světlomety dopravních prostředků.

Monitoringem kvality ovzduší v České republice se zabývá Český hydrometeorologický ústav. Každoročně jsou poté zveřejňovány informace o kvalitě ovzduší za uplynulý rok (ČHMÚ, 2022).

Emise

Emise jsou látky, které jsou do atmosféry vypouštěny přímo ze zdroje znečišťování. Jejich množství se udává nejčastěji v hmotnostních jednotkách, za určitý časový úsek, například g/rok. Nejvíce emisí vzniká v dopravě a těžkém průmyslu. V momentu, kdy je emise v kontaktu s životním prostředím, nazýváme ji imisí (Žáček, 2012).

V místech větší koncentrace průmyslových zón bude tedy převahovat množství emisí vyprodukovaných z průmyslové výroby. Z toho důvodu není tak podstatné se zabývat snižováním emisí, které jsou způsobeny dopravou. Mezi nejvýznamnější průmyslové zóny v Olomouci patří například zóna Šlechtitelů, Železniční, Keplerova nebo Technologický park Olomouc. V druhém případě, v oblastech, kde průmysl není natolik rozšířen jsou emise z dopravy

hlavním zdrojem znečišťování ovzduší. V tomto případě by bylo na místě hledat vhodná řešení, jak množství těchto škodlivin omezit.

Emise v dopravě vznikají:

- Spalováním fosilních paliv
- Při provozu dopravních prostředků v závislosti na charakteru a kvalitě dopravních cest
- Při opravách a údržbě vozidel
- Při skladování pohonných hmot
- Při brzdění (Burešová, 2009).

U tramvajového provozu vznikají emise v místě výroby elektrické energie, díky které jsou vozidla poháněna. U vozidel, která fungují na principu spalovacích motorů, dochází ke vzniku emisí přímo v místě provozu (Žáček, 2012). V tabulce níže je přehled vybraných emisních látek způsobených dopravou.

Tab. 1: Emise způsobené dopravou a jejich vliv na zdraví

název	značka	negativní dopady
Oxid uhelnatý	CO	blokuje přenos kyslíku krví
Oxidy dusíku	NO _x	Zvyšují riziko onemocnění dýchacích cest, přímo ovlivňují nervovou soustavu
Polycyklické aromatické uhlovodíky	PAU	Rychle pronikají tkáněmi do dýchací, trávicí a kožní soustavy, jsou mutagenní a
Prachové částice	PM	Obsahují jedovaté látky, zvyšují zánětlivá onemocnění plic
Oxid uhličitý	CO ₂	zásadně přispívá k tvorbě skleníkového efektu
Oxid siřičitý	SO ₂	podílí se na tvorbě kyselých dešťů a postihuje horní dýchací cesty u lidí
Olovo	Pb	Riziko kardiovaskulárních onemocnění a zvyšuje krevní tlak
benzen	C ₆ H ₆	bolesti hlavy, pocit únavy, zrychlený srdeční tep, ztráta vědomí až smrt

Zdroj: Fúsek, 2013 a Žáček, 2012

V tabulce číslo 2 je znázorněno množství vyprodukovaných emisí ze silniční veřejné osobní dopravy, zahrnující autobusy MHD od roku 2015 do roku 2020 v tisíci tunách.

Tab. 2: Seznam emisí ze silniční osobní dopravy včetně autobusů MHD (tis. t)

značka	název	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO ₂	oxid uhličitý	1016	995	1092	681	601	525
CO	oxid uhelnatý	1772	1588	1762	1044	768	706
NO _x	oxidy dusíku	6358	5563	6459	3851	2749	2404
N ₂ O	oxid dusný	20	20	21	13	12	11
těkavé organické látky	-	197	183	225	136	93	57
CH ₄	metan	67	72	78	83	82	89
SO ₂	oxid siřičitý	6	6	7	4	3	3
pevné částice	-	204	192	223	134	103	77

Zdroj: Ročenka dopravy 2020

Index kvality ovzduší

Index kvality ovzduší je využíván k vyhodnocování míry znečištění ovzduší. Index tak znázorňuje důležité hodnoty o kvalitě ovzduší, které mohou být užitečné pro lidi se zdravotními obtížemi nebo může vést k opatřením pro zlepšení kvality ovzduší, při dlouhodobějších koncentracích škodlivých látek (Stejskalová, 2008). Index kvality ovzduší se dle Českého hydrometeorologického ústavu stanovuje dle tříhodinových klouzavých koncentrací oxidu siřičitého (SO₂), oxidu dusičného (NO₂) a suspendovaných částic (PM₁₀). K tomu v letním období tříhodinové klouzavé koncentrace přízemního ozonu (O₃). Kvalita ovzduší je v Olomouci měřena ve dvou lokalitách, a to Olomouc-Hejčín a Olomouc Šmeralova. (ČHMÚ, 2020)

Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO)

Registr emisí a zdrojů znečišťování eviduje data o množství emisí vypouštěných do ovzduší v souladu se Zákonem o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., správu registru má na starost Český hydrometeorologický úřad. Tato

databáze archivuje data o stacionárních a mobilních zdrojích znečišťování ovzduší, které jsou rozděleny do 4 kategorií (ČHMÚ, 2022).

REZZO 1 a 2 – zahrnuje stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném příkonu převyšujícím hodnotu 0,3 MW, spalovny odpadů a jiné zdroje. Zdroje jsou sledovány jednotlivě.

REZZO 3 – tato kategorie se stará o stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném příkonu do 0,3 MW. Jedná se o hromadně sledované zdroje znečišťování, jako například vypočtené emise z údajů výrobních a energetických statistik, vypočtené emise ze sčítání dopravy a registru vozidel, emise z lokálního vytápění domácností, z plošného použití rozpouštědel a ze skládek odpadů.

REZZO 4 – kategorie hromadně eviduje mobilní zdroje znečišťování, konkrétně emise z dopravy silniční, železniční, letecké a vodní, spolu s emisemi z nesilničních zdrojů jako například stavební stroje, vozidla armády apod. (Dvořáková, 2020).

Emisní limity dle Euro norem

Emisní limity jsou obecně minimální požadavky na vozidla nebo paliva, vymahatelné státem. Poprvé byly emisní standardy zavedeny ve Spojených státech amerických roku 1975 pod názvem CAFE normy (Corporate Average Fuel Economy). Obdobou CAFE norem byly zavedeny na území Evropy EURO normy, fungující od roku 1992. Evropské emisní standardy jsou pravidelně aktualizované směrnice, které stanovují minimální hodnoty vybraných emisí nových vozidel a jsou zhruba dvakrát přísnější než americké CAFE normy. V současné době platí pro zážehové a vznětové motory norma EURO 6, v přípravách je norma EURO 7. Jednotlivé normy jsou znázorněny v tabulkách číslo 3 a 4 (Brůhová F., 2009).

Tab. 3: Normy EURO pro zážehové motory nových vozidel

emisní limit	platnost od	CO (mg/km)	HC (mg/km)	Nox (mg/km)	HC+Nox (mg/km)	PM (mg/km)
EURO 1	1992	2720	-	-	-	-
EURO 2	1996	2200	-	-	-	-
EURO 3	2000	2300	200	150	-	-
EURO 4	2005	1000	100	80	-	-
EURO 5	2009	1000	100	60	-	5
EURO 6	2014	1000	100	60	-	5

Zdroj: Brůhová F., 2009

Tab. 4: Normy EURO pro vznětové motory nových vozidel

emisní limit	platnost od	CO (mg/km)	HC (mg/km)	Nox (mg/km)	HC+Nox (mg/km)	PM (mg/km)
EURO 1	1992	2720	-	-	970	140
EURO 2	1996	1000	-	-	700	80
EURO 3	2000	640	-	500	560	50
EURO 4	2005	500	-	250	300	25
EURO 5	2009	500	-	180	230	5
EURO 6	2014	500	-	80	170	5

Zdroj: Brůhová F., 2009

4.2. Hluk

Zvuk je nepostradatelnou součástí života. Je základem řeči a příjmu informací. V obecné rovině je zvuk kmitání částic, které je nebo nemusí být v pásmu slyšitelnosti člověka. Silné zvukové projevy nebo pravidelné zvýšené koncentrace zvuku mohou vyvolávat nepříjemné až škodlivé účinky. Tento nežádoucí zvuk je poté označován jako hluk. Akustické prostředí se vyznačuje širokou škálou a proměnlivostí zvuků. Téměř každý zvuk se v určitých podmínkách může stát hlukem, který člověka ruší, nebo přímo škodí jeho zdraví. Při posuzování negativních vlivů hluku rozhoduje intenzita a jeho délka trvání (Škapa, 2003).

Základními fyzikálními veličinami pro kvantifikaci zvuku jsou:

- Akustický tlak [Pa],
- Akustická rychlost [m.s⁻²],
- Frekvence [Hz],
- Intenzita zvuku [W.m⁻²]

Nejčastěji využívaný pojem v praxi je **hladina akustického tlaku** s jednotkou decibel (dB) (Škapa, 2003). Nejnižší hodnotu akustického tlaku, kterou dokáže lidské ucho zaznamenat je tzv. práh slyšení. Naopak takovou změnu, při které ještě nevzniká pocit bolesti v uších, vyznačuje pojem práh bolesti. V tabulce číslo 5 je přehled vybraných příkladů intenzity zvuku v rozmezí 0 dB až 130 dB (Králová, 2022).

Tab. 5: Příklady vnímání hluku člověkem

příklad	hodnota (dB)
práh slyšení	0
ševelení listů	10
šepot	30
hlasitý hovor na 1 m	50
pouliční hluk při silném provozu	80
motocykl	90
velmi silná hudba	100
rockový koncert	110
práh bolesti	120
proudový motor	120

Zdroj: Králová, 2022

Nepříznivé zdravotní účinky hluku

Hluk prokazatelně ovlivňuje zdraví člověka a může vést ke zhoršování zdravotního stavu. Účinky hluku se nejvíce projevují na poškozování sluchového aparátu, ovlivňuje kardiovaskulární a imunitní systém a také narušuje kvalitu spánku. V některých případech může nadměrné působení hluku spouštět či urychlovat nemoci. Nejvíce rizikovou skupinou vůči nadměrnému působení hluku jsou senioři a zejména malé děti v období osvojování řeči. Co se týče spánku, jeho kontinuální narušování může vést ke zvyšování krevního tlaku, zrychlení srdečního pulsu, nebo ke změnám dýchání. Změny zapříčiněny vyšší hlukovou zátěží se mohou projevovat i ve dne, například zhoršenou náladou, snížením výkonů, bolestmi hlavy nebo zvýšenou únavou (Liberko, 2004).

Hluk v dopravě

Největším zdrojem hlukové zátěže je doprava, především ve velkých městech. Nejvýrazněji se na hluku podílí doprava automobilová, kolejová a letecká. Negativním účinkům hluku z dopravy jsou nejvíce vystaveni lidé žijící v blízkosti vytížených komunikací, křižovatek a letišť. Dalšími zdroji nadměrné hlukové zátěže je průmysl a aktivity obyvatel, které souvisí s trávením volného času (rádia, televize, hudební nástroje). Hladina hluku vyvolána dopravními prostředky závisí na mechanickém výkonu motoru, na rychlosti vozidla, na

režimu práce motoru, na technickém stavu vozidla, na kvalitě vozovky, na okolní zástavbě nebo na povětrnostních podmínkách (Švarcr, 2011). Povolená hodnota akustického tlaku uvnitř tramvaje, která je tvořena jízdou vozidla činí 82 dB. (Žáček, 2012)

Zdroje hluku tramvajové dopravy

Prvním zdrojem hluku způsobeným tramvajovou dopravou je **hluk od hnací jednotky**. U tramvají je zdrojem elektrická trakční energie, jejíž zvukové emise jsou nižší, než například u zážehových či vznětových motorů. Jako další zdroj je hluk vznikající na styku kola a kolejnic. **Valivý zvuk** vzniká vzájemným působením nerovností mezi zmíněnými složkami. Aby se předešlo tomuto typu hluku, je důležité udržovat povrchy kolejnic stále hladké. **Impaktní zvuk** vzniká v okamžiku, kdy tramvaj přejíždí přes mezeru a dojde ke ztrátě kontaktu mezi dvojkolím a kolejnicí. Po přejetí takové nerovnosti vznikne náraz tvořící hluk. **Kvílivý zvuk** je nejtypičtějším zdrojem hluku tramvajové dopravy. Tento hluk je vyvoláván kroucením tramvajové soupravy při průjezdu na trase s oblouky.

Opatření pro snižování hluku mohou být provedena přímo u zdroje hluku udržováním dobrého stavu kolejnic a tramvajových vozů (využití pryží odpružených kol), aplikací tlumících systémů zvaných bokovnice nebo za pomoci kompozitních tlumičů, které tlumí hluk a vibrace. Takové tlumiče jsou určeny pro všechny typy kol. Další variantou je výstavba betonových protihlukových stěn, které částečně hluk pohlcují a odrážejí (Prokopová, 2013).

Hlukové mapy

Na základě směrnice Evropského parlamentu je Česká republika jako člen Evropské unie povinna vytvářet akční plány (AP), které navazují na Strategické hlukové mapy (SHM). Ty se pořizují v pravidelných intervalech pro hluk v okolí stanovených hlavních pozemních komunikací, hlavních železničních tratích, hlavních letišť, v aglomeracích a v hlavních průmyslových oblastech. Na

hlukové mapy navazují akční plány, které navrhnou opatření na snížení hluku v nejproblematictějších oblastech, určených podle SHM. Strategické hlukové mapy jsou zpracovávány Ministerstvem zdravotnictví České republiky a jsou veřejně přístupné v elektronické podobě na geoportálu ministerstva (MZČR, 2022). Na přiloženém obrázku číslo 5 je ukázka výřezu Strategické hlukové mapy aglomerace Olomouc. Mapy jsou zpracovány do takových detailů, kdy je možné získávat údaje o hlukové zátěži v konkrétní ulici nebo v okolí jednotlivých domů.

5. Doprava ve vztahu k energetickým faktorům

Doprava neustále zatěžuje životní prostředí čerpáním jak obnovitelných, tak neobnovitelných zdrojů energie. I přes tento kontinuální růst může být dosaženo energetických úspor cestou efektivnějších nebo levnějších energetických zdrojů. Možností je tvořit úspory energií v kombinaci s obnovitelnými zdroji energie.

Motory na fosilní paliva jsou energeticky méně výhodné oproti pohonům na elektrickou energii. Na druhé straně jsou vozidla na spalující paliva o dost levnější, jak v prvotní investici, tak provozu a pohyb vozidel není nijak zvláště omezen vzhledem k rozvinuté infrastruktuře. Dopravní prostředky využívající pro svůj provoz elektrickou energii se vyznačují vyššími pořizovacími cenami a je nutná potřebná infrastruktura, jejíž vybudování je také finančně náročné. Výhodou je ale menší energetická náročnost a větší šetrnost vůči životnímu prostředí. Nicméně i v oblasti elektrické trakční energie se dá využití energie stále optimalizovat k vyšším emisním úsporám cestou efektivního využívání infrastruktury a obnovou vozového parku (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2020).

5.1. Zdroje energie

Člověk je v úzkém kontaktu s životním prostředím. Jedná se o tu část světa, ve které dochází k nepřetržitým interakcím mezi člověkem a veškerými živými a neživými objekty, které na sebe v různé míře působí. Životní prostředí zahrnuje jak živé organismy včetně člověka, tak i základní přírodní zdroje jako jsou voda, vzduch, vítr, půda, ekosystémy a veškerý krajinný prostor. Fungování moderní společnosti závisí na přírodních zdrojích. Jedná se o část živé a neživé přírody, kterou člověk využívá ke svým činnostem. Přírodní zdroje lze rozdělit na:

- **Nevyčerpatelné** se nedají vyčerpat, ale mohou být znehodnocovány při dalším použití (např. voda).

- **Vyčerpatelné** zdroje mohou být v určitém časovém horizontu vyčerpany. Vyčerpatelné zdroje mohou být dále rozděleny na:
 - **obnovitelné** – samostatně nebo za pomoci člověka probíhá proces obnovy v přirozených podmínkách, částečně nebo úplně.
 - **neobnovitelné** – po vyčerpání zásob není obnova možná (fosilní paliva).
 - **nahraditelné** – takové zdroje, které lze nahradit jinými.

Některé přírodní zdroje s využitelným energetickým potenciálem se označují jako primární zdroje energie (Škapa, 2003).

5.1.1. Neobnovitelné zdroje energie

Neobnovitelné zdroje jsou takové zdroje, které se dají vyčerpat. Tyto látky vznikly před miliony let a jejich obnova je velmi dlouhá, kdy spotřeba převažuje nad obnovou. Mezi neobnovitelné zdroje energie patří ropa, uhlí, zemní plyn a jaderná energie (Fúsek, 2013). Následující část práce stručně popisuje ropu, uhlí a zemní plyn.

Ropa

Ropa je významný fosilní zdroj v oblasti energetiky. Má olejovitou konzistenci a skládá se z plyných, kapalných a tuhých látek. Převážnou část ropy tvoří uhlovodíky, z plynů jsou obsaženy především metan, etan, propan, butany nebo sulfan. Nachází se pod zemským povrchem, obvykle v hloubkách okolo 2 kilometrů. Mělká naleziště obsahují více ropy díky vyšší pórovitosti hornin. Těžba ropy je zajišťována navrtáváním hlubokých vrtů v kombinaci s různými typy těžení (čerpání, kontrolovaný odtok, plynový lift, vtlačení vody aj.). Ropu je možné dopravovat do místa spotřeby železničními cisternami, lodními cisternami nebo ropovody. Většina ropných ložisek byla již objevena.

Celkové zásoby ropy byly v roce 2005 odhadnuty na 164 miliard tun, což by mělo vystačit zhruba na 40 let (Blažek, 2006).

Uhlí

Uhlí je nerostné palivo vzniklé z nahromaděných odumřelých rostlinných a živočišných zbytků a jejich následným usazením za činnosti biologických a geologických procesů, bez přístupu kyslíku. Proces vzniku uhlí vyjadřuje tato zjednodušená rovnice:

$$\text{Biologický materiál (celulóza)} = \text{oxid uhličitý} + \text{voda} + \text{metan} + \text{uhlík (uhlí)}$$

Převážnou část uhlí tvoří uhlík a další příměsi. Podle obsahu uhlíku se rozlišuje několik základních druhů uhlí: lignit, hnědé uhlí, černé uhlí a antracit. Nej kvalitnější z nich je uhlí černé a antracit. Uhlí bylo jako zdroj tepla využíváno již od pravěku. Zásadní význam uhlí je spjat s průmyslovou revolucí po vynálezu parního stroje. Uhlí se tehdy stalo základním palivem i pohonnou hmotou. Dodnes je uhlí nejvýznamnějším palivem a zdrojem elektrické energie (OKD, 2022).

Zemní plyn

Zemní plyn je považován za nejčistější zdroj energie ze všech neobnovitelných zdrojů. Během jeho spalování vzniká méně škodlivin ve srovnání s ropou nebo uhlím. Zemní plyn je tvořen směsí různých plynů, největší podíl na složení má metan. Dále obsahuje jedovatý sirovodík. Pro bezpečné využití zemního plynu se za pomoci chemicko-fyzikálních metod plyn čistí. Využívání zemního plynu bylo ve světě rozšířeno o něco později než ropa a uhlí. Důvodem bylo složitější získávání suroviny a nákladnější doprava (Quaschnig, 2010).

5.1.2. Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje energie jsou takové zdroje, které jsou člověku volně k dispozici. Zásoby jsou nevyčerpatelné, nebo se dají dobře obnovovat. Zvýšení spotřeby obnovitelných zdrojů může přispívat ke zpomalení vyčerpání zdrojů neobnovitelných a oproti klasickým zdrojům nevznikají jaderné odpady a emise. Obnovitelné zdroje mají i jisté nevýhody. Zachycování energie se uskutečňuje na malých plochách, počáteční zřízení je finančně náročné a celý proces závisí na nestabilních přírodních podmínkách. Ekonomické důvody a konkurenceschopnost tradičních přírodních zdrojů jsou hlavní překážky pro jejich rozsáhlejší využití (Jakubes, 2006). V Následující části je stručně popsána energie sluneční, vody, větru a biomasy.

Sluneční energie

Sluneční záření je základním zdrojem energie pro život na Zemi a lze jej přímo využívat k výrobě elektřiny, tepla a chladu. Přeměna slunečního záření na energii může být realizována několika způsoby. K aktivní přeměně dochází za pomoci fotovoltaických článků a fototermických systémů. Vzniklá tepelná energie je dále transportována k akumulátorům tepla. Pasivní přeměna slunečního záření zahrnuje zachycování tepla na budovách za pomoci architektonických prvků, není aktivně transportována. (Jakubes, 2006).

Energie vody

Koloběh vody na Zemi a její přeměna na energii patří k nejdéle využívaným zdrojům energie. Nejběžnější způsob představuje přeměna energie vodního toku v elektrickou energii. Vodní elektrárny fungují na principu roztáčení turbíny přitékající vodou. Turbína je na hřídeli s generátorem elektrické energie. Mechanická energie se mění na elektrickou a ta může být dále odváděna do místa spotřeby. Tento princip je považován za ekonomicky výhodný. Malé vodní elektrárny představují velký zdroj energie. Oproti spalování paliv navíc neškodí

životnímu prostředí. Vodní toky jsou v České republice ve správě pěti státních podniků: Povodí Labe, Povodí Vltavy, Povodí Ohře, Povodí Moravy a Povodí Odry. Nerovnoměrně rozložený a využívaný hydroenergetický potenciál je dán hydrologickými podmínkami na území republiky. Významnou ekologickou výhodou vodních elektráren je skutečnost, že ročně může nahradit zhruba 3 miliony tun hnědého energetického uhlí (Kolektiv autorů, 2007).

Energie větru

Energie větru je obdobně jako energie vody významným zdrojem. Větrné elektrárny se na našem území začaly budovat po roce 1990. I přes méně výhodné vnitrozemské podmínky existuje i u nás několik vhodných lokalit pro instalaci větrných elektráren. V současnosti se vítr k výrobě energie využívá v moderních větrných elektrárnách, které jsou založeny na vztakovém principu. Větrné elektrárny se podle klíčových parametrů rozlišují na elektrárny malého výkonu (pro rekreační objekty, rodinné domy aj.) a elektrárny velkých výkonů k dodávání energie do veřejné sítě (Jakubes, 2006).

Energie biomasy

Biomasa je organická hmota a zároveň je nejstarším využívaným zdrojem energie obnovitelného charakteru. Efektivní využívání biomasy má minimální škodlivý dopad na životní prostředí. Hlavní zdroje biomasy jsou biomasa záměrně pěstovaná (řepka, konopí, ovsík, kostřava) a odpadní biomasa (rostlinné zbytky, odpady živočišné výroby, komunální organický odpad). Získávání energie z biomasy je uskutečňováno spalováním, pyrolýzou a zplyňováním (Škapa, 2003).

V tabulce číslo 6 je přehled spotřeby využívaných zdrojů energie v dopravě (TJ) v České republice v letech 2018 a 2019.

Tab. 6: Spotřeba energie v dopravě v ČR v roce 2018 a 2019

	2018	2019
černé uhlí	34,4	15,2
koks	9,7	7,8
hnědé uhlí	87,2	73,8
letecký benzín	0,0	0,3
letecký petrolej	62,0	50,1
automobilní benzíny	350,9	135,5
motorová nafta	45032,4	54392,4
topné oleje	57,7	63,9
zemní plyn	1429,1	1654,4
ostatní plynové deriváty	158,5	51,8
elektrická energie	7163,6	7164,9
ostatní formy energie	1032,5	939,8
celkem	55418,0	64549,9

Zdroj: Ročenka dopravy 2020

5.2. Alternativní paliva

V dnešní době jsou nejpoužívanější paliva benzín a nafta, někdy označována jako paliva konvenční. Všechny ostatní paliva a pohony spadají do kategorie alternativních paliv (Mišelnický, 2010).

Bionafta

Bionafta nové (II) generace pro dieselové motory je vyráběna z řepkového oleje reesterifikací v kombinaci s methyllalkoholem. Pro vyšší kvalitu je možné použít i další přísady. Palivo se vyznačuje lepší biologickou rozložitelností a nižší kouřivostí oproti klasické motorové naftě. Bionafta je v dnešní době běžně dostupným palivem. (Škapa, 2003).

LPG

Tato zkratka označuje pojem Liquefied Petroleum Gas, v překladu zkapalněný ropný plyn. Jedná se o chemickou směs propanu, butanu s uhlovodíky. Výhodou LPG je velká výhřevnost, jednoduché zkapalňování a při spalování jsou emisní hodnoty nižší než u konvenčních paliv. V případě úniku, se směs kontaktem se vzduchem stává výbušnou. Jistou nevýhodou je při užívání snížení výkonu motoru a zvýšení spotřeby paliva (Mišelnický, 2010).

CNG

CNG (Compressed Natural Gas) neboli stlačený zemní plyn je ekologicky i ekonomicky výhodné motorové palivo. Vozidla na principu zemního plynu produkují menší množství škodlivých a karcinogenních látek než vozidla na naftu či benzin. Použití CNG a LPG paliv vyžaduje přestavbu vozidla a výstavbu vhodných čerpacích stanic (Mišelnický, 2010).

LNG

LNG (Liquefied Natural Gas) je v překladu zkapalněný zemní plyn. Po vytěžení a zkapalnění je přepravován za pomoci speciálních tankerů. Nejčastěji je tento typ paliva využíván do autobusů a nákladních automobilů. Motory na tento typ paliva jsou často shodné jako motory CNG, rozdílem je u LPG palivová kryogenní nádrž. Hlavní výhodou zkapalněného plynu je minimální množství vzniku emisí (Mišelnický, 2010).

Použití **paliv na bázi alkoholu** není v podmínkách České republiky dostupné. Výroba v našich klimatických podmínkách k výrobě tohoto typu alternativního paliva není příznivá. Používání **vodíku** jako alternativní palivo je z ekonomického hlediska velmi náročné a je vyžadována nákladná přestavba vozidel. Nevýhodou je nebezpečí výbuchu v případě úniku (Škapa, 2003).

6. Představení dopravního podniku města Olomouce

Dopravní podnik Města Olomouce, a.s. (dále jen DPMO), je akciová společnost, která zajišťuje městskou hromadnou dopravu ve městě Olomouci a jejím okolí. Společnost vznikla v roce 1994 a jediným akcionářem je statutární město Olomouc (DPMO, 2022).

Dopravní podnik provozuje svoje služby především v zóně 71, které zprostředkovává organizace Koordinátor integrovaného Dopravního Systému Olomouckého kraje (KIDSOK), jejíž cílem je rozvoj integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje (IDSOK). V provozu je k roku 2020 na 6 tramvajových a 24 autobusových linkách celkem 146 vozidel. V roce 2017 se Olomouc stala největším tuzemským městem, které má stoprocentní vozový park nízkopodlažních autobusů (DPMO, 2022).

Udržitelnost MHD, snižování znečišťování ovzduší a energetická náročnost dopravy se opírá o dokument *Strategický plán rozvoje města*, vytvořen městem Olomouc. Veškeré aktivity jsou řešeny v souladu s *Plánem udržitelné městské mobility Olomouc 2018-2030*. Hlavními cíli Olomouce je rozvoj ekologických opatření v dopravě, jelikož patří mezi města s překročenými imisními limity, dále je usilováno o rovnoměrný rozvoj jak MHD, tak individuální automobilové dopravy, s důrazem na snižování podílu dopravy automobilové. Město se dále snaží prosazovat udržitelné formy dopravy, například pěší a cyklodopravu (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2020).

6.1. Tramvajový provoz

- Počet linek: 6
- Délka linek v km: 32
- Počet vozidel: 68
- Z toho:
 - T3 – 18 vozidel
 - EVO – 8 vozidel
 - TRIO – 3 vozidla
 - VARIO – 35 vozidel
 - ASTRA – 4 vozidla

Tab. 7: Přehled tramvajových linek MHD v běžném provozu

číslo linky	trasa linky
1	Nová Ulice – Tržnice – Hlavní nádraží – Fibichova
2	Neředín, krematorium - Palackého - Nám. Republiky - Hlavní nádraží - Fibichova
3	Trnkova – Náměstí republiky - Hlavní nádraží - Fibichova
4	Nová Ulice - Náměstí republiky - Hlavní nádraží - Pavlovičky
5	Trnkova – Envelopa - Hlavní nádraží – Fibichova
6	Nová Ulice - Nám. Republiky - Hlavní nádraží - Fibichova
7	Neředín, krematorium – Tržnice – Hlavní nádraží – Fibichova
X4	Nová Ulice – Okresní soud – Hlavní nádraží - Aut. nádraží podchod – Pavlovičky
U	Nová Ulice – Okresní soud – Nádraží město - Neředín, krematorium

Zdroj: Matras, 2020

Jedná se o přehled linek tramvajové dopravy v Olomouci v běžném provozu. Vzhledem k četným výlukám se trasy linek mohou měnit nebo být nahrazeny výlukovými spoji. Výlukové linky s označením X4 a U jsou v tabulce zahrnuty, jelikož jsou po delší dobu v provozu. V průběhu roku 2022 bude dokončena nová etapa tramvajové sítě. Aktuální síť bude rozšířena od zastávky Trnkova, kdy budou v provozu nové zastávky Zikova, Rožňavská a U Kapličky (DPMO, 2022).

6.2. Autobusový provoz

- Počet linek: 24
- Délka linek v km: 286
- Počet vozidel: 78
- Z toho: Velkokapacitních (18 m) – 23 vozidel
Nízkopodlažních (do 12 m) – 53 vozidel
Nízkopodlažních (do 9 m) – 2 vozidla

Tab. 8: Přehled autobusových linek MHD v běžném provozu

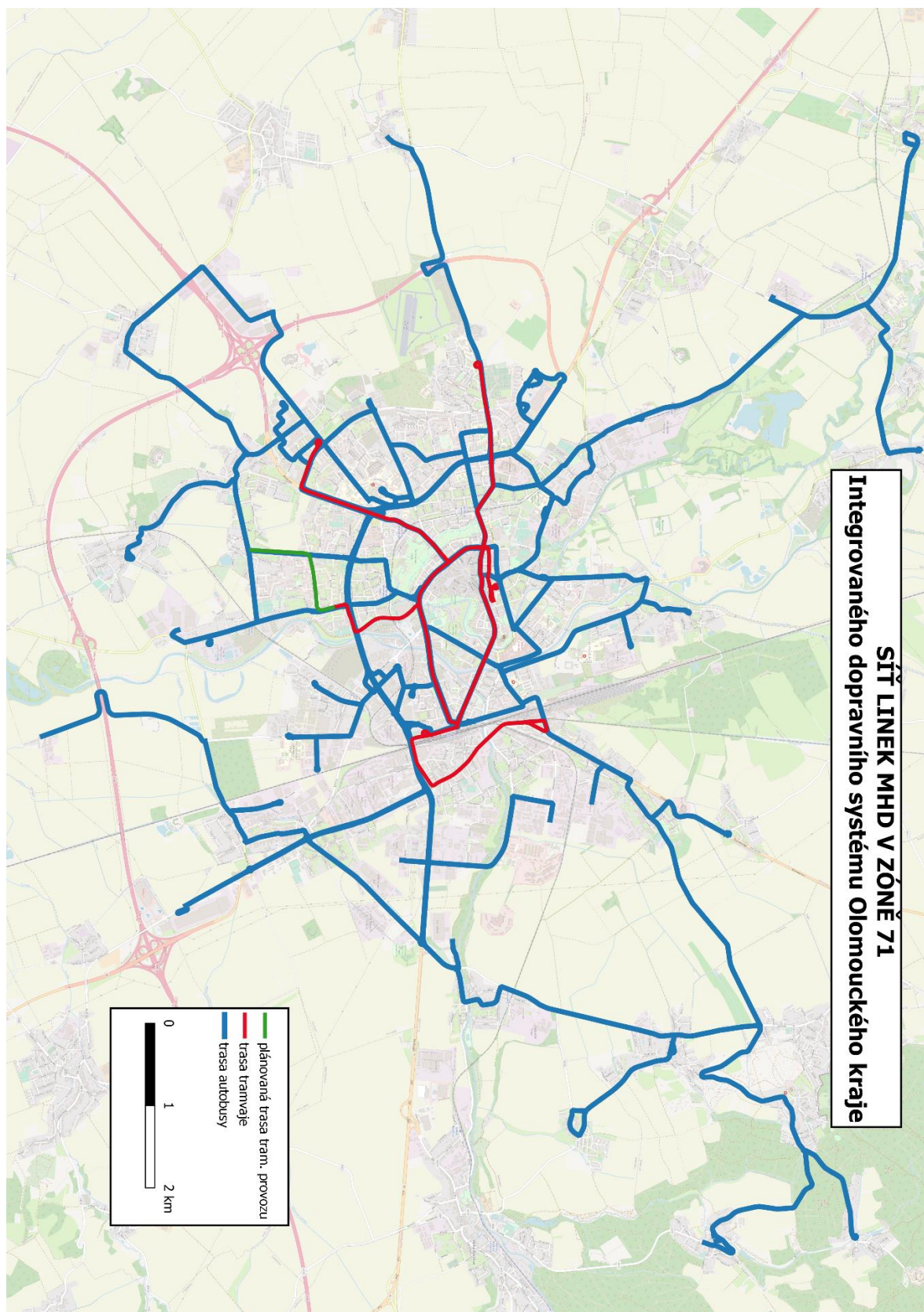
číslo linky	trasa linky
10	Civilní obrana - Povel, škola - Řepčín, želežárny
11	Ladova - Hlavní nádraží - Svatý Kopeček, ZOO - Radíkov - Lošov, Svolinského
12	Řepčín, želežárny - Hlavní nádraží - Holice - Nový Dvůr
13	Hlavní nádraží - U Teplárny - Šlechtitelů
14	Panelárna - Hlavní nádraží - Čistička - Ahold
15	Černovír - Hlavní nádraží - Bukovany
16	Centrum Haná/Tabulový vrch - Náměstí Hrdinů - Nové Sady
17	Farmak - Náměstí Hrdinů - Nemilany
18	Tržnice - Řepčín, želežárny - Skrbeň
19	Tabulový vrch - Hlavní nádraží - Holice - Nový Dvůr
20	Farmak - Náměstí Hrdinů - Chomoutov, škola
21	Aquapark/Tabulový vrch - Klášterní Hradisko - Hlavní nádraží
22	Černovír - Náměstí Hrdinů - Šlechtitelů
24	Nová Ulice - Technologický park - Nová Ulice
25	Kaufland - Hlavní nádraží - Hamerská - Kaufland, sklad
26	Hlavní nádraží - Zenit - Topolany
27	Tržnice - Olomouc CITY - Globus - Tržnice
28	Ladova - Tržnice - Nedvězí - Technologický park
29	Zikova - Náměstí Hrdinů - Globus
31	Hlavní nádraží - Kubatova - Týneček
42	Nová Ulice - FN, Centrální příjem - Fakultní nemocnice - Nová Ulice
50	Hlavní nádraží - Nová Ulice - Povel, škola - Hlavní nádraží
51	Hlavní nádraží - Povel, škola - Hlavní nádraží
52	Hlavní nádraží - Nová Ulice - Hlavní nádraží

Zdroj: Matras, 2020

V tabulce jsou znázorněny autobusové linky MHD v běžném provozu. Z celkového počtu 24 linek jsou linky číslo 50, 51 a 52 linky noční. Výstavba rozšíření tramvajové sítě ovlivní i dopravu autobusovou, konkrétně linky číslo 10, 16 a 29. Linka 10 nebude obsluhovat zastávky Povel – škola, Zikova a

Trnkova, nově bude linka vedena přes zastávky Zenit a Velkomoravská. Linka 16 bude vedena po trase ulicemi Schweitzerova, Velkomoravská, Rooseveltova a Střední Novosadská. Ranní spoj linky 29 bude vyjíždět ze zastávky Trnkova (DPMO, 2022).

Na obrázku číslo 6 jsou znázorněny trasy vedeny v zóně 71 MHD Olomouc. Je zahrnut tramvajový a autobusový provoz i barevně odlišen plánovaný úsek nové výstavby tramvajového provozu.



Obr. 6: Schéma sítě linek MHD (zdroj: Vlastní zpracování v programu QGIS)

7. Vývoj základních údajů za DPMO

Příložená tabulka číslo 9 znázorňuje vývoj základních informací jako počet linek, délka linek, počet vozidel nebo údaje týkající se množství přepravených osob za tramvajový provoz v letech 2015 až 2020. Počet linek v roce 2020 klesl na 6, pravděpodobně kvůli covidové pandemii, jelikož byla zavedena omezení i v přepravě osob, a tudíž nebyla potřeba provozovat nadbytek linek. Průměrná hodnota přepravených osob v tramvajovém provozu ve sledovaném období odpovídá počtu 25,6 milionů cestujících po vynásobení hodnoty tisícem. V příloze číslo 1 je tabulka rozšířena o data od roku 2000 jak za autobusový, tak tramvajový provoz.

Tab. 9: Vývoj základních údajů za tramvaje

rok	2015	2016	2017	2018	2019	2020
počet linek	7	7	7	8	8	6
délka linek (km)	39	39	39	45	45	32
počet vozidel	72	68	68	68	68	68
řidiči	92	91	93	92	94	87
vzkm skut. vč. obslužných (v tis.)	2543	2524	2372	2576	2585	2203
vzkm plán vč. obslužných (v tis.)	2487	2502	2510	2510	2532	2602
místokm skutečnost (v tis.)	321013	316862	298124	320004	320433	276564
přepravené osoby (v tis.)	26823	26428	25724	27217	26993	20346

Zdroj: Výroční zprávy DPMO

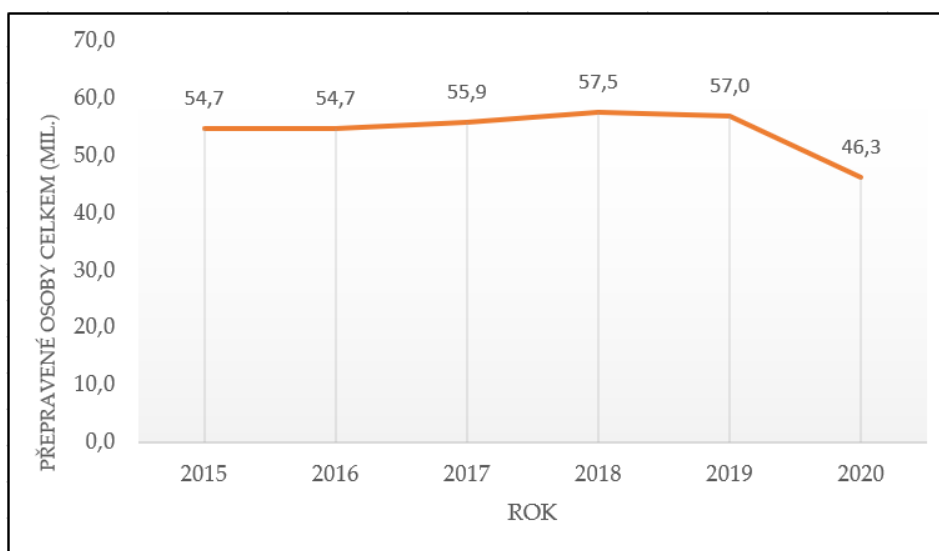
Tabulka číslo 10 znázorňuje vývoj stejných informací jako u tramvajového provozu se zaměřením na autobusový provoz dopravního podniku. V posledních třech letech se v závislosti na počtu linek zvýšila i délka linek o 5 km. Počet řidičů se od roku 2018 do roku 2020 zvýšil o 10. Průměrná hodnota místokilometrů ve sledovaném období činí 345,1 milionů a průměr počtu přepravených za sledované období odpovídá hodnotě 28,8 milionů osob. Obě zmíněné hodnoty jsou již vynásobeny tisícem v závislosti na formátu tabulky.

Tab. 10: Vývoj základních údajů za autobusy

rok	2015	2016	2017	2018	2019	2020
počet linek	23	23	23	24	24	24
délka linek (km)	273	273	273	281	286	286
počet vozidel	76	77	78	78	78	78
řidiči	154	152	156	154	155	164
vzkm skut. vč. obslužných (v tis.)	3856	3874	3974	3902	4081	4046
vzkm plán vč. obslužných (v tis.)	3862	3801	3815	3814	3867	4007
místokm skutečnost (v tis.)	334412	334956	346786	342836	357748	354101
přepravené osoby (v tis.)	27873	28268	30138	30284	30016	25930

Zdroj: Výroční zprávy DPMO

Graf na obrázku číslo 7 znázorňuje celkový vývoj přepravených osob v MHD (tramvaje a autobusy) za časový úsek od roku 2015 do roku 2020. Výraznější pokles hodnoty přepravených osob nastal na přelomu roku 2019 a 2020, Počet osob klesl z hodnoty 57 milionů přepravených na hodnotu 46,3 milionů. Důvodem tohoto poklesu je pravděpodobně nástup covidových opatření v první vlně pandemie. Ostatní roky se počet přepravených osob pohybuje okolo 55 milionů.

**Obr. 7:** Vývoj přepravených osob MHD celkem (mil.) v letech 2015-2020

(zdroj: Výroční zprávy DPMO)

Struktura vozového parku dopravního podniku

Za autobusový provoz, ve vozovém parku dopravního podniku mají největší zastoupení nízkopodlažní autobusy do 12 metrů, poté velkokapacitní autobusy do 18 metrů. Od roku 2017 došlo k vyřazení standardních autobusů do 12 metrů a vozový park je od tohoto roku zcela nízkopodlažní.

Co se týče tramvajového provozu, do roku 2017 má vozový park největší zastoupení tramvají typu VARIO a T3, konkrétně typy T3 SU M a T3 SU. Od roku 2018 došlo k výraznějším změnám v množství vozů T3, kvůli postupné modernizaci vozidel tohoto typu a došlo k nasazení bezbariérových vozů EVO. Počet vozů typu ASTRA zůstává ve sledovaném období stejný.

Tab. 11: Vývoj vozového parku v letech 2010-2020

autobusy											
rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
velkokapacitní do 18 m	22	22	22	22	23	23	24	23	23	23	23
nízkopodlažní do 12 m	29	33	37	43	43	44	44	53	53	53	53
Standardní do 12 m	26	20	16	10	10	7	7	-	-	-	-
standardní do 7,5 m	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
nízkopodlažní do 9 m	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2
počet vozidel celkem	79	77	77	77	78	76	77	78	78	78	78
tramvaje											
T3	8	6	6	4	3	3	3	4	19	19	18
T3 SU M	26	26	26	24	24	24	24	24	-	-	-
T3 SU	11	11	11	4	6	4	2	2	-	-	-
EVO	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	8
TRIO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
VARIO	8	10	10	30	30	30	32	32	34	34	35
ASTRA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
počet vozidel celkem	60	60	60	69	70	68	68	69	68	68	68

Zdroj: Výroční zprávy DPMO

7. Spotřeba pohonných hmot a energií za DPMO

Tato kapitola je podrobně zaměřena na časový vývoj spotřeby pohonných hmot a energií v Dopravním podniku města Olomouce. Zahrnut je i přehled tramvají s úspornou výzbrojí a hustota komunikační sítě. Kapitola vychází z rozboru výročních zpráv dopravního podniku.

Na spotřebu pohonných hmot má vliv mnoho faktorů. Jednak složení vozového parku nebo vnější povětrnostní vlivy. Zvýšená spotřeba pohonných hmot může být ovlivněna nízkými teplotami z důvodu vytápění vozů, na druhé straně vysoké teploty ovlivňují spotřebu používáním klimatizace, větráním nebo chlazením motorů a agregátů. Na snižování průměrné spotřeby pohonných hmot mají podíl nízkopodlažní kapacity.

Dopravní podnik využívá v tramvajovém provozu úspornou elektrickou výzbroj od roku 1998, kdy bylo pořízeno první, částečně nízkopodlažní vozidlo typu ASTRA. V následujících dvou letech byl vozový park rozšířen celkem o čtyři tramvaje stejného typu. Další nízkopodlažní tramvaje byly pořízeny až v roce 2006 a 2007. Jednalo se konkrétně o tři vozidla typu TRIO a o dvě vozidla typu VARIO. V roce 2013 byl vozový park rozšířen o čtrnáct oboustranných vozidel typu VARIO.

V roce 1999 došlo k modernizaci první tramvaje vozového parku. Tramvaj typu T3 SU byla v rámci celkové modernizace vybavena úspornou elektrickou výzbrojí. Stejným způsobem docházelo k modernizaci tramvajových vozů až do roku 2007. K roku 2019 bylo modernizováno 19 tramvajových vozidel typu T3 SU. Od roku 2008 se přešlo na modernizaci vozidel typu T3 novým způsobem, na částečně nízkopodlažní vozidla VARIO. Změny byly realizovány na 17 vozidlech. V roce 2017 dosáhl dopravní podnik plné nízkopodlažnosti v oblasti autobusového provozu a tramvajový provoz je prozatím ze 70 % nízkopodlažní (Výroční zprávy DPMO, 2022).

Přehled tramvají s úspornou výzbrojí

Následující tabulka číslo 12 zobrazuje počet tramvajových vozidel vozového parku dopravního podniku v letech 2010-2020 a vývoj modernizace těchto vozidel o úspornou elektrickou výzbroj. Modernizace vozidel má rostoucí tendenci. V roce 2018 již proběhly úpravy na všech vozech. Vozidla typu T3 patří mezi nejstarší vozidla vozového parku. Právě z toho důvodu jsou modernizace primárně zaměřeny na tento typ vozů.

Tab. 12: Tramvajová vozidla s úspornou výzbrojí

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
počet vozidel celkem	61	61	61	70	72	72	68	68	68	68	68
počet vozidel s úspornou výzbrojí	41	43	43	59	61	61	63	63	68	68	68
z toho modernizovaná vozidla:											
T3	26	26	26	24	24	24	24	24	19	19	20
ASTRA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TRIO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
VARIO	8	10	10	28	30	30	32	32	34	34	35
počet nových vozidel celkem	15	17	17	33	35	35	37	37	45	45	46
modernizovaná vozidla T3 (%)	43	43	43	68	68	68	83	83	100	100	100
vozidla s úspornou výzbrojí (%)	67	70	70	84	84	84	93	93	100	100	100

Zdroj: Výroční zprávy DPMO

Spotřeba pohonných hmot a energie

Tabulka číslo 13 zobrazuje údaje o spotřebě energií v tramvajovém provozu a o spotřebě pohonných hmot v provozu autobusovém v letech 2018 až 2020. Spotřeba trakční elektrické energie ve sledovaném období byla nejvyšší v roce 2019 jak cenou, tak průměrnou spotřebou kWh/km. Spotřeba nafty u autobusového provozu byla taktéž nejvyšší v roce 2019, nicméně její cena byla oproti předchozímu roku nižší.

Tab. 13: Spotřeba za tramvajový a autobusový provoz v letech 2018-2020

tramvaje			
rok	2018	2019	2020
spotřeba trakční el. energie (v tis. Kč)	13111	15468	13672
spotřeba trakční el. energie (kWh/km)	2,13	2,94	2,23
cena energie (Kč/kWh)	2,39	2,94	2,78
autobusy			
spotřeba nafty (v tis. Kč)	38810	39812	33357
spotřeba nafty (l/100 km)	41,2	41,12	40,8
cena nafty (Kč/l)	24,1	23,8	20,4

Zdroj: výroční zprávy DPMO

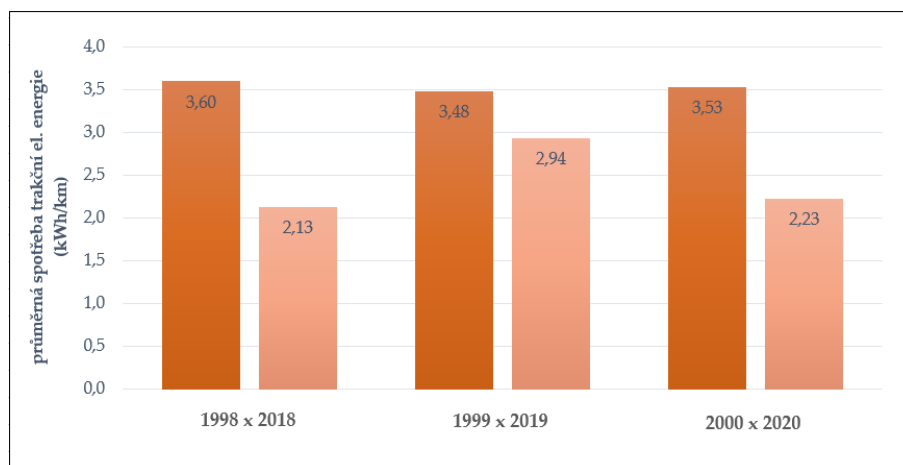
Údaje v tabulce číslo 14 korespondují s tabulkou číslo 13 a jsou zobrazeny pro porovnání toho, jak se hodnoty ve dvacetiletém odstupu lišily. Ve sledovaném období spotřeba trakční elektrické energie v závislosti na financích kontinuálně klesala. Stejný jev lze pozorovat na ceně energie za kilowatthodinu. V autobusovém provozu hodnoty všech pozorovaných atributů naopak souvisle vzrůstaly.

Tab. 14: Spotřeba za tramvajový a autobusový provoz v letech 1998-2000

tramvaje			
rok	1998	1999	2000
spotřeba trakční el. energie (v tis. Kč)	17475	16311	14193
spotřeba trakční el. energie (kWh/km)	3,60	3,48	3,53
cena energie (Kč/kWh)	2,01	2,00	1,90
autobusy			
spotřeba nafty (v tis. Kč)	16324	18207	24535
spotřeba nafty (l/100 km)	37,15	39,13	39,14
cena nafty (Kč/l)	13,42	13,93	18,50

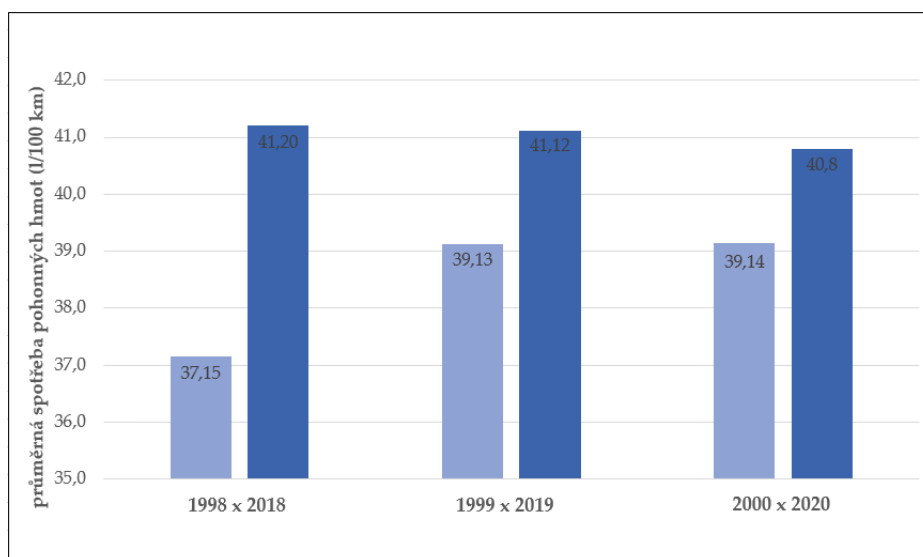
Zdroj: výroční zprávy DPMO

Lepší vizuální porovnání průměrné spotřeby trakční elektrické energie zobrazuje graf na obrázku číslo 8. V letech 1998, 1999 a 2000 byly hodnoty průměrné spotřeby vyšší oproti nejaktuálnějším údajům. Jedním z důvodů může být provoz starších typů vozidel tramvají, které mají vyšší provozní nároky. V rámci modernizace vozového parku se vozy postupně vylepšují, a to i za účelem snižování spotřeby energie.



Obr. 8: Srovnání vývoje průměrné spotřeby trakční elektrické energie v tramvajovém provozu ve dvacetiletém odstupu
(zdroj: Výroční zprávy DPMO)

Graf na obrázku číslo 9 zobrazuje průměrnou spotřebu pohonných hmot vozového parku dopravního podniku se zaměřením na autobusový provoz. Sledované hodnoty jsou v letech 2018, 2019 a 2020 ve všech případech vyšší než před dvěma dekádami. Důvodem mohou být převážně stále rostoucí ceny ropy.



Obr. 9: Srovnání vývoje průměrné spotřeby pohonných hmot v autobusovém provozu ve dvacetiletém odstupu
(zdroj: Výroční zprávy DPMO)

Hustota sítě

Hustota komunikační sítě je řazena mezi základní ukazatele dopravní obslužnosti. Hustota může být pozorována na různých velikostních úrovních a posuzována dle jednotlivých typů dopravy. Hustota závisí především na tvaru a rozloze pozorované oblasti, na ekonomické a sídelné struktuře nebo na rozmístění hospodářských a ekonomických činitelů (GeographyUpol, 2022). Následující část práce je orientována na výpočet hustoty celkové sítě MHD v Olomouci za autobusový a tramvajový provoz. Výpočet hustoty může být nejnázorněji vypočítán dvěma způsoby. Celková délka sítě může být vztažena ku rozloze nebo ku počtu obyvatel. V tabulce číslo 15 je zobrazen výsledek hustoty obou možných variant. Výsledné hodnoty vychází z obrázku číslo 5: Schéma sítě linek MHD. Naměřená data vytvořena v programu QGIS byla převedena do programu Excel, ve kterém byly vypočteny potřebné údaje pro zjištění hustoty. Výsledek dále vychází z počtu 99 496 obyvatel Olomouce a rozlohy města 103,3 km². (CZSO, 2022). Výsledek je navíc přepočten na 100 000 obyvatel a na 100 km².

Tab. 15: Výpočet hustoty komunikační sítě za tramvajový provoz MHD v Olomouci

tramvaj (l)	autobus (l)	nové (l)	celkem
17,08	135,11	1,56	153,75
hustota ku rozloze			
148,84			
hustota ku počtu obyvatel			
154,53			

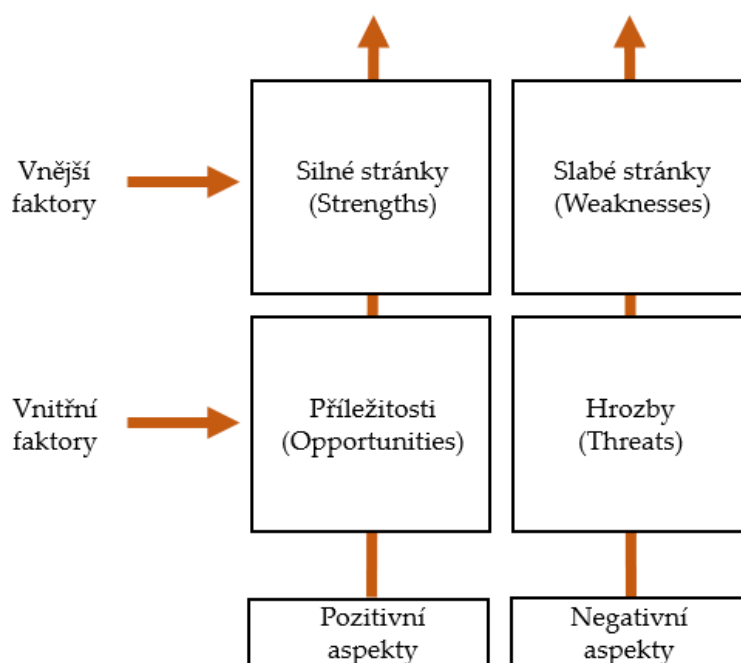
Zdroj: Vlastní zpracování v QGIS a Excel

Výsledná hustota vztažena ku rozloze odpovídá hodnotě 148,84 a hodnota vztažena ku počtu obyvatel odpovídá hodnotě 154,53. V celkové délce jsou zahrnuty i odbočující úseky křižovatek.

8. SWOT analýza MHD Olomouc

Cílem následující kapitoly je shrnutí získaných poznatků o městské hromadné dopravě a poznatků ze *Strategického plánu rozvoje města Olomouce* (2017) prostřednictvím SWOT analýzy.

SWOT analýza funguje na principu kategorizace vybraných prvků daného jevu do 4 kategorií: silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby. Silné a slabé stránky jsou navíc označovány jako vnitřní faktory, jelikož tyto dvě kategorie jsou ovlivňovány určitou organizací či institucí. Vnější faktory, kam jsou řazeny příležitosti a hrozby, jsou minimálně ovlivnitelné. Obrázek 10 znázorňuje základní strukturu SWOT analýzy (Sarsby, 2012).



Obr. 10: základní znázornění SWOT analýzy

(zdroj: přepracováno podle Sarsbyho, 2012)

Silné stránky

- Výhodná geografická poloha města
- Návaznost na železniční a silniční síť
- Od roku 2017 plně nízkopodlažní kapacity v autobusovém provozu

- Rozvoj bezbariérového přístupu
- Propojení dopravy v Integrovaném dopravním systému Olomouckého kraje (IDSOK)
- Dobrá dostupnost mezi lokalitami v centru města
- Rostoucí zájem o alternativní způsoby dopravy jako pěší a cykloturistika
- Neustálá modernizace a péče o infrastrukturu města

Slabé stránky

- Nižší dostupnost MHD v okrajových částech města
- Nedostatečné odhlučnění v rezidenčních oblastech
- Vysoká vytiženost MHD v ranních a odpoledních hodinách v rámci dojížděky do zaměstnání a vzdělávacích institucí
- Obyvatelé Olomouce preferují osobní automobilovou dopravu za účelem dojíždění do zaměstnání
- Olomouc patří mezi města s vyššími imisními hodnotami
- Vozovna MHD na hraně své kapacity

Příležitosti

- Z pohledu péče o životní prostředí jsou trolejbusy šetrnější vůči životnímu prostředí než autobusy
- Čerpání dotačních prostředků z fondů Evropské unie
- Rozvíjení elektrifikace vozového parku dopravního podniku
- Rozvoj regionálních spojů
- Orientace na obnovitelné zdroje energií

Hrozby

- Omezení související s další případnou vlnou covidové pandemie
- Zvyšování tarifu jízdného vzhledem k aktuální ekonomické situaci
- Poruchovost a vyšší nehodovost nezmodernizovaných vozů tramvají i autobusů

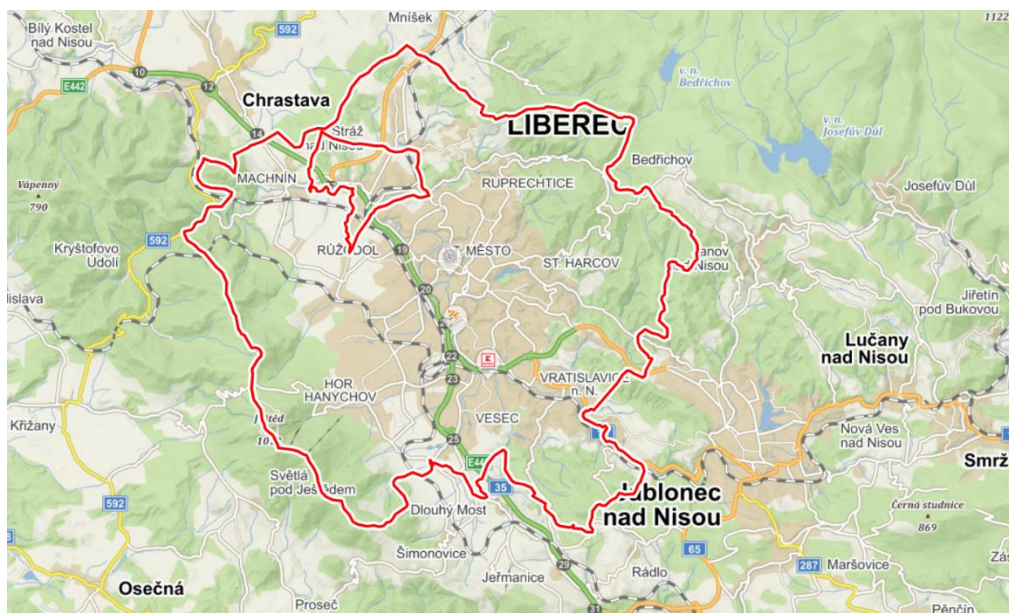
- Málo posílené kapacity autobusů splňující aktuální emisní normy
- Omezení provozu v souvislosti s možným vandalismem

9. Porovnání MHD Olomouc a MHD Liberec

Tato kapitola je zaměřena na porovnání vybraných atributů v městské hromadné dopravě mezi Olomoucí a Libercem. Město Liberec bylo zvoleno z důvodu obdobného počtu obyvatel a rozlohy města jako Olomouc.

Statutární město Liberec

Statutární město Liberec leží v severní části České republiky v kotlině Jizerských hor. Město Liberec je zároveň i krajským městem Libereckého kraje. Město nese status obce s rozšířenou působností a obce s pověřeným obecním úřadem. Liberec je členěn na 26 katastrálních území a na 33 městských částí. Součástí je navíc i městská čtvrť Vratislavice nad Nisou, která je vyčleněna jako samostatný správní obvod. K roku 2021 žilo v Liberci celkem 102 951 obyvatel, z toho 50 038 mužů a 52 913 žen. Celková výměra obce k roku 2021 je 106,1 km². Městem protéká Lužická Nisa i její přítoky. Dominantou města je vrchol Ještědu o nadmořské výšce 1 012 metrů nad mořem. Na jeho vrcholu se nachází unikátní stavba televizního vysílače, který zároveň plní funkci restaurace a hotelu (CZSO, 2022 a Liberec.cz, 2022).



Obr. 11: Katastrální výměra obce Liberec vyznačen červenou linií

(zdroj: Převzato a upraveno z webových stránek mapy.cz)

Dopravní podnik měst Liberce a Jablonce nad Nisou, a.s.

Městská hromadná doprava v Liberci je zajišťována zároveň i v Jablonci nad Nisou pod záštitou Dopravního podniku měst Liberce a Jablonce nad Nisou (DPMLJ). Tramvajový provoz v Liberci byl zahájen v roce 1897 a v Jablonci provoz započal o 3 roky později, v roce 1900. K propojení těchto dvou kolejových sítí došlo v roce 1955. Současně došlo i ke spojení dvou samostatných firem v jeden dopravní podnik se sídlem v Liberci (DPMLJ, 2022).

Stejně jako Dopravní podnik v Olomouci se dopravní podnik v Liberci opírá o strategické dokumenty v oblasti udržitelného rozvoje. Konkrétní cíle se opírají o *Plán udržitelné městské mobility – chytře na cestu* (SUMF), díky kterému může dopravní podnik čerpat finanční prostředky z fondů Evropské unie. Stěžejními body tohoto plánu jsou například dostatečná provázanost a kooperace mezi Libercem a Jabloncem, otázky v oblasti ochrany životního prostředí zaměřeny na snižování spotřeby energie, znečišťování ovzduší nebo snižování hladiny hluku (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2020).

Dle výroční zprávy dopravního podniku z roku 2020 dosáhl vozový park v oblasti nízkopodlažních kapacit 94,1 % za autobusový provoz. Nízkopodlažnost v tramvajové dopravě odpovídá hodnotě 61 %. Poměr autobusů dle typu pohonných hmot činí 39,2 % s CNG pohonem a 59,8 % s naftovým pohonem. Největší zastoupení autobusů mají vozy značky IVECO typu Urbanway v počtu 32 kusů. V tramvajovém provozu probíhá obnova vozového parku formou modernizace tramvají. Ve sledovaném roce byla provedena modernizace čtyř vozů. Největší zastoupení vozového parku za tramvajový provoz mají vozy typu T3 (Výroční zpráva za rok 2020).

Porovnání vybraných údajů za DPMO a DPMLJ

Tabulka číslo 16 komparuje dosavadní poznatky o dopravním podniku v Olomouci s nově získanými poznatky za dopravní podnik v Liberci.

Tramvajový provoz

Dopravní podnik města Olomouce má jak více linek MHD, tak i více vozidel v aktivním provozu. Na druhé straně má DPMO kratší tramvajovou síť než Liberec. Hodnoty vozokilometrů a místokilometrů udány v tisících za oba podniky jsou na obdobné úrovni vzhledem ke kapacitám ve vozových parcích. Větší výkyv hodnot je patrný v případě počtu přepravených osob. DPMO přepraví téměř dvojnásobně více cestujících v tramvajovém provozu než DPMLJ. Dle zjištěných hodnot vyplývá, že v Liberci je oproti tramvajové dopravě rozšířenější doprava autobusová. Důvodem nižší spotřeby trakční elektrické energie DPMO může být vyšší úroveň v oblasti modernizace tramvajových vozidel. DPMLJ má ve svém vozovém parku převážně starší vozy T3.

Autobusový provoz

V autobusovém provozu lze pozorovat již výraznější rozdíly mezi sledovanými dopravními podniky. DPMLJ má o 16 linek více než DPMO. To

souvisí i s nasazením počtu vozidel a délkou linek. Síť autobusového provozu v DPMLJ je delší o 85 km a počet autobusů ve vozovém parku je vyšší o 24 než v Olomouci. DPMLJ disponuje větším počtem místokilometrů a vyšší spotřebou pohonných hmot. DPMO na druhé straně ve svých výročních zprávách udává vyšší hodnoty v oblasti ujetých vozokilometrů a v počtech přepravených osob oproti DPMLJ. I přesto, že má Olomouc méně rozvinutou autobusovou síť a také méně vozidel v provozu, přepraví větší množství osob. Toto srovnání může naznačovat, že lidé v Olomouci využívají městskou hromadnou dopravu více než lidé v Liberci.

Tab. č. 16: Komparace vybraných údajů za dopravní podniky v Olomouci a Liberci,

	DPMLJ	DPMO
tramvaje		
počet linek MHD	4	6
délka linek MHD (km)	37	32
počet vozidel v provozu	63	68
vzkm (v tis.)	2096	2203
místokm (v tis.)	225030	276564
počet přepravených osob (v tis.)	10417	20346
spotřeba trakční el. energie (v tis. Kč)	15174	13672
autobusy		
počet linek MHD	40	24
délka linek MHD (km)	371	286
počet vozidel v provozu	102	78
vzkm (v tis.)	3500	4046
místokm (v tis.)	356574	354101
počet přepravených osob (v tis.)	20000	25930
spotřeba PHM (v tis. Kč)	38721	33357

Zdroj: Výroční zpráva za rok 2020 Liberec a Výroční zprávy DPMO

10. Závěr

Bakalářská práce je zaměřena na městskou hromadnou dopravu v Olomouci. V první části práce bylo poukázáno na možnosti v dopravě ve zvoleném městě. Zmíněny jsou poznatky o dopravě silniční, železniční, letecké se zřetelem na městskou hromadnou dopravu. Následuje kapitola zaměřena na environmentální faktory, která podrobněji popisuje ovzduší a hluk.

Řešení problematiky uvolňování škodlivých látek do ovzduší vyprodukovaných dopravou je důležité zvážit v tom případě, jestliže se v pozorované oblasti nevyskytují jiné zdroje znečišťování, jako třeba vyšší koncentrace průmyslových zón v konkrétní lokalitě. Ty zapříčiňují vyšší produkci emisních látek než doprava. Co se týče hluku z dopravy v Olomouci dle hlukových map vytvořených Ministerstvem zdravotnictví České republiky byly nejvyšší hodnoty zaznamenány podél hlavních komunikací, které vedou přes město. Na hlukovém znečištění se podílí doprava silniční i městská hromadná, jelikož síť tramvají a autobusů je součástí těchto komunikací.

Stěžejní část práce spočívala v analýze výročních zpráv dopravního podniku města Olomouce. Data získaná z výročních zpráv jsou podrobně okomentována v jednotlivých kapitolách. Informace se týkají vývoje základních údajů, struktury vozového parku, přehledem tramvají o úsporné výzbroji a spotřeby pohonných hmot a energie. Hustota komunikační sítě byla provedena na základě tvorby schématu sítě linek MHD v programu QGIS. Z tohoto mapového výstupu byly získány hodnoty délky linek za autobusový a tramvajový provoz.

I přesto že je MHD v Olomouci na dobré úrovni, i tak patří mezi města s vyššími imisními hodnotami. Je důležité, že město a DPMO podnikají kroky k tomu, aby byly tyto hodnoty snižovány a aby byl vozový park čím dál více nakloněn k ekologičtějším formám dopravy.

Za zmínku zcela jistě stojí snaha města neustále modernizovat vozový park o úspornou elektrickou výzbroj pro tramvajový provoz, či umožňování bezbariérového přístupu, který je u autobusů kompletně zaveden. Stále však většina rezidentů raději dává přednost osobní automobilové dopravě za účelem dojížděky do zaměstnání, i v rámci svých volnočasových aktivit místo ekologičtějších možností v dopravě. Řešení by tedy mohlo nabídnout rozšíření cyklostezek a zkvalitnění sítě MHD. Nejaktuálnější hrozbou pro dopravní podnik může být možný nástup dalších covidových opatření, které by přinesla další vlna pandemie.

11.Summary

The bachelor's thesis is focused on urban public transport in Olomouc. In the first part of the work it was pointed out the possibilities in transport in the chosen city. Knowledge about road, rail, air transport with regard to urban public transport is mentioned. The following is a chapter focusing on environmental factors, which describes air and noise in more detail.

Tackling the issue of the release of harmful substances into the air produced by transport is important to consider if there are no other sources of pollution in the observed area, such as higher concentrations of industrial zones in a particular location. These result in higher production of emission substances than transport. Regarding traffic noise in Olomouc according to noise maps created by the Ministry of Health of the Czech Republic, the highest values were recorded along the main roads that run through the city. Road and urban mass transit contribute to noise pollution, as the tram and bus network is part of these roads.

A core part of the work consisted of analysing the annual reports of the transport company of the city of Olomouc. The data obtained from the annual reports are commented on in detail in individual chapters. The information relates to the development of basic data, the structure of the fleet, the overview of trams on economical weaponry and fuel and energy consumption. The density of the communication network was implemented on the basis of the formation of the urban public transport network scheme in the QGIS program. The length values for bus and tram services were obtained from this map.

Despite the fact that public transport in Olomouc is at a good level, it is still among the cities with higher values. It is important that the city and the DPMO is taking steps to reduce these values and that the fleet is increasingly inclined towards more ecological forms of transport.

It is certainly worth noting the city's efforts to continually modernise the fleet with economical electrical equipment for tram operations, or to enable barrier-free access, which is completely implemented on buses. However, most residents still prefer personal car transport for commuting to their jobs, even in their leisure activities instead of more ecological transport options. The solution could therefore offer the widening of cycle paths and the improvement of the public transport network. The most recent threat to the transport undertaking may be the possible emergence of further covid measures to be brought about by another wave of pandemic.

12. Seznam zdrojů

BLAŽEK, Josef a RÁBL Vratislav. *Základy zpracování a využití ropy*. Vyd. 2., přeprac., Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006. ISBN 80-7080-619-2.

BRŮHOVÁ FOLTÝNOVÁ, Hana. *Doprava a společnost: ekonomické aspekty udržitelné dopravy*. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-802-4616-100.

BUREŠOVÁ, Zuzana. *Komplexní porovnání jednotlivých druhů doprav z hlediska působení na životní prostředí* [online]. Ostrava, 2009 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/3oukx1/>. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní.

České dálnice [online]. © 2002–2019 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/dalnice/>

Český hydrometeorologický úřad. [online]. [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/12embil/uvod_CZ.html

Český hydrometeorologický úřad. [online]. [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/#!>

Český hydrometeorologický úřad. *Pravidla pro stanovení indexu kvality ovzduší* [online]. [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/iko3h_cz.pdf

ČSÚ. *Veřejná databáze – vybrané údaje za obec Olomouc – stav k 31.12.2021*. [cit. 2022-12-25]. Dostupné z: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=profil-uzemi&uzemiprofil=31588&u=__VUZEMI__43__500496#

Dopravní podnik města Olomouce, a.s. [online]. [cit. 2022-07-20]. Dostupné z: <https://www.dpmo.cz/>

Dopravní podnik města Olomouce, a.s. *Tramvajová trať na Nové Sady: už od pondělí začíná stavba druhé etapy* [online]. [cit. 2022-12-25]. Dostupné z: <https://www.dpmo.cz/blog/detail/?id=84>Dopravní podnik města Olomouce,

Dopravní podnik města Olomouce, a.s. *Výroční zprávy DPMO* [online]. [cit. 2022-07-22]. Dostupné z: <https://www.dpmo.cz/dpmo/vyrocní-zpravy/>

Dopravní podnik města Olomouce, a.s. *Tramvajová trať na Nové Sady: už od pondělí začíná stavba druhé etapy* [online]. [cit. 2022-12-25]. Dostupné z: <https://www.dpmo.cz/blog/detail/?id=84>

Dopravní podnik měst Liberce a Jablonce nad Nisou, a. s. *Historie* [online]. [cit. 2022-12-25]. Dostupné z: <https://www.dpmlj.cz/historie>

Dopravní podnik měst Liberce a Jablonce nad Nisou, a. s. *Výroční zpráva za rok 2020*. [online]. [cit. 2022-12-25]. Dostupné z: <https://www.dpmlj.cz/dpmlj/o-spolecnosti/vyrocní-zpravy>

DOPRAVNÍ SÍŤ. [online]. [cit. 2022-12-25]. Dostupné z: https://geography.upol.cz/soubory/lide/hercik/GEDP/Prednasky/dopravni_sit.pdf

DRDLA, Pavel. *Technologie a řízení dopravy – městská hromadná doprava* [online]. Pardubice, 2005 [cit. 2022-07-22]. Dostupné z: <http://www.drdla.wz.cz/skripta/1.pdf>

DVOŘÁKOVÁ, Ilona a spol. *Česká zpráva o emisní inventuře v roce 2020: Emisní inventura od základního roku Úmluvy do roku 2018* [online]. 2020 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/CZ_informativni_zprava_emisni_inventury_2020.pdf

FÚSEK, Tomáš. *Energetická náročnost dopravy* [online]. Pardubice, 2013 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/54476/FusekT_EnergetickaNarocnost_JJ_2013.pdf?sequence=2. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice – Dopravní fakulta Jana Pernera.

HOLLAN, Jan. *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky* [online]. Brno, 2004 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: https://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf

JAKUBES, Jaroslav a spol. *Příručka: Obnovitelné zdroje energie* [online]. Hospodářská komora České republiky, 2006 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <https://adoc.pub/piruka-obnovitelne-zdroje-energie.html>

KOLEKTIV AUTORŮ, *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR*. Praha: ČEZ, a.s., 2007. [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/obnovitelne_zdoje_energie_a_moznosti_jejich_vyuziti_pro_cr.pdf

KOŇAŘÍKOVÁ, Nikola. *Analýza dopravní obslužnosti města Olomouc* [online]. Zlín, 2017 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/40527/ko%c5%88a%c5%99%c3%adkov%c3%a1_2017_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

KRÁLOVÁ, Magda. *Intenzita zvuku* [online]. [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/akustika/intenzita-zvuku>

Letiště Olomouc. *Historie letiště* [online]. [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <https://www.lkol.cz/historie/>

Liberec – oficiální stránky statutárního města Liberec. *Základní údaje o městě*. [online]. [cit. 2022-12-25]. Dostupné z: <https://www.liberec.cz/cz/mesto-samosprava/profil-statut-mesta/zakladni-udaje-meste/>

LIBERKO, Miloš. *Hluk v prostředí: problematika a řešení* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004 [cit. 2022-07-13]. ISBN 80-721-2271-1.

MATRAS, Tomáš a spol. *Plán dopravní obsluhy města Olomouce na období 2021-2025* [online]. Praha, 2020 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: https://www.olomouc.eu/administrace/repository/gallery/articles/19_19661/PDO_2021_2025.cs.pdf

MEPCO, s.r.o. *Strategický plán rozvoje města Olomouce – analytická část* [online]. Praha, 2017 [cit. 2022-12-25]. Dostupné z: https://www.olomouc.eu/administrace/repository/gallery/articles/88_/8828/analyticka-cast-sp-olomouc.cs.pdf

MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Ročenka dopravy České republiky 2020* [online]. [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2020.pdf

MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. *Možnosti energetických úspor v městské hromadné dopravě v ČR 2020* [online]. [cit. 2022-12-25]. Dostupné z: https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/0203_15-moznosti-energetickych-uspor-v-mhd-v-cr-tisk.pdf

MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČR [online]. [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <https://geoportal.mzcr.cz/SHM2017/>

MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČR. *Úvodní stránka Strategického hlukového mapování ČR* [online]. [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/hlukove-mapy/>

MIŠELNICKÝ, Lukáš. *Motory na alternativní paliva* [online]. Brno, 2010 [cit. 2022-07-20]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/30291231.pdf>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství.

OKD, a.s. [online]. [cit. 2022-07-20]. Dostupné z: <https://www.okd.cz/cs/tezime-uhli/uhli-tradicni-zdroj-energie>

Profil města Olomouce [online]. Statutární město Olomouc, 2020 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z:

https://www.olomouc.eu/administrace/repository/gallery/articles/88_8827/profil-mesta-olomouce-2020.cs.pdf

PROKOPOVÁ, Tereza. *Analýza kvilivého hluku od tramvajové dopravy a jeho vliv na okolí* [online]. Brno, 2013 [cit. 2022-12-25]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/reader/30288370>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.

QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

SARSBY, Alan. *A Useful Guide to SWOT Analysis*. Nottingham: Pansophix Online, 2012. ISBN 978-1-906460-89-1.

STEJSKALOVÁ, Vladimíra. *Index kvality ovzduší – srovnání vybraných metodických přístupů na příkladu ovzduší města Olomouce* [online]. Olomouc, 2008 [cit. 2022-12-24]. Dostupné z:

https://geography.upol.cz/soubory/studium/bp/2008/2008_Stejskalova.pdf.

Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

ŠKAPA, Petr. *Doprava a životní prostředí I*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2003. ISBN 80-248-0433-6.

ŠKAPA, Petr. *Doprava a životní prostředí II*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2003. ISBN 8024804344.

ŠVARCR, Lubor. *Hluk v dopravě se zaměřením na tramvajový provoz* [online]. Pardubice, 2011 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10195/39623>. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice – Dopravní fakulta Jana Pernera.

ZÁKONY PRO LIDI: *Zákon č. 17/1992 Sb.* [online]. [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>

ZATLOUKAL, Josef. *Doprava a životní prostředí: Ministerstvo dopravy a spojů ČR* [online]. [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <https://www.czp.cuni.cz/czp/index.php/cz/zdroje-informaci/konference/226-doprava-a-zivotni-prostredi>

ŽÁČEK, Rostislav. *Městská hromadná doprava z pohledu péče o životní prostředí* [online]. Ostrava, 2012 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/94185/ZAC120_FS_B2341_2301R003_10_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Bakalářská práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava

13.Přílohy

Příloha 1: Tabulka základních údajů za autobusový a tramvajový provoz od roku 2000 do roku 2020

travní																					
rok	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
počet linek	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	8	8	6
délka linek (km)	36,20	36	36	36	37	37	38	30	30	30	30	30	30	39	39	39	39	39	45	45	32
počet vozidel	58	56	56	56	56	56	60	61	61	61	61	61	61	70	71	72	68	68	68	68	68
řidiči	97	100	98	94	84	90	86	84	82	83	82	80	81	80	92	92	91	93	92	94	87
vzkm skut. vč. obslužených (v tis.)	2115	2079	2127	2134	1951	2149	2157	2156	2328	2246	2313	2327	2207	2130	2513	2543	2524	2372	2576	2585	2203
vzkm plán vč. obslužených (v tis.)	2338	2080	2135	2138	2153	2144	2141	2132	2386	2263	2237	2266	2262	2055	2514	2487	2502	2510	2510	2532	2602
místokm skutečnost (v tis.)	248781	241828	249354	249195	223481	250971	253744	267774	285812	277004	283541	284177	272479	260634	317976	321013	316862	298124	320004	320433	276564
přepravené osoby (v tis.)	25700	24837	24224	23765	24522	27067	26978	27431	28552	26242	26629	25625	23707	22809	25568	26823	26428	25724	27217	26993	20346
autobusy																					
rok	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
počet linek	22	22	23	22	22	22	22	23	23	24	22	22	22	23	24	23	23	23	24	24	24
délka linek (km)	200	219	222	270	270	270	287	284	271	284	261	272	275	284	278	273	273	273	281	286	286
počet vozidel	69	69	68	70	69	74	76	77	78	80	80	77	77	77	78	76	77	78	78	78	78
řidiči	144	159	159	158	156	153	158	154	165	166	159	159	158	161	153	154	152	156	154	155	164
vzkm skut. vč. obslužených (v tis.)	3448	3572	3680	3742	3863	3778	3742	3875	4046	4144	4045	3973	3934	4011	3883	3856	3874	3974	3902	4081	4046
vzkm plán vč. obslužených (v tis.)	3134	3595	3581	3656	3725	3677	3684	3752	3866	4180	4009	3980	3906	3895	3940	3862	3801	3815	3814	3867	4007
místokm skutečnost (v tis.)	256916	285496	278258	280270	297610	294816	304604	320379	334773	341472	335740	333878	337288	342630	333177	334412	334956	346786	342836	357748	354101
přepravené osoby (v tis.)	23500	23778	24499	24138	29750	31140	32028	32401	33036	32218	31226	29807	29030	29719	26625	27873	28268	30138	30284	30016	25930