

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Metodika a postupy měření uhlíkové
stopy v logistice a skladování**

(Diplomová práce)

Přerov 2022

Bc. Diana Molnárová



Vysoká škola
logistiky
o.p.s.

Zadání diplomové práce

studentka

Bc. Diana Molnárová

studijní program

Logistika

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Metodika a postupy měření uhlíkové stopy v logistice a skladování**

Cíl práce:

Na základě identifikace dotčených logistických procesů provést analýzu problematiky uhlíkové stopy a následně navrhnout řešení na snížení emisí podniku s využitím softwaru na výpočet uhlíkové stopy. Navržené řešení zhodnotit.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Logistický základ
 2. Teorie řešeného problému
 3. Prostředí firmy
 4. Návrh řešení
 5. Zhodnocení návrhu
- Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

GROS, Ivan a kol. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

DEDOUCHOVÁ, Marcela. Strategie podniku. Praha: C. H. Beck, 2002. ISBN 80-7179-603-4.

Program Lean+Green [online]. Praha, 2021 [cit. 2021-10-25]. Dostupné z: <https://www.lean-green.cz/>.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Dr. Ing. Oldřich Kodým

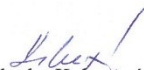
Datum zadání diplomové práce:

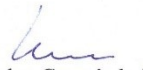
31. 10. 2021

Datum odevzdání diplomové práce:

12. 5. 2022

Přerov 31. 10. 2021


Ing. Blanka Kalupová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracovala samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušila autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb.; o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byla také seznámena s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat předtím o této skutečnosti prorektora pro vzdělávání Vysoké školy logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byla poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 12.05.2022



.....

podpis

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucí práce doc. Dr. Ing. Oldřichovi Kodymovi za vstřícné rady a pomoc při zpracování této práce.

Anotace

Diplomová práce se zabývá metodikou a postupy měření uhlíkové stopy v logistice a skladování. Teoretická část práce se věnuje problematice základních pojmů v oblasti logistiky a uhlíkové stopy. Dále se popisuje metodologie softwaru pro výpočet uhlíkové stopy podniku. Praktická část řeší konkrétní ukázkou na snížení uhlíkové stopy ve vybraném podniku. Pomocí softwaru se vypočítají současné emise skleníkových plynů podniku. Práce obsahuje dva návrhy, ty se mezi sebou analyzují a vyhodnocují. Návrh s lepšími hodnotami se pak porovnává se současným stavem emisí skleníkových plynů podniku. Na závěr se výsledky zhodnocují.

Klíčová slova

Uhlíková stopa, emise CO₂, skleníkové plyny, oxid uhličitý, logistika

Annotation

The master thesis deals with the methodology and procedures of measuring the carbon footprint in logistics and warehousing. The theoretical part of the thesis deals with the issues of basic concepts in the field of logistics and carbon footprint. The methodology of the software for calculating the company's carbon footprint is also described. The practical part addresses a specific example of reducing the carbon footprint in the selected company. The software calculates the company's current greenhouse gas emissions. The thesis contains two proposals, which are analyzed and evaluated. The proposal with better values is then compared with the current state of the company's greenhouse gas emissions. Finally, the results are evaluated.

Keywords

Carbon footprint, CO₂ emissions, greenhouse gases, carbon dioxide, logistics

Obsah

Úvod.....	9
1 Logistický základ.....	10
1.1 Základní pojmy	10
1.2 Strategie podniku	11
1.3 Globální oteplování.....	11
1.4 Uhlíková stopa	12
1.4.1 Skleníkové plyny	12
1.4.2 GHG Protokol.....	13
1.5 Legislativa – základní normy	15
1.5.1 Pařížská klimatická dohoda	15
1.5.2 Evropský Green Deal.....	15
1.5.3 ČSN EN ISO 14064 – Skleníkové plyny.....	15
1.6 Program Lean & Green	16
2 Teorie řešeného problému	17
2.1 Software EcoTransIT World.....	17
2.2 Metodologie ETW.....	18
2.2.1 Vstupy systému.....	19
2.2.2 Emise v rámci rozsahu ETW	19
2.2.3 Typy přeprav pro výpočet.....	20
3 Prostředí firmy	21
3.1 Charakteristika firmy	21
3.2 Svozová trasa	21
3.3 Měření uhlíkové stopy.....	23
4 Návrh řešení.....	26
4.1 Návrh 1 – změna svozové trasy	26

4.2	Návrh 2 - elektromobilizace.....	28
5	Zhodnocení návrhu	30
5.1	Zhodnocení – návrh 1.....	30
5.2	Zhodnocení – návrh 2.....	31
5.3	Finální řešení.....	32
	Závěr	34
	Seznam zdrojů.....	35
	Seznam grafických objektů.....	37
	Seznam zkratk.....	38

Úvod

Jednou z velkých výzev, kterým dnes logistický průmysl čelí, je otázka, jak omezit negativní dopady nákladní dopravy. Poptávka po nákladní dopravě neustále stoupá. Evropská politika se těmito problémům aktivně věnuje a projevuje silné odhodlání dekarbonizovat logistiku. Logistika představuje přibližně 10 % celosvětových emisí CO₂ a stává se jedním z nejobtížnějších ekonomických sektorů ke snižování emisí skleníkových plynů. Je to částečně proto, že se očekává, že poptávka po nákladní dopravě v příštích několika desetiletích prudce vzroste, ale také proto, že se spoléhá především na fosilní paliva.

Diplomová práce se zabývá metodikou měření uhlíkové stopy v logistice. Cílem práce je na základě identifikace dotčených logistických procesů provést analýzu uhlíkové stopy a následně navrhnout řešení na snížení emisí podniku s využitím softwaru na výpočet uhlíkové stopy. Navržené řešení v závěru zhodnotit.

Práce se rozdělena na teoretickou část a praktickou. Úvodní kapitola vymezuje přehled základních pojmů v oblasti logistiky a uhlíkové stopy. Popisuje problematiku globálního oteplování a výchozí legislativní dokumenty. Druhá kapitola práce se věnuje teorii řešeného problému, což je vybraný software na výpočet uhlíkové stopy. Definuje hlavní metodologii programu, jak funguje, jaký potřebuje zadávat vstupy a pomocí toho jaký vyhodnocuje výstupy. Třetí kapitola věnuje pozornost prostředí firmy, ve kterém proběhne snižování emisí. Je zde spočítána současná hodnota uhlíkové stopy podniku. Čtvrtá kapitola navrhuje řešení pro snížení emisí podniku, konkrétně dva typy. Poslední kapitola analyzuje tyto dva návrhy na řešení a celou práci zhodnocuje.

1 Logistický základ

První kapitola se zaměřuje na přehled literatury, které je nezbytně nutné znát k pochopení problematiky, kterou se práce zabývá. Vymezuje základní pojmy v oblasti logistiky, udržitelnosti a uhlíkové stopy.

1.1 Základní pojmy

Dodavatelský systém je řetězec přesně určených kroků, které na sebe navazují a dochází zde k přeměně zdrojů ve výrobky nebo služby pro konečného zákazníka. Tato dodavatelská síť nezahrnuje jen výrobce a dodavatele, ale i prodejce, zákazníky, sklady a přepravce. Řízení dodavatelských systémů zahrnuje řízení a plánování všech aktivit, které vyžaduje vyhledávání zdrojů a nákup, jejich transformaci a realizaci dalších logistických služeb a zákazníci. Dá se říct, že řetězec integruje řízení nabídky a poptávky uvnitř i mezi organizacemi [1].

Gros [1, s. 25] definuje logistiku jako *“část řízení dodavatelského řetězce, která plánuje, realizuje a efektivně a účinně řídí dopředné i zpětné toky výrobků, služeb a příslušných informací od místa původu do místa spotřeby a skladování zboží tak, aby byly splněny požadavky konečného zákazníka. Řízení logistiky je integrující funkcí, která koordinuje a optimalizuje všechny logistické činnosti, stejně jako se podílí na propojení logistických činností s dalšími funkcemi, včetně marketingu, výroby, prodeje, financí a informačních technologií.”*

Logistické činnosti je velmi obtížné definovat, protože jednotná klasifikace neexistuje. Jejich cílem je splnění požadavků zákazníka. Zařazují se sem například zákaznický servis, plánování poptávky, řízení zásob, komunikace, nákup, přeprava, skladování a další [1].

„Distribuce představuje proces rozhodování o tom, komu, kam, jak zboží a kdy výrobky a služby dodávat v logistickém systému.“ [1, s. 87]

Doprava je záměrná lidská činnost, která se zakládá v pohybu dopravních prostředků po dopravních cestách za účelem přemístování osob a zboží.

Přeprava je finální produkt dopravy, tedy změna místa osob a věcí v prostoru a čase.

1.2 Strategie podniku

Strategie podniku je jeden z hlavních nástrojů, který má úlohu především sjednotit hlavní cíle a priority podniku. Přizpůsobuje zdroje měnícímu se okolí a tím uspokojuje požadavky zákazníků. Pro formulaci kvalitní strategie musí být uplatněny principy strategického myšlení. Každá strategie se zpracovává na více úrovních. Pro podnikovou úroveň zajišťuje využití zdrojů s cílem maximalizovat tvorbu hodnoty pro vlastníky podniku. Na zákazníka se orientuje strategie na úrovni podnikatelských jednotek, přičemž každá jednotka se zaměřuje na jednu podnikatelskou aktivitu. Na funkční úrovni se zajišťují takové podmínky, aby bylo možné splnit stanovené cíle na vyšších úrovních řízení podniku. Zde se zařazují specifické podnikatelské funkce, jako například personalistika, marketing, nákup, výroba [2].

Zvolené variantě strategie musí být přizpůsobena organizační struktura a systém řízení, které poskytne podniku pružně reagovat na změnu podmínek v okolí podniku a vytvářet správné pracovní klima. Každá strategie by měla vést ke zvýšení výkonnosti firmy [2].

Další nezbytně nutnou součástí fungujícího podniku je podniková kultura. Ta ovlivňuje způsob chování a myšlení v podniku a říká, jak společnost hodlá podnikat. Kultura se projevuje souborem skutečností, které lze rozdělit do tří skupin. První stupeň obsahuje nevědomé spontánní představy jako například mezilidské vztahy a způsob myšlení. Do druhé skupiny patří částečně ovlivnitelná pravidla jednání. Zde se zahrnují zásady, pravidla, standardy, zvyky a hodnoty. Třetí skupina obsahuje ovlivnitelné symboly osobní a veřejné jakými jsou jazyk, etika, logo, barvy, názvy, jména. Souhrnně řečeno podniková kultura bezprostředně ovlivňuje úspěšnost realizace podnikové strategie [2].

1.3 Globální oteplování

Globální oteplování představuje jev způsobený člověkem, který zapříčiňuje oteplování zemského povrchu. Hlavní příčinou jsou emise skleníkových plynů, především oxidu uhličitého a metanu do ovzduší. Před necelými třiceti lety se o globálním oteplování v literatuře téměř nezmiňovalo. Od té doby se změna klimatu vyvinula z pouhého environmentálního problému na potenciálně největší globální hrozbu, jíž civilizace čelí. Antropogenní emise skleníkových plynů se od předindustriální éry zvýšily v důsledku ekonomického a populačního růstu. To vedlo ke koncentracím oxidu uhličitého, metanu

a oxidu dusného, které byly za posledních osm set tisíc let bezprecedentní. Jádro problému spočívá v tom, že od poloviny 19. století se vytěžilo a spálilo obrovské množství uhlíku ve formě uhlí, ropy a plynu, které byly uloženy po dobu tři sta milionů let pod povrchem. To dramaticky zvýšilo koncentraci CO₂ v atmosféře. Emise CO₂ tvoří přibližně 76 % emisí skleníkových plynů. Potenciál globálního oteplování plynů závisí na množství energie, kterou absorbují a na délce času, který stráví v atmosféře. Hlavní obavou však je, že jak se planeta otepluje, velká část zmrzlého metanu, který je v současnosti uvězněn v tundře a pod mořským dnem, se vypařuje a uniká do atmosféry. Uvolňování metanu hrálo v minulosti zásadní roli v přirozených cyklech klimatických změn. Existuje reálné nebezpečí, že zvýšením hladiny metanu lidská činnost náhodně spustí další z těchto cyklů. Pak by se překročil klimatický „bod zvratu“, jehož škodlivé účinky by byly nevratné. Od předindustriálních dob vzrostla průměrná globální teplota o 1,1 °C, což je rychlost nárůstu, která je asi 50krát rychlejší, než by se Země obvykle zotavila z doby ledové. Stále výraznější jsou i dlouhodobější trendy, jako je 20 cm nárůst průměrné hladiny moře od počátku 20. století [3].

1.4 Uhlíková stopa

Uhlíková stopa podniku je jedna z kritérií pro fungování společnosti na klimatické změny a zejména na dopad na životní prostředí. Uhlíková stopa je nepřímým ukazatelem spotřeby energií, služeb a výrobků. Zaznamenává počet skleníkových plynů, které zodpovídají aktivitám či produktům firmy [4].

„Emisní faktory vyjadřují množství skleníkových plynů v tunách oxidu uhličitého či dalších skleníkových plynů vztažených na jednotku energie nebo využívají jiné jednotkové vyjádření (na hmotnostní či objemové množství produktu).“ [4, s. 12]

Tyto faktory je nutné převést na odpovídající množství skleníkových plynů vyjádřené v ekvivalentech oxidu uhličitého pomocí jednotky potenciálu globálního ohřevu (GWP) daného plynu [4].

1.4.1 Skleníkové plyny

Skleníkové plyny (GHG – Green House Gases) se vyskytují v atmosféře Země a přispívají ke skleníkovému jevu. Jsou přírodního původu, ale také je uvolňuje člověk svojí činností především spalováním fosilních paliv [4].

Potenciál globálního ohřevu (GWP) představuje míru potenciálního příspěvku daného plynu ke skleníkovému jevu. Jednotkou je příspěvek ke skleníkovému efektu jedné molekuly CO₂. Pomocí těchto koeficientů je možné určit tzv. ekvivalent CO₂, tedy množství CO₂, které by mělo ekvivalentní příspěvek ke skleníkovému jevu atmosféry stejný jako dané množství příslušného plynu [4].

1.4.2 GHG Protokol

GHG Protokol představuje korporátní standard pro měření uhlíkové stopy. Eviduje celkem sedm antropogenních skleníkových plynů, které jsou z hlediska uhlíkové stopy podniku relevantní [4].

V Tab. 1.1 se uvádí hlavní zdroje skleníkových plynů, jejich chemická značka, zdroje a koeficient globálního ohřevu. Z tabulky vyplývá, že nejběžnější je oxid uhličitý, který vzniká pokaždé, když látka obsahující uhlík reaguje s kyslíkem v atmosféře. CO₂ zastřešuje všechny skleníkové plyny, lze je na něj převést a k tomu se používá tzv. potenciál globálního ohřevu (GWP) [4].

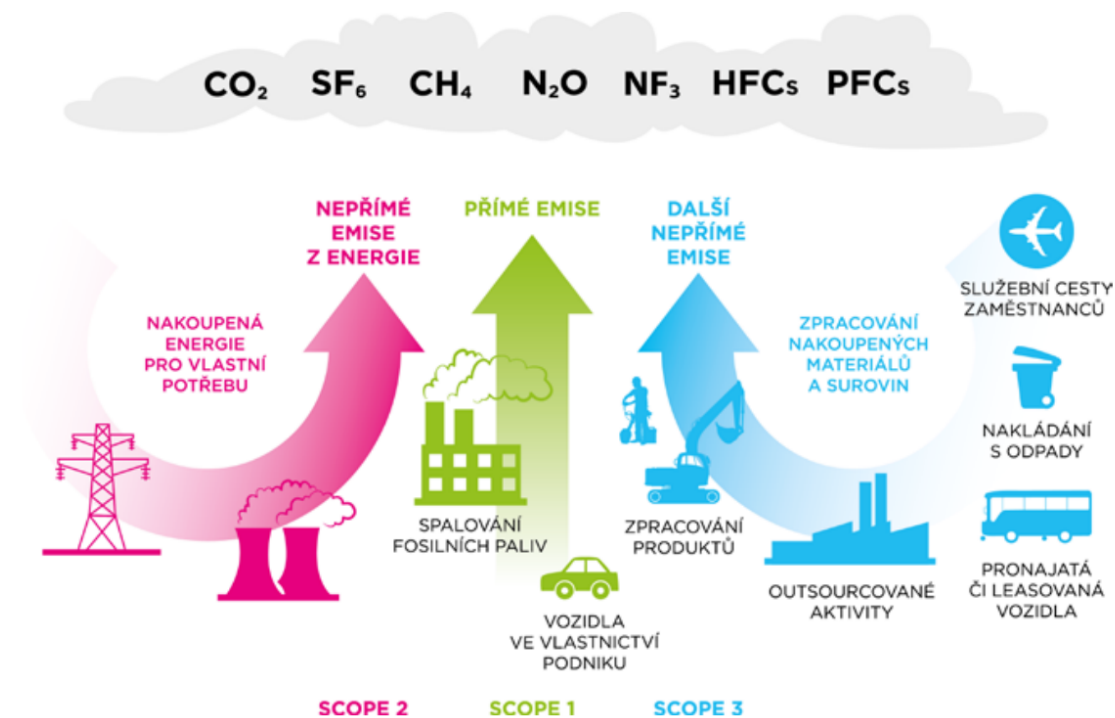
Tab. 1.1 Rozdělení skleníkových plynů dle GHG Protokolu.

Skleníkový plyn	Chemická značka	Zdroje (z lidské činnosti)	GWP
Oxid uhličitý	CO ₂	Spalování fosilních paliv a biomasy, odlesňování, eroze	1
Metan	CH ₄	Spalování biomasy a skládky odpadů, zpracování zemního plynu a ropy	25
Oxid dusný	N ₂ O	Zemědělská činnost, spalovací procesy, raketová a letecká technika	298
Fluorované uhlovodíky	HFC	Průmyslové procesy, náhrada freonů v klimat. zařízeních, hasící přístroje	650 - 14 800
Perfluoruhlovodíky	PFC	Chladicí zařízení, výroba hliníku a polovodičů, léčiva, kosmetika	6500–23000
Fluorid sírový	SF ₆	Elektrotechnický průmysl, tavení hořčíku a hliníku	22800–23900
Fluorid dusitý	NF ₃	Výroba plazmových obrazovek, solárních panelů a displejů	17200

Zdroj: [4].

GHG Protokol rozdělil emise související s činností podniku do tří kategorií, jehož používání se stal mezinárodním standardem [4].

- **Scope 1** – jedná se o přímé emise, zde se zařazují aktivity, které spadají pod podnik a jsou jím kontrolovány, při nichž jsou uvolňovány emise přímo do ovzduší. Zahrnují například emise z generátorů, emise z automobilů či emise z průmyslových procesů [4].
- **Scope 2** – představují emise spojené se spotřebou nakupované energie (tepla, elektřiny), které nevznikají přímo v podniku, ale jsou důsledkem aktivit podniku. Jedná se o nepřímé emise podnikem přímo nekontrolovaných, přesto má zásadní vliv na jejich velikost [4].
- **Scope 3** – reprezentují emise, které jsou následkem aktivit podniku ale vznikají ze zdrojů mimo kontrolu či vlastnictví firmy a zároveň nejsou klasifikovány jako Scope 2. Patří sem například služební cesty letadlem, ukládání odpadu na skládku, nákup materiálu třetí stranou atp. Z Obr.1.1 lze jasně vyčíst, že jde o nejširší a nejméně přesně vymezenou kategorii. Z tohoto důvodu je pro podniky povinné vykazování Scope 1 a Scope 2, ale Scope 3 jsou pouze doporučené [4].



Obr. 1.1 Rozdělení emisí dle GHG Protokolu

Zdroj: [4].

Emisní faktory vyjadřují množství skleníkových plynů v tunách oxidu uhličitého.

Uhlíková neutralita je pojem, který vyjadřuje dosažení čisté nulové uhlíkové stopy. To znamená vyrovnaní produkce emisí a jejich odstraňování z atmosféry [4].

1.5 Legislativa – základní normy

Podkapitola se věnuje třem základním dokumentům, které v současnosti regulují stav skleníkových plynů.

1.5.1 Pařížská klimatická dohoda

Cílem Pařížské dohody, přelomového globálního závazku k ochraně klimatu, je udržet globální oteplení v polovině století na hranici + 2 °C oproti době před průmyslovou revolucí – ideálně o 1,5 °C. Tento cíl mimo jiné znamená, že státy a podniky budou snižovat svoji závislost na fosilních palivech jako hlavním zdroji energie. Evropská unie se zavázala snížit emise skleníkových plynů o nejméně 40 % do roku 2030 ve srovnání s rokem 1990. Prvním krokem k omezení emisí je jejich správné vyčíslení. Logicky druhým krokem je vytvoření plánu na jejich snížení. Zatímco státy a jejich vlády mohou pro redukci skleníkových plynů vytyčit mantinely a stanovit cíle, konkrétní kroky jsou na podnicích, městech a jednotlivcích. Z tohoto důvodu byla vytvořena předkládaná metodika [3].

1.5.2 Evropský Green Deal

Tento projekt vznikl se spoluprací s Evropskou komisí a představuje plán obsahující opatření, která má za účel podpořit efektivní využívání zdrojů prostřednictvím přechodu na čisté hospodářství a tím snížit znečištění. Obecně projekt se nazývá i jako Zelená dohoda pro Evropu a reaguje na aktuální situaci životního prostředí a snižování skleníkových plynů. Evropská unie se plánuje stát do roku 2050 klimaticky neutrálním územím. K dosažení tohoto cíle má proto nařídit opatření ve všech odvětvích hospodářství, dekarbonizovat odvětví energetiky, investovat do technologií, které jsou šetrné k životnímu prostředí a spolupracovat s mezinárodními partnery pro zlepšení celosvětových norem v oblasti životního prostředí [5].

1.5.3 ČSN EN ISO 14064 – Skleníkové plyny

V roce 2013 zveřejnila Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO) tuto normu o problematice skleníkových plynů, která obsahuje tři navzájem se doplňující

komponenty. První z nich je norma ISO 14064-1, která zahrnuje požadavky pro plánování a řízení, ověřování a vykazování emisí skleníkových plynů pro organizace. Druhá část je norma ISO 14064-2, ta upravuje požadavky na vykazování dosaženého snížení emisí. Třetí část (14064-3) stanovuje zásady pro ověřování projektů na skleníkové plyny [6].

1.6 Program Lean & Green

Program Lean & Green představuje platformu pro problematiku snižování CO₂ a skleníkových plynů. Poprvé byl spuštěn v Nizozemí v roce 2008 v podobě dobrovolného příslibu podniků s nížit emise skleníkových plynů v oblasti logistiky. Jedná se o společnost iniciativu, jak snížit CO₂ a přibližovat se k udržitelnosti při současném zvýšení ziskovosti [7].

„Lean & Green je koncipován jako závazek společností snížit minimálně o 20% emise CO₂ po dobu následujících 5 let. Společnosti, které prokážou, že aktivně pracují na zlepšení jejich udržitelnosti získávají ocenění (počínaje „Lean & Green Award“ až po „Lean & Green Star“. Akční plány společností a průběžné výsledky jeho plnění prochází nezávislým auditem. Zapojené společnosti jsou povinny podávat zprávy o jejich snížení emisí dvakrát ročně.“ [7, s. 3]

Plní funkci výměny zkušeností a nabízí možnost spolupráce při zapojení do společných projektů. Dále umožňuje prezentovat aktivity v oblasti snižování CO₂ a dopadů na životní prostředí. V podstatě představuje průvodce, jak propojit ekonomickou efektivitu v logistice s omezenějším dopadem na životní prostředí [7].

2 Teorie řešeného problému

Logistika se stala nezbytnou součástí života a je považována za jeden z nejobtížnějších sektorů k dekarbonizaci. Vzhledem k tomu, že se očekává, že objemy nákladní dopravy se do roku 2050 ztrojnásobí a nákladní vozidla patří mezi největší spotřebitele ropy, mnoho odborníků zkoumá problematiku, jak lze v příštích několika desetiletích snížit emise ze všech oblastí logistiky na co nejnižší úroveň [8].

EcoTransIT Initiative (EWI) je nezávislá průmyslová platforma pro dopravce a poskytovatele logistických služeb, kteří se zaměřují na údržbu a vývoj globálně uznávaného nástroje a metodiky uhlíkové stopy EcoTransIT World (ETW). Členové EWI neustále zlepšují metodiku kalkulátoru a v současné době se řídí pokyny normy EN 16258, která představuje metodiku a výpočet spotřeby energie a emisí skleníkových plynů v přepravě zboží a osob [8].

2.1 Software EcoTransIT World

EcoTransIT World je celosvětově nejrozšířenější software pro automatické výpočty spotřeby energie, emisí uhlíku, látek znečišťujících ovzduší. Umožňuje kompletní výpočet globálních dopravních řetězců napříč všemi druhy dopravy včetně překládek a skladování. Také nabízí podrobný výpočet skleníkových plynů a externích nákladů na základě energetické spotřeby. Program používá vědecké metodologie, které byly vyvinuty neutrálními vědeckými ústavy a splňuje normu ISO 14083 a GHG protokol, což představuje metodu počítání skleníkových plynů pro společnosti [8].

ETW je zkratka Ecological Transport Information Tool a je bezplatná internetová aplikace, která ukazuje dopady nákladní dopravy na životní prostředí. Analyzuje a porovnává různé přepravní řetězce navzájem. Pro profesionální uživatele nabízí ETW specializované služby, které společností umožňují provádět výpočty hromadných zásilek automaticky. Tudiž ETW řeší otázku, jakým způsobem snížit uhlíkovou stopu zásilek a obecně celého podniku [8].

2.2 Metodologie ETW

Metodologie ETW poskytuje přehled základních funkcí nástroje se zaměřením na výpočet uhlíkové stopy pro všechny druhy přepravy. Práce se blíže zaměřuje na metodologii pouze pro silniční přepravu.

Velikost vozidla, nosnost a využití kapacity jsou nejdůležitější parametry pro dopady nákladní dopravy na životní prostředí. Každé vozidlo má maximální nosnost, která je definována maximem povolené hmotnosti nákladu a maximálním dostupným objemem. Typické zboží, kde náklad je omezujícím faktorem je například uhlí, ropa nebo také náhradní díly, oděvy a tak dále. Čím vyšší hmotnost vozidla, tím se spotřebovává více energie a zároveň dochází ke zvýšené spotřebě paliva [8].

V ETW je kapacita užitečného zatížení definována jako parametr související s hmotností. Užiteční nosnost vyjádřená v tunách se rovná maximální povolené hmotnosti nákladu [8].

Užitečná nosnost nákladního vozidla je omezena maximální povolenou hmotností vozidla. Tím pádem nosnost je rozdíl mezi maximální povolenou hmotností vozidla a prázdnou hmotností vozidla (včetně vybavení, paliva, řidiče atd.). V ETW jsou nákladní automobily definovány pro pět celkových hmotnostních tříd. Pro každou třídu je definována průměrná hodnota prázdné hmotnosti a nosnosti [8].

Tab. 2.1 Prázdná hmotnost a nosnost nákladních automobilů

Vozidlo	Typ vozidla	Prázdná hmotnost [tuny]	Nosnost [tuny]	Maximální hmotnost [tuny]
Nákladní automobil	<=7.5 tuny	4	3,5	7,5
	>7.5-12 tuny	6	6	12
	> -12-20 tuny	7,5	11	20
	>20-26 tuny	9	17	26
	>26-40 tuny	14	26	40
	>40-60 tuny	19	41	60

Zdroj: [8].

2.2.1 Vstupy systému

Vstup je flexibilní, online aplikace nabízí dva režimy zadávání. První je standardní, který umožňuje hrubý odhad. Ten lze upřesnit prostřednictvím druhého rozšířenějšího režimu. Zde se zobrazují uživateli výchozí proměnné a uživatel si je může změnit podle stupně informace dostupné pro zásilku. Všechny relevantní parametry, jako jsou charakteristiky trasy a vzdálenosti, vytížení a jízdy naprázdno, velikost vozidla a typ motoru, jsou tedy individuálně brány v úvahu a uživatel je může změnit [8].

2.2.2 Emise v rámci rozsahu ETW

Tab. 2.2 Seznam emisí v rámci rozsahu ETW.

Zkratka	Popis	Důvod zařazení
PEC	Primární spotřeba energie	Hlavní ukazatel spotřeby zdrojů
CO ₂	Emise oxidu uhličitého	Hlavní ukazatel skleníkového efektu
CO _{2e}	Emise skleníkových plynů jako ekvivalent oxidu uhličitého	Skleníkový efekt
NO _x	Emise oxidů dusíku	Acidifikace, eutrofizace, eko toxicita, toxicita pro člověka, letní smog
SO _x	Emise oxidů síry	Acidifikace, eko toxicita, toxicita pro člověka
NMHC	Nemetanové uhlovodíky	Toxicita pro člověka, smog
Částice	Částice výfukových plynů z vozidel a z výroby a poskytování energie	Toxicita pro člověka, smog

Zdroj: [8].

Na výpočet emisí skleníkových plynů se používá vzorec:

$$CO_{2e} = CO_2 + 25 \cdot CH_4 + 298 \cdot N_2O, \quad [t] \quad (1.1)$$

kde: CO_2 je oxid uhličitý,

CH_4 je methan,

N_2O je oxid dusičitý.

2.2.3 Typy přeprav pro výpočet

Tento software umožňuje výpočet všech druhů dopravy a dá se rozdělit do několika kategorií:

- Letecká přeprava – různé typy a velikosti letadel
- Námořní přeprava – kontejnerová, hromadná a přeprava tekutin
- Vnitrozemská lodní přeprava – různé typy lodí
- Silniční nákladní přeprava – typy nákladních vozidel rozdělených do různých velikostních tříd
- Železniční nákladní přeprava – různé velikosti a typy kolejí

V zásadě lze všechny možnosti přepravy rozčlenit na různé podkategorie jako například počátečním a koncovým bodem konkrétního způsobu přepravy.

3 Prostředí firmy

Tato kapitola se zabývá analýzou vybrané společnosti pro výpočet emisí uhlíku.

3.1 Charakteristika firmy

Společnost si nepřeje uvádět své pravé jméno, proto se v práci bude vyskytovat fiktivní jméno pro tuto společnost a to XY. Jedná se o menší laboratoř se sídlem v Praze, která vznikla v roce 2020 a v současnosti zaměstnává přibližně sto zaměstnanců. Hlavní činností podniku jsou různá specializovaná biochemická vyšetření biologických materiálů humánního původu. Laboratoř disponuje dvaceti odběrovými místy, ze kterých se pravidelně sváží vzorky do laboratoře, kde se následně tyto vzorky vyhodnocují. Tato diplomová práce se zabývá především těmito svozovými trasami z odběrových míst do laboratoře a jejich uhlíkovou stopou.

3.2 Svozová trasa

Společnost XY disponuje vozovým parkem v areálu laboratoře. Je zde k dispozici deset osobních automobilů typu Volkswagen Caddy s naftovým motorem s výkonem 78 kW a s průměrnou spotřebou paliva 6,1 litru na sto kilometrů. Objem zavazadlového prostoru je 1266 litrů. Výrobce uvádí pro tento typ vozidla emise CO₂ 149 g/km. Další technické parametry jsou uvedeny v Tab. 3.1.

Tab. 3.1 Technické parametry vozidla Volkswagen Caddy.

Volkswagen Caddy 1,9 TDI	
Zavazadlový prostor auta	1266 l
Prostor pro cestující	4180 l
Provozní hmotnost	1560 kg
Největší tech. příp. hmotnost	2124 kg
Druh paliva	nafta
Spotřeba	6,1 l
Objem nádrže	60 l
Max rychlost	166 km/h
Maximální výkon	78 kW 4000 ot.
Emise CO ₂	149 g/km

Zdroj: [9].

Pro svoz vzorků se využívá šest svozových tras, které jsou znázorněné v Tab. 3.2. Každá svozová trasa začíná a končí v areálu laboratoře, takže automobily vyjíždí a zajíždí do vozového parku. Každá trasa se uskutečňuje jednou denně, a to každý den sedm dní v týdnu. První dva svozy se uskutečňují na území Prahy, zbytek jízd se realizuje na území Prahy a v okolních krajích. V tabulce jsou trasy seřazeny od nejkratší vzdálenosti po nejdelší, nejkratší jízda se vzdáleností 34 km trvá 73 minut a nejdelší se vzdáleností 252 km se dá ujet za přibližně 206 minut.

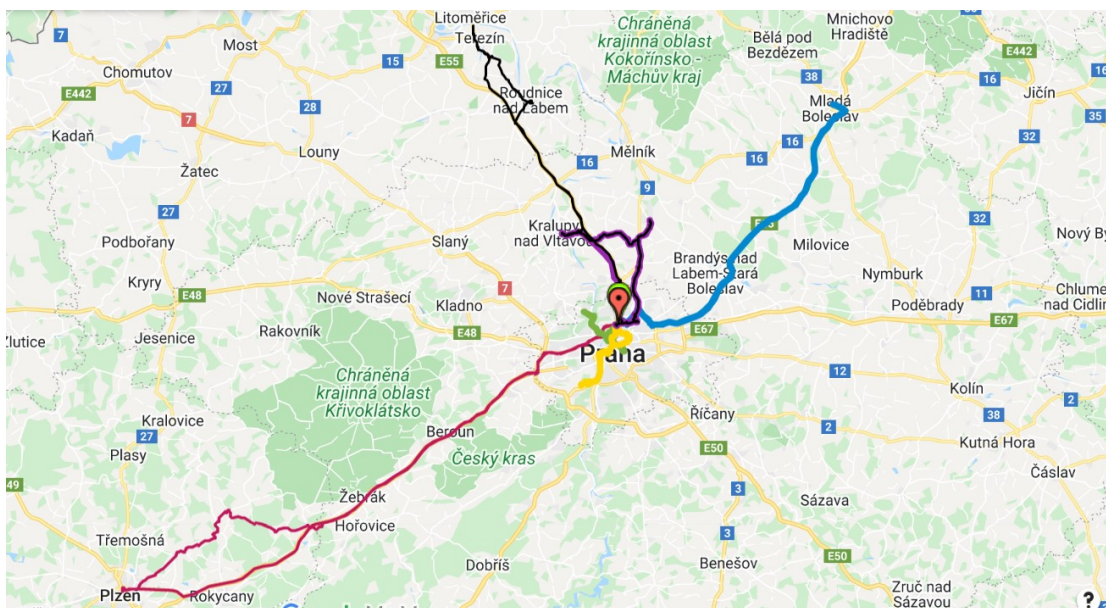
Ke každé zastávce je nutné přičíst další minuty, z důvodu prodlev formou čekání řidiče na vzorky, uložení daných vzorků do úložných prostor auta atd. Dále se také musí počítat s mimořádnými událostmi na silnici, omezováním provozu, který jízdu prodlužují. Tyto údaje jsou nerelevantní, protože v práci se počítá s čistou jízdou za optimálních podmínek. Tudíž tyto hodnoty nejsou započítány v Tab. 3.2 ani v žádných dalších částech práce

Tab. 3.2 Svozové trasy a jejich délka.

Číslo svozu	Trasa	Délka trasy [km]	Délka trvání [min]
Svoz 1	Lab → Praha – ČZU → Praha – Flora → Praha – Havlíčkovo nám. → Lab	30,2	67
Svoz 2	Lab → Praha – Barrandov → Praha – Ohrada → Praha Werichova → Lab	37	76
Svoz 3	Lab → Kralupy nad Vltavou → Neratovice → Praha – Prosek → Lab	65,5	94
Svoz 4	Lab → Litoměřice → Roudnice nad Labem → Kralupy nad Vltavou → Neratovice → Praha – Prosek → Lab	147,8	157
Svoz 5	Lab → Mladá Boleslav – Škoda Auto → Lab	149,7	80
Svoz 6	Lab → Plzeň → Brandýs → Lab	200	175

Zdroj: Vlastní zpracování.

Na Obr. 3.1 je mapa, na které jsou vyznačeny všechny svozové trasy. Každá je barevně rozlišena, marker na mapě označuje start a zároveň i cíl, do kterého se vozidla vrací zpátky. Z mapy je patrně vidět, že červenou barvou vyznačený svoz 6 je nejdelší a nejmíň prakticky řešený. Je zde ujetých nejvíce prázdných kilometrů.



Obr. 3.1 Svozové trasy zobrazeny na mapě. Svoz 1 - zelená, svoz 2 - žlutá, svoz 3 - fialová, svoz 4 - černá, svoz 5 - modrá, svoz 6 - červená.

Zdroj: Vlastní zpracování dle [10].

3.3 Měření uhlíkové stopy

Tato podkapitola popisuje podrobněji uhlíkovou stopu jednotlivých svozových tras. Pro jednodušší výpočet pomocí ETW softwaru se použije jednotná hmotnost nákladu 100 kg. Po zadání vstupních parametrů program vyhodnocuje množství skleníkových plynů v tunách ekvivalentu oxidu uhličitého vztažených na jednotku energie. ETW rozlišuje dva typy energetických jednotek. První jsou megajouly a druhý jsou kilowatthodiny. Dále ETW vyhodnocuje výsledky dvěma způsoby nezávisle na jednotce, a to WTW a TTW. Jednotlivé popisy jsou znázorněné v Tab. 3.3.

Tab. 3.3 Tabulka rozdělení výpočtu skleníkových plynů podle energie a emise.

Prvek		Popis
Energie	WTW (Well to Wheel)	Spotřeba energie od zdroje až po jízdu včetně.
	TTW (Tank to Wheel)	Spotřeba energie jízdy.
Emise	WTW (Well to Wheel)	Emise CO _{2e} od zdroje až po jízdu včetně.
	TTW (Tank to Wheel)	Emise CO _{2e} způsobené jízdou.

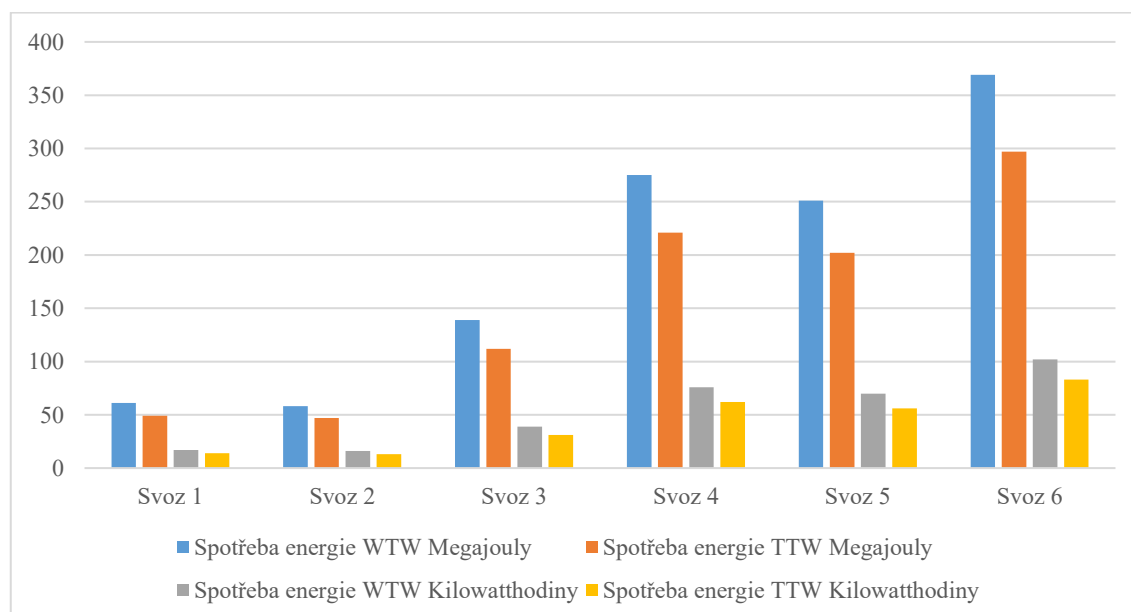
Zdroj: [8].

Následující Tab. 3.4 zobrazuje výpočet spotřeby energie a emise skleníkových plynů pomocí programu ETW v rámci jednotlivých svozových tras. Hodnoty WTW, což jsou emise CO_{2e} od zdroje až po jízdu včetně, jsou vždycky vyšší než hodnoty TTW. Největší spotřebu energie má svoz 6, a to přibližně šestkrát větší, než je spotřeba svozu 1, která má nejmenší hodnotu v tabulce.

Tab. 3.4 Spotřeba energie a emisí jednotlivých svozových tras.

	Spotřeba energie				Emise skleníkových plynů jako CO _{2e}	
	WTW	TTW	WTW	TTW	WTW	TTW
	Megajouly		Kilowatthodiny		Kilogramy	
Svoz 1	61	49	17	14	4,3	3,4
Svoz 2	58	47	16	13	4,2	3,3
Svoz 3	139	112	39	31	10	7,9
Svoz 4	275	221	76	62	20	16
Svoz 5	251	202	70	56	18	14
Svoz 6	369	297	102	83	26	21

Zdroj: Vlastní zpracování.



Graf 3.1 Graf vyjadřující spotřeby energie svozových tras.

Zdroj: Vlastní zpracování.

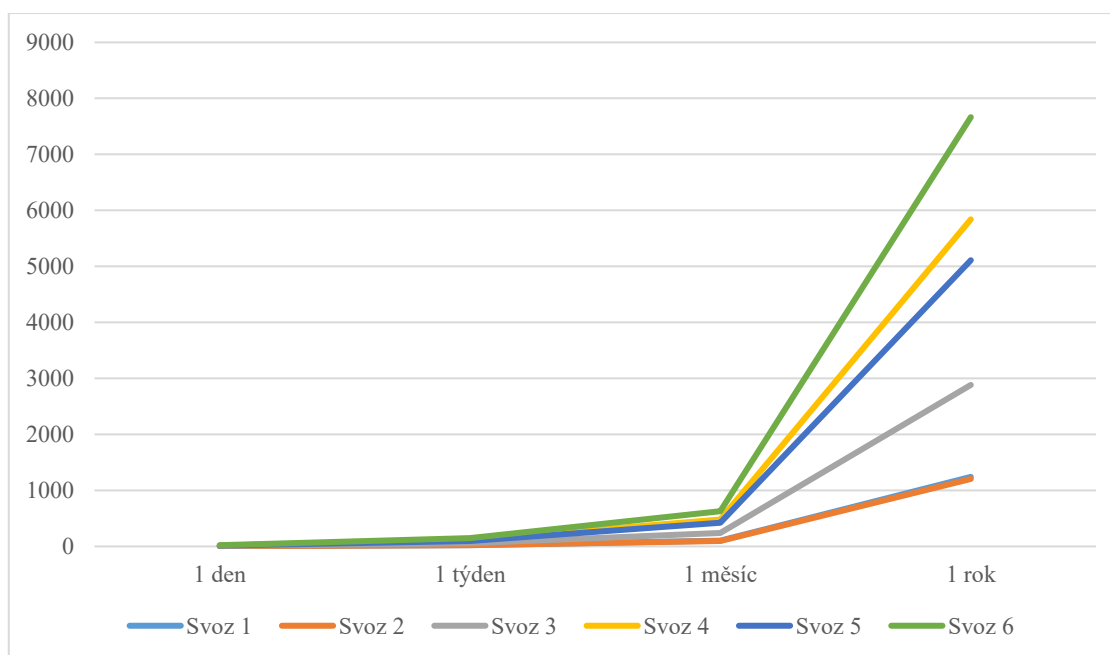
Graf 3.1 ilustruje graficky data z Tab. 3.4, což jsou jednotlivé spotřeby energie. Tento sloupcový graf obsahuje čtyři sloupce pro každý svoz, které znázorňují energii v megajoulech a kilowatthodinách, a ještě rozdělené na WTW a TTW. Z grafu lze lépe porovnat jednotlivé svozy mezi sebou.

Tab. 3.5 Emise skleníkových plynů s predikcí na jeden rok.

	Emise skleníkových plynů jako CO ₂ e [TTW]			
	1 den	1 týden	1 měsíc	1 rok
Svoz 1	3,4	23,8	102	1 241
Svoz 2	3,3	23,1	99	1 204,5
Svoz 3	7,9	55,3	237	2 883,5
Svoz 4	16	112	480	5 840
Svoz 5	14	98	420	5 110
Svoz 6	21	147	630	7 665

Zdroj: Vlastní zpracování.

Predikce emisí podle výpočtů z programu ETW jsou zobrazeny v Tab. 3.5 a graficky pomocí spojnicového grafu jsou znázorněny v Grafu 3.2. Z obou údajů lze vyčíst, že za jeden rok jenom svoz 6 vyprodukuje skoro osm tisíc kg CO₂e. Součet všech emisí skleníkových plynů za všechny svozové trasy za jeden rok činí 23 944 kg.



Graf 3.2 Emise skleníkových plynů s předpovědí na jeden rok [kg].

Zdroj: Vlastní zpracování.

4 Návrh řešení

Tato kapitola se zabývá návrhem řešení na snížení uhlíkové stopy vybraného podniku. Práce uvádí dva návrhy, které se v poslední část porovnávají a vyhodnocují.

4.1 Návrh 1 – změna svozové trasy

První návrh na řešení se zabývá svozovými trasami. V současné době podnik sváží vzorky do laboratoře z šesti různých svozových tras, které jsou znázorněné v Tab.3.2. Návrh se blíže zaměřuje na dvě svozové trasy, které by se sloučily do jednoho a tím by vznikla samostatná trasa. Jedná se o tyto dva svozy:

- svoz 3 – Lab → Kralupy nad Vltavou → Neratovice → Praha – Prosek → Lab,
- svoz 5 - Lab → Mladá Boleslav – Škoda Auto → Lab.

Součet délky trasy těchto dvou svozů je:

$$65,5 + 149,7 = 215,2 \text{ km}$$

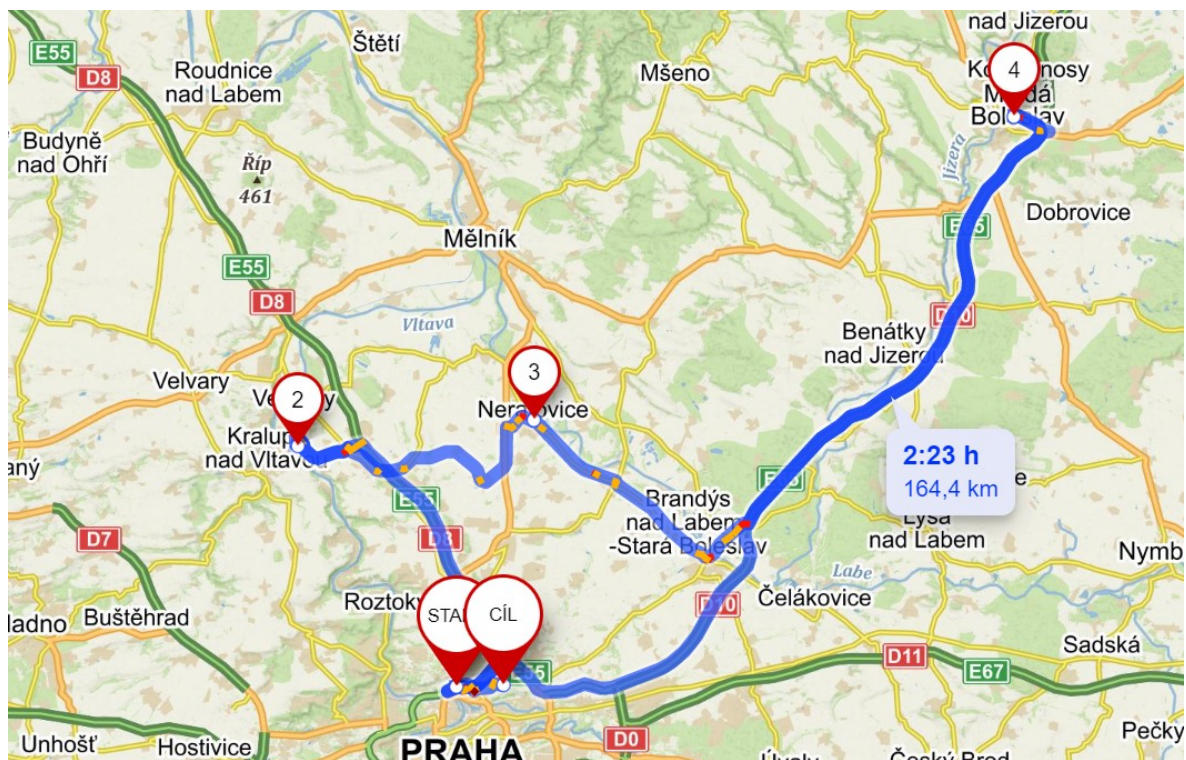
Součet délky trvání těchto dvou svozů je:

$$94 + 80 = 174 \text{ min}$$

Po sloučení svozů by vznikl Svoz X, který má následující okruh:

- svoz X – Lab → Kralupy nad Vltavou → Neratovice → Mladá Boleslav – Škoda Auto → Prosek → Lab.

Nově vzniklý svoz X je vyobrazen na Obr. 4.1, má délku 164,4 km a trvá 143 min. V porovnání se součtem svozů 3 a 5 jsou obě hodnoty nižší, počet kilometrů se zredukoval téměř na polovinu.



Obr. 4.1 Jízdní trasa svozu X.

Zdroj: Vlastní zpracování dle [11].

Platforma ETW vyhodnotila novou svozovou trasu X a výsledky jsou uvedené v Tab. 4.1. Podle dat z tabulky lze vidět, že se spotřeba energie a emise skleníkových plynů se značně snížili. Součet emisí skleníkových plynů způsobené jízdou (TTW) u svozu 3 a 5 činili 21,9 kg CO_{2e}, přičemž u svozu X činí pouze 6,5 kg CO_{2e}.

Tab. 4.1 Spotřeba energie se svozem X.

	Spotřeba energie				Emise skleníkových plynů jako CO _{2e}	
	WTW	TTW	WTW	TTW	WTW	TTW
	Megajouly		Kilowatthodiny		Kilogramy	
Svoz 3	139	112	39	31	10	7,9
Svoz 5	251	202	70	56	18	14
Svoz X	114	92	32	26	8,2	6,5

Zdroj: Vlastní zpracování.

4.2 Návrh 2 - elektromobilizace

Druhý návrh na řešení se zabývá v současnosti velmi diskutovaným tématem, což jsou elektrické automobily. Jedná se o dopravní prostředek, který je poháněn elektrinou, elektromotorem napájeným baterií nebo generátorem. Baterie shromažďuje energii, kterou získává nabitím za pomoci zdroje energie. U baterií je hlavní ukazatel hodnota elektrické energie vyjádřena v kilowatthodinách [12].

Na nabíjení se používají nabíjecí stanice, jejich rychlost je závislá na typu a výkonu nabíjecí stanice a na typu elektromobilu. Ale také se elektro automobily dokážou samonabíjet pomocí rekuperativního brždění, což znamená, že při brždění je motor přepnut do generátorového režimu, pomocí něhož je dodávána energie zpět do baterie [12].

Svoz 1 a svoz 2 se uskutečňují pouze na území Prahy, a právě z tohoto důvodu druhý návrh na řešení je o zavedení elektrických automobilů na tyto dva svozy. Elektromobil neprodukuje svým provozem výfukové plyny, avšak není uhlíkově neutrální. Emise vznikají hlavně při vlastní výrobě automobilu, ze samotného provozu a při likvidaci. Tato práce se zabývá podrobněji pouze emisemi z provozu automobilu, což znamená nabíjení.

Pro svoz vzorků do laboratoře by se na svozové trase 1 a 2 nahradili spalovací motory s menší elektrickou dodávkou typu Streetscooter Work. Tato dodávka má dojezd 120 km, maximální rychlost 85 km/h, výkon 45 kW a kapacitu baterie 20,4 kWh. Celkové dobití baterie ze zásuvky zabere sedm hodin [13].

Jedno nabití baterie vydrží jízdu přibližně 100 km. Svoz 1 má celkovou délku 30,2 km, svoz 2 má délku 37 km.

Počet jízd na jedno nabití pro svoz 1 se vypočítá vydělením spotřeby a délky trasy podle vzorce:

$$100 \text{ km} \div 30,2 \text{ km} \cong 3,31$$

Počet jízd na jedno nabití pro svoz 2:

$$100 \text{ km} \div 37 \text{ km} \cong 2,70$$

Podle výpočtů elektromobil pro svoz 1 stačí dobíjet jednou za 3 dny a pro svoz 2 jednou za dva dny. Následně množství spotřebované energie je znázorněné v Tab. 4.2, kde je určena spotřeba energie v kWh za určité časové období, jimž jsou jeden den, týden, měsíc a jeden rok.

Tab. 4.2 Porovnání spotřeby energie automobilu a elektroautomobilu.

Spotřeba energie v kWh – elektroautomobil				
	1 den	1 týden	1 měsíc	1 rok
Svoz 1	9,65	22,52	90,07	1080,80
Svoz 2	7,88	27,58	110,32	1323,84
Spotřeba energie v kWh – automobil				
Svoz 1	14	98	392	4704
Svoz 2	13	91	364	4368

Zdroj: Vlastní zpracování.

Z Tab. 4.2 je jednoznačně znát, že čím větší časový horizont, tím víc elektřiny se ušetří využíváním elektrického automobilu. Za jeden rok je ušetřeno více než 75 % kWh, než u vozidla se spalovacím motorem.

5 Zhodnocení návrhu

Tato kapitola se věnuje zhodnocení dvou návrhů řešení na snížení emisí CO₂. Nejdříve se návrhy porovnají a vyhodnotí mezi sebou a následně ta s nižšími hodnotami emisí skleníkových plynů se srovnávají s původními výsledky podniku.

5.1 Zhodnocení – návrh 1

První návrh představuje nápad sloučení dvou svozových tras do jednoho a tím snížit emise CO₂. Podle zobrazených svozových tras na mapě bylo možné sloučit trasu 3 a svozovou trasu 5. Tím vznikla zcela nová svozová trasa X, která už na první pohled připadala výhodnější. Po srovnání s předchozími trasami je svoz X kratší v počtu ujetých kilometrů i v počtu minut. Dále se svoz X zpracoval pomocí programu ETW, kde se vypočítala jeho spotřeba energie a emise skleníkových plynů.

Tab. 5.1 Porovnání celkových emisí skleníkových plynů s návrhem 1.

	Emise skleníkových plynů jako CO ₂ e [TTW]			
	1 den	1 týden	1 měsíc	1 rok
Emise celkem bez návrhu	65,6	459,2	1968	23944
Emise celkem podle návrhu 1	50,2	351,4	1506	18323

Zdroj: Vlastní zpracování.

V Tab. 5.1 se nachází porovnání celkových emisí skleníkových plynů všech svozových tras za určité období. Podle současného stavu celkový počet emisí skleníkových plynů všech svozových tras za jeden rok vychází na 23 944 kg. Pokud se svozová trasa 3 a 5 sloučí, pak podle predikce za jeden rok součet celkových emisí vychází na 18 323 kg. To znamená snížení emisí skleníkových plynů o 5 621 kg za rok.

5.2 Zhodnocení – návrh 2

Druhý návrh popisuje změnu vozidla ze spalovacího motoru na elektrický automobil na trase 1 a na trase 2. Tab. 4.2 znázorňuje porovnání dvou automobilů. Za spalovacího motoru je spotřeba energie obou svozů 9 072 kWh. Součet spotřeby elektřiny svozů u elektrického automobilu činí 1090 kWh, což je skoro o 8 tisíc kWh méně.

Aby se tyto dva návrhy mohli porovnat, musí se převést kilowatthodiny na jednotky kg jako ekvivalent CO₂. K tomu slouží převod, který říká, že 1 kWh elektřiny je stejné množství jako 0,23 kg CO_{2e} [14].

Tab. 5.2 Porovnání celkových emisí skleníkových plynů s návrhem 2.

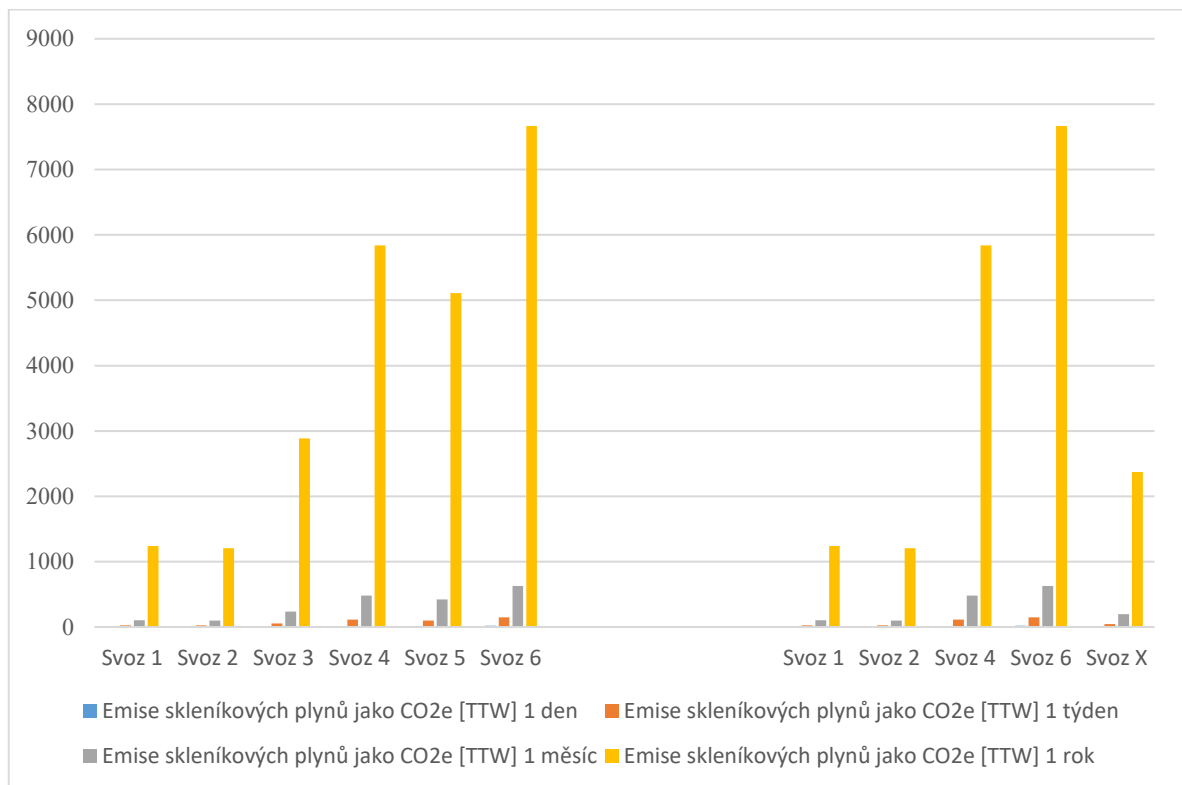
	Emise skleníkových plynů jako CO _{2e} [TTW]			
	1 den	1 týden	1 měsíc	1 rok
Emise celkem bez návrhu	65,6	459,2	1968	23944
Emise celkem podle návrhu 2	62,93	440,51	1887,9	22969,45

Zdroj: Vlastní zpracování.

Po převodu kWh na ekvivalenty CO₂ po sečtení celkových emisí všech svozových tras za jeden rok, hodnota emisí skleníkových plynů je 22 969 kg. To je rozdíl pouze o 974 kg emisí uhlíku. Z výpočtů výše plyne, že první návrh je z hlediska snížení uhlíkové stopy výhodnější.

5.3 Finální řešení

Podle výše zmíněných výpočtů vychází návrh 1 na snížení emisí skleníkových plynů mnohem výhodněji než druhý návrh. Z toho důvodu se teď tento návrh bude porovnávat s původními čísly, která byla z třetí kapitoly.



Graf 5.1 Porovnání celkových emisí s návrhem 1.

Zdroj: Vlastní zpracování.

Na grafu 5.1 je porovnání celkových emisí skleníkových plynů jako CO_{2e} za časové úseky, jimiž jsou 1 den, týden, měsíc, rok. Největší sloupce se vykazují za období jednoho roku. Prvních šest sloupců vyjadřuje původních šest svozových tras. Zde se může vidět, že nejvíce emisí za rok vyprodukuje svoz 6, druhý v pořadí je svoz 4 a potom svoz 3. Všechny tři svozy přesahují hodnotu pět tisíc kg. Druhá skupina sloupců představuje celkové emise svozů podle návrhu 1. Nachází se zde už jen pět sloupců, z nichž nejvíce emisí za rok vyprodukuje svoz 6 a svoz 4, zbytek svozů nepřesahuje hranici třech tisíc kilogramů emisí vyprodukovaných za jeden rok.

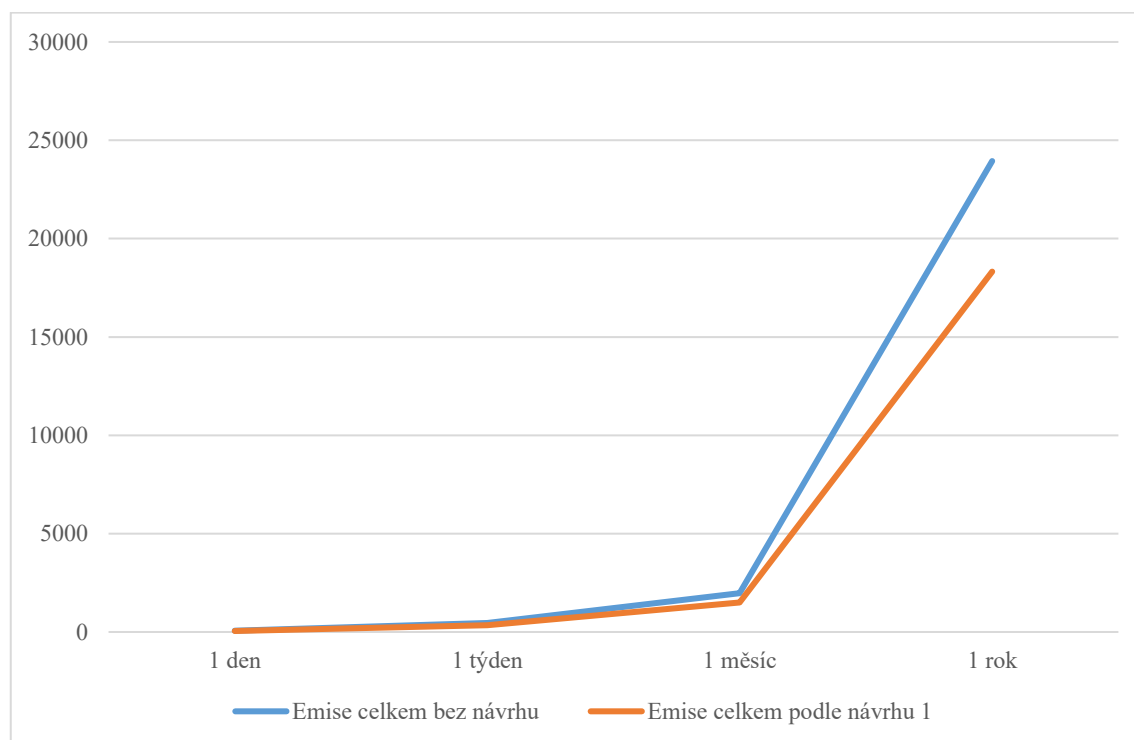
V Tab. 5.3 je finální porovnání celkových emisí skleníkových plynů CO_{2e} mezi původním plánem a návrhem 1. V tabulky vyplývá, že už za jeden den se ušetří přibližně 15 kg emisí, za měsíc skoro 500 kg a za celý rok se celkově ušetří více než pět tisíc kg.

Tab. 5.3 Porovnání celkových emisí s návrhem

	Emise skleníkových plynů jako CO _{2e} [kg]			
	1 den	1 týden	1 měsíc	1 rok
Emise celkem bez návrhu	65,6	459,2	1968	23944
Emise celkem podle návrhu 1	50,2	351,4	1506	18323
Úspora	15,4	107,8	462	5621

Zdroj: Vlastní zpracování.

Na závěr práce je graficky znázorněný pomocí Grafu 5.2 porovnání emisí skleníkových plynů jako CO_{2e}. Z grafu je jasně vidět pokles emisí o 5 621 kg za dobu jednoho roku.



Graf 5.2 Porovnání celkových emisí s návrhem 1.

Zdroj: Vlastní zpracování.

Závěr

Diplomová práce se zabývala metodikou měření uhlíkové stopy v logistice. Cílem práce bylo na základě identifikace dotčených logistických procesů provést analýzu uhlíkové stopy a následně navrhnout řešení na snížení emisí podniku s využitím softwaru na výpočet uhlíkové stopy.

Práce byla rozdělena na teoretickou a praktickou část. První kapitola se věnovala literárnímu přehledu základních pojmů v oblasti logistiky a uhlíkové stopy. Druhá kapitola prováděla podrobnou analýzu teorii řešeného problému, kterým byl vybraný program pro výpočet uhlíkové stopy podniku. V další kapitole se popisovalo prostředí firmy, vymezovali se základní činnosti podniku. Čtvrtá kapitola navrhovala dvě řešení pro snížení emisí podniku. Na závěr se návrhy vyhodnocovali.

Společnost, ve které probíhalo snižování emisí je menší laboratoř, ke které náleží několik odběrových míst. Z těchto odběrových míst se pravidelně sváží vzorky do laboratoře pomocí šesti svozových tras. Diplomová práce se zabývala těmito svozovými trasami a jejich uhlíkovou stopou. Nejdříve se pomocí softwaru ETW vypočítala současná uhlíková stopa svozových tras. Celková hodnota byla 23 944 kg emisí skleníkových plynů CO_{2e} za období jednoho roku.

První návrh na snížení byl vytvořit ze dvou svozových tras jednu. Tím vznikl sloučením svozu 3 a svozu 5 výslední svoz X. Tato trasa byla úspornější z hlediska počtu ujetých kilometrů a také na čas strávený jízdou. Po provedení výpočtů emisí se spotřeba energie výrazně snížila. Celkové emise skleníkových plynů za jeden rok byl 18 323 kg CO_{2e}.

První dva svozy se uskutečňují pouze na území Prahy, právě z toho vyplývá druhý návrh na řešení a tím je nahradit tyto automobily za elektrická vozidla. Zde se také vypočítali celkové emise a výslední hodnota byla 22 969 kg CO_{2e}. Následně se hodnoty mezi návrhy porovnály a výhodnější snížení emisí uhlíku vykazoval první návrh, a to o úsporu 5 621 kg emisí skleníkových plynů CO₂. Proto navrhuji použít právě tento návrh.

Seznam zdrojů

- [1] GROS, Ivan a kol. *Velká kniha logistiky*. Vydání: první. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 507 stran. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [2] DEDOUCHOVÁ, Marcela. *Strategie podniku*. Praha: C. H. Beck, 2002. ISBN 80-7179-603-4
- [3] MCKINNON, Alan. *Decarbonizing Logistics*. London:Kogan Page, 2018. ISBN 978-0-7494-8047-9
- [4] TŘEBICKÝ, Viktor. *Metodika stanovení uhlíkové stopy podniku*. Rudná: CI2, o.p.s., 2016. 46 stran. ISBN 978-80-906341-3-8.
- [5] *Evropský informační projekt: PROJEKTY EVROPSKÝ GREEN DEAL A ČESKÁ REPUBLIKA* [online]. Brno: © Evropský informační projekt 2022, 2022 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://euroinfoproject.eu/projekt/evropsky-geen-deal-a-ceska-republika/>
- [6] *CI2: ISO 14064* [online]. Rudná: CI2, o.p.s., 2013 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://ci2.co.cz/cs/iso-14064>
- [7] *Lean + Green: O programu* [online]. Praha: Česko-slovenská EC Iniciativa., 2021 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://www.lean-green.cz/o-programu>
- [8] WOLFRAM a kol. *Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports*. Hannover: EWI, 2019.
- [9] *Volkswagen club: Technická data – Caddy* [online]. Brno: © 2021 VolkswagenClub.cz, 2018 [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <https://www.volkswagenclub.cz/images/clanky/pdf-technicka-data/Technicka-data-Caddy.pdf>
- [10] *Google Maps* [online]. Praha: Mapová data ©, 2022 [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps?hl=cs&tab=rl>
- [11] *Mapy.cz* [online]. Praha: © Seznam.cz, 2022 [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.6252330&y=49.8022514&z=8>

[12] HROMÁDKO, Jan. *Speciální spalovací motory a alternativní pohony: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. 158 s. ISBN 978-80-247-4455-1.

[13] GROHMANN, Jan. StreetScooter: elektrická dodávka pro německou poštu. *Hybrid.cz* [online]. 2017 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/streetscooter-posta-elektromobil-dodavka.A170512_154237_automoto_fdv

[14] *Conversion factors: Introductory guide* [online]. London: © The Carbon Trust 2020, 2020 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: https://prod-drupal-files.storage.googleapis.com/documents/resource/public/Conversion_factor_introductory_guide.pdf

Seznam grafických objektů

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Rozdělení emisí dle GHG Protokolu	14
Obr. 3.1 Svozové trasy zobrazeny na mapě. Svoz 1 - zelená, svoz 2 - žlutá, svoz 3 - fialová, svoz 4 - černá, svoz 5 - modrá, svoz 6 - červená.	23
Obr. 4.1 Jízdní trasa svozu X.	27

Seznam tabulek

Tab. 1.1 Rozdělení skleníkových plynů dle GHG Protokolu.	13
Tab. 2.1 Prázdná hmotnost a nosnost nákladních automobilů.....	18
Tab. 2.2 Seznam emisí v rámci rozsahu ETW.....	19
Tab. 3.1 Technické parametry vozidla Volkswagen Caddy.	21
Tab. 3.2 Svozové trasy a jejich délka.	22
Tab. 3.3 Tabulka rozdělení výpočtu skleníkových plynů podle energie a emise.	23
Tab. 3.4 Spotřeba energie a emisí jednotlivých svozových tras.	24
Tab. 3.5 Emise skleníkových plynů s predikcí na jeden rok.	25
Tab. 4.1 Spotřeba energie se svozem X.	27
Tab. 4.2 Porovnání spotřeby energie automobilu a elektroautomobilu.	29
Tab. 5.1 Porovnání celkových emisí skleníkových plynů s návrhem 1.....	30
Tab. 5.2 Porovnání celkových emisí skleníkových plynů s návrhem 2.....	31
Tab. 5.3 Porovnání celkových emisí s návrhem	33

Seznam grafů

Graf 3.1 Graf vyjadřující spotřeby energie svozových tras.	24
Graf 3.2 Emise skleníkových plynů s předpovědí na jeden rok [kg].....	25
Graf 5.1 Porovnání celkových emisí s návrhem 1.	32
Graf 5.2 Porovnání celkových emisí s návrhem 1.	33

Seznam zkratek

CH ₄	metan
CO ₂	oxid uhličitý
ETW	EcoTransIT World
EWI	EcoTransIt Wold Initiative
GHG	Green House Gases
GWP	potenciál globálního ohřevu
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
N ₂ O	oxid dusičitý
TTW	Tank to Wheel
WTW	Well to Wheel

Autorka	Bc. Diana Molnářová
Název DP	Metodika a postupy měření uhlíkové stopy v logistice a skladování
Studijní obor	Logistika
Rok obhajoby DP	2022
Počet stran	39
Počet příloh	0
Vedoucí DP	doc. Dr. Ing. Oldřich Kodym
Anotace	Diplomová práce se zabývá metodikou a postupy měření uhlíkové stopy v logistice a skladování. Teoretická část práce se věnuje problematice základních pojmů v oblasti logistiky a uhlíkové stopy. Dále se popisuje metodologie softwaru pro výpočet uhlíkové stopy podniku. Praktická část řeší konkrétní ukázkou na snížení uhlíkové stopy ve vybraném podniku. Pomocí softwaru se vypočítají současné emise skleníkových plynů podniku. Práce obsahuje dva návrhy, ty se mezi sebou analyzují a vyhodnocují. Návrh s lepšími hodnotami se pak porovnává se současným stavem emisí skleníkových plynů podniku. Na závěr se výsledky zhodnocují.
Klíčová slova	Uhlíková stopa, emise CO ₂ , skleníkové plyny, oxid uhličitý, logistika
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	