

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie



**Fakulta životního
prostředí**

Uhlíková stopa osobní dopravy

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Lenka Wimmerová, MSc., Ph.D.

Bakalant: Vavřinec Korčíš

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vavřínc Korčíš

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Uhlíková stopa osobní dopravy

Název anglicky

Carbon Footprint of Personal Travel

Cíle práce

Cílem práce je analýza uhlíkové stopy osobní dopravy v městském prostředí. Rešeršní část práce bude zaměřena na současný strategický a legislativní rámec klimatických změn. Dále budou prezentovány příslušné standardy a postupy výpočtu uhlíkové stopy. Praktická část práce bude provedena na vybraném modelovém příkladu, kdy bude vybráno konkrétní město a bude zvolena modelová rodina, pro kterou bude vyčíslena uhlíková stopa dopravy.

Metodika

Bakalářská práce má charakter studie. Metodicky půjde o vytvoření aktuálního literárního přehledu z oblasti klimatických změn a hodnocení uhlíkové stopy osobní dopravy. Výpočet uhlíkové stopy bude realizován v MS Excel při respektování zásad příslušných standardů.

Doporučený rozsah práce
cca 50 stran textu a 10 stran příloh

Klíčová slova

stopa, uhlíková, ekvivalent, CO₂, doprava, osobní, změna, klima

Doporučené zdroje informací

ČSN EN ISO 14067:2019: Skleníkové plyny – Uhlíková stopa produktů – Požadavky a směrnice pro kvantifikaci. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 64 s.
EU, 2017: Implementing Paris Agreement – New Challenges in View of the COP 23 Climate Change Conference. Directorate-General for Internal Policies, Brusel, 167 s.
Hoekstra, A.Y., Ercin, A.E., 2012: Carbon and Water Footprints: Concepts, Methodologies and Policy Responses. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 28 s.
Hubená, V., 2019: Analýza udržitelnosti účastníků letních festivalů. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 130 s. (diplomová práce). „nepublikováno“.
Lupač, M, Novák, J., Třebický, V., 2012: Uhlíková stopa města: metodika pro stanovení místního příspěvku ke klimatické změně. Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj, Praha, 42 s.
Wright, L.A. a kol., 2011: 'Carbon footprinting': towards a universally accepted definition. Journal of Carbon Management, 2:61-72.
WRI & WBCSD, ©1998-2020: Greenhouse Gas Protocol. Dostupné z <<https://ghgprotocol.org/standards>>.

Předběžný termín obhajoby
2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Lenka Wimmerová, MSc, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 6. 2. 2022

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 07. 03. 2022

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Uhlíková stopa osobní dopravy“ vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

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

V Praze 20.3.2022

.....

Vavřinec Korčíš

Poděkování

Děkuji Ing. Lence Wimmerové, MSc., Ph.D. za odbornou pomoc při zpracování této bakalářské práce.

Abstrakt:

Bakalářská práce se zabývá analýzou uhlíkové stopy v osobní dopravě převážně v městském prostředí. V teoretické části byly shrnuty poznatky o klimatické změně způsobené globálním oteplováním v důsledku zvyšování koncentrací skleníkových plynů v atmosféře, na něž mají od průmyslového období zásadní vliv lidské aktivity. V teoretické části byly dále shrnuty strategické dokumenty a dohody, jimiž se řídí ochrana klimatu na nadnárodní, národní i městské úrovni. V praktické části bylo vybráno modelové území hlavního města Prahy a přilehlého satelitu Jesenice, v nichž žijí modelové rodiny pro které byla vyčíslena skutečná uhlíková stopa z osobní dopravy při jejich obvyklých cestách. Místo bydliště první modelové rodiny se nachází v atraktivní rezidenční čtvrti Prahy s dobrou občanskou vybaveností a rozlehlými parky v bezprostřední blízkosti. Tato rodina vykonávala většinu cest pěšky díky blízkým cílům občanské vybavenosti (do 1 km) a vzdálenější cíle překonávala na kole či s využitím hromadné dopravy a jen část cest osobním automobilem. Největší podíl v uhlíkové stopě rodiny byl proto tvořen emisemi z vlastního automobilu, což je důsledek vysokého emisního faktoru tohoto druhu osobní dopravy. Uhlíková stopa druhé modelové rodiny, která žije v satelitu Jesenice a téměř denně dojíždí do Prahy osobním vozem, vytvořila 2,3 x větší uhlíkovou stopu ve srovnání s první modelovou rodinou díky 2,5 x vyššímu počtu ujetých kilometrů. Závěrem byla vypočítána hypotetická uhlíková stopa, která by vznikla u modelových rodin při využití jiných způsobů osobní dopravy. V případě většího využívání MHD by u první rodiny stopa klesla o 19 % a u druhé o 43 %, při výhradním využívání elektromobilu by se stopa u první rodiny zmenšila o 59 % a u druhé o 69 %.

Klíčová slova:

Stopa, uhlíková, ekvivalent, CO₂, doprava, osobní, změna, klima

Abstract:

The bachelor thesis deals with the carbon footprint analysis of a passenger transport mainly in the urban environment. The theoretical part summarizes the knowledge on climate change caused by global warming as a result of increasing greenhouse gases concentrations in the atmosphere due to human activities since the industrial period. The theoretical part also sums up strategic documents and agreements governing climate protection at multinational, national and urban levels. In the practical part model areas of the capital city of Prague and a adjacent satellite of Jesenice (both located in the Czech Republic) was chosen and passenger transport carbon footprints were calculated for two model families living in these areas on the basis of their usual travel scheme. The place of residence of the first model family is located in an attractive residential area of Prague with good citizenly facilities and large parks nearby. This family performs most walks by foot due to close targets of public amenities (within 1 km). The distant targets overcomes by cycling or by using public transport means, only a small part of their travels are performed by their passenger car. Therefore, the largest share of their carbon footprint was created by emissions from their own car, which is a result of a high emission factor of this kind of passenger transport. The carbon footprint of the second model family, which lives in the satellite Jesenice and almost daily travels to Prague by their passenger car, creates 2.3 times larger carbon footprint compared to the first model family due to 2.5 times higher mileage. Finally, a hypothetical carbon footprint was calculated for both model families if they used other modes of passenger transport. In the case of greater use of public transport, the footprint of the first family would decrease by 19 % and of the second one by 43 %. With the exclusive use of an electric vehicle, the footprint of the first family would be reduced by 59 %, and of the second family by 69 %.

Key words:

footprint, carbon, equivalent, CO₂, transport, passenger, change, climate

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. CÍLE PRÁCE	2
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	3
3.1 Klimatická změna.....	3
3.1.1 Globální oteplování	3
3.1.2 Skleníkový efekt	4
3.1.3 Dopady a projevy	6
3.2 Klimatické dohody a legislativa.....	9
3.2.1 Rámcová úmluva OSN o změně klimatu.....	9
3.2.2 Kjótský protokol o změně klimatu	10
3.2.3 Pařížská dohoda a navazující ujednání.....	11
3.2.3.1 Skupiny Dohody	12
3.2.4 Legislativa Evropské unie	14
3.2.4.1 Zelená dohoda pro Evropu.....	15
3.2.5 Legislativa ČR.....	17
3.3 Nová strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu.....	18
3.4 Financování klimatických opatření.....	18
3.5 Iniciativa k mezinárodním klimatickým dohodám	19
3.5.1 Pakt starostů a primátorů pro udržitelnou energii a klima.....	19
3.6 Uhlíková stopa	20
3.6.1 Kompenzace uhlíkové stopy.....	24
3.6.1.1 Základní offsetové standardy a metodiky.....	25
4. CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ	27
5. METODIKA	32
5.1 Dopravní návyky modelových rodin.....	32
5.2 Metodika výpočtu.....	34
6. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	37
7. VÝSLEDKY	41
7.1 Skutečná varianta.....	41
7.2 Varianta MHD.....	43
7.3 Varianta D-AUTO a EV-AUTO	45
7.4 Porovnání skutečné stopy s webovým kalkulátorem	46
8. DISKUSE	47
9. ZÁVĚR A PŘÍNOS PRÁCE	50
10. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	51

Seznam zkratek:

AR6	Šestá hodnotící zpráva (<i>6th Assessment Report</i>)
IAD	Individuální automobilová doprava
BEC	Průlomový energetický katalyzátor (<i>Breakthrough Energy Catalyst</i>)
CDM	Mechanismus čistého rozvoje (<i>Clean Development Mechanism</i>)
CFCs	Chlorované a fluorované uhlovodíky (<i>Chlorofluorocarbons</i>)
CFP	Uhlíková stopa produktu (<i>Carbon Footprint of a Product</i>)
COP 7	Sedmé zasedání konference smluvních stran (<i>7th Session of the Conference of the Parties</i>)
DEFRA	Ministerstvo životního prostředí, výživy a záležitostí venkova (<i>Department for Environment, Food and Rural Affairs</i>)
GC	Zlatý standart (<i>Gold Standard</i>)
EED	Směrnice o energetické účinnosti (<i>Energy Efficiency Directive</i>)
EGD	Zelená dohoda pro Evropu (<i>European Green Deal</i>)
EC	Evropská komise (<i>European Commission</i>)
EP	Evropský parlament (<i>European Parliament</i>)
EU ETS	Systém pro obchodování s povolenkami pro emise skleníkových plynů (<i>European Emissions Trading System</i>)
GHGs	Skleníkové plyny (<i>Greenhouse Gases</i>)
GISS	Goddardův institut pro vesmírná studia (<i>NASA Goddard Institute for Space Studies</i>)
GTP	Globální potenciál změny teploty (<i>Global Temperature Change Potential</i>)
GWP	Potenciál globálního oteplování (<i>Global Warming Potential</i>)
HDP	Hrubý domácí produkt
HFCs	Hydrofluorované uhlovodíky (<i>Hydrofluorocarbons</i>)
IPCC	Mezivládní panel pro změnu klimatu (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
IR	Infračervené záření (<i>Infrared</i>)

ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (<i>International Organization for Standardization</i>)
LULUCF	Využití půdy, změny využití půdy a lesnictví (<i>Land Use, Land-Use Change and Forestry</i>)
MČ	Městská část
MHD	Městská hromadná doprava
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NDCs	Národní příspěvky (<i>Nationally Determined Contributions</i>)
NER 300	Rezerva pro nové účastníky 300 (<i>New Entrants' Reserve 300</i>)
OSN	Organizace spojených národů (<i>United Nations Organization - UNO, United Nations - UN</i>)
PFCs	Perfluorované uhlovodíky (<i>Perfluorinated Compounds</i>)
P+R	Zaparkuj a jeď (<i>Park & Ride</i>)
PUM	Plán udržitelné mobility
RED	Směrnice o obnovitelných zdrojích energie (<i>Renewable Energy Directive</i>)
REDD	Projekty na snižování emisí z odlesňování a znehodnocování lesů (<i>Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation</i>)
SECAP	Akční plán pro udržitelnou energii a klima (<i>Sustainable Energy and Climate Action Plan</i>)
SUMP	Plán udržitelné městské mobility (<i>Sustainable Urban Mobility Plan</i>)
VER+	Ověřené snížení emisí (<i>Verified Emission Reduction</i>)
VCS	Dobrovolný uhlíkový standard (<i>Verified Carbon Standard, dříve Voluntary Carbon Standard</i>)
VOS	Dobrovolný offsetový standart (<i>Voluntary Offset Standard</i>)
WBCSD	Světová obchodní rada pro udržitelný rozvoj (<i>World Business Council for Sustainable Development</i>)
WHO	Světová zdravotnická organizace (<i>World Health Organization</i>)
WRI	Světový institut zdrojů (<i>World Resources Institute</i>)

WTT	Nepřímé emise vzniklé od výroby, zpracování a dodávky paliva či tzv.energie do natankování (<i>Well-to-Tank</i>)
WWF	Světový fond na ochranu přírody (<i>World Wildlife Fund</i>)

Seznam jednotek:

CO ₂ ekv.	Ekvivalentní hodnota CO ₂
tCO ₂ ekv.	Tuna CO ₂ ekvivalentu
Vozokm	Vozokilometry
Mtoe	Milion tuna ropného ekvivalentu
Osokm	Osobokilometry

1. ÚVOD

V současnosti probíhá výrazná klimatická změna antropogenního původu, která ovlivňuje celkové podmínky pro život na planetě Zemi. S rostoucí průměrnou globální teplotou dochází k celé řadě významných změn, jako je například zvyšování hladiny oceánů a následné zaplavení pobřežních území, celková změna rozložení srážek, teplot a souvisejících jevů, které kriticky ohrožují ekosystémy i lidskou civilizaci. Proto se v poslední době vynakládá značné úsilí tento nepříznivý vývoj alespoň zmírnit (tj. *mitigace, mitigation*) či se mu přizpůsobit (tj. *adaptace, adaptation*).

Pro kvantifikaci antropogenního příspěvku ke klimatické změně se ustálil pojem uhlíková stopa, která vyjadřuje množství skleníkových plynů v ekvivalentech CO₂ (CO₂ekv.) emitovaných při různých činnostech do atmosféry. Přitom je třeba rozlišovat přímou a nepřímou uhlíkovou stopu.

Doprava (přeprava osob, materiálů, výrobků atd.) představuje jednu z lidských činností, která přispívá ke klimatické změně produkcí skleníkových plynů spalováním fosilních paliv při provozu dopravních prostředků, nebo i při výrobě pohonných látek, či elektrické energie využívané k pohonu. Proto je uhlíková stopa dopravy důležitá z pohledu klimatické změny. Značnou část uhlíkové stopy generuje osobní doprava, která zajišťuje přepravu osob různými způsoby, např. železniční, letecká, lodní a silniční doprava, u které rozlišujeme individuální automobilovou dopravu a hromadnou dopravu. Přitom se každý druh osobní dopravy podílí na vytváření uhlíkové stopy rozdílnou měrou.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je modelová analýza uhlíkové stopy osobní dopravy v městském prostředí.

Rešeršní část práce je zaměřena na současný strategický a legislativní rámec klimatických změn. Dále jsou prezentovány příslušné standardy a postupy výpočtu uhlíkové stopy.

Praktická část práce byla realizována na vybraném modelovém příkladu dvou čtyřčlenných rodin, přičemž jedna žije v Praze a druhá v satelitu v bezprostřední blízkosti Prahy.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Klimatická změna

Pojem klimatická změna, jak je všeobecně používán, představuje proměňující se fungování globálního klimatického systému, který se projevuje účinky, jejichž příčinou je s největší pravděpodobností globální oteplování (IPCC, ©2018).

3.1.1 Globální oteplování

Lidské aktivity jsou zodpovědné za zvýšení průměrné teploty přibližně o 1 stupeň od doby před začátkem průmyslové revoluce. Bylo zjištěno, že při zvýšení teploty o 0,5 °C se zvyšuje frekvence a intenzita klimatických extrémů či projevů počasí (IPCC, 2018).

Globální oteplení se projevuje ve vnitrozemí více než v pobřežních oblastech a v Arktidě je vyšší dokonce dva až třikrát. Při současné rychlosti globálního oteplování dojde ke zvýšení teploty o 1,5 °C pravděpodobně mezi lety 2030 až 2050 (IPCC, 2018).

Průměrná teplota v roce 2020 byla nejvyšší naměřená a přesáhla průměr o 1,02 °C, čímž lehce překonala teplotně rekordní rok 2016. Poslední dekáda jasně ukázala trend globálního oteplování způsobené člověkem. Na teplotu v roce 2020 však měly vliv i jiné události. Rostla dokonce i přes mohutné požáry v Austrálii, které zamezily proniknutí slunečního záření k povrchu Země, opačný efekt měla odstávka znečišťujících zdrojů kvůli Covid 19, tzn. že dopadalo na povrch více slunečního záření. Zároveň přes menší emise CO₂ nedošlo k poklesu koncentrace CO₂ v atmosféře, což je zapříčiněno dlouhou dobou rozpadu CO₂ v řádu desítek let (GISS, ©2021).

V poslední, šesté hodnotící zprávě (AR6) mezivládního panelu IPCC ze srpna 2021 se uvádí, že: *„odpovědnost za zvyšování globální teploty od předprůmyslové éry nese prokazatelně člověk se svými aktivitami a klimatická změna probíhá rychleji a její dopady a projevy jsou hlubší a častější, než se uvádělo v předchozí zprávě AR5“*. Podle AR6 bude globální teplota stoupat přinejmenším do poloviny 21. století a k jejímu konci tohoto století dosáhne zvýšení v rozmezí 2,5 až 4,5 °C, přičemž nejpravděpodobnějším odhadem je stabilizace teploty na zvýšení o 3 °C. Pokud

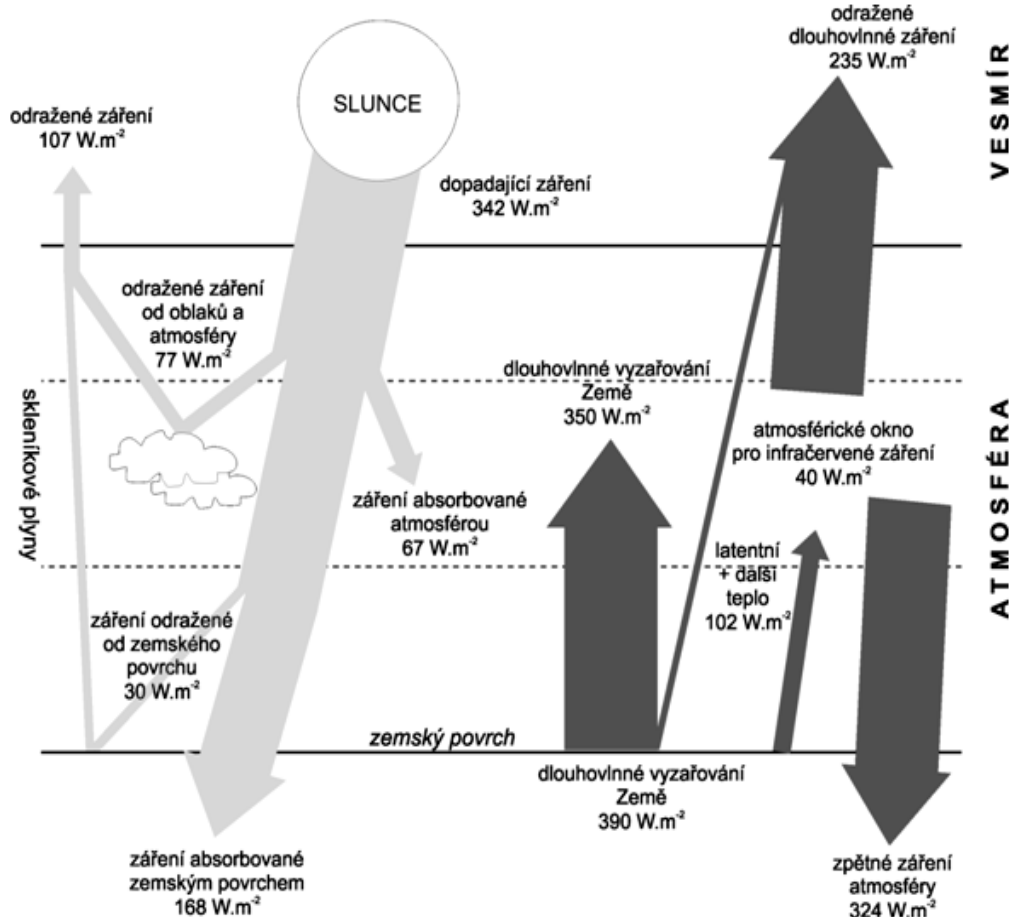
lidstvo nepodnikne již během tohoto a nejbližších desetiletí razantní kroky k omezení zejména uhlíkových emisí, pravděpodobnost udržení globálního oteplení pod 2 °C, se přiblíží nule (IPCC, 2021).

3.1.2 Skleníkový efekt

Bez skleníkového efektu by život na zemi nebyl možný, průměrná teplota by byla o 33 stupňů nižší a dosahovala by -18 stupňů °C (Moldan, 2015).

Nejdůležitější plyn zodpovědný za skleníkový efekt je vodní pára (H₂O). Oxid uhličitý (CO₂), který je odpovědný asi z 1/4, ozon (O₃), oxid dusný (N₂O), methan (CH₄) a několik, z hlediska ovlivňování skleníkového efektu, méně důležitých skleníkových plynů (Moldan, 2018).

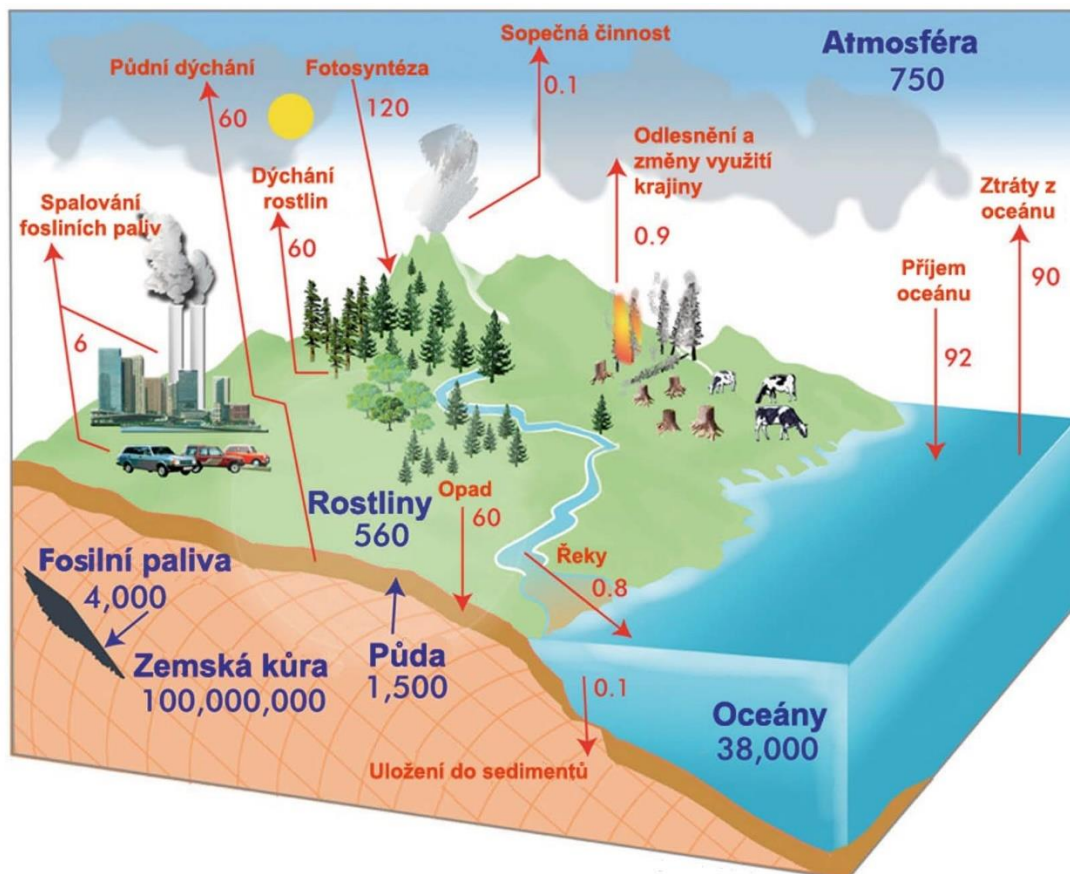
Podstatou fungování skleníkového efektu je sluneční záření, které je při doputování k Zemi z části odraženo od atmosféry bez užitku zpátky do vesmíru, část se absorbuje přímo v atmosféře, zbytek pronikne na povrch, který zahřívá, následně ohřátý povrch emituje dlouhovlnné - infračervené záření (IR), jež odráží atmosféra, respektive skleníkové plyny zpátky na povrch, a tím zvyšuje zahřívání, jelikož dlouhovlnné záření, na rozdíl od krátkovlnného záření, skleníkové plyny zachytí (Kutílek, 2008), viz obr. 1.



Obr. 1: Schéma skleníkového efektu s energetickou bilancí (Ruda, ©2014)

Na obsah vodní páry v atmosféře nemá člověk zásadní vliv, ale na růst koncentrací CO_2 , CH_4 a N_2O má vliv zcela zásadní. Perfluorované uhlovodíky (PFCs), chlorované a fluorované uhlovodíky (CFCs) a hexafluorid síry (SF_6) jsou dokonce pouze antropogenního původu. Všechny tyto plyny, na jejichž koncentraci má zásadní vliv člověk a předpokládá se, že jsou hlavními viníky globální klimatické změny, jsou zahrnuty do tzv. Kjótského koše. Skleníkové plyny (freony a další), které zde nejsou zastoupeny, jsou regulovány Montrealským protokolem, neboť tyto látky poškozují ozónovou vrstvu a nemají tak velký vliv na skleníkový efekt. Antropogenní přírůstek CO_2 vzniká hlavně při spalování fosilních paliv, odlesňování, jiném využívání půdy, výrobě cementu, vápna, a jeho příspěvek na globálním oteplování představuje 64 %. Koloběh uhlíku, potažmo CO_2 je znázorněn na obr. 2. U CH_4 je to hlavně výroba a užívání energií, a to včetně biomasy, chovu hospodářských zvířat, pěstování rýže, dále vzniká z organických odpadů na skládkách, z odpadních vod a při těžbě fosilních paliv. Jeho příspěvek na globálním oteplování činí zhruba 20 %. N_2O dodává člověk do atmosféry při používání hnojiv, při výrobě kyseliny dusičné a adipové a spalování biomasy i fosilních paliv. Antropogenní N_2O je zodpovědný za nárůst globálního

oteplování z 6 %. CFCs mají původ především při používání chladících a klimatizačních zařízeních, v chemickém průmyslu, v nadouvadlech, a jejich podíl na globálním oteplování představuje 10 %. PFCs vznikají při výrobě hliníku. SF₆ se používá jako izolátor v silnoproudých transformátorech a jako leptadlo při výrobě polovodičů (Moldan, 2015).



Obr. 2: Zjednodušený diagram globálního koloběhu uhlíku (The GLOBE program, ©2012)

Poznámka k obrázku: Objemy zásobníků (modře) jsou udávány v petagramech (Pg) = gigatunách (Gt) uhlíku, velikosti toků (červeně) v petagramech (Pg) = gigatunách (Gt) uhlíku za rok.

3.1.3 Dopady a projevy

Změna klimatu souvisí s globálním oteplováním a projevuje se klimatickými extrémny, jako je např. období veder střídající období velmi nízkých teplot, zvýšený výskyt cyklon, nebo naopak období sucha či povodní, dále zvyšování hladiny moří, zvyšování teploty moří a také zvyšování frekvence a prohlubování těchto jevů, které těžce dopadají na ekosystémy i lidskou populaci. Očekává se, že klimatická změna se na globální ekonomice odrazí negativně, ale bude probíhat odlišně v různých zeměpisných oblastech. Extrémní klimatické jevy mohou na ekonomiku např.

dopadnout snížením pracovní síly, produktivity práce, ale i kapitálu. Snížení zemědělské produkce pak ovlivní náklady na výrobu potravin včetně spotřeby energií potřebných pro jejich výrobu. Proto je důležité realizovat co nejdříve opatření ke snížení a zmírnění změny klimatu, které budou ovlivňovat státní rozpočet kvůli dodatečným nákladům (Olaru a Banacu, 2018).

Klimatické změny, které již v současnosti probíhají v Arktidě, budou mít už v nejbližší době velký dopad na tamní citlivé ekosystémy. Tání arktických oblastí ohrozí v krátkém horizontu nejen tamní ekosystémy, ale přímo život místních obyvatel, např. ovlivní zásobování potravinami, způsob hospodaření, tj. celou ekonomiku. Tání ledovců a zvednutí hladiny o více než jeden metr ohrozí také velká světová města, jako je New York, Šanghaj, Londýn a mnoho dalších, k jejichž ochraně bude potřeba realizovat velmi nákladná opatření. Předpokládá se, že hladina oceánů se do konce 21. století zvedne o 32 až 132 cm a někteří klimatologové předpokládají ještě výraznější vzestup, což může vyvolat migraci milionů lidí ze zaplavených oblastí (Mathez a Smerdon, 2018).

Tání ledovců zpětně působí na zvyšování globální teploty. Moře nebo pevnina bez ledové pokrývky má mnohem menší albedo. Čerstvý sníh má albedo 75-95 %, proto většinu slunečního záření ledovce odrážejí. Naproti tomu les má albedo 10-20 %, tím pádem pohlcuje násobně více slunečního záření. Bohužel nejchladnější oblasti jsou ke klimatickým změnám desetkrát citlivější, proto dochází k tak velkému oteplení např. v Arktidě a důsledkem toho k tání ledovců nebo ledového pokryvu moře (Kadrnožka, 2008).

Období, v němž žijeme, se v rámci celého helocénu vyznačuje neobvykle rychlým stoupaním globální teploty, čímž strádají na kontinentech celé ekosystémy a z nich především lesy. Žádné místo na světě si v současnosti nebo v méně či více vzdálené budoucnosti nemůže být jisté před změnami klimatu. I rozsáhlé oblasti se mohou změnit v pustiny, jež nebude možné kvůli vysokým teplotám obývat (Moldan, 2021).

Klimatická změna bude mít vliv na lidstvo téměř ve všech hospodářských odvětvích i ve všech oblastech dotýkajících se života obyvatel naší planety. Již v současnosti můžeme pozorovat dopad na zemědělství jako zdroje potravy. V teplejších oblastech, kde jsou dnes, či nedávno ještě byly, ideální podmínky pro pěstování zemědělských plodin, budou vlivem příliš vysokých teplot a nedostatku vody klesat výnosy, a při

nadměrném zavlažování suchých území hrozí zasolení půdy, naopak v chladnějších oblastech se mohou výnosy zvýšit. To může vést k migraci za lepším klimatem a vyhlazení nevhodných oblastí pro život, jak se to dělo při změnách klimatu v historii lidstva. Účinkem častějších a prudších srážek bude docházet k poškození infrastruktury, sídel průmyslu a erozi zemědělské půdy, to samé mohou způsobovat tropické bouře (Moldan, 2015).

V současnosti se projevuje změna globálního klimatu i na lidské zdraví. Lidský organismus hůře snáší extrémní teploty. Např. vlivem veder, která do Česka přicházejí bez pozvolného přechodu na počátku léta, nebo dokonce ještě v astronomickém jaru, se zvyšuje úmrtnost o 30 %. Podle statistik extrémně horkému počasí podlehl v roce 2003 až 20 000 obyvatel Francie a Itálie. V celé Evropě podlehl vysokým teplotám nejméně 35 000 obyvatel. Podle některých předpovědí klimatologů zvýšení globální teploty o 2 a 3 stupně Celsia v Evropě povede ke dvojnásobně vyššímu počtu letních teplotních extrémů a podle zprávy Evropské komise z roku 2007 by horké letní počasí mohlo po polovině 21. století přivodit smrt až 60 000 evropských obyvatel ročně (Kadrnožka, 2008).

Podobně začínají být se zvyšující se globální teplotou pro lidské zdraví nebezpečnější nakažlivé choroby. Pro Afriku, Jižní Ameriku a jihovýchodní Asii je charakteristická zvýšená úmrtnost na malárii a průjmová onemocnění vlivem sucha či záplav. V Evropě se zase alarmujícím způsobem zvyšují s rostoucí teplotou počty onemocnění způsobené klíšťaty (lymská borelióza). Hranice tropických nemocí se přitom posouvá směrem k severu. Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) mělo v roce 2020 zemřít 320 000 lidí v důsledku změny klimatu způsobené jak extrémním horkem, tak i nakažlivými chorobami a předpokládá se, že se tyto počty budou i nadále zvyšovat (Kadrnožka, 2008).

Pro citlivé ekosystémy, které se neumí rychle přizpůsobit měnícím se podmínkám, může být zvyšující se teplota zničující. Jeden z největších ekosystémů - korálové útesy, jsou velmi náchylné na změnu teploty, zvýší-li se globální teplota o 1 °C, přes ¼ korálových útesů uhynie a zpomalí se jejich růst (Kadrnožka, 2008). Dále růst teploty oceánů způsobí uvolnění metanu, který je uložen v mořském dně ve formě klatrátu (tj. molekul methanu v ledových krystalech), což povede k zvýšení skleníkového efektu a ke kyselým dešťům (Kovář, 2014).

Klimatickým změnám se různé organismy v minulosti byly schopny přizpůsobit, ale v dnešní době, kdy člověk intenzivně mění krajinu a tím i podmínky pro jejich život, může být přizpůsobení probíhajícím se změnám mnohem těžší (Frouz a Moldan, 2015).

3.2 Klimatické dohody a legislativa

3.2.1 Rámcová úmluva OSN o změně klimatu

S přibývajícím vědomostmi a daty o změně klimatu a jejích dopadech na životní prostředí a lidskou společnost, rostla potřeba stanovit pravidla pro ochranu klimatu v globálním měřítku. K Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu uzavřené v Rio de Janeiro roku 1992 (*United Nations Framework Convention on Climate Change*, dále jen Úmluva), která byla prvním pokusem celosvětového vyjednávání o redukci emisí skleníkových plynů a kterou ratifikovalo do roku 2009 194 států, se Česká republika připojila v červnu 1993 a ratifikovala ji v říjnu téhož roku. Hlavními zásadami Úmluvy jsou: 1. mezigenerační spravedlnost, 2. větší zodpovědnost vyspělých zemí a pomoc rozvojovým zemím se zvládnutím tohoto problému, 3. větší ochrana oblastem ohroženým výrazněji negativními dopady klimatické změny, 4. předběžná opatření, což znamená neodkládat řešení negativního dopadu změny klimatu, přestože není dosud dostatečně doložen (MŽP, ©2008–2020).

Cílem Úmluvy je zabránit hromadění skleníkových emisí v atmosféře způsobené člověkem a udržovat takovou jejich koncentraci, která by nadále klimatickou změnu neprohlubovala, ale naopak dlouhodobě mírnila. Evropská unie společně se svými členskými státy se k Rámcové úmluvě všech členů OSN připojila jako nadnárodní unie. Úmluva vychází z vědeckých poznatků, že globální oteplování, za něž jsou s největší pravděpodobností odpovědné skleníkové emise antropogenního původu, v současnosti již probíhá. Při vyjednávání Rámcové úmluvy na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v roce 1992 však nebyl stanoven žádný konkrétní cíl. Kvantifikace snížení emisí, jeho časové naplánování a začlenění do navazujících protokolů, resp. dodatků bylo odloženo na pozdější dobu. Rámcová úmluva tak stanovuje pouze základní principy a obecně formulované závazky (Brandejský, 2020)

3.2.2 Kjótský protokol o změně klimatu

V roce 1997 byl přijat k Rámcové úmluvě OSN Kjótský protokol o změně klimatu (*Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, dále jen Protokol). Signatářské země se v něm zavázaly v období 2008 – 2012 snížit emise skleníkových plynů nejméně o 5,2 % oproti roku 1990. V roce 2012 bylo schváleno další pokračování Protokolu pro léta 2013 – 2020. Ke druhému období se přihlásila pouze část zemí Přílohy I Úmluvy, a Protokol tak nebyl závazný pro rozvojové země a rozvíjející se ekonomiky (včetně Číny, Indie, Brazílie aj.). Nové závazky do roku 2020 se tak měly týkat pouze 15 % celosvětových emisí skleníkových plynů. Dvacet osm členských států Evropské unie se však zavázalo redukovat emise skleníkových plynů do roku 2020 téměř čtyřnásobně, tedy o 20 % oproti roku 1990, aby mohly dosáhnout cíle tzv. klimaticko-energetického balíčku přijatého EU v roce 2009. Českou republikou byl Protokol podepsán v listopadu 1998 na základě usnesení vlády ČR a ratifikován v listopadu 2001 jako první ze zemí Visegrádské čtyřky. Kjótský protokol signovalo celkem 192 zemí. Snížení zahrnuje emise CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆ a fluoridu dusitého (NF₃). Pro každý skleníkový plyn existuje tzv. potenciál globálního ohřevu v závislosti na jeho schopnosti ovlivňovat klima. Pro možnosti srovnání se obsah skleníkových plynů uvádí v ekvivalentní hodnotě CO₂ (CO₂ekv.). Kromě emisí skleníkových plynů počítá Protokol i s jejich propady, tj. zachycováním skleníkových plynů změnami ve využívání krajiny, především zalesňováním a péčí o lesní porosty, resp. odlesňováním (MŽP, ©2008–2020).

Zajímavá je skutečnost, že ČR byla povinna snížit emise skleníkových plynů o 8 %, avšak USA pouze o 7 % a Ruská federace se zavázala zůstat na stejné emisní úrovni jako v roce 1990. Norsku, Austrálii a Islandu dokonce bylo dovoleno zvýšit své emise oproti hodnotám v roce 1990 (o 1 %, 8 % a 10 %). Kjótský protokol stanovil tzv. flexibilní mechanismy, jejichž pomocí mohou státy zajistit snížení emisí na území jiného státu pomocí investic do energetiky a teplárenství v rozvojových státech, nebo mohou obchodovat s emisemi s jinými státy. Kjótský protokol také zavedl poprvé pro každý stát možnost odečtu takového množství skleníkových plynů, které bylo jejich zásluhou absorbováno přírodou (tzv. propad uhlíku, *carbon sink*). Od roku 2001 je však na základě dohody uzavřené na konferenci COP 7 v Marrákeši využívání propadů uhlíku limitováno. Česká republika je v Kjótském protokolu označena jako stát v procesu transformace k tržnímu hospodářství a je jí tak poskytnuta vyšší míra flexibility. Pokračování Protokolu pro tzv. druhé „závazkové období“ 2013 – 2020 bylo

v roce 2012 schváleno dodatkem Kjótského protokolu z Dauhá (dále jen Dodatek). Do června 2020 však nenabyl účinnosti, protože tak učinilo pouze 140 států, pro vstoupení v platnost bylo potřeba, aby Dodatek přijalo 144 států. Přesto se však Evropská unie a všech jejích 28 členských států, jak uvedeno výše, Dodatkem zavázaly své emise skleníkových plynů do roku 2020 snížit o 20 % v porovnání s úrovní v roce 1990. Největší znečišťovatelé (Rusko, USA, Kanada, Čína, Indie, Brazílie atd.) se k druhému kontrolnímu období nepřipojili (Brandejský, 2020).

3.2.3 Pařížská dohoda a navazující ujednání

Rámcové úmluva OSN o změně klimatu doznala dalšího vývoje, když byla v prosinci 2015 na konferenci o změně klimatu v Paříži uzavřena tzv. Pařížská dohoda (*Paris Agreement*, dále jen Dohoda), která nahradila po roce 2020 dosud platný Kjótský protokol. Cílem Pařížské dohody je zbrzdit růst průměrné globální teploty tak, aby se udržela hluboko pod hranicí 2 °C a snažit se, aby nárůst nepřekročil 1,5 °C v porovnání s obdobím před průmyslovou revolucí. Dohoda tentokrát zavazuje nejen rozvinuté, ale také rozvojové státy, aby k dosažení cíle Dohody stanovily své vlastní národní příspěvky (*Nationally Determined Contributions*, dále jen NDCs) směřující k uhlíkové neutralitě, kdy na planetě Zemi bude vypouštěno do atmosféry jen tolik CO₂, kolik ho bude povrchem Země zachyceno. Začátek platnosti Dohody byl datován na listopad 2016. Mezi signatářské státy patřily s výjimkou Ruska všichni významní producenti emisí skleníkových plynů včetně Číny a USA. EU a všech jejích 28 členů včetně České republiky se k Dohodě připojily se společným závazkem do roku 2030 snížit emise skleníkových plynů ve srovnání s rokem 1990 nejméně o 40 %. Tento společný cíl EU a jejích členských států byl přijat Evropskou radou v říjnu 2014. Proces ratifikace Dohody stále probíhá. Česká republika se stala smluvní stranou Dohody v listopadu 2017 (MŽP, ©2008–2020).

Pařížskou dohodu mělo v roce 2017 podepsáno 195 ze 197 účastnických zemí, těmito dvěma výjimkami byly Nikaragua a Syrská arabská republika odpovědné za pouhých 0,1 %, a přibližně 0,2 % celkových světových emisí skleníkových plynů. Ve snaze postavit se proti hrozbě globální klimatické změny společně celosvětové společenství uskutečnilo za dlouhé období před přijetím Dohody řadu mezinárodních jednání i ujednání a některá z témat zůstávají stále ještě otevřená k diskusi. Pařížská dohoda stanovuje jak cíle a obecný postup řešení, tak i mechanismy a postupy k dosažení těchto cílů. Dohoda zdůrazňuje společné, ale i odlišné odpovědnosti a schopnosti smluvních stran rozvojových a rozvinutých zemí a stanovuje způsoby finanční

podpory a transferu technologií rozvojovým zemím. Aby byla Dohoda opravdu uskutečnitelná, bylo nutno hierarchizovat a jasně specifikovat dlouhodobé cíle týkající se především:

- globálních průměrných teplot,
- adaptace na klimatickou změnu,
- toků financí nezbytných pro zajištění opatření vedoucích k těmto hlavním cílům (Moosmann a kol., 2017).

Každá ze smluvních stran si stanovuje svůj vlastní příspěvek a dobrovolně také volí svůj mechanismus, jak jej dosáhnout. Nejsou povoleny investice do odvětví s velkou uhlíkovou stopou (tzv. *green finance and investment*). Své vnitrostátní příspěvky v oblasti zmírňování a přizpůsobování klimatické změně, plány finančního i technologického zajištění, budování kapacit a závazek k transparentnosti oznámila již v roce 2017 většina, tedy 187 ze 196 stran. Na rozdíl od Kjótského protokolu se k těmto příspěvkům musí zavázat všechny smluvní strany. Dohoda zahrnuje technologickou podporu a také podporu v oblasti financování a budování kapacit. Při přizpůsobení klimatické změně je třeba zvyšovat adaptivní kapacity, posílit odolnost a snížit zranitelnost vůči změně klimatu. Úsilí na snižování škod a ztrát vlivem změny klimatu je zaměřeno především na prohloubení znalostí a pochopení komplexního řízení rizik, důležité jsou přístupy ke snižování škod a ztrát, posílení dialogu a koordinace mezi zúčastněnými stranami a také posílení činností ke snížení škod a ztrát a mechanismus podpory (včetně finanční, technologické a při budování kapacit). Zmírnění i přizpůsobení změně klimatu a řešení ztrát a škod vyžadují značné finanční zdroje, které budou poskytovány rozvojovým zemím, jež si poprvé v historii stanovily své vlastní příspěvky, ale nedisponují dostatečnými vlastními zdroji potřebnými k jejich dosažení (Moosmann a kol., 2017).

3.2.3.1 Skupiny Dohody

Smluvní strany s podobnými podmínkami a problémy nebo podobnými názory zakládají v rámci Dohody skupiny, které své postoje projednávají, koordinují, mají své vyjednávače a prostřednictvím svého zástupce svá stanoviska společně předkládají. Během existence Pařížské dohody tak bylo založeno několik skupin. Evropská unie je jedinou skupinou zemí, jejíž členské státy se zavázaly společně snížit své emise skleníkových plynů již v rámci Kjótského protokolu. Současné členské státy (plus Island) na další snižování svých emisí skleníkových plynů přistoupily až pro druhé „závazkové“ období Kjótského protokolu 2013–2020. Příspěvky ke snížení skleníkových plynů stanovené v roce 2015 pro jednotlivé účastnické státy platí také

pro všechny současné členské státy dohromady. EU a její členské státy koordinují svůj postoj způsobem, který je podobný ostatním skupinám. Zástupci EU a jejich členských států se pravidelně scházejí před konferencemi a zasedáními pomocných orgánů i během nich. Jmenují své vyjednávače a prohlášení jsou vydávána jménem EU a jejich členských států. Skupina 77 v Organizaci spojených národů (G-77) byla založena 77 signatáři rozvojových zemí v rámci první konference OSN o obchodu a rozvoji již v roce 1964. Od té doby se skupina rozrostla na 134 členských zemí. G77 si klade za cíl posílit pozici Jihu při vyjednávání v rámci OSN a hledat pro Jih podporu. Oproti Kjótskému protokolu jsou všechny smluvní strany bez výjimky povinny připravovat se, komunikovat a plnit stanovené NDCs na národní/vnitrostátní úrovni. Plnění tohoto cíle je periodicky vyhodnocováno První vyhodnocování bylo uskutečněno v roce 2018 (EU, 2017).

Smluvní strany se neshodly na vynucovacím mechanismu, takže Pařížská dohoda nemá normativní charakter a nejedná se tedy o závaznou součást mezinárodního práva, v rámci Dohody budou pouze zveřejňovány informace o tom, které ze smluvních stran svých redukčních příspěvků nedosáhly. V prosinci roku 2018 byl na konferenci COP 24 přijat Katovický klimatický balíček (*Katowice Climate Package*, resp. *Paris Rulebook*), který určil způsob měření emisí, podávání zpráv o adaptačních opatřeních a pravidelné pětileté revize naplňování Pařížské dohody. Nebyla však přijata možnost, aby smluvní strany Pařížské dohody mohly nevyužité emise odprodat, což bylo odmítnuto i v roce 2019 v Madridu při konferenci COP 25.

Ke konci roku 2021 se uskutečnila Konference COP 26 v Glasgow a na závěr složitých jednání 190 účastnických zemí prohlásilo, že cíle Pařížské dohody zůstávají neměnné a snahy udržet zvýšení globální teploty o 1,5 °C budou pokračovat. Mezi nejdůležitější výsledky konference patří: 1) nové závazky některých zemí s nejvýznamnějším objemem emisí na jejich snížení, 2) shoda na posíleném financování klimatických opatření v objemu 100 miliard USD, 3) pravidla pro mezinárodní trhy s uhlíkem, 4) vznik nových partnerství - USA, EU a partneři pro snížení emisí metanu, připojilo se 100 zemí, dále partnerství EC, investiční banky a investičního fondu BEC (*Breakthrough Energy Catalyst*) pro neodkladné zavádění inovací v energetice a partnerství Jihoafrické republiky, Francie, Německa, Spojeného království, USA a EU pro urychlenou transformaci dekarbonizaci jihoafrické elektroenergetiky, 5) příslib EU příspěvek 1 miliardou EUR k celosvětovému závazku financování lesů pro jejich zachování a rozšiřování udržitelného hospodaření v nich (Brandejský, 2020; EC, ©2021a).

3.2.4 Legislativa Evropské unie

Hlavní mechanismus pro omezování emisí skleníkových plynů v rámci EU a přidružených zemí (Island, Norsko, Lichtenštejnsko) představuje obchodování s emisními povolenkami, které funguje na principu „*cap and trade*“ (omez a obchoduj). Princip je uveden ve Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2003/87/ES, o systému pro obchodování s povolenkami pro emise skleníkových plynů ve Společenství (*European Union Emission Trading Scheme*, dále jen EU ETS) a především jejím prostřednictvím mají být naplněny cíle Kjótského protokolu. Obchodování redukuje množství skleníkových plynů, které mohou energeticky náročné hospodářské sektory jako je např. průmyslová výroba, energetika, letecké společnosti vypouštět do atmosféry. Počet vydaných povolenek je postupně snižován, aby se i množství emisí postupně snižovalo. Každý stát má svého správce na trhu s povolenkami. Obory, na něž se EU ETS vztahuje, jsou povinny ve srovnání s rokem 2005 své emise redukovat o 43 %, což znamená, že celkový pokles množství emisních povolenek bude rychlejší, než bylo původně plánováno (od roku 2021 o 2,2 % ročně, namísto dřívějších 1,74 % ročně), což představuje do roku 2030 další snížení emisí CO₂ekv. o přibližně 556 milionů tun (Brandejský, 2020).

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES z dubna 2009, o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (RED, *Renewable Energy Directive*) určila každému členskému státu odlišnou metu dosažení podílu obnovitelných zdrojů (např. 49 % pro Švédsko a 13 % pro ČR). Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 z prosince 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (známá jako RED II, neboli *Renewable Energy Directive 2*) zvyšuje podíl energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie EU až na 32 % do roku 2030 (viz čl. 3 odst. 1 této směrnice). (Brandejský, 2020).

Důležitá je také Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/27/EU z října 2012 o energetické účinnosti (EED, neboli *Energy Efficiency Directive*), jejímž cílem bylo zvýšit energetickou účinnosti v EU do roku 2020 o 20 %. Každý členský stát byl povinen stanovit svůj orientační vnitrostátní cíl energetické účinnosti, přičemž v roce 2020 byl stanoven EU strop pro spotřebu primární energie, tzn. všech zdrojů energie vyskytujících se v původní formě v přírodě, na 1 474 Mtoe (milion tuna ropného ekvivalentu) (*pozn. autora: tuna ropného ekvivalentu je jednotka energie definovaná na základě jedné tuny ropy, která má čistou kalorickou hodnotu 41.868 gigajoulů*) nebo pro konečnou spotřebu energie, tzn energie před vstupem do spotřebičů, né pro

výrobu energie, na 1 078 Mtoe. Jedním z hlavních právních norem EU v oblasti životního prostředí je Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES z května 2008, o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduším pro Evropu, která určuje zlepšení kvality ovzduší nikoli však kvůli ochraně klimatu, nýbrž kvůli ochraně lidského zdraví. V této směrnici není proto CO₂ uveden jako znečišťující látka, která by ohrožovala lidské zdraví. Opatření ke zlepšení kvality ovzduší ale často také přispívají k redukcí emisí skleníkových plynů, např. výměnou kotlů s lepšími parametry pro spalování fosilních paliv i dřeva (Brandejský, 2020).

3.2.4.1 Zelená dohoda pro Evropu

V reakci na nepříznivý vývoj klimatické změny a ve snaze se proti němu účinně postavit představila Evropská komise v roce 2019 strategii, Zelenou dohodu pro Evropu (*European Green Deal*, dále jen EGD), jak docílit do roku 2050 klimatické neutrality. Neoddělitelnou součástí EGD tvoří evropský právní rámec pro klima (*European Climate Law*) s právními předpisy EU sjednocujícími aktivity k dosažení klimatické neutrality. Protože CH₄ představuje po CO₂ druhý nejdůležitější plyn působící na změnu klimatu a zároveň závažně poškozuje lidské zdraví, EC vyhlásila v říjnu 2020 v rámci EGD unijní strategii ke snížení CH₄. Strategie se soustřeďuje zejména na lepší monitorování emisí CH₄, zejména v zemědělství, lepší monitorování a opravy úniků v plynárenství a lepší hospodaření s CH₄ v odpadovém hospodářství. EGD navazuje na Pařížskou dohodu podepsanou EU i jejími členskými státy v roce 2015. Ke splnění cíle dosáhnout do poloviny tohoto století klimatické neutrality EC závazky průběžně zpřísňuje a upřesňuje:

- v roce 2008 vznikla dohoda o snížení emisí skleníkových plynů do roku 2020 o 20% oproti roku 1990, jež byla splněna v roce 2017,
- v roce 2014 bylo podpořeno snížení emisí skleníkových plynů do roku 2030 o 40 % oproti roku 1990,
- v roce 2020 byl přijat závazný cíl snížit emise skleníkových plynů do roku 2030 alespoň o 50 % oproti roku 1990
- a nakonec v roce 2021 došlo k dalšímu zpřísnění snížit emise skleníkových plynů do roku 2030 o min. 55 %.

EGD představuje komplexní plán na transformaci společnosti, jež bude prosperovat, bude zelená a spravedlivá i udržitelná. Jejího naplňování se může a má zúčastnit

každý z občanů EU způsobem odpovídajícím jeho možnostem a schopnostem. Plán zahrnuje opatření pro všechny obory lidských činností, zejména v oblastech:

- investic do technologií šetrných k životnímu prostředí,
- zelených inovací,
- podpory čistších forem dopravy,
- dekarbonizace energetických odvětví,
- energeticky efektivních budov,
- spolupráce na mezinárodní úrovni.

Klimatická neutralita znamená, že bude docíleno stavu, kdy již nebudou vypouštěny žádné čisté emise. Redukce emisí se týká především energetických odvětví, při výrobě i spotřebě energie je vypouštěno do atmosféry 75 % všech skleníkových plynů, dále energetické účinnosti budov, způsobu dopravy, výroby potravin, hospodaření v lesích a investic do projektů šetrných vůči klimatu. EGD jako plán přechodu k udržitelnějšímu hospodářství EU obsahuje i způsoby finanční podpory a inkluzi. Ambiciózní plán zahrnuje i spolupráci na mezinárodní a globální úrovni. Poslední iniciativu v rámci EGD představuje balíček návrhů Evropské komise „Fit for 55“ (*poznámka autora: volně překládáno jako „přípravení pro 55 %“*) z roku 2021 zahrnující legislativní nástroje k dosažení cílů dohodnutých v evropském klimatickém právu a odpovídající aktualizovanému cíli dosáhnout do roku 2030 snížení emisí min. o 55 % oproti roku 1990 (tedy min. o 5 % větší snížení než bylo původně dohodnuto v roce 2020). Jedná se zejména o oblasti klimatu, energetiky, využívání půdy, dopravy a zdanění. Aby cíle redukce emisí alespoň o 55 % mohlo být dosaženo, je třeba změnit mj. i systém obchodování EU ETS. EC proto vydala v červenci 2021 návrh směrnice na úpravu pravidel, jimiž se obchodování řídí. Týká se to především stability, rezervy a regulace trhu. S tímto souvisí i offsetové projekty, viz kapitola 3.6.1 - Kompenzace uhlíkové stopy. Vzhledem k tomu, že ve městech EU žije 70 % obyvatel a 23 % skleníkových plynů je v nich generováno dopravou, věnuje EU systematickou pozornost také městské mobilitě (Evropská rada a Rada EU, ©2021; EC, 2021a).

V prosinci 2021 EC představila nový dopravní rámec s pokyny, jež městům umožní lépe sladit své rozvojové záměry s cíli EGD snižovat skleníkové emise a vytvářet environmentálně přívětivá a příjemná města. Pozornost je věnována celkovému zkvalitňování a posilování veřejné dopravy a zlepšování podmínek pro aktivní dopravu - chůzi a cyklistiku, vytváření bezemisních městských vozových parků a upřednostňování motorové dopravy s nulovými emisemi ve službách, např. taxi

služba nebo pronajímání vozidel. Významnou roli přitom hraje plánování udržitelné mobility (*Sustainable Urban Mobility Plan*, dále jen SUMP, v Praze se označuje jako PUM), jež městům usnadňuje efektivně snižovat emise, kongesce a hlukovou i emisní zátěž. Cílem je též do roku 2030 dosáhnout klimatické neutrality ve stovce měst. Evropská komise financuje městské projekty napňující tyto záměry, dosud tak bylo v letech 2014 - 2020 přiděleno 18,5 miliardy EUR, poskytuje metodickou pomoc těmto projektům (EC, ©2021b).

3.2.5 Legislativa ČR

Česká legislativa je v oblasti změny klimatu navázána především na právní předpisy Evropské unie, již je plnohodnotným členem od roku 2004. Z této skutečnosti vycházejí také související politiky, strategie a akční plány. Politika ochrany klimatu v České republice schválená vládou v březnu 2017 zahrnuje cíle a opatření na snižování emisí skleníkových plynů. Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR (dále jen Adaptační strategie ČR) byla schválena vládou v říjnu 2015 a v lednu 2017 byl přijat Národní akční plán adaptace na změnu klimatu, který představuje implementační nástroj. Adaptační strategie ČR a její obsah vycházejí z tzv. Bílé knihy Evropské komise a určuje sektory s nejvyššími předpokládanými dopady na změny klimatu. Nástrojem pro její využití je Národní akční plán adaptace na změnu klimatu. Tento plán je postaven na Komplexní studii dopadů, zranitelnosti a rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR, zpracované v roce 2015, kde byly analyzovány pravděpodobné dopady v jednotlivých sektorech. Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR z roku 2015 byla aktualizována v roce 2019 (MŽP, ©2008–2020d).

Emisní obchodování umožňuje efektivně snižovat emise skleníkových plynů tím, že subjekty, které mají možnost emise redukovat s nižšími náklady, mohou emisní povolenky nebo jiné emisní kredity, které uspořily a již je tedy nepotřebují, prodat těm, u nichž by snížení emisí znamenalo vyšší náklady. Obchodovat s emisemi mohou mezi sebou státy. Česká republika se jako členský stát EU účastní mezinárodního emisního obchodování (*European Union Emission Trading Scheme*, EU ETS), v rámci flexibilního mechanismu Kjótského protokolu uvedeného v Dodatku 1. V ČR je EU ETS zakotven v zákoně č. 383/2012 Sb., o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů, který určuje, na které subjekty se tento nástroj pro snižování emisí vztahuje a jaká jsou práva a povinnosti jejich

provozovatelů. Provozovatelé získávají část povolenek zdarma, zbytek mohou odkoupit na trhu s povolenkami nebo v aukci. Své emise musí sledovat a každý rok vykázat jejich objem MŽP. Národním správcem pohybu povolenek je v ČR společnost OTE, a.s. (MŽP, ©2008–2020e).

Pokud jde o obnovitelné zdroje, vláda ČR v lednu 2020 schválila svůj národní vnitrostátní plán, podle něhož jejich podíl na celkové spotřebě energie vzroste do roku 2030 na 22 %, přičemž podle RED II má být alespoň 14 % energie spotřebované v dopravě po pozemních komunikacích a železnicích získáno z obnovitelných zdrojů (Brandejský, 2020).

3.3 Nová strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu

Nová adaptační strategie vychází ze skutečnosti, že změny klimatu charakterizované náhlými zvraty a extrémní počasí, jež ohrožují všechny aspekty života a hospodářství, se zrychlují a jsou stále častější. Jen ekonomické ztráty z extrémních jevů dnes dosahují částky 12 mld. EUR ročně a předpokládá se, že s každým navýšením teploty budou strmě stoupat (EC, 2021b).

Vzhledem k nutnosti zintenzivnit nejen úsilí pro zmírňování, ale i přizpůsobování se změnám klimatu vytkla si EU za cíl dosáhnout do roku 2050 vyšší odolnosti vůči změně klimatu. EC proto počátkem roku 2021 přijala novou adaptační strategii sladěnou se všemi opatřeními, plány i strategiemi EU na všech úrovních řízení i napříč všemi odvětvími a obory aktivit. Zdůrazňuje v ní prohlubování výzkumů, analýz a informací, odstraňování pochyb o probíhajících klimatických procesech, navrhuje zesílit adaptační opatření, urychlit jejich realizaci a využívat inteligentnějších a přírodě blízkých řešení, vyloučit možnosti rozporů mezi opatřeními pro adaptaci a pro redukcí emisí atd. (EC, 2021b).

Protože změny klimatu se nevyhnou žádnému místu na planetě, nová strategie počítá s posílením koordinace aktivit a opatření i na mezinárodní úrovni (EC, 2021b).

3.4 Financování klimatických opatření

EU podporuje opatření týkající se klimatu prostřednictvím několika specializovaných fondů, programů a rozpočtu EU, jako je:

- Modernizační fond pomáhá deseti chudším zemím EU (Bulharsko, Chorvatsko, Česko, Estonsko, Maďarsko, Lotyšsko, Litva, Polsko, Rumunsko, Slovensko) k dosažení klimatické neutrality a je určen k modernizaci energetických soustav a zvyšování energetické účinnosti.
- Inovační fond přiděluje i v globálním srovnání velmi rozsáhlé dotace, který je určen pro všechny členské státy EU na inovace v oboru nízkouhlíkových technologií pro velké (nad 7,5 mil. EUR) i malé (pod 7,5 mil. EUR) projekty, jež mají sloužit jako inspirace pro energeticky náročné procesy.
- Program Life 2021 - 2027 zahrnuje čtyři podprogramy: Příroda a biodiversita, Oběhové hospodářství a kvalita života, Klimatická změna a adaptace a Přechod k čisté energetice. O dotaci může žádat veřejná správa, neziskové organizace i malí a střední podnikatelé.
- Rozpočet EU: minimálně 23 % rozpočtu EU na období 2021 - 2027 má na návrh EC směřovat do oblasti klimatu na opatření v oblasti klimatu.
- Program NER 300 (*New Entrants Reserve 300*), (*poznámka autora: název vznikl po prodeji 300 mil. emisních povolenek z rezervy nových účastníků – NER, která byla zavedena pro 3. fázi obchodování s povolenkami v EU*) slouží k finanční podpoře při zavádění a demonstraci inovativních nízkouhlíkových technologií pro ekologicky bezpečné zachycování a ukládání uhlíku a nových technologií v oblasti obnovitelných zdrojů energie v komerčním sektoru EU (EC, ©2021c).

3.5 Iniciativa k mezinárodním klimatickým dohodám

3.5.1 Pakt starostů a primátorů pro udržitelnou energii a klima

Jedná se o společnou iniciativu evropských měst a obcí a Evropské komise, jež však vznikla zdola a byla ustanovena po přijetí energetického balíčku v roce 2008 s cílem snížit emise do roku 2030 alespoň o 40 % a zvýšit odolnost měst a obcí vůči dopadům změn klimatu. Připojení k Paktu schvaluje zastupitelstvo a do 2 let je město povinno vytvořit Akční plán, SECAP (*Sustainable Energy and Climate Action Plan, dále jen SECAP*), s výchozí bilancí skleníkových plynů a konkrétními kroky k energetickým úsporám a zvýšení energetické účinnosti zejména budov, dopravy a veřejného osvětlení, analýzu dopadu klimatických změn a adaptační kroky ke snížení

zranitelnosti vůči klimatickým změnám. V EU se dosud k této iniciativě připojilo 7 000 obcí, měst, krajů či regionů z 57 zemí, v ČR kolem 84 měst, obcí či skupin. SECAP se závazky do roku 2030 byl v ČR zatím schválen kromě Prahy v Liberci, Litoměřicích a Táboře. Metodickou podporu poskytuje k tomu účelu zřízená Kancelář paktu (Pakt starostů a primátorů, ©2021).

3.6 Uhlíková stopa

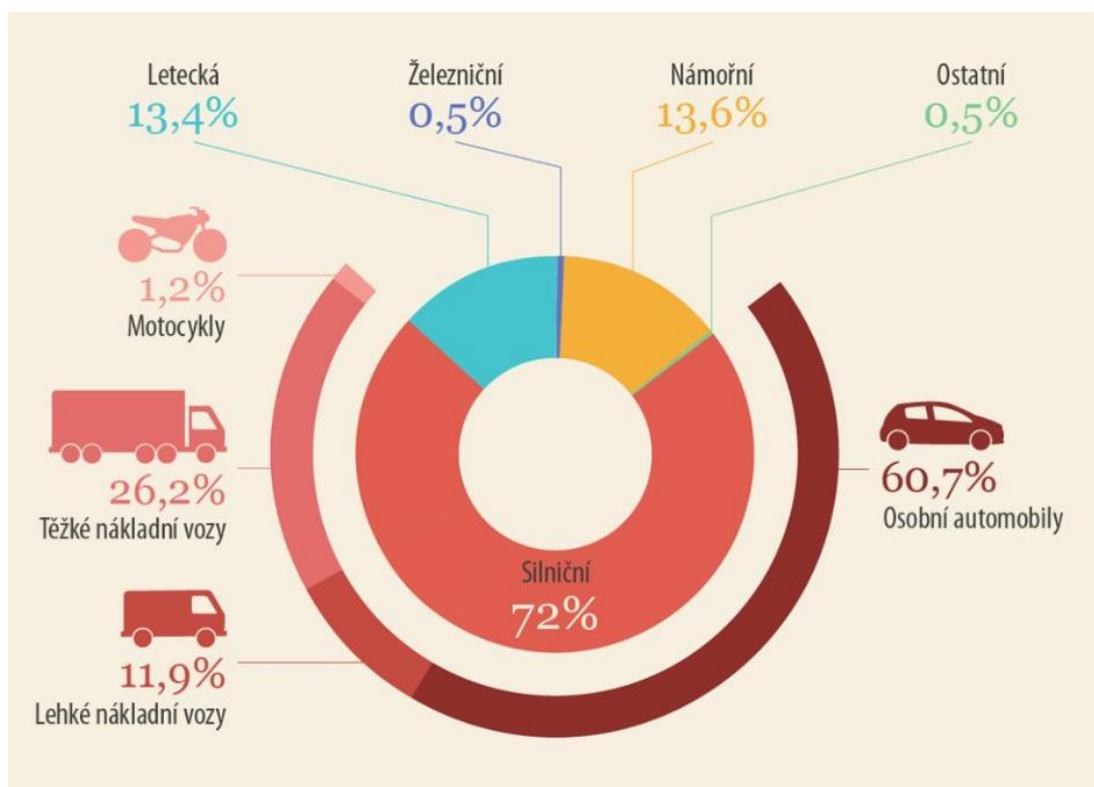
V souvislosti s vývojem poznatků o klimatické změně se postupně tříbily názory na to, jak uhlíkovou stopu definovat. Podle Wiedmnan a Minxe (2008) je mnoho definic uhlíkové stopy. Např. firma BP (dříve *British Petroleum*) prosazovala tuto definici: „*Uhlíková stopa je množství oxidu uhličitého emitovaného během dne činnostmi - od praní prádla až po vožení dětí do školy*“. Aby došlo k vymezení a sjednocení definice uhlíkové stopy, navrhli Wiedmnan a Minx následující formulaci: „*Uhlíková stopa vyjadřuje celkové množství emisí CO₂, které je buď přímo či nepřímo způsobené různými činnostmi, nebo se nahromadí v jednotlivých produktech během všech fází jejich životního cyklu, což zahrnuje aktivity jednotlivců, populací, vlád, firem, organizací, procesy, průmyslová odvětví atd.*“.

Někdy se uhlíkovou stopou nazývá schopnost biosféry pohltit skleníkové plyny, to by se však nemělo zaměňovat s uhlíkovou stopou zahrnující zboží a služby. Ať již je definice jakákoliv, v každém případě uhlíková stopa musí zahrnovat jak přímé, tak i nepřímé emise.

Wright a kol. (2011) uvádějí, že před vytvořením standardizované metody výpočtu uhlíkové stopy je potřeba vytvořit přesnou definici tohoto odborného výrazu. Nejdříve je nutné odstranit metodologické nesrovnalosti, např. které plyny musí být do výpočtu zahrnuty a jaký mají potenciál globálního oteplení (*Global Warming Potential*, dále jen GWP, v poměru k CO₂, jehož GWP je stanoven na hodnotu jedna). Dále je třeba vhodně zvolit indikátory jako GWP, nebo GTP (globální potenciál změny teploty, *Global Temperature Change Potential*, který udává předpokládaný nárůst teploty způsobený vypuštěním určitého množství daného skleníkového plynu v daném okamžiku za 20, 50, nebo 100 let) a stanovit rozsah i hranice zkoumaného systému.

Složení uhlíkové stopy na kterékoli úrovni vypovídá o tom, jaký mají lidské aktivity a způsob našeho života vliv na globální oteplení a potažmo na klimatickou změnu, která bude ovlivňovat život nás všech na planetě Zemi ve stále vyšší míře. Uhlíková stopa z dopravy vyčísluje jeden ze tří nejvýraznější antropogenních účinků na klimatickou

změnu. Podle zdrojů Evropské unie doprava na našem kontinentu produkuje téměř 30% z celkového množství CO₂ antropogenního původu, podíl silniční dopravy z celkového množství CO₂ z dopravy činí 72 % (viz obr. 3), na nákladní dopravu připadá 38 %, na osobní automobilovou dopravu 61 %, na leteckou 13 % a na železniční 0,5 % (EP, ©2019)



Obr. 3: Emise CO₂ produkované v dopravě (2016) podle druhu dopravy (EP, ©2019)

Uhlíková stopa při výrobě elektřiny má přímý vliv na uhlíkovou stopu elektromobilů. Elektromobil s průměrnou spotřebou 14,5 kWh na 100 kilometrů může uspořit až 64 % skleníkových plynů při uhlíkové náročnosti výroby elektrické energie v roce 2013 v EU (Moro a Lonza, 2018).

Při zjišťování přímé uhlíkové stopy se započítávají emise skleníkových plynů emitované přímo při provozované činnosti. Např. při spalování benzínu v dopravních prostředcích, nebo při výrobě elektřiny. Přímá uhlíková stopa jde mnohem snadněji vyjádřit, protože víme, kolik vznikne skleníkových plynů např. při spálení 1 litru benzínu. Oproti tomu nepřímá uhlíková stopa vyjadřuje celkové množství skleníkových plynů emitovaných během celého životního cyklu produktu, od výroby

po likvidaci. Pro zjištění nepřímé uhlíkové stopy potřebujeme mnohem více vstupních údajů (Lupač a kol, 2012).

Stopa národa/státu je součtem všech emisí souvisejících s jeho spotřebou (zahrnuje i dovoz, nikoli však vývoz). Kalkulace uhlíkové stopy tak může sloužit ke spolupráci mezi rozvinutými a rozvojovými zeměmi a poskytovat veřejnosti (jednotlivcům, vládám, podnikům apod.), představu o tom, kolik emisí produkují a v důsledku toho, jak jejich životní styl, resp. činnosti přispívají ke klimatické změně. Navzdory svému pojmenování se uhlíková stopa neváže ke konkrétnímu místu, množství skleníkových plynů se měří pouze v jednotkách hmotnosti (kg, t atd.), aniž by to bylo vázáno na jednotku plochy (ha, m², km² atd.). V opačném případě by totiž vznikly problémy se započítáváním konkrétního uhlíku na konkrétní ploše, a výpočty by se tak stěží vyhnuly chybám. Pokud se měří pouze CO₂, jeho množství se udává v jednotkách hmotnosti. (kg CO₂), v případě jiných skleníkových plynů se propočítává ekvivalent CO₂ekv (vynásobením skutečné hmotnosti plynu potenciálním faktorem globálního oteplování pro tento konkrétní plyn), který se udává opět v jednotkách hmotností CO₂. Efekt globálního oteplování různých skleníkových plynů se tak vlastně poměřuje s efektem CO₂, přičemž Kjótský protokol stanovuje šest skleníkových plynů: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs a SF₆ (Galli a kol., 2012).

Norma ČSN EN ISO 14067:2019, která je určující pro kvantifikaci Uhlíkové stopy produktů, definuje uhlíkovou stopu, třídění produktů a cíl zpracování následovně:

Obecným cílem zpracování studie uhlíkové stopy produktů (dále CFP, *Carbon Footprint of a Product*) je výpočet případného příspěvku výrobku ke globálnímu oteplení vyjádřený v ekvivalentech CO₂ekv. obsahující množství všech vypouštěných i odstraněných významných skleníkových plynů (dále GHGs emise) během jeho celého životního cyklu. V případě, že CFP kalkuluje pouze některé procesy, jejich výběr musí být v souladu s podmínkami, za nichž je možné některé procesy vyloučit. Do životního cyklu produktů je třeba zahrnout: získání surového materiálu, navrhování, výrobu, dopravu/doručení, používání výrobku i ukončení jeho životního cyklu (např. recyklace, likvidace, skladování včetně balení a dopravy atp.).

Produktem je míněno zboží a služby, které je možno třídít následujícím způsobem:

- služby (např. doprava, uskutečnění určitých událostí),
- software (např. počítačový program),
- hardware (např. mechanická část strojů),

- zpracovaný materiál (např. palivo),
- nezpracovaný materiál (zemědělský produkt).

Při definování cíle studie CFP je třeba uvést, k čemu má být využita, příčiny zpracování, komu je určena i způsob komunikace, která musí být v souladu s ČSN EN ISO 14026:2019. Při zpracování srovnávací studie je třeba při výpočtu dbát na srovnatelnost ve všech ohledech (stejný proces, stejná jednotka, stejné GHGs emise apod.). O vypracování studie je sepsána zpráva, která musí též odpovídat pravidlům ČSN EN ISO 14067:2019.

Stanovení a vykazování emisí skleníkových plynů se řídí normou, která má tři části. První (ČSN EN ISO 14064-1:2019) se zabývá specifikací s návodem pro stanovení a vykazování emisí a propadů skleníkových plynů pro organizace, druhá (ČSN EN ISO 14064-2:2019) se zabývá specifikací s návodem pro stanovení, monitorování a vykazování snížení emisí nebo zvýšení propadů skleníkových plynů pro projekty, třetí (ČSN EN ISO 14064-3:2019) se zabývá specifikací s návodem na ověřování a validaci prohlášení o skleníkových plynech. Všechny tyto části normy odpovídají GHG Protokolu, který standardizuje měření, řízení a vytváření zpráv o skleníkových plynech z podniku, respektive o uhlíkové stopě (Třebický a kol., 2016).

V březnu letošního roku byla vydána nová norma ČSN EN ISO 14065:2022, která se zabývá obecnými zásadami a požadavky na orgány validující a ověřující environmentální informace.

Norma týkající se adaptace na změnu klimatu je ČSN EN ISO 14090:2020 a ČSN EN ISO 14091:2021. První určuje zásady, požadavky a směrnice, druhá směrnice pro zranitelnost, dopady a posuzování rizik.

GHG Protokol představuje systém standardizovaného měření emisí skleníkových plynů, který začal vznikat na konci 90. let z potřeby sjednotit vykazování a účtování skleníkových plynů na mezinárodní úrovni. Vznik Protokolu je výsledkem spolupráce neziskových organizací a podnikatelských kruhů, které vytvořily partnerství pro vývoj standardizovaného měření a účtování skleníkových plynů. Pro tento účel byla zřízena řídicí skupina složená ze zástupců environmentálních nevládních organizací (jako např. *WWF*, *Pew Center on Global Change*, *Energy Research Institute*) a průmyslu (jako např. *Norsk Hydro*, *Tokyo Electric*, *Shell*). GHG Protokol zahrnuje výpočetní nástroje, které umožňují podnikům kvantifikaci vypuštěných skleníkových plynů i přínosy pro zmírňování změny klimatu z jejich snižování. Podnikové normy obsahují pokyny pro měření emisí z nákupů elektřiny a dalších energií a pro započítávání emisí

z celého životního cyklu produktu. Tento standardizovaný systém je světově nejpoužívanější a umožňuje výpočty emisí malým, i korporátním podnikům a měření i na národní a mezinárodní úrovni. Protokol o skleníkových plynech (GHG Protocol), byl uveden v roce 1998 Světovou obchodní radou pro udržitelný rozvoj (*World Business Council for Sustainable Development, WBCSD*) a Světovým institutem zdrojů (*World Resources Institute, WRI*) (WRI a WBCSD, ©1998-2020).

K výpočtu vlastní uhlíkové stopy lze využít webové kalkulátory snadno dostupné na Internetu jako například Kalkulačka uhlíkové stopy <https://www.uhlikovastopa.cz/>, kde každý může kromě jiného vypočítat svou uhlíkovou stopu z osobní dopravy (CI2, ©2021).

3.6.1 Kompenzace uhlíkové stopy

Pro snížení uhlíkové stopy je důležitý termín „*uhlíková náročnost*“, která vyjadřuje poměr uhlíkové stopy vztažený k jednotce hrubého domácího produktu (dále jen HDP) státu, či vyjadřuje uhlíkovou náročnost určitých sektorů, nebo náročnost na jednotku výroby, což souvisí s nutností zlepšit energetickou účinnost a ustoupit od technologií produkujících skleníkové plyny, tzn. například k výrobě elektřiny namísto spalování fosilních paliv využívat sluneční, větrnou a energii z biomasy (Hoekstra a Ercin, 2012).

Březovská a Novák uvádějí (2018), že všude tam, kde se nenaskýtá přímá možnost emise skleníkových plynů redukovat, lze jejich vypouštění kompenzovat na jiném místě jejich aktivním zachycováním nebo využíváním technologií s nižší uhlíkovou stopou. Koncept offsetů se poprvé objevil v Kjótském protokolu. Pojem offset zahrnuje aktivity, při nichž jsou do atmosféry emitovány skleníkové plyny na jednom místě, ale na jiném místě je naopak stejné množství z atmosféry odstraněno. Zásadní roli v těchto projektech hraje výpočet uhlíkové stopy. Tyto činnosti mohou být prováděny státem, firmou, organizací, městem, obcí, skupinou a poskytují možnost redukovat svou uhlíkovou stopu různým způsobem i jednotlivcům prostřednictvím offsetových projektů, které je možné dělit do několika kategorií:

- Bio-sekvesterální projekty orientované na Využívání krajiny, změny ve využívání krajiny a lesnictví (*Land use, land-use change, and forestry*, dále jen LULUCF), kam patří např. a) projekty na snižování emisí z odlesňování a znehodnocení lesů (*Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation* tzv. REDD projekty); b) projekty k ukládání uhlíku novým

zalesňováním či obnovou lesů; c) projekty k ukládání uhlíku využívající různé způsoby zacházení s půdou (např. neobděláváním půdy).

- Projekty orientované na metan se využívají například při výrobě elektřiny a tepla.
- Projekty orientované na účinné využívání energie, kdy vyšší nákupní cenu úsporného produktu vyrovnávají nižší náklady v průběhu jeho používání.
- Projekty orientované na obnovitelné zdroje energie využívající vodní, větrnou a solární energetiku, biomasu a jiné obnovitelné zdroje energie rozšiřující používání technologií s nízkou uhlíkovou stopou.

Koncept offsetů představuje velmi účinný mechanismus pro snižování uhlíkové stopy prakticky při všech aktivitách, podporuje efektivní spolupráci v této oblasti mezi rozvojovými a rozvinutými zeměmi včetně výměny know-how při zavádění nízkouhlíkových technologií v tržním prostředí. Offsetové projekty v rámci tohoto kompenzačního mechanismu musí odpovídat stanoveným standardům (např. ČSN EN ISO 14064-1:2019) vycházející z ustanovení v mezinárodních dohodách, protokolech apod. (např. účetní standardy). Velký význam má při snižování uhlíkové stopy v rámci offsetů obchodování s emisemi na trhu ustanoveném v rámci Kjótského protokolu mezi státy, kterým je přiděleno určité množství emisních povolenek, což představuje maximálně povolený objem emisí. Na základě takto limitovaného množství povolenek (emisí) je pak možné účinně omezit množství vyprodukovaných emisí. Na vnitřním trhu bývají offsetové projekty poskytovány organizacemi, které na svých webech nabízejí různé offsetové projekty, které jsou určeny firmám i jiným subjektům a také jednotlivcům. Na těchto webech bývají k dispozici podrobné kalkulačky uhlíkové stopy i konkrétní příklady projektů z praxe (Březovská a Novák, 2018).

3.6.1.1 Základní offsetové standardy a metodiky

- Mechanismus čistého rozvoje (*Clean Development Mechanism, CDM*) - je obsažen v Kjótském protokolu, vyspělé země mohou díky CDM kompenzovat jejich vlastní uhlíkovou stopu v méně vyvinutých zemích. Vyjma projektů týkajících se jaderné energetiky a bio-sekvesterálních a REDD projektů vhodných.

- Zlatý standard (*Gold Standard, GC*) - je také obsažen v mezinárodních smlouvách, využití v zemích bez emisního stropu v projektech na energetickou úspornost a využívání obnovitelné energie.
- Dobrovolný uhlíkový standard 2007 (*Verified Carbon Standard, dříve Voluntary Carbon Standard, VCS*) – týká se všech projektů vyjma projektů určených především pro odstraňování emisí.
- Ověřené snížení emisí (*Verified Emission Reduction, VER+*) - tento standard vznikl v německé společnosti Tüv Süd, je využitelný pro všechny typy projektů vyjma jaderné, vodní energetiky s výkonem nad 80 MW.
- Dobrovolný offsetový standard (*Voluntary Offset Standard, VOS*) - tento standard vznikl v neziskové organizaci Mezinárodní uhlíkoví investoři (*International Carbon Investors*), je určen pro oblasti, kde dosud není zavedeno obchodování s emisními povolenkami, a na projekty vyhovující kritériím Mechanismu čistého rozvoje a Zlatého standardu.
- Standard klimatu, komunity a biodiverzity (*The Climate, Community and Biodiversity Standards*) - tento standard vznikl v organizaci Aliance pro klima, komunitu a biologickou rozmanitost (*Climate, Community and Biodiversity Alliance*) pro projekty na zachycování skleníkových plynů biosférou a pro projekty na zmírňování dopadu klimatických změn, obsahuje obecné pokyny, jak projekty navrhovat.
- Plán VIVO systém - tento systém vznikl v poradenské firmě Edinburské centrum pro management uhlíku (*Edinburgh Centre for Carbon Management*) při spolupráci s jinými institucemi, obsahuje jen metodologické pokyny k navrhování projektů pro změny ve využívání krajiny a lesnictví.
- GHG protokol – Protokol je společným dílem Světové obchodní rady pro udržitelný rozvoj (WBCSD) a Institutu světových zdrojů (WRI), viz kapitola 3.6 Uhlíková stopa, GHG protokol.
- Ke snížení vlastní uhlíkové stopy můžeme využít webových stránek (například <https://www.offsetujemeco2.cz/>, nebo <https://moss.earth/>), kde si na základě výpočtu uhlíkové stopy vybereme offsetový projekt, do něhož investujeme a tím svou stopu vykompenzujeme (CI2, ©2015; Březovská a Novák, 2018; MOSS, ©2022).

4. CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ

Hlavní město Praha má rozlohu 496 km² a v roce 2020 zde bylo registrováno 1 335 084 obyvatel. Vyznačuje se hustou sítí komunikací v centrální zastavěné části města, celková délka pražské komunikační sítě činí 4 060 km (TSK, 2021).

Praha je městem, které charakterizuje podobně jako v jiných evropských i světových metropolích přetížení osobní, resp. individuální automobilovou dopravou (dále jen IAD). Ve stupni motorizace i automobilizace Praha překonává taková velkoměsta jako jsou např. Vídeň, Berlín (zdopravy, ©2021). V roce 2020 připadalo v pražské metropoli 870 motorových vozidel na 1 000 obyvatel (stupeň motorizace), v roce 2019 to bylo 861 motorových vozidel. V roce 2020 zde připadalo 693 osobních automobilů na 1 000 obyvatel (stupeň automobilizace), v roce 2019 to bylo 689. Jeden automobil připadl v roce 2020 na 1,15 obyvatele (včetně kojenců i nejstarších obyvatel), v roce 2019 to bylo 1,20 a obsazenost aut zůstala stejná, vychází na pouhých 1,3 osoby. Většina cest vykonaných po městě osobním automobilem je přitom kratší než 5 km. Výkony i intenzity IAD v 90. letech minulého století dynamicky rostly a dodnes neklesají, v centru se zvyšují jen mírně, více rostou na vnějším kordonu při vjezdu do města, ve vnitřním městě v meziročním srovnání 2018-2019 vzrůst představoval 1,7 %, na vnějším kordonu 2,7 %. IAD vykoná (23,4 mil. vozokm/den), městská hromadná doprava (dále jen MHD) vykoná (0,7 mil. vozokm/den). V meziročním srovnání 2019-2020 došlo k mírnému poklesu intenzit IAD v důsledku pandemie Covid 19. V roce 2020 bylo v rámci motorové dopravy prostřednictvím MHD vykonáno 42 % a prostřednictvím IAD 58 % cest, v celkové přepravní dělbě práce v tomto roce tvořil podíl pěší dopravy 26 %, cyklistické 2 %. V roce 2019 bylo prostřednictvím MHD vykonáno v Praze 41 % cest, osobním automobilem 29 %, pěšky 26 % a na kole kolem 2 % cest. Z výkonu motorové dopravy 91 % připadá na osobní automobily. Praha má stále podobu města s jedním historickým centrem, ale neustále se rozrůstá počtem obyvatel i svou rozlohou do okolního území. Vliv suburbanizace na okrajích metropole nepochybně přispívá k prodlužování městských cest IAD, neboť tato okrajová území bývají hůře, nebo vůbec obslužena MHD. Výkony pražské dopravy se od roku 1990 zvedly na více než 320 % (TSK, 2020; TSK 2021).

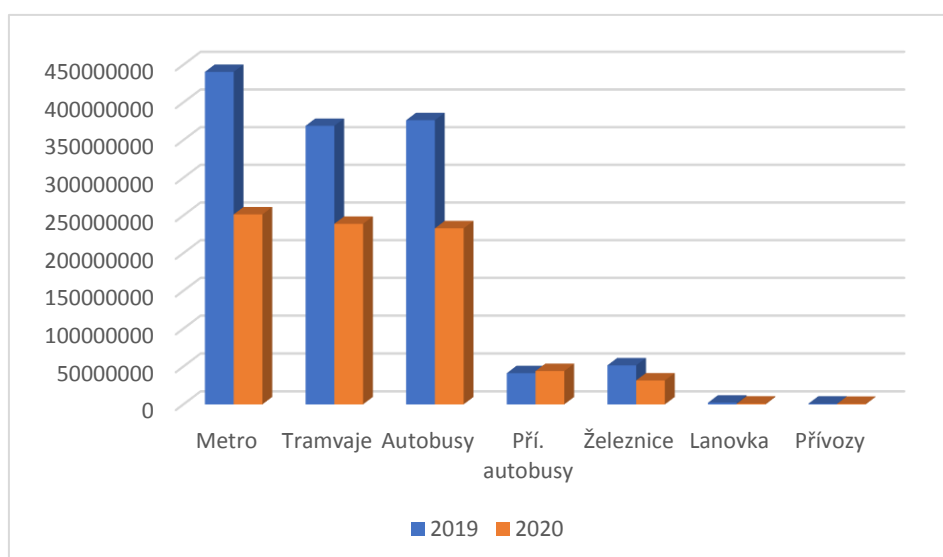
Ve srovnání s městy obdobné velikosti, resp. metropolemi evropské unie i světa je hlavní město charakterizováno velmi hustou a spolehlivě fungující, třebaže ne vždy atraktivní a příjemnou sítí hromadné (viz obr. 4), zejména tramvajové dopravy (celková délka 142,7 km), pražskou metropoli protínají zatím tři linky metra nejrychlejšího a nekapacitnějšího způsobu pražské MHD (o celkové délce 65,1 km) v severojižním a západovýchodním směru, řada linek autobusové dopravy (včetně

příměstských autobusů o celkové délce 879,8 km) obsluhuje především území vzdálenější od městského centra. Hromadnou dopravou se v Praze v roce 2020 přepravilo celkem 800 442 125 cestujících z toho:

- metrem 251 423 000 (31,41 %),
- tramvajemi 238 788 000 (29,83 %),
- městskými autobusy a trolejbusy 232 911 000 a příměstskými 44 056 000 (34,60 %),
- po železnici 31 556 000 (3,94 %),
- lanovkou 1 014 000 (0,013 %),
- přívozy 694 120 (0,09 %).

V roce 2019 se přepravilo MHD celkem 1 281 700 000 cestujících z toho:

- metrem 440 489 000 (34,37 %),
 - tramvajemi 368 874 000 (28,78 %),
 - městskými autobusy 376 400 000 a příměstskými 41 256 000 (32,59 %),
 - po železnici 51 523 100 (4,02 %),
 - lanovkou 2 230 000 (0,17 %),
 - přívozy (soukromí dopravci) 927 900 (0,07 %),
- (TSK, 2020; TSK 2021).



Obr. 4: Využití pražské MHD v roce 2019 a 2020 (vlastní zpracování podle TSK, 2020; TSK, 2021)

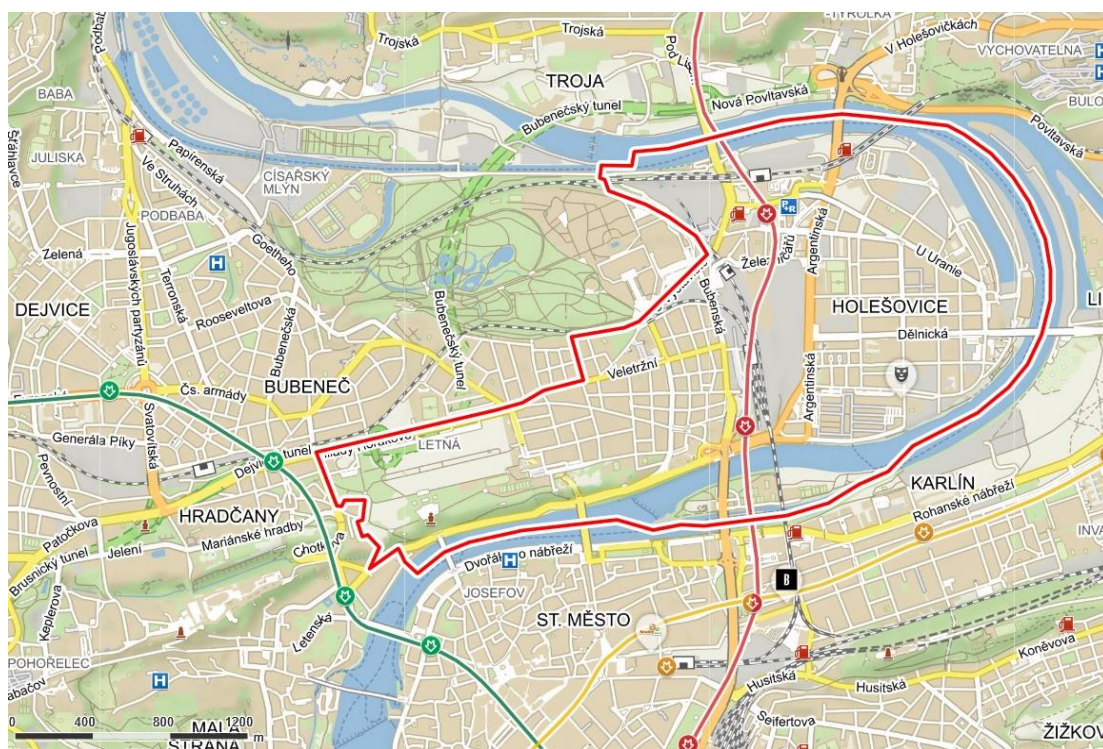
Ve snaze redukovat ve městě IAD a pomoci územím s nadměrným zatížením autodopravy vybudovalo hl. m. Praha tunel Blanka. Po uvedení do provozu v roce 2015 se ukázalo, že tato akce, poněkud snížila intenzity provozu IAD v ulici Milady Horákové na Letné, ve Veletržní ulici, ale zároveň přineslo větší dopravní zátěž

na přivaděčích k Blance, např. v blízkosti stanice metra Hradčanská v ulici Svatovítská, také v ulici V Holešovičkách a Patočkově ulici. Rozhodně však výstavbou Blanky nebylo docíleno celkového snížení množství osobních aut v provozu, a tím pádem ani snížení emisí skleníkových plynů vlivem AID. Obdobně jako kdysi nesnížila počet aut v Praze výstavba Severojižní magistrály, která rozřala město v samém centru a dosud je největší překážkou pěší i cyklistické dopravy v pohybu mezi částmi města, které rozdělila.

Praha má na rozdíl od mnoha evropských měst rozsáhlá parková území, která lze procházet pěšky nebo projíždět na kole a využívat je k rekreaci bez nutnosti každý den opouštět Prahu (takovou oblastí, jíž je možné projít až do Troje a dále do Roztok jsou např. Letenské sady a Stromovka).

Místo bydliště první modelové rodiny – Holešovice, MČ Praha 7

Pražská čtvrť – Holešovice (viz obr. 5) se rozkládá na severu Prahy v nadmořské výšce zhruba 200 až 300 metrů, na levém břehu Vltavy, která ji ohraničuje ze severu,



Obr. 5: Holešovice (vlastní zpracování podle mapy.cz, ©2022)

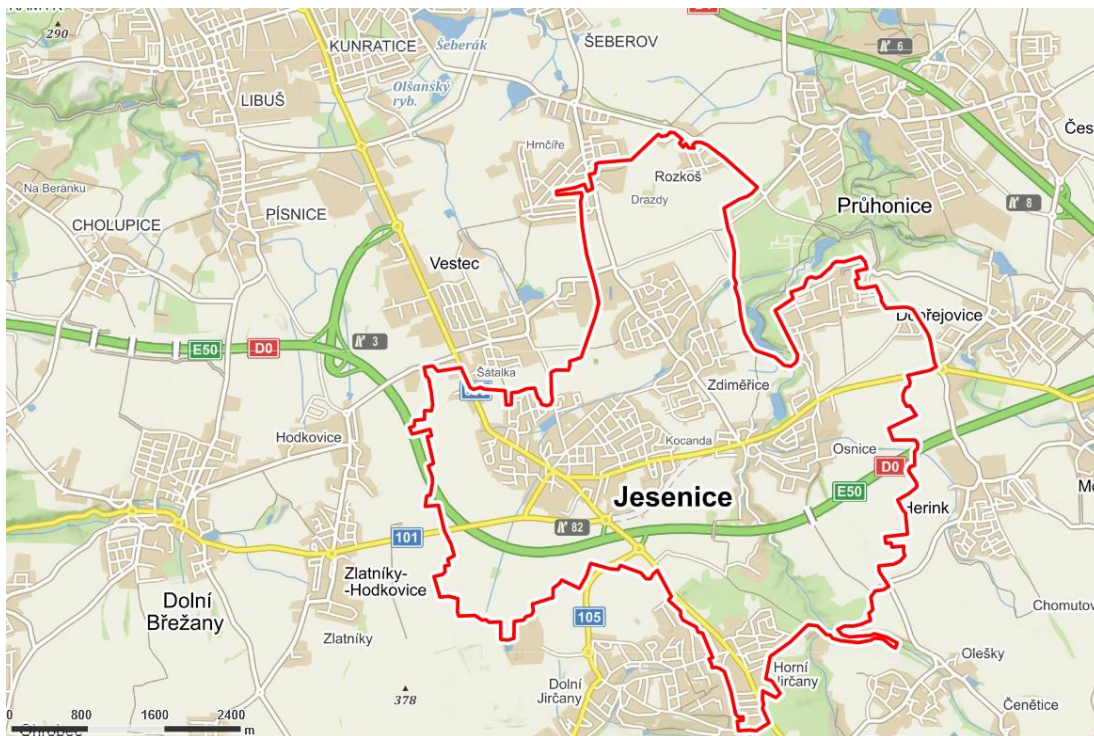
východu a jihu. Obec Holešovice má v současnosti 36 000 obyvatel s rozlohou 7, 14 km². Je součástí 7. správního obvodu hlavního města spolu se čtvrtěmi Bubny a Letná. K hlavnímu městu byla obec Holešovice připojena v roce 1884. V současnosti je vyhledávanou čtvrtí díky své výhodné poloze u řeky, dobrému dopravnímu propojení s centrem i jinými čtvrtěmi a příhodným životním podmínkám.

Holešovice patří k dobrým pražským adresám, za svou atraktivitu vděčí skutečnosti, že její obyvatelé zde mohou naléznout vše, co potřebují ke svému životu: vedle malých prodejen se všemi druhy zboží zde naleznou velké obchodní centrum, kulturní vyžití poskytuje nejen Národní, ale i další galerie a muzea i mnoho dalších stálých kulturních aktivit jako divadelní scény (např. oblíbená scéna Játka 78), ale i festivaly (např. Letní Letná). Lidé se tu mohou scházet v parcích, v mnoha menších i větších kavárnách, restauracích, hospodách. Oblíbené jsou pořady kina Oko atp. Sportovní i kulturní vyžití umožňuje park Stromovka, ale i sportoviště v areálu Výstaviště přiléhajícím ke Stromovce. Čtvrť je protkána cyklistickými stezkami, hojně je zde využívána síť sdílených kol. Velkou výhodou je blízkost centra a rychlé dopravní spojení MHD (2 stanice metra trasy C, tramvajové linky). V čtvrti se nachází i několik zařízení sloužících seniorům. Další výhodou Holešovic je smíšená populace, žijí tu staří obyvatelé vedle mladých, dobře i hůře situovaní lidé, vedle převažující české většiny jsou tu zastoupeny jiné národnosti či etnika, což vytváří příjemnou tolerantní atmosféru. Rozsáhlý sektor služeb umožňuje i pracovní uplatnění.

Místo bydliště druhé modelové rodiny – Jesenice, okr. Praha-západ

Obec Jesenice (viz obr. 6) se statutem města od roku 2015 je vzdušnou čarou vzdálena zhruba 16 km jihovýchodně od centra hlavního města, v současnosti má zhruba 10 000 obyvatel. Jesenice je začleněna do Středočeského kraje, městské části tvoří obce Jesenice, Horní Jirčany, Zdiměřice - navazující na hlavní město - a Osnice s osadou Kocanda. Tato katastrální území zabírají celkem 17,5 km². Jesenice se stala oblíbenou adresou pro příjemnou okolní krajinu a dobré spojení s hlavním městem. Na východě sousedí s Průhonickými s velkou parkovou rozlohou a několika rybníky, na západě s blízkým zalesněným Břežanským údolím vedoucím až k Vltavě k lokalitě Závist. Nachází se v nadmořské výšce necelých 400 m, protéká jí Jesenický potok. Po východní hranici města vede cyklistická stezka. Obec sama není nijak zvlášť strukturovaná, výstavba se vyznačuje převahou rodinných domků. Jesenice roste již od minulého století, počet obyvatel i domů se však nejrychleji zvyšuje v současném 21. století. Od devadesátých let do roku 2021 zde populace vzrostla téměř šestinásobně. V obci Jesenice je vybudována základní infrastruktura - kanalizace, vodovod a byla provedena plynofikace - a v provozu jsou vedle obchodů s potravinami základní služby jako knihovna, pošta, mateřská a základní škola, hřiště, tělocvična, kadeřnictví, kosmetické služby, pneuservis, autoservis a čerpací stanice, nedávno bylo zbudováno i komunitní centrum. Některé služby jako zdravotnická nebo vzdělávací zařízení chybějí nebo nepostačují. Jesenice sice získala kvůli své lidnatosti statut města, ale neposkytuje mnoho příležitostí k vyžití a setkávání.

"Obyvatelé", kteří zde bydlí převážně v rodinných domcích, zde proto tráví málo času a velkou část svých životních potřeb naplňují jinde, především v metropoli. Do Prahy dojíždí každodenně za prací a vzděláním, ale i kulturou či společenskými akcemi nebo jinými službami kolem 27 % obyvatel (CZSO, ©2014; CZSO, ©2021) .



Obr. 6: Jesenice (vlastní zpracování podle mapy.cz, ©2022)

Jesenice se stala typickým příkladem satelitního města s vysokou dopravní náročností vznikajícího rozlézáním metropole do krajiny – sub-urbanizací. Jesenice je zahrnuta do systému Pražské integrované dopravy (PID), což umožňuje obyvatelům využívat MHD za pražské ceny v příslušné zóně. Navrženo je prodloužení tramvajové trati, nebo metra až do Jesenice. V souvislosti s Pražským okruhem, který vede kolem Jesenice, se staví tzv. Vestecká spojka, dokončen byl zatím 1,5 km dlouhý Vestecký přivaděč. Vestecká spojka má zajistit silniční napojení Vestce a Jesenice s Jižním městem. Sub-urbanizace metropole však přispívá ke zvyšování dopravní náročnosti a potažmo i uhlíkové stopy z dopravy kvůli delším přepravním vzdálenostem, k jejich překonání je nutné využívat přinejmenším ve všední dny auto, autobus nebo jiný prostředek MHD.

5. METODIKA

V praktické části bakalářské práce byla počítána uhlíkové stopa osobní dopravy dvou modelových rodin, vybraných na základě rozdílných vzdáleností ke každodenním cílům i rozdílným způsobům dopravy.

První rodina má své bydliště v širším centru Prahy v Holešovicích, k přesunům využívá všechny typy osobní dopravy od chůze přes kolo a městské hromadné dopravy (MHD) až po příležitostné užití osobního automobilu. Druhá rodina žije v pražském satelitu Jesenice a téměř denně dojíždí za prací i jinými aktivitami do Prahy svým osobním automobilem.

5.1 Dopravní návyky modelových rodin

První modelová rodina je 4 členná a skládá se ze dvou dospělých a dvou dětí, žije v Umělecké ulici, Praze 7-Holešovice (viz obr. 7), většinu roku tráví v Praze kromě 5 týdnů dovolené. Vlastní jeden dieselový automobil, veškerou občanskou vybavenost má v docházkové vzdálenosti a na procházky s dětmi či za sportem chodí do nedalekého parku Stromovka. Většinu svých nákupů potravin řeší v nákupním centru vzdáleného 0,3 km od bydliště. První dítě navštěvuje základní školu vzdálenou zhruba půl kilometru, je doprovázeno pěšky jedním z rodičů. Kroužky má také v docházkové vzdálenosti. Druhé dítě jezdí do školky tři zastávky tramvají zhruba 1 km a také je doprovázeno jedním z rodičů, zpáteční cesty jsou vykonávány pěšky. Otec dojíždí do práce každý všední den do centra, tzn. 3 x týdně 2 x 2,5 km tramvají, zhruba 2 x týdně jede na kole. Několik cest týdně absolvuje rodina tramvají či metrem za kulturou nebo na návštěvu. Matka pracuje z domácnosti, 1 x týdně jede automobilem na Vinohrady, 2 x 5 km a 1 x týdně do Strašnic, 2 x 10 km. Jednou za 14 dní jede celá rodina autem do akvacentra, 2 x 10 km. Každý druhý týden jede za babičkou autem, 2 x 9 km a také za dědou, 2 x 6 km. O víkendu rodina najede průměrně 117,5 km.



Obr. 7: Místo bydliště první modelové rodiny (vlastní zpracování podle mapy.cz, ©2022)

Druhá modelová rodina má stejný počet členů, tzn. dva dospělí plus dvě děti navštěvující první stupeň základní školy. Rodina žije v Jesenici v řadovém domku (viz obr. 8). Rodina využívá k dopravě dva dieselové osobní automobily. Nákupy jsou vykonávány při cestě do školy, nebo ze školy vzdálené 2,8 km. Matka pracuje z domácnosti, občas musí vyjet automobilem za prací na různá místa v Praze, průměrně ujede 55 km týdně, 3 x týdně jezdí automobilem do Fitness centra v pražské části Praha 11-Háje, 2 x 8,5 km. Otec jezdí 3 x týdně automobilem do práce, která se nachází ve Strašnicích, 2 x 18 km, zbylé dva dny pracuje z domácnosti, 2 x týdně jezdí za sportem do Braníku, 2 x 22 km. Zhruba 1 x týdně jezdí oba rodiče automobilem za kulturou do centra Prahy, 2 x 19 km. Děti do školy vozí operativně jeden z rodičů autem 5 x týdně, 2 x 2 x 2,8 km (rodič se většinou vrací domů, proto 2 x 2 x 2,8), a další 2 cesty týdně, 2 x 2 x 2,8 km, jsou způsobeny rozdílnou délkou vyučování a kroužků. Děti mají většinou kroužky ve škole, jen na fotbal vozí rodiče každé dítě zvlášť do Jirčan, 3 x týdně starší dítě, mladší 2 x týdně, to znamená 5 x 2 x 6 km. O víkendu rodina najede průměrně 130 km.



Obr. 8: Místo bydliště druhé modelové rodiny (vlastní zpracování podle mapy.cz, ©2022)

5.2 Metodika výpočtu

Uhlíková stopa z osobní dopravy vytvořená během jednoho roku byla počítána pomocí metodiky Wimmerová a kol. (2020).

Modelové rodiny zaznamenávaly na týdenní bázi nájezd jednotlivými dopravními prostředky po dobu 4 týdnů do dotazníků (viz tabulka 1), poté byla data v excelové tabulce zprůměrována, tím byl vypočítán průměrný týdenní nájezd jednotlivých členů modelové první a druhé modelové rodiny jednotlivými dopravními prostředky. Následně byly týdenní nájezdy vynásobeny počtem týdnů v roce mínus 5 týdnů dovolené (skutečná varianta).

Dále byla propočítána hypotetická uhlíková stopa modelových rodin při využívání MHD (varianta MHD), výhradním užívání dieselového automobilu (varianta D-AUTO), nebo jen elektromobilu (varianta E-AUTO).

Člen rodiny, prac. týden	Autobus	Auto.	Tramvaj	Metro	Vlak
Otec					
Matka					
Mladší dítě					
Starší dítě					
Společné cesty autem					
Člen rodiny, víkend					
Otec					
Matka					
Mladší dítě					
Starší dítě					
Společné cesty autem					

Tabulka 1: Tabulka (sumář) nájezdu modelových rodin dopravními prostředky

Poté byla vypočítána uhlíková stopa z dopravy pomocí emisních faktorů jednotlivých dopravních prostředků a ročního nájezdu modelových rodin odděleně pomocí vzorců uvedených níže:

$$US_t = osbkm_t \times EF_t$$

$$US_m = osbkm_m \times EF_m$$

$$US_b = osbkm_b \times EF_b$$

$$US_a = vozkm \times EF_a$$

Kde:

$US_{(t,m,b)}$ roční uhlíková stopa všech členů domácnosti vytvořená jednotlivými prostředky, tzn. tramvají - t , metrem - m, nebo autobusem – b (kg CO₂ekv.),

$Osbkm_{(t,m,b)}$ celková vzdálenost najetá jednotlivými dopravními prostředky, všemi členy domácnosti, za celý rok bez dovolené (52 týdnů – dovolená = 47 týdnů) (osbkm),

$EF_{(t,m,b)}$ emisní faktor jednotlivých druhů dopravních prostředků (kg CO₂ekv./osbkm).

US_a roční uhlíková stopa automobilu (kg CO₂ekv.),

$Vozkm$ roční nájezd automobilu,

EF_a emisní faktor automobilu podle velikosti a typu pohonu (kg CO₂ekv./km).

Emisní faktory	nafta	benzín	cng	lpg	ev	Zdroj
Střední automobil	0,16637	0,18659	0,15935	0,17847	0,05563	DEFRA

Tabulka 2: Emisní faktory za rok 2020 osobního automobilu v kgCO₂ekv./km, ev – elektromobil (vlastní zpracování podle DEFRA, ©2020)

Emisní f. WTT	nafta	benzín	cng	lpg	ev	Zdroj
Střední automobil	0,03998	0,05119	0,03029	0,02179	0,00768	DEFRA

Tabulka 3: Emisní faktory WTT za rok 2020 osobního automobilu v kgCO₂ekv./km, ev – elektromobil (vlastní zpracování podle DEFRA, ©2020)

Emisní faktory	Základní	WTT	Zdroj
Městský autobus	0,10312	0,02481	DEFRA
Tram	0,02991	0,00413	DEFRA
Metro	0,0275	0,0038	DEFRA
Vlak	0,03694	0,00724	DEFRA

Tabulka 4: Emisní faktory dopravních prostředků za rok 2020 v kgCO₂ekv./osbkm (vlastní zpracování podle DEFRA, ©2020)

Stejným způsobem byly vypočítány WTT emise (poznámka autora: *nepřímé emise vznikající při výrobě a dopravě paliv, nebo přenosu a distribuci el. energie*) a přičteny k základním emisím. Následně byly sečteny uhlíkové stopy všech dopravních prostředků, čímž vyšla roční uhlíková stopa modelových rodin z osobní dopravy v kgCO₂ekv. Celkový vzorec US z dopravy rodiny:

$$US \text{ dopravy} = US_t + US_{t(WTT)} + US_m + US_{m(WTT)} + US_b + US_{b(WTT)} + US_a + US_{a(WTT)}.$$

Na závěr byly skutečné uhlíkové stopy z dopravy rodin přepočítány na délku 52 týdnů, zaokrouhleny na stovky kg, a porovnány s výpočty pomocí webového kalkulátoru <https://www.uhlikovastopa.cz/>, kde se dosazuje týdenní nájezd v kilometrech, typy dopravních prostředků, případně jejich spotřeba. Veškeré výpočty byly provedeny v programu MS excel (CI2, ©2021).

6. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Velikost uhlíkové stopy rodiny z dopravy je sice do značné míry předurčována zvyklostmi odpovídající životnímu stylu jednotlivých rodin, ale též podmínkami, jež pro každý druh dopravy vytvářejí politiky městských částí, města, resp. obce, státu i EU a také normami a právními předpisy, jimiž se má veřejná správa i jednotlivci řídit.

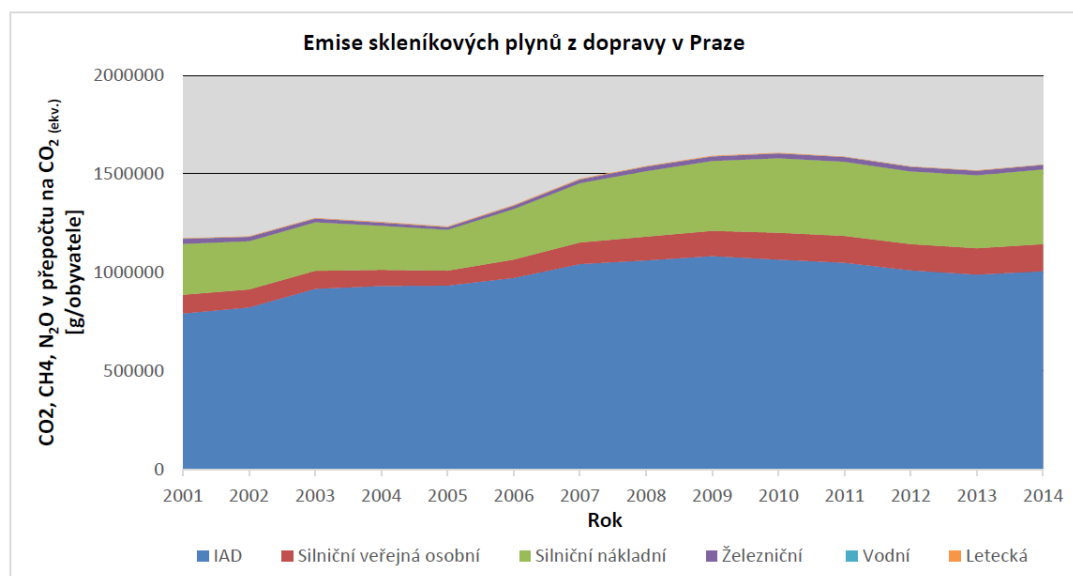
Česká republika sice přijala všechny dokumenty i předpisy a právní normy plynoucí z jejích povinností jako členského státu EU (viz kapitola 3.2), ale na redukci skleníkových plynů z dopravy se to zatím neprojevuje. Skleníkové emise z dopravy, jako jediné z významných složek v sektoru energetiky, kam je doprava při inventuře skleníkových emisí řazena, od roku 1990 do roku 2018 v celé ČR vzrostly o 66 %, zatímco ostatní zdroje skleníkových emisí ve všech významnějších sektorech od roku 1990 poklesly (CHMI, ©2020).

Podobně se vede i hl. městu Praze, které zpracovalo Plán udržitelné mobility (PUM), pracuje již mnoho let na Metropolitním plánu, přijalo svou Dopravní politiku, v červnu předminulého roku se přihlásilo ke stavu uhlíkové nouze a přijalo svůj Klimatický závazek. Jeho metou je dosáhnout do roku 2030 snížení koncentrací hlavního skleníkového plynu CO₂ nejméně o 45 % oproti roku 2010 a do roku 2050 dospět k uhlíkové neutralitě. Rada hl. m. Prahy (RHMP) k tomu účelu zřídila zvláštní komisi. Dopravní opatření zahrnutá již dříve v PUM a dopravní politika hl. m. Prahy mají směřovat k udržitelné mobilitě s hlavním důrazem na rozvoj elektromobility (zavádění dobíjecích stanic), rozšiřování a zkvalitňování MHD, zklidňování dopravy a dalšími opatřeními, která by měla podpořit pěší i cyklistickou dopravu, plánována jsou záchytná parkoviště P+R a zavedení mýtného. Skutečnost však tyto plány a strategie zatím neodráží. Součástí PUM je uhlíková analýza, která jen potvrzuje dominantní vliv IAD na uhlíkovou stopu města a jelikož IAD využívají také rodiny, nasvědčuje to i o vlivu využívání osobních vozů rodinami na tuto dopravní uhlíkovou stopu (MHMP, ©2017; MHMP, ©2019).

K naplnění mety snížit emise CO₂ z 8,8 mil. t na 4,8 mil. t byl vytvořen a v květnu minulého roku přijat dokument Klimatický plán hl. m. Prahy do roku 2030. Dokument je zároveň tzv. Akčním plánem (SECAP). K úsporám emisí podle tohoto plánu má vést především: výroba el. energie z obnovitelných zdrojů přímo ve městě prostřednictvím fotovoltaiky na střeších pražských budov (zavedení Pražského společenství obnovitelné energie), udržitelná doprava s cílem snížit objem skleníkových plynů z IAD rozvojem veřejné, aktivní (pěší a cyklistické) a multimodální (kombinované) dopravy, rozšíření městské elektromobility zbudováním sítě

dobíjecích stanic a přijetí odpovídající legislativy pro její umístění a nakonec elektrifikace městského vozového parku. Důležitou součástí Klimatického plánu představuje oblast adaptačních opatření a oběhové hospodářství za účelem snížení objemu odpadů (MHMP, ©2021a; MHMP, ©2021b).

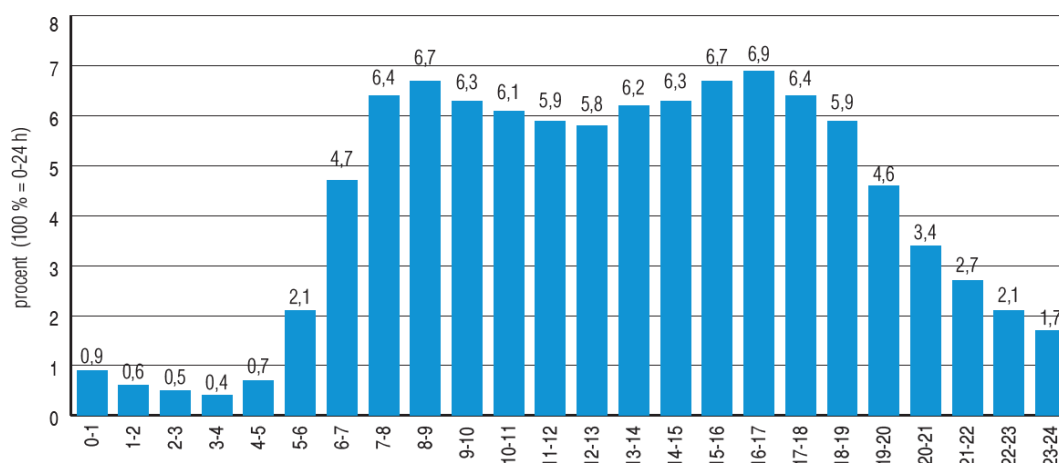
Obr. 9 potvrzuje (poslední data však pocházejí z roku 2014), že největším zdrojem emisí CO₂ je IAD, kdy případně na hlavu ročně 1t CO₂. Tato data odpovídají i evropským výsledkům kalkulací uhlíkové stopy měst.



Obr. 9: Emise skleníkových plynů podle podílu jednotlivých druhů dopravy v Praze v přepočtu na CO₂ekv. (MHMP, © 2017)

Možné využívání IAD rodinami při dovážení dětí do školy autem naznačuje i obr. 10 - graf dopravních špiček v Praze. Intenzity dopravy se dynamicky zvednou mezi 7. a 8. hodinou ranní, a nejvyšší hodnoty nabývá mezi 8. a 9. hodinou ranní, což lze interpretovat jako odraz dovážení dětí do školy rodiči, kteří takzvaně vyhodí děti před školou a pokračují pak v jízdě do práce.

Denní variace automobilové dopravy celkem (rok 2019, Praha, celá síť, pracovní den)



Obr. 10: Denní variace automobilové dopravy celkem (TSK, 2020)

Největší bariérou pro pěší či cyklistický provoz bývají velké intenzity provozu a nebezpečné přechody a křižovatky. Rodiče často argumentují při dovážení dětí auty tím, že je nemohou pouštět samostatně pěšky či na koloběžce do školy, byť i na krátkou vzdálenost, protože je to nebezpečné. Tím, že se však do dopravního ranního proudu sami zapojí, bezpečnostní i imisní situaci ještě zhoršují, nehledě k tomu, že by si, pokud je škola v blízkosti jejich bydliště, mohli vyšetřit trochu času a doprovázet děti pěšky nebo na kole a, pokud mají dobré spojení, pokračovat do práce s využitím MHD.

Další bariérou pro bezemisní cestování a využívání MHD po městě jsou fyzické zábrany jako schody, schůdky, schodiště např. do metra, nenavazující chodníky, nebo dokonce chybějící chodníky v okrajových částech města, zábradlí, obrubníky, vysoké schody u starších tramvají bránící rodinám s malými dětmi nebo starším obyvatelům v nástupu. Nebezpečí pro nejzranitelnější účastníky silničního provozu vytvářejí i samotní řidiči, kteří nerespektují dopravní předpisy, typicky sami rodiče parkující např. nebo otáčející se ráno před školou na přechodu apod.

V souvislosti s uhlíkovou stopou z dopravy a rodinami je třeba zmínit ekonomické souvislosti. Dopravní rozpočet hl. města Prahy představuje tradičně největší položku veřejného rozpočtu, pro rok 2021 bylo schváleno na dopravu 27,3 z 89,1 mld., z toho 22,4 mld. představovaly běžné výdaje a 4,9 mld. kapitálové výdaje. Ve schváleném rozpočtu pro rok 2022 v celkové výši 90,6 mld. připadá na dopravu 32,4 mld., počítá se s běžnými výdaji ve výši 24,1 mld. a kapitálovými výdaji 8,3 mld. Nejdražší přijde město provoz MHD (výstavba Metra D 4,3 mld.), následují výdaje na silniční

automobilovou dopravu (1,1 mld. výstavba a rekonstrukce silniční infrastruktury, 800 mil. mosty a lávky, 301 mil. parkování, výstavba P+R parkovišť a parkovacích domů), výdaje na zkvalitnění pěší a cyklistické dopravy v roce 2022 stoupají na 297 mil. (MHMP, ©2020; MHMP, ©2021c)

7. VÝSLEDKY

U modelových rodin byly propočítány čtyři varianty uhlíkových stop z dopravy. První varianta vychází ze skutečného zaznamenaného nájezdu modelových rodin v dotazníku (varianta skutečná), druhá varianta počítá s teoretickým nájezdem při využívání jen MHD a vynechání jízdy osobním automobilem přes pracovní týden (varianta MHD). Třetí varianta počítá s využitím vlastního osobního dieselového automobilu rodiny (první i druhé) k veškeré dopravě včetně víkendu a úplnému vynechání MHD (varianta D-AUTO). Čtvrtá varianta počítá se záměnou osobního dieselového automobilu rodiny za elektromobil, který je použit k veškeré osobní dopravě včetně víkendu, i zde je vynechána MHD (varianta E-AUTO). Nakonec je výsledek skutečné stopy porovnán s webovým kalkulátorem.

7.1 Skutečná varianta

K výpočtu uhlíkové stopy z dopravy u skutečné varianty byly použity údaje z tabulky 5 a 7, kde je týdenní zprůměrovaný skutečný nájezd cest jednotlivých členů rodiny městskou hromadnou dopravou v osbk m a také celkový nájezd osobním vozem ve vozokm.

Člen rodiny, prac. týden	Autobus	Auto	Tramvaj	Metro	Vlak
Otec	1,50	7,50	26,25	22,50	0
Matka	1,50	39,25	10	11,75	0
Starší dítě	1,50	0	9,25	18,50	0
Mladší dítě	1,50	0	11,25	18,50	0
Spol. cesty autem		39			
Víkend					
Otec	0	0	2,50	0	0
Matka	0	0	2,50	0	0
Starší dítě	0	0	2,50	0	0
Mladší dítě	0	0	2,50	0	0
Spol. cesty autem		117,50			
Vozokm prům./t		203,25			
Osbk m prům./t	6		66,75	71,25	0

Tabulka 5: Týdenní sumarizace nájezdu první modelové rodiny, varianta skutečná

Var. skutečná	Autobus	Auto	Tramvaj	Metro	Celkem/ ročně
EF kgCO ₂ ekv./t	0,61872	33,81470	1,99649	1,95938	
EF _{WTТ} kgCO ₂ ekv./t	0,14886	8,12594	0,27568	0,27075	
	0,76758	41,94064	2,27217	2,23013	
kgCO ₂ ekv./rok	36,07626	1 971,21000	106,79200	104,81590	2 219

Tabulka 6: Roční uhlíková stopa první modelové rodiny, varianta skutečná

Celková uhlíková stopa z dopravy první modelové rodiny činila **2 219** kgCO₂ekv./rok, neboli 2,219 tCO₂ekv./rok. Největší část tvoří doprava automobilem s 1 971 kgCO₂ekv./rok, následuje tramvaj se 107, metro se 105 a nejmenší část tvoří doprava autobusem se 36 kgCO₂ekv./rok, viz tabulka 6.

Člen rodiny, prac. týden	Autobus	Auto	Tramvaj	Metro	Vlak
Otec	0	161,25	0	0	0
Matka	0	91,25	0	0	0
Starší dítě	4	0	0	5,50	0
Mladší dítě	4	0	0	5,50	0
Spol. cesty autem		122			
Víkend					
Otec	0	6,50	0	0	0
Matka	0	0	0	0	0
Starší dítě	0	0	0	0	0
Mladší dítě	0	0	0	0	0
Spol. cesty autem		130,25			
Vozokm prům./t		511,25			
Osobkm prům./t	8		0	11	0

Tabulka 7: Týdenní sumarizace nájezdu druhé modelové rodiny, varianta skutečná

Var. skutečná	Autobus	Auto	Tramvaj	Metro	Celkem/ ročně
EF kgCO ₂ ekv./t	0,82496	85,05666	0	0,30250	
EF _{WTТ} kgCO ₂ ekv./t	0,19848	20,43978	0	0,00380	
	1,02344	105,49640	0	0,30630	
kgCO ₂ ekv./rok	48,10168	4 958,33300	0	14,39610	5 021

Tabulka 8: Roční uhlíková stopa druhé modelové rodiny, varianta A (skutečná)

Celková uhlíková stopa z dopravy druhé modelové rodiny činila **5 021** kgCO₂ekv./rok, neboli 5,02 tCO₂ekv./rok. Největší část tvoří doprava automobilem se 4 958 kgCO₂ekv./rok, u autobusu pak činila 48 a u metra 14 kgCO₂ekv./rok, viz tabulka 8.

7.2 Varianta MHD

K výpočtu uhlíkové stopy z dopravy u varianty MHD byly použity údaje z tabulek 9 a 11. Kde byl rozepsán teoretický nájezd při využití MHD místo osobního automobilu. Varianta počítá s dokončenou trasou metra D.

Člen rodiny, prac. týden	Autobus	Auto	Tramvaj	Metro	Vlak
Otec	1,50	0	48,75	62,50	0
Matka	1,50	0	25	101,75	0
Dítě 1	1,50	0	24,25	58,50	0
Dítě 2	1,50	0	26,25	58,50	0
Spol. cesty autem		0			
Víkend					
Otec	0	0	2,50	0	0
Matka	0	0	2,50	0	0
Dítě 1	0	0	2,50	0	0
Dítě 2	0	0	2,50	0	0
Spol. cesty autem		117,50			
Vozokm prům./t		117,50			
Osbkm prům./t	6		134,25	281,25	0

Tabulka 9: Týdenní sumarizace nájezdu první modelové rodiny, varianta MHD

Var. MHD	Autobus	Auto	Tramvaj	Metro	Celkem/ ročně
EF kgCO ₂ ekv./t	0,61872	19,54848	4,01542	7,73438	
EF _{WTT} kgCO ₂ ekv./t	0,14886	4,69765	0,55445	1,06875	
	0,76758	24,24613	4,56987	8,80313	
kgCO ₂ ekv./rok	36,07626	1 139,56800	214,78390	413,74690	1 804

Tabulka 10: Roční uhlíková stopa první modelové rodiny, varianta MHD

Uhlíková stopa z dopravy první rodiny při využívání MHD místo osobního automobilu v pracovním týdnu by činila **1 804** kgCO₂ekv./rok, neboli 1,80 tCO₂ekv./rok. Největší část uhlíkové stopy tvoří osobní automobil stále využívaný k víkendovým cestám s 1 140 kgCO₂ekv./rok, následuje metro se 413, tramvaj s 215 a autobus s 36 kgCO₂ekv./rok, viz tabulka 10.

Člen rodiny, prac. týden	Autobus	Auto	Tramvaj	Metro	Vlak
Otec	80	0	10	190	0
Matka	0	0	10	150	0
Dítě 1	50	0	0	5,50	0
Dítě 2	38	0	0	5,50	0
Spol. cesty autem		0			
Víkend					
Otec	0	6,50	0	0	0
Matka	0	0	0	0	0
Dítě 1	0	0	0	0	0
Dítě 2	0	0	0	0	0
Spol. cesty autem		130,25			
Vozokm prům./t		136,75			
Osobkm prům./t	168		20	351	0

Tabulka 11: Týdenní sumarizace nájezdu druhé modelové rodiny, varianta MHD

Var. MHD	Autobus	Auto	Tramvaj	Metro	Celkem/ ročně
EFkgCO ₂ ekv./t	17,32416	22,75110	0,59820	9,65250	
EF _{WTT} kgCO ₂ ekv./t	4,16808	5,46727	0,08260	1,33380	
	21,49224	28,21836	0,68080	10,98630	
kgCO ₂ ekv./rok	1 010,13500	1 326,26300	31,99760	516,35610	2 885

Tabulka 12: Roční uhlíková stopa druhé modelové rodiny, varianta MHD

Uhlíková stopa z dopravy druhé rodiny při využívání MHD místo osobního automobilu v pracovním týdnu, by činila **2 885** kgCO₂ekv./rok, neboli 2,89 tCO₂ekv./rok, největší část tvoří osobní automobil s 1 326, následuje autobus s 1 010, metro s 516 a tramvaj s 32 kgCO₂ekv./rok, viz tabulka 12.

7.3 Varianta D-AUTO a E-AUTO

Při kalkulaci varianty D-AUTO a E-AUTO, byly veškeré jízdy MHD přepočítány na teoretický nájezd osobním automobilem, který by rodiny vytvořily bez používání MHD, viz vozokm v tabulkách 13 a 14.

Varianta D-AUTO	První rodina	Druhá rodina
EF kgCO ₂ ekv./t	50,99241	86,63718
EF _{WTT} kgCO ₂ ekv./t	12,25387	20,81959
EF + EF _{WTT}	63,24628	107,4568
Vozokm/t	306,50	520,75
kgCO ₂ ekv./rok	2 973	5 050

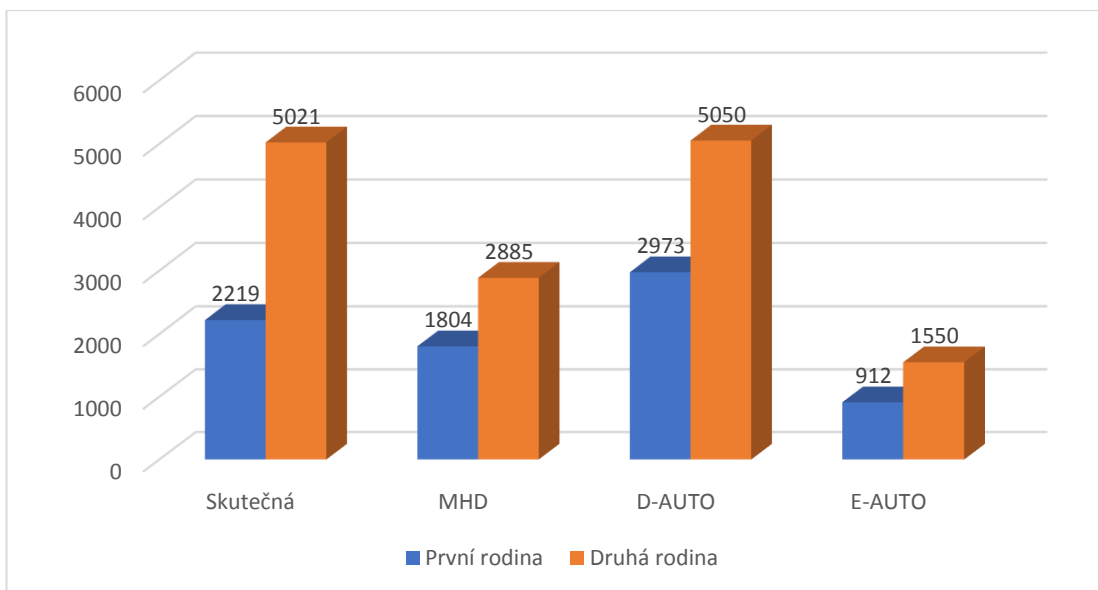
Tabulka 13: Roční uhlíková stopa modelových rodin, varianta D-AUTO

Uhlíková stopa z dopravy by při výhradním využívání osobního dieselového automobilu činila u první rodiny **2 973** a u druhé rodiny **5 050** kgCO₂ekv./rok, neboli 2,97 a 5,05 tCO₂ekv./rok, viz tabulka 13.

Varianta E-AUTO	První rodina	Druhá rodina
EF kgCO ₂ ekv./t	17,0506	28,96932
EF _{WTT} kgCO ₂ ekv./t	2,35392	3,99936
EF + EF _{WTT}	19,40452	32,96868
Vozokm/t	306,50	520,75
kgCO ₂ ekv./rok	912	1 550

Tabulka 14: Roční uhlíková stopa modelových rodin, varianta E-AUTO

Při výhradním využívání elektromobilu by uhlíková stopa z dopravy první rodiny činila **912** a u druhé **1 550** kgCO₂ekv./rok, neboli 0,91 a 1,55 tCO₂ekv./rok, viz tabulka 14. Velikost a porovnání jednotlivých variant první i druhé rodiny obsahuje obr. 11.



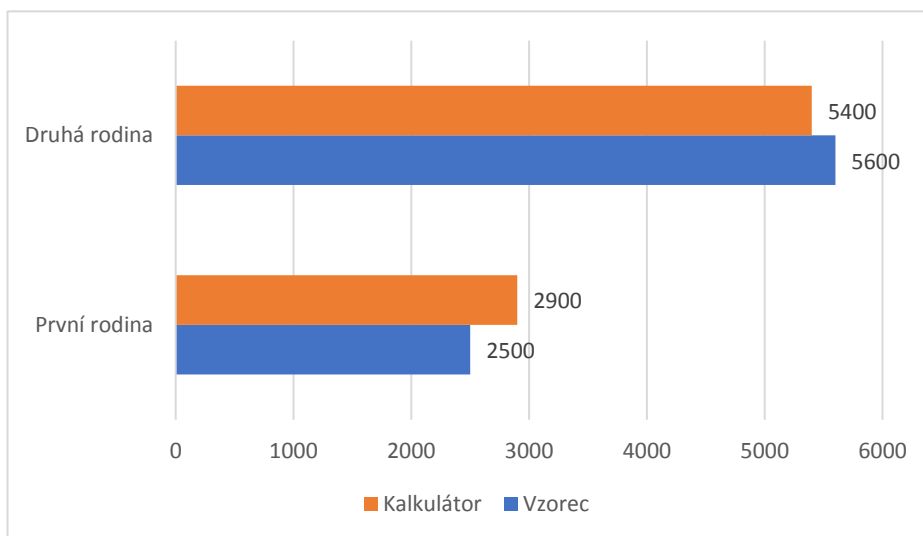
Obr. 11: Uhlíková stopa z dopravy podle vyčíslených variant dopravy (kgCO₂ekv./rok)

7.4 Porovnání skutečné stopy s webovým kalkulátorem

Stopa z dopravy první rodiny u skutečné varianty vypočítaná pomocí vzorce uvedeného v metodice činí 2 500 kgCO₂ekv./rok, webový kalkulátor ukazuje výsledek 2 900 kgCO₂ekv./rok, u druhé rodiny výsledek činí 5 600 kgCO₂ekv./rok, oproti 5 400 kgCO₂ekv./rok vypočítaných pomocí webového kalkulátoru viz tabulka 17 a obr. 12.

kgCO ₂ ekv./rok	První rodina	Druhá rodina
Vzorec	2 500	5 600
Kalkulátor	2 900	5 400

Tabulka 15: Porovnání výpočtů pomocí vzorce a kalkulátoru



Obr. 12: Porovnání výpočtů pomocí vzorce a kalkulátoru

8. DISKUSE

Velikost uhlíkové stopy rodiny z dopravy vypovídá a tom, jaký vliv mají její dopravní návyky na množství emisí skleníkových plynů, jež sama vytváří. Protože koncentrace skleníkových plynů v zemské atmosféře je výsledkem všech aktivit včetně nejmenších emitentů skleníkových plynů, může uhlíková stopa každému z nás (od jednotlivce přes firmu až po stát či unii států), v našem případě rodině, poskytnout představu o tom, jak svým způsobem cestování přispívá ke klimatické změně.

Jak uvádí Hubená (2019), při zjišťování uhlíkové stopy festivalu Let It Roll Milovice největší část uhlíkové stopy tvořila doprava, a to celých 77 %, což dokládá, jaký význam má sledování uhlíkové stopy z dopravy při různých činnostech.

Z výpočtu uhlíkové stopy modelových rodin z dopravy zcela jednoznačně vyplývá, že největší podíl na její velikosti mají cesty vykonávané osobním automobilem. Při jejím výpočtu hraje nejvýznamnější roli vzdálenost pravidelných cílů a emisní faktory jednotlivých dopravních prostředků. Druhá modelová rodina, která dojíždí pravidelně osobním automobilem do práce, do školy i za ostatními aktivitami, vytvoří uhlíkovou stopu o velikosti 5 021 kg CO₂ekv./rok oproti první modelové rodině, jejíž stopa činí pouze 2 219 kg CO₂ekv./rok díky blízkosti cílů a využívání MHD i aktivní dopravy (chůze nebo jízda na kole).

Pokud by obě modelové rodiny omezily využívání osobního automobilu přes pracovní týden a mohly využít metro nebo tramvaj, klesla by uhlíková stopa u první rodiny zhruba o 415 kg CO₂ekv./rok, na u druhé rodiny o 2 136 kg CO₂ekv./rok oproti skutečné variantě. Naopak při využívání dieselového automobilu k veškerému cestování, bez používání MHD, by stoupla velikost uhlíkové stopy u první rodiny o 754 kg CO₂ekv./rok, u druhé rodiny by zůstala téměř stejná, protože se takřka nemění její způsob dopravy, oproti skutečné variantě. Pokud by se rodiny dopravovaly pouze elektromobilem, uhlíková stopa první rodiny by klesla na 912 kg CO₂ekv./rok a u druhé rodiny na 1 550 kg CO₂ekv./rok.

Při porovnávání výsledků uhlíkových stop rodin vypočtených pomocí emisních faktorů na 47 týdnů s výpočty kalkulátoru uhlíkové stopy z webové stránky <https://www.uhlikovastopa.cz/> byly uhlíkové stopy rodin přepočítány kvůli sjednocení délky měření na 52 týdnů. U první rodiny (varianta skutečná) činí mnou spočtená stopa z dopravy 2 500 kgCO₂ekv./rok (zaokrouhloeno na stovky kg), zatímco kalkulátor ukázal velikost stopy 2 900 kgCO₂ekv./rok. U druhé rodiny činí mnou spočtená stopa

5 600 kgCO₂ekv./rok, zatímco na kalkulátoru vyšla 5 400 kgCO₂ekv./rok. V obou případech byla v kalkulátoru nastavena spotřeba osobního vozu na 7 litrů na 100 km. U první rodiny je mnou vypočtená stopa vyšší o téměř 400 kgCO₂ekv./rok, než stopa vypočtena pomocí kalkulátoru, u druhé rodiny činil rozdíl 200 kgCO₂ekv./rok, pravděpodobně kvůli nemožnosti nastavit na kalkulátoru typ paliva i typ MHD a rozdílnému způsobu výpočtu (svůj výpočet jsem prováděl pomocí emisních faktorů podle typu vozidla, zatímco v kalkulátoru byl výpočet u osobního automobilu proveden podle spotřeby paliva a jeho emisního faktoru) (CI2, ©2021).

Ze srovnání modelových rodin lze usuzovat, že čím kratší je vzdálenost většiny cílů od místa bydliště, tím větší je ochota vykonávat cesty aktivně, tedy pěšky, na kole, koloběžce a tím méně je pocíťována nezbytnost využívání osobního automobilu jako hlavního dopravního prostředku. Z vlastních i všeobecně známých zkušeností lze též vyvodit předpoklad, že čím vyšší bude povědomí rodin o tom, jaký vliv mají jejich vlastní aktivity na životní prostředí, v našem případě na produkci skleníkových plynů, a čím zdravější a udržitelnější způsob života povedou, tím více se bude měnit jejich životní styl ovlivňující velikost uhlíkové stopy nejen z dopravy.

Je zřejmé, že plošné rozpínání města, při němž na sub-urbanizovaném území často schází jak běžná občanská vybavenost, tak i rychlé a atraktivní dopravní napojení MHD na centrální část metropole, prodlužuje výrazně přepravní vzdálenosti rodin, a tím zvětšuje jejich uhlíkovou stopu z dopravy.

Některá evropská města se tento problém snaží dlouhá léta řešit a usilují o přetvoření své struktury do tzv. měst krátkých vzdáleností s polycentrickým uspořádáním tak, aby v daném obytném území byly všechny cíle v docházkové vzdálenosti a propojení s historickým centrem obstarávala rychlá a atraktivní MHD. V Madridu je např. v každém od centra vzdálenějším okrsku veřejná správa povinna zřídit sportoviště, knihovnu, školu/školy, zdravotnická zařízení, bazén, park, obchody atp. a propojení MHD s centrem obstarává rychlá a komfortní příměstská železniční doprava. I v historickém centru Madridu jsou velmi dobré podmínky pro pěší a cyklisty, před každou školou je doprava zklidněna, jsou zde velké pěší zóny a velké plochy zabírají atraktivní parky a hřiště.

Paříž dokonce usiluje o transformaci města, jež umožní každému Pařížanovi dojít pěšky či dojet na kole do 15 minut všude, kam potřebuje. Využívání vlastního osobního vozidla i MHD tak bude moci každý obyvatel města omezit na minimum a přispět k ochraně klimatu snížením své uhlíkové stopy i k vlídné atmosféře města.

Autorem tohoto konceptu je Carlos Moreno, ředitel pro vědu Ekonomické fakulty Univerzity Paříž 1 - Panthéon Sorbonne, a propagátor Smart Cities (Moreno, 2021).

Také Londýn a mnoho dalších evropských měst si kladou za cíl co nejvíce zkrátit vzdálenosti k cílům občanské vybavenosti a pěší i cyklistické cesty k nim co nejvíce zatraktivnit za účelem zredukování IAD, která má negativní vliv nejen na uhlíkovou stopu města, ale i mnoho dalších negativních dopadů na životní prostředí, život obyvatel i ekonomiku. V Londýně např. informují všechny účastníky pěšího provozu na chodnicích umístěné sloupky o všech cílech (od galerií, přes úřady a stanice MHD až po veřejné záchody) vyznačených na mapce v pětiminutových radiálách, do nichž mohou od místa, kde se právě nacházejí, dorazit. Londýn má také několik velice atraktivních pěších okruhů a ve srovnání s Prahou zejména v dopravních špičkách intenzivní cyklistickou dopravu, plánuje jejich další rozšíření a usiluje o přeměnu ulice Oxford street, jedné z dopravně i obchodně nejrušnějších tříd, v pěší zónu v celé její délce.

Česká republika i hlavní město se zatím ubírá jiným směrem. Ve většině zásadních pražských dokumentů (jako jsou např. PUM a Klimatický plán hl. m. Prahy) je sice deklarována potřeba zklidňovat, resp. snižovat intenzity automobilové dopravy, ale hlavní důraz při snižování emisí skleníkových plynů (i zdraví škodlivých emisí) je nadále kladen na změnu pohonu a především na prosazení elektromobility.

Je však sporné, zda lze pouze převodem veškerého dopravního provozu včetně IAD na elektromobilitu uhlíkovou stopu z IAD skutečně v Praze snížit tak, aby při jejím celoevropsky uváděném podílu přes 60 % na celkových emisích z dopravy přispěla odpovídajícím podílem ke splnění závazku hlavního města redukovat uhlíkovou stopu o 45 % do roku 2030 oproti roku 2010. Zůstává i otázka realizovatelnosti takového projektu jak po technické, tak i finanční stránce. K průzkumu vlivu způsobu dopravy na uhlíkovou stopu rodin ve městě podle mých dotazů na TSK v oddělení modelování dopravy i v IPRu v kanceláři dopravní infrastruktury v Praze zatím scházejí data, k dispozici jsou pouze agregovaná data skleníkových emisí, která vycházejí z dopravních výkonů jednotlivých druhů dopravy a měrné spotřeby energie.

9. ZÁVĚR A PŘÍNOS PRÁCE

Cílem práce byla analýza uhlíkové stopy modelových rodin v převážně městském prostředí s výpočtem množství emisí skleníkových plynů, které rodiny vytvořily za jeden rok během pracovních dnů i víkendů při cestování za svými obvyklými cíli.

Srovnáním velikosti vypočtené uhlíkové stopy obou modelových rodin z osobní dopravy bylo zjištěno, že první rodina vytvořila o 56 % menší uhlíkovou stopu ve srovnání s druhou, díky tomu že využívala jeden osobní automobil a urazila při tom o 60 % kratší vzdálenost. Nejvyšší objem CO₂ekv. ročně byl vyprodukován oběma rodinami při cestování osobním vozidlem a nejvýznamnějším faktorem pro volbu mezi cestováním pěšky, na kole či MHD na jedné straně a osobním automobilem na straně druhé byla délka cest a dostupnost MHD. Srovnáním výsledků skutečné stopy rodin vypočtené uhlíkové stopy pomocí vzorce a kalkulátoru bylo zjištěno, že kalkulátor u první rodiny ukázal o 16 % větší stopu než u stopy vypočtené pomocí vzorce, u druhé rodiny byl výsledek z kalkulátoru nižší o necelá 4 %. Rozdíl ve výsledcích je pravděpodobně způsoben nemožností nastavit v kalkulátoru přesně faktory jako např. druh paliva i typ MHD a odlišným způsobem výpočtu.

Přínos své práce spatřuji v tom, že se soustřeďuje na uhlíkovou stopu základní společenské jednotky, tj. rodiny, kterou se v souvislosti s plánováním redukce uhlíkové stopy na úrovni měst nebo států současné strategie a doporučení neřeší. Přitom i na této nejnižší úrovni je zřejmé, že způsob dopravy i životního stylu rodin mají svoji roli v redukci celkové uhlíkové stopy městského prostředí.

10. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literární zdroje:

BŘEZOVSKÁ R., NOVÁK J., 2018: Kompenzace uhlíkové stopy chytře. Offsetování emisí skleníkových plynů v České republice. CI2, o. p. s., Rudná, 57 s.

FROUZ J., MOLDAN B., 2015: Příležitosti a výzvy environmentálního výzkumu. Karolinum, Praha, 330 s.

GALLI A., WIEDMANN T., ERCIN E., KNOBLAUCH D., EWING B., GILJUM S., 2012: Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecological Indicators* 16: 100-112.

HOEKSTRA Y.A., ERCIN A.E., 2012: Carbon and Water Footprints: Concepts, Methodologies and Policy Responses. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 28 s.

IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

KADRNOŽKA J., 2008: Globální oteplování Země. VUTIUM, Brno, 467 s.

KOVÁŘ P., 2014: Ekosystémová a krajinná ekologie. Karolinum, Praha, 169 s.

LUPAČ M., NOVÁK J., TŘEBICKÝ V., 2012: Uhlíková stopa města: metodika pro stanovení místního příspěvku ke klimatické změně. Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj, Praha, 42 s.

- KUTÍLEK M., 2008: Racionálně o globálním oteplování. Dokořán, s.r.o., Praha, 188 s.
- MATHEZ E., SMERDON J., 2018: Climate Change: The Science of Global Warming and Our Energy Future, Columbia University Press, New York, 520 s.
- MOLDAN B., 2018: Civilizace na Planetě Zemi. Karolinum Press, Praha, 179 s.
- MOLDAN B., 2015: Podmaněná Planeta. Karolinum Press, Praha, 506 s.
- MOLDAN B., 2021: Životní prostředí v globální perspektivě. Karolinum Press, Praha, 234 s.
- MORENO C. 2021: Patnáctiminutové město - přehodnocení blízkosti. In: Syrová P. a Klimešová B., Město žije a prosperuje tam, kde se dobře chodí. Pěšky městem, z. s., Praha. S. 19 – 24.
- MORO A. a LONZA L., 2018: Electricity carbon intensity in European Member States: Impacts on GHG emissions of electric vehicles. Transportation Research Part D: Transport and Environment: 5-14. ISSN 1361-9209
- MOOSMANN L., NEIER H., MANDL N., RADUNSKY K., 2017: Implementing Paris Agreement – New Challenges in View of the COP 23 Climate Change Conference, Study for the ENVI Committee, European Parliament, Policy Department for Economic and Scientific Policy, Brussels, 167 s. ISBN 978-92-846-1713-5
- OLARU B.G., BĂNACU C.S., 2018: Perspectives regarding the impact of climate change on world. Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle IX, Metallurgy 36/3: 63-68. ISSN 2668-4748
- TŘEBICKÝ V., KHAJLOVÁ V., PAVELČÍK P., PETRUCHA D., 2016: Metodika stanovení uhlíkové stopy podniku. CI2 o. p. s., Praha, 44 s.
- TSK hl. m. Prahy, 2020: Ročenka dopravy - Praha 2019. TSK hl. m. Prahy, a.s., Praha, 84 s.
- TSK hl. m. Prahy, 2021: Ročenka dopravy - Praha 2020. TSK hl. m. Prahy, a.s., Praha, 88 s.
- WIMMEROVÁ L., BARTOŠ L., TŘEBICKÝ V., (2020): Metodika výpočtu uhlíkové stopy městských částí hlavního města Prahy. Česká zemědělská universita., Praha, 32 s.

WIEDMANN T., MINX J., 2008: A Definition of "Carbon Footprint". In: Pertsova C.C.: Ecological Economics Research Trends. Nova Science Publishers, Hauppauge NY: 1-11.

Wright L.A., a kol., 2011: "Carbon Footprint": towards a universally accepted definition. Journal of Carbon Management, 2: 61-72.

Internetové zdroje:

BRANDEJSKÝ T., ©2020: Klimatická změna v právu – mezinárodní a evropská úroveň (online) [cit.2021.12.28], dostupné z

<<https://www.epravo.cz/top/clanky/klimaticka-zmena-v-pravu-mezinarodni-a-evropska-uroven-111896.html>>

CI2, ©2015: Offsetujeme CO₂! (online) [cit.2022.02.24]. dostupné z

<<https://www.offsetujemeco2.cz/>>

CI2, ©2021: Kalkulačka uhlíkové stopy (online) [cit.2022.01.20], dostupné z

<<https://www.uhlikovastopa.cz/>>

CZSO ©2014: Regionalizace dojížděky do zaměstnání podle výsledků sčítání lidu, domů a bytů 2011 (online) [cit.2022.01.18], dostupné z

<<https://www.czso.cz/documents/10180/20536290/17023014a.pdf/8680f973-1ac2-495e-a2a5-06dfd646324b?version=1.0>>

CZSO ©2021: Počet obyvatel v obcích k 1.1.2021 (online) [cit.2022.01.20],

dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-k-112021>>

DEFRA ©2020: Greenhouse gas reporting: conversion factors 2020 (online)

[cit.2022.02.19], dostupné z

<<https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2020>>

EC, ©2021a: EU na konferenci COP26 o změně klimatu (online) [cit.2022.01.01],

dostupné z <https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/climate-action-and-green-deal/eu-cop26-climate-change-conference_cs>

EC, ©2021b: Otázky a odpovědi: Evropský rámec pro městskou mobilitu (online)

[cit.2022.01.02], dostupné z

<https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/qanda_21_6729>

EC, ©2021c: Funding for climate action (online) [cit.2022.01.08], dostupné z

<https://ec.europa.eu/clima/eu-action/funding-climate-action_en>

EP, ©2019: Emise z aut CO₂: fakta a čísla - infografika (online) [cit.2021.12.20], dostupné z

<<https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313STO31218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>>

Evropská rada a Rada EU, ©2021: Zelená dohoda pro Evropu (online)

[cit.2022.01.01], dostupné z <<https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/green-deal/>>

GISS, ©2021: 2020 Tied for Warmest Year on Record, Nasa Analysis Shows (online) [cit.2021.12.16], dostupné z

<<https://www.giss.nasa.gov/research/news/20210114/>>

CHMI, ©2020: National Greenhouse Gas Inventory Report of the Czech Republic (online) [cit.2021.12.21], dostupné z

<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/nis/NIR/CZE_NIR-2020-2018_UNFCCC_complete_ISBN.pdf>

MHMP, ©2017: Polad' Prahu – Plán udržitelné mobility Prahy a okolí – Analýza (online) [cit.2021.12.23], dostupné z [https://poladprahu.cz/wp-](https://poladprahu.cz/wp-content/uploads/2019/10/PAnalyza_2017-08-10.pdf)

<[content/uploads/2019/10/PAnalyza_2017-08-10.pdf](https://poladprahu.cz/wp-content/uploads/2019/10/PAnalyza_2017-08-10.pdf)>

MHMP, ©2019: Městská rada dnes vyhlásila klimatický závazek Prahy (online) [cit.2021.12.23], dostupné z

<https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/tiskovy_servis/tiskove_zpravy/mestska_rada_dnes_vyhlasila_klimaticky.html>

MHMP, ©2020: U S N E S E N Í Zastupitelstva hlavního města Prahy číslo 22/1 ze dne 17.12.2020 (online) [cit.2021.12.23], dostupné z

<https://www.praha.eu/file/3218584/Z_8918_Usneseni_Zastupitelstva_HMP_opravy.pdf>

MHMP, ©2021a: Klimatický plán hlavního města Prahy do roku 2030 (online) [cit.2022.01.05], dostupné z

<https://klima.praha.eu/DATA/Dokumenty/klimaplan_cz_4_1_2022.pdf>

MHMP, ©2021b: Klimatický plán hlavního města Prahy do roku 2030, základní strukturované informace (online) [cit.2022.01.05], dostupné z

<https://portalzp.praha.eu/jnp/cz/ochrana_klimatu/Klimaticky_plan_HMP_do2030_strukturovane_informace>

MHMP, ©2021c: U S N E S E N Í Zastupitelstva hlavního města Prahy číslo 32/1 ze dne 16.12.2021, (online) [cit.2022.02.26] dostupné z

<https://www.praha.eu/file/3366155/Z_9892_Usneseni_Zastupitelstva_HMP.pdf>

MOSS, ©2022: Offset your carbon footprint with Moss carbon credits (online) [cit. 24.02.2022], dostupné z <<https://moss.earth/>>

MŽP, ©2008–2020a: Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (online)

[cit.2021.12.13], dostupné z

<https://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu>

MŽP, ©2008–2020b: Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu (online) [cit.2021.12.13], dostupné z <https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol>

MŽP, ©2008–2020c: Pařížská dohoda (online) [cit.2021.12.13], dostupné z

<https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda>

MŽP, ©2008–2020d: Změna klimatu (online) [cit.2021.12.13], dostupné z

<https://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu>

MŽP, ©2008–2020e: Emisní obchodování (online) [cit.2021.12.13], dostupné z

<https://www.mzp.cz/cz/emisni_obchodovani>

Pakt starostů a primátorů, ©2021: O paktu (online) [cit.2021.12.27], dostupné z

<<https://www.paktstarostuaprimatoru.eu/about-cz/cov-initiative-cz/origin-dev-cz.html>>

WRI & WBCSD, ©1998-2020: Greenhouse Gas Protocol. (online) [cit.2021.12.29],

dostupné z <<https://ghgprotocol.org/standards>>

zdopravy.cz, ©2021: Ve Vídni je registrováno méně aut než v Praze. Motorizace

tam klesá (online) [cit.2021.12.16], dostupné z <<https://zdopravy.cz/ve-vidni-je-registrovano-mene-aut-nez-v-praze-motorizace-tam-klesa-77041/>>

Zákony, vyhlášky a normy:

Zákon č. 383/2012 Sb., o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů a související předpisy, v platném znění.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/87/ES ze dne 13. října 2003 o vytvoření systému pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů ve Společenství a o změně směrnice Rady 96/61/ES.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES z. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/27/EU ze dne 25. října 2012 o energetické účinnosti

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů

ČSN EN ISO 14064-1: Skleníkové plyny - Část 1: Specifikace s návodem pro stanovení a vykazování emisí a propadů skleníkových plynů pro organizace. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2019. 64 s.

ČSN EN ISO 14064-2: Skleníkové plyny - Část 2: Specifikace s návodem pro stanovení, monitorování a vykazování snížení emisí nebo zvýšení propadů skleníkových plynů pro projekty. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2019. 44 s.

ČSN EN ISO 14064-3: Skleníkové plyny - Část 3: Specifikace s návodem na ověřování a validaci prohlášení o skleníkových plynech. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2019. 84 s.

ČSN EN ISO 14065: Obecné zásady a požadavky na orgány validující a ověřující environmentální informace. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2022. 41 s.

ČSN EN ISO 14067: Skleníkové plyny – Uhlíková stopa produktů – Požadavky a směrnice pro kvantifikaci. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2019. 64 s.

ČSN EN ISO 14090: Adaptace na změnu klimatu - Zásady, požadavky a směrnice. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2020. 44 s.

ČSN EN ISO 14091: Adaptace na změny klimatu - Směrnice pro zranitelnost, dopady a posuzování rizik. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2021. 60 s.

Ostatní zdroje:

EC, 2021a: Návrh na SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY, kterou se mění směrnice 2003/87/ES o vytvoření systému pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů ve Společenství, rozhodnutí (EU) 2015/1814 o

vytvoření a uplatňování rezervy tržní stability pro systém Unie pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů a nařízení (EU) 2015/757, COM/2021/551 final 14/07/2021

EC, 2021b: SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ Vytvoření Unie odolné vůči změně klimatu – nová strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu COM/2021/82 final 24/02/2021.

Hubená, V., 2019: Analýza udržitelnosti účastníků letních festivalů. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 130 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Seznam obrázků:

Obr. 1: Schéma skleníkového efektu s energetickou bilancí (Ruda A.: Klimatologie, Sluneční záření (online) [cit.2022.02.19] dostupné z

https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/pages/03-prvky.html

Obr. 2: Zjednodušený diagram globálního koloběhu uhlíku (The GLOBE Program, ©2012 (online) [cit.2022.02.19] dostupné z

<https://www.globe.gov/documents/10157/59263168/Kolobeh+uhlíku+Metodika2012.pdf/7be7a570-b3ab-428f-a13a-774b55070bae>

Obr. 3: Emise CO₂ produkované v dopravě (2016) podle druhu dopravy (EP, Emise CO₂ z aut: fakta a čísla – infografika (Online) [cit.2022.0.19], dostupné z

<https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313STO31218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>

Obr. 4: Využití pražské MHD v roce 2019 a 2020 (vlastní zpracování podle TSK, 2020; TSK, 2021)

Obr. 5: Holešovice (vlastní zpracování podle mapy.cz, ©2022)

Obr. 6: Jesenice (vlastní zpracování podle mapy.cz, ©2022)

Obr. 7: Místo bydliště první modelové rodiny (vlastní zpracování podle mapy.cz, ©2022)

Obr. 8: Místo bydliště druhé modelové rodiny (vlastní zpracování podle mapy.cz, ©2022)

Obr. 9: Emise skleníkových plynů podle podílu jednotlivých druhů dopravy v Praze v přepočtu na CO₂ ekv (MHMP: Polad' Prahu (online) [cit.2022.02.15], dostupné z https://poladprahu.cz/wp-content/uploads/2019/10/PAnalyza_2017-08-10.pdf)

Obr. 10: Denní variace automobilové dopravy celkem (TSK, 2020)

Obr. 11: Uhlíková stopa z dopravy podle variant v kgCO₂ekv./rok

Obr. 12: Porovnání výpočtů pomocí vzorce a kalkulátoru

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Dotazník nájezdu modelových rodin dopravními prostředky

Tabulka 2: Emisní faktory za rok 2020 osobního automobilu v kgCO₂ekv./km, ev – elektromobil (vlastní zpracování podle DEFRA, ©2020)

Tabulka 3: Emisní faktory WTT za rok 2020 osobního automobilu v kgCO₂ekv./km, ev – elektromobil (vlastní zpracování podle DEFRA, ©2020)

Tabulka 4: Emisní faktory dopravních prostředků za rok 2020 v kgCO₂ekv./osbkm (vlastní zpracování podle DEFRA, ©2020)

Tabulka 5: Týdenní sumarizace nájezdu první modelové rodiny, varianta A (skutečná)

Tabulka 6: Roční uhlíková stopa první modelové rodiny, varianta A (skutečná)

Tabulka 7: Týdenní sumarizace nájezdu druhé modelové rodiny, varianta A (skutečná)

Tabulka 8: Roční uhlíková stopa druhé modelové rodiny, varianta A (skutečná)

Tabulka 9: Týdenní sumarizace nájezdu první modelové rodiny, varianta B (MHD)

Tabulka 10: Roční uhlíková stopa první modelové rodiny, varianta B (MHD)

Tabulka 11: Týdenní sumarizace nájezdu druhé modelové rodiny, varianta B (MHD)

Tabulka 12: Roční uhlíková stopa druhé modelové rodiny, varianta B (MHD)

Tabulka 13: Tabulka 13: Roční uhlíková stopa modelových rodin, varianta D-AUTO

Tabulka 14: Roční uhlíková stopa modelových rodin, varianta E-AUTO

Tabulka 15: Porovnání výpočtů pomocí vzorce a kalkulátoru