

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy v kontextu nástrojů zelené
logistiky na podporu logistického plánování a rozhodování v odvětví automotive

Ing. Jan Chocholáč, Ph.D.

Habilitační práce

2024

Obor:

Technologie a management v dopravě a telekomunikacích

Pracoviště:

Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky

Prohlašuji:

Práci s názvem „Kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy v kontextu nástrojů zelené logistiky na podporu logistického plánování a rozhodování v odvětví automotive“ jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 15. 9. 2024

Jan Chocholáč v. r.

Poděkování

Na tomto místě bych rád srdečně poděkoval svojí rodině, Janičce a Kristýnce, za jejich neutuchající podporu a důvěru, a stejně tak i mým přátelům, kteří mě také motivovali a podporovali, zejména Ing. Martinovi Trpišovskému, Ph.D. a Ing. Petrovi Vnenkovi, Ph.D., bez nichž bych tuto habilitační práci nikdy nedokončil.

Poděkování, a to neméně srdečné, patří také vedoucí Katedry dopravního managementu, marketingu a logistiky, Ing. Pavle Lejskové, Ph.D., za vytvoření příznivého klima a podporující atmosféry na pracovišti, a celému kolektivu katedry.

V závěru bych chtěl také srdečně poděkovat mému dlouholetému kolegovi, Ing. Daliborovi Gottwaldovi, Ph.D., za inspiraci, motivaci a podporu a také čínskému roku Draka.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na problematiku kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy v kontextu nástrojů zelené logistiky na podporu logistického plánování a rozhodování v odvětví automotive. V první kapitole je teoreticky vymezena zkoumaná problematika se zaměřením na oblast zelené logistiky a kalkulace emisí skleníkových plynů produkovaných dopravou a logistickými činnostmi a související legislativní kontext z globální, kontinentální a tuzemské perspektivy. Ve druhé kapitole je zpracována analýza stávajícího stavu v kontextu zkoumané problematiky se zaměřením na emise skleníkových plynů z dopravy a jejich vývoj z pohledu Evropské unie a České republiky. Dále je zpracována analýza nástrojů zelené logistiky, respektive emisních kalkulátorů, na podporu logistického plánování a rozhodování. Třetí kapitola obsahuje vlastní řešení, které je založeno na dvou návrzích, konkrétně se jedná o návrh plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí skleníkových plynů pro odvětví automotive v silniční a železniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování. V závěru jsou popsány přínosy habilitační práce z pohledu teoretického i praktického.

KLÍČOVÁ SLOVA

kalkulace emisí skleníkových plynů, zelená logistika, logistické plánování, logistické rozhodování, odvětví automotive, silniční nákladní doprava, železniční nákladní doprava, emisní kalkulátor, environmentální udržitelnost, legislativní kontext

TITLE

Calculation of Greenhouse Gas Emissions from Transport in the Context of Green Logistics
Tools to Support Logistic Planning and Decision-Making in the Automotive Sector

ANNOTATION

The thesis focuses on the issue of calculating greenhouse gas emissions from transport in the context of green logistics tools to support logistic planning and decision-making in the automotive sector. The first chapter theoretically defines the examined issue with a focus on green logistics and the calculation of greenhouse gas emissions produced by transport and logistic activities, including the related legislative context from a global, continental, and domestic perspective. The second chapter provides an analysis of the current state in the context of the examined issue, focusing on greenhouse gas emissions from transport and their development from the perspective of the European Union and the Czech Republic. It also includes an analysis of green logistics tools, specifically emission calculators, to support logistic planning and decision-making. The third chapter contains the actual solution, which is based on two proposals, namely the design of a fully customised greenhouse gas emissions calculator for the automotive sector in road and rail freight transport to support logistics planning and decision making. The conclusion describes the theoretical and practical benefits of the habilitation thesis.

KEYWORDS

calculation of greenhouse gas emissions, green logistics, logistics planning, logistics decision-making, automotive sector, road freight transport, rail freight transport, emission calculator, environmental sustainability, legislative context

OBSAH

ÚVOD	9
1 TEORETICKÉ VYMEZENÍ ZKOUMANÉ PROBLEMATIKY	11
1.1 Systematická literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky	12
1.1.1 Kvantitativní analýza v rámci systematické literární rešerše	13
1.1.2 Kvalitativní obsahová analýza v rámci systematické literární rešerše	17
1.1.3 Technologie a inovace v kontextu zelené logistiky.....	20
1.1.4 Ekonomické aspekty zelené logistiky	22
1.1.5 Legislativa v kontextu zelené logistiky.....	32
1.1.6 Environmentální dopady zelené logistiky a udržitelnost	34
1.1.7 Řízení dodavatelských řetězců.....	40
1.1.8 Shrnutí systematické literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky	43
1.2 Systematická literární rešerše v tematické oblasti kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy a logistických činností.....	46
1.2.1 Kvalitativní obsahová analýza vědeckých článků.....	47
1.2.2 Shrnutí systematické literární rešerše v tematické oblasti kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy a logistických činností.....	51
1.3 Legislativní kontext zkoumané problematiky	52
1.3.1 Makroskopický pohled na legislativní kontext zkoumané problematiky.....	53
1.3.2 Mezoskopický pohled na legislativní kontext zkoumané problematiky	57
2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU ZKOUMANÉ PROBLEMATIKY	61
2.1 Emise skleníkových plynů z dopravy	61
2.1.1 Emise skleníkových plynů v kontextu silniční nákladní dopravy.....	68
2.1.2 Emise skleníkových plynů v kontextu železniční nákladní dopravy.....	70
2.2 Analýza nástrojů zelené logistiky (emisní kalkulátory) na podporu logistického plánování a rozhodování.....	72
2.3 Shrnutí analýzy stávajícího stavu.....	78
3 VLASTNÍ ŘEŠENÍ V KONTEXTU ZKOUMANÉ PROBLEMATIKY	80
3.1 Návrh plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí pro odvětví automotive v silniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování.....	80
3.2 Návrh plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí pro odvětví automotive v železniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování.....	92
3.3 Definice přínosů habilitační práce.....	105

ZÁVĚR.....	106
POUŽITÁ LITERATURA.....	107
SEZNAM TABULEK.....	127
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	128
SEZNAM ZKRATEK.....	129
SEZNAM SYMBOLŮ.....	130
SEZNAM PŘÍLOH.....	136

ÚVOD

V současné době čelí globální společnost řadě environmentálních výzev, mezi nimiž zaujímá klíčové místo otázka změny klimatu. Jedním z hlavních přispěvatelů ke klimatickým změnám je doprava, která generuje značné množství emisí skleníkových plynů. Tyto emise nejenže přispívají k oteplování atmosféry, ale také mají významné dopady na kvalitu ovzduší a lidské zdraví. V reakci na tyto problémy se vyvinuly různé strategie a nástroje, které usilují o snížení negativních environmentálních dopadů dopravy. Jedním z těchto přístupů je i zelená logistika.

Zelená logistika představuje integrovaný přístup k řízení logistických procesů, jehož cílem je minimalizace negativních environmentálních dopadů. Tento přístup zahrnuje širokou škálu opatření, od optimalizace přepravních tras a využití alternativních paliv až po implementaci moderních technologií a inovací, které zvyšují efektivitu přepravy. Důležitým nástrojem zelené logistiky je také kalkulace emisí skleníkových plynů, která umožňuje kvantifikovat a analyzovat emise skleníkových plynů produkované během různých logistických činností.

Kalkulace emisí skleníkových plynů je komplexní proces, který vyžaduje přesné shromáždění dat a použití vhodných metodik pro výpočet emisí skleníkových plynů. Tento proces zahrnuje nejen přímé emise z vozidel, ale také nepřímé emise spojené s výrobou a distribucí paliv, výrobou vozidel a dalšími logistickými činnostmi. Kalkulace emisí je nezbytná pro identifikaci klíčových oblastí, kde je možné dosáhnout redukcí emisí skleníkových plynů, a pro implementaci efektivních opatření na zlepšení environmentální výkonnosti logistických systémů.

V kontextu automobilového průmyslu, který je jedním z největších uživatelů logistických operací, je význam kalkulací emisí skleníkových plynů obzvláště důležitý. Automobilový průmysl je charakterizován složitými dodavatelskými řetězci a vysokými nároky na logistické operace, což vede k významným negativním environmentálním dopadům. Zavedení nástrojů zelené logistiky a přesné kalkulace emisí skleníkových plynů může přispět ke snížení environmentální stopy tohoto odvětví, zvýšení efektivity logistických procesů a dosažení udržitelnějších obchodních modelů.

Kromě environmentálních výhod přináší zelená logistika a kalkulace emisí skleníkových plynů také ekonomické a legislativní benefity. V mnoha státech jsou podniky¹

¹ Pro účely této habilitační práce je pojem podnik chápán ve smyslu zákona č. 90/2012 Sb., o obchodních korporacích, tj. jako obchodní společnost.

stále více motivovány k implementaci environmentálně příznivých opatření prostřednictvím legislativních požadavků a finančních pobídek. Navíc, zákazníci, spotřebitelé a investoři stále více preferují společnosti², které prokazují odpovědný přístup k životnímu prostředí, což může vést k vyšší konkurenceschopnosti a lepším obchodním příležitostem.

Oblast implementace zelené logistiky a kalkulace emisí skleníkových plynů však skýtá mnoho výzev. Jedním z hlavních problémů je nutnost přesných a spolehlivých dat, která jsou nezbytná pro přesnou kalkulaci emisí skleníkových plynů. Dále je nutné zajistit spolupráci mezi různými subjekty v rámci dodavatelského řetězce a přizpůsobit logistické strategie specifickým podmínkám a potřebám jednotlivých podniků.

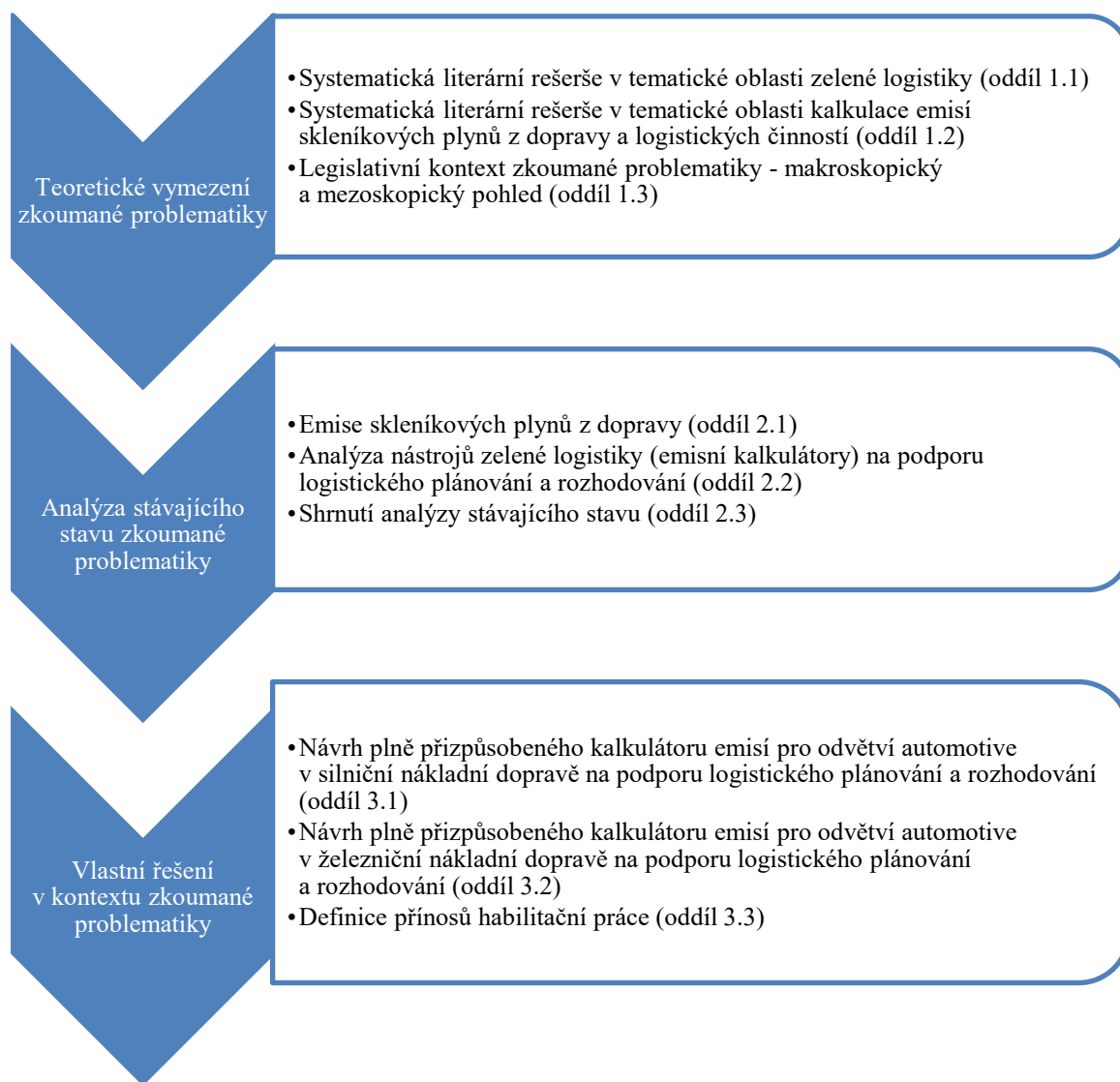
V tomto kontextu se stává nezbytným vývoj a aplikace inovativních nástrojů a metodik, které podporují efektivní řízení emisí skleníkových plynů. Moderní technologie, jako jsou digitální dvojčata, internet věcí a pokročilé analytické nástroje, nabízejí nové možnosti pro zlepšení přesnosti kalkulací a optimalizaci logistických procesů. Výzkum a vývoj v této oblasti přináší nové poznatky a řešení, která mohou v blízké budoucnosti přispět k udržitelnější budoucnosti logistiky a dopravy.

Závěrem lze konstatovat, že problematika kalkulace emisí skleníkových plynů v kontextu nástrojů zelené logistiky představuje klíčový prvek pro podporu udržitelnějšího logistického plánování a rozhodování. Tento přístup nejenže přispívá k ochraně životního prostředí, ale také podporuje ekonomickou efektivitu a konkurenceschopnost podniků v automobilovém průmyslu. Význam a potřeba takovýchto nástrojů bude s rostoucím tlakem na udržitelnost a legislativní požadavky i nadále narůstat.

² Pro účely této habilitační práce je pojem společnost chápán ve smyslu zákona č. 90/2012 Sb., o obchodních korporacích, tj. jako obchodní společnost.

1 TEORETICKÉ VYMEZENÍ ZKOUMANÉ PROBLEMATIKY

Na obrázku č. 1 je prezentován schematický postup zpracování habilitační práce, přičemž je využito standardizovaného logicky navazujícího rámce běžně aplikovaného v kontextu odborných vědeckých prací.



Obrázek 1 Postup zpracování teoretického vymezení zkoumané problematiky (autor)

V rámci teoretického vymezení zkoumané problematiky bude zpracována systematická literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky, systematická literární rešerše v tematické oblasti kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy a logistických činností a legislativní kontext zkoumané problematiky z pohledu makroskopického a mezoskopického.

Analýza stávajícího stavu bude zpracována se zaměřením na emise skleníkových plynů z dopravy a nástroje zelené logistiky (emisní kalkulátory) na podporu logistického plánování a rozhodování. Na základě výsledků analýzy budou prezentovány návrhy kalkulátorů emisí skleníkových plynů pro odvětví automotive v silniční a železniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování. Na závěr budou definovány přínosy habilitační práce v rovině teoretické i praktické.

1.1 Systematická literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky

Systematická literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky byla zpracována k rozhodnému dni 1. 7. 2024 s následujícími omezujícími podmínkami:

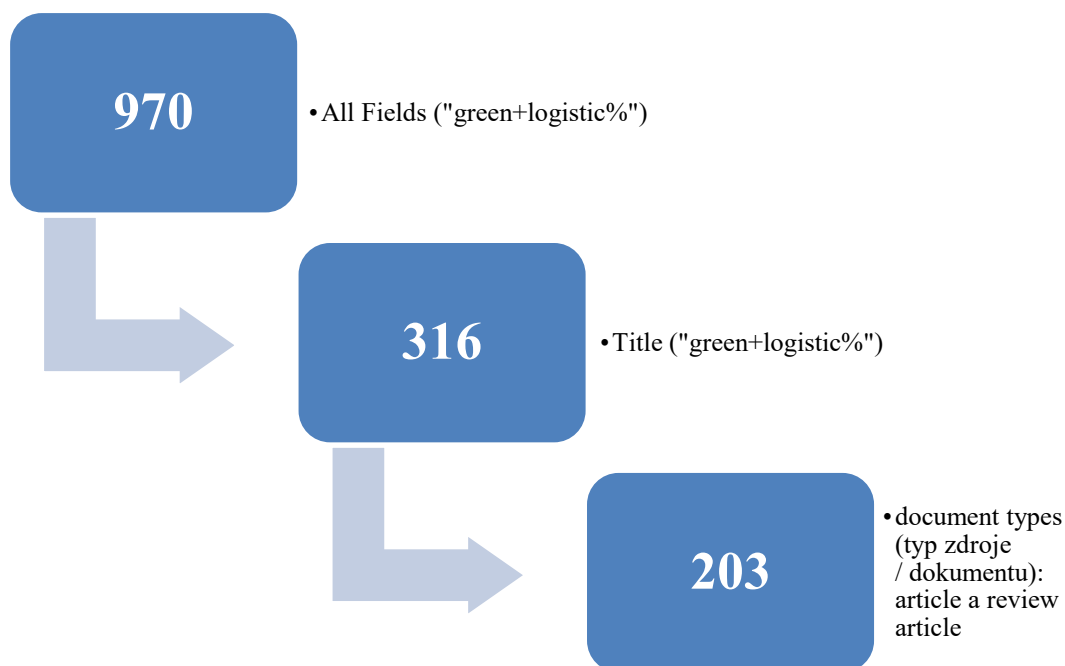
- světově uznávaná vědecká databáze: Web of Science,
- title (název zdroje): „green+logistic%“ (tento textový řetězec byl použit z toho důvodu, aby bylo vyhledáváno vždy spojení slova „green“ a zároveň i „logistic%“, případně ekvivalentů jako „green logistics“ atd.),
- document types (typ zdroje / dokumentu): „article“ a „review article“,
- publication years (rok publikace zdroje): bez omezení,
- další omezující podmínky nebyly aplikovány, přičemž výše uvedený postup vyhledávání je možné označit jako běžný vědecký postup používaný při zpracování systematické literární rešerše³.

Po zadání textového vyhledávacího řetězce „green+logistic%“ v databázi Web of Science a při prohledání všech polí („all fields“), kdy jsou prohledávána všechna pole u všech indexovaných položek v databázi, bylo celkem nalezeno 970 relevantních výsledků (viz obrázek č. 2). Po zúžení vyhledávání, kdy byl textový vyhledávací řetězec „green+logistic%“ vyhledáván pouze v poli název („title“) již bylo nalezeno pouze 316 výsledků. V posledním kroku bylo vyhledávání omezeno pouze na výstupy typu „article“ a „review article“⁴, což je standardní postup zejména z toho důvodu, že u výstupů typu „proceeding paper“ apod. není

³ Autor habilitační práce společně s dalšími spoluautory a spoluautorkami mimo jiné použil obdobný přístup pro zpracování systematické literární rešerše v rámci odborného článku indexovaného v mezinárodně uznávané vědecké databázi Scopus (CHOCHOLÁČ, J., KUČERA, T., SOMMERAUEROVÁ, D., HRUŠKA, R., MACHALÍK, S., KŘUPKA, J., HYRŠLOVÁ, J. Smart city and urban logistics – research trends and challenges: systematic literature review. *Komunikácie: Communications (Scientific Letters of the University of Žilina)*, 2023, roč. 25, č. 4, s. A175-A192.).

⁴ Do počtu výstupů v rámci zpracovávané systematické literární rešerše byly zahrnuty i odborné články s příznakem „early access“, které splňovaly podmínku, že měly k rozhodnému dni (1. 7. 2024) k dispozici plný text. K tomuto kroku autor habilitační práce přistoupil z toho důvodu, aby byla zpracována systematická literární rešerše aktuální.

velmi často možné získat plné texty těchto článků, což by znemožnilo provedení kvalitní a robustní systematické literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky.



Obrázek 2 Proces identifikace relevantních odborných článků pro zpracování systematické literární rešerše (autor na základě Web of Science, 2024)

Nakonec bylo identifikováno celkem 203 relevantních výsledků⁵ (viz obrázek č. 2), které byly postoupeny k dalšímu zpracování, respektive ke kvantitativní analýze (pododdíl 1.1.1) a kvalitativní obsahové analýze (pododdíl 1.1.2).

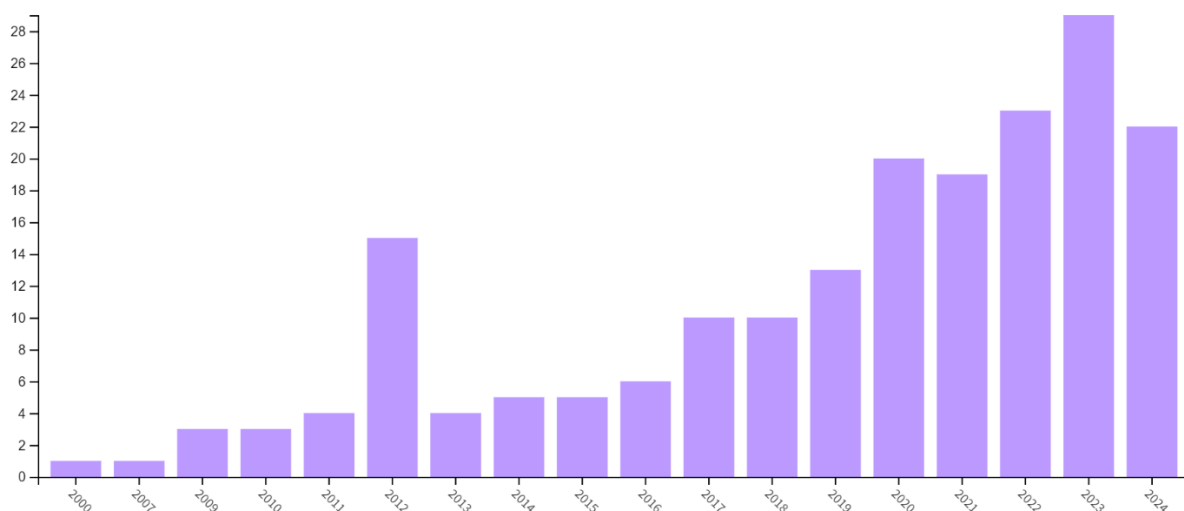
1.1.1 Kvantitativní analýza v rámci systematické literární rešerše

V rámci kvantitativní analýzy v kontextu zpracované systematické literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky byla pozornost věnována finálním rokům publikace analyzovaných vědeckých článků (viz obrázek č. 3), typům jednotlivých vědeckých článků, zařazení vědeckých článků do Web of Science kategorií (viz obrázek č. 4), publikačním titulům vědeckých článků (viz obrázek č. 5), zařazení vědeckých článků do oblastí (viz obrázek č. 6) a přiřazení vědeckých článků k cílům udržitelného rozvoje (SDGs – Sustainable Development Goals) definovaných Organizací spojených národů (United Nations).

V následujícím obrázku č. 3 jsou vzestupně seřazeny analyzované vědecké články dle finálních roků jejich publikace na základě četnosti v jednotlivých letech (2000-2024). Z obrázku vyplývá, že první článek byl publikován v roce 2000 (Murphy a Poist, 2000a). Zároveň je zřetelně vidět vzestupná tendence v počtu publikovaných odborných článků

⁵ Kompletní přehled všech identifikovaných výsledků (203 odborných článků) je součástí přílohy A.

v následujících letech, což jednoznačně deklaruje aktuálnost zkoumané problematiky a skutečnost, že se jí celosvětová vědecká komunita stále více zabývá. Nejvíce odborných článků bylo zatím publikováno v roce 2023 (konkrétně se jednalo o celkem 33 vědeckých výstupů). V roce 2024 bylo zatím publikováno 27 odborných článků⁶, ale je zde v celku odůvodnitelný předpoklad, že celkový počet článků v roce 2024 překoná počet publikovaných článků v tematické oblasti zelené logistiky z roku 2023.

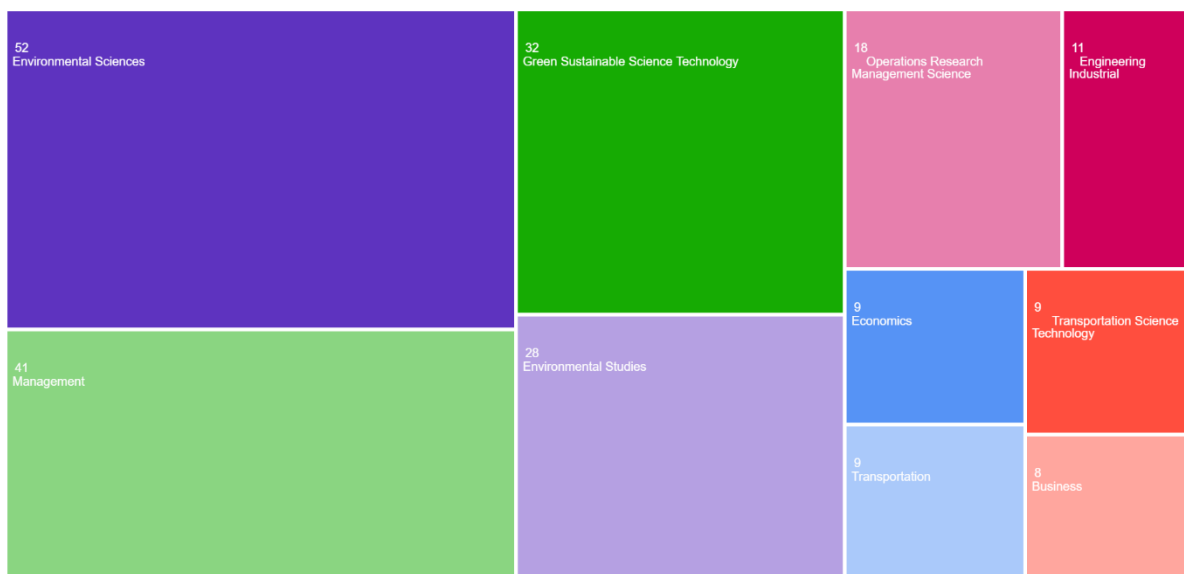


Obrázek 3 Roky publikace analyzovaných vědeckých článků (autor na základě Web of Science, 2024)

Analyzované vědecké články lze dále rozdělit dle typů, přičemž se ve 194 případech jedná o odborný článek (výstup typu „article“) a v devíti případech je odborný článek zařazen jako rešeršní odborný článek (výstup typu „review article“).

Zařazení analyzovaných vědeckých článků do Web of Science kategorií je graficky prezentováno na obrázku č. 4. Z obrázku vyplývá, že 52 odborných článků spadá do oblasti environmentálních věd, 41 článků do oblasti managementu, 32 článků do oblasti zelených udržitelných technologií, 28 článků do oblasti environmentálních studií, 18 článků do oblasti operačního výzkumu a 11 článků do oblasti strojírenského průmyslu. Ostatní kategorie Web of Science, které byly identifikovány, zaznamenaly vždy méně než 10 odborných článků.

⁶ Systematická literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky byla zpracována k rozhodnému dni 1. 7. 2024, proto do ní nejsou zahrnuty odborné články publikované a indexované v databázi Web of Science po tomto datu.



Obrázek 4 Zařazení analyzovaných vědeckých článků do Web of Science kategorií (autor na základě Web of Science, 2024)

Analyzované vědecké články byly publikovány v různých časopisech indexovaných v databázi Web of Science. Grafická vizualizace jednotlivých publikačních titulů analyzovaných vědeckých článků včetně četnosti publikací je prezentována na obrázku č. 5.

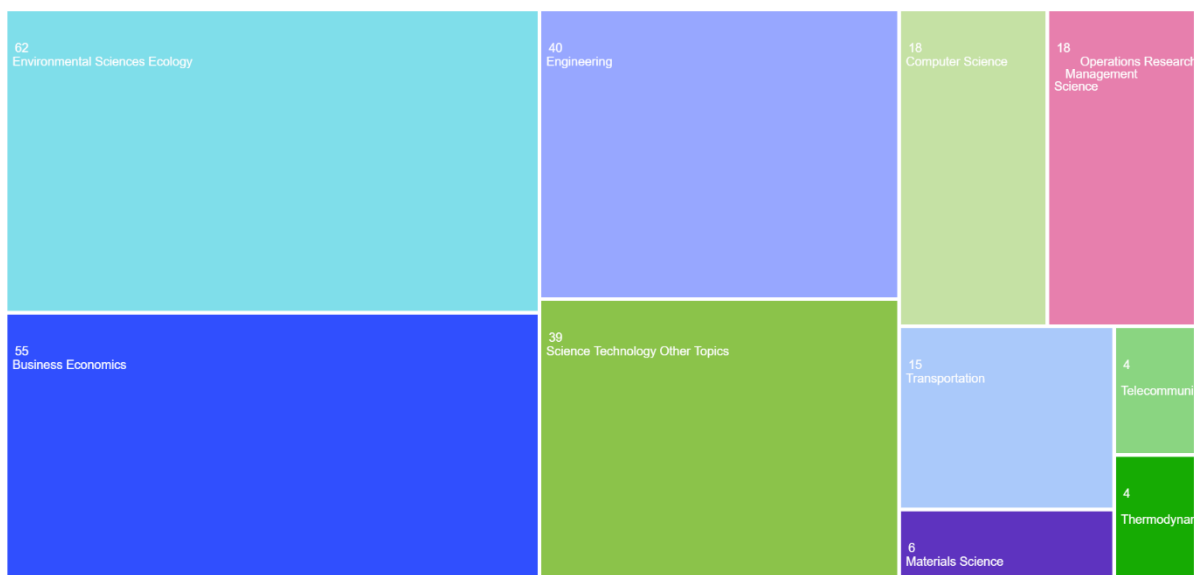


Obrázek 5 Publikační tituly analyzovaných vědeckých článků (autor na základě Web of Science, 2024)

Z obrázku č. 5 vyplývá, že nejvíce analyzovaných odborných článků bylo publikováno v časopise Sustainability (konkrétně 19 výstupů), dále bylo osm odborných článků publikováno v časopisu International Journal of Logistics Research and Applications a v Journal of Cleaner

Production. Sedm analyzovaných odborných článků bylo publikováno v časopise Environmental Science and Pollution Research. V ostatních časopisech bylo vždy publikováno pět a méně analyzovaných odborných článků.

Na obrázku č. 6 je prezentováno zařazení analyzovaných vědeckých článků do specifictějších oblastí, přičemž 62 výstupů spadá do oblasti environmentálních věd a ekologie, 55 odborných článků spadá do oblasti podnikové ekonomiky, 40 článků je zařazeno do oblasti inženýrství, 39 výstupů je zaměřeno na oblast technologií a dalších témat, 18 výstupů spadá do oblasti počítačové vědy a operačního výzkumu a 15 odborných článků je začleněno do oblasti dopravy. Do zbývajících oblastí je vždy zařazeno méně než deset analyzovaných odborných článků.

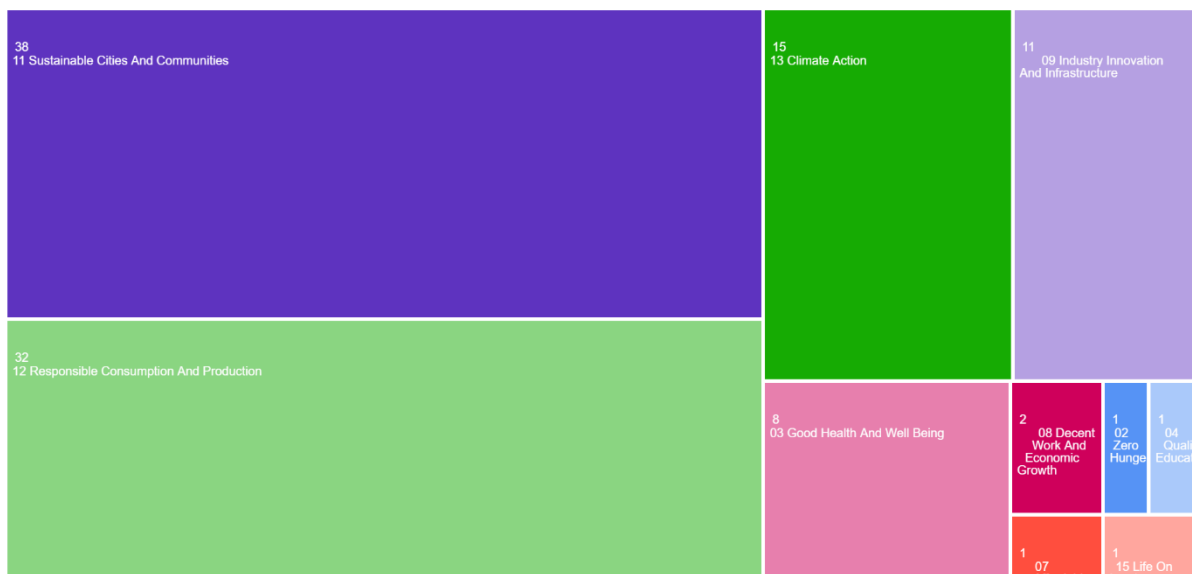


Obrázek 6 Zařazení analyzovaných vědeckých článků do oblastí (autor na základě Web of Science, 2024)

Následující obrázek č. 7 graficky prezentuje přiřazení analyzovaných vědeckých článků k cílům udržitelného rozvoje (SDGs – Sustainable Development Goals) definovaných Organizací spojených národů (United Nations)⁷. Z obrázku vyplývá, že nejvíce odborných článků, konkrétně 38, je přiřazeno k cíli 11 Udržitelná města a obce, dále 32 výstupů spadá pod cíl 12 Odpovědná výroba a spotřeba, 15 odborných článků je zařazeno k cíli 13 Klimatická opatření, 11 odborných článků spadá pod cíl 9 Průmysl, inovace a infrastruktura

⁷ 17 Cílů udržitelného rozvoje (SDGs) představuje program rozvoje na období od roku 2015 do roku 2030 a navazuje na úspěšnou agendu Rozvojových cílů tisíciletí (Millennium Development Goals – MDGs) (United Nations, 2024). Kompletní přehled SDGs v českém znění je uveden v příloze B.

a 8 výstupů je přiřazeno k cíli 3 Zdraví a kvalitní život. Ostatní cíle udržitelného rozvoje zaznamenaly dva a méně výstupů.



Obrázek 7 Zařazení analyzovaných vědeckých článků k cílům udržitelného rozvoje (autor na základě Web of Science, 2024)

Na základě výsledků kvantitativní analýzy v rámci systematické literární rešerše lze konstatovat, že tematická oblast zelené logistiky je velmi aktuální zkoumanou problematikou z pohledu celosvětové vědecké komunity. Dále je zcela evidentní skutečnost, že se nejedná o izolovaně sledované a zkoumané téma, nýbrž o oblast propojenou s mnoha dalšími vědními obory a disciplínami, kterými například jsou: environmentální vědy a ekologie, podniková ekonomika, inženýrství, doprava, technologie, počítačové vědy a operační výzkum.

V následujícím pododdíle 1.1.2 je zpracována kvalitativní obsahová analýza 203 identifikovaných odborných článků metodou systematické literární rešerše.

1.1.2 Kvalitativní obsahová analýza v rámci systematické literární rešerše

Na základě zpracované kvalitativní obsahové analýzy 203 odborných článků identifikovaných v rámci systematické literární rešerše bylo identifikováno pět hlavních subtémat, která převládají v rámci analyzovaných výstupů, přičemž některé z odborných článků pokrývají více z identifikovaných subtémat, ale zařazeny byly dle dominantnějšího subtématu, konkrétně se jedná o následující subtémata (grafické zpracování viz obrázek č. 8):

- technologie a inovace v kontextu zelené logistiky,
- ekonomické aspekty zelené logistiky,
- legislativa v kontextu zelené logistiky,

- environmentální dopady zelené logistiky a udržitelnost,
- řízení dodavatelských řetězců.



Obrázek 8 Identifikovaná subtémata v rámci systematické literární rešerše v tématu zelené logistiky (autor)

Přehled přiřazených odborných článků, identifikovaných v rámci zpracování systematické literární rešerše, k jednotlivým subtématům je uveden ve svodné tabulce č. 1.

Tabulka 1 Přehled odborných článků k subtématům v rámci zpracování systematické literární rešerše

Subtéma	Přřazené odborné články na základě systematické literární rešerše
Technologie a inovace v kontextu zelené logistiky	(Zhou et al., 2016), (García a Salazar-Velázquez, 2023), (Jou et al., 2024), (Temizceri a Kara, 2023), (Liu a Ma, 2022), (Xu a Li, 2024), (Yang a Wang, 2024), (Cui, 2024), (Tian et al., 2023), (Zhang et al., 2020a), (Du a Li, 2022), (Marcelline et al., 2022), (Wang a Hu, 2021), (Ali et al., 2023), (Ouni a Ben Abdallah, 2024), (Jianguo et al., 2023), (Gan et al., 2022), (Chen et al., 2023)
Ekonomické aspekty zelené logistiky	(McKinnon, 2010), (Antoni et al., 2015a), (Tapia, 2024b), (Wu et al., 2023), (Jarasuniene a Bazaras, 2023a), (Che, 2022a), (Xiu a Chen, 2012b), (Mejjaouli, 2022a), (Engelage et al., 2017), (Mihi-Ramirez a Girduškiene, 2013), (Rakhmangulov et al., 2017a), (Fu et al., 2024b), (Prataviera et al., 2024b), (Paskannaya a Shaban, 2019a), (Zhang et al., 2020c), (Zhang et al., 2022), (Eng-Larsson a Norrman, 2014a), (Wang et al., 2017b), (Liu et al., 2023a), (Larina et al., 2021), (Xu et al., 2018), (Lai a Wong, 2012), (Hernández-Mejía et al., 2022), (Barbosa et al., 2019), (Li et al., 2023), (Pishvaei et al., 2012), (Teixeira et al., 2018), (Dekker et al., 2012), (Zhu et al., 2023), (Roy a Mohanty, 2024), (Jefimovaite a Vienazindiene, 2022), (Wang, Tsai, Fu, Zhao a Yang, 2017b), (Zeng et al., 2019), (Ju et al., 2023), (Ciziuniene et al., 2024), (Malá et al., 2017a), (Marhita a Bilonizhka, 2014), (Choi a Zhang, 2011), (Cojocariu, 2012a), (Liu et al., 2023b), (Xie et al., 2024), (De et al., 2018), (Mohsin et al., 2022), (Li et al., 2021), (Shoaib et al., 2023), (Chen et al., 2024), (Fan et al., 2022), (Wang et al., 2024), (Youngswaing et al., 2024), (Agyabeng-Mensah a Tang, 2021), (Cirovic et al., 2014), (Polinori et al., 2018), (Karaman et al., 2020), (Harris et al., 2014), (Atmayudha et al., 2021), (Yang et al., 2022), (Liu et al., 2024), (Sikder et al., 2024), (Arslan a Sar, 2018), (Klumpp, 2016), (Sujanto et al., 2024), (Song et al., 2022), (Wang et al., 2018), (Camacho-Vallejo et al., 2022), (Lai et al., 2012), (Angheluta a Costea, 2011), (Vithayaporn et al., 2023), (Aldakhil et al., 2018), (Alshubiri, 2017), (Trivellas et al., 2020), (An et al., 2021), (Barut et al., 2023), (Sajid et al., 2021), (Agyabeng-Mensah et al., 2020), (Song a Wang, 2020), (Bi et al., 2020), (Cheng et al., 2023), (Baah et al., 2020), (Bao a Xing, 2019), (Tsai a Wang, 2019), (Zaman a Shamsuddin, 2017), (Ostapenko et al., 2020)
Legislativa v kontextu zelené logistiky	(Niwa, 2009a), (Nikitakos, 2012), (Vienazindiene et al., 2021), (Zowada, 2020), (Osman et al., 2023), (Ha, 2024a), (Sun et al., 2019), (Beskovnik a Twrdy, 2012)
Environmentální dopady zelené logistiky a udržitelnost	(Niwa, 2017), (Paziraeh a Jafari, 2013a), (Niwa, 2014), (Ubeda et al., 2011b), (Santos et al., 2015b), (Beskovnik a Jakomin, 2010a), (Wang et al., 2020b), (Cao et al., 2022b), (Martinsen a Björklund, 2012a), (Murphy a Poist, 2000b), (Adams et al., 2021b), (Lau, 2011b), (Palacios, 2019b), (Tan et al., 2020b), (Rakhmangulov et al., 2018), (Pham et al., 2023), (Altuntas a Tuna, 2013), (Maquera, 2012), (Sun a Li, 2021), (Perkumiene et al., 2020), (Abareshi a Molla, 2013), (Helo a Ala-Harja, 2018), (Wang a Lu, 2022), (Van Vo a Nguyen, 2023), (Muafi a Sugarindra, 2023), (Engelage et al., 2016), (Eslamipoor, 2023), (Kamber a Baskak, 2024), (Oliveri et al., 2023), (Al-Minhas et al., 2020), (Navavongsathian et al., 2020), (Arade et al., 2020), (Agyabeng-Mensah et al., 2021), (Kawa a Pieranski, 2021), (Ha, 2024b), (Zhu a Wen, 2021), (Ni et al., 2019), (Nikseresht et al., 2024), (Chhabra et al., 2022), (Zhang et al., 2024), (Jayarathna et al., 2023), (Celik et al., 2016b), (Celik et al., 2016a), (Maji et al., 2023), (de Souza et al., 2022), (Chhabra a Singh, 2022), (Wang et al., 2023), (Starostka-Patyk et al., 2024), (Chhabra et al., 2017), (Zhou et al., 2023), (Sharma et al., 2023), (Chen, 2023), (Afum et al., 2022)
Řízení dodavatelských řetězců	(Pisinger et al., 2009b), (Sbihi a Eglese, 2010), (Sbihi a Eglese, 2007), (Gerasymchuk a Averkyna, 2012b), (Cojocariu, 2012b), (Qin a Qi, 2022), (Zhang et al., 2015b), (Zhu et al., 2021b), (Ma et al., 2024b), (Gallegos et al., 2019b), (Eng-Larsson a Kohn, 2012a), (Malá, Sedliaciková, Kascáková, Benciková, Vavrová a Bikár, 2017a), (Marinagi et al., 2019b), (Wang, 2019), (Bajdor, 2012), (Yang et al., 2015), (Guan, 2022), (Jazairy et al., 2021), (Jana et al., 2022), (Vazifehdan a Darestani, 2019), (Oevermann, 2009), (Nalbur a Yavas, 2024), (Ma a Kim, 2023), (Liao et al., 2018), (Zhu a Suo, 2020), (Boutkhom et al., 2015), (Jazairy a von Haartman, 2021), (Luu et al., 2023), (Zhang et al., 2020d), (Tuljak-Suban a Suban, 2021), (Kengpol a Tuammee, 2016), (Liu a Li, 2021), (Huang et al., 2024), (Shan, 2012), (Kwak et al., 2020), (Ye et al., 2024), (Long et al., 2022), (Setyadi et al., 2023), (Jiang et al., 2019), (Huang et al., 2023), (Jazairy, 2020), (Küçük et al., 2021)

Zdroj: autor

V následujících pododdílech 1.1.3 až 1.1.7 jsou prezentovány výsledky kvalitativní obsahové analýzy vědeckých článků identifikovaných v rámci procesu zpracování systematické literární rešerše, přičemž jsou rozděleny do jednotlivých subtémat.

1.1.3 Technologie a inovace v kontextu zelené logistiky

Studie (Zhou, Wu, Mu, Wu and Gu, 2016) analyzovala funkční zóny městských logistických center pro zemědělské produkty na základě myšlenky nízkouhlíkových emisí, přičemž autoři navrhli inovativní metodu plánování rozložení těchto center. Výsledky případové studie ukázaly, že navržená metoda je vědecká a praktická a může být použita při plánování a navrhování podobných městských logistických center (Zhou, Wu, Mu, Wu a Gu, 2016).

Autoři (García a Salazar-Velázquez, 2023) sestavili makroskopický pohled na dopravu v kontextu zelené logistiky prostřednictvím bibliometrické analýzy. Výsledky autorů ukazují, že téma zelené logistiky je relativně nové a je nejvíce zpracováváno v zemích s vysokým objemem mezinárodního obchodu, zejména v Číně. Dalším zásadním zjištěním byla skutečnost, že technologie v oblasti výpočetní techniky a čisté energie jsou do tématu zelené logistiky stále více začleňovány (García a Salazar-Velázquez, 2023).

Studie (Jou, Lo, Mariñas, Saflor, Gutierrez, Sanchez, Songco, Redston, Devara a Bucal, 2024) identifikovala faktory, které ovlivňují přijetí zelených logistických praktik v oblasti e-commerce. Autoři realizovali dotazníkové šetření mezi 286 online prodejci na Filipínách a zjistili, že technologie mají pozitivní vliv na udržitelnost. Výzkum zdůraznil význam vládních zákonů, chování prodejců a reverzní logistiky pro podporu zelené logistiky v e-commerce (Jou, Lo, Mariñas, Saflor, Gutierrez, Sanchez, Songco, Redston, Devara a Bucal, 2024).

Autoři (Temizceri a Kara, 2023) shrnuli přínosy multimodálních a intermodálních dopravních systémů pro zelenou logistiku. Studie autorů zjistila, že tyto systémy přinášejí ekonomické i environmentální výhody, ale je potřeba více výzkumu zaměřeného na environmentální udržitelnost, plánování s více cíli a zlepšení řešení pro reálné logistické výzvy (Temizceri a Kara, 2023).

Technologie Internetu věcí (IoT – Internet of Things) hrají klíčovou roli v moderních inteligentních systémech a rozvoji logistiky (Liu a Ma, 2022). Výzkum ukázal, že IoT může snížit emise vozidel o 26,9 % a zlepšit přesnost oběhu informací o 45,97 %, což vede ke snížení nákladů a zvýšení efektivity v logistickém systému (Liu a Ma, 2022).

Další studie analyzovala dynamické vlivy mezi zelenou logistikou, technologickou inovací a zelenou ekonomikou v Číně (Xu a Li, 2024). Autoři dospěli k závěru, že zlepšení technologických inovačních schopností je klíčovou cestou pro zelenou logistiku k podpoře zelené ekonomické efektivity, přičemž dlouhodobé přínosy zelené logistiky na technologický pokrok mají zpoždění (Xu a Li, 2024).

Yang a Wang (2024) zkoumali vztah mezi environmentální regulací a úrovní rozvoje zelené logistiky čerstvých zemědělských produktů. Výsledky autorů ukazují, že environmentální regulace má nelineární vztah k rozvoji zelené logistiky a že zelená technologická inovace hraje zprostředkovatelskou roli. Studie navrhuje opatření pro udržitelný rozvoj logistiky čerstvých produktů (Yang a Wang, 2024).

Výzkum Cui (2024) ukázal, že digitální ekonomika má pozitivní a významný vliv na zelenou logistiku, přičemž zvyšuje technologické inovace. Agregace talentů byla identifikována jako důležitý faktor pro zlepšení efektivity zelené logistiky (Cui, 2024).

Studie Tian et al. (2023), využívající multi-kriteriální rozhodování (MCDM – Multiple-criteria decision-making) pro nízkouhlíkovou dopravu a zelenou logistiku, zdůrazňuje význam sociálních, environmentálních, technologických a ekonomických faktorů. Autoři navrhli budoucí směřování pro rozvoj MCDM technik v oblasti zelené logistiky (Tian, Lu, Zhang, Zhan, Dulebenets, Aleksandrov, Fathollahi-Fard a Ivanov, 2023).

Zhang et al. (2020a) vyvinuli model hodnocení rizik pro čerstvé produkty během přepravy, který využívá algoritmus strojového učení. Model dosáhl přesnosti 90,4 % a může být použit k identifikaci a zmírnění rizik, čímž se zlepšuje bezpečnost potravin a udržitelnost (Zhang, Li a Peng, 2020a).

Studie Du a Li (2022) ukázala, že inovační strategie měst mohou účinně zlepšit efektivitu zelené logistiky v Číně. Pilotní politika inovativních měst zvyšuje efektivitu zelené logistiky zejména ve velkých a strategicky lokalizovaných městech (Du a Li, 2022).

Marcelline et al. (2022) zkoumali vliv zeleného zadávání veřejných zakázek na logistické služby a inovace v čínském stavebnictví. Výsledky ukazují, že zelené zadávání zakázek má pozitivní vliv na dosažení udržitelných cílů ekonomického rozvoje (Marcelline, Chengang, Avotra, Hussain, Zonia a Nawaz, 2022).

Wang a Hu (2021) se zaměřili na výzkum vlivu preferencí rizika na rovnováhu v zelených logistických službách. Studie ukázala, že optimistický přístup k riziku může zlepšit úroveň zelené logistiky a inovace (Wang a Hu, 2021).

Ali et al. (2023) zkoumali vliv zelené logistiky a finančních inovací na environmentální udržitelnost v Číně. Výsledky ukazují, že zelená logistika snižuje environmentální degradaci, zatímco finanční inovace a ekonomický růst ji zhoršují (Ali, Jianguo a Kirikkaleli, 2023).

Ouni a Ben Abdallah (2024) analyzovali vliv ekonomického růstu, zelené inovace a dalších faktorů na zelenou logistiku v zemích BRICS. Zjistili, že ekonomický růst a zelené inovace mají pozitivní vliv na zelenou logistiku, zatímco emise z dopravy a přímé zahraniční investice mají negativní dopad (Ouni a Ben Abdallah, 2024).

Jianguo et al. (2023) potvrdili hypotézu „uhlíkové neutrality“ a současně zdůrazňují význam zelené logistiky, zelených inovací a obnovitelných zdrojů energie pro dosažení net-zero emisí v ekonomikách BRICS-T. Finanční inovace a ekonomický růst zvyšují emise skleníkových plynů z dopravy a zhoršují životní prostředí (Jianguo, Cheng a Ali, 2023).

Gan et al. (2022) analyzovali efektivitu zelené logistiky v 11 městech provincie Jiangxi v Číně a zjistili, že efektivita zelené logistiky je silně ovlivněna ekonomickým rozvojem. Města s vysokou celkovou ekonomikou a zelenou logistikou přispívají k vysoce kvalitnímu ekonomickému rozvoji (Gan, Yao a Huang, 2022).

Chen et al. (2023) navrhli rámec pro hodnocení efektivity zelené logistiky v kontextu udržitelného rozvoje ve Vietnamu. Výsledky ukázaly, že řízení zelených logistických služeb, zelené stavební praktiky a zelené inovace pozitivně přispívají k udržitelnosti dopravního průmyslu ve Vietnamu (Chen, Lee, Diep, Tran, Pham a Nguyen, 2023).

1.1.4 Ekonomické aspekty zelené logistiky

Niwa (2009b) v rámci případové studie prezentoval dopady revidovaného japonského zákona o ochraně energie, který vyžaduje, aby dopravci a přepravci podnikli kroky k ochraně životního prostředí. Fujitsu dle autora stanovilo cíl snížit emise CO₂ spojené s dopravou o 30 % do roku 2010 oproti úrovni z roku 2000. Fujitsu k dosažení těchto cílů využívá systém inteligentního přidělování vozidel v rámci svozů a rozvozů a propaguje modal shift (přesun dopravy na ekologičtější dopravní módy) (Niwa, 2009b).

McKinnon (2010) reaguje na skutečnost, že evropské společnosti budou muset snížit emise skleníkových plynů k dosažení stanovených cílů do roku 2050. Tento článek představuje rámec pro dekarbonizaci logistických činností a zaměřuje se na intenzitu dopravy, modal split, využití vozidel, energetickou účinnost a produkci emisí skleníkových plynů. Zároveň také konstatuje, že mnoho opatření pro snížení emisí skleníkových plynů také přináší finanční výhody (McKinnon, 2010).

Antoni et al. (2015b) v rámci studie představili opatření ke snížení emisí CO₂ v rámci logistických operací a zejména v dopravě. Autoři použili data mining a bayesovský klasifikátor, což ukázalo propojení mezi zkoumanými faktory ovlivňujícími ekologickou efektivitu logistiky. Hlavní opatření, která autoři identifikovali, zahrnují zlepšení účinnosti vozidel a řízení dopravní infrastruktury (Antoni et al., 2015b).

Tapia (2024a) analyzoval zelenou logistiku v kontextu managementu a dospěl k názoru, že zelená logistika přináší rovnováhu mezi ekonomickou a ekologickou efektivitou a je nutné, aby se organizace změnily ve svých reakcích na globální environmentální krizi. Tyto změny mohou následně vést k udržitelnému rozvoji a snížení negativních environmentálních dopadů (Tapia, 2024a).

Wu et al. (2023) integrovali operační výzkum do zelené logistiky a identifikovali pět hlavních výzkumných směrů, včetně dopadu nákladů na zelenou logistiku a návrhu zelené dopravní sítě, přičemž v závěru poukázali na nutnost vyvážení environmentálních obav a nákladů souvisejících s proenvironmentálními opatřeními (Wu, Wang, Zhen a Laporte, 2023).

Jarasuniene a Bazaras (2023b) analyzovali implementaci zelené logistiky v silniční dopravě a představili model pro její implementaci. Hlavními faktory jsou ekologičtější vozidla, efektivní dopravní systémy a inovativní technologie, které pomáhají snižovat negativní dopady na životní prostředí a zvyšovat konkurenceschopnost (Jarasuniene a Bazaras, 2023b).

Che (2022) se zabýval optimalizací výběru distribučních míst pro zelenou logistiku s ohledem na emise uhlíku a náklady. Navržený model prokázal účinnost v experimentech a ukázal, jak snížit logistické náklady a zlepšit logistickou efektivitu (Che, 2022b).

Xiu a Chen (2012) dospěli k závěru, že zelená logistika v Číně zaostává. Pro zlepšení kvality zelené logistiky je dle autorů třeba aplikovat úspěšné postupy z jiných zemí a zavést vhodná opatření, která zahrnují například recyklaci a využití obnovitelných zdrojů (Xiu a Chen, 2012a).

Mejjaouli (2022b) studovali finanční a environmentální přínosy systému založeném na IoT pro rychlezkazitelné produkty, jako je snížení ztrát a optimalizace tras, kdy daný systém v reálném čase sbírá data během přepravy a provádí dílčí optimalizace v případě rizika selhání systému (Mejjaouli, 2022b).

Engelage et al. (2017) identifikovali hlavní praktiky zelené logistiky v agroprůmyslu v Brazílii a ukázali, jak tyto praktiky snižují logistické náklady a zlepšují environmentální výkonnost. Zjištění naznačují, že mnoho z těchto praktik není samostatně kontrolováno, ale je integrováno do celkového systému společnosti (Engelage, Borgert, Gasparetto, Lunkes a Schnorrenberger, 2017).

Mihi-Ramirez a Girdauskiene (2013) zkoumali vztah mezi znalostním managementem a zelenou logistikou, přičemž dospěli k závěru, že recyklace a opětovné využití materiálů mohou snížit náklady na suroviny a zlepšit hodnotu zákaznických služeb, což posiluje konkurenční výhodu podniků (Mihi-Ramirez a Girdauskiene, 2013).

Fu et al. (2024a) se zaměřili na optimalizaci nabíjení a výměny baterií elektrických vozidel pro zelenou logistiku. Výsledky ukázaly, že tento optimalizační přístup významně snižuje energetické ztráty a environmentální znečištění a zároveň zlepšuje logistickou efektivitu (Fu et al., 2024a).

Prataviera et al. (2024a) zkoumali roli zainteresovaných stran v implementaci zelené logistiky. Výsledky ukázaly, že externí faktory, jako jsou požadavky spotřebitelů a podpora veřejnosti, významně ovlivňují přijetí zelených logistických praktik (Prataviera et al., 2024a).

Paskannaya a Shaban (2019b) analyzovali přínosy zelené logistiky pro rozvoj chytrých měst. Autoři došli k závěru, že implementace zelených logistických přístupů ve městech může snížit znečištění a optimalizovat využití zdrojů, což je klíčové pro udržitelný rozvoj měst (Paskannaya a Shaban, 2019b).

Zhang et al. (2020b) identifikovali klíčové faktory ovlivňující rozvoj zelené logistiky v Číně, včetně politiky vlády, veřejné podpory a inovací zelených technologií. Doporučení autorů zahrnují podporu vládních agentur a podniků směřující k podpoře udržitelného rozvoje (Zhang et al., 2020b).

Zhang et al. (2022) se zaměřili na dopad zelené logistiky a sociálního marketingu na zdraví obyvatel, přičemž dospěli k závěru, že zelená logistika zlepšuje zdravotní stav obyvatel a průměrnou délku dožití v analyzovaných regionech (Zhang, Chang, Dai a Umut, 2022).

Eng-Larsson a Norrman (2014b) studovali smlouvy na trhu intermodální dopravy a jejich vliv na modal shift. Studie navrhuje vytvoření smlouvy o sdílení rizik, která by mohla zvýšit modal shift a tím i snížit negativní environmentální dopady dopravy (Eng-Larsson a Norrman, 2014b).

Wang et al. (2017) dospěli v rámci studie k závěru, že implementace zelené logistiky může snížit environmentální škody a zlepšit provozní efektivitu logistického systému. Autoři kvantifikovali negativní externí náklady logistiky a analyzovali vztahy mezi náklady na přepravu a investicemi do zelené logistiky (Wang, Tsai, Fu, Zhao a Yang, 2017b).

Liu et al. (2023b) konstatují, že zelená logistika může přinést velké ekonomické výhody podnikům tím, že sníží logistické náklady a rizika spojená s environmentálními škodami. Recyklace a opětovné využití materiálů mohou zlepšit hodnotu zákaznických služeb a konkurenční výhodu (Liu, Tang, Wang, Li, Liu, Liu, Wang, Wu, Wu a Sun, 2023b).

Larina et al. (2021) definují zelenou logistiku jako oblast, která se zaměřuje na měření a minimalizaci dopadu logistických aktivit na životní prostředí. Klíčové oblasti zahrnují snížení emisí skleníkových plynů a podporu ekonomického růstu prostřednictvím ekologických dopravních řešení (Larina, Larin, Kiriliuk a Ingaldi, 2021).

Xu et al. (2018) se zabývali umístěním zelených logistických parků, které zohledňují dopravní a environmentální náklady. Model a algoritmus jsou použitelné pro návrh umístění logistických parků s ohledem na udržitelnost (Xu, Jia, Zhang a Tian, 2018).

Lai a Wong (2012) zkoumali vztah mezi environmentálními regulacemi, tlakem zákazníků a ekonomickým tlakem na implementaci zelené logistiky čínskými exportními výrobci. Výsledky ukazují, že tlak zákazníků významně ovlivňuje rozsah implementace zelené logistiky, což pozitivně ovlivňuje environmentální, finanční a provozní výkon podniků (Lai a Wong, 2012).

Hernández-Mejía et al. (2022) konstatují, že epidemie COVID-19 změnila logistické návyky a zvýšila potřebu inovativních strategií pro udržení dodavatelského řetězce. Autoři představili novou techniku plánování tras pro doručování zboží pomocí modifikované resistivní sítě, která významně snižuje délku tras a optimalizuje dodávky (Hernández-Mejía, Torres-Muñoz, Inzunza-González, Sánchez-López a García-Guerrero, 2022).

Barbosa et al. (2019) zkoumali vztah mezi environmentální legislativou a implementací zelené logistiky u logistických operátorů v Brazílii. Výsledky ukazují, že legislativa pozitivně přispívá k environmentálnímu a logistickému výkonu, což podtrhuje důležitost regulací pro rovnováhu mezi nákladovou efektivitou a ochranou životního prostředí (Barbosa, Moori a Madeira, 2019).

Li et al. (2023) v rámci studie navrhli inteligentní distribuční systém pro chladírenskou logistiku založený na technologii blockchainu. Tento systém zvyšuje provozní efektivitu a sledovatelnost potravin, a zároveň snižuje celkové náklady a produkované emise uhlíku. Výsledky ukazují, že systém výrazně snižuje logistické náklady a emise skleníkových plynů (Li, Lin, Lim, Xiong, Huang, Shi a Su, 2023).

Pishvae et al. (2012) navrhli model pro návrh strategické konfigurace zelené logistické sítě s cílem minimalizovat negativní environmentální dopady a celkové náklady. Model zahrnuje rozhodování o dopravních módech a výrobních technologiích a ukazuje praktickou použitelnost formou případové studie (Pishvae, Torabi a Razmi, 2012).

Teixeira et al. (2018) zkoumali příspěvky zelené logistiky a zelených nákupů k řízení zeleného dodavatelského řetězce. Implementace ISO 20400:2017 zvyšuje efektivitu zelených

nákupů a přispívá ke snížení emisí CO₂ a provozních nákladů prostřednictvím inovativních strategií (Teixeira, Assumpção, Correa, Savi a Prates, 2018).

Dekker et al. (2012) v rámci svého přehledového článku zdůrazňují příspěvek operačního výzkumu k zelené logistice, zahrnující integraci environmentálních aspektů do logistiky. Studie se zaměřuje na návrh, plánování a kontrolu v dodavatelském řetězci pro dopravu, skladování, rozhodování o zařízeních, a identifikuje oblasti pro zahrnutí environmentálních aspektů do modelů (Dekker, Bloemhof a Mallidis, 2012).

Zhu et al. (2023) zkoumali vztahy mezi zelenou logistikou, zelenými investicemi a environmentálními politikami v Číně s cílem dosáhnout uhlíkové neutrality do roku 2060. Výsledky ukazují, že zelená logistika a finance negativně ovlivňují emise z dopravy, zatímco ekonomický růst má opačný efekt. Politiky udržitelného rozvoje jsou klíčové pro dosažení cílů uhlíkové neutrality (Zhu, Jianguo, Ali a Kirikkaleli, 2023).

Roy a Mohanty (2024) analyzovali dopad zelených logistických operací na udržitelnost dodavatelských řetězců v indickém průmyslovém prostředí. Výsledky ukazují, že udržitelnost je ovlivněna spíše logistickými operacemi než zelenými praktikami, což má významné implikace pro ekologické řízení a udržitelnost (Roy a Mohanty, 2024).

Jefimovaite a Vienazindiene (2022) identifikovali faktory ovlivňující aplikaci zelené logistiky a ověřili jejich projev na příkladu logistického centra v Litvě. Výsledky ukazují, že pozitivní image, snížení finančních nákladů a dodržování regulací jsou hlavními hnacími silami, zatímco vysoké počáteční investice a nedostatek technických znalostí jsou hlavními překážkami v procesu aplikace zelené logistiky (Jefimovaite a Vienazindiene, 2022).

Wang et al. (2017a) hodnotili efektivitu 16 poskytovatelů zelené logistiky v USA pomocí prognostického modelu. Výsledky ukazují, že některé společnosti dosahují vysoké efektivitu a pozitivní technologické změny, zatímco jiné by měly zlepšit technickou a technologickou efektivitu pro zmírnění environmentálních obav (Wang et al., 2017a).

Zeng et al. (2019) analyzovali ekonomické přínosy zelené logistiky v čínských podnicích operujících v segmentu e-commerce. Výsledky ukazují, že zelená logistika zlepšuje celkové ekonomické přínosy celému segmentu (Zeng, Feng a Tian, 2019).

Ju et al. (2023) zkoumali dopad e-commerce a zelené logistiky na udržitelný rozvoj ve 21 asijských zemích. Výsledky ukazují, že e-commerce, zelená logistika a šíření ICT mají pozitivní vliv na dosažení cílů udržitelného rozvoje, zatímco spotřeba fosilních paliv je hlavní překážkou (Ju, Liu, Xu a Zhang, 2023).

Ciziuniene et al. (2024) zkoumali implementaci zelené logistiky v železniční dopravě v Litvě. Výsledky ukazují, že elektrifikované železnice snižují emise CO₂, zatímco diesellové

vlakly představují velkou výzvu. Autoři v rámci SWOT analýzy identifikovali příležitosti a hrozby pro zelenou logistiku v železniční dopravě (Ciziuniene, Matijosius, Sokolovskij a Baleviciute, 2024).

Malá et al. (2017b) zkoumali zelenou logistiku ve slovenském lesnictví a dřevozpracujícím průmyslu. Výzkum odhalil, že hlavní překážkou implementace zelené logistiky jsou vysoké vstupní náklady, proto byl navržen model implementace konceptu zelené logistiky pro malé a střední podniky v těchto sektorech (Malá et al., 2017b).

Marhita a Bilonizhka (2014) analyzovali rozdíly v implementaci zelené logistiky mezi nadnárodními a rozvojovými zeměmi. Výsledky ukazují, že motivací pro implementaci je hlavně vytvoření ekologického image, zatímco problémy související s efektivitou podnikových procesů jsou až druhořadé (Marhita a Bilonizhka, 2014).

Choi a Zhang (2011) zkoumali vztah mezi proaktivním zeleným managementem a udržitelným výkonem logistických podniků v Číně pomocí modelování s využitím strukturálních rovnic. Výsledky ukazují, že zelená logistika má pozitivní vliv na finanční a environmentální výkonnost podniků, zatímco vztah mezi zeleným povědomím a výkonností není významný (Choi a Zhang, 2011).

Cojocariu (2012a) analyzoval protichůdné požadavky zelené logistiky z hlediska nákladů, času, spolehlivosti, skladování a informačních technologií. Dále diskutoval možnost sdílení nákladů v kontextu logistického řetězce (Cojocariu, 2012a).

Liu et al. (2023b) se zabývali plánováním zásob a distribuce pro potravinové dodavatelské řetězce s ohledem na narušení související s epidemií COVID-19. Výsledky ukazují, že strategie zpracování zásob na více úrovních může zvýšit bezpečnostní zásoby a snížit rizika narušení dodavatelského řetězce (Liu, Tang, Wang, Li, Liu, Liu, Wang, Wu, Wu a Sun, 2023b).

Xie et al. (2024) zkoumali optimalizaci systémů zeleného průmyslového parku, zahrnující obnovitelnou energetiku a elektrická vozidla. Výsledky ukazují, že tyto systémy snižují emise uhlíku o 13,6 % a zlepšují udržitelný výkon dodavatelského řetězce (Xie, Qiu a Huang, 2024).

De et al. (2018) se zabývali ekonomickými a environmentálními náklady v produkčních modelech. Výsledky ukazují, že obchodování s emisemi například prostřednictvím emisních povolenek a daňová opatření mohou přinést protichůdné výzvy pro ziskovost a snížení emisí uhlíku. Navržené modely ukazují způsoby, jak optimalizovat zisk a minimalizovat uhlíkové emise (De, Das a Maiti, 2018).

Mohsin et al. (2022) analyzovali vztah mezi zelenou logistikou, životním prostředím a ekonomickým růstem ve vybraných zemích. Výsledky ukazují, že spotřeba fosilních paliv negativně ovlivňuje životní prostředí, zatímco zelená logistika může zvýšit národní příjem a zlepšit environmentální udržitelnost (Mohsin, Tushar, Hossain, Chisty, Iqbal, Kamruzzaman a Rahman, 2022).

Li et al. (2021) analyzovali vliv zelené logistiky na ekonomický růst a životní prostředí ve vybraných zemích. Výsledky dle autorů ukazují, že zelená logistika zlepšuje ekonomický růst, ale zvyšuje environmentální znečištění v některých regionech. Doporučení zahrnují zavedení robustních politik pro podporu zelené logistiky (Li, Sohail, Majeed a Ahmad, 2021).

Shoaib et al. (2023) identifikovali klíčové faktory pro implementaci udržitelné zelené logistiky. Výsledky ukazují, že podpora vrcholového vedení a vládní regulace jsou klíčové pro úspěch implementace. Studie obsahuje strategii pro manažery logistiky k dosažení udržitelné zelené logistiky v podnicích (Shoaib, Zhang a Ali, 2023).

Chen et al. (2024) analyzovali efektivitu zelené logistiky v čínském logistickém sektoru. Výsledky dle autorů ukazují, že efektivita je na nízké úrovni, ale roste. Pokroky v rozvoji zelených technologií jsou přitom klíčové pro zlepšení efektivity zelené logistiky (Chen, Liu, Gao a Ye, 2024).

Fan et al. (2022) se zabývali vlivem zelené logistiky na exportní obchod Číny s vybranými státy. Výsledky ukazují, že zelená logistika významně podporuje čínský export, přičemž největší vliv má efektivita celního odbavení a pohodlí přepravy za konkurenceschopné ceny (Fan, Wu, Qalati, He a Hussain, 2022).

Wang et al. (2024) hodnotili rozvoj zelené logistiky pro přepravu zeleniny v Lanling County. Výsledky dle autorů ukazují, že rozvoj zelené logistiky v oblasti přepravy zeleniny dosud nedosáhl požadované úrovně udržitelnosti. Studie poskytuje doporučení pro další zlepšení zelené logistiky v zemědělství (Wang, Liu, Lu a Cui, 2024).

Youngswaing et al. (2024) studovali faktory ovlivňující efektivitu zelené logistiky v automobilovém průmyslu v Thajsku. Výsledky ukazují, že vládní politiky, finanční možnosti a veřejný postoj k životnímu prostředí významně ovlivňují efektivitu zelené logistiky. Studie poskytuje cenné poznatky pro strategické plánování v automobilovém průmyslu (Youngswaing, Jomnonkwao, Cheunkamon a Ratanavaraha, 2024).

Agyabeng-Mensah a Tang (2021) zkoumali roli zeleného lidského kapitálu při implementaci zelených logistických praktik a jejich vliv na finanční a sociální výkon. Výsledky ukazují, že zelený lidský kapitál významně ovlivňuje finanční výkon prostřednictvím zlepšení zelených logistických praktik (Agyabeng-Mensah a Tang, 2021).

Cirovic et al. (2014) představili model pro optimalizaci tras lehkých doručovacích vozidel s omezeným počtem ekologičtějších vozidel. Výsledky ukazují, že použití adaptivní neuronové sítě může zlepšit výkon logistických operací a snížit environmentální dopady v městských oblastech (Cirovic, Pamucar a Bozanic, 2014).

Polinori et al. (2018) se věnovali ochotě spotřebitelů platit za ekologičtější dopravu v Itálii. Výsledky ukazují, že studující jsou obecně ochotni připlatit za ekologicky šetrnou přepravu zboží, přičemž ženy a uživatelé veřejné hromadné dopravy jsou nejvíce citliví na zelené otázky (Polinori, Marcucci, Gatta, Bigerna, Bollino a Micheli, 2018).

Karaman et al. (2020) zkoumali vztah mezi výkonem zelené logistiky a udržitelností v logistickém sektoru. Výsledky dle autorů ukazují, že výkon zelené logistiky pozitivně ovlivňuje existenci a počet zpráv o udržitelnosti. Studie zdůrazňuje význam zelené logistiky pro udržitelný rozvoj sektoru (Karaman, Kilic a Uyar, 2020).

Harris et al. (2014) navrhli evoluční optimalizační přístup pro řešení problému lokalizace a alokace kapacitních zařízení, který zahrnuje náklady a emise CO₂. Výsledky ukazují, že tento přístup může zlepšit robustnost logistických řešení a snížit environmentální dopady (Harris, Mumford a Naim, 2014).

Atmayudha et al. (2021) analyzovali koncept zelené logistiky v přepravě ropy s využitím heterogenní flotily. Výsledky ukazují, že použití lodí poháněných LNG (liquefied natural gas, zkapalněný zemní plyn) a optimalizovaných tras může významně snížit emise CO₂ a logistické náklady (Atmayudha, Syauqi a Purwanto, 2021).

Yang et al. (2022) zkoumali vliv infrastruktury na výkon zelené logistiky v sektoru služeb v Číně. Výsledky dle autorů ukazují, že kvalitní infrastruktura a logistické služby významně snižují produkované emise uhlíku a zlepšují obchodní výkonnost. Studie poskytuje doporučení pro zlepšení zelené logistiky v Číně (Yang, Zhang, Lin, Ki-Hyung, Avotra a Nawaz, 2022).

Liu et al. (2024) analyzovali plánování výrobních procesů zelené logistiky. Výsledky dle autorů ukazují, že plánování může významně snížit energetické náklady a emise skleníkových plynů v různých průmyslových odvětvích. Studie poskytuje nové matematické modely pro zlepšení plánování výrobních procesů zelené logistiky (Liu, Liu, Zheng a Chu, 2024).

Sikder et al. (2024) zkoumali roli zelené logistiky a cirkulární ekonomiky při snižování emisí CO₂ ve 13 vyspělých evropských zemích. Výsledky ukazují, že zelená logistika a cirkulární ekonomika mohou významně zmírnit environmentální dopady a podpořit udržitelný rozvoj (Sikder, Wang, Rahman, Yeboah, Alola a Wood, 2024).

Arslan a Sar (2018) zkoumali chování manažerů v oblasti zelené logistiky ve farmaceutickém sektoru pomocí teorie plánovaného chování. Výsledky ukazují, že postoj k životnímu prostředí, vnímání kontroly a subjektivní normy mají významný vliv na záměr implementovat zelenou logistiku (Arslan a Sar, 2018).

Klumpp (2016) analyzoval důvody, proč zelená logistika selhává, přičemž zahrnul do svého zkoumání politické, ekonomické a sociální faktory. Studie navrhuje veřejnou kontrolu a investice do nízkoemisní dopravní infrastruktury nebo biopaliv jako možné řešení dalšího rozvoje zelené logistiky (Klumpp, 2016).

Sujanto et al. (2024) navrhli model pro pochopení zelené logistiky v námořním dopravním průmyslu v Taiwanu. Výsledky ukazují, že zelené balení a doprava jsou klíčové pro zlepšení environmentální udržitelnosti a ekonomického výkonu (Sujanto, Kao a Yang, 2024).

Song et al. (2022) zkoumali koordinaci zelených farmaceutických dodavatelských řetězců s ohledem na zelené investice a vládní intervence. Výsledky ukazují, že vládní intervence mohou zvýšit environmentální výkonnost a spotřebitelský přebytek (Song, He, Wang a An, 2022).

Wang et al. (2018) zkoumali vztah mezi zelenou logistikou a mezinárodním obchodem. Výsledky dle autorů ukazují, že výkon zelené logistiky pozitivně ovlivňuje objem obchodu a pravděpodobnost exportu. Studie poskytuje doporučení pro zlepšení politik a zelených operací k podpoře udržitelného rozvoje (Wang, Dong, Peng, Khan a Tarasov, 2018).

Camacho-Vallejo et al. (2022) se zabývali optimalizací dodavatelského řetězce s cílem maximalizovat zisk a minimalizovat emise CO₂. Výsledky ukazují, že integrovaný přístup k optimalizaci může významně snížit environmentální dopady a zlepšit ziskovost dodavatelského řetězce (Camacho-Vallejo, López-Vera, Smith a González-Velarde, 2022).

Lai et al. (2012) zkoumali ekologické modernizační síly (hybatele), jako jsou environmentální regulace a tlak zákazníků, které ovlivňují implementaci zelené logistiky čínskými exportními výrobci. Výsledky ukazují, že tlak zákazníků je klíčovým faktorem pro implementaci zelené logistiky a zlepšení její výkonnosti (Lai, Wong a Cheng, 2012).

Angheluta a Costea (2011) se zaměřili na studium inovativních zelených logistických řešení pro snížení znečištění a dopravních kongescí ve velkých městech. Případová studie společnosti DHL v Istanbulu ukazuje, že ekologická politika může dlouhodobě přinést úspory nákladů a zlepšit životní prostředí (Angheluta a Costea, 2011).

Vithayaporn et al. (2023) zkoumali faktory ovlivňující výkon zelené logistiky v městské turistice v Thajsku. Výsledky ukazují, že vládní a podnikové iniciativy jsou klíčové

pro zlepšení zelené logistiky a podporu udržitelného rozvoje regionu (Vithayaporn, Nitivattananon, Sasaki a San Santoso, 2023).

Aldakhil et al. (2018) analyzovali hlavní determinanty integrovaného řízení dodavatelského řetězce pro zelený podnikatelský růst ve vybraných zemích. Výsledky dle autorů ukazují pozitivní vztah mezi indexy zelené logistiky a růstem HDP (hrubý domácí produkt) na obyvatele, což potvrzuje, že integrovaný model dodavatelského řetězce podporuje udržitelný rozvoj (Aldakhil, Nassani, Awan, Abro a Zaman, 2018).

Alshubiri (2017) zkoumal zelené logistické aktivity v Ománu a jejich vliv na ekonomické ukazatele. Výsledky ukazují, že finanční a sociální aktivity zelené logistiky mají významný vliv na měnovou expanzi, což přispívá k rozvoji ekonomiky a stabilitě (Alshubiri, 2017).

Trivellas et al. (2020) zkoumali vztah mezi aktivitami zeleného řízení dodavatelského řetězce a výkonem dodavatelského řetězce v agropotravinářském sektoru v Řecku. Výsledky ukazují, že sdílení informací, logistické sítě a doprava významně ovlivňují udržitelný, obchodní a dodavatelský výkon (Trivellas, Malindretos a Reklitis, 2020).

An et al. (2021) se zabývali vztahem mezi operacemi zelené logistiky a ekonomickými, environmentálními a sociálními ukazateli ve vybraných zemích. Výsledky ukazují, že kvalitní logistická infrastruktura a efektivní celní služby významně snižují emise uhlíku a zlepšují obchodní výkonnost (An, Razzaq, Nawaz, Noman a Khan, 2021).

Barut et al. (2023) zpracovali srovnávací panelovou studii zkoumající vliv ekonomických a finančních proměnných na zelenou logistiku ve vybraných zemích. Výsledky ukazují, že investice do výzkumu a vývoje a přímé zahraniční investice zlepšují zelenou logistiku, zatímco v některých zemích je potřeba implementovat další politiky pro dosažení stejných výsledků (Barut, Cital, Ahmed, Sinha a Abbas, 2023).

Sajid et al. (2021) zkoumali ochotu spotřebitelů podílet se na zelené logistice v Číně. Výsledky ukazují, že ekonomické, provozní a sociální faktory pozitivně ovlivňují ochotu spotřebitelů, což naznačuje potřebu vládních pobídek pro podporu zelené logistiky (Sajid, Gonzalez, Zhan, Song, Sun a Xie, 2021).

Agyabeng-Mensah et al. (2020) zkoumali, jak zelené logistické praktiky ovlivňují sociální, environmentální a finanční výkonnost. Výsledky ukazují, že zelené logistické praktiky mají pozitivní vliv na environmentální a finanční výkon, zatímco sociální výkon ovlivňují méně výrazně (Agyabeng-Mensah, Afum a Ahenkorah, 2020).

Song a Wang (2023) zkoumali, jak efektivně zelená logistika může zlepšit tržní výkonnost. Výsledky ukazují, že kombinace smluv o sdílení výnosů a nákladů může zvýšit úroveň zelené logistiky a zlepšit tržní ceny produktů (Song a Wang, 2020).

Bi et al. (2020) navrhli nový způsob městské distribuce pomocí koncových crowdsourcingových servisních stanic. Výsledky ukazují, že tento přístup může výrazně snížit produkované emise uhlíku a zlepšit logistickou efektivitu v městských oblastech (Bi, Yang, Zahid a Zhou, 2020).

Cheng et al. (2023) se věnovali roli zelené logistiky a zeleného lidského kapitálu při podpoře cirkulární ekonomiky. Výsledky ukazují, že zelená logistika a lidský kapitál jsou klíčové pro implementaci cirkulární ekonomiky prostřednictvím udržitelné výroby (Cheng, Masukujjaman, Sobhani, Hamayun a Alam, 2023).

Baah et al. (2020) zkoumali vliv tlaku zainteresovaných stran na implementaci zelených logistických praktik a finanční výkon. Výsledky ukazují, že tlak ze strany organizací a regulátorů významně ovlivňuje adopci zelených logistických praktik, což zlepšuje environmentální a finanční výkonnost (Baah, Jin a Tang, 2020).

Bao a Xing (2019) se zabývali zelenou logistikou odpadu v přístavech. Výsledky ukazují, že optimalizace logistických systémů může významně snížit sociální, ekonomické a environmentální dopady nakládání s odpady (Bao a Xing, 2019).

Tsai a Wang (2019) hodnotili výkonnost lidských zdrojů v logistických podnicích směřujících k udržitelnosti. Výsledky ukazují, že pracovní schopnosti a výkonnost jsou klíčové pro zlepšení celkového výkonu podniku (Tsai a Wang, 2019).

Zaman a Shamsuddin (2017) zkoumali vliv indexů výkonnosti logistiky na národní ekonomické ukazatele ve 27 evropských zemích. Výsledky ukazují, že některé indexy logistiky pozitivně ovlivňují HDP, zatímco jiné indexy zvyšují spotřebu fosilních paliv a produkované emise uhlíku (Zaman a Shamsuddin, 2017).

Ostapenko et al. (2020) zkoumali perspektivy použití inovativních úsporných technologií v konceptech zelené logistiky na Ukrajině. Výsledky ukazují, že implementace energeticky úsporných technologií může zlepšit ekonomickou efektivitu a udržitelnost energetického sektoru (Ostapenko, Savina, Mamatova, Zienina-Bilichenko a Seleznova, 2020).

1.1.5 Legislativa v kontextu zelené logistiky

Nikitakos (2012) se zabýval konceptem přístavů s nulovými emisemi, které jsou napájeny hlavně z obnovitelných zdrojů energie s cílem snížit emise skleníkových plynů plynoucí do ovzduší. Zvláštní pozornost je věnována konceptu „cold ironing“ regulace, kdy

použití inteligentní sítě usnadňuje využití různých obnovitelných energií, monitorování a řízení poptávky a distribuce energie (Nikitakos, 2012).

Vienazindiene et al. (2021) prezentovali rámec pro zelené logistické praktiky zaměřené na udržitelný rozvoj na základě systematické a komparativní analýzy vědecké literatury. Kvantitativní průzkum mezi litevskými dopravními a logistickými společnostmi ukázal, že hlavními faktory podporujícími aplikaci praktik zelené logistiky jsou legislativní regulace a politiky, požadavky obchodních partnerů a zákazníků, povědomí vedení společnosti a podniková kultura zaměřená na ochranu životního prostředí a udržitelný rozvoj (Vienazindiene, Tamuliene a Zaleckiene, 2021).

Výzkum Zowada (2020) ukázal, že aktivity malých a středních podniků v oblasti ochrany životního prostředí při realizaci logistických procesů jsou většinou určovány platnými právními předpisy, což vede k minimálnímu naplnění požadavků státní environmentální politiky. Silnou hnací silou pro implementaci zelených řešení v logistice je lídr dodavatelského řetězce, což ukazuje na významné rozdíly mezi velkými podniky a malými a středními podniky v přístupu k zelené logistice (Zowada, 2020).

Osman et al. (2023) zkoumali používání fosilně nezávislých paliv jako součásti zelených logistických praktik a jejich vliv na obchodní strategii a systémový design. Výzkum dle autorů ukázal, že veřejná regulace má slabý vliv na rozvoj zelených logistických služeb, zatímco hlavními hnacími silami jsou zainteresované strany (zejména podniky) a interní iniciativy. Zákazníci čím dál více požadují ekologičtější variantu přepravy, často i s akceptací vyšších cen (Osman, Huge-Brodin, Ammenberg a Karlsson, 2023).

Studie Ha (2024a) ukázala, že přijetí zelené logistiky má dlouhodobě negativní vliv na spotřebu přírodních zdrojů s výjimkou uhlí. Sun, Lu a Zhang (2019) se zaměřili na problematiku umístění a alokace logistických center s ohledem na environmentální udržitelnost, a to pomocí víceúčelové optimalizace a regulace uhlíkové daně. Výsledky ukázaly účinnost regulace uhlíkové daně při snižování emisí skleníkových plynů a zdůraznily význam kombinace různých prvků nejistoty při plánování umístění a alokace logistických center (Sun, Lu a Zhang, 2019).

Beskovnik a Twrdy (2012) analyzovali evropské iniciativy v oblasti zelené logistiky s důrazem na intermodalitu jako platformu pro rozvoj zelené logistiky v jihovýchodní Evropě. Autoři navrhli sedmipilířovou strategii, do které by měly být zapojeny vládní instituce, průmysl a logističtí operátoři, aby společně utvářeli dopravní rozvoj na makroúrovni a ovlivňovali budoucí legislativu v oblasti ekologičtější dopravy (Beskovnik a Twrdy, 2012).

1.1.6 Environmentální dopady zelené logistiky a udržitelnost

Pazirandeh a Jafari (2013b) analyzovali vztah mezi udržitelnou strategií podniku a jeho snahou o ekologizaci dopravy. Studie ukazuje, že společnosti se zaměřením na udržitelnost zlepšují environmentální výkon, aniž by byla udržitelná strategie nezbytná pro ekologizaci dodavatelského řetězce (Pazirandeh a Jafari, 2013b).

Niwa (2017) prezentoval formou případové studie situaci Fujitsu Group, konkrétně její Environmental Action Plan, který se zaměřuje na snižování emisí skleníkových plynů v celém hodnotovém řetězci. V logistice usiluje o 2% snížení emisí CO₂ na jednotku prodeje díky iniciativám zahájeným již v roce 2006. Tyto iniciativy zahrnují úspory energie a snížení environmentální zátěže na domácí i mezinárodní úrovni (Niwa, 2017).

Ubeda et al. (2011a) zkoumali, jak logističtí manažeři mohou začlenit principy environmentálního řízení do každodenního rozhodování. Případová studie španělské společnosti v potravinářském sektoru ukazuje, jak lze dosáhnout principů zelené logistiky při zachování efektivity logistického systému (Ubeda et al., 2011a).

Santos et al. (2015a) se zaměřili na definici a aplikaci konceptu zelené logistiky, přičemž sestavili systematický přehled literatury a identifikovali technologie a strategie pro implementaci zelené logistiky, zdůrazňující potřebu jasného vymezení a pochopení tohoto pojmu (Santos et al., 2015a).

Beskovnik a Jakomin (2010b) analyzovali trendy zelené logistiky v globálním kontextu s důrazem na jihovýchodní Evropu. Studie navrhuje model pro implementaci zelené logistiky a zdůrazňuje význam spolupráce mezi průmyslem, poskytovateli logistických služeb a vládami pro řešení environmentálních výzev (Beskovnik a Jakomin, 2010b).

Wang et al. (2020) se zaměřili na problematiku optimalizace tras zelené logistiky, přičemž využili dvoustupňový model zaměřený na minimalizaci nákladů a environmentálních externalit. Autoři došli k závěru, že použití genetických algoritmů a algoritmů pro úsporu nákladů přináší efektivní a synchronizované řešení pro sběr a doručování zásilek (Wang, Peng, Zhou, Mahmoudi a Zhen, 2020b).

Cao et al. (2022a) se zaměřili na plánování tras vozidel v zelené logistice s využitím IoT. Vytvořený model zohledňuje emise uhlíku a fyzická omezení heterogenní flotily vozidel, čímž zlepšuje přesnost a efektivitu dispečerského řízení (Cao et al., 2022a).

Martinsen a Björklund (2012b) identifikovali rozdíly mezi zelenou nabídkou poskytovatelů logistických služeb a poptávkou po ekologických službách od odesílatelů. Zjištění ukazují, že poskytovatelé logistických služeb překračují očekávání v oblasti

ekologických služeb, zatímco odesílatelé nejsou vždy informováni o těchto nabídkách (Martinsen a Björklund, 2012b).

Murphy a Poist (2000a) dospěli k závěru, že strategie zelené logistiky, jako je recyklace materiálů, snižování spotřeby a opětovné použití materiálů, jsou populární mezi západními průmyslovými zeměmi. Společnosti s vyšší angažovaností v oblasti environmentalismu používají také specializované přístupy, jako jsou environmentální audity (Murphy a Poist, 2000a).

Adams et al. (2021a) navrhli nový pojem „kompetence zelené logistiky“, který spojuje logistiku a udržitelnost v dodavatelských řetězcích. Zkoumá, jak vzájemná závislost těchto zdrojů může vést k výkonnostním rozdílům mezi skutečně zelenými dodavatelskými řetězci a těmi, které pouze přijímají zelené praktiky (Adams et al., 2021a).

Lau (2011a) zkoumal vývoj a využití indexu výkonnosti zelené logistiky pro srovnání výkonu mezi odvětvími a zeměmi. Studie používá data z průzkumu v odvětví domácích elektronických spotřebičů v Číně a Japonsku a porovnává jejich výkonnost (Lau, 2011a).

Palacios (2019a) analyzoval zelenou logistiku z pohledu environmentální a sociální odpovědnosti ve zdravotnických institucích v okrese Riohacha. Výsledky ukazují nedostatky v povědomí a implementaci zelené logistiky, což naznačuje potřebu zlepšení efektivity služeb a jejich pozice na trhu (Palacios, 2019a).

Tan et al. (2020a) popsali adopci technologie blockchainu pro sdílení dat v reálném čase mezi zainteresovanými stranami v logistickém průmyslu. Tento rámec umožňuje realizovat udržitelné logistické operace integrací IoT a big data (Tan et al., 2020a).

Rakhmangulov et al. (2017b) přináší přehled nejzásadnějších studií v oblasti udržitelného rozvoje a zelené logistiky. První část odborného článku se zaměřuje na systematizaci metod a nástrojů zelené logistiky, které jsou klíčové pro dosažení cílů udržitelného rozvoje. Aplikace těchto metod může vést ke zvýšení environmentální výkonnosti a efektivity provozu dodavatelských řetězců (Rakhmangulov et al., 2017b).

Pham et al. (2023) analyzovali tři hlavní řešení pro snížení environmentálních problémů v tradiční logistice: aplikaci blockchainu, použití obnovitelných zdrojů energie a alternativních paliv a návrh uzavřeného dodavatelského řetězce. Studie také identifikuje kritické faktory a výzvy, jako jsou politiky, legislativa a povědomí, které ovlivňují přechod na zelenou logistiku (Pham, Dinh, Pham, Kozak a Nguyen, 2023).

Altuntas a Tuna (2013) se zaměřili na model zeleného nákupu průmyslových služeb pro logistická centra. Kombinace literární rešerše v oblasti zeleného nákupu a environmentálních

výkonnostních indikátorů vedl k vytvoření rámce, který podporuje procesy nákupu a design zelených průmyslových služeb v logistických centrech (Altuntas a Tuna, 2013).

Maquera (2012) se zaměřil na reverzní logistiku a její význam na environmentální dopady v produkčním řetězci. Případová studie zpracovává produkční řetězec ropy v Peru a zkoumá, jak mohou být odpadní produkty efektivně recyklovány a znovu zavedeny na trh, čímž se sníží environmentální rizika (Maquera, 2012).

Sun a Li (2021) studovali chování vlád, logistických podniků a spotřebitelů při implementaci recyklovatelného zeleného logistického balení. Výsledky ukazují, že zvýšené vládní dotace urychlují vývoj a implementaci tohoto typu balení, zatímco podnikové odměny mohou zvýšit využívání tohoto typu balení spotřebiteli v závislosti na jejich environmentálním povědomí (Sun a Li, 2021).

Perkumiene et al. (2020) v rámci přehledového odborného článku analyzovali právo na čisté životní prostředí ve vztahu k zelené logistice a udržitelnému turismu. Diskutovali komplexní řešení pro vyvážení environmentálních práv a klimatických výzev prostřednictvím zelených logistických řešení, jako je turistická mobilita, cykloturistika a e-cykloturistika (Perkumiene, Pranskuniene, Vienazindiene a Grigiene, 2020).

Abareshi a Molla (2013) zkoumali roli absorpční kapacity při implementaci zelené logistiky a její dopad na výkonnost zelené logistiky. Výsledky ukazují, že zlepšení využití znalostí zelené logistiky může snížit emise CO₂, spotřebu paliva a náklady na soulad s nastavenými politikami. Proces získávání, transformace a využívání environmentálních informací je klíčový pro zlepšení environmentální výkonnosti (Abareshi a Molla, 2013).

Helo a Ala-Harja (2018) v rámci případové studie z potravinářského průmyslu analyzovali strukturu emisí CO₂ v hodnotovém řetězci. Studie demonstruje možnosti úspor energie v různých procesech dodavatelského řetězce, včetně kontroly teploty při distribuci (Helo a Ala-Harja, 2018).

Wang a Lu (2022) se zabývali optimalizací tepelného prostředí v zelených logistických skladovacích prostorech během léta. Výzkum zahrnoval model přenosu tepla a vlhkosti a analýzu vlivu tepelného prostředí na komfort lidí, čímž poskytl návrhy na efektivnější energetické řízení a zlepšení komfortu zaměstnanců ve skladovacích prostorech (Wang a Lu, 2022).

Van Vo a Nguyen (2023) zkoumali motivaci implementovat aktivity zelené logistiky a environmentální výkonnost v rozvojových zemích. Výsledky ukazují, že využití znalostí zelené logistiky pozitivně ovlivňuje výkonnost zelené logistiky skrze řízení zelené logistiky. Zelený intelektuální kapitál dále posiluje tento vztah (Van Vo a Nguyen, 2023).

Muafi a Sugarindra (2023) zkoumali vztah mezi zelenou logistikou a implementací cirkulární ekonomiky a jejich vliv na obchodní udržitelnost. Studie ukazuje, že implementace cirkulární ekonomiky zprostředkovává pozitivní vliv zelené logistiky na obchodní udržitelnost (Muafi a Sugarindra, 2023).

Engelage et al. (2016) identifikovali hlavní praktiky zelené logistiky. Autoři vytvořili taxonomii, která zahrnuje různé funkční oblasti společností a uvádí 112 praktik zelené logistiky, přičemž nejvíce citované praktiky zahrnují efektivní dodávky, používání intermodální a multimodální dopravy a optimalizaci toků (Engelage, Borgert a de Souza, 2016).

Eslamipoor (2023) prezentoval model pro umístění sběrných center produktů, který bere v úvahu rizikové a environmentální faktory. Výsledky ukazují schopnost navrženého stochastického modelu pracovat s nejistými daty, což umožňuje lepší rozhodování v uzavřeném dodavatelském řetězci (Eslamipoor, 2023).

Kamber a Baskak (2024) prezentovali nové řešení vícekritériálního problému pro výběr lokalit zelených logistických parků. Výsledky ukazují validitu metodologie a její výhody oproti jiným technikám multikritériálního rozhodování (Kamber a Baskak, 2024).

Oliveri et al. (2023) zkoumali environmentální dopad elektrických vozidel ve srovnání s vozidly s vnitřním spalovacím motorem pomocí metodiky posuzování životního cyklu. Studie ukazuje, že elektrická vozidla emitují méně CO_{2eq}, zejména pokud je elektřina vyráběna pomocí fotovoltaických panelů (Oliveri, D'Urso, Trapani a Chiacchio, 2023).

Al-Minhas et al. (2020) rozvinuli model propojující zelený management lidských zdrojů a udržitelnou zelenou logistiku. Model zahrnuje aspekty jako školení, odměny a řízení výkonnosti a zdůrazňuje mediátorskou roli postojů a znalostí vrcholového managementu a zaměstnanců (Al-Minhas, Ndubisi a Barrane, 2020).

Navavongsathian et al. (2020) analyzovali potenciál zelené logistiky a připravenost automobilového průmyslu v Thajsku. Následně identifikovali faktory ovlivňující rozvoj zelené logistiky, které zahrnují environmentální operace a vnitřní a vnější řízení zeleného dodavatelského řetězce (Navavongsathian, Vuthipadadorn, Farangthong, Janthongpan a Juntasart, 2020).

Andrade et al. (2020) analyzovali vnímání udržitelnosti v recyklaci v brazilském kosmetickém průmyslu a navrhli použití konceptů zelené logistiky. Studie prezentuje přístup, který je v kontextu s principy cirkulární ekonomiky a zero-waste konceptem (Andrade, Torres, Gloria a Neto, 2020).

Agyabeng-Mensah et al. (2021) zkoumali vliv praktik v oblasti řízení zelené logistiky na environmentální a sociální udržitelnost a obchodní výkonnost. Výsledky dle autorů ukazují,

že praktiky v oblasti řízení zelené logistiky pozitivně ovlivňují sociální a environmentální udržitelnost, ale negativně ovlivňují obchodní výkonnost. Orientace na ekologii a sledovatelnost dodavatelského řetězce mohou zlepšit obchodní a environmentální výkonnost (Agyabeng-Mensah, Afum, Acquah, Dacosta, Baah a Ahenkorah, 2021).

Kawa a Pieranski (2021) se zaměřili na ekologické výzvy v e-commerce a jejich vliv na spokojenost a loajalitu zákazníků. Výzkum dle autorů potvrzuje, že ekologicky šetrné dodávky a balení zvyšují spokojenost a loajalitu zákazníků. Online maloobchodníci, kteří investují do ekologických řešení, mají vyšší šanci na úspěch (Kawa a Pieranski, 2021).

Ha (2024a) analyzoval vliv zelené logistiky na environmentální udržitelnost pomocí dat z 44 zemí za období let 2006-2021. Výsledky ukazují, že vliv zelené logistiky na environmentální udržitelnost je výraznější v dlouhodobém horizontu a je silnější v zemích s vysokou mírou industrializace (Ha, 2024a).

Zhu a Wen (2021) navrhli řešení optimalizačního problému kombinující lokaci a trasování zelené logistiky pomocí vylepšeného genetického algoritmu. Experimenty ukazují, že model poskytuje ekonomicky efektivní a ekologičtější distribuční trasy (Zhu a Wen, 2021).

Ni et al. (2019) se zaměřili na vytvoření hodnotícího systému zelené logistiky pro zemědělské produkty pomocí metody fuzzy analytického hierarchického procesu. Výsledky potvrzují účinnost navrženého přístupu při hodnocení zelené logistiky zemědělských produktů v provincii Shandong (Ni, Lin, Li, Shao a Wang, 2019).

Afum et al. (2022) zkoumali vliv eko-tržní orientace na zelenou hodnotovou konkurenceschopnost a sociální udržitelnost prostřednictvím inbound a outbound zelené logistiky. Výsledky ukazují, že eko-tržní orientace posiluje implementaci zelené logistiky, což následně zlepšuje konkurenceschopnost a sociální udržitelnost (Afum, Agyabeng-Mensah, Baah, Asamoah a Kusi, 2022).

Nikseresht et al. (2024) sumarizovali výzkum v oblasti udržitelné zelené logistiky a identifikovali sedm hlavních klastrů, včetně dekarbonizace operací zelené logistiky a digitální transformace logistiky. Nakonec navrhli budoucí směry výzkumu zaměřené na digitalizaci a další efektivní řešení související s klimatickými změnami (Nikseresht, Golmohammadi a Zandieh, 2024).

Chhabra et al. (2022) zkoumali kontinuální monitorování a sledování logistických operací pomocí technologie IoT pro zlepšení environmentální výkonnosti. Výsledky dle autorů ukazují úsporu emisí CO₂, času a nákladů díky efektivním praktikám zelené logistiky. Navržený model může pomoci logistickým společnostem formulovat strategie pro technologické aplikace v logistice (Chhabra, Singh a Kumar, 2022).

Zhang et al. (2024) se zaměřili na výzkum dynamiky mezi vládou, logistickou platformou a logistickými podniky při výběru strategií zelené logistiky. Výsledky dle autorů ukazují, že vládní dotace a podíl na nákladech logistické platformy pozitivně ovlivňují transformaci na zelenou logistiku. Studie poskytuje teoretický základ pro formulaci výše dotací a určení podílu nákladů logistické platformy (Zhang, Wang, Wang a Xu, 2024).

Jayarathna et al. (2023) se zabývali vztahem mezi praktikami zelené logistiky a výkonností udržitelnosti pomocí kvalitativních metod. Výzkum identifikoval různé praktiky udržitelnosti a jejich nelineární vztahy v kontextu výkonnosti udržitelnosti, jak doplňují autoři. Studie poskytuje teoretický základ pro rozhodování o přijetí zelených logistických praktik (Jayarathna, Agdas a Dawes, 2023).

Celik et al. (2016b) navrhli novou metodologii pro hodnocení zelených logistických poskytovatelů pomocí rozšířené metody ELECTRE a intervalových fuzzy množin. Empirická studie hodnotí logistické poskytovatele v Turecku a ukazuje význam spolupráce, zelených regulací a návrhu procesů pro zvýšení ekologického povědomí (Celik, Gumus a Erdogan, 2016b).

Chen (2023) zkoumal povědomí o vlivu zelených logistických technologií, standardů a certifikací mezi pracovníky logistiky ve společnosti Jing Dong. Výsledky dle autora ukazují, že přijetí zelených technologií závisí na zázemí a kvalifikaci pracovníků logistiky. Studie doporučuje zvýšit povědomí a implementaci zelených logistických politik (Chen, 2023).

Maji et al. (2023) zkoumali dopad iniciativ zelené logistiky na environmentální udržitelnost v nigerijském Bauchi. Výsledky dle autorů ukazují, že logističtí manažeři jsou si vědomi negativních vlivů logistiky na životní prostředí, ale jen málo z nich podniká kroky k implementaci zelené logistiky. Studie doporučuje vládní spolupráci s nejzkušenějšími logistickými podniky pro prosazení zelených politik (Maji, Saudi a Yusuf, 2023).

De Souza et al. (2022) využili metodu analytického hierarchického procesu k hodnocení výkonu zelené logistiky v sektoru plastů. Studie dle autorů ukazuje, že některé oblasti zelené logistiky, jako zelená doprava a reverzní logistika, jsou významně přehlíženy. Studie poskytuje praktický nástroj pro hodnocení a zlepšení ekologického výkonu zelené logistiky (de Souza, Kerber, Bouzon a Rodriguez, 2022).

Chhabra et al. (2017) analyzovali bariéry implementace zelené logistiky v indickém výrobním průmyslu pomocí techniky DEMATEL. Studie dle autorů identifikuje hlavní bariéry a navrhuje strategie pro jejich překonání. Výsledky pomáhají organizacím vyvinout strategie pro dlouhodobou udržitelnost (Chhabra, Garg a Singh, 2017).

Wang et al. (2023) studovali zavedení zelené logistiky do zeleného dodavatelského řetězce z pohledu podmínek fair play. Výsledky ukazují, že obavy maloobchodníků v oblasti fair play mohou negativně ovlivnit výrobce a poskytovatele logistických služeb na úrovni 3PL, ale mohou být prospěšné pro maloobchodníky. Studie navrhuje smlouvy pro zlepšení výkonu dodavatelského řetězce (Wang, Wang, Zhao, Li a Liu, 2023).

Starostka-Patyk et al. (2024) navrhli metodiku pro tvorbu a využití indexu výkonnosti zelené logistiky pro porovnání environmentální výkonnosti zemí EU. Výsledky dle autorů ukazují rozdíly a pokrok mezi zeměmi v letech 2010 a 2018. Index slouží jako nástroj pro transfer osvědčených environmentálních praktik mezi zeměmi (Starostka-Patyk, Bajdor a Bialas, 2024).

Chhabra et al. (2017) analyzovali alternativy zelených praktik v indickém automobilovém průmyslu. Studie dle autorů s využitím metody analytického hierarchického procesu identifikovala nejvhodnější alternativy pro montážní a balicí operace (Chhabra, Garg a Singh, 2017).

Zhou et al. (2023) zkoumali vliv řízení zelené logistiky na výkonnost udržitelnosti podniků prostřednictvím cirkulární ekonomiky. Výsledky ukazují, že cirkulární ekonomika zprostředkovává vztah mezi řízením zelené logistiky a výkonností v oblasti udržitelnosti (Zhou, Siddik, Zheng a Masukujjaman, 2023).

Sharma et al. (2023) zkoumali vztahy mezi praktikami zelené logistiky, technologiemi průmyslu 4.0 a přijetím cirkulární ekonomiky. Výsledky dle autorů ukazují, že flexibilita dodavatelského řetězce má významný vliv na přijetí cirkulární ekonomiky (Sharma, Luthra, Joshi, Kumar a Jain, 2023).

1.1.7 Řízení dodavatelských řetězců

Pisinger et al. (2009a) konstatují, že integrace IT logistických a plánovacích nástrojů zaměřených na ochranu životního prostředí v rámci dodavatelských řetězců mohou být atraktivní alternativou k drahým řešením, jako jsou dopravní prostředky na elektrický pohon a větrné turbíny. Tyto nástroje nevyžadují velké investice a jejich implementace je rychlá (Pisinger et al., 2009a).

Sbihi a Eglese (2007) se zaměřili na oblast zelené logistiky a popsali problémy, které mohou být v této oblasti formulovány jako kombinatorické optimalizační problémy. Konkrétně se zabývali tématy, jako jsou reverzní logistika, odpadové hospodářství a plánování tras a rozvrhů vozidel (Sbihi a Eglese, 2007).

Gerasymchuk a Averkyna (2012a) analyzovali principy městské zelené logistiky a mechanismy institucionální podpory pro její implementaci. Dále zahrnuli zahraniční zkušenosti a navrhli vlastní pohled na kategorie institucí a institutů v kontextu městské zelené logistiky ve vztahu k potenciální institucionální podpoře (Gerasymchuk a Averkyna, 2012a).

Cojocariu (2012b) se zabýval bezpečností potravin v kontextu zelené logistiky v potravinářských dodavatelských řetězcích. Autor se zabýval potřebou preference lokálních potravinových produktů, kratších dodavatelských řetězců a organických potravin k zajištění bezpečnosti potravin a udržitelného rozvoje (Cojocariu, 2012b).

Qin a Qi (2022) vyvinuli indexový systém pro hodnocení efektivity zelené logistiky v severozápadní Číně s cílem dosažení uhlíkové neutrality. Zjištění ukazují regionální rozdíly v efektivitě zelené logistiky a zdůrazňují vliv vládní podpory a úrovně vědy a technologií na efektivitu zelené logistiky (Qin a Qi, 2022).

Zhang et al. (2015a) zkoumali aplikaci rojové inteligence v zelené logistice a dodavatelských řetězcích. Autoři identifikovali na základě rešerše literatury inovativní přístupy pro řešení kombinatorických optimalizačních problémů v oblasti zelené logistiky pomocí algoritmů rojové inteligence. Studie navrhuje další výzkumné otázky a možnosti integrace zelené logistiky a rojové inteligence (Zhang et al., 2015a).

Zhu et al. (2021a) navrhli model smíšeného celočíselného programování pro optimalizaci trasování přeprav vlečných člunů s cílem minimalizovat produkované emise uhlíku. Výsledky dle autorů ukazují snížení emisí o 46,93 % ve srovnání s běžnými přepravami a model poskytuje efektivní řešení v krátkém čase (Zhu et al., 2021a).

Ma et al. (2024a) navrhli model matematického programování umožňující nákladově efektivní plánování v námořní dopravě, které zároveň přináší i snížení produkovaných emisí skleníkových plynů (Ma et al., 2024a).

Gallegos et al. (2019a) analyzovali rozdíly mezi reverzní a zelenou logistikou pomocí rešerše literatury. Studie identifikuje nejvíce citované články, nejproduktivnější autory a instituce a porovnává vývoj obou oblastí mezi lety 2005-2019 (Gallegos et al., 2019a).

Eng-Larsson a Kohn (2012b) zkoumali přechod na intermodální silniční a železniční dopravu z pohledu odesílatelů. Výsledky ukazují, že úspěšný přechod závisí na velkých zdrojích při nákupu přeprav, vysoké výkonnosti dopravců, nízké volatilitě poptávky a centralizovaném systému řízení (Eng-Larsson a Kohn, 2012b).

Malá et al. (2017a) navrhli algoritmus pro implementaci aktivit zelené logistiky v malých a středních dřevozpracujících podnicích. Studie identifikuje hlavní akcelerátory

a bariéry implementace a navrhuje model pro zajištění udržitelného rozvoje těchto podniků na Slovensku (Malá, Sedliaciková, Kascáková, Benciková, Vavrová a Bikár, 2017a).

Marinagi et al. (2019a) zkoumali tréninkové požadavky různých cílových skupin v zemědělsko-potravinářském průmyslu a vývoj e-tréninkového programu. Výsledky ukazují mezery ve znalostech a kompetencích v aplikaci zelených praktik, což vedlo k vývoji kurikula na platformě Moodle (Marinagi et al., 2019a).

Wang (2019) zkoumal vztah mezi aktivitami zelené logistiky, náklady na logistiku a spokojeností zákazníků v podniku Baosteel Zhanjiang Iron & Steel Co., Ltd. Výsledky ukazují, že aktivity zelené logistiky mohou snížit náklady na logistiku a zlepšit zákaznickou spokojenost (Wang, 2019).

Bajdor (2012) přezkoumal koncept udržitelného rozvoje a jeho aplikaci v zelené logistice. Studie se zaměřuje na paradoxní aspekty zelené logistiky a na to, jak zavedení prvků udržitelného rozvoje může přispět k širšímu uznání této oblasti u zainteresovaných stran (Bajdor, 2012).

Yang et al. (2015) navrhli novou metodu pro výběr atributů pro systémy v online aukcích pro zelenou logistiku. Tento přístup zlepšuje škálovatelnost a interpretaci pravidel, což je užitečné pro podniky v B2B (business to business, vztah dvou právnických osob, zpravidla organizací) e-commerce (Yang, Choi a Yu, 2015).

Guan (2022) zkoumal použití fuzzy rozhodování při hodnocení schémat zelené logistiky. Metoda zahrnuje rozšíření fuzzy množin a je aplikována na výběr nejvhodnějšího schématu zelené logistiky, což demonstruje její efektivitu a praktičnost (Guan, 2022).

Jazairy et al. (2021) se zabývali spoluprací mezi odesílateli a poskytovateli logistických služeb při implementaci zelených logistických praktik. Studie identifikuje různé mechanismy spolupráce a jejich vliv na různé typy zelených logistických praktik a poskytuje praktické doporučení pro manažery (Jazairy, von Haartman a Björklund, 2021).

Jana et al. (2022) navrhli matematický model pro zlepšení rozhodnutí o trasování a sběru zásilek v systému doručování obědových boxů. Výsledky ukazují, že optimalizace může snížit cestovní vzdálenosti a rovnoměrně rozdělit zátěž mezi doručovatele (Jana, Sharma a Mitra, 2022).

Vazifehdan a Darestani (2019) vytvořili model pro hodnocení outsourcingu zelené logistiky pomocí hybridní fuzzy multi-kriteriální rozhodovací metodologie. Výsledky ukazují, že klíčovými faktory jsou vládní rozhodování a kvalita, přičemž nejvyšší váhu má spokojenost zákazníků (Vazifehdan a Darestani, 2019).

Nalbur a Yavas (2024) zkoumali vliv zelených logistických aktivit na společnosti vyrábějící elektrické autobusy pomocí modelů systémové dynamiky a simulace diskrétních událostí. Výsledky ukazují, že aplikace milk-runu a reverzní logistiky mohou výrazně snížit produkované emise uhlíku (Nalbur a Yavas, 2024).

Ma a Kim (2023) analyzovali témata zelené logistiky a jejich vývoj s využitím modelování a představili hlavní trendy a vývojové cesty v oblasti zelené logistiky od roku 1993 do roku 2021. Výsledky naznačují primární trendy jako je modelování zelené logistiky, management udržitelného rozvoje a optimalizace nízkouhlíkového trasování vozidel (Ma a Kim, 2023).

Liao et al. (2018) navrhli metodu pro hodnocení zelených úrovní poskytovatelů logistických služeb pomocí fuzzy lingvistických termínů a metody PROMETHEE. Studie ukazuje praktickou aplikaci a užitečnost navržené metody při hodnocení a výběru poskytovatelů logistických služeb (Liao, Wu, Huang, Ren, Xu a Verma, 2018).

Zhu a Suo (2020) zkoumali aplikaci a vývoj zelené logistiky v offshore ropném průmyslu. Analýza ukazuje nutnost rozvoje zelené logistiky a identifikuje hlavní problémy a návrhy na zlepšení v této oblasti (Zhu a Suo, 2020).

Boutkhoul et al. (2015) navrhli rozhodovací přístup kombinující vícekriteriální analýzu a fuzzy logiku pro zelenou logistiku v průmyslových zónách. Tento přístup umožňuje efektivní řešení komplexních rozhodovacích problémů v dané oblasti (Boutkhoul, Hanine, Tikniouine a Agouti, 2015).

Jazairy (2020) zkoumal vnímání environmentálních obav mezi odesílateli a poskytovateli logistických služeb v různých smluvních fázích nákupního procesu. Výsledky ukazují, že zelené požadavky odesílatelů mohou brzdit aplikaci zelené logistiky a zdůrazňují potřebu regulace pro uvolnění vyjednávání (Jazairy, 2020).

Küçük et al. (2021) analyzovali aktivity v oblasti zelené logistiky v oděvním průmyslu v Německu a Turecku. Srovnávací analýza ukazuje rozdíly a podobnosti v přístupu k zelené logistice v obou zemích (Küçük, Weber, Bühs a Muschkiet, 2021).

1.1.8 Shrnutí systematické literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky

Téma zelené logistiky je relativně nové, avšak jedná se o rychle rostoucí oblast výzkumu, především v zemích s vysokým objemem mezinárodního obchodu jako je Čína. Systematická literární rešerše zahrnovala analýzu studií zaměřených na technologie a inovace, ekonomické aspekty, legislativu, environmentální dopady a řízení dodavatelských řetězců.

Technologické inovace hrají klíčovou roli v rozvoji zelené logistiky. Aplikace technologií, jako je IoT, může výrazně snížit produkované emise skleníkových plynů a zvýšit efektivitu logistických systémů. IoT například umožňuje snížení emisí skleníkových plynů vozidel o významné procento a zlepšení přesnosti oběhu informací, což vede ke snížení nákladů a zvýšení efektivity. V oblasti e-commerce technologie přispívají k udržitelnosti prostřednictvím vládních zákonů, chování prodejců a reverzní logistiky. Multimodální a intermodální dopravní systémy přinášejí jak ekonomické, tak environmentální výhody, přičemž je třeba více výzkumu zaměřeného na environmentální udržitelnost a zlepšení řešení reálných logistických výzev. IoT technologie v moderních inteligentních systémech ukazují, že mohou snížit emise skleníkových plynů a zvýšit efektivitu logistických systémů. V Číně bylo také prokázáno, že technologické inovační schopnosti jsou klíčové pro podporu ekonomické efektivity a mají dlouhodobé přínosy ve vztahu k technologickému pokroku. Environmentální regulace a technologické inovace hrají významnou roli v rozvoji zelené logistiky čerstvých zemědělských produktů. Digitální ekonomika zvyšuje technologické inovace a agregace talentů zlepšuje efektivitu zelené logistiky. Využití multikriteriálního rozhodování v oblasti nízkouhlíkové dopravy zdůrazňuje význam sociálních, environmentálních, technologických a ekonomických faktorů pro budoucí rozvoj. Strojové učení přispívá k hodnocení rizik při přepravě čerstvých produktů, zlepšuje bezpečnost potravin a udržitelnost. Inovační strategie měst mohou účinně zlepšit efektivitu zelené logistiky, zejména ve velkých městech, a zelené zadávání veřejných zakázek má pozitivní vliv na udržitelné cíle ekonomického rozvoje.

Ekonomické přínosy zelené logistiky jsou značné, přičemž mnoho opatření ke snížení emisí skleníkových plynů přináší i finanční výhody. Evropské společnosti čelí tlaku na snížení emisí skleníkových plynů do roku 2050, přičemž dekarbonizace logistických činností zahrnuje intenzitu dopravy, modal split, využití vozidel, energetickou účinnost a produkci emisí skleníkových plynů. Studie identifikovaly opatření ke snížení emisí CO₂, která zahrnují zlepšení účinnosti vozidel a řízení dopravní infrastruktury. Zelená logistika přináší rovnováhu mezi ekonomickou a ekologickou efektivitou, což vyžaduje změny v organizacích reagujících na globální environmentální krizi. Implementace ekologičtějších vozidel, efektivních dopravních systémů a inovativních technologií snižuje negativní dopady na životní prostředí a zvyšuje konkurenceschopnost. Optimalizace výběru distribučních míst pro zelenou logistiku ukazuje, jak snížit logistické náklady a zlepšit logistickou efektivitu. Studie ukazují, že zelená logistika zlepšuje celkové ekonomické přínosy e-commerce a má pozitivní vliv na udržitelný rozvoj. Elektrifikované železnice například snižují emise CO₂ a městská distribuce pomocí crowdsourcingu může výrazně snížit produkované emise uhlíku.

Legislativa je klíčovým faktorem pro podporu zelené logistiky. Legislativní regulace a politiky jsou hlavními faktory podporujícími aplikaci praktik zelené logistiky mezi podniky. Například legislativní rámec pro zelené logistické praktiky v Litvě ukázal, že hlavními faktory, podporujícími aplikaci zelené logistiky, jsou legislativní regulace, požadavky obchodních partnerů a zákazníků, povědomí vedení společnosti a podniková kultura zaměřená na ochranu životního prostředí a udržitelný rozvoj. Regulace uhlíkové daně při umístění a alokaci logistických center je účinná při snižování emisí skleníkových plynů. Analýza evropských iniciativ v oblasti zelené logistiky zdůrazňuje význam intermodality jako platformy pro rozvoj zelené logistiky a potřebu spolupráce mezi vládními institucemi, průmyslem a logistickými operátory.

Zelená logistika má potenciál významně snížit **environmentální dopady** logistických operací. Podniky zaměřené na **udržitelnost** zlepšují svůj environmentální výkon, aniž by udržitelná strategie byla nezbytná pro ekologizaci dodavatelského řetězce. Některé společnosti, jako Fujitsu, se zaměřují na snížení emisí skleníkových plynů v celém hodnotovém řetězci prostřednictvím iniciativ, které zahrnují úspory energie a snížení environmentální zátěže. Logističtí manažeři mohou začlenit principy environmentálního řízení do každodenního rozhodování, což přináší dosažení principů zelené logistiky při zachování efektivity logistického systému. Významné jsou také technologie a strategie pro implementaci zelené logistiky, jako jsou genetické algoritmy a algoritmy pro úsporu nákladů, které přinášejí efektivní a synchronizovaná řešení pro sběr a doručování zásilek.

Efektivní **řízení dodavatelských řetězců** je nezbytné pro úspěšnou implementaci zelené logistiky. Integrace IT logistických a plánovacích nástrojů zaměřených na ochranu životního prostředí může být atraktivní alternativou k drahým řešením, jako jsou dopravní prostředky na elektrický pohon. Reverzní logistika a plánování tras vozidel jsou oblasti, které mohou být formulovány jako kombinatorické optimalizační problémy. Městská zelená logistika a mechanismy institucionální podpory jsou klíčové pro její implementaci. Bezpečnost potravin v kontextu zelené logistiky zahrnuje preference lokálních potravinových produktů, kratších dodavatelských řetězců a organických potravin. Efektivita zelené logistiky v regionálních rozdílech, například v severozápadní Číně, je ovlivněna vládní podporou a úrovní vědy a technologií. Rojová inteligence v zelené logistice a dodavatelských řetězcích přináší inovativní přístupy k řešení kombinatorických optimalizačních problémů. Optimalizace trasování přeprav vlečných člunů a matematické programování v námořní dopravě přinášejí snížení produkovaných emisí skleníkových plynů. Rozdíly mezi reverzní a zelenou logistikou jsou důležité pro pochopení vývoje obou oblastí.

Závěrem je možné konstatovat, že **zelená logistika je dynamicky se rozvíjející oblast**, přičemž technologie, inovace, legislativa, řízení dodavatelských řetězců, ekonomické a environmentální faktory hrají klíčovou roli v jejím vývoji. Výzkum v této oblasti se zaměřuje na integraci nových technologií, optimalizaci logistických procesů a zlepšení environmentálního výkonu. Budoucí výzkum by měl pokračovat v hledání efektivních řešení pro snížení environmentálních dopadů a podporu udržitelného rozvoje v logistice. Celkově lze konstatovat, že zelená logistika představuje komplexní a multidisciplinární výzvu, která vyžaduje spolupráci mezi vědou, průmyslem a vládními institucemi.

1.2 Systematická literární rešerše v tematické oblasti kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy a logistických činností

Systematická literární rešerše v tematické oblasti kalkulací emisí skleníkových plynů z dopravy a logistických činností byla zpracována k rozhodnému dni 1. 7. 2024 s následujícími omezujícími podmínkami:

- světově uznávaná vědecká databáze: Web of Science,
- title (název zdroje): „emission+calculation“ (tento textový řetězec byl použit z toho důvodu, aby bylo vyhledáváno vždy spojení slova „emission“ a zároveň i „calculation“), zároveň byla přidána logická spojka „and“ a ve všech polích „all fields“ bylo vyhledáváno slovo „transport“ anebo „logistic%“,
- title (název zdroje): „emission+calculator“ (tento textový řetězec byl použit z toho důvodu, aby bylo vyhledáváno vždy spojení slova „emission“ a zároveň i „calculator“), zároveň byla přidána logická spojka „and“ a ve všech polích „all fields“ bylo vyhledáváno slovo „transport“ anebo „logistic%“,
- document types (typ zdroje / dokumentu): „article“ a „review article“,
- publication years (rok publikace zdroje): bez omezení,
- další omezující podmínky nebyly aplikovány, přičemž výše uvedený postup vyhledávání je možné označit jako běžný vědecký postup používaný při zpracování systematické literární rešerše⁸.

Po zadání všech variant nedefinovaných vyhledávacích kritérií v databázi Web of Science bylo celkem nalezeno 21 relevantních výsledků, mezi nimiž však byly identifikovány

⁸ Autor habilitační práce společně s dalšími spoluautory a spoluautorkami mimo jiné použil obdobný přístup pro zpracování systematické literární rešerše v rámci odborného článku indexovaného v mezinárodně uznávané vědecké databázi Scopus (CHOCHOLÁČ, J., KUČERA, T., SOMMERAUEROVÁ, D., HRUŠKA, R., MACHALÍK, S., KŘUPKA, J., HYRŠLOVÁ, J. Smart city and urban logistics – research trends and challenges: systematic literature review. *Komunikácie: Communications (Scientific Letters of the University of Žilina)*, 2023, roč. 25, č. 4, s. A175-A192.).

duplicity, způsobené třemi variantami vyhledávání odborných článků. Po odstranění těchto duplicitních výsledků bylo nakonec identifikováno celkem 16⁹ odborných článků, které byly postoupeny k dalšímu zpracování systematické literární rešerše.

1.2.1 Kvalitativní obsahová analýza vědeckých článků

V následujícím textu jsou prezentovány výsledky kvalitativní obsahové analýzy vědeckých článků identifikovaných v rámci procesu zpracování systematické literární rešerše.

Chocholac et al. (2021a)¹⁰ pomocí polostrukturovaných rozhovorů identifikovali základní požadavky na kalkulace emisí skleníkových plynů v železniční nákladní dopravě upravené pro potřeby automobilového průmyslu. Následně autoři identifikovali a analyzovali dostupné kalkulátory emisí skleníkových plynů vhodné pro železniční nákladní dopravu. Hlavním výsledkem tohoto odborného článku byl dle autorů návrh plně přizpůsobeného přístupu ke kalkulaci emisí skleníkových plynů v železniční nákladní dopravě pro automobilový průmysl. Tento přístup byl navržen, aplikován a ověřen formou interpretační případové studie, přičemž se očekává, že použití tohoto přístupu bude podporovat logistické plánování a rozhodování (Chocholac et al., 2021a).

Chocholac et al. (2021b)¹¹ identifikovali požadavky na výpočet emisí skleníkových plynů ze silniční nákladní dopravy v automobilovém průmyslu pomocí metody polostrukturovaných rozhovorů. Následně autoři dostupné kalkulátory emisí analyzovali pomocí obsahové a komparativní analýzy. Hlavním výsledkem odborného článku byl návrh rámce pro kalkulaci emisí skleníkových plynů v kontextu silniční nákladní dopravy, který byl aplikován, testován a verifikován formou interpretační případové studie (Chocholac et al., 2021b).

Vukic et al. (2023) si kladli za cíl v rámci svého výzkumu určit optimální způsob přepravy jachet na vybrané trase s výpočtem a porovnáním emisí skleníkových plynů při přepravě jachet jakožto nákladu na palubě nákladní lodi v porovnání s emisemi skleníkových

⁹ Z 16 identifikovaných odborných článků byly dva odborné články publikovány autorem habilitační práce spolu s dalšími spoluautory a spoluautorkami. Konkrétně se jedná o následující výstupy: CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R., MACHALÍK, S., SOMMERAUEROVÁ, D., ŠOHAJEK, P. Framework for Greenhouse Gas Emissions Calculations in the Context of Road Freight Transport for the Automotive Industry. *Sustainability*, 2021, roč. 13, č. 7, s. 1-28. CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R., MACHALÍK, S., SOMMERAUEROVÁ, D., KŘUPKA, J. Customized Approach to Greenhouse Gas Emissions Calculations in Railway Freight Transport. *Applied Science – Basel*, 2021, roč. 11, č. 19, s. 1-26.

¹⁰ Konkrétně se jedná o tento výstup: CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R., MACHALÍK, S., SOMMERAUEROVÁ, D., KŘUPKA, J. Customized Approach to Greenhouse Gas Emissions Calculations in Railway Freight Transport. *Applied Science – Basel*, 2021, roč. 11, č. 19, s. 1-26.

¹¹ Konkrétně se jedná o tento výstup: CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R., MACHALÍK, S., SOMMERAUEROVÁ, D., ŠOHAJEK, P. Framework for Greenhouse Gas Emissions Calculations in the Context of Road Freight Transport for the Automotive Industry. *Sustainability*, 2021, roč. 13, č. 7, s. 1-28.

plynů z konvenční navigace. Autoři odhadli a porovnali hlavní kategorie znečišťujících emisí CO₂, SO_x, NO_x, PM₁₀ a PM_{2,5} mezi těmito dvěma možnostmi, přičemž zároveň zkoumali kritérium nákladové efektivity vybraných způsobů přepravy. Autoři vytvořili metodu matematického modelování, která zohledňuje specifikace jednotlivých plavidel, výkon a charakteristiky trasy. Výsledky dle autorů prokázaly vyšší externí náklady na přepravu jachet nákladní lodí ve srovnání s konvenční plavbou jachty na zkoumané trase o 7,7násobek, naopak ekonomické dopady ukázaly vyšší náklady na plavbu jachty téměř dvojnásobně. Autoři dále konstatují, že s možností využití principu úspor z rozsahu pro nákladní loď má přeprava jachet na palubě komparativní výhodu vzhledem k celkovým externím nákladům generovaným způsobem přepravy. Výsledky studie mohou mít dopady na vytváření politik v oblasti kontroly produkovaných emisí skleníkových plynů a udržitelného rozvoje lodního průmyslu (Vukic et al., 2023).

Dobers et al. (2019) konstatují, že výpočet uhlíkové stopy je považován za jeden z prostředků ke zvýšení transparentnosti v kontextu toho, kde jsou ve výrobním řetězci produkovány emise skleníkových plynů, a tím omezovat emise a zlepšovat efektivitu dopravy a přepravy na straně poptávky i nabídky trhu. Autoři dále konstatují, že zejména logistická centra byla identifikována jako relevantní pro takový vývoj, zatímco vývoj pro dopravní módy jako železnice, silnice, letecká nebo vodní doprava je podporován zástupci průmyslu a jejich organizacemi, logistická centra nemají organizaci, která by byla vnitřně motivována dále rozvíjet přístup k výpočtu emisí skleníkových plynů. Autoři s využitím empirického výzkumu ve formě dotazníků a reálných příkladů výpočtu emisí popsali motivace a překážky, které v současnosti zažívají dopravci a poskytovatelé logistických služeb při výpočtu emisí skleníkových plynů (Dobers et al., 2019).

Li a Merkert (2023) sestavili model emisí skleníkových plynů leteckého logistického řetězce zaměřeného na přepravu od gatu ke gatu, přičemž zahrnuli emise z letu, ale také z neletových segmentů, jako jsou pozemní operace na letišti. Autoři konstatují význam začlenění kalkulace emisí skleníkových plynů také z neletových segmentů (Li a Merkert, 2023).

Rafael et al. (2023) navrhli strategický model pro výpočet emisí CO₂ v rámci distribuce zásilek. Novinkou v jejich výzkumu je skutečnost, že integrují jak dálkovou dopravu, tak poslední míli na strategické úrovni a zahrnují klíčové prvky, jako jsou časová okna a hustota populace do výpočtu. Autoři prostřednictvím případové studie zaměřené na distribuci zásilek v Belgii ilustrují výpočet emisí CO₂ jimi navrženým modelem. Výsledky týkající se emisí CO₂ v rámci distribuce zásilek v Belgii ukazují, že je možné snížit emise skleníkových plynů nejen prostřednictvím elektrifikace flotily, ale také efektivní distribuční sítí. Výsledky v Belgii

jednoznačně ukazují, že poslední míle je v současnosti nejvíce znečišťujícím segmentem (Rafael et al., 2023).

Samaras et al. (2018) zkombinovali mikroskopický simulační nástroj dopravy (AIMSUN) s emisním modelem pro zkoumání vlivu dopravních kongescí na spotřebu paliva na hlavní pozemní komunikaci v Turíně v Itálii, která funguje pod adaptivním městským dopravním řízením. Volný proud vozidel a dopravní kongesce dle autorů vedly k rozdílům ve spotřebě paliva v rozmezí -25,8 % a 20,9 % ve srovnání s normálním provozem. Systém start-stop dle odhadu autorů vede ke snížení spotřeby o 6 % za normálních podmínek a o 11,9 % v případě dopravních kongescí. Studie ukazuje, že kombinace detailních a validovaných mikroskopických a emisních modelů nabízí silnou kombinaci pro studium dopadu dopravy a pohonných systémů na emise skleníkových plynů a spotřebu paliva silničních vozidel v městské síti (Samaras et al., 2018).

Torres et al. (2009) vyvinuli metodologii pro odhad objemu produkovaných emisí silniční dopravou. Hlavním cílem bylo zlepšit odhady emisí skleníkových plynů pro ty znečišťující látky, které jsou nejvíce závislé na třídě vozidla (Torres et al., 2009).

Kastori et al. (2019) vytvořili nový model pro výpočet emisí skleníkových plynů a metodologii kombinující různé způsoby veřejné dopravy. Autoři přezkoumali velké množství dostupných modelů pro výpočet emisí a navržená metodologie byla odvozena tak, aby účinně pokrývala všechny varianty jednotným způsobem. Vzhledem k velkému počtu různých typů vozidel a technologií motorů se současný přístup autorů zaměřuje na charakteristiky jednotlivých zemí, aby co nejlépe odrážel specifickou situaci v dané zemi. Autoři prezentovali dvě případové studie, kdy první srovnává dvě alternativní komodální trasy na základě jejich environmentálního dopadu, ale také na základě dalších parametrů, jako je čas, vzdálenost a náklady. Vypočítané emisní faktory byly následně použity ve druhé případové studii pro vytvoření přehledu emisních koeficientů pro sektor veřejné dopravy v Řecku (Kastori et al., 2019).

Jie et al. (2013) konstatují, že emise produkované silniční dopravou mohou být sníženy optimalizací dopravního řízení. Autoři zpracovali studii, ve které byly parametry jízdního chování v mikroskopickém simulačním modelu (VISSIM) kalibrovány pomocí skutečných trajektorií získaných zpracováním obrazu na křižovatce v Rotterdamu. Autoři dále zkoumali citlivost simulačních výsledků na parametry jízdního chování a identifikovali nejvlivnější parametry tak, zajistili, že simulační výsledky budou konzistentní s pozorovaným provozem a mohou poskytnout platné odhady celkové produkce emisí skleníkových plynů (Jie et al., 2013).

Mahadevan et al. (2016) navrhli metodu pro zjišťování koncentrací různých druhů emisí skleníkových plynů na výstupu z výfukového potrubí těžkých nákladních vozidel při zkouškách na podvozkovém dynamometru (Mahadevan et al., 2016).

Da Fonseca-Soares et al. (2023) se zaměřili na emise skleníkových plynů spojené s železničním systémem ve státě Pernambuco v Brazílii a porovnali je s jinými případovými studii, kdy cílem autorů bylo získat specifické parametry emisí skleníkových plynů pro železniční systém a navrhnout modely mitigace k řešení tohoto environmentálního dopadu v ovzduší. Výsledky studie dle autorů ukazují, že celkové emise skleníkových plynů z analyzovaného železničního systému činí 6 170,54 t CO_{2e}, což při zohlednění předpokládané celkové životnosti dopravní služby 50 let znamená, že celkové emise skleníkových plynů za celý životní cyklus provozu a údržby systému dosáhnou 308 550 t CO_{2e}. Autoři také zdůrazňují význam vývoje efektivních strategií k mitigaci znečištění ovzduší a usnadňují svojí studií informované rozhodování pro budoucnost městských dopravních systémů (Da Fonseca-Soares et al., 2023).

Saharidis a Konstantzos (2018) konstatují, že doprava je nejrychleji rostoucím sektorem emisí skleníkových plynů, přičemž podsektor silniční dopravy tvoří největší příspěvatele ke globálnímu oteplování. Těžká nákladní vozidla používaná pro přepravu zboží jsou dle autorů odpovědná za přibližně 6 % celkových emisí v EU. Hlavním cílem této studie bylo provést první kritické hodnocení nejznámějších, nejpoužívanějších a nejcitovanějších modelů výpočtu emisí a vyhodnotit jejich potenciální použití při odhadu emisí skleníkových plynů z přístavních operací nákladních vozidel. Tyto operace, které dle autorů zahrnují hlavně přepravu kontejnerů těžkými nákladními vozidly, se vyznačují častými zastávkami a rozjezdy kvůli dopravním kongescím, nízkými rychlostmi a dlouhým čekáním. Celkem bylo představeno, hodnoceno, analyzováno a porovnáno 10 modelů. Toto hodnocení dle autorů ukázalo, že dva modely, které se objevují nejčastěji, jsou MOVES a COPERT, a oba jsou považovány za vhodné pro použití v případě operací v přístavech. Analýza však také ukázala, že tyto modely nezahrnují parametry, které jsou považovány za klíčové v případech provozu nákladních vozidel v přístavních terminálech, jako je vliv častých zastávek a rozjezdů kvůli dopravním kongescím způsobeným čekajícími frontami u přístavních bran a míst pro nakládku/vykládku (Saharidis a Konstantzos, 2018).

Tamjidi et al. (2023) zkoumali koncentraci a distribuci jemného prachu (PM₁₀) pod vlivem meteorologických parametrů pomocí klimatického modelu a pokusili se určit vliv změny klimatu na koncentraci příslušného znečišťovatele v nadcházejících letech. Výsledky ukázaly, že nárůst emisí skleníkových plynů a změny klimatických proměnných v blízké

budoucnosti způsobí významné zvýšení distribuce suspendovaných částic, jednoho z důležitých znečišťovatelů. Výsledky také odhalily významný vztah mezi zhoršováním kvality ovzduší a trendem globálního oteplování vzduchu během období 2046-2065 (Tamjidi et al., 2023).

Wang et al. (2020a) prezentovali metodu založenou na makroskopickém fundamentálním diagramu a reálných dopravních datech k výpočtu emisí skleníkových plynů produkovaných vozidly. Tato metoda odráží jednak provozní podmínky, ale také emisní charakteristiky vozidel (Wang et al., 2020a).

Simenc (2016) konstatuje, že výpočet emisí skleníkových plynů vnitrozemské lodní dopravy je vzrůstající téma v hodnocení udržitelnosti dopravy a jejím monitorování. Autor zkoumal produkované emise skleníkových plynů pro vybrané cesty vnitrozemských plavidel, přičemž byly zvoleny a zvažovány tři kalkulátory: VNF Ecocalculator, Artemis a EcoTransIT. Odhadovací schopnosti a funkčnost emisních kalkulátorů byly komparativně analyzovány pomocí vzorového dopravního scénáře a sady deseti hodnotících kritérií, aby poskytly vhled do jejich odhadovacího chování a relevance pro rozhodování související s dopravním módem (Simenc, 2016).

1.2.2 Shrnutí systematické literární rešerše v tematické oblasti kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy a logistických činností

Výsledky systematické literární rešerše zaměřené na kalkulaci emisí skleníkových plynů z dopravy a logistických činností ukazují, že se jedná o velmi aktuální téma. Výzkum v této oblasti je však stále nedostatečný, což představuje významnou výzkumnou mezeru. V následujícím textu jsou sumarizovány hlavní závěry ze zpracované systematické literární rešerše.

V železniční nákladní dopravě byly identifikovány základní požadavky na kalkulaci emisí skleníkových plynů specificky upravené pro potřeby automobilového průmyslu. Dále byly analyzovány dostupné kalkulátory emisí, přičemž hlavním výsledkem byl návrh plně přizpůsobeného přístupu ke kalkulaci emisí. Tento přístup byl ověřen formou interpretační případové studie a očekává se, že podpoří logistické plánování a rozhodování. V silniční nákladní dopravě byly rovněž identifikovány požadavky na výpočet emisí pro automobilový průmysl. Analýza dostupných kalkulátorů vedla k návrhu rámce pro kalkulaci emisí, který byl následně aplikován a ověřen případovou studií.

Další výzkum se zaměřil na přepravu jachet, kde byly porovnávány emise skleníkových plynů při přepravě nákladní lodí a konvenční plavbě. Výsledky ukázaly vyšší externí náklady

při přepravě lodí. Tento výzkum má potenciální dopady na tvorbu politik v oblasti kontroly produkovaných emisí skleníkových plynů a udržitelného rozvoje lodního průmyslu. V leteckém logistickém řetězci byl sestaven model emisí, který zahrnoval jak letové, tak neletové segmenty, a zdůraznil význam zahrnutí emisí skleníkových plynů i z pozemních operací na letišti.

Výpočet uhlíkové stopy byl identifikován jako klíčový nástroj ke zvýšení transparentnosti ve výrobním řetězci, zejména pro logistická centra. Logistická centra však postrádají organizace, které by byly vnitřně motivovány k rozvoji přístupu k výpočtu emisí. V kontextu distribuce zásilek byl navržen strategický model pro výpočet emisí CO₂, který integruje dálkovou dopravu a poslední míli a zahrnuje klíčové prvky, jako jsou časová okna a hustota populace.

Další studie kombinovala mikroskopický simulační nástroj dopravy s emisním modelem, aby zkoumala vliv dopravních kongescí na spotřebu paliva. Výsledky ukázaly, že volný proud vozidel a dopravní kongesce vedly k rozdílům ve spotřebě paliva, přičemž systém start-stop vedl k významnému snížení spotřeby paliva. Jiný výzkum se zaměřil na odhad objemu produkovaných emisí silniční dopravou, přičemž hlavním cílem bylo zlepšit odhady emisí pro různé třídy vozidel.

Celkově tyto studie potvrzují, že problematika kalkulace emisí skleníkových plynů v dopravě a logistických činnostech je velmi aktuální a důležitá pro udržitelný rozvoj. Zároveň je zcela evidentní, že studie jsou zpracovávány napříč všemi dopravními módy, ale i za dopravní systém jako celek, stejně tak jako za různé části dodavatelsko-odběratelského řetězce, ale také komplexně za celý logistický řetězec. Nedostatek odborných vědeckých studií v této oblasti představuje výzkumnou mezeru, kterou je třeba dále zkoumat a vyplňovat.

1.3 Legislativní kontext zkoumané problematiky

Vzhledem ke skutečnosti, že zkoumanou problematiku významně ovlivňuje legislativní kontext, tak je v následujících pododdílech 1.3.1 a 1.3.2 uveden výčet zásadních legislativních nástrojů v oblasti změny klimatu, která je tematicky nadřazená zkoumané problematice. Pododíl 1.3.1 obsahuje výčet hlavních jednání zúčastněných stran na celosvětové úrovni v oblasti změny klimatu, respektive je možné konstatovat, že se jedná o makroskopický pohled na legislativní kontext. Pododíl 1.3.2 obsahuje výčet legislativy v oblasti změny klimatu na úrovni celostátní z pohledu České republiky, respektive je možné konstatovat, že se jedná o mezoskopický pohled na legislativní kontext zkoumané problematiky. Vzhledem k tématu habilitační práce není pozornost věnována mikroskopickému pohledu na legislativní kontext, který je v gesci územních samosprávných celků (obce a kraje).

1.3.1 Makroskopický pohled na legislativní kontext zkoumané problematiky

Tento pododdíl zahrnuje výčet hlavních jednání zúčastněných stran na celosvětové úrovni v oblasti změny klimatu, která je nadřazena zkoumané problematice (Evropská komise, 2024, Fakta o klimatu, 2024a)¹²:

- 1972 – ve Stockholmu se uskutečnila první mezinárodní konference věnovaná otázkám životního prostředí (Konference OSN o životním prostředí),
- 1979 – v Ženevě se konala globální konference o klimatu, což byla jedna z prvních mezinárodních a multidisciplinárních konferencí zaměřených na toto téma; vyústěním je této konference bylo vytvoření Globálního klimatického programu,
- 1987 – byl přijat Montrealský protokol¹³ omezující používání chemikálií, které poškozují ozonovou vrstvu,
- 1988 – byl ustaven Mezivládní panel pro změnu klimatu¹⁴ (IPCC, The Intergovernmental Panel on Climate Change), což je mezivládní a vědecký orgán zaměřený na rozvoj vědeckého poznání o změně klimatu,
- 1990 – IPCC publikoval první zprávu, kde jednoznačně konstatuje, že emise skleníkových plynů z lidské činnosti přispívají ke zvyšování koncentrace skleníkových plynů v atmosféře,
- 1992 – byla přijata Úmluva OSN o změně klimatu, konkrétně v sídle OSN v New Yorku přijaly státy Rámcovou úmluvu OSN o změně klimatu, kdy klíčovým cílem této úmluvy bylo snížit emise skleníkových plynů a vytvořit opatření k řešení změny klimatu,
- 1992 – v Rio de Janeiro proběhl Summit Země, kde státy podepsaly Úmluvu o změně klimatu,
- 1994 – vstoupila v platnost United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, Rámcová úmluva OSN o změně klimatu), což je mnohostranná úmluva o ochraně klimatického systému Země a omezení globálního oteplování, která byla v roce 1992 podepsána 154 státy,
- 1995 – v Berlíně proběhla první COP (Conference of the Parties, Konference zainteresovaných stran), kde státy souhlasily se skutečností, že Úmluva UNFCCC nebude stačit k tomu, aby byla přijata opatření proti změně klimatu a zároveň se domnívají, že pro snížení emisí skleníkových plynů je zapotřebí ambicióznější dohody, přičemž fakticky se jedná o první krok směrem ke Kjótskému protokolu,

¹² Zjednodušená vizualizace vývoje v oblasti mezinárodních klimatických dohod je součástí přílohy C.

¹³ Detailnější informace a kompletní text, viz zde: <https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol>.

¹⁴ Detailnější informace, viz zde: <https://www.ipcc.ch/>.

- 1997 – byl přijat Kjótský protokol¹⁵, což je první právně závazná globální dohoda o snižování emisí skleníkových plynů,
- 2001 – americký prezident Georg W. Bush odstoupil jménem USA od Kjótského protokolu (11. června 2001) a odůvodnil to skutečností, že závazky Kjótského protokolu zatěžují mnohem více průmyslové země oproti rozvojovým zemím,
- 2001 – v Marrakéši se uskutečnila COP 7, kde byla přijata dohoda a pravidla pro implementaci závazků podle Kjótského protokolu a dále byl zaveden mechanismus pro přenos technologií pro chudší země,
- 2005 – byl spuštěn Evropský systém obchodování s emisemi¹⁶ (ETS, Emissions Trading System), což je první a největší světový systém obchodování s emisemi a jeden z pilířů politiky EU v oblasti ochrany klimatu,
- 2005 – vstoupil v platnost Kjótský protokol,
- 2007 – IPCC zveřejnil čtvrtou zprávu o změně klimatu¹⁷, přičemž se jedná o nejkompexnější a nejpodrobnější zprávu o dopadech změn klimatu; vědci a zástupci vlád v něm píší, že není pochyb o tom, že klimatický systém se ohřívá, a dávají to do spojitosti s nárůstem emisí skleníkových plynů, které má na svědomí lidská činnost,
- 2010 – na základě dohody z Cancúnu byl vytvořen Zelený klimatický fond a byla přijata opatření na pomoc chudším zemím při dopadech změn klimatu,
- 2011 – proběhla COP 17 v Durbanu, kde se vlády poprvé zavázaly k přijetí globální dohody o klimatu do roku 2015,
- 2012 – proběhla COP 18 v Dohá, kde vznikla dohoda o přijetí nové globální dohody o klimatu do roku 2015, dále v dodatku ke Kjótskému protokolu státy zavedli ambicióznější cíle pro snižování emisí skleníkových plynů v období let 2012-2020,
- 2013 – proběhla COP 19 ve Varšavě, kde státy přijaly časový harmonogram v oblasti snižování emisí skleníkových plynů, dále byl vytvořen mechanismus pro řešení klimatických změn, které zasáhnou chudé rozvojové země a vznikla dohoda o finančních pobídkách pro opatření k řešení změn klimatu a větší transparentnost zpráv o emisích,
- 2014 – proběhla COP 20 v Limě, kde státy formulovaly své konkrétní, srozumitelné a transparentní závazky ke snížení emisí skleníkových plynů,

¹⁵ Detailnější informace a plný text, viz zde: https://unfccc.int/kyoto_protocol.

¹⁶ Detailnější informace, viz zde: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20170213STO62208/the-eu-emissions-trading-scheme-ets-and-its-reform-in-brief>.

¹⁷ Detailnější informace a plný text, viz zde: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>.

- 2014 – IPCC vydalo pátou hodnotící zprávu¹⁸, která poskytuje přehled o stavu vědeckého poznání v oblasti změny klimatu, zdůrazňuje nové výsledky a zmiňuje „zřejmý a rostoucí“ vliv člověka na klima, zároveň varuje, že pokud nebude pod kontrolou, změna klimatu zvýší pravděpodobnost závažného a nevratného dopadu na lidi stejně jako na ekosystémy,
- 2015 – byla podepsána Pařížská dohoda o klimatu¹⁹, což je první celosvětová a právně závazná dohoda o klimatu, cílem dohody je zastavit oteplování atmosféry pod dva stupně Celsia ve srovnání s předindustriální dobou, signatářské státy se zavazují snížit emise skleníkových plynů,
- 2016 – Evropský parlament dává souhlas s ratifikací Pařížské dohody ze strany EU (4. října 2016), Pařížská dohoda následně vstoupila v platnost 4. listopadu 2016,
- 2016 – se uskutečnila COP 22 v Marrakéši, kde se státy zavázaly k provádění Pařížské dohody,
- 2017 – americký prezident Donald Trump oznámil odstoupení USA od Pařížské dohody,
- 2017 – proběhla COP 23 v Bonu, kde byl zaznamenán pokrok při vytváření jasných pokynů pro provádění závazků podle Pařížské dohody o klimatu,
- 2018 – IPCC vydává svoji zvláštní zprávu²⁰, v rámci které zkoumal dopad nárůstu teploty o 1,5°C (nad úroveň teploty v době před industrializací) a dospěl k závěru, že emise skleníkových plynů budou muset být sníženy více, než vědci původně odhadovali,
- 2018 – proběhla COP 24 v Katovicích, která skončila se smíšenými výsledky, protože státy sice dojednaly způsob, jak zavést Pařížskou dohodu do praxe, ale hlavní problémy (tj. systém obchodování s emisními povolenkami a reakce na varování o zvyšování teploty) zůstaly nevyřešeny,
- 2019 – Evropský parlament symbolicky vyhlásil stav klimatické nouze²¹ (konkrétně dne 28. listopadu 2019), přičemž se jedná nejen o situaci v Evropě, ale i ve světě, poslanci Evropského parlamentu chtějí, aby Komise zajistila, že všechny příslušné legislativní a rozpočtové návrhy budou plně v souladu s cílem omezit globální oteplování na méně než 1,5°C,

¹⁸ Detailnější informace a plný text, viz zde: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>.

¹⁹ Detailnější informace a plný text, viz zde: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>.

²⁰ Detailnější informace a plný text, viz zde: <https://www.ipcc.ch/sr15/>.

²¹ Detailnější informace, viz zde: <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/press-room/20191121IPR67110/evropsky-parlament-vyhlasil-v-unii-klimatickou-nouzi>.

- 2019 – uskutečnila se COP 25 v Madridu, která skončila dohodou o zpřísnění snižování emisí, ostatní otázky týkající se globálního systému obchodování s emisními povolenkami a stanovení jasnějších a konkrétnějších cílů ve snižování emisí a v systému směřování nových financí do nejzranitelnějších zemí byly odloženy na příští konferenci COP v Glasgow,
- 2019 – konkrétně 11. prosince 2019 Evropská komise představila Zelenou dohodu pro Evropu (European Green Deal)²² prostřednictvím evropského klimatického zákona²³, výsledkem má být dosažení klimatické neutrality v Evropě do roku 2050, lídři států EU se během zasedání Evropské rady v Bruselu dohodli, že se EU stane do roku 2050 klimaticky neutrální,
- 2020 – Evropský parlament schválil svou pozici k jednání o evropském právním rámci pro klima a navrhl, aby byla EU a všechny členské státy klimaticky neutrální do roku 2050, zároveň byl stanoven ambicióznější cíl snížení emisí do roku 2030 na 60 %,
- 2021 – USA se opět připojují k Pařížské dohodě, konkrétně 19. února 2021, stalo se tak krátce poté, co Joe Biden složil přísahu jako prezident USA, a Spojené státy se opět staly smluvní stranou Pařížské dohody,
- 2021 – Evropský právní rámec pro klima vstoupil v platnost (29. července 2021), přičemž se jedná o první evropský klimatický zákon, který činí cíl dosažení klimatické neutrality do roku 2050 právně závazným, zároveň požaduje dosažení bilančně záporných hodnot emisí po roce 2050 a stanovuje střednědobý klimatický cíl snížení emisí skleníkových plynů o nejméně 55 % do roku 2030, v návaznosti na tento střednědobý cíl představila Evropská komise v témže roce balíček legislativních návrhů pod názvem Fit for 55²⁴, které mají k dosažení tohoto cíle přispět, balíček se zaměřuje na oblasti jako vyšší podíl obnovitelných zdrojů na spotřebě energie, energetická účinnost, obchodování s emisními povolenkami či upravuje pravidla pro využívání půdy a lesnictví²⁵,
- 2021 – proběhla COP 26 v Glasgow, kde se státy dohodly na: cíli klimatické neutrality, navýšení financování pro zranitelné rozvojové země, snížení peněz na nové projekty

²² Detailnější informace, viz zde: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cs.

²³ Detailnější informace a plný text, viz zde: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:52020PC0080>.

²⁴ Zjednodušená vizualizace Fit for 55 je součástí přílohy D.

²⁵ Přehled opatření Fit for 55 je součástí přílohy E.

využívající fosilní paliva, na druhé straně se však zúčastněné strany neshodly na společné odpovědi v otázce postupného ukončení používání uhlí,

- 2022 – uskutečnila se COP 27 v Šarm aš-Šajchu, kde se státy dohodly na vytvoření fondu na pomoc zranitelným zemím postiženým klimatickými katastrofami, na druhé straně navzdory pomalému pokroku v oblasti postupného vyřazování fosilních paliv a přibližování se k limitu 1,5°C stanovenému Pařížskou dohodou však nebyla dohodnuta žádná nová opatření,
- 2023 – na COP 28 v Dubaji bylo dosaženo pokroku v oblasti fosilních paliv, protože byl schválen plán přechodu od fosilních paliv, vyjednaváči se rovněž dohodli na závazcích ztrojnásobit kapacitu obnovitelných zdrojů energie a zdvojnásobit tempo zvyšování energetické účinnosti do roku 2030, kromě toho dosáhli pokroku v souvislosti s opatřeními na přizpůsobení se změně klimatu a financováním.

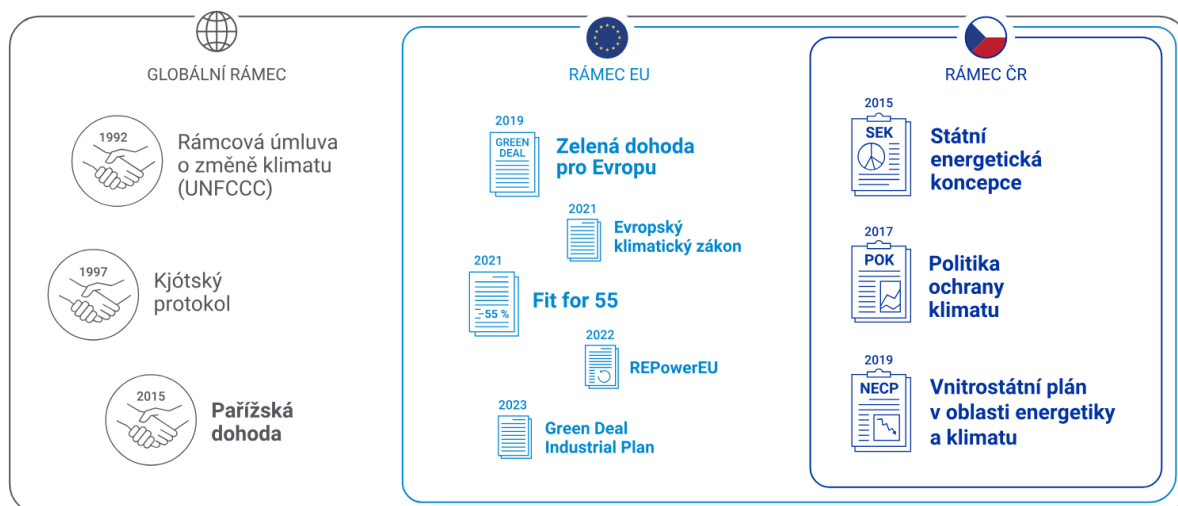
1.3.2 Mezoskopický pohled na legislativní kontext zkoumané problematiky

Tento pododdíl obsahuje výčet legislativy v oblasti změny klimatu na úrovni celostátní z pohledu České republiky (Ministerstvo životního prostředí, 2024):

- zákon č. 17/1992 Sb., v aktuálním znění, o životním prostředí,
- zákon č. 100/2001 Sb., v aktuálním znění, o posuzování vlivů na životní prostředí,
- zákon č. 25/2008 Sb., v aktuálním znění, o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů,
- zákon č. 76/2002 Sb., v aktuálním znění, o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci),
- zákon č. 167/2008 Sb., v aktuálním znění, o předcházení ekologické újmy a o její nápravě a o změně některých zákonů,
- zákon č. 114/1992 Sb., v aktuálním znění, o ochraně přírody a krajiny,
- zákon č. 243/2022 Sb., v aktuálním znění, o omezení dopadu vybraných plastových výrobků na životní prostředí,
- zákon č. 244/2002 Sb., v aktuálním znění, kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o omezení dopadu vybraných plastových výrobků na životní prostředí,
- zákon č. 201/2012 Sb., v aktuálním znění, o ochraně ovzduší,

- zákon č. 73/2012 Sb., v aktuálním znění, o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech,
- zákon č. 1/2020 Sb., v aktuálním znění, kterým se mění zákon č. 383/2012 Sb., v aktuálním znění, o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů,
- zákon č. 383/2012 Sb., v aktuálním znění, o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů.

Vzhledem ke skutečnosti, že Česká republika je členským státem EU, tak musí postupně transponovat do českého legislativního rámce schválený legislativní rámec EU, který velmi často vychází také z globálního rámce (viz obrázek č. 9).



Obrázek 9 Proces transpozice legislativy v oblasti ochrany klimatu (Fakta o klimatu, 2024c)

Na obrázku 9 jsou uvedeny významné legislativní nástroje z celosvětového pohledu (UNFCCC, Kjótský protokol a Pařížská dohoda). Následně je uveden legislativní rámec v úrovni EU a způsob transpozice legislativních nástrojů globálního rámce do Zelené dohody pro Evropu, Evropského klimatického zákona, Fit for 55, REPower EU a Green Deal Industrial Plan. Česká republika transponovala legislativní rámec EU v dokumentech: Státní energetická koncepce, Politika ochrany klimatu a Vnitrostátní plán v oblasti energetiky a klimatu, přičemž se jedná pouze o výčet těch legislativních nástrojů, které mají a budou mít zásadní dopady na zainteresované strany.

V Česku dle Fakta o klimatu (2024c) aktuálně probíhá revize tří klíčových dokumentů v oblasti klimatu a energetiky:

- Politiky ochrany klimatu,
- Vnitrostátního plánu v oblasti energetiky a klimatu,
- Státní energetické koncepce.

Revize těchto dokumentů dle zdroje vytyčí cestu České republiky k bezemisní ekonomice a společnosti v dalších letech. Všechny tři zmíněné dokumenty musí dle zdroje zahrnovat závazky vyplývající z mezinárodních úmluv a unijní legislativy. Zde je uveden přehled jednotlivých zásadních závazků České republiky ve vztahu k roku 2030²⁶, vyplývajících z legislativy EU (Fakta o klimatu, 2024c):

- snížení celkových emisí skleníkových plynů – podle návrhu aktualizace Politiky ochrany klimatu z jara 2024 deklaruje Česko závazek snížit do roku 2030 své emise o 55 % v porovnání s rokem 1990, což je totožný závazek, který si vytyčila i EU,
- snížení emisí v nejvíce znečišťujících sektorech – pro emise skleníkových plynů, které spadají pod systém obchodování s emisními povolenkami, je stanoven závazek pouze na úrovni celé EU: pokles o 62 % v roce 2030 v porovnání s rokem 2005, kdy systém začal fungovat, součástí EU ETS jsou nejvíce znečišťující odvětví ekonomiky – výroba energie, průmysl, letecká a námořní doprava, příspěvek ČR ke společnému cíli EU dosahoval k roku 2021 hodnoty 30 %,
- snížení emisí v budovách a silniční dopravě – od roku 2027 se systém obchodování s emisními povolenkami rozšíří na sektory budov a silniční dopravy a sektory malé energetiky a průmyslu, které nespádají pod stávající ETS systém, stejně jako u stávajícího EU ETS zde existuje pouze společný unijní cíl, a to snížit emise skleníkových plynů v těchto sektorech o 42 % do roku 2030 (v porovnání s rokem 2005), pokud jde o plnění ČR v těchto sektorech, rozdíl v roce 2021 (v porovnání s rokem 2005) činil -17 %, což není ani polovina z cíle EU,
- snížení emisí mimo EU ETS – pokles emisí skleníkových plynů, které nespádají pod sektory obsažené v EU ETS, upravuje Nařízení, které stanovuje konkrétní závazky pro EU i jednotlivé členské státy v sektorech budov, dopravy (mimo letectví), zemědělství, menších průmyslů a odpadového hospodářství, zatímco unijním závazkem je pokles o 40 %, Česko by mělo své emise v těchto sektorech snížit o 26 % do roku 2030 (v porovnání s rokem 2005), k roku 2021 klesly tyto emise pouze o 10 %,

²⁶ Přehledná grafická vizualizace závazků ČR pro rok 2030 je součástí přílohy F.

- zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě energie – podíl obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě energie si stanovuje Česká republika samostatně, zároveň by však měla přispívat ke společnému unijnímu cíli ve výši 42,5% podílu v roce 2030, aktuálně se předpokládá se stanovením cíle ve výši 30 %,
- zvýšení energetické účinnosti – stejně jako u podílu obnovitelných zdrojů si i v tomto případě stanovuje ČR závazek sama, prozatímní návrh obsahuje závazek snížit konečnou spotřebu energie na 846 petajoulů (235 TWh) v roce 2030, v roce 2021 dosahovala spotřeba v ČR hodnoty 1 064 petajoulů (295,6 TWh),
- zvýšení pohlcení skleníkových plynů v sektoru využití půdy a lesnictví – závazek v sektoru využití půdy, změn ve využití půdy a lesnictví upravuje, kolik emisí skleníkových plynů by mělo být v jednotlivých členských státech a celé EU v roce 2030 pohlcováno, pro ČR je stanoven ve výši 1,228 mil. tun CO_{2eq} ročně, v roce 2021 byl inkriminovaný sektor v ČR čistým emitentem skleníkových plynů, především kvůli kůrovcové kalamitě,
- snížení emisí u nových osobních automobilů a dodávek – od roku 2035 nebude možné na úrovni EU registrovat žádné osobní automobily ani dodávky, které vypouštějí emise CO₂, v ČR přitom v roce 2021 produkovaly nově registrované automobily 139 g CO₂/km, dodávky pak 217 g CO₂/km.

2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU ZKOUMANÉ PROBLEMATIKY

Tato kapitola se zabývá analýzou současného stavu v oblasti tématu zpracování habilitační práce. Oddíl 2.1 je věnován analýze emisí skleníkových plynů z dopravního sektoru, přičemž pozornost je věnována úrovni EU i úrovni České republiky. Oddíl 2.2 prezentuje výsledky analýzy nástrojů zelené logistiky, konkrétně emisních kalkulátorů, na podporu logistického plánování a rozhodování. V oddíle 2.3 je zpracováno shrnutí analýzy stávajícího stavu zkoumané problematiky habilitační práce.

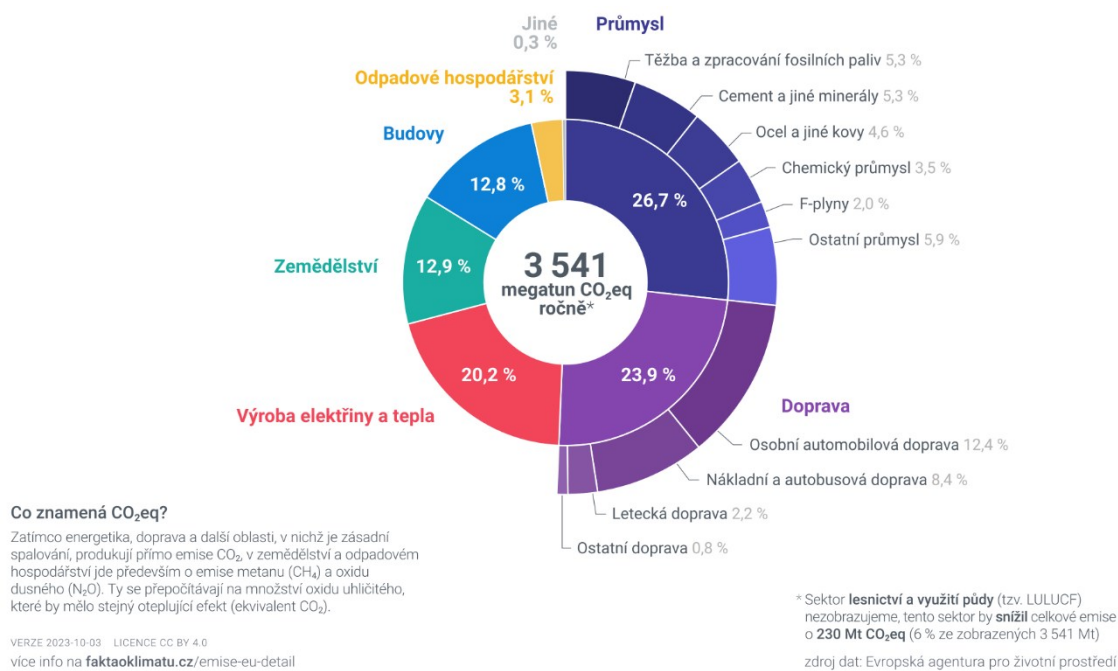
2.1 Emise skleníkových plynů z dopravy

Lidská činnost způsobuje emise skleníkových plynů, které zesilují v atmosféře skleníkový efekt, což vede k oteplování planety (Fakta o klimatu, 2024d). Mezi hlavní skleníkové plyny dle zdroje patří:

- oxid uhličitý (CO_2), který k oteplování přispívá přibližně ze 70 % (jeho koncentrace v atmosféře rostou především kvůli spalování fosilních paliv, ale například i kácení pralesů nebo výrobě oceli a cementu),
- metan (CH_4), který do atmosféry uniká hlavně při těžbě fosilních paliv a chovu dobytka,
- oxid dusný (N_2O), který vzniká zejména při používání umělých dusíkatých hnojiv,
- synteticky vyráběné fluorované plyny.

Fakta o klimatu (2024d) konstatují, že klíčem k zastavení klimatické změny je dosáhnout celosvětově tzv. klimatické neutrality, což je stav, kdy lidstvo už svou činností nebude přidávat do atmosféry žádné skleníkové plyny.

Obrázek č. 10 zobrazuje emise skleníkových plynů v EU podle sektorů. Celkové emise činily 3 541 megatun $\text{CO}_{2\text{eq}}$ ročně. Skleníkové plyny zahrnují nejen oxid uhličitý (CO_2), ale také jiné plyny s výrazným oteplovacím účinkem, jako je metan (CH_4) a oxid dusný (N_2O), které jsou převedeny na ekvivalent CO_2 ($\text{CO}_{2\text{eq}}$) pro snadnější srovnání jejich celkového dopadu na klimatické změny.



Obrázek 10 Emise skleníkových plynů v EU podle sektorů v roce 2021 (Fakta o klimatu, 2024d)

Obrázek č. 10 je rozdělen do několika hlavních kategorií, které přispívají k celkovým emisím skleníkových plynů. Nejvýznamnější kategorií je průmysl, který představuje 26,7 % celkových emisí. Tento sektor zahrnuje různé podsektory, z nichž každý má svůj specifický podíl. Těžba a zpracování fosilních paliv a výroba cementu a jiných minerálů přispívají shodně po 5,3 %. Následuje ocelářství a jiné kovové průmysly s 4,6 % a chemický průmysl s 3,5 %. F-plyny, které jsou často používány v chladicích zařízeních a dalších průmyslových aplikacích, přispívají 2,0 %. Ostatní průmyslové aktivity dohromady představují 5,9 %.

Druhým největším sektorem je doprava, která se podílí na celkových emisích 23,9 %. Výroba elektřiny a tepla představuje 20,2 % celkových emisí, což reflektuje závislost na fosilních palivech při produkci energie. Zemědělství a budovy mají téměř stejný podíl, a to 12,9 % respektive 12,8 %. Odpadové hospodářství, které zahrnuje zpracování a likvidaci odpadu, přispívá 3,1 %. Malý podíl, pouze 0,3 %, je přiřazen jiným aktivitám.

Sektor dopravy je druhým největším přispěvatelem k emisím skleníkových plynů v Evropské unii, s podílem 23,9 % na celkových emisích. Tento sektor je dále rozdělen na několik podkategorií, které poskytují podrobnější přehled o zdrojích emisí v dopravě.

Nejvýznamnějším zdrojem emisí v dopravě je osobní automobilová doprava, která přispívá 12,4 % k celkovým emisím. Tento podíl ukazuje na vysokou míru používání osobních vozidel v EU a jejich významný dopad na životní prostředí. Osobní automobily jsou primárně

poháněny benzínem a naftou, což přispívá k emisím CO₂ a dalších škodlivých látek. Řešení pro snížení emisí v této oblasti zahrnují přechod na elektromobily, zlepšení palivové účinnosti a podporu veřejné dopravy.

Nákladní a autobusová doprava představují 8,4 % celkových emisí skleníkových plynů. Nákladní vozidla jsou klíčová v logistice. Jejich vysoké emise jsou důsledkem dlouhých tras a těžkých nákladů, které vyžadují značné množství paliva. Autobusová doprava, která zahrnuje městské i meziměstské autobusy, také přispívá k emisím, i když v menší míře ve srovnání s nákladními vozidly. Zlepšení palivové účinnosti, využití alternativních paliv, jako je zemní plyn nebo biopaliva, a elektrifikace těchto vozidel mohou výrazně snížit jejich emise.

Letecká doprava přispívá 2,2 % k celkovým emisím skleníkových plynů. I když je tento podíl relativně malý, letecká doprava má specifický dopad na atmosféru, protože emise se uvolňují ve vyšších vrstvách atmosféry, kde mají silnější oteplovací efekt. Letecká doprava je také jedním z nejrychleji rostoucích sektorů, pokud jde o emise, vzhledem k rostoucímu počtu letů a zvyšující se dostupnosti letecké dopravy. Řešení pro snížení emisí zahrnují zlepšení účinnosti letadel, využití udržitelných leteckých paliv a rozvoj nových technologií, jako jsou elektrická letadla.

Ostatní formy dopravy přispívají 0,8 % k celkovým emisím. Tento podíl zahrnuje menší formy dopravy, jako jsou motocykly, mopedy, ale také lodní dopravu v rámci EU. I když tento podíl není vysoký, optimalizace těchto forem dopravy, jako je využívání čistějších paliv a zlepšení účinnosti, může přispět k celkovému snížení emisí.

Celkově obrázek 10 ilustruje rozmanitost zdrojů emisí skleníkových plynů v Evropské unii a zdůrazňuje význam různých sektorů. Průmysl, doprava, výroba elektřiny a tepla, zemědělství a budovy jsou hlavními přispěvateli, každý s unikátními výzvami a možnostmi pro snížení emisí. Detailní analýza sektoru dopravy ukazuje na významné příležitosti pro zlepšení a inovace, které mohou mít významný dopad na celkové emise skleníkových plynů v Evropské unii.

Obrázek č. 11 prezentuje emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů za rok 2021. Celkové emise činily 119,41 megatun CO_{2eq} ročně. Skleníkové plyny zahrnují oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), oxid dusný (N₂O) a další plyny, které jsou převedeny na ekvivalent CO₂ (CO_{2eq}) pro srovnání jejich potenciálu ve vztahu ke globálnímu oteplování.



Obrázek 11 Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů v roce 2021 (Fakta o klimatu, 2024d)

Největším přispěvatelem je sektor výroby elektřiny a tepla, který představuje 32,9 % celkových emisí. Tento sektor je dále rozdělen na jednotlivé elektrárny a teplárny, z nichž nejvýznamnější přispěvatelé jsou teplárny s podílem 8,1 %, Elektrárna Počeradý s 3,7 % a Elektrárna Ledvice s 3,2 %. Elektrárna Pruněřov přispívá 2,9 %, Elektrárna Tušimice 2,8 % a Elektrárna Chvaletice 2,8 %. Ostatní elektrárny dohromady přispívají 9,3 %.

Druhým největším sektorem je průmysl, který se podílí na celkových emisích 28,0 %. Tento sektor zahrnuje různé průmyslové činnosti, z nichž nejvýznamnější jsou ocelářství a výroba jiných kovů s podílem 7,4 %, cement a jiné minerály s 5,1 %, a těžba a zpracování fosilních paliv s 3,7 %. Ostatní průmyslové aktivity dohromady představují 11,7 % celkových emisí.

Sektor dopravy přispívá 16,1 % k celkovým emisím skleníkových plynů. Tento sektor je dále rozdělen na osobní automobilovou dopravu s podílem 9,4 %, nákladní a autobusovou dopravu s 6,2 %, leteckou dopravu s 0,3 % a ostatní formy dopravy s 0,3 %.

Budovy představují 9,7 % celkových emisí, což zahrnuje emise z vytápění a chlazení budov. Zemědělství přispívá 7,6 %, což zahrnuje emise metanu a oxidu dusného z chovu hospodářských zvířat a používání hnojiv. Odpadové hospodářství představuje 4,8 % celkových emisí, což zahrnuje emise z odpadních skládek a spaloven odpadu. Malý podíl, pouze 0,9 %, je přiřazen jiným aktivitám.

Sektor dopravy je třetím největším přispěvatelem k emisím skleníkových plynů v České republice, s podílem 16,1 % na celkových emisích. Tento sektor je rozdělen na několik podkategorií, které poskytují podrobnější přehled o zdrojích emisí v dopravě.

Nejvýznamnějším zdrojem emisí v dopravě je osobní automobilová doprava, která přispívá 9,4 % k celkovým emisím. Tento podíl ukazuje na vysokou míru používání osobních vozidel v České republice a jejich významný dopad na životní prostředí. Osobní automobily jsou primárně poháněny benzínem a naftou, což přispívá k emisím CO₂ a dalším škodlivým látkám. Řešení pro snížení emisí v této oblasti zahrnují přechod na elektromobily, zlepšení palivové účinnosti a podporu veřejné hromadné dopravy a sdílené dopravy.

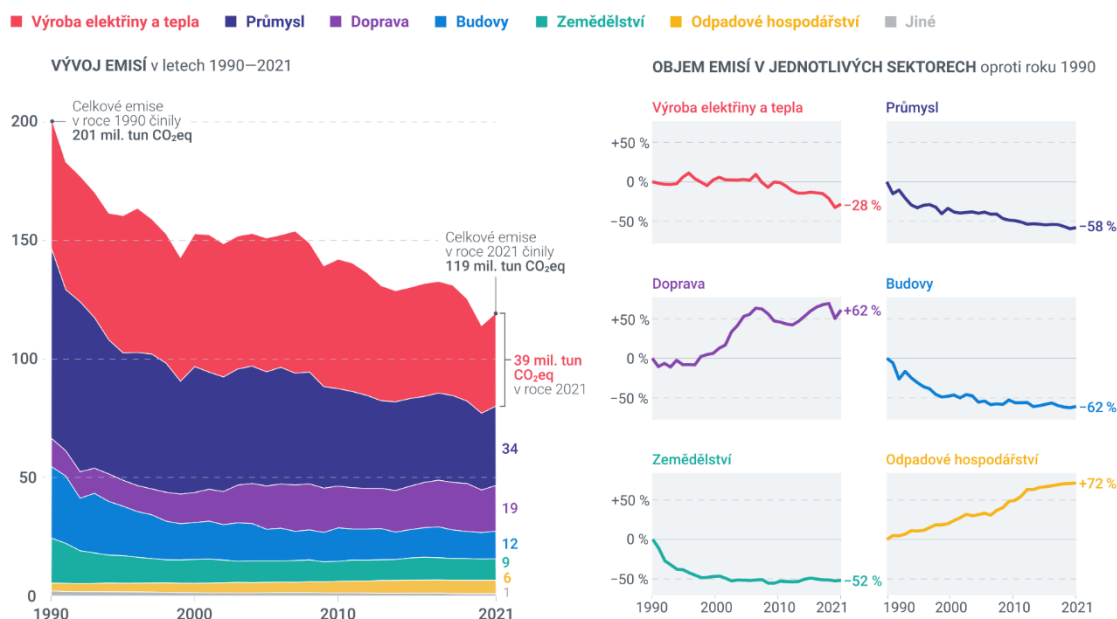
Nákladní a autobusová doprava představují 6,2 % celkových emisí skleníkových plynů. Nákladní vozidla jsou klíčová v zajištění logistických činností. Jejich vysoké emise jsou důsledkem dlouhých tras a těžkých nákladů, které vyžadují značné množství paliva. Autobusová doprava, která zahrnuje městské i meziměstské autobusy, také přispívá k emisím, i když v menší míře ve srovnání s nákladními vozidly. Zlepšení palivové účinnosti, využití alternativních paliv, jako je zemní plyn nebo biopaliva, a elektrifikace těchto vozidel mohou výrazně snížit jejich emise.

Letecká doprava přispívá 0,3 % k celkovým emisím skleníkových plynů. I když je tento podíl relativně malý, letecká doprava má specifický dopad na atmosféru, protože emise se uvolňují ve vyšších vrstvách atmosféry, kde mají silnější oteplovací efekt. Letecká doprava je také jedním z nejrychleji rostoucích sektorů, pokud jde o emise, vzhledem k rostoucímu počtu letů a zvyšující se dostupnosti letecké dopravy. Řešení pro snížení emisí zahrnují zlepšení účinnosti letadel, využití udržitelných leteckých paliv a rozvoj nových technologií, jako jsou elektrická letadla.

Ostatní formy dopravy přispívají 0,3 % k celkovým emisím. Tento podíl zahrnuje menší formy dopravy, jako jsou motocykly, mopedy, ale také lodní dopravu v rámci České republiky. I když tento podíl není vysoký, optimalizace těchto forem dopravy, jako je využívání čistějších paliv a zlepšení účinnosti, může přispět k celkovému snížení emisí.

Celkově lze konstatovat, že existuje vysoká rozmanitost zdrojů emisí skleníkových plynů v České republice. Výroba elektřiny a tepla, průmysl a doprava jsou hlavními přispěvateli, každý s unikátními výzvami a možnostmi pro snížení emisí. Detailní analýza sektoru dopravy ukazuje na významné příležitosti pro zlepšení a inovace, které mohou mít významný dopad na celkové emise skleníkových plynů v České republice.

Obrázek č. 12 se zabývá vizualizací vývoje emisí skleníkových plynů v České republice v letech 1990-2021 s členěním dle sektorů.



Obrázek 12 Emise skleníkových plynů v ČR v letech 1990–2021 (Fakta o klimatu, 2024d)

Obrázek č. 12 znázorňuje vývoj emisí skleníkových plynů v České republice v letech 1990 až 2021. Celkové emise byly v roce 1990 na úrovni 201 milionů tun CO_{2eq}, zatímco v roce 2021 dosáhly 119 milionů tun CO_{2eq}, což představuje pokles o 82 milionů tun CO_{2eq} za období více než třiceti let. Významný pokles emisí v 90. letech lze přičíst zejména opouštění těžkého průmyslu, což bylo charakteristické pro transformaci české ekonomiky po pádu komunistického režimu.

Výroba elektřiny a tepla, reprezentovaná červenou barvou, byla v roce 1990 dominantním zdrojem emisí, s podílem 39 milionů tun CO_{2eq} v roce 2021. Tento sektor však zaznamenal pokles o 28 % ve srovnání s rokem 1990, což je pozitivní vývoj, i když stále představuje značnou část celkových emisí.

Průmysl, označený tmavě modrou barvou, rovněž zaznamenal významný pokles emisí o 58 %. Tento pokles je spojen s modernizací a restrukturalizací průmyslu, zaváděním nových technologií a zvýšením energetické účinnosti. I přes tento pokles zůstává průmysl významným zdrojem emisí.

Doprava, zobrazená fialovou barvou, vykazuje naopak nárůst emisí o 62 % od roku 1990. Tento nárůst je spojen s rostoucí mobilitou obyvatelstva, zvýšeným objemem dopravy a rostoucím počtem vozidel na silnicích. Doprava se tak stala jedním z klíčových sektorů, kde je nutné implementovat opatření pro snížení emisí.

Budovy, znázorněné světle modrou barvou, také zaznamenaly významný pokles emisí o 62 %. Tento pokles je výsledkem zlepšení energetické účinnosti budov, zateplování

a modernizace vytápěcích systémů. I přes tento pokles je však stále prostor pro další zlepšení v tomto sektoru.

Zemědělství, reprezentované zelenou barvou, zaznamenalo pokles emisí o 52 %. Tento pokles je spojen se změnami ve struktuře zemědělské produkce a zvýšením účinnosti hospodaření. Přestože zemědělství nepatří mezi největší zdroje emisí, stále je důležité pokračovat ve snižování emisí v tomto sektoru.

Odpadové hospodářství, zobrazené oranžovou barvou, naopak vykazuje nárůst emisí o 72 %. Tento nárůst může být spojen se zvýšeným množstvím odpadu a změnami ve způsobu jeho zpracování a likvidace. Sektor odpadového hospodářství tedy představuje oblast, kde je nutné zaměřit se na snížení emisí prostřednictvím lepšího řízení odpadů a recyklace.

Jiné sektory, označené šedou barvou, představují malý podíl na celkových emisích a zaznamenaly mírný pokles. Tento pokles je výsledkem celkových změn v ekonomice a přechodu na čistší technologie.

Sektor dopravy je jedním z mála sektorů, který zaznamenal nárůst emisí od roku 1990, konkrétně o 62 %. Tento nárůst odráží významné změny v životním stylu a ekonomice České republiky, včetně zvýšené mobility obyvatel, růstu osobní automobilové dopravy a zvýšeného objemu nákladní dopravy. Významný podíl na těchto emisích má osobní automobilová doprava, která je zodpovědná za značnou část emisí CO₂.

Nárůst emisí v dopravě lze přičíst několika faktorům. Prvním z nich je rostoucí počet vozidel na silnicích. Počet automobilů v České republice se výrazně zvýšil od roku 1990, což vedlo k nárůstu spotřeby fosilních paliv a následně emisí CO₂. Druhým faktorem je zvýšený objem nákladní dopravy, která je klíčová pro ekonomiku, ale také výrazně přispívá k emisím skleníkových plynů. Třetím faktorem je zvyšující se objem leteckých přeprav, i když jejich podíl na celkových emisích je relativně malý, mají specifický dopad na atmosféru.

Řešení pro snížení emisí v dopravním sektoru jsou mnohostranná a zahrnují technická, ekonomická a politická opatření. Jedním z klíčových řešení je přechod na elektromobilitu. Elektromobily, které využívají elektrickou energii místo fosilních paliv, mohou výrazně snížit emise CO_{2eq}, zvláště pokud je elektrická energie vyráběna z obnovitelných zdrojů. Podpora výstavby infrastruktury pro nabíjení elektromobilů je proto nezbytná pro usnadnění tohoto přechodu. Dalším důležitým opatřením je zvýšení energetické účinnosti vozidel. Moderní automobily jsou vybaveny technologiemi, které zvyšují palivovou účinnost a snižují emise škodlivých látek. Podpora výzkumu a vývoje nových technologií, jako jsou hybridní vozidla a vodíkové pohony, může také přispět ke snížení emisí.

Veřejná doprava je další klíčovou oblastí pro snižování emisí. Investice do modernizace a rozšíření veřejné dopravy, jako jsou autobusy a vlaky, mohou snížit počet osobních vozidel na silnicích a tím i emise. Zavádění nízkoemisních zón ve městech a podpora cyklistiky a chůze jako alternativních způsobů dopravy může rovněž přispět ke snížení emisí.

V oblasti nákladní dopravy je klíčové zlepšení logistických procesů a podpora využívání železniční a vodní dopravy, které jsou méně emisně náročné než silniční doprava. Elektrifikace nákladní dopravy a využívání alternativních paliv, jako je zemní plyn a biopaliva, mohou rovněž výrazně snížit emise.

2.1.1 Emise skleníkových plynů v kontextu silniční nákladní dopravy

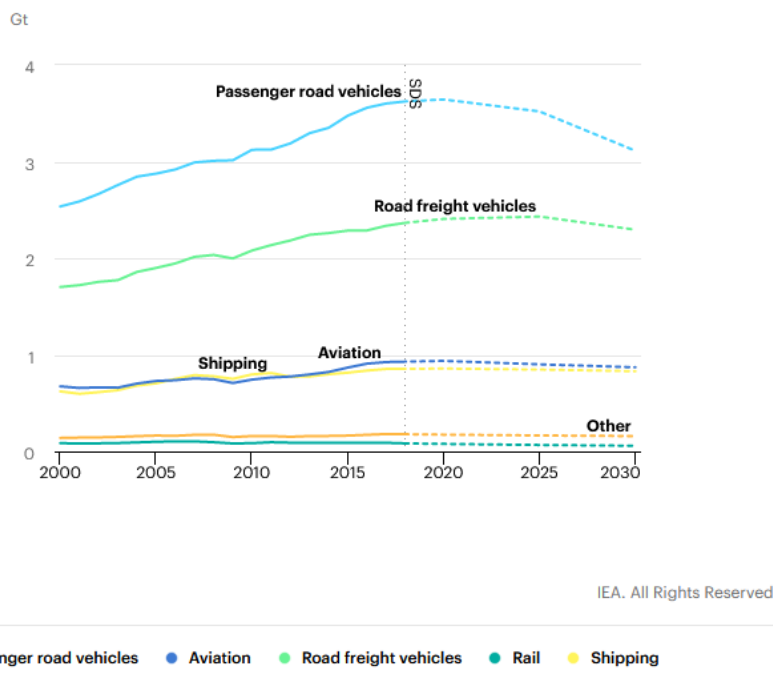
V důsledku globálního oteplování je stále více pozornosti věnováno jedné z jeho příčin, a to neustálému nárůstu emisí skleníkových plynů v důsledku různých lidských činností (Cichosz a Pluta-Zaremba, 2019). Dopravní sektor je druhým nejdůležitějším sektorem, který přispívá k produkci emisí CO₂ na celém světě (Georgatzi et al., 2020). Je odpovědný za více než 30 % celkové spotřeby energie v členských zemích EEA (European Environment Agency, Evropská agentura pro životní prostředí) (Solaymani, 2019).

Podle IEA (International Energy Agency, Mezinárodní energetická agentura) (2021a) vzrostly globální emise z dopravy v roce 2019 o méně než 0,5 % (ve srovnání s 1,9 % ročně od roku 2000) díky zlepšení účinnosti, elektrifikaci a většímu využívání biopaliv (viz obrázek 14). Doprava je však stále zodpovědná za 24 % přímých emisí CO₂ ze spalování paliv (IEA, 2021a). Co se týče druhů dopravy, silniční vozidla představují téměř 75 % globálních emisí z dopravy (World Resources Institute, 2021) a emise z letecké a lodní dopravy nadále rostou, přičemž větší důraz na mezinárodní politiku se soustředí na tyto obtížně redukovatelné subsektory z pohledu emisí skleníkových plynů (IEA, 2021a).

Automobilový průmysl je dlouhodobě nejdůležitějším sektorem ekonomiky v České republice, ale také v Evropské unii. V České republice tvoří přibližně 10 % hrubého domácího produktu (HDP) (AutoSAP, 2021). Mnoho globálních a domácích dodavatelů je spojeno s automobilovým průmyslem. Dodavatelé zapojení do výrobního řetězce automobilového průmyslu v České republice se podílejí 23 % na průmyslové produkci České republiky (AutoSAP, 2021). S automobilovým průmyslem jsou spojeny velké materiálové toky (například komponenty), což implikuje velké objemy přepravních výkonů, a to vytváří nezanedbatelné objemy emisí skleníkových plynů.

Nízkoemisní logistika se stala očekávaným a žádoucím cílem ve všech oblastech dopravy, zejména v EU (Inkinen a Hämmäläinen, 2020), která je již na dobré cestě k dosažení

svého cíle snížení emisí skleníkových plynů do roku 2030 (EU Climate Action, 2021). Silniční doprava je jedním z hlavních zdrojů znečišťujících látek v ovzduší (Marinello et al., 2020). Emise z nákladní silniční dopravy nadále rostou (IEA, 2021a), což je ilustrováno na obrázku 13. Od roku 2019 míra růstu emisí skleníkových plynů nadále klesá s prognózou, že emise skleníkových plynů z dopravy v blízké budoucnosti poklesnou.



Obrázek 13 Emise CO₂ v dopravním sektoru podle dopravního módu a scénáře udržitelného rozvoje na roky 2000–2030 (IEA, 2021b)

Matthias et al. (2020) se zaměřují na modelování emisí skleníkových plynů ze silniční dopravy v Německu do roku 2040 pro dosažení udržitelného rozvoje dopravy. Craglia a Cullen (2020) se zabývají modelováním emisí skleníkových plynů z dopravy ve Velké Británii, protože každý stát musí zajistit udržitelnost dopravy. Například Polsko musí čelit nevyhnutelnému přechodu na obnovitelné zdroje energie, což sníží spotřebu fosilních paliv a následně i emise skleníkových plynů ze silniční dopravy (Bebkiewicz et al., 2020).

Rámec pro kalkulaci emisí skleníkových plynů v kontextu silniční nákladní dopravy by měl identifikovat vztah mezi finančním aspektem a úrovní generovaných emisí skleníkových plynů (Mubarak a Zainal, 2018). Důležité vstupy uživatele pro výpočet emisí skleníkových plynů jsou typ vozidla, emisní norma, hmotnost nákladu a přepravní vzdálenost. Delší přepravní vzdálenosti vedou ke zvýšení objemu produkovaných emisí skleníkových plynů vozidel na přepravních trasách, což má za následek větší uhlíkovou stopu (Elhedhli a Merrick, 2012). Snížení emisí skleníkových plynů z nákladní dopravy lze také dosáhnout sdružováním

dodavatelských řetězců (Pan et al., 2013). Kalkulátory emisí skleníkových plynů jsou důležitými nástroji pro odhad emisí skleníkových plynů a poskytování informací, které mohou vést ke změnám v chování zainteresovaných stran a nastavené politice (Padgett et al., 2008, Weigel et al., 2010).

2.1.2 Emise skleníkových plynů v kontextu železniční nákladní dopravy

V posledních několika desetiletích se globální oteplování stalo závažným problémem, který vyžaduje reakci za účelem snížení emisí CO₂ ve všech sektorech (Rungskunroch et al., 2021). Existuje řada studií a důvodů k analýze přímých vztahů mezi zdroji emisí, koncentracemi znečišťujících látek v ovzduší a zdravotními důsledky, např. Lee et al. (2009). Vedle Spojených států amerických je Čína druhým největším zdrojem emisí CO₂ na světě (Wang et al., 2011). Organický uhlík je jednou z hlavních složek PM_{2,5} (suspendované částice ≤ 2,5 μm) a významná část organického uhlíku pochází z tvorby sekundárních organických aerosolů; výsledky studií naznačují, že antropogenní původ sekundárního organického uhlíku je dominantní (Lee et al., 2010). Epidemiologické studie naznačují, že okolní částice mají významné asociace s nepříznivými účinky na respirační a kardiovaskulární zdraví (Lee a Russell, 2007). Lee et al. (2008) dodávají, že je důležité porozumět, které zdroje emisí přispívají ke zvýšeným denním úrovním PM_{2,5}, aby bylo možné vyvinout efektivní strategie jejich kontroly. Jedním z přístupů k řešení tohoto problému je použití zelených energií a snížení emisí CO₂ ve všech sektorech (Rungskunroch et al., 2021). Na druhé straně je třeba také uvést, že rozsáhlé lesní požáry, včetně řízeného vypalování, spalování zemědělského odpadu a domácího spalování biopaliv jsou důležitými zdroji primárních znečišťujících látek a prekurzorů sekundárních znečišťujících látek (Jung et al., 2016, Lee et al., 2005, Jung et al., 2014, Balachandran et al., 2013). S rostoucí životní úrovní lidí se dramaticky zvyšuje spotřeba energie v sektoru dopravy a v mnoha oblastech se environmentální problémy a zdravotní účinky způsobené sektorem dopravy stávají stále vážnějšími (Liu et al., 2018). Sektor dopravy je druhým největším přispěvatelem emisí CO₂ na světě (Georgatzi et al., 2020). Sektor dopravy emitoval více než čtvrtinu celosvětových emisí CO₂ (Rungskunroch et al., 2021). Předpokládá se, že emise CO₂ ze sektoru dopravy rostou rychleji než celkové emise CO₂ (Saboori et al., 2014). Nákladní doprava je důležitým zdrojem spotřeby energie a emisí skleníkových plynů (Hao et al., 2015, Li et al., 2019).

Odvětví automotive je dlouhodobě nejdůležitějším odvětvím tuzemské ekonomiky, ale také celé EU. Sektor dopravy přispívá asi 10 % HDP v České republice (AutoSAP, 2021). Mnoho domácích i globálních dodavatelů je propojeno s odvětvím automotive. Dodavatelé,

účastníci se automobilového výrobního řetězce v České republice, tvoří 23 % průmyslové produkce České republiky (AutoSAP, 2021). Mnoho materiálových toků je propojeno s odvětvím automobilového průmyslu (např. materiály, karoserie, kontejnery, hotová auta), což znamená velký objem přepravních výkonů, která produkuje emise skleníkových plynů. Nízkoemisní logistika se stala preferovaným cílem ve všech dopravních módech, zejména v EU (Inkinen a Hämäläinen, 2020, Matusiewicz, 2019). EU předložila plán na další snížení emisí o alespoň 55 % do roku 2030 (EU Climate Action and the European Green Deal, 2021, Nikas et al., 2021, Egli a Stunzi, 2019). Chen et al. (2020) analyzovali spotřebu energie a emise uhlíku silniční a železniční dopravy v Číně a modelovali scénáře spotřeby energie a emisí uhlíku tohoto sektoru do roku 2025. Wang et al. (2020) studovali snížení emisí v sektoru dopravy, diskutovali současné trendy mezi nákladní železniční, silniční a vodní nákladní dopravou, identifikovali potenciál dekarbonizace pro sektor dopravy a předpověděli emise z dopravy za různých scénářů. Feng et al. (2016) definovali koncept snížení emisí uhlíku pro studium cen železniční nákladní dopravy a představili model maximalizace rozsahu železniční nákladní dopravy založený na zavedené nízkouhlíkové ekonomice. Kaewunruen et al. (2019) zmínili důležitost vývoje efektivního a proveditelného přístupu k obnově a recyklaci vyřazených vozů. Krezo et al. (2016) zjistili, že prodloužení životnosti železniční infrastruktury prostřednictvím údržby je výhodné z hlediska snižování emisí CO_{2e}. Dále Krezo et al. (2018) zkoumali dopad CO₂ při obnově železničních tratí. Kaewunruen et al. (2020) posuzovali potenciál globálního oteplování v důsledku výstavby a údržby železničních tunelů.

Skrúcaný et al. (2018) porovnali spotřeby energie a produkci emisí skleníkových plynů tří způsobů dopravy (silniční, železniční a vodní) podle současné legislativy – EN 16258. Další možností je použití metody posuzování životního cyklu (LCA) a metody analýzy nákladů životního cyklu (LCC) (Kaewunruen, 2020). Tyto metody shrnují spotřebu energie, emise skleníkových plynů a náklady z pohledu celého životního cyklu během fáze vývoje, fáze výroby, fáze provozu a údržby a fáze likvidace (Kaewunruen, 2020). V některých případech autoři popisují pouze tyto fáze: výstavba, provoz, údržba a demontáž nebo demolice (Kaewunruen, 2020). Autoři se však na rozdíl od metody LCA zaměřili pouze na monitorování spotřeby energie a související produkci emisí skleníkových plynů, což pokrývá celý proces od výroby elektřiny nebo paliva, přes dodávku na vhodné dopravní prostředky prostřednictvím distribuční sítě až po spotřebu spojenou s provozem dopravních prostředků (přístup WtW) (Eriksson a Nielsen, 2014). Snížení emisí skleníkových plynů z nákladní dopravy lze dosáhnout například sdílením dodavatelského řetězce (Pan et al., 2013). Sdílení logistických činností v dodavatelském řetězci spočívá v tom, že několik nezávislých společností sdílí logistické

činnosti a může to být iniciováno z environmentálních důvodů za účelem optimalizace dopravy a snížení emisí skleníkových plynů těchto společností (Rouquet a Vauché, 2015, Senkel et al., 2013). Lee et al. (2014) uvedli, že je důležité přesně odhadnout emise skleníkových plynů, aby je bylo možné snížit a zmírnit změnu klimatu. Kalkulátory emisí skleníkových plynů jsou užitečné nástroje pro odhadování emisí skleníkových plynů a pro poskytování informací, které mohou pomoci při vývoji změn chování zainteresovaných stran a nastavování politik (Padgett et al., 2008, Weigel et al., 2010).

2.2 Analýza nástrojů zelené logistiky (emisní kalkulátory) na podporu logistického plánování a rozhodování

Tento pododdíl je zaměřen na analýzu nástrojů zelené logistiky, konkrétně emisních kalkulátorů, na podporu logistického plánování a rozhodování²⁷.

Doprava je jedním z klíčových faktorů rozvoje každé moderní společnosti. Není sama o sobě cílem, ale prostředkem hospodářského rozvoje a předpokladem pro dosažení sociální a regionální soudržnosti. Doprava hraje důležitou roli v sociálním a ekonomickém rozvoji státu. V souvislosti s životním prostředím je však zdrojem emisí, hluku, vibrací a způsobuje zdravotní a bezpečnostní rizika, díky dopravě dochází také k rozsáhlému využívání půdy (Petro a Konečný, 2017). Negativní dopady dopravy na životní prostředí jsou podmíněny rostoucími požadavky společnosti na dopravu v souvislosti s globalizačním procesem, což se odráží i v požadavcích na dopravní infrastrukturu. Doprava tak má negativní dopady na životní prostředí ze dvou základních důvodů: výstavba dopravní infrastruktury a škodlivé účinky provozu (Petro a Konečný, 2017, Danish et al., 2018). Dopravní sektor ovlivňuje všechny aspekty lidského života, výzkum, vzdělávání, obchod, zábavu, výrobu, obranu a kulturu (Danish et al., 2018).

Udržitelný rozvoj je důležitým faktorem rozvoje jednotlivých ekonomik. Litman (2008) uvádí, že koncept udržitelného rozvoje je postaven na třech pilířích – ekonomickém, environmentálním a sociálním. Současným trendem je zvyšování účinnosti dopravy při současném odstraňování jejích negativních dopadů. Produkce skleníkových plynů, zejména oxidu uhličitého, je nejvíce diskutovanou otázkou, která patří do environmentálního pilíře. Jak uvádí Evropská rada ministrů dopravy (2004), udržitelný rozvoj dopravy nabývá na významu v kontextu současných dopravních problémů, jako jsou: nerovnoměrný rozvoj jednotlivých

²⁷ Tento pododdíl vychází mimo jiné z následujícího odborného článku, jehož hlavním autorem je autor habilitační práce: CHOCHOLÁČ, J., HYRŠLOVÁ, J., KUČERA, T., MACHALÍK, S., HRUŠKA, R. Freight transport emissions calculators as a tool of sustainable logistic planning. *Komunikácie: Communications (Scientific Letters of the University of Žilina)*, 2019, roč. 21, č. 4, s. 43-50., který je indexován v mezinárodně uznávané databázi Scopus. Výsledky analýzy byly aktualizovány k datu zpracování habilitační práce.

druhů dopravy, přetížení – jako důsledek nerovnováhy mezi druhy dopravy a s tím spojená úzká hrdla v dopravní infrastruktuře, škodlivé účinky na životní prostředí a veřejné zdraví, vážné následky dopravních nehod.

Silniční doprava hraje důležitou roli ve spotřebě energie a produkci emisí skleníkových plynů ve světě (Peng et al., 2018, OECD, 2015, 2016). Emise skleníkových plynů jsou globálním problémem (Llano et al., 2018, Yoon et al., 2018). Klimatické změny lze přičíst antropogenním emisím, u kterých se očekává, že v budoucnu dále porostou (Stocker et al., 2013, Hendricks et al., 2018). V tomto smyslu emise z dopravních subsektorů (pozemní doprava, lodní doprava a letectví) významně přispívají k tomuto efektu (Hendricks et al., 2018, Fuglestvedt et al., 2008, Eyring et al., 2010, Lee et al., 2010, Sausen, 2010, Uherek et al., 2010, Sausen et al., 2012). V případě silničních vozidel jsou celkové emise z dopravy jedním z hlavních přispěvatelů (Singh et al., 2014a, Gurjar et al., 2016, Singh et al., 2014b, Guttikunda et al., 2013).

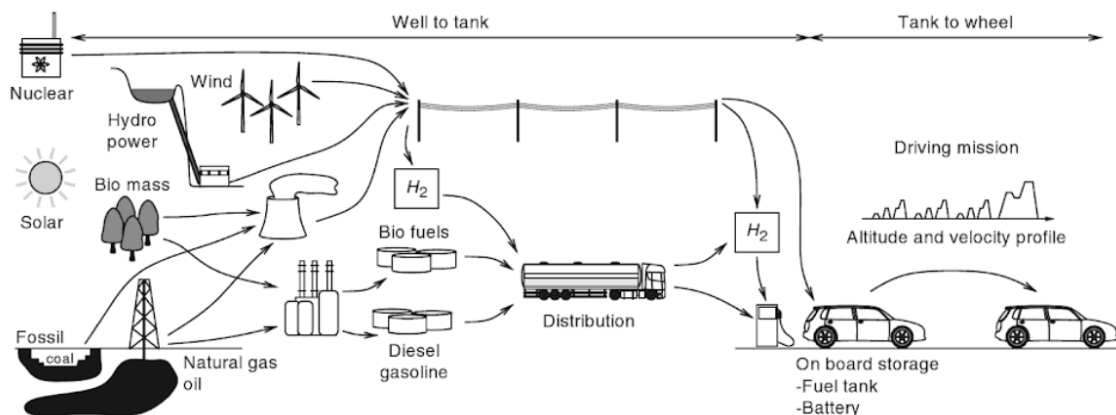
Je dobře známo, že spotřeba energie ve společnosti a emise znečišťujících látek z dopravy jsou ovlivněny nejen technickou a technologickou efektivitou, obsahem uhlíku a znečišťujících látek v energetickém sektoru, ale také životním stylem a sociokulturními faktory (Brand et al., 2019, Yang et al., 2009). Zlepšení životní úrovně lidí výrazně zvýší spotřebu energie v dopravním sektoru. V mnoha oblastech vážně narůstají environmentální a zdravotní dopady způsobené dopravním sektorem (Liu et al., 2018). Světové ekonomické fórum (World Economic Forum, 2009) vypočítalo, že dopravní a logistický sektor byl zodpovědný za 5,5 % celkových emisí z lidské činnosti, což představuje přibližně 2 800 megatun ročně. V roce 2015 se dopravní sektor podílel přibližně 24 % na celosvětových emisích CO₂ ze spalování paliv (IEA, 2017). Abbasi a Nilsson (2016), Mubarak a Zainal (2018) diskutují o několika negativních dopadech logistických aktivit, jako je vizuální znečištění, přetížení dopravního systému, hluk, vibrace, zranění a nehody.

S touto problematikou úzce souvisí i problematika městské (city) logistiky, která je v současné době řešena v mnoha výzkumných oblastech. Nové výzvy a příležitosti městské logistiky využívají nové zdroje informací s cílem zajistit udržitelné systémy především pro městskou nákladní dopravu (Taniguchi et al., 2015). Pouze inteligentní městská logistika může významně přispět k její udržitelnosti. Mnoho výzev pro města vyplývá z komplexního vymezení udržitelného systému nákladní dopravy. Musí také zajistit přístup ke všem dopravním módům nákladní dopravy, zatímco snižuje emise znečišťujících látek a hluk a zároveň zachovává ekonomickou efektivitu tohoto typu podnikání (Oskarbski a Kaszubowski, 2018, Behrends et al., 2008).

Snížení emisí skleníkových plynů, mezi které patří i oxid uhličitý, je hlavním environmentálním cílem většiny vlád v rozvinutém světě (Wadud a Chintakayla, 2019). Natr (2006) poznamenává, že oxid uhličitý je nejvíce škodlivý pro životní prostředí. Dále specifikuje, že i jen několikaprocentní koncentrace CO₂ způsobují dýchací obtíže u lidí. Dlouhodobé účinky CO₂ na lidský organismus mohou vést k fatálním následkům. Zvýšení koncentrace CO₂ ve vzduchu, které je považováno za hlavní příčinu globálního oteplování, je způsobeno zejména spalováním fosilních paliv a úbytkem lesů (Cichosz a Pluta-Zaremba, 2019). Emise CO₂ produkované silniční nákladní dopravou by proto měly být monitorovány a vyhodnocovány. Získané informace mohou být využity na podporu rozhodovacích procesů na úrovni jednotlivých dopravních společností, poskytovatelů logistických služeb, jakož i v rozhodování státní správy a místních samospráv.

Evropská norma EN 16258 Metodika výpočtu a deklaráce spotřeby energie a emisí skleníkových plynů z dopravních služeb (nákladní a osobní) byla schválena Evropským výborem pro normalizaci v roce 2012 (Petro a Konečný, 2017, Eriksson a Nielsen, 2014). V současné době existují tři hlavní přístupy k měření spotřeby energie a produkovaných emisí – přístupy Well-to-Wheel, Well-to-Tank a Tank-to-Wheel (viz obrázek č. 14) (Eriksson a Nielsen, 2014):

- Well-to-Wheel (součet Well-to-Tank a Tank-to-Wheel) – přístup založený na monitorování spotřeby energie a související produkci emisí, který pokrývá celý proces od výroby elektřiny nebo paliva, přes dodávku do příslušného dopravního prostředku prostřednictvím distribuční sítě, až po spotřebu spojenou s provozem dopravního prostředku. Tento komplexní přístup je založen na součtu hodnot Tank-to-Wheel a Well-to-Tank.
- Well-to-Tank – spotřeba energie a produkce emisí související s výrobou energie nebo paliva, ukazatel pokrývající všechny činnosti od těžby surovin přes výrobu energie nebo paliva až po dodávku do příslušného dopravního prostředku prostřednictvím distribuční sítě. Ukazatel nezahrnuje provoz dopravního prostředku.
- Tank-to-Wheel – spotřeba energie a produkce emisí související s provozem dopravního prostředku. Ukazatel nezahrnuje další životní cyklus paliva nebo dopravního prostředku.



Obrázek 14 Přístupy ke kalkulacím emisí skleníkových plynů (Eriksson a Nielsen, 2014)

Následně byly analyzovány dostupné kalkulátory emisí skleníkových plynů z nákladní dopravy s využitím metody obsahové analýzy a kvalitativní komparativní analýzy, konkrétně se jednalo o:

- č. 1 – CO₂ emission calculator – EECA Business (CO₂ emission calculator – EECA Business, 2024),
- č. 2 – Emission calculator and carbon offset – SAS (Emission calculator and carbon offset – SAS, 2024),
- č. 3 – Emissions Calculator – Cargolux (Emissions calculator – Cargolux, 2024),
- č. 4 – Business CO₂ emissions calculator – ClimateCare (Business CO₂ emissions calculator – ClimateCare, 2024),
- č. 5 – Freight Emissions Calculator (Freight emissions calculator – Delivered GrEAn, 2024),
- č. 6 – Emission Calculators | Sustainable Freight (Ship type carbon emissions calculator – Sustainable freight, 2024),
- č. 7 – EcoTransIT World – Calculation (Calculation – EcoTransIT World, 2024),
- č. 8 – Van Donge & De Roo calculator (CO₂ calculator – Van Donge & De Roo Group, 2024),
- č. 9 – OOCL Carbon Calculator (OOCL carbon calculator – Orient Overseas Container Line, 2024),
- č. 10 – Carbon Calculator | cn.ca (Carbon calculator – Canadian National Railway Company, 2024).

Analýza byla zaměřena na zodpovězení následujících otázek v kontextu zkoumaných kalkulátorů: „Pro jaké dopravní módy mohou být emisní kalkulátory použity?“ a „Jaké vstupy,

výstupy a metodologie používají kalkulátory emisí z nákladní dopravy?“. Výsledky analýzy jsou přehledně prezentovány v tabulce č. 2.

Tabulka 2 Výsledky zpracované analýzy emisních kalkulatorů

Č.	Dopravní módy	Vstupy	Výstupy	Metodologie
1	Bez specifikace	Typ paliva, množství, jednotky	Tuny CO ₂ e, spotřeba energie (GJ)	Emisní faktory Ministerstva životního prostředí (bez další specifikace)
2	LD	Z, do, hmotnost nákladu (kg), typ letadla	Vzdálenost okružní přepravy, tržby v tkm; kg CO ₂ , NO _x , CO, HC, pevných částic, SO ₂ ; offsety CO ₂	Bez specifikace
3	LD	Z, do, hmotnost nákladu (kg)	Kilometry, tuny CO ₂	Bez specifikace
4	SD, LD, ND, RoRo	Typ přepravy, vzdálenost (km, míle) / Hodiny letu (LD), Hmotnost nákladu (t)	Tuny CO ₂ , CO ₂ offsety	LD – Aviation Emissions and Offsets; SD, ND – UK Government conversion factors
5	SD	Hmotnost zásilky (libry), vzdálenost (míle)	Tuny CO ₂	U.S. Department of Energy
6	ND, RoRo	Typ plavidla, vzdálenost (km), hmotnost nákladu (t)	Kilogramy CO ₂ , porovnání s jinými plavidly	CEFIC – Guidelines for Measuring and Managing CO ₂
7	SD, ŽD, LD, ND	Hmotnost (t, TEU), čistá hmotnost (t/TEU), stát, trasování plavidel (ND), výchozí místo, cílové místo, dopravní mód/y, typ paliva, emisní standard, typ trakce (ŽD), koeficient vytížení, koeficient prázdných jízd, koeficient redukce rychlosti	Primární spotřeba energie (MJ, kWh, ekvivalenty dieselu); GHG emise (CO ₂ , CO ₂ e, NO _x , SO _x , NMHC, pevné částice); vzdálenost (km); porovnání s dalšími dopravními módy	Methodology Report (EcoTransIT World Initiative)
8	ND	Přístav nakládky, přístav vykládky, objem, typ emisního faktoru	Tuny CO ₂ , vzdálenost (km)	Clean Cargo Working Group (CCWG)
9	ND	Výchozí místo, cílové místo, hmotnost nákladu	CO ₂ index (kg CO ₂ /TEU-km nebo kg CO ₂ /t-km, celková vzdálenost (km), emise CO ₂	Clean Cargo Working Group (CCWG)
10	SD, ŽD, ND	Jednotky (míle/km, t), hmotnost nákladu (t), typ dopravního prostředku, výchozí bod přepravy, cílový bod přepravy	Tuny CO ₂ e	Transport and Environment Database System

Poznámky: SD – silniční doprava, ŽD – železniční doprava, LD – letecká doprava, ND – námořní doprava, RoRo – Roll-on/roll-off plavidla, NMHC – nemethanové uhlovodíky, GHG – skleníkové plyny

Zdroj: autor

První oblastí výzkumu bylo „Pro které druhy dopravy lze použít kalkulátory emisí?“. Analyzované kalkulátory emisí z nákladní dopravy lze použít pro následující druhy dopravy: šest z nich pro námořní dopravu, čtyři pro leteckou a silniční dopravu, dva pro železniční

dopravu a dva pro dopravu RoRo. Přeprava RoRo je specifický typ námořní dopravy zajišťovaný plavidly určenými k přepravě nákladu, jako jsou osobní automobily, nákladní automobily, návěsy nákladních automobilů, přívěsy a železniční vozy. V rámci analyzovaných kalkulátorů nebyl nalezen komplexní kalkulátor emisí z multimodální dopravy. Pokud uživatel potřebuje vypočítat emise multimodální dopravy, musí být doprava rozdělena do sekcí podle jednotlivých druhů dopravy. Následně musí uživatel sečíst emise z jednotlivých úseků.

Druhou oblastí výzkumu bylo „Jaké vstupy, výstupy a metodiky používají kalkulátory emisí z nákladní dopravy?“. Základní vstupní údaje většiny analyzovaných kalkulátorů emisí z nákladní dopravy byly stejné nebo podobné, například: z/do/přístav nakládky/přístav určení nebo přímé zadání vzdálenosti/délky přepravy/doby letu. Další údaje se zpravidla týkají hmotnosti zásilky/nákladu, hmotnosti/nákladu/objemu/objemu nákladu nebo čisté hmotnosti. Některé kalkulátory emisí z nákladní dopravy umožňují uživateli zadat další specifické vstupní údaje, například: typ a množství spotřebovaného paliva, typ dopravního prostředku (typ letadla/typ lodi/typ vozidla atd.), typ zboží (lehké/průměrně těžké/těžké), typ nákladu (sypký/kapalný/ostatní), trasu trajektu, typ trakce, koeficient vyřízení, emisní normu, faktor prázdné cesty a snížení rychlosti. Většina kalkulátorů umožňuje uživateli vybrat si z několika jednotek (km/míle/hodiny, kg/t/lbs/TEU atd.). Všechny analyzované kalkulátory obsahují výstupní údaje o emisích CO₂ (kalkulátory se liší pouze v jednotkách). Některé kalkulátory obsahovaly také následující výstupní údaje: spotřeba energie; množství CO, HC, NO_x, SO_x, NMHC, pevné částice; možnost kompenzace emisí formou offsetů; celková vzdálenost a porovnání druhů dopravy.

Některé kalkulátory emisí z nákladní dopravy neuvádějí použitou metodiku výpočtu. Jiné kalkulátory emisí z nákladní dopravy jsou založeny na následujících přístupech: Aviation Emissions and Offsets, UK Government conversion factors, U.S. Department of Energy, CEFIC – Guidelines for Measuring and Managing CO₂, Methodology Report (EcoTransIT World Initiative), Clean Cargo Working Group, Transport and Environment Database System.

Po vyhodnocení všech analyzovaných kalkulátorů emisí z nákladní dopravy lze v obecné rovině doporučit použití kalkulátoru EcoTransIT World, protože se jedná o nejkompaktnější kalkulátor emisí z nákladní dopravy. Kalkulátor EcoTransIT World umožňuje volbu mezi standardní a rozšířenou verzí a lze ho použít k výpočtu emisí z následujících druhů nákladní dopravy: silniční doprava, železniční doprava, letecká doprava a námořní doprava (námořní lodě a bárky). Kalkulátor EcoTransIT World rovněž umožňuje zadat velké množství vstupních proměnných a generuje velké množství výstupních proměnných v tabelární i grafické podobě. Tento kalkulátor rozlišuje typ výstupních emisí

(Well-to-Wheel, Well-to-Tank a Tank-to-Wheel) a transparentně odkazuje na použitou metodiku Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports: Methodology and Data Update 2018 developed by IVE mbH – Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen mbH Hannover, Infras AG -Consulting, Analysis and Research and ifeu - Institut für Energie - und Umweltforschung Heidelberg GmbH.

Některé analyzované kalkulátory emisí z nákladní dopravy jsou k dispozici pouze pro jeden dopravní mód (obvykle pro leteckou a námořní dopravu); některé kalkulátory nemají transparentně specifikovanou metodiku výpočtu emisí. Většina kalkulátorů neumožňuje dostatečně specifikovat vstupní proměnné. Devět z deseti kalkulátorů emisí z nákladní dopravy nerozlišuje přístup k měření emisí (Well-to-Wheel, Well-to-Tank a Tank-to-Wheel) jako výstupní proměnnou, což je zásadní chyba ve vztahu např. k EN 16258, Petro a Konečný (2017) a Eriksson a Nielsen (2014).

Velkým problémem je skutečnost, že analyzované kalkulátory emisí z nákladní dopravy neumožňují uživateli snadno vypočítat emise z multimodální dopravy, protože multimodální doprava se skládá z použití několika dopravních módů. Pokud uživatel potřebuje vypočítat emise multimodální dopravy, musí být přeprava rozdělena do sekcí podle jednotlivých dopravních módů. Dalším problémem je skutečnost, že pro potřeby kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy v odvětví automotive neposkytují zkoumané a analyzované emisní kalkulátory adekvátní možnosti zadání vstupních dat, která jsou vyžadována pro kalkulace emisí na podporu logistického plánování a rozhodování v odvětví automotive²⁸.

2.3 Shrnutí analýzy stávajícího stavu

Sektor dopravy v EU představuje významnou výzvu v boji proti klimatickým změnám. S vysokým podílem emisí z osobní a nákladní dopravy je nutné implementovat různá opatření, která zahrnují podporu veřejné dopravy, rozvoj infrastruktury pro elektromobily, zlepšení účinnosti paliv a využívání alternativních paliv. Investice do technologií a inovací v dopravním sektoru jsou klíčové pro dosažení cílů snižování emisí a udržitelného rozvoje v EU. Analogická situace panuje také v sektoru dopravy v České republice.

Celkově lze konstatovat, že celkové emise sice výrazně klesly díky opuštění těžkého průmyslu a zlepšení energetické účinnosti v několika sektorech, avšak sektor dopravy představuje významnou výzvu se svým nárůstem produkovaných emisí skleníkových plynů. Řešení pro snížení emisí v dopravě zahrnují přechod na elektromobilitu, zvýšení energetické účinnosti vozidel, podporu veřejné dopravy a zlepšení logistických procesů. Dosažení cílů

²⁸ Této problematice bude věnována detailnější pozornost v kapitole 3 habilitační práce.

snižování emisí a udržitelného rozvoje vyžaduje koordinované úsilí napříč různými sektory a zavádění inovativních technologií a politik.

Otázka emisí skleníkových plynů z nákladní dopravy je velmi aktuální. Touto problematikou se zabývají nejen odborníci, ale i praktici. Některé společnosti se profilují jako společensky odpovědné a v rámci svých obchodních aktivit zohledňují environmentální a sociální aspekty svých činností, výrobků a služeb. Společnosti začleňují environmentální a sociální aspekty do rozhodovacích procesů na strategické a takticko-provozní úrovni a využívají vhodné nástroje řízení na podporu rozhodovacích procesů. Mezi nástroje logistického plánování lze zařadit také emisní kalkulátory. Jejich používání pomáhá společnostem snižovat negativní dopady logistických procesů na životní prostředí. O tuto problematiku se zajímá veřejnost a další zainteresované strany (obchodní partneři, zaměstnanci, stát atd.).

V současné době mají největší společnosti vlastní vyvinuté emisní kalkulátory, ale většina ostatních společností používá volně dostupné kalkulátory emisí. Analýza byla zaměřena na přístupy používané ve volně dostupných kalkulátorech emisí zaměřených na nákladní dopravu, dále na druhy dopravy, pro něž je možné kalkulaci realizovat, vstupní údaje, výstupní údaje a metodiky používané k výpočtu emisí. Použití kalkulátoru EcoTransIT World je doporučeno vzhledem k její přehlednosti, komplexnosti, struktuře vstupů a výstupů a uživatelské přívětivosti. Na druhou stranu by bylo velmi přínosné vytvořit podobný kalkulátor emisí z multimodální nákladní dopravy, který bude komplexní a bude zahrnovat všechny emise vyplývající z realizace multimodální dopravy. Dále by bylo vhodné zaměřit se na vytvoření kalkulačních rámců a vyvinutí přizpůsobeného emisního kalkulátoru pro potřeby kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy v odvětví automotive, což by umožňovalo zadání veškerých vstupních dat, která jsou vyžadována pro kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy na podporu logistického plánování a rozhodování v odvětví automotive

V budoucnu se emisní kalkulátory stanou běžně používaným nástrojem logistického plánování a rozhodování, a to nejen v logistických podnicích, ale také ve všech malých, středních i velkých podnicích bez ohledu na obor podnikání. Vhodné nástroje by měly být využívány také na úrovni státní správy a samosprávy jako podpora rozhodovacích procesů. Využití těchto nástrojů by mohlo přispět ke změně přístupu k logistickému plánování, a to jak v rámci podniků a dodavatelských řetězců, tak i v rámci měst, aglomerací a regionů.

3 VLASTNÍ ŘEŠENÍ V KONTEXTU ZKOUMANÉ PROBLEMATIKY

Tato kapitola ve vazbě na závěry kapitoly dvě obsahuje v oddíle 3.1 návrh plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí pro odvětví automotive v silniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování, v oddíle 3.2 návrh plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí pro odvětví automotive v železniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování²⁹ a v oddíle 3.3 jsou prezentovány přínosy habilitační práce v rovině vědecké a praktické.

3.1 Návrh plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí pro odvětví automotive v silniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování

Tento oddíl prezentuje návrh plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí pro odvětví automotive v silniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování³⁰.

Se třemi respondenty (experty) z předních společností působících v automobilovém průmyslu na trhu v České republice byl realizován polostrukturovaný rozhovor, který se zaměřil na následující oblasti:

- kalkulace emisí skleníkových plynů ze silniční nákladní dopravy,
- používání kalkulátorů emisí skleníkových plynů,
- typy nákladu,
- typy vozidel a jejich specifikace,
- omezení a podmínky přepravy,
- požadavky na výpočet emisí skleníkových plynů.

Konkrétní otázky použité v polostrukturovaném rozhovoru jsou uvedeny v Příloze G, agregované odpovědi respondentů jsou uvedeny v Příloze H. Přehled specifikací a parametrů vozidel nejčastěji používaných pro přepravu s využitím silniční nákladní dopravy

²⁹ Návrhy plně přizpůsobených kalkulátorů emisí pro odvětví automotive, prezentované v oddílech 3.1 a 3.2, jsou výsledkem výsledkem výzkumu v předních společnostech působících v automobilovém průmyslu na trhu v České republice. Některé ze vztahů v oddílech 3.1 a 3.2 v kontextu interpretativní případové studie detailněji ilustrují další možnosti maximálního přizpůsobení navrženého kalkulátoru emisí pro potřeby jednotlivých uživatelů na podporu logistického plánování a rozhodování.

³⁰ Tento oddíl vychází mimo jiné z následujícího odborného článku, jehož hlavním autorem je autor habilitační práce: CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R., MACHALÍK, S., SOMMERAUEROVÁ, D., ŠOHAJEK, P. Framework for Greenhouse Gas Emissions Calculations in the Context of Road Freight Transport for the Automotive Industry. *Sustainability*, 2021, roč. 13, č. 7, s. 1-28., který je indexován v mezinárodně uznávané databázi Web of Science a Scopus.

je uveden v tabulce č. 3. Tento přehled je rozdělen na vozidla pro přepravu hotových vyrobených osobních vozidel (FMPC) a materiálu.

Tabulka 3 Přehled specifikací a parametrů vozidel používaných pro silniční nákladní dopravu

Typ nákladu	Vozidlo	Maximální ložná hmotnost	Maximální objem nákladu
FMPC	V ₁	20 000 kg	8 nebo 9 vozidel dle typu
	V ₂	11 500 kg	4 vozidla
	V ₃	8 000 kg	2 vozidla
Materiál	V ₄	24 000 kg	150 m ³
	V ₅	24 000 kg	100 m ³
	V ₆	24 000 kg	120 m ³
	V ₇	24 000 kg	80 m ³
	V ₈	12 000 kg	120 m ³
	V ₉	3 350 kg	38 m ³

Zdroj: autor na základě přílohy H

Nejdůležitější závěry získané z polostrukturovaných rozhovorů jsou následující: tato otázka je velmi aktuální pro přední společnost v automobilovém průmyslu působící na trhu v České republice. Společnosti v současné době nepoužívají žádné kalkulátory emisí skleníkových plynů ze silniční nákladní dopravy, protože není k dispozici žádný vhodný kalkulátor emisí, který by splňoval požadavky společnosti. Logistické procesy společnosti jsou velmi rozsáhlé a specifické s mnoha podmínkami. V současné době neexistuje žádný kalkulátor emisí, který by zahrnoval všechna potřebná specifika.

Následně byly analyzovány dostupné emisní kalkulátory:

- č. 1 – CO₂ emission calculator – EECA Business (CO₂ emission calculator – EECA Business, 2024),
- č. 2 – Emission calculator and carbon offset – SAS (Emission calculator and carbon offset – SAS, 2024),
- č. 3 – Emissions Calculator – Cargolux (Emissions calculator – Cargolux, 2024),
- č. 4 – Business CO₂ emissions calculator – ClimateCare (Business CO₂ emissions calculator – ClimateCare, 2024),
- č. 5 – Freight Emissions Calculator (Freight emissions calculator – Delivered GrEAn, 2024),
- č. 6 – Emission Calculators | Sustainable Freight (Ship type carbon emissions calculator – Sustainable freight, 2024),
- č. 7 – EcoTransIT World – Calculation (Calculation – EcoTransIT World, 2024),

- č. 8 – Van Donge & De Roo calculator (CO₂ calculator – Van Donge & De Roo Group, 2024),
- č. 9 – OOCL Carbon Calculator (OOCL carbon calculator – Orient Overseas Container Line, 2024),
- č. 10 – Carbon Calculator | cn.ca (Carbon calculator – Canadian National Railway Company, 2024).

Výsledky obsahové analýzy kalkulátorů emisí skleníkových plynů z nákladní dopravy jsou uvedeny v tabulce č. 4. Pokud kalkulátor emisí skleníkových plynů neumožňoval výpočet emisí ze silniční nákladní dopravy (kalkulátor emisí č. 2, 3, 6, 8 a 9), nebyl dále analyzován, respektive není součástí tabulky č. 4. Monitorované parametry, které byly důležité pro analýzu, jsou uvedeny ve sloupcích.

Tabulka 4 Výsledky obsahové analýzy kalkulátorů emisí skleníkových plynů z nákladní dopravy

Č.	Přeprava FMPC a materiálu	Možnost vlastního vozidla	Implementace omezujících podmínek	Jednosměrná a zpáteční přeprava	Výstup CO _{2e} a SO _{2e}	Výstup celkové a průměrné emise	WtW, WtT a TtW kalkulační přístup	Monetizace emisí
1	NA	NA	NA	Jen jednosměrná	Jen CO ₂	Jen celkové emise	NA	NA
4	NA	NA	NA	Jen jednosměrná	Jen CO ₂	Jen celkové emise	NA	Y
5	NA	NA	NA	Jen jednosměrná	Jen CO ₂	Jen celkové emise	NA	NA
7	NA	Y	NA	Y	Y	Jen celkové emise	Y	NA
10	NA	NA	NA	Jen jednosměrná	Jen CO ₂	Jen celkové emise	NA	NA

Poznámky: FMPC – hotová vyrobená osobní vozidla, CO_{2e} – ekvivalent oxidu uhličitého, SO_{2e} – ekvivalent oxidu siřičitého, WtW – přístup ke kalkulaci emisí skleníkových plynů Well-to-Wheel, WtT – přístup ke kalkulaci emisí skleníkových plynů Well-to-Tank, TtW – přístup ke kalkulaci emisí skleníkových plynů, Y – ano, N – ne, NA – nedostupné.

Zdroj: autor

Žádný z analyzovaných kalkulátorů emisí z nákladní dopravy neumožňuje provést kalkulaci přepravy hotových osobních automobilů (FMPC) nebo materiálu a žádný z analyzovaných kalkulátorů emisí neumožňuje implementaci omezujících podmínek podle požadovaných specifikací. Pouze jeden kalkulátor emisí (č. 7) umožňuje zadat parametry vozidla podle specifikace uživatele, vypočítat emise pro jednosměrnou i zpáteční přepravu, vypočítat vyprodukované emise jako CO_{2e} a SO_{2e} výstupy a použít tři různé přístupy k výpočtu, ale nesplňuje další požadavky. Pouze jeden kalkulátor emisí (č. 4) umožňuje monetizovat

vyprodukované emise, avšak také nesplňuje další požadavky. Závěrem lze konstatovat, že žádný z analyzovaných kalkulátorů emisí z nákladní dopravy není vhodný pro použití ve společnostech v automobilovém průmyslu, protože nesplňují všechny podmínky a požadavky (uvedené v tabulce č. 4). Toto tvrzení bylo také potvrzeno výsledky polostrukturovaných rozhovorů (viz přílohy G a H). Na základě těchto skutečností byla identifikována výzkumná mezera.

Navržený kalkulátor pro výpočet emisí skleníkových plynů v kontextu silniční nákladní dopravy^{31,32} pro automobilový průmysl se skládá z následujících základních kroků:

- výběr vozidla,
- výběr emisní normy vozidla,
- přiřazení příslušných parametrů a specifikace na základě předchozího výběru vozidla a emisní normy vozidla,
- přímé zadání hmotnosti přepravovaného materiálu nebo přímé zadání počtu přepravovaných hotových osobních vozidel (FMPC) podle jejich typů,
- kontrola omezujících podmínek na základě zadání,
- přímé zadání přepravní vzdálenosti a typu přepravy (zpáteční či jednosměrná přeprava),
- výpočet koeficientu vytížení vozidla,
- vyhledání příslušných emisních koeficientů,
- výpočet emisí skleníkových plynů,
- prezentace výsledků.

Pokud jde o přepravovanou hmotnost materiálu, je nutné dodržovat následující omezující podmínky a omezení:

$$\begin{aligned} \text{pro } V_4 \text{ až } V_7: W \leq W_{\max} \leq 24\,000 \text{ [kg]}, \\ \text{pro } V_8: W \leq W_{\max} \leq 12\,000 \text{ [kg]}, \\ \text{pro } V_9: W \leq W_{\max} \leq 3\,350 \text{ [kg]}, \end{aligned} \tag{1}$$

kde V_{4-9} představují vozidla pro přepravu materiálu (specifikace a parametry vozidel jsou uvedeny v tabulce 3), W je hmotnost materiálu a W_{\max} je maximální nosnost vozidla.

³¹ Následující vztahy, popisující omezující podmínky a další omezení, vyplývají ze závěrů získaných z realizovaných polostrukturovaných rozhovorů a nejčastěji používaných dopravních prostředků pro přepravu v rámci silniční nákladní dopravy v sektoru automotive. Zároveň však mohou být v sektoru automotive využívány i další dopravní prostředky, které by taktéž bylo možné popsat tímto vztahovým aparátem.

³² Navržený kalkulátor pro výpočet emisí skleníkových plynů v kontextu silniční nákladní dopravy pro automobilový průmysl odpovídá výsledkům, viz přílohy G a H.

Pokud jde o přepravovaný objem materiálu, je nutné dodržovat následující omezující podmínky a omezení:

$$\begin{aligned}
 &\text{pro } V_4: LV \leq LV_{\max} \leq 150 \text{ [m}^3\text{]}, \\
 &\text{pro } V_5: LV \leq LV_{\max} \leq 100 \text{ [m}^3\text{]}, \\
 &\text{pro } V_6: LV \leq LV_{\max} \leq 120 \text{ [m}^3\text{]}, \\
 &\text{pro } V_7: LV \leq LV_{\max} \leq 80 \text{ [m}^3\text{]}, \\
 &\text{pro } V_8: LV \leq LV_{\max} \leq 120 \text{ [m}^3\text{]}, \\
 &\text{pro } V_9: LV \leq LV_{\max} \leq 38 \text{ [m}^3\text{]},
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

kde V_{4-9} představují vozidla pro přepravu materiálu (specifikace a parametry vozidel jsou uvedeny v Tabulce 3), LV je objem nákladu a LV_{\max} je maximální objem nákladu vozidla.

Koeficient vytížení vozidla se vypočítá následujícím způsobem:

$$LF_i = \text{zaokrouhli nahoru } [W/W_{\max}] [-], LF_i \in \langle 0; 1 \rangle, i = \langle 1; \infty \rangle, \tag{3}$$

kde LF_i je koeficient vytížení vozidla i , i je typ vozidla, W je hmotnost materiálu a W_{\max} je maximální nosnost vozidla.

Emisní koeficienty jsou vyhledávány podle následujících algoritmických postupů z hlediska maximální nosnosti vozidla:

$$\begin{aligned}
 &\text{IF vozidlo } V_4 \text{ až } V_7 \text{ THEN emisní koeficient pro 24 t vozidlo,} \\
 &\quad \text{IF vozidlo } V_8 \text{ THEN emisní koeficient pro 12 t vozidlo,} \\
 &\quad \text{IF vozidlo } V_9 \text{ THEN emisní koeficient pro 3,35 t vozidlo,}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

kde V_{4-9} představují vozidla pro přepravu materiálu.

Emisní koeficienty jsou vyhledávány podle následujících algoritmických postupů z hlediska emisní normy vozidla:

$$\begin{aligned}
 &\text{IF emisní standard "EURO 3" THEN emisní koeficient pro "EURO 3",} \\
 &\text{IF emisní standard "EURO 4" THEN emisní koeficient pro "EURO 4",} \\
 &\text{IF emisní standard "EURO 5" THEN emisní koeficient pro "EURO 5",} \\
 &\text{IF emisní standard "EURO 6" THEN emisní koeficient pro "EURO 6",}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

kde EURO 3–6 jsou emisní normy.

Emisní koeficienty jsou vyhledávány podle následujících algoritmických postupů (vztah (6)) po agregaci podmínek (vztahy (4) a (5)):

$$\begin{aligned}
 &\text{IF vozidlo } V_4 \text{ až } V_7 \text{ AND emisní standard "EURO 3"} \\
 &\quad \text{THEN emisní koeficient pro "EURO 3" 24 t vozidlo,} \\
 &\text{IF vozidlo } V_4 \text{ až } V_7 \text{ AND emisní standard "EURO 4"} \\
 &\quad \text{THEN emisní koeficient pro "EURO 4" 24 t vozidlo,}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

:

IF vozidlo V_4 až V_7 AND emisní standard "EURO 6"
THEN emisní koeficient pro "EURO 6" 24 t vozidlo,

kde V_{4-7} představují vozidla pro přepravu materiálu.

Emisní koeficienty jsou vyhledávány podle následujících algoritmických postupů (vztah (7)) po agregaci podmínek (vztahy (4) a (5)):

IF vozidlo V_8 AND emisní standard "EURO 3" THEN
emisní koeficient pro "EURO 3" 12 t vozidlo,
IF vozidlo V_8 AND emisní standard "EURO 4" THEN
emisní koeficient pro "EURO 4" 12 t vozidlo, (7)
:
IF vozidlo V_8 AND emisní standard "EURO 6" THEN
emisní koeficient pro "EURO 6" 12 t vozidlo,

kde V_8 je vozidlo pro přepravu materiálu.

Emisní koeficienty jsou vyhledávány podle následujících algoritmických postupů (vztah (8)) po agregaci podmínek (vztahy (4) a (5)):

IF vozidlo V_9 AND emisní standard "EURO 3" THEN
emisní koeficient pro "EURO 3" 3,35 t vozidlo,
IF vozidlo V_9 AND emisní standard "EURO 4" THEN
emisní koeficient pro "EURO 4" 3,35 t vozidlo, (8)
:
IF vozidlo V_9 AND emisní standard "EURO 6" THEN
emisní koeficient pro "EURO 6" 3,35 t vozidlo,

kde V_9 je vozidlo pro přepravu materiálu.

Emisní koeficienty jsou dále vyhledávány podle následujících algoritmických postupů s ohledem na typ přepravy:

IF jednosměrná přeprava THEN hledej hodnoty emisních koeficientů
pro EC_{WtTb} , EC_{WtTf} , EC_{TtWb} , EC_{TtWf} , EC_{0WtTb} , EC_{0WtTf} , EC_{0TtWb} and EC_{0TtWf} , (9)
IF zpáteční přeprava THEN hledej hodnoty emisních koeficientů
pro EC_{WtTb} , EC_{WtTf} , EC_{TtWb} and EC_{TtWf} ,

kde EC_{WtTb} je relevantní emisní koeficient biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT , EC_{WtTf} je relevantní emisní koeficient fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT , EC_{TtWb} je relevantní emisní koeficient biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW , EC_{TtWf} je relevantní emisní koeficient fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW , EC_{0WtTb} je relevantní emisní koeficient pro nulové vytížení biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT , EC_{0WtTf} je relevantní emisní koeficient pro nulové vytížení fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT , EC_{0TtWb} je relevantní emisní koeficient pro

nulové vyřízení biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW a EC_{0TtWf} je relevantní emisní koeficient pro nulové vyřízení fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW.

Kalkulátor pro výpočet emisí skleníkových plynů v kontextu silniční nákladní dopravy pro automobilový průmysl pro hotové vyrobené osobní automobily (FMPC) musí z pohledu přepravované hmotnosti (FMPC) respektovat následující omezující podmínky a omezení:

$$\begin{aligned} \text{pro } V_1: W \leq W_{\max} \leq 20,000 \text{ [kg]}, \\ \text{pro } V_2: W \leq W_{\max} \leq 11,500 \text{ [kg]}, \\ \text{pro } V_3: W \leq W_{\max} \leq 8000 \text{ [kg]}, \end{aligned} \quad (10)$$

kde V_{1-3} představují vozidla pro přepravu hotových osobních vozidel (FMPC) (specifikace a parametry vozidel jsou uvedeny v tabulce 3), W je hmotnost FMPC a W_{\max} je maximální nosnost vozidla.

Pokud jde o přepravovaný objem hotových osobních vozidel (FMPC), je nutné dodržovat následující omezující podmínky³³:

$$\begin{aligned} \text{IF } V_1 \text{ AND } (PC_1 + PC_2) < 3 \text{ THEN pro } V_1: LV \leq LV_{\max} \leq 8 \text{ [-]}, \\ \text{IF } V_1 \text{ AND } (PC_1 + PC_2) \geq 3 \text{ THEN pro } V_1: LV \leq LV_{\max} \leq 9 \text{ [-]}, \\ \text{IF } V_2 \text{ THEN } LV \leq LV_{\max} \leq 4 \text{ [-]}, \\ \text{IF } V_3 \text{ THEN } LV \leq LV_{\max} \leq 2 \text{ [-]}, \end{aligned} \quad (11)$$

kde V_{1-3} představují vozidla pro přepravu FMPC (specifikace a parametry vozidel jsou uvedeny v tabulce 3), LV je objem nákladu FMPC a LV_{\max} je maximální objem nákladu vozidla.

Požadovaný počet nákladních vozidel pro přepravu FMPC se vypočítá následujícím způsobem:

$$\begin{aligned} \text{IF}_1 V_2 \text{ THEN zaokrouhli nahoru } [\sum PC_j / LV_{\max}] = LKW \text{ [-]}, j = \langle 1; \infty \rangle, \\ LKW \in N, \\ \text{IF}_1 V_3 \text{ THEN zaokrouhli nahoru } [\sum PC_j / LV_{\max}] = LKW \text{ [-]}, j = \langle 1; \infty \rangle, \\ LKW \in N, \\ \text{IF}_1 V_1 \text{ AND } (PC_1 + PC_2) < 3 \text{ THEN pro } V_1: \\ \text{zaokrouhli nahoru } [\sum PC_j / LV_{\max}] = LKW \text{ [-]}, j = \langle 1; \infty \rangle, LKW \in N, \\ \text{IF}_1 V_1 \text{ AND } (PC_1 + PC_2) \geq 3 \text{ THEN zaokrouhli dolů } [(PC_1 + PC_2) / 3] = LKW_9, \\ LKW_9 \cdot 9 = PLKW_9 \text{ [-]}, \\ \text{IF}_2 PLKW_9 = \sum PC_j \text{ THEN } LKW_9 = LKW, LKW \in N, \end{aligned} \quad (12)$$

³³ Tato část navrženého kalkulátoru, konkrétně vztahy č. 11-12, prezentuje formou interpretativní případové studie ilustrativní možnost vložení dílčí optimalizace do samotného kalkulátoru emisí. V tomto případě se konkrétně jedná o optimalizaci nakládky hotových osobních vozidel na nákladní automobily. Optimalizace je provedena před samotnou kalkulací emisí a uživatelům po zadání počtu různých typů přepravovaných osobních automobilů na vstupu prezentuje na výstupu kromě hodnot emisí také informaci o počtu potřebných nákladních automobilů a o rozvržení nakládky jednotlivých typů hotových osobních vozidel.

$$\text{IF}_2 \text{ PLKW}_9 < \sum \text{PC}_j \text{ THEN}$$

$$[\text{zaokrouhli nahoru } (\sum \text{PC}_j - \text{PLKW}_9)/8] + \text{LKW}_9 = \text{LKW}, \text{ LKW} \in \mathbb{N},$$

$$\text{IF}_2 \text{ PLKW}_9 > \sum \text{PC}_j \text{ AND } \text{IF}_3 \text{ PLKW}_9 - \sum \text{PC}_j \geq 9$$

$$\text{THEN } \text{LKW}_9 - [\text{zaokrouhli dolů } (\text{PLKW}_9 - \sum \text{PC}_j)/9] = \text{LKW}, \text{ LKW} \in \mathbb{N},$$

$$\text{IF}_2 \text{ PLKW}_9 > \sum \text{PC}_j \text{ AND } \text{IF}_3 \text{ PLKW}_9 - \sum \text{PC}_j < 9 \text{ THEN } \text{LKW}_9 = \text{LKW},$$

$$\text{LKW} \in \mathbb{N},$$

kde V_{1-3} představují vozidla pro přepravu FMPC (specifikace a parametry vozidel jsou uvedeny v tabulce 3), PC_j je počet FMPC typu j , j je typ přepravovaného FMPC, LV_{\max} je maximální objem nákladu vozidla, LKW je počet vozidel pro přepravu FMPC, LKW_9 je počet vozidel pro přepravu devíti FMPC a PLKW_9 je počet míst ve vozidle LKW_9 pro přepravu FMPC.

Poté se průměrný koeficient vyřízení vozidla vypočítá následujícím způsobem:

$$\text{LF}_i = \text{zaokrouhli nahoru } [\sum W / \sum W_{\max}] [-], \text{ LF}_i \in \langle 0; 1 \rangle, i = \langle 1; \infty \rangle, \quad (13)$$

kde LF_i je průměrný koeficient zatížení vozidla i , i je typ vozidla, W je hmotnost FMPC a W_{\max} je maximální nosnost vozidla.

Emisní koeficienty jsou vyhledávány podle následujících algoritmických postupů z hlediska maximální nosnosti vozidla:

$$\text{IF vozidlo } V_1 \text{ THEN emisní koeficient pro 20 t vozidlo,}$$

$$\text{IF vozidlo } V_2 \text{ THEN emisní koeficient pro 11,5 t vozidlo,}$$

$$\text{IF vozidlo } V_3 \text{ THEN emisní koeficient pro 8 t vozidlo,}$$

kde V_{1-3} představují vozidla pro přepravu FMPC.

Emisní koeficienty jsou vyhledávány podle následujících algoritmických postupů z hlediska emisní normy vozidla:

$$\text{IF emisní standard "EURO 3" THEN emisní koeficient pro "EURO 3",}$$

$$\text{IF emisní standard "EURO 4" THEN emisní koeficient pro "EURO 4",}$$

$$\text{IF emisní standard "EURO 5" THEN emisní koeficient pro "EURO 5",}$$

$$\text{IF emisní standard "EURO 6" THEN emisní koeficient pro "EURO 6",}$$

kde EURO 3–6 jsou emisní normy.

Emisní koeficienty jsou vyhledávány podle následujících algoritmických postupů (vztah (16)) po agregaci podmínek (vztahy (14) a (15)):

$$\text{IF vozidlo } V_1 \text{ AND emisní standard "EURO 3"}$$

$$\text{THEN emisní koeficient pro "EURO 3" 20 t vozidlo,}$$

$$\text{IF vozidlo } V_1 \text{ AND emisní standard "EURO 4"}$$

$$\text{THEN emisní koeficient pro "EURO 4" 20 t vozidlo,}$$

:

IF vozidlo V_1 AND emisní standard "EURO 6"
THEN emisní koeficient pro "EURO 6" 20 t vozidlo,

kde V_1 představuje vozidlo pro přepravu FMPC.

Emisní koeficienty jsou vyhledávány podle následujících algoritmických postupů (vztah (17)) po agregaci podmínek (vztahy (14) a (15)):

IF vozidlo V_2 AND emisní standard "EURO 3" THEN
emisní koeficient pro "EURO 3" 11,5 t vozidlo,
IF vozidlo V_2 AND emisní standard "EURO 4" THEN
emisní koeficient pro "EURO 4" 11,5 t vozidlo, (17)
:
IF vozidlo V_2 AND emisní standard "EURO 6" THEN
emisní koeficient pro "EURO 6" 11,5 t vozidlo,

kde V_2 je vozidlo pro přepravu FMPC.

Emisní koeficienty jsou vyhledávány podle následujících algoritmických postupů (vztah (18)) po agregaci podmínek (vztahy (14) a (15)):

IF vozidlo V_3 AND emisní standard "EURO 3" THEN
emisní koeficient pro "EURO 3" 8 t vozidlo,
IF vozidlo V_3 AND emisní standard "EURO 4" THEN
emisní koeficient pro "EURO 4" 8 t vozidlo, (18)
:
IF vozidlo V_3 AND emisní standard "EURO 6" THEN
emisní koeficient pro "EURO 6" 8 t vozidlo,

kde V_3 je vozidlo pro přepravu FMPC.

Emisní koeficienty jsou dále vyhledávány podle následujících algoritmických postupů s ohledem na typ přepravy:

IF jednosměrná přeprava THEN hledej hodnoty emisních koeficientů
pro EC_{WtTb} , EC_{WtTf} , EC_{TtWb} , EC_{TtWf} , EC_{0WtTb} , EC_{0WtTf} , EC_{0TtWb} and EC_{0TtWf} , (19)
IF zpáteční přeprava THEN hledej hodnoty emisních koeficientů
pro EC_{WtTb} , EC_{WtTf} , EC_{TtWb} and EC_{TtWf} ,

kde EC_{WtTb} je relevantní emisní koeficient biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT , EC_{WtTf} je relevantní emisní koeficient fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT , EC_{TtWb} je relevantní emisní koeficient biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW , EC_{TtWf} je relevantní emisní koeficient fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW , EC_{0WtTb} je relevantní emisní koeficient pro nulové vytížení biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT , EC_{0WtTf} je relevantní emisní koeficient pro nulové vytížení fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT , EC_{0TtWb} je relevantní emisní koeficient pro

nulové vyřízení biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW a EC_{0TtWf} je relevantní emisní koeficient pro nulové vyřízení fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW.

Emise oxidu uhličitého jsou vypočítány pro konkrétní přepravu. V případě zpáteční přepravy jsou použity vztahy č. 20-27. V případě jednosměrné přepravy jsou použity vztahy č. 28-36. Celkové emise oxidu uhličitého produkované zpáteční přepravou se vypočítají následovně:

$$E = E_1 \text{ [kgCO}_2\text{e]}, \quad (20)$$

kde E představuje celkové emise oxidu uhličitého produkované přepravou a E_1 jsou celkové emise oxidu uhličitého produkované zpáteční přepravou.

E_1 jsou vypočítány pomocí přístupu WtW následujícím způsobem:

$$E_1 = E_{1WtT} + E_{1TtW} \text{ [kgCO}_2\text{e]}, \quad (21)$$

kde E_{1WtT} jsou emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu WtT a E_{1TtW} jsou emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu TtW.

E_{1WtT} jsou emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu WtT a skládají se ze dvou komponent:

$$E_{1WtT} = E_{1WtTb} + E_{1WtTf} \text{ [kgCO}_2\text{e]}, \quad (22)$$

kde E_{1WtTb} jsou emise oxidu uhličitého biogenního původu vypočítané pomocí přístupu WtT a E_{1WtTf} jsou emise oxidu uhličitého fosilního původu vypočítané pomocí přístupu WtT.

E_{1TtW} jsou emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu TtW a skládají se ze dvou komponent:

$$E_{1TtW} = E_{1TtWb} + E_{1TtWf} \text{ [kgCO}_2\text{e]}, \quad (23)$$

kde E_{1TtWb} jsou emise oxidu uhličitého biogenního původu vypočítané pomocí přístupu TtW a E_{1TtWf} jsou emise oxidu uhličitého fosilního původu vypočítané pomocí přístupu TtW.

E_{1WtTb} jsou vypočítány následujícím způsobem:

$$E_{1WtTb} \text{ [kgCO}_2\text{e]} = EC_{WtTb} \text{ [kgCO}_2\text{e/tkm]} \cdot W \text{ [t]} \cdot D_1 \text{ [km]}, \quad (24)$$

kde EC_{WtTb} je relevantní emisní koeficient, W je hmotnost nákladu a D_1 je přepravní vzdálenost.

E_{1WtTf} jsou vypočítány následujícím způsobem:

$$E_{1WtTf} \text{ [kgCO}_2\text{e]} = EC_{WtTf} \text{ [kgCO}_2\text{e/tkm]} \cdot W \text{ [t]} \cdot D_1 \text{ [km]}, \quad (25)$$

kde EC_{WtTf} je relevantní emisní koeficient, W je hmotnost nákladu a D_1 je přepravní vzdálenost.

E_{1TtWb} jsou vypočítány následujícím způsobem:

$$E_{1TtWb} [\text{kgCO}_2\text{e}] = EC_{TtWb} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}] \cdot W [\text{t}] \cdot D_1 [\text{km}], \quad (26)$$

kde EC_{TtWb} je relevantní emisní koeficient, W je hmotnost nákladu a D_1 je přepravní vzdálenost.

E_{1TtWf} jsou vypočítány následujícím způsobem:

$$E_{1TtWf} [\text{kgCO}_2\text{e}] = EC_{TtWf} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}] \cdot W [\text{t}] \cdot D_1 [\text{km}], \quad (27)$$

kde EC_{TtWf} je relevantní emisní koeficient, W je hmotnost nákladu a D_1 je přepravní vzdálenost.

Celkové emise oxidu uhličitého produkované jednosměrnou přepravou se vypočítají následujícím způsobem:

$$E = E_1 + E_2 [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (28)$$

kde E představuje celkové emise oxidu uhličitého produkované přepravou, E_1 jsou celkové emise oxidu uhličitého produkované jednosměrnou přepravou a E_2 jsou dodatečné emise oxidu uhličitého (penalizace za nenaložené vozidlo³⁴).

E_2 jsou vypočítány pomocí přístupu WtW následujícím způsobem:

$$E_2 = E_{2WtT} + E_{2TtW} [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (29)$$

kde E_{2WtT} jsou emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu WtT a E_{2TtW} jsou emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu TtW .

E_{2WtT} jsou emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu WtT a skládají se ze dvou komponent:

$$E_{2WtT} = E_{2WtTb} + E_{2WtTf} [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (30)$$

kde E_{2WtTb} jsou emise oxidu uhličitého biogenního původu vypočítané pomocí přístupu WtT a E_{2WtTf} jsou emise oxidu uhličitého fosilního původu vypočítané pomocí přístupu WtT .

E_{2TtW} jsou emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu TtW a skládají se ze dvou komponent:

$$E_{2TtW} = E_{2TtWb} + E_{2TtWf} [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (31)$$

kde E_{2TtWb} jsou emise oxidu uhličitého biogenního původu vypočítané pomocí přístupu TtW a E_{2TtWf} jsou emise oxidu uhličitého fosilního původu vypočítané pomocí přístupu TtW .

³⁴ Na základě agregovaných výsledků polostrukturovaných rozhovorů bylo zjištěno, že přední společnosti působící v sektoru automotive používají v případě jednosměrné přepravy penalizační koeficient různých hodnot, který je sankcionuje za nerealizaci zpáteční přepravy, respektive za nezajištění zpětného vytížení dopravního prostředku.

Dodatečná vzdálenost D_2 jako penalizace za nenaložené vozidlo se vypočítá následujícím způsobem:

$$D_2 \text{ [km]} = D_1 \text{ [km]} \cdot c_d \text{ [-]}, \quad (32)$$

kde D_1 je přepravní vzdálenost a c_d je interní koeficient definovaný společností.

E_{2WtTb} jsou vypočítány následujícím způsobem:

$$E_{2WtTb} \text{ [kgCO}_2\text{e]} = EC_{0WtTb} \text{ [kgCO}_2\text{e/km]} \cdot D_2 \text{ [km]}, \quad (33)$$

kde EC_{0WtTb} je relevantní emisní koeficient pro nulové zatížení a D_2 je dodatečná přepravní vzdálenost.

E_{2WtTf} jsou vypočítány následujícím způsobem:

$$E_{2WtTf} \text{ [kgCO}_2\text{e]} = EC_{0WtTf} \text{ [kgCO}_2\text{e/km]} \cdot D_2 \text{ [km]}, \quad (34)$$

kde EC_{0WtTf} je relevantní emisní koeficient pro nulové zatížení a D_2 je dodatečná přepravní vzdálenost.

E_{2TtWb} jsou vypočítány následujícím způsobem:

$$E_{2TtWb} \text{ [kgCO}_2\text{e]} = EC_{0TtWb} \text{ [kgCO}_2\text{e/km]} \cdot D_2 \text{ [km]}, \quad (35)$$

kde EC_{0TtWb} je relevantní emisní koeficient pro nulové zatížení a D_2 je dodatečná přepravní vzdálenost.

E_{2TtWf} jsou vypočítány následujícím způsobem:

$$E_{2TtWf} \text{ [kgCO}_2\text{e]} = EC_{0TtWf} \text{ [kgCO}_2\text{e/km]} \cdot D_2 \text{ [km]}, \quad (36)$$

kde EC_{0TtWf} je relevantní emisní koeficient pro nulové zatížení a D_2 je dodatečná přepravní vzdálenost.

Navržený plně přizpůsobený kalkulátor emisí pro odvětví automotive pro kalkulaci emisí skleníkových plynů v silniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování byl aplikován a ověřen formou interpretativní případové studie³⁵. Následně byl v rámci smluvních výzkumů³⁶ transformován do podoby výsledného softwarového řešení³⁷,

³⁵ Detailnější informace viz poznámka pod čarou č. 30.

³⁶ Konkrétně se jednalo o následující smluvní výzkumy, jejichž byl autor habilitační práce hlavním řešitelem nebo členem řešitelského týmu:

- Název: Kalkulátor logistických emisí CO₂. Rok: 2017. Pozice: člen řešitelského týmu smluvního výzkumu.
- Název: Kalkulátor logistických emisí. Rok: 2020. Pozice: řešitel smluvního výzkumu.
- Název: Kalkulace logistických emisí CO₂ – KALOGEMIS 4.0. Rok: 2021. Pozice: řešitel smluvního výzkumu.
- Název: Kalkulace logistických emisí CO₂ – KALOGEMIS 5.0. Rok: 2021. Pozice: řešitel smluvního výzkumu.

³⁷ Konkrétně se jedná o následující výsledky, jejichž je autor habilitační práce spoluautorem:

- Kalkulátor logistických emisí – česká lokalizace. MACHALÍK, S., CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R., HYRŠLOVÁ, J. 2021.
- Kalkulátor logistických emisí – čínská lokalizace. MACHALÍK, S., CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R. 2022.

kteře je v současnosti používáno logistiky přední české společnosti podnikající na trhu automobilového průmyslu v tuzemských i zahraničních závodech.

3.2 Návrh plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí pro odvětví automotive v železniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování

Tento oddíl prezentuje návrh plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí pro odvětví automotive v železniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování³⁸.

Se třemi respondenty (experty) z předních společností působících v automobilovém průmyslu na trhu v České republice byl realizován polostrukturovaný rozhovor, který se zaměřil na následující oblasti:

- kalkulace emisí skleníkových plynů z železniční nákladní dopravy,
- používání kalkulátorů emisí skleníkových plynů,
- typy nákladu,
- typy vozidel a jejich specifikace,
- omezení a podmínky přepravy,
- požadavky na výpočet emisí skleníkových plynů.

Konkrétní otázky použité v polostrukturovaném rozhovoru jsou uvedeny v Příloze I, souhrnné odpovědi jsou uvedeny v Příloze J. Přehled specifikací a parametrů vozidel používaných pro silniční nákladní dopravu je uveden v přílohách K-M.

Nejdůležitější závěry a zjištění získaná z polostrukturovaných rozhovorů jsou následující: otázka výpočtů emisí skleníkových plynů z železniční nákladní dopravy je zásadní pro tuto přední společnost operující v tuzemském automobilovém průmyslu, protože se společnost snaží minimalizovat negativní logistické dopady na životní prostředí a společnost jako celek. Společnost v současnosti nepoužívá žádné kalkulátory emisí skleníkových plynů pro oblast železniční nákladní dopravy ani jiné podobné nástroje, protože neexistuje žádný vhodný kalkulátor emisí skleníkových plynů, který by splňoval požadavky společnosti, omezující podmínky a další potřebná omezení. Logistické procesy související s železniční nákladní dopravou jsou velmi rozsáhlé a s mnoha specifickými podmínkami. Z tohoto důvodu

-
- Kalkulátor logistických emisí – indická lokalizace. MACHALÍK, S., CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R. 2022.
 - Kalkulátor logistických emisí – ruská lokalizace. MACHALÍK, S., CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R. 2022.

³⁸ Tento oddíl vychází mimo jiné z následujícího odborného článku, jehož hlavním autorem je autor habilitační práce: CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R., MACHALÍK, S., SOMMERAUEROVÁ, D., KRUPKA, J. Customized Approach to Greenhouse Gas Emissions Calculations in Railway Freight Transport. *Applied Science – Basel*, 2021, roč. 11, č. 19, s. 1-26., který je indexován v mezinárodně uznávané databázi Web of Science a Scopus.

v současnosti neexistuje žádný vhodný kalkulátor emisí skleníkových plynů z železniční nákladní dopravy ani jiný podobný nástroj, který by reflektoval všechna potřebná specifika společnosti. Agregované závěry a zjištění byly také konfrontovány se zástupci logistických oddělení dvou dalších mezinárodních společností v automobilovém průmyslu působících na českém trhu, kteří rovněž potvrdili zjištěné závěry.

Následně byly analyzovány dostupné emisní kalkulátory:

- č. 1 – EcoPassenger – EcoPassenger (2024),
- č. 2 – Carbon Foot Print – Public Transport Carbon Footprint Calculator (2024),
- č. 3 – EcoTree – EcoTree (2024),
- č. 4 – The Engineering ToolBox – CO₂ Calculator – Emissions from Trains (2024),
- č. 5 – EcoTransIT World – EcoTransIT World (2024),
- č. 6 – CN – Carbon Calculator (2024),
- č. 7 – CarbonCare – CarbonCare (2024),
- č. 8 – World Land Trust – World Land Trust (2024),
- č. 9 – ScotRail – ScotRail (2024),
- č. 10 – BNSF Railway Carbon Estimator – BNSF Railway Carbon Estimator (2024),
- č. 11 – Logward – CO₂ Calculator – Logward (2024),
- č. 12 – Trees for All – Trees for All (2024).

Výsledky obsahové analýzy kalkulátorů emisí skleníkových plynů ze železniční dopravy jsou prezentovány v tabulce č. 5. Emisní kalkulátory č. 1-4, 8-9 a 12 nebyly dále analyzovány, protože nejsou vhodné pro výpočet emisí z železniční nákladní dopravy. Tyto emisní kalkulátory lze použít pouze k výpočtu emisí z osobní železniční dopravy. Žádný z analyzovaných emisních kalkulátorů neumožňuje přepravu PC, CB nebo FC, protože kalkulátory č. 5-7 a 10-11 umožňují přepravu obecného nákladu. Zároveň žádný emisní kalkulátor pro železniční nákladní dopravu neumožňuje implementaci specifických omezujících podmínek přizpůsobených pro odvětví automotive. Pouze jeden emisní kalkulátor umožňuje zadání specifikace vlastního železničního vozu a následný výpočet emisí skleníkových plynů. Tento emisní kalkulátor (č. 5) také umožňuje výpočet emisí skleníkových plynů pro jednosměrnou a zpáteční přepravu a rozlišuje výsledné emise skleníkových plynů v ekvivalentech CO_{2e}. Všechny analyzované emisní kalkulátory skleníkových plynů prezentují pouze celkové výsledné emise. Žádný z emisních kalkulátorů neprezentuje průměrné emise skleníkových plynů související s přepravní vzdáleností, hmotností nákladu nebo tunokilometry.

Dva analyzované emisní kalkulátory (č. 5 a 7) používají přístupy výpočtu WtW, WtT a TtW a rozlišují výsledné emise skleníkových plynů podle těchto kalkulačních přístupů.

Tabulka 5 Výsledky obsahové analýzy kalkulátorů emisí skleníkových plynů z nákladní dopravy

Č.	Železniční doprava	Převaha PC, CB a FC	Možnost vlastního vozu	Možnost vlastních omezujících podmínek	Jednosměrná a zpáteční přeprava	Výstup CO _{2e}	Výstup celkové a průměrné emise	WtW, WtT a TtW kalkulační přístup
1	RPT	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA
2	RPT	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA
3	RPT	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA
4	RPT	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA
5	RFT	NA	Y	NA	Y	Y	Jen celkové emise	Y
6	RFT	NA	NA	NA	NA	Y	Jen celkové emise	NA
7	RFT	NA	NA	NA	NA	Y	Jen celkové emise	Y
8	RPT	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA
9	RPT	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA
10	RFT	NA	NA	NA	NA	Y	Jen celkové emise	NA
11	RFT	NA	NA	NA	NA	Y	Jen celkové emise	NA
12	RPT	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA	NFA

Poznámky: PC – osobní automobily, CB – karoserie, FC – nákladní kontejnery, CO_{2e} – ekvivalent oxidu uhličitého, WtW – kalkulační přístup, WtT – kalkulační přístup, TtW – kalkulační přístup, RPT – kalkulace pouze pro železniční osobní dopravu, RFT – kalkulace pouze pro železniční nákladní dopravu, Y – Ano, N – Ne, NA – není dostupné, NFA – dále neanalyzováno z důvodu nepoužitelnosti pro železniční nákladní dopravu.

Zdroj: autor

Závěrem lze konstatovat, že žádný z identifikovaných a analyzovaných emisních kalkulátorů v oblasti železniční nákladní dopravy není vhodný pro potřeby výpočtů emisí skleníkových plynů v odvětví automotive, protože nesplňuje všechny identifikované předpoklady založené na výsledcích rozhovorů (přílohy I a J). Na základě výsledků analýzy lze dále konstatovat, že byla identifikována vědecko-výzkumná mezera a že je potřeba vyvinout vhodný přístup a nástroj pro výpočet emisí skleníkových plynů v oblasti železniční nákladní dopravy, který bude plně přizpůsoben pro potřeby sektoru automotive.

Navržený kalkulátor pro výpočet emisí skleníkových plynů v kontextu železniční nákladní dopravy^{39,40} pro automobilový průmysl se skládá z následujících základních kroků:

- výběr typu přepravovaného nákladu,
- výběr typu železničního vozu pro přepravu,
- výběr typu trakce, popřípadě zvolení poměru mezi závislou a nezávislou trakcí⁴¹,
- přiřazení příslušných parametrů a specifikace na základě předchozího výběru železničního vozu a typu trakce,
- přímé zadání počtu a typů přepravovaných PC, CB nebo FC, v případě přepravy FC je nutné přímo zadat hmotnost přepravovaného materiálu,
- výpočet celkové hmotnosti přepravovaného nákladu na základě zadaných vstupů,
- kontrola omezujících podmínek na základě zadání,
- výpočet potřebného počtu železničních vozů pro danou přepravu na základě vstupních omezujících podmínek,
- výpočet koeficientu vytížení vozu/ů,
- přímé zadání přepravní vzdálenosti a typu přepravy (zpáteční či jednosměrná přeprava),
- vyhledání příslušných emisních koeficientů,
- výpočet emisí skleníkových plynů,
- prezentace výsledků.

Pokud jde o přepravovanou hmotnost materiálu, je nutné dodržovat následující omezující podmínky a omezení:

$$\text{pro RC}_1 \text{ až RC}_{32}: V [t] \leq (n_c [-] \times V_{\max} [t]), n_c \in \mathbb{N}, \quad (37)$$

kde RC_{1-32} představují různé typy železničních vozů, V je hmotnost nákladu, n_c je potřebný počet železničních vozů pro přepravu a V_{\max} je maximální hmotnost nákladu, kterou mohou železniční vozy přepravit.

³⁹ Následující vztahy, popisující omezující podmínky a další omezení, vyplývají ze závěrů získaných z realizovaných polostrukturovaných rozhovorů a nejčastěji používaných dopravních prostředků pro přepravu v rámci železniční nákladní dopravy v sektoru automotive. Zároveň však mohou být v sektoru automotive využívány i další dopravní prostředky, které by taktéž bylo možné popsat tímto vztahovým aparátem.

⁴⁰ Navržený kalkulátor pro výpočet emisí skleníkových plynů v kontextu železniční nákladní dopravy pro automobilový průmysl odpovídá výsledkům, viz přílohy I a J.

⁴¹ Možnost volby tohoto parametru je pro podniky v automotive důležitý při modelování nové přepravní trasy, případně při potřebě kalkulovat, jakou emisní změnu přinese změna trakce v celé trase, případně v její části, na stávající trase přepravy.

Následující univerzální a specifické omezující předpoklady musí být zohledněny s ohledem na objem přepravovaného nákladu⁴²:

$$\begin{aligned}
 &\text{pro RC}_1 \text{ až RC}_{32}: LV [-] \leq (n_c [-] \times LV_{\max} [-]), n_c \in N, \\
 &\text{pro RC}_1 \text{ až RC}_{25}: LV [-] \leq (n_c [-] \times LV_{\max} [-]), n_c \in N, LV_{\max} = \langle 10; 11 \rangle, \\
 &\text{pro RC}_{26} \text{ až RC}_{29}: LV [-] \leq (n_c [-] \times LV_{\max} [-]), n_c \in N, LV_{\max} = \langle 8; 10 \rangle, \\
 &\text{pro RC}_{30} \text{ až RC}_{32}: LV [-] \leq (n_c [-] \times LV_{\max} [-]), n_c \in N, LV_{\max} = \langle 1; 4 \rangle,
 \end{aligned} \tag{38}$$

kde RC_{1-32} představují různé typy železničních vozů, LV je objem nákladu, n_c je potřebný počet železničních vozů pro přepravu a LV_{\max} je maximální objem nákladu, který může železniční vůz přepravit.

Maximální objemy nákladu železničních vozů pro přepravu PC a CB jsou definovány v souladu s následujícími algoritmickými technikami:

$$\begin{aligned}
 &\text{IF přeprava PC v RC}_{1-25} \text{ ze závodu A THEN } LV_{\max} = 10, \\
 &\text{IF přeprava PC v RC}_{1-25} \text{ ze závodu B THEN } LV_{\max} = 11, \\
 &\text{IF přeprava CB v RC}_{26} \text{ OR RC}_{28} \text{ THEN } LV_{\max} = 8, \\
 &\text{IF přeprava CB v RC}_{27} \text{ OR RC}_{29} \text{ THEN } LV_{\max} = 10,
 \end{aligned} \tag{39}$$

kde RC_{1-32} představují různé typy železničních vozů a LV_{\max} je maximální objem nákladu, který může železniční vůz přepravit.

Maximální objemy nákladu železničních vozů pro přepravu FC jsou definovány v souladu s následujícími algoritmickými technikami:

$$\begin{aligned}
 &\text{IF přeprava FC v RC}_{30} \text{ OR RC}_{31} \text{ THEN pro FC}_1: LV_{\max} = 2, \\
 &\text{IF přeprava FC v RC}_{30} \text{ OR RC}_{31} \text{ THEN pro FC}_2: LV_{\max} = 1, \\
 &\text{IF přeprava FC v RC}_{30} \text{ OR RC}_{31} \text{ THEN pro FC}_3: LV_{\max} = 1, \\
 &\text{IF přeprava FC v RC}_{32} \text{ THEN pro FC}_1: LV_{\max} = 4, \\
 &\text{IF přeprava FC v RC}_{32} \text{ THEN pro FC}_2: LV_{\max} = 2, \\
 &\text{IF přeprava FC v RC}_{32} \text{ THEN pro FC}_3: LV_{\max} = 2,
 \end{aligned} \tag{40}$$

kde RC_{1-32} představují různé typy železničních vozů a LV_{\max} je maximální objem nákladu, který může železniční vůz přepravit.

Maximální objemy nákladu železničních vozů pro přepravu FC jsou definovány v souladu s následujícími algoritmickými technikami:

$$\text{IF přeprava FC v RC}_{32} \text{ THEN pro FC}_1 = 2 \text{ AND FC}_2 = 1, \tag{41}$$

⁴² Tato část navrženého kalkulátoru, konkrétně vztahy č. 38-39, prezentuje formou interpretativní případové studie ilustrativní možnost vložení dílčích omezujících podmínek v souladu s potřebami uživatelů do samotného kalkulátoru emisí. V tomto případě se konkrétně jedná o omezující podmínky v souvislosti s objemem přepravovaného nákladu.

IF přeprava FC v RC₃₂ THEN pro FC₁ = 2 AND FC₃ = 1,

IF přeprava FC v RC₃₂ THEN pro FC₂ = 1 AND FC₃ = 1,

kde RC₃₂ představuje typ železničního vozu pro přepravu FC a FC₁₋₃ jsou různé typy FC.

Hmotnost nákladu je určena podle následujícího vztahu:

$$\begin{aligned} \text{pro PC: } V &= \{(n_{pc1} \times V_{PC1}) + (n_{pc2} \times V_{PC2}) + \dots + (n_{pc8} \times V_{PC8})\} [t], \\ n_{pck} &\in \mathbb{N}, k \in \langle 1;8 \rangle, \\ \text{pro CB: } V &= \{(n_{cb1} \times (V_{CB1} + V_{P1})) + (n_{cb2} \times (V_{CB2} + V_{P2}))\} [t], \\ n_{cbl} &\in \mathbb{N}, l \in \langle 1;2 \rangle, \end{aligned} \quad (42)$$

$$\begin{aligned} \text{pro FC: } V &= \{(n_{fc1} \times (V_{FC1} + V_{C1})) + (n_{fc2} \times (V_{FC2} + V_{C2})) + (n_{fc3} \times (V_{FC3} + V_{C3}))\} [t], \\ n_{fcm} &\in \mathbb{N}, m \in \langle 1;3 \rangle, \end{aligned}$$

kde V je hmotnost nákladu, n_{pck} je počet přepravovaných PC typu k, V_{PCk} je hmotnost PC typu k, k je typ přepravovaného PC, n_{cbl} je počet přepravovaných CB typu l, V_{CB1} je hmotnost CB typu l, V_{P1} je hmotnost palety pro CB typu l, l je typ přepravovaného CB, n_{fcm} je počet přepravovaných FC typu m, V_{FCm} je hmotnost FC typu m, V_{Cm} je hmotnost nákladu v FC typu m a m je typ přepravovaného FC.

Koeficient vytížení železničního vozu (vozů) se vypočítá podle následujícího vztahu:

$$LF = \text{zaokrouhli nahoru } [V/(n_c \times V_{\max})] [-], LF \in \langle 0;1 \rangle, n_c \in \mathbb{N}, \quad (43)$$

kde LF je koeficient zatížení železničního vozu (vozů), V je hmotnost nákladu, n_c je potřebný počet železničních vozů pro přepravu a V_{\max} je maximální hmotnost nákladu, kterou mohou železniční vozy přepravit.

Příslušné emisní koeficienty jsou identifikovány v souladu s následujícími algoritmickými technikami:

$$\begin{aligned} &\text{IF zpáteční přeprava THEN hledej hodnoty emisních koeficientů} \\ &\text{pro } C_{dWtTb}, C_{dWtTf}, C_{dTtWb}, C_{dTtWf}, C_{iWtTb}, C_{iWtTf}, C_{iTtWb} \text{ and } C_{iTtWf}, \\ &\text{IF jednosměrná přeprava THEN hledej hodnoty emisních koeficientů} \\ &\text{pro } C_{dWtTb}, C_{dWtTf}, C_{dTtWb}, C_{dTtWf}, C_{iWtTb}, C_{iWtTf}, C_{iTtWb}, C_{iTtWf}, C_{d0WtTb}, C_{d0WtTf}, \\ &\quad C_{d0TtWb}, C_{d0TtWf}, C_{i0WtTb}, C_{i0WtTf}, C_{i0TtWb} \text{ and } C_{i0TtWf}, \end{aligned} \quad (44)$$

kde C_{dWtTb} je příslušný emisní koeficient CO₂ biogenního původu (dále jen BO) vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci, C_{dWtTf} je příslušný emisní koeficient CO₂ fosilního původu (dále jen FO) vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci, C_{dTtWb} je příslušný emisní koeficient CO₂ BO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro závislou trakci, C_{dTtWf} je příslušný emisní koeficient CO₂ FO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro závislou trakci, C_{iWtTb} je příslušný emisní koeficient CO₂ BO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro nezávislou trakci, C_{iWtTf} je příslušný emisní koeficient CO₂ FO vypočítaný pomocí přístupu

WtT pro nezávislou trakci, C_{iTtWb} je příslušný emisní koeficient CO₂ BO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci, C_{iTtWf} je příslušný emisní koeficient CO₂ FO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci, C_{d0WtTb} je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO₂ BO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci, C_{d0WtTf} je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO₂ FO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci, C_{d0TtWb} je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO₂ BO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro závislou trakci, C_{d0TtWf} je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO₂ FO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro závislou trakci, C_{i0WtTb} je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO₂ BO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro nezávislou trakci, C_{i0WtTf} je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO₂ FO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro nezávislou trakci, C_{i0TtWb} je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO₂ BO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci a C_{i0TtWf} je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO₂ FO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci.

Emise CO₂ jsou vypočítány pro konkrétní zásilku realizovanou železniční nákladní dopravou. Navrhovaný přístup je rozdělen podle identifikovaných požadavků společnosti na zpáteční přepravu a jednosměrnou přepravu. V případě zpáteční přepravy jsou použity vztahy č. 45-58 a v případě jednosměrné přepravy jsou použity vztahy č. 45-73.

Celkové emise CO₂ produkované zpáteční přepravou jsou vypočítány následovně:

$$T [\text{kgCO}_2\text{e}] = R [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (45)$$

kde T odpovídá celkovým emisím CO₂ produkovaným přepravou a R jsou celkové emise CO₂ produkované zpáteční přepravou.

Celkové emise CO₂ R produkované zpáteční přepravou jsou vypočítány pomocí přístupu WtW:

$$R [\text{kgCO}_2\text{e}] = R_{WtT} [\text{kgCO}_2\text{e}] + R_{TtW} [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (46)$$

kde R_{WtT} jsou emise CO₂ vypočítané pomocí přístupu WtT a R_{TtW} jsou emise CO₂ vypočítané pomocí přístupu TtW.

R_{WtT} jsou emise CO₂ vypočítané pomocí přístupu WtT, které se skládají ze dvou částí:

$$R_{WtT} [\text{kgCO}_2\text{e}] = R_{WtTb} [\text{kgCO}_2\text{e}] + R_{WtTf} [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (47)$$

kde R_{WtTb} jsou emise CO₂ BO vypočítané pomocí přístupu WtT a R_{WtTf} jsou emise CO₂ FO vypočítané pomocí přístupu WtT.

R_{TtW} jsou emise CO₂ vypočítané pomocí přístupu TtW, které se skládají ze dvou částí:

$$R_{TtW} [\text{kgCO}_2\text{e}] = R_{TtWb} [\text{kgCO}_2\text{e}] + R_{TtWf} [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (48)$$

kde R_{TtWb} jsou emise CO₂ BO vypočítané pomocí přístupu TtW a R_{TtWf} jsou emise CO₂ FO vypočítané pomocí přístupu TtW.

Emise CO₂ BO vypočítané pomocí přístupu WtT R_{WtTb} jsou vypočítány podle vztahu:

$$R_{WtTb} [\text{kgCO}_2\text{e}] = \{S_{d1} [-] \times C_{dWtTb} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}] + S_{i1} [-] \times C_{iWtTb} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}]\} \times V [\text{t}] \times L_1 [\text{km}], \quad (49)$$

kde S_{d1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, C_{dWtTb} je příslušný emisní koeficient CO₂ BO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci, S_{i1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce, C_{iWtTb} je příslušný emisní koeficient CO₂ BO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro nezávislou trakci, V je hmotnost nákladu a L_1 je celková přepravní vzdálenost.

Emise CO₂ FO vypočítané pomocí přístupu WtT R_{WtTf} jsou vypočítány podle vztahu:

$$R_{WtTf} [\text{kgCO}_2\text{e}] = \{S_{d1} [-] \times C_{dWtTf} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}] + S_{i1} [-] \times C_{iWtTf} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}]\} \times V [\text{t}] \times L_1 [\text{km}], \quad (50)$$

kde S_{d1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, C_{dWtTf} je příslušný emisní koeficient CO₂ FO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci, S_{i1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce, C_{iWtTf} je příslušný emisní koeficient CO₂ FO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro nezávislou trakci, V je hmotnost nákladu a L_1 je celková přepravní vzdálenost.

Emise CO₂ BO vypočítané pomocí přístupu TtW R_{TtWb} jsou vypočítány podle vztahu:

$$R_{TtWb} [\text{kgCO}_2\text{e}] = \{S_{d1} [-] \times C_{dTtWb} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}] + S_{i1} [-] \times C_{iTtWb} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}]\} \times V [\text{t}] \times L_1 [\text{km}], \quad (51)$$

kde S_{d1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, C_{dTtWb} je příslušný emisní koeficient CO₂ BO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro závislou trakci, S_{i1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce, C_{iTtWb} je příslušný emisní koeficient CO₂ BO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci, V je hmotnost nákladu a L_1 je celková přepravní vzdálenost.

Emise CO₂ FO vypočítané pomocí přístupu TtW R_{TtWf} jsou vypočítány podle vztahu:

$$R_{TtWf} [\text{kgCO}_2\text{e}] = \{S_{d1} [-] \times C_{dTtWf} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}] + S_{i1} [-] \times C_{iTtWf} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}]\} \times V [\text{t}] \times L_1 [\text{km}], \quad (52)$$

kde S_{d1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, C_{dTtWf} je příslušný emisní koeficient CO₂ FO vypočítaný pomocí

přístupu TtW pro závislou trakci, S_{i1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce, C_{iTtWf} je příslušný emisní koeficient CO_2 FO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci, V je hmotnost nákladu a L_1 je celková přepravní vzdálenost.

Podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce S_{d1} je vypočítán podle vztahu:

$$S_{d1} [-] = L_{1d} [\text{km}] / L_1 [\text{km}], L_{1d} \leq L_1, S_{d1} \in \langle 0;1 \rangle, \quad (53)$$

kde L_{1d} je délka přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce a L_1 je celková přepravní vzdálenost.

Podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce S_{i1} je vypočítán podle vztahu:

$$S_{i1} [-] = L_{1i} [\text{km}] / L_1 [\text{km}], L_{1i} \leq L_1, S_{i1} \in \langle 0;1 \rangle, \quad (54)$$

kde L_{1i} je délka přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce a L_1 je celková přepravní vzdálenost.

Následující vztahy musí vždy platit pro proměnné z předcházejících vztahů:

$$\begin{aligned} S_{d1} [-] + S_{i1} [-] &= 1, \{S_{d1}, S_{i1}\} \in \langle 0;1 \rangle, \\ L_{1d} [\text{km}] + L_{1i} [\text{km}] &= L_1 [\text{km}], \end{aligned} \quad (55)$$

kde S_{d1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, S_{i1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce, L_{1d} je délka přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, L_{1i} je délka přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce a L_1 je celková přepravní vzdálenost.

Pokud je přeprava realizována výhradně s využitím závislé trakce, platí následující vztahy:

$$\begin{aligned} S_{d1} [-] &= 1, \\ S_{i1} [-] &= 0, \end{aligned} \quad (56)$$

kde S_{d1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce a S_{i1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce.

Pokud je přeprava realizována výhradně s využitím nezávislé trakce, platí následující vztahy:

$$S_{d1} [-] = 0, \quad (57)$$

$$S_{i1} [-] = 1,$$

kde S_{d1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce a S_{i1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce.

Pokud je přeprava realizována s využitím závislé i nezávislé trakce, platí následující vztah:

$$S_{d1} [-] + S_{i1} [-] = 1, \quad (58)$$

kde S_{d1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce a S_{i1} je podíl z celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce.

Celkové emise CO_2 produkované jednosměrnou přepravou jsou vypočítány podle vztahu:

$$T [\text{kgCO}_2\text{e}] = R [\text{kgCO}_2\text{e}] + O [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (59)$$

kde T odpovídá celkovým emisím CO_2 produkovaným přepravou, R jsou celkové emise CO_2 produkované zpáteční přepravou a O jsou dodatečné emise CO_2 (penalizace za prázdné – nevytížené železniční vozy⁴³).

Dodatečné emise CO_2 (penalizace za prázdné – nevytížené železniční vozy) O jsou vypočítány pomocí přístupu WtW :

$$O [\text{kgCO}_2\text{e}] = O_{WtT} [\text{kgCO}_2\text{e}] + O_{TtW} [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (60)$$

kde O_{WtT} jsou emise CO_2 vypočítané pomocí přístupu WtT a O_{TtW} jsou emise CO_2 vypočítané pomocí přístupu TtW .

O_{WtT} jsou emise CO_2 vypočítané pomocí přístupu WtT , které se skládají ze dvou částí:

$$O_{WtT} [\text{kgCO}_2\text{e}] = O_{WtTb} [\text{kgCO}_2\text{e}] + O_{WtTf} [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (61)$$

kde O_{WtTb} jsou emise CO_2 BO vypočítané pomocí přístupu WtT a O_{WtTf} jsou emise CO_2 FO vypočítané pomocí přístupu WtT .

O_{TtW} jsou emise CO_2 vypočítané pomocí přístupu TtW , které se skládají ze dvou částí:

$$O_{TtW} [\text{kgCO}_2\text{e}] = O_{TtWb} [\text{kgCO}_2\text{e}] + O_{TtWf} [\text{kgCO}_2\text{e}], \quad (62)$$

kde O_{TtWb} jsou emise CO_2 BO vypočítané pomocí přístupu TtW a O_{TtWf} jsou emise CO_2 FO vypočítané pomocí přístupu TtW .

⁴³ Na základě agregovaných výsledků polostrukturovaných rozhovorů bylo zjištěno, že přední společnosti působící v sektoru automotive používají v případě jednosměrné přepravy penalizační koeficient různých hodnot, který je sankcionuje za nerealizaci zpáteční přepravy, respektive za nezajištění zpětného vytížení dopravního prostředku.

Dodatečná přepravní vzdálenost L_2 jako penalizace za prázdné – nevytížené železniční vozy je vypočítána podle vztahu:

$$L_2 [\text{km}] = L_1 [\text{km}] \times l [-], \quad (63)$$

kde L_1 je přepravní vzdálenost a l je interní koeficient definovaný společností.

Emise CO_2 BO vypočítané pomocí přístupu WtT O_{WtTb} jsou vypočítány podle vztahu:

$$O_{\text{WtTb}} [\text{kgCO}_2\text{e}] = \{S_{d2} [-] \times C_{d0\text{WtTb}} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}] + S_{i2} [-] \times C_{i0\text{WtTb}} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}]\} \times V [\text{t}] \times L_2 [\text{km}], \quad (64)$$

kde S_{d2} je podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, $C_{d0\text{WtTb}}$ je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO_2 BO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci, S_{i2} je podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce, $C_{i0\text{WtTb}}$ je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO_2 BO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro nezávislou trakci, V je hmotnost nákladu a L_2 je dodatečná přepravní vzdálenost.

Emise CO_2 FO vypočítané pomocí přístupu WtT O_{WtTf} jsou vypočítány podle vztahu:

$$O_{\text{WtTf}} [\text{kgCO}_2\text{e}] = \{S_{d2} [-] \times C_{d0\text{WtTf}} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}] + S_{i2} [-] \times C_{i0\text{WtTf}} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}]\} \times V [\text{t}] \times L_2 [\text{km}], \quad (65)$$

kde S_{d2} je podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, $C_{d0\text{WtTf}}$ je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO_2 FO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci, S_{i2} je podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce, $C_{i0\text{WtTf}}$ je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO_2 FO vypočítaný pomocí přístupu WtT pro nezávislou trakci, V je hmotnost nákladu a L_2 je dodatečná přepravní vzdálenost.

Emise CO_2 BO vypočítané pomocí přístupu TtW O_{TtWb} jsou vypočítány podle vztahu:

$$O_{\text{TtWb}} [\text{kgCO}_2\text{e}] = \{S_{d2} [-] \times C_{d0\text{TtWb}} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}] + S_{i2} [-] \times C_{i0\text{TtWb}} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}]\} \times V [\text{t}] \times L_2 [\text{km}], \quad (66)$$

kde S_{d2} je podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, $C_{d0\text{TtWb}}$ je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO_2 BO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro závislou trakci, S_{i2} je podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce, $C_{i0\text{TtWb}}$ je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO_2 BO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci, V je hmotnost nákladu a L_2 je dodatečná přepravní vzdálenost.

Emise CO_2 FO vypočítané pomocí přístupu TtW O_{TtWf} jsou vypočítány podle vztahu:

$$O_{\text{TtWf}} [\text{kgCO}_2\text{e}] = \{S_{d2} [-] \times C_{d0\text{TtWf}} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}] + S_{i2} [-] \times C_{i0\text{TtWf}} [\text{kgCO}_2\text{e}/\text{tkm}]\} \times V [\text{t}] \times L_2 [\text{km}], \quad (67)$$

kde S_{d2} je podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, C_{d0TtWf} je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO₂ FO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro závislou trakci, S_{i2} je podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce, C_{i0TtWf} je příslušný emisní koeficient pro prázdný náklad CO₂ FO vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci, V je hmotnost nákladu a L_2 je dodatečná přepravní vzdálenost.

Podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce S_{d2} je vypočítán podle vztahu:

$$S_{d2} [-] = L_{2d} [\text{km}] / L_2 [\text{km}], L_{2d} \leq L_2, S_{d2} \in \langle 0; 1 \rangle, \quad (68)$$

kde L_{2d} je dodatečná délka přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce a L_2 je dodatečná přepravní vzdálenost.

Podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce S_{i2} je vypočítán podle vztahu:

$$S_{i2} [-] = L_{2i} [\text{km}] / L_2 [\text{km}], L_{2i} \leq L_2, S_{i2} \in \langle 0; 1 \rangle, \quad (69)$$

kde L_{2i} je dodatečná délka přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce a L_2 je dodatečná přepravní vzdálenost.

Následující vztahy musí vždy platit pro proměnné z předcházejících vztahů:

$$\begin{aligned} S_{d2} [-] + S_{i2} [-] &= 1, \{S_{d2}, S_{i2}\} \in \langle 0; 1 \rangle, \\ L_{2d} [\text{km}] + L_{2i} [\text{km}] &= L_2 [\text{km}], \end{aligned} \quad (70)$$

kde S_{d2} je podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, S_{i2} je podíl z dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce, L_{2d} je dodatečná délka přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce, L_{2i} je dodatečná délka přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce a L_2 je dodatečná přepravní vzdálenost.

Pokud je přeprava realizována výhradně s využitím závislé trakce, platí následující vztahy:

$$\begin{aligned} S_{d2} [-] &= 1, \\ S_{i2} [-] &= 0, \end{aligned} \quad (71)$$

kde S_{d2} je podíl z dodatečné délky přepravy železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce a S_{i2} je podíl z dodatečné délky přepravy železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce.

Pokud je přeprava realizována výhradně s využitím nezávislé trakce, platí následující vztahy:

$$\begin{aligned} S_{d2} [-] &= 0, \\ S_{i2} [-] &= 1, \end{aligned} \tag{72}$$

kde S_{d2} je podíl z dodatečné délky přepravy železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce a S_{i2} je podíl z dodatečné délky přepravy železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce.

Pokud je přeprava realizována s využitím závislé i nezávislé trakce, platí následující vztah:

$$S_{d2} [-] + S_{i2} [-] = 1, \tag{73}$$

kde S_{d2} je podíl z dodatečné délky přepravy železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce a S_{i2} je podíl z dodatečné délky přepravy železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce.

Navržený plně přizpůsobený kalkulátor pro odvětví automotive pro kalkulaci emisí skleníkových plynů v železniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování byl aplikován a ověřen formou interpretativní případové studie⁴⁴. Následně byl v rámci smluvních výzkumů⁴⁵ transformován do podoby výsledného softwarového řešení⁴⁶, které je v současnosti používáno logistiky přední české společnosti podnikající na trhu automobilového průmyslu v tuzemských i zahraničních závodech⁴⁷.

⁴⁴ Detailnější informace viz poznámka pod čarou č. 38.

⁴⁵ Konkrétně se jednalo o následující smluvní výzkumy, jejichž byl autor habilitační práce hlavním řešitelem nebo členem řešitelského týmu:

- Název: Kalkulátor logistických emisí CO₂. Rok: 2017. Pozice: člen řešitelského týmu smluvního výzkumu.
- Název: Kalkulátor logistických emisí. Rok: 2020. Pozice: řešitel smluvního výzkumu.
- Název: Kalkulace logistických emisí CO₂ – KALOGEMIS 4.0. Rok: 2021. Pozice: řešitel smluvního výzkumu.
- Název: Kalkulace logistických emisí CO₂ – KALOGEMIS 5.0. Rok: 2021. Pozice: řešitel smluvního výzkumu.

⁴⁶ Konkrétně se jedná o následující výsledky, jejichž je autor habilitační práce spoluautorem:

- Kalkulátor logistických emisí – česká lokalizace. MACHALÍK, S., CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R., HYRŠLOVÁ, J. 2021.
- Kalkulátor logistických emisí – čínská lokalizace. MACHALÍK, S., CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R. 2022.
- Kalkulátor logistických emisí – ruská lokalizace. MACHALÍK, S., CHOCHOLÁČ, J., HRUŠKA, R. 2022.

⁴⁷ Smluvní výzkumy (viz poznámka pod čarou č. 45), v rámci nichž byly výsledky (viz poznámka pod čarou č. 46) vytvořeny, vygenerovaly příjem Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice převyšující částku 1 000 000 Kč bez DPH.

3.3 Definice přínosů habilitační práce

Předložená habilitační práce obsahuje přínosy v rovině teoretické i praktické. Mezi přínosy habilitační práce v rovině teoretické lze zařadit:

- komplexní zpracování systematické literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky,
- komplexní zpracování systematické literární rešerše v tematické oblasti kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy a logistických činností,
- zpracování analýzy legislativního kontextu zkoumané problematiky z pohledu makroskopického a mezoskopického,
- zpracování analýzy emisních kalkulátorů na podporu logistického plánování a rozhodování,
- návrh plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí⁴⁸ pro odvětví automotive v silniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování,
- návrh kalkulátoru emisí⁴⁹ pro odvětví automotive v železniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování,
- návrh možnosti implementace dílčích optimalizací do kalkulátoru emisí včetně vnoření specifických omezujících podmínek dle preferencí jednotlivých uživatelů.

Mezi přínosy habilitační práce v rovině praktické lze zařadit:

- transformace návrhu plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí pro odvětví automotive v silniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování do podoby softwarového nástroje⁵⁰,
- transformace návrhu plně přizpůsobeného kalkulátoru emisí pro odvětví automotive v železniční nákladní dopravě na podporu logistického plánování a rozhodování do podoby softwarového nástroje⁵¹,
- využití poznatků zpracovaných v rámci habilitační práce v pedagogické činnosti na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice⁵².

⁴⁸ Navržený kalkulátor emisí lze dále modifikovat dle detailnějších a specifitějších potřeb a přání jakéhokoli zadavatele ze sektoru automotive, případně ze sektoru dopravy a spojů.

⁴⁹ Viz poznámka pod čarou č. 48.

⁵⁰ Viz poznámka pod čarou č. 46. Tento softwarový nástroj je anebo byl využíván přední českou společností podnikající na trhu automobilového průmyslu v tuzemských závodech a také v závodech v Indii, Číně a Rusku.

⁵¹ Viz poznámka pod čarou č. 50.

⁵² V rámci profilujícího předmětu KDMML/XAZLG/YAZLG Zelená logistika (2. ročník magisterského studijního programu Technologie a management v dopravě).

ZÁVĚR

Práce se zaměřuje na problematiku kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy v kontextu nástrojů zelené logistiky na podporu logistického plánování a rozhodování v odvětví automotive. S ohledem na rostoucí environmentální tlak a legislativní požadavky kladené na odvětví dopravy je tato problematika velmi aktuální a zásadní pro udržitelnost a konkurenceschopnost firem působících v automobilovém průmyslu.

Úvodní kapitola této práce je věnována teoretickému vymezení zkoumané problematiky. V rámci této kapitoly práce je zpracována systematická literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky a v tematické oblasti kalkulace emisí skleníkových plynů z dopravy a logistických činností. Zabývá se definicemi a principy zelené logistiky, která představuje moderní přístup k řízení logistických procesů s důrazem na minimalizaci negativních environmentálních dopadů. Dále se tato kapitola věnuje metodikám kalkulace emisí skleníkových plynů, které jsou produkovány dopravou a logistickými činnostmi. Součástí teoretického vymezení je také analýza legislativního rámce, který ovlivňuje environmentální politiku v oblasti dopravy na globální, kontinentální i národní úrovni.

Druhá kapitola se zaměřuje na analýzu stávajícího stavu v oblasti emisí skleníkových plynů z dopravy. V této části práce je provedena detailní analýza vývoje emisí skleníkových plynů z dopravy v rámci Evropské unie a České republiky. Analyzovány jsou trendy, faktory ovlivňující emise skleníkových plynů a současné přístupy k jejich redukci. Součástí této kapitoly je také analýza dostupných nástrojů zelené logistiky, především emisních kalkulátorů, které podporují logistické plánování a rozhodování s ohledem na environmentální dopady.

Třetí kapitola práce představuje vlastní řešení zkoumané problematiky. Jejím jádrem jsou dva návrhy plně přizpůsobených kalkulátorů emisí pro odvětví automotive. První návrh se zaměřuje na kalkulaci emisí skleníkových plynů v silniční nákladní dopravě, druhý návrh se týká kalkulace emisí v železniční nákladní dopravě. Oba návrhy jsou koncipovány tak, aby podporovaly logistické plánování a rozhodování ve společnostech působících v automobilovém průmyslu. Návrhy zahrnují detailní metodiky a postupy, které umožňují přesnou kalkulaci emisí a identifikaci klíčových oblastí pro jejich snižování.

V závěrečné části práce jsou popsány teoretické a praktické přínosy habilitační práce. Teoretické přínosy spočívají v rozšíření znalostí v oblasti zelené logistiky a kalkulace emisí skleníkových plynů. Praktické přínosy pak zahrnují aplikaci navržených postupů v praxi, což přispěje ke zvýšení environmentální udržitelnosti a efektivity logistických procesů v odvětví automotive.

POUŽITÁ LITERATURA

- ABARESHI, A., A. MOLLA. Greening logistics and its impact on environmental performance: an absorptive capacity perspective. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*. 2013, vol. 16, p. 209-226.
- ABBASI, M., NILSEN, F. Developing environmentally sustainable logistics: exploring themes and challenges from a logistics service providers' perspective. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* [online]. 2016, 46, p. 273-283. ISSN 1361-9209, eISSN 1879-2340. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.04.004>
- ADAMS, F. G., C. B. GABLER, V. M. LANDERS. The hierarchical resource nature of green logistics competency. *JOURNAL OF BUSINESS & INDUSTRIAL MARKETING*, 2021b, 36(8), 1474-1485.
- AFUM, E., Y. AGYABENG-MENSAH, C. BAAH, G. ASAMOAH, et al. Eco-market orientation in the logistics industry: a conveyor belt for achieving organizational outcomes via green logistics practices. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT*. 2022, vol. 33, p. 712-734.
- AGYABENG-MENSAH, Y., L. TANG. The relationship among green human capital, green logistics practices, green competitiveness, social performance and financial performance. In *JOURNAL OF MANUFACTURING TECHNOLOGY MANAGEMENT*. 2021, vol. 32, p. 1377-1398.
- AGYABENG-MENSAH, Y., E. AFUM, E. AHENKORAH. Exploring financial performance and green logistics management practices: Examining the mediating influences of market, environmental and social performances. In *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*. 2020, vol. 258.
- AGYABENG-MENSAH, Y., E. AFUM, I. ACQUAH, E. DACOSTA, et al. The role of green logistics management practices, supply chain traceability and logistics ecocentricity in sustainability performance. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT*. 2021, vol. 32, p. 538-566.
- ALDAKHIL, A., A. NASSANI, U. AWAN, M. ABRO, et al. Determinants of green logistics in BRICS countries: An integrated supply chain model for green business. In *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*. 2018, vol. 195, p. 861-868.
- ALI, K., D. JIANGUO, D. KIRIKKALELI. Driving toward a greener future: green logistics, financial innovation, and environmental sustainability in China-evidence from novel Fourier approaches. In *ENVIRONMENT DEVELOPMENT AND SUSTAINABILITY*. 2023.
- AL-MINHAS, U., N. NDUBISI, F. BARRANE. Corporate environmental management A review and integration of green human resource management and green logistics. In *MANAGEMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY*. 2020, vol. 31, p. 431-450.
- ALSHUBIRI, F. The Impact of Green Logistics-Based Activities on the Sustainable Monetary Expansion Indicators of Oman. In *JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT-JIEM*. 2017, vol. 10, p. 388-405.
- ALTUNTAS, C., O. TUNA. Greening Logistics Centers : The Evolution of Industrial Buying Criteria Towards Green. In *ASIAN JOURNAL OF SHIPPING AND LOGISTICS*. 2013, vol. 29, p. 59-79.
- AN, H., A. RAZZAQ, A. NAWAZ, S. NOMAN, et al. Nexus between green logistic operations and triple bottom line: evidence from infrastructure-led Chinese outward foreign direct investment in Belt and Road host countries. In *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH*. 2021, vol. 28, p. 51022-51045.
- ANDRADE, N., J. TORRES, I. GLORIA, P. NETO. COMMUNITIES OF PRACTICE AND QFD METHOD FOR GREEN LOGISTICS IN THE COSMETICS INDUSTRY: A SUGGESTED REVIEW. In *INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION*. 2020, vol. 11, p. 380-393.
- ANGHELUTA, A., C. COSTEA. SUSTAINABLE GO-GREEN LOGISTICS SOLUTIONS FOR ISTANBUL METROPOLIS. In *TRANSPORT PROBLEMS*. 2011, vol. 6, p. 59-70.

- ANTONI, A., M. PERIC, D. CISIC Green logistics - measures for reducing CO₂. POMORSTVO-SCIENTIFIC JOURNAL OF MARITIME RESEARCH, JUN 2015a, 29(1), 45-51.
- ARSLAN, M., S. SAR. Examination of environmentally friendly "green" logistics behavior of managers in the pharmaceutical sector using the Theory of Planned Behavior. In RESEARCH IN SOCIAL & ADMINISTRATIVE PHARMACY. 2018, vol. 14, p. 1007-1014.
- ATMAYUDHA, A., A. SYAUQI, W. PURWANTO. Green logistics of crude oil transportation: A multi-objective optimization approach. In CLEANER LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN. 2021, vol. 1.
- AUTOSAP. Available online: <https://autosap.cz/zakladni-prehledy-automotive/obecne-zakladni-prehledy> (accessed on 14 May 2024).
- BAAH, C., Z. JIN, L. TANG. Organizational and regulatory stakeholder pressures friends or foes to green logistics practices and financial performance: Investigating corporate reputation as a missing link. In JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION. 2020, vol. 247.
- BAJDOR, P. COMPARISON BETWEEN SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPT AND GREEN LOGISTICS - THE LITERATURE REVIEW. In POLISH JOURNAL OF MANAGEMENT STUDIES. 2012, vol. 5, p. 236-244.
- BALACHANDRAN, S., PACHON, J.E., LEE, S., OAKES, M.M., RASTOGI, N., SHI, W.Y., TAGARIS, E., YAN, B., DAVIS, A., ZHANG, X.L., et al. Particulate and gas sampling of prescribed fires in South Georgia, USA. Atmos. Environ. 2013, 81, 125–135, doi:10.1016/j.atmosenv.2013.08.014.
- BAO, X., X. XING. EVALUATION OF GREEN LOGISTICS SYSTEM OF SOLID WASTE AT PORTS BASED ON ANALYTIC HIERARCHY PROCESS. In ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL. 2019, vol. 18, p. 2491-2499.
- BARBOSA, S., R. MOORI, A. MADEIRA. Factors that collaborate for the development of green logistics in logistic operators. In REUNIR-REVISTA DE ADMINISTRACAO CONTABILIDADE E SUSTENTABILIDADE. 2019, vol. 9, p. 20-29.
- BARUT, A., M. CITIL, Z. AHMED, A. SINHA, et al. How do economic and financial factors influence green logistics? A comparative analysis of E7 and G7 nations. In ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH. 2023, vol. 30, p. 1011-1022.
- BEBKIEWICZ, K., CHLOPEK, Z., LASOCKI, J., SZCZEPAŃSKI, K., ZIMAKOWSKA-LASKOWSKA, M. Analysis of Emission of Greenhouse Gases from Road Transport in Poland between 1990 and 2017. Atmosphere 2020, 11, 387, doi:10.3390/atmos11040387.
- BEHRENDTS, S., LINDHOLM, M., WOXENIUS, J. Impact of urban freight transport: a definition of sustainability from an actor's perspective. Transportation Planning and Technology [online]. 2008, 31(6), p. 693-713. ISSN 0308-1060. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/03081060802493247>
- BESKOVNIK, B., E. TWRDY. GREEN LOGISTICS STRATEGY FOR SOUTH EAST EUROPE: TO IMPROVE INTERMODALITY AND ESTABLISH GREEN TRANSPORT CORRIDORS. In TRANSPORT. 2012, vol. 27, p. 25-33.
- BESKOVNIK, B., L. JAKOMIN CHALLENGES OF GREEN LOGISTICS IN SOUTHEAST EUROPE. PROMET-TRAFFIC & TRANSPORTATION, 2010a, 22(2), 147-155.
- BI, K., M. YANG, L. ZAHID, X. ZHOU. A New Solution for City Distribution to Achieve Environmental Benefits within the Trend of Green Logistics: A Case Study in China. In SUSTAINABILITY. 2020, vol. 12.
- BNSF RAILWAY CARBON ESTIMATOR. Available online: <https://domino.bnsf.com/website/carbon.nsf/ce?open> (accessed on 8 February 2021).
- BOUTKHOUM, O., M. HANINE, A. TIKNIOUINE, T. AGOUTI. Multi-criteria Decisional Approach of the OLAP Analysis by Fuzzy Logic: Green Logistics as a Case Study. In ARABIAN JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING. 2015, vol. 40, p. 2345-2359.

- BRAND, C., ANABLE, J., MORTON, C. Lifestyle, efficiency and limits: modelling transport energy and emissions using a socio-technical approach. *Energy Efficiency* [online]. 2019, 12(1), p. 187-207. ISSN 1570-646X, eISSN 1570-6478. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12053-018-9678-9>
- Business CO2 emissions calculator – ClimateCare, 2024 [online]. [Viewed 2019-01-08]. Dostupné z: <http://www.climatecare.org/business/business-co2-calculator/>
- CALCULATE AND REDUCE THE CO2 EMISSIONS OF YOUR TRAIN JOURNEY. EcoTree. Available online: <https://ecotree.green/en/calculate-train-co2> (accessed on 6 February 2021).
- Calculation – EcoTransIT World, 2024 [online]. [Viewed 2019-01-13]. Dostupné z: <https://www.ecotransit.org/calculation.en.html>
- CAMACHO-VALLEJO, J., L. LÓPEZ-VERA, A. SMITH, J. GONZÁLEZ-VELARDE. A tabu search algorithm to solve a green logistics bi-objective bi-level problem. In *ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH*. 2022, vol. 316, p. 927-953.
- CAO, J. N., J. C. ZHANG, M. X. LIU, S. YIN, et al. Green Logistics of Vehicle Dispatch under Smart IoT. *SENSORS AND MATERIALS*, 2022b, 34(8), 3317-3338.
- Carbon calculator – Canadian National Railway Company, 2024 [online]. [Viewed 2019-01-24]. Dostupné z: <https://www.cn.ca/en/delivering-responsibly/environment/emissions/carbon-calculator/>
- CARBON CALCULATOR. CN. Available online: <https://www.cn.ca/en/delivering-responsibly/environment/emissions/carbon-calculator/> (accessed on 7 February 2021).
- CELIK, E., A. GUMUS, M. ERDOGAN. A New Extension of the ELECTRE Method Based Upon Interval Type-2 Fuzzy Sets for Green Logistic Service Providers Evaluation. In *JOURNAL OF TESTING AND EVALUATION*. 2016b, vol. 44, p. 1813-1827.
- CELIK, E., M. ERDOGAN, A. GUMUS. An extended fuzzy TOPSIS-GRA method based on different separation measures for green logistics service provider selection. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*. 2016a, vol. 13, p. 1377-1392.
- CICHOSZ, M., PLUTA-ZAREMBA, A. How to improve freight transport emissions management? *Logforum* [online]. 2019, 15(1), p. 93-105. ISSN 1734-459X. Dostupné z: <https://doi.org/10.17270/J.LOG.2019.312>
- CIROVIC, G., D. PAMUCAR, D. BOZANIC. Green logistic vehicle routing problem: Routing light delivery vehicles in urban areas using a neuro-fuzzy model. In *EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS*. 2014, vol. 41, p. 4245-4258.
- CIZIUNIENE, K., J. MATIJOSIUS, E. SOKOLOVSKIJ, J. BALEVICIUTE. Assessment of Implementing Green Logistics Principles in Railway Transport: The Case of Lithuania. In *SUSTAINABILITY*. 2024, vol. 16.
- CO2 calculator – Van Donge & De Roo Group, 2024 [online]. [Viewed 2019-01-16]. Dostupné z: <https://www.vandongederoo.com/co2-calculator/>
- CO2 CALCULATOR. Logward. Available online: https://www.logward.com/co2-calculator?gclid=EAIaIQobChMIIsrTtPv47wIVGkd3Ch2AggkbEAMYAyAAEgK60fD_BwE (accessed on 8 February 2021).
- CO2 CALCULATOR—EMISSIONS FROM TRAINS. The Engineering ToolBox. Available online: https://www.engineeringtoolbox.com/CO2-emissions-transport-car-plane-train-bus-d_2000.html (accessed on 6 February 2021).
- CO2 emission calculator – EECA Business, 2024 [online]. [Viewed 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.eecabusiness.govt.nz/tools/wood-energy-calculators/co2-emission-calculator/>
- CO2 EMISSIONS CALCULATOR. CarbonCare. Available online: <https://www.carboncare.org/en/co2-emissions-calculator.html> (accessed on 7 February 2021).

- COJOCARIU, C. COSTS, TIME, RELIABILITY, WAREHOUSING AND INFORMATION TECHNOLOGY - SOURCE OF CONTRADICTING REQUIREMENTS IN GREEN LOGISTICS. In METALURGIA INTERNATIONAL. 2012a, vol. 17, p. 215-219.
- COJOCARIU, C. R. A SUSTAINABLE FOOD SUPPLY CHAIN: GREEN LOGISTICS. METALURGIA INTERNATIONAL, 2012b, 17(3), 205-207.
- CRAGLIA, M., CULLEN, J. Modelling transport emissions in an uncertain future: What actions make a difference? *Transp. Res. Part. D* 2020, 89, doi:10.1016/j.trd.2020.102614.
- CUI, Y. An empirical study of the digital economy effect on green logistics: evidence from China. In APPLIED ECONOMICS LETTERS. 2024.
- DA FONSECA-SOARES, D., S. ELIZIÁRIO, J. GALVINICIO, A. RAMOS-RIDAO. Life-Cycle Greenhouse Gas (GHG) Emissions Calculation for Urban Rail Transit Systems: The Case of Pernambuco Metro. In APPLIED SCIENCES-BASEL. 2023, vol. 13.
- DANISH, BALOCH, M. A., SUAD, S. Modelling the impact of transport energy consumption on CO2 emission in Pakistan: evidence from ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research* [online]. 2018, 25(10), p. 9461-9473. ISSN 0944-1344, eISSN 1614-7499. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1230-0>
- DE SOUZA, E., J. KERBER, M. BOUZON, C. RODRIGUEZ. Performance evaluation of green logistics: Paving the way towards circular economy. In CLEANER LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN. 2022, vol. 3.
- DE, M., B. DAS, M. MAITI. Green logistics under imperfect production system: A Rough age based Multi-Objective Genetic Algorithm approach. In COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING. 2018, vol. 119, p. 100-113.
- DEKKER, R., J. BLOEMHOF, I. MALLIDIS. Operations Research for green logistics - An overview of aspects, issues, contributions and challenges. In EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH. 2012, vol. 219, p. 671-679.
- DOBERS, K., V. EHRLER, I. DAVYDENKO, D. RÜDIGER, et al. Challenges to Standardizing Emissions Calculation of Logistics Hubs as Basis for Decarbonizing Transport Chains on a Global Scale. In TRANSPORTATION RESEARCH RECORD. 2019, vol. 2673, p. 502-513.
- DU, G., W. LI. Does innovative city building promote green logistics efficiency? Evidence from a quasi-natural experiment with 285 cities. In ENERGY ECONOMICS. 2022, vol. 114.
- ECOPASSENGER. Available online: http://ecopassenger.org/bin/query.exe/en?L=vs_uic (accessed on 6 February 2021).
- EGLI, F., STUNZI, A. A dynamic climate finance allocation mechanism reflecting the Paris Agreement. *Environ. Res. Lett.* 2019, 14, 114024, doi:10.1088/1748-9326/ab443b.
- ELHEDHLI, S., MERRICK, R. Green supply chain network design to reduce carbon emissions. *Transp. Res. Part. D* 2012, 17, 370–379, doi:10.1016/j.trd.2012.02.002.
- Emission calculator and carbon offset – SAS, 2024 [online]. [Viewed 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.sasgroup.net/en/emission-calculator-and-carbon-offset/>
- EMISSION CALCULATOR FOR GREENHOUSE GASES AND EXHAUST EMISSIONS. EcoTransIT World. Available online: <https://www.ecotransit.org/en/emissioncalculator/> (accessed on 6 February 2021).
- Emissions calculator – Cargolux, 2024 [online]. [Viewed 2019-01-06]. Dostupné z: <https://www.cargolux.com/Our-Expertise/e-services/Emissions-Calculator>
- ENGELAGE, E., A. BORGERT, M. DE SOUZA. GREEN LOGISTIC PRACTICES: A THEORETICAL APPROACH OF THE THEME. In REVISTA DE GESTAO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE-GEAS. 2016, vol. 5, p. 36-54.

- ENGELAGE, E., A. BORGERT, V. GASPARETTO, R. J. LUNKES, et al. Cost management in green logistics: analysis in an agro-industry. *CUSTOS E AGRONEGOCIO ON LINE*, JAN-MAR 2017, 13(1), 174-205.
- ENGELLEN, L., CHAU, J., YOUNG, S., MACKEY, M., JEYAPALAN, D., BAUMAN, A. Is activity-based working impacting health, work performance and perceptions? A systematic review. *Building Research and Information* [online]. 2019, 47(4), p. 468-479. ISSN 0961-3218, eISSN 1466-4321. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/09613218.2018.1440958>
- ENG-LARSSON, F., A. NORRMAN Modal shift for greener logistics - exploring the role of the contract. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT*, 2014a, 44(10), 721-743.
- ENG-LARSSON, F., C. KOHN Modal shift for greener logistics - the shipper's perspective. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT*, 2012a, 42(1), 36-59.
- ERIKSSON, L., NIELSEN, L. Modelling and control of engines and drivelines [online]. Chennai, India: John Wiley and Sons, 2014. ISBN 978-1-118-47999-5. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/9781118536186.fmatter>
- ESLAMIPPOOR, R. A two-stage stochastic planning model for locating product collection centers in green logistics networks. In *CLEANER LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN*. 2023, vol. 6.
- EU Climate Action and the European Green Deal. EU Climate Action. Available online: https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_en (accessed on 21 May 2021).
- EU CLIMATE ACTION. Available online: https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_en (accessed on 15 February 2021).
- EVROPSKÁ KOMISE, 2024. Vývoj jednání v oblasti změny klimatu. Evropská komise [online]. [cit. 2024-07-17]. Dostupné z: https://www.europarl.europa.eu/infographic/climate-negotiations-timeline/index_cs.html
- EVROPSKÁ RADA MINISTRŮ DOPRAVY, 2004. Assessment and decision making for sustainable transport - European Council of Ministers of Transport [online]. Paris Cedex: OECD Publications, 2004. ISBN 92-821-1311-6. Dostupné z: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/04assessment.pdf>
- EYRING, V., ISAKSEN, I. S. A., BERNTSEN, T., COLLINS, W. J., CORBETT, J. J., ENDRESEN, O., GRAINGER, R. G., MOLDANOVA, J., SCHLAGER, H., STEVENSON, D. S. Transport impacts on atmosphere and climate: shipping. *Atmospheric Environment* [online]. 2010, 44, p. 4735-4771. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.04.059>
- FAKTA O KLIMATU, 2024a. Mezinárodní klimatické dohody. Fakta o klimatu [online]. [cit. 2024-07-18]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/svetove-dohody>
- FAKTA O KLIMATU, 2024b. Fit for 55. Fakta o klimatu [online]. [cit. 2024-07-18]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/fit-for-55>
- FAKTA O KLIMATU, 2024c. Klimatické závazky ČR. Fakta o klimatu [online]. [cit. 2024-07-18]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/klimaticke-zavazky-cr>
- FAKTA O KLIMATU, 2024d. Emise skleníkových plynů. Fakta o klimatu [online]. [cit. 2024-07-19]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/temata/emise>
- FAN, M., Z. WU, S. QALATI, D. HE, et al. Impact of Green Logistics Performance on China's Export Trade to Regional Comprehensive Economic Partnership Countries. In *FRONTIERS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE*. 2022, vol. 10.
- FENG, F., LIU, C., LIU, H., JI, Z. Research on price of railway freight based on low-carbon economy. *Math. Probl. Eng.* 2016, 1-7, doi:10.1155/2016/6209618.
- FINK, A. Conducting research literature reviews: from the internet to paper. Los Angeles: Sage, 2014. ISBN 978-1-452-25949-9.

- Freight emissions calculator – Delivered GrEAn, 2024 [online]. [Viewed 2019-01-10].
Dostupné z: <http://www.freightemissionscalculator.com/>
- FU, L., Y. XU, A. B. ZHANG Green Logistics Tram Charging and Path Optimization Considering Urban Impedance. *IEEE ACCESS*, 2024b, 12, 43758-43771.
- FUGLESTVEDT, J. S., BERNTSEN, T., MYHRE, G., RYPDAL, K., SKEIE, R. B. Climate forcing from the transport sectors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* [online]. 2008, 105, p. 454-458. ISSN 0027-842, eISSN 1091-6490. Dostupné z: <https://doi.org/10.1073/pnas.0702958104>
- GALLEGOS, G. M. C., M. A. VALENZO-JIMÉNEZ, B. N. LARA Comparative bibliometric study between reverse logistics and green logistics. *CIMEXUS, JUL-DEC 2019b*, 14(2), 153-169.
- GAN, W., W. YAO, S. HUANG. Evaluation of Green Logistics Efficiency in Jiangxi Province Based on Three-Stage DEA from the Perspective of High-Quality Development. In *SUSTAINABILITY*. 2022, vol. 14.
- GARCÍA, B., R. SALAZAR-VELÁAZQUEZ. TRANSPORTATION IN GREEN LOGISTICS: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS. In *INQUIETUD EMPRESARIAL*. 2023, vol. 23.
- GEORGATZI, V.V., STAMBOULIS, Y., VETSIKAS, A. Examining the determinants of CO2 emissions caused by the transport sector: Empirical evidence from 12 European countries. *Econ. Anal. Policy* 2020, 65, 11–20, doi:10.1016/j.eap.2019.11.003.
- GERASYMCHUK, Z., M. AVERKYNA. INSTITUTIONAL SUPPORT FOR URBAN GREEN LOGISTICS. In *ACTUAL PROBLEMS OF ECONOMICS*. 2012a, p. 161-168.
- GUAN, T. Green Logistics Partner Selection Based on Pythagorean Hesitant Fuzzy Set and Multiobjective Optimization. In *MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING*. 2022, vol. 2022.
- GURJAR, B. R., RAVINDRA, K., NAGPURE, A. S. Air pollution trends over Indian megacities and their local-to-global implications. *Atmospheric Environment* [online]. 2016, 142, p. 475-495. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.06.030>
- GUTTIKUNDA, S. K., CALORI, G. GIS Based emissions inventory at 1 km x 1 km spatial resolution for air pollution analysis in Delhi, India. *Atmospheric Environment* [online]. 2013, 67, p. 101-111. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.10.040>
- HA, L. An exploration of linkage between green logistics and natural rents: Evidence from the global database. In *RESOURCES POLICY*. 2024a, vol. 92.
- HA, L. Is it a good idea to select green logistics to enhance environmental sustainability? Insights from global sample. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*. 2024b.
- HAO, H., GENG, Y., LI, W., BIN, G. Energy consumption and GHG emissions from China's freight transport sector: Scenarios through 2050. *Energy Policy* 2015, 85, 94–101, doi:10.1016/j.enpol.2015.05.016.
- HARRIS, I., C. MUMFORD, M. NAIM. A hybrid multi-objective approach to capacitated facility location with flexible store allocation for green logistics modeling. In *TRANSPORTATION RESEARCH PART E-LOGISTICS AND TRANSPORTATION REVIEW*. 2014, vol. 66, p. 1-22.
- HELO, P., H. ALA-HARJA. Green logistics in food distribution - a case study. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*. 2018, vol. 21, p. 464-479.
- HENDRICKS, J., RIGHI, M., DAHLMANN, K., GOTTSCHALDT, K., GREWE, V., PONATER, M., SAUSEN, R., HEINRICHTS, D., WINKLER, Ch., WOLFERMANN, A., KAMPFFMEYER, T., FRIEDRICH, R., KLOETZKE, M., KUGLER, U. Quantifying the climate impact of emissions from land-based transport in Germany. *Transportation Research Part D-Transport and Environment* [online]. 2018, 65, p. 825-845. ISSN 1361-9209, eISSN 1879-2340. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.06.003>

- HERNÁNDEZ-MEJÍA, C., D. TORRES-MUÑOZ, E. INZUNZA-GONZÁLEZ, C. SÁNCHEZ-LÓPEZ, et al. A Novel Green Logistics Technique for Planning Merchandise Deliveries: A Case Study. In LOGISTICS-BASEL. 2022, vol. 6.
- HUANG, M., Y. ZHAO, Y. WANG, Q. GUO. Application of a green logistics strategy to fulfil online retailing: split-order consolidated delivery in large-scale online supermarkets. In INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS. 2024, vol. 27, p. 746-759.
- HUANG, Y., Z. DING, W. LEE. Charging Cost-Aware Fleet Management for Shared On-Demand Green Logistic System. In IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL. 2023, vol. 10, p. 7505-7516.
- CHE, Y. DISTRIBUTION SITE SELECTION FOR GREEN LOGISTICS UNDER ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY. JOURNAL OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND ECOLOGY, 2022a, 23(6), 2438-2448.
- CHEN, B., F. LIU, Y. GAO, C. YE. Spatial and temporal evolution of green logistics efficiency in China and analysis of its motivation. In ENVIRONMENT DEVELOPMENT AND SUSTAINABILITY. 2024, vol. 26, p. 2743-2774.
- CHEN, S., Y. LEE, G. DIEP, T. TRAN, et al. Developing green logistic services management to achieve sustainable development in Vietnam: the role of green construction practices, green social awareness and green innovation. In ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH. 2023, vol. 30, p. 97267-97280.
- CHEN, S., WU, J., ZONG, Y. The impact of the freight transport modal shift policy on China's carbon emissions reduction. Sustainability 2020, 12, 583, doi:10.3390/su12020583.
- CHEN, Y. Awareness of green logistics technology, certification, and standards by logistics practitioners at Chinese e-commerce company, Jing Dong. In ASIAN JOURNAL OF SHIPPING AND LOGISTICS. 2023, vol. 39, p. 37-46.
- CHENG, Y., M. MASUKUJJAMAN, F. SOBHANI, M. HAMAYUN, et al. Green Logistics, Green Human Capital, and Circular Economy: The Mediating Role of Sustainable Production. In SUSTAINABILITY. 2023, vol. 15.
- CHHABRA, D., R. SINGH. Analyzing barriers to green logistics in context of Circular Economy and Industry 4.0 in the Indian manufacturing industry. In INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS. 2022.
- CHHABRA, D., R. SINGH, V. KUMAR. Developing IT-enabled performance monitoring system for green logistics: a case study. In INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTIVITY AND PERFORMANCE MANAGEMENT. 2022, vol. 71, p. 775-789.
- CHHABRA, D., S. GARG, R. SINGH. Analyzing alternatives for green logistics in an Indian automotive organization: A case study. In JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION. 2017, vol. 167, p. 962-969.
- CHOCHOLAC, J., R. HRUSKA, S. MACHALIK, D. SOMMERAUEROVA, et al. Customized Approach to Greenhouse Gas Emissions Calculations in Railway Freight Transport. In APPLIED SCIENCES-BASEL. 2021a, vol. 11.
- CHOCHOLAC, J., R. HRUSKA, S. MACHALIK, D. SOMMERAUEROVA, et al. Framework for Greenhouse Gas Emissions Calculations in the Context of Road Freight Transport for the Automotive Industry. In SUSTAINABILITY. 2021b, vol. 13.
- CHOI, Y., N. ZHANG. Does proactive green logistics management improve business performance? A case of Chinese logistics enterprises. In AFRICAN JOURNAL OF BUSINESS MANAGEMENT. 2011, vol. 5, p. 7564-7574.
- IEA, 2017. CO2 emissions from fuel combustion 2017 - International Energy Agency [online]. 2017. Dostupné z: <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/CO2EmissionsfromFuelCombustionHighlights2017.pdf>

- IEA. Available online: <https://www.iea.org/topics/transport> (accessed on 1 February 2021).
- IEA. Transport Sector CO₂ Emissions by Mode in the Sustainable Development Scenario, 2000–2030, IEA: Paris, France. Available online: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/transport-sector-co2-emissions-by-mode-in-the-sustainable-development-scenario-2000-2030> (accessed on 10 February 2021).
- INKINEN, T., HÄMÄLÄINEN, E. Reviewing truck logistics: Solutions for achieving low emission road freight transport. *Sustainability* 2020, 12, 6714, doi:10.3390/su12176714.
- JANA, R., D. SHARMA, S. MITRA. Routing and collection load decisions in a green logistics system for delivering lunch boxes. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF QUALITY & RELIABILITY MANAGEMENT*. 2022, vol. 39, p. 762-776.
- JARASUNIENE, A., D. BAZARAS THE IMPLEMENTATION OF GREEN LOGISTICS IN ROAD TRANSPORTATION. *BALTIC JOURNAL OF ROAD AND BRIDGE ENGINEERING*, 2023a, 18(1), 185-207.
- JAYARATHNA, C., D. AGDAS, L. DAWES. Perceived relationship between green logistics practices and sustainability performance: a multi-methodology approach. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT*. 2023.
- JAZAIRY, A. Aligning the purchase of green logistics practices between shippers and logistics service providers. In *TRANSPORTATION RESEARCH PART D-TRANSPORT AND ENVIRONMENT*. 2020, vol. 82.
- JAZAIRY, A., R. VON HAARTMAN. Measuring the gaps between shippers and logistics service providers on green logistics throughout the logistics purchasing process. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT*. 2021, vol. 51, p. 25-47.
- JAZAIRY, A., R. VON HAARTMAN, M. BJÖRKLUND. Unravelling collaboration mechanisms for green logistics: the perspectives of shippers and logistics service providers. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT*. 2021, vol. 51, p. 423-448.
- JEFIMOVAITE, L., M. VIENAZINDIENE. FACTORS INFLUENCING THE APPLICATION OF GREEN LOGISTICS: FINDINGS FROM THE LITHUANIAN LOGISTICS CENTER. In *POLISH JOURNAL OF MANAGEMENT STUDIES*. 2022, vol. 25, p. 193-212.
- JIANG, J., D. ZHANG, S. LI, Y. LIU. Multimodal Green Logistics Network Design of Urban Agglomeration with Stochastic Demand. In *JOURNAL OF ADVANCED TRANSPORTATION*. 2019, vol. 2019.
- JIANGUO, D., J. CHENG, K. ALI. Modelling the green logistics and financial innovation on carbon neutrality goal, a fresh insight for BRICS-T. In *GEOLOGICAL JOURNAL*. 2023, vol. 58, p. 2742-2756.
- JIE, L., H. VAN ZUYLEN, Y. CHEN, F. VITI, et al. Calibration of a microscopic simulation model for emission calculation. In *TRANSPORTATION RESEARCH PART C-EMERGING TECHNOLOGIES*. 2013, vol. 31, p. 172-184.
- JOU, Y., C. LO, K. MARIÑAS, C. SAFLOR, et al. Assessing the E-Commerce Sustainability Readiness: A Green Logistics Study on Online Sellers. In *SUSTAINABILITY*. 2024, vol. 16.
- JU, C., H. LIU, A. XU, J. ZHANG. Green logistics of fossil fuels and E-commerce: Implications for sustainable economic development. In *RESOURCES POLICY*. 2023, vol. 85.
- JUNG, J., LEE, S., KIM, H., KIM, D., LEE, H., OH, S. Quantitative determination of the biomass-burning contribution to atmospheric carbonaceous aerosols in Daejeon, Korea, during the rice-harvest period. *Atmos. Environ.* 2014, 89, 642–650, doi:10.1016/j.atmosenv.2014.03.010.
- JUNG, J., LYU, Y., LEE, M., HWANG, T., LEE, S., OH, S. Impact of Siberian forest fires on the atmosphere over the Korean Peninsula during summer 2014. *Atmos. Chem. Phys.* 2016, 16, 6757–6770, doi:10.5194/acp-16-6757-2016.

- KAEWUNRUEN, S., PENG, J.Y., PHIL-EBOSIE, O. Digital twin aided sustainability and vulnerability audit for subway stations. *Sustainability* 2020, 12, 7873, doi:10.3390/su12197873.
- KAEWUNRUEN, S., RUNGSKUNROCH, P., JENNINGS, D. A through-life evaluation of end-of-life rolling stocks considering asset recycling, energy recovering, and financial benefit. *J. Clean. Prod.* 2019, 212, 1008–1024, doi:10.1016/j.jclepro.2018.11.271.
- KAEWUNRUEN, S., SRESAKOOLCHAI, J., PENG, J.Y. Life cycle cost, energy and carbon assessments of Beijing-Shanghai high-speed railway. *Sustainability* 2020, 12, 206, doi:10.3390/su12010206.
- KAEWUNRUEN, S., SRESAKOOLCHAI, J., YU, S.A. Global warming potentials due to railway tunnel construction and maintenance. *Appl. Sci.* 2020, 10, 6459, doi:10.3390/app10186459.
- KAMBER, E., M. BASKAK. Green logistics park location selection with circular intuitionistic fuzzy CODAS method: The case of Istanbul. In *JOURNAL OF INTELLIGENT & FUZZY SYSTEMS*. 2024, vol. 46, p. 4173-4189.
- KARAMAN, A., M. KILIC, A. UYAR. Green logistics performance and sustainability reporting practices of the logistics sector: The moderating effect of corporate governance. In *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*. 2020, vol. 258.
- KASTORI, G., G. PAPADIMITRIOU, P. KATSI, C. KOURIDIS, et al. Development of a novel model for co-modal emission calculation and inventory methodology. In *ENERGY SYSTEMS-OPTIMIZATION MODELING SIMULATION AND ECONOMIC ASPECTS*. 2019.
- KAWA, A., B. PIERANSKI. GREEN LOGISTICS IN E-COMMERCE. In *LOGFORUM*. 2021, vol. 17, p. 183-192.
- KENGPOL, A., S. TUAMMEE. The development of a decision support framework for a quantitative risk assessment in multimodal green logistics: an empirical study. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH*. 2016, vol. 54, p. 1020-1038.
- KLUMPP, M. To Green or Not to Green: A Political, Economic and Social Analysis for the Past Failure of Green Logistics. In *SUSTAINABILITY*. 2016, vol. 8.
- KRAJEWSKI, J. M. T., SCHUMACHER, A. C., DALRYMPLE, K. E. Just turn on the faucet: a content analysis of PSAs about the global water crisis on YouTube. *Environmental Communication* [online]. 2019, 13(2), p. 255-275. ISSN 1752-4032, eISSN 1752-4040. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/17524032.2017.1373137>
- KREZO, S., MIRZA, O., HE, Y.P., MAKIM, P., KAEWUNRUEN, S. Field investigation and parametric study of greenhouse gas emissions from railway plain-line renewals. *Trans. Res. Part D Trans. Environ.* 2016, 42, 77–90, doi:10.1016/j.trd.2015.10.021.
- KREZO, S., MIRZA, O., KAEWUNRUEN, S., SUSSMAN, J.M. Evaluation of CO2 emissions from railway resurfacing maintenance activities. *Trans. Res. Part D Trans. Environ.* 2018, 65, 458–465, doi:10.1016/j.trd.2018.09.019.
- KRIPPENDORFF, K. Content analysis: an introduction to its methodology. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003. ISBN 978-0761915447.
- KÜÇÜK, M., M. WEBER, C. BÜHS, M. MUSCHKIET. A comparative analysis of green logistic activities in German and Turkish textile enterprises. In *INDUSTRIA TEXTILA*. 2021, vol. 72, p. 11-18.
- KWAK, S., W. CHO, G. SEOK, S. YOO. Intention to Use Sustainable Green Logistics Platforms. In *SUSTAINABILITY*. 2020, vol. 12.
- LAI, K., C. WONG. Green logistics management and performance: Some empirical evidence from Chinese manufacturing exporters. In *OMEGA-INTERNATIONAL JOURNAL OF MANAGEMENT SCIENCE*. 2012, vol. 40, p. 267-282.

- LAI, K., C. WONG, T. CHENG. Ecological modernisation of Chinese export manufacturing via green logistics management and its regional implications. In *TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE*. 2012, vol. 79, p. 766-770.
- LARINA, I., A. LARIN, O. KIRILIUK, M. INGALDI. Green logistics - modern transportation process technology. In *PRODUCTION ENGINEERING ARCHIVES*. 2021, vol. 27, p. 184-190.
- LAU, K. H. Benchmarking green logistics performance with a composite index. *BENCHMARKING-AN INTERNATIONAL JOURNAL*, 2011b, 18(6), 873-+.
- LEE, D. S., PITARI, G., GREWE, V., GIERENS, K., PENNER, J. E., PETZOLD, A., PRATHER, M. J., SCHUMANN, U., BAIS, A., BERNSTEN, T., IACHETTI, D., LIM, L. L., SAUSEN, R. Transport impacts on atmosphere and climate: aviation. *Atmospheric Environment* [online]. 2010, 44, p. 4678-4734. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.06.005>
- LEE, D., BALACHANDRAN, S., PACHON, J., SHANKARAN, R., LEE, S., MULHOLLAND, J.A., RUSSELL, A.G. Ensemble-trained PM_{2,5} source apportionment approach for health studies. *Environ. Sci. Technol.* 2009, 43, 7023–7031, doi:10.1021/es9004703.
- LEE, S., BAUMANN, K., SCHAUER, J.J., SHEESLEY, R.J., NAEHER, L.P., MEINARDI, S., BLAKE, D.R., EDGERTON, E.S., RUSSELL, A.G., CLEMENTS, M. Gaseous and particulate emissions from prescribed burning in Georgia. *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 9049–9056, doi:10.1021/es051583l.
- LEE, S., CHOI, Y., WOO, J., KANG, W., JUNG, J. Estimating and comparing greenhouse gas emissions with their uncertainties using different methods: A case study for an energy supply utility. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 2014, 64, 1164–1173, doi:10.1080/10962247.2014.930078.
- LEE, S., LIU, W., WANG, Y.H., RUSSELL, A.G., EDGERTON, E.S. Source apportionment of PM_{2,5}: Comparing PMF and CMB results for four ambient monitorin sites in the southeastern United States. *Atmos. Environ.* 2008, 42, 4126–4137, doi:10.1016/j.atmosenv.2008.01.025.
- LEE, S., RUSSELL, A.G., BAUMANN, K. Source apportionment of fine particulate matter in the southeastern united states. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 2007, 57, 1123–1135, doi:10.3155/1047-3289.57.9.1123.
- LEE, S., WANG, Y.H., RUSSELL, A.G. Assessment of secondary organic carbon in the southeastern United States: A review. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 2010, 60, 1282–1292, doi:10.3155/1047-3289.60.11.1282.
- LI, D., R. MERKERT. "Door-to-door" carbon emission calculation for airlines - Its decarbonization potential and impact. In *TRANSPORTATION RESEARCH PART D-TRANSPORT AND ENVIRONMENT*. 2023, vol. 121.
- LI, X., S. SOHAIL, M. MAJEED, W. AHMAD. Green logistics, economic growth, and environmental quality: evidence from one belt and road initiative economies. In *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH*. 2021, vol. 28, p. 30664-30674.
- LI, Y., Y. LIN, M. LIM, W. XIONG, et al. An intelligent distribution system for green logistics operations in the blockchain environment. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*. 2023.
- LI, Y., DU, Q., LU, X.R., WU, J., HAN, X. Relationship between the development and CO₂ emissions of transport sector in China. *Trans. Res. Part D Tran. Environ.* 2019, 74, 1–14, doi:10.1016/j.trd.2019.07.011.
- LIAO, H., D. WU, Y. HUANG, P. REN, et al. Green Logistic Provider Selection with a Hesitant Fuzzy Linguistic Thermodynamic Method Integrating Cumulative Prospect Theory and PROMETHEE. In *SUSTAINABILITY*. 2018, vol. 10.
- LITMAN, T. A. Sustainable transportation indicators. Sustainable Transportation Indicators Subcommittee of the Transportation Research Board, 2008.
- LIU, C., T. MA. Green logistics management and supply chain system construction based on internet of things technology. In *SUSTAINABLE COMPUTING-INFORMATICS & SYSTEMS*. 2022, vol. 35.

- LIU, C., T. HONG, M. GUO. Optimization Method of Green Logistics Route Based on Computer Intelligent Technology. In WIRELESS PERSONAL COMMUNICATIONS. 2023a.
- LIU, F., ZHAO, F., LIU, Z., HAO, H. The impact of fuel cell vehicle deployment on road transport greenhouse gas emissions: the China case. International Journal of Hydrogen Energy [online]. 2018, 43(50), p. 22604-22621. ISSN 0360-3199. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.10.088>
- LIU, L., WANG, K., WANG, S., ZHANG, R., TANG, X. Assessing energy consumption, CO2 and pollutant emissions and health benefits from China's transport sector through 2050. Energy Policy [online]. 2018, 116, p. 382-396. ISSN 0301-4215, eISSN 1873-6777. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.02.019>
- LIU, M., H. TANG, Y. WANG, R. LI, et al. Enhancing Food Supply Chain in Green Logistics with Multi-Level Processing Strategy under Disruptions. In SUSTAINABILITY. 2023b, vol. 15.
- LIU, M., Z. LIU, F. ZHENG, C. CHU. Mathematical Models and Optimal Algorithms for Lot Scheduling Considering Job Splitting and Due Dates in Green Logistics. In ASIA-PACIFIC JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH. 2024.
- LIU, P., Y. LI. An improved failure mode and effect analysis method for multi-criteria group decision-making in green logistics risk assessment. In RELIABILITY ENGINEERING & SYSTEM SAFETY. 2021, vol. 215.
- LLANO, C., PEREZ-BALSALOBRE, S., PEREZ-GARCIA, J. Greenhouse gas emissions from intra-national freight transport: measurement and scenarios for greater sustainability in Spain. Sustainability [online]. 2018, 10(7), p. 1-33. eISSN 2071-1050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su10072467>
- LONG, J., C. ZHONG, B. AHMAD, M. IRFAN, et al. How do green financing and green logistics affect the circular economy in the pandemic situation: key mediating role of sustainable production. In ECONOMIC RESEARCH-EKONOMSKA ISTRAZIVANJA. 2022, vol. 35, p. 3836-3856.
- LUU, T., F. CHROMJAKOVÁ, H. NGUYEN. A model of industry 4.0 and a circular economy for green logistics and a sustainable supply chain. In BUSINESS STRATEGY AND DEVELOPMENT. 2023, vol. 6, p. 897-920.
- MA, R., Y. KIM. Tracing the evolution of green logistics: A latent dirichlet allocation based topic modeling technology and roadmapping. In PLOS ONE. 2023, vol. 18.
- MA, T. F., X. C. TIAN, Y. LIU, Y. JIN, et al. Mixed-Integer Optimization for Ship Retrofitting in Green Logistics. MATHEMATICS, JUN 2024b, 12(12).
- MAHADEVAN, V., S. IYER, D. KLINIKOWSKI. Recovery of Tail Pipe Species Concentrations and Its Effect on Emissions Calculations from Raw Exhaust Gas Streams during Chassis Dynamometer Tests. In SAE INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINES. 2016, vol. 9, p. 1763-1774.
- MAJI, I., N. SAUDI, M. YUSUF. An assessment of green logistics and environmental sustainability: Evidence from Bauchi. In CLEANER LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN. 2023, vol. 6.
- MALÁ, D., M. SEDLIACIKOVÁ, A. KASCÁKOVÁ, D. BENCIKOVÁ, et al. Green Logistics in Slovak Small and Medium Wood-Processing Enterprises. BIORESOURCES, 2017a, 12(3), 5155-5173.
- MAQUERA, G. Inverse and Green Logistic: Corporative and Social Environmental University Responsibility, and Productivity. In APUNTES UNIVERSITARIOS. 2012, vol. 2, p. 31-54.
- MARCELLINE, T., Y. CHENGANG, A. AVOTRA, Z. HUSSAIN, et al. Impact of Green Construction Procurement on Achieving Sustainable Economic Growth Influencing Green Logistic Services Management and Innovation Practices. In FRONTIERS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE. 2022, vol. 9.
- MARHITA, N., U. BILONIZHKA. Modern trends in the implementation of "green" logistics. In MARKETING AND MANAGEMENT OF INNOVATIONS. 2014, p. 279-286.
- MARINAGI, C., P. TRIVELLAS, P. KOFAKIS, G. TSOUFAS, et al. E-TRAINING ON GREEN LOGISTICS IN THE AGRI-FOOD SECTOR. In SCIENTIFIC PAPERS-SERIES MANAGEMENT ECONOMIC ENGINEERING IN AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT. 2019a, vol. 19, p. 249-256.

- MARINELLO, S., LOLLI, F., GAMBERINI, R. Roadway tunnels: A critical review of air pollutant concentrations and vehicular emissions. *Transp. Res. Part. D* 2020, 86, doi:10.1016/j.trd.2020.102478.
- MARTINSEN, U., M. BJÖRKLUND Matches and gaps in the green logistics market. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT*, 2012a, 42(6), 562-583.
- MATTHIAS, V., BIESER, J., MOCANU, T., PREGGER, T., QUANTE, M., RAMACHER, M.O.P., SEUM, S., WINKLER, C. Modelling road transport emissions in Germany—Current day situation and scenarios for 2040. *Transp. Res. Part. D* 2020, 87, doi:10.1016/j.trd.2020.102536.
- MATUSIEWICZ, M. Towards sustainable urban logistics: Creating sustainable urban freight transport on the example of a limited accessibility zone in Gdansk. *Sustainability* 2019, 11, 3879, doi:10.3390/su11143879.
- MCKINNON, A. GREEN LOGISTICS: THE CARBON AGENDA. *LOGFORUM*, 2010, 6(3).
- MEJJAOULI, S. Internet of Things based Decision Support System for Green Logistics. *SUSTAINABILITY*, NOV 2022a, 14(22).
- MIHI-RAMIREZ, A., L. GIRDAUSKIENE The Relationship between Knowledge and Green Logistics: a Theoretical Approach. *INZINERINE EKONOMIKA-ENGINEERING ECONOMICS*, 2013, 24(3), 267-274.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2024. Platná legislativa. Ministerstvo životního prostředí [online]. [cit. 2024-07-18]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/categories.xsp>
- MOHSIN, A., H. TUSHAR, S. HOSSAIN, K. CHISTY, et al. Green logistics and environment, economic growth in the context of the Belt and Road Initiative. In *HELIYON*. 2022, vol. 8.
- MUAFI, M. SUGARINDRA. Green Logistic and Absorptive Capacity on Business Sustainability: The Mediating Role of Circular Economy Implementation. In *JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT-JIEM*. 2023, vol. 16, p. 275-293.
- MUBARAK, A., FACHRUDDIN, Y. Development of a framework for the calculation of CO2 emissions in transport and logistics in Southeast Asia. *International Journal of Technology* [online]. 2018, 9(4), p. 787-796. ISSN 2086-9614, eISSN 2087-2100. Dostupné z: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v9i4.1432>
- MUBARAK, A., ZAINAL, F. Development of a framework for the calculation of CO2 emissions in transport and logistics in southeast asia. *Int. J. Technol.* 2018, 4, 787–796, doi:10.14716/ijtech.v8i4.1432.
- MURPHY, P., R. POIST. Green logistics strategies: An analysis of usage patterns. In *TRANSPORTATION JOURNAL*. 2000a, vol. 40, p. 5-16.
- NALBUR, B., O. YAVAS. System dynamics model and discrete-event simulation of green logistics cases for the electric bus industries. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF GLOBAL WARMING*. 2024, vol. 32.
- NATR, L. Earth like a glass: why are you afraid of CO2? (In Czech). Praha: Academia, 2006. ISBN 80-200-1362-8.
- NAVAVONGSATHIAN, A., D. VUTHIPADADORN, S. FARANGTHONG, S. JANTHONGPAN, et al. Study of Green Logistics Managing Potential and the Preparedness of Auto Parts Industries in Thailand. In *TEM JOURNAL-TECHNOLOGY EDUCATION MANAGEMENT INFORMATICS*. 2020, vol. 9, p. 1524-1534.
- NI, S., Y. LIN, Y. LI, H. SHAO, et al. An evaluation method for green logistics system design of agricultural products: A case study in Shandong province, China. In *ADVANCES IN MECHANICAL ENGINEERING*. 2019, vol. 11.
- NIKAS, A., ELIA, A., BOITIER, B., KOASIDIS, K., DOUKAS, H., CASSETTI, G., ANGER-KRAAVI, A., BUI, H., CAMPAGNOLO, L., MIGLIO, R.D., et al. Where is the EU headed given its current climate policy? A stakeholder-driven model inter-comparison. *Sci. Total Environ.* 2021, 793, 148549, doi:10.1016/j.scitotenv.2021.148549.
- NIKITAKOS, N. "Green Logistics - The concept of Zero Emissions Port". *FME TRANSACTIONS*, 2012, 40(4), 201-206.

- NIKSERESHT, A., D. GOLMOHAMMADI, M. ZANDIEH. Sustainable green logistics and remanufacturing: a bibliometric analysis and future research directions. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT*. 2024, vol. 35, p. 755-803.
- NIWA, K. Fujitsu Activities for Green Logistics. *FUJITSU SCIENTIFIC & TECHNICAL JOURNAL*, JAN 2009a, 45(1), 28-32.
- NIWA, K. Fujitsu Group's Green Logistics Activities. *FUJITSU SCIENTIFIC & TECHNICAL JOURNAL*, OCT 2014, 50(4), 99-103.
- NIWA, K. Fujitsu Group's Green Logistics. *FUJITSU SCIENTIFIC & TECHNICAL JOURNAL*, OCT 2017, 53(6), 62-66.
- OECD, 2015. CO2 emissions from fuel combustion highlights 2015 - International Energy Agency, OECD [online]. Paris Cedex: International Energy Agency and Organization for Economic Cooperation and Development, 2015. Dostupné z: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsfromFuelCombustionHighlights2017.pdf>
- OECD, 2016. CO2 emissions from fuel combustion highlights 2016 - International Energy Agency, OECD [online]. Paris Cedex: International Energy Agency and Organization for Economic Cooperation and Development, 2016. Dostupné z: https://emis.vito.be/sites/emis.vito.be/files/articles/3331/2016/CO2EmissionsfromFuelCombustion_Highlights_2016.pdf
- OEVERMANN, R. Transport logistics Ice cold on the rail Transport concept for "green logistics" in fresh meat field. In *FLEISCHWIRTSCHAFT*. 2009, vol. 89, p. 46-47.
- OLIVERI, L., D. D'URSO, N. TRAPANI, F. CHIACCHIO. Electrifying Green Logistics: A Comparative Life Cycle Assessment of Electric and Internal Combustion Engine Vehicles. In *ENERGIES*. 2023, vol. 16.
- OOCL carbon calculator – Orient Overseas Container Line, 2024 [online]. [Viewed 2019-01-19]. Dostupné z: <https://www.oocl.com/eng/aboutoocl/Environmentalcare/ooclcarboncalculator/Pages/default.aspx>
- OSKARBSKI, J., KASZUBOWSKI, D. Applying a mesoscopic transport model to analyse the effects of urban freight regulatory measures on transport emissions - an assessment. *Sustainability* [online]. 2018, 10(7), p. 1-18. eISSN 2071-1050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su10072515>
- OSMAN, M., M. HUGE-BRODIN, J. AMMENBERG, J. KARLSSON. Exploring green logistics practices in freight transport and logistics: a study of biomethane use in Sweden. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*. 2023, vol. 26, p. 548-567.
- OSTAPENKO, O., N. SAVINA, L. MAMATOVA, A. ZIENINA-BILICHENKO, et al. PERSPECTIVES OF APPLICATION OF INNOVATIVE RESOURCE- SAVING TECHNOLOGIES IN THE CONCEPTS OF GREEN LOGISTICS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. In *TURISMO-ESTUDOS E PRATICAS*. 2020.
- OUNI, M., K. BEN ABDALLAH. Environmental sustainability and green logistics: Evidence from BRICS and Gulf countries by cross-sectionally augmented autoregressive distributed lag (CS-ARDL) approach. In *SUSTAINABLE DEVELOPMENT*. 2024.
- PADGETT, J.P., STEINEMANN, A.C., CLARKE, J.H., VANDENBERGH, M.P. A comparison of carbon calculators. *Environ. Impact Assess. Rev.* 2008, 28, 106–115, doi:10.1016/j.eiar.2007.08.001.
- PALACIOS, S. GREEN LOGISTICS: THE PATH TOWARDS CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY ENVIRONMENTAL. In *REVISTA CICAG*. 2019a, vol. 17, p. 4-21.
- PAN, S., BALLOT, E., FONTANE, F. The reduction of greenhouse gas emissions from freight transport by pooling supply chains. *Int. J. Prod. Econ.* 2013, 143, 86–94, doi:10.1016/j.ijpe.2010.10.023.

- PASKANNAYA, T., G. SHABAN INNOVATIONS IN GREEN LOGISTICS IN SMART CITIES: USA AND EU EXPERIENCE. *MARKETING AND MANAGEMENT OF INNOVATIONS*, 2019a, (1), 173-181.
- PAZIRANDEH, A., H. JAFARI Making sense of green logistics. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTIVITY AND PERFORMANCE MANAGEMENT*, 2013a, 62(8), 889-904.
- PENG, T., OU, X., YUAN, Z., YAN, X., ZHANG, X. Development and application of China provincial road transport energy demand and GHG emissions analysis model. *Applied Energy* [online]. 2018, 222, p. 313-328. ISSN 0306-2619. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.139>
- PERERA, H.-N., HURLEY, J., FAHIMNIA, B., REISI, M. The human factor in supply chain forecasting: a systematic review. *European Journal of Operational Research* [online]. 2019, 274(2), p. 574-600. ISSN 0377-2217. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.10.028>
- PERKUMIENE, D., R. PRANSKUNIENE, M. VIENAZINDIENE, J. GRIGIENE. The Right to A Clean Environment: Considering Green Logistics and Sustainable Tourism. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH*. 2020, vol. 17.
- PETRO, F., KONECNY, V. Calculation of emissions from transport services and their use for the internalisation of external costs in road transport. *Procedia Engineering* [online]. 2017, 192, p. 677-682. eISSN 1877-7058. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.117>
- PETTICREW, M., ROBERTS, H. *Systematic reviews in the social sciences: a practical guide*. Oxford: John Wiley & Sons, 2008. ISBN 978-1-405-12110-1.
- PHAM, N., G. DINH, H. PHAM, J. KOZAK, et al. Role of Green Logistics in the Construction of Sustainable Supply Chains. In *POLISH MARITIME RESEARCH*. 2023, vol. 30, p. 191-211.
- PISHVAEE, M., S. TORABI, J. RAZMI. Credibility-based fuzzy mathematical programming model for green logistics design under uncertainty. In *COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING*. 2012, vol. 62, p. 624-632.
- PISINGER, D., R. JENSEN, N. RASMUSSEN, M. SIGURD. *ENERPLAN - Green Logistic Solutions*. In *ERCIM NEWS*. 2009a, p. 40-41.
- POLINORI, P., E. MARCUCCI, V. GATTA, S. BIGERNA, et al. ECO-LABELING AND SUSTAINABLE URBAN FREIGHT TRANSPORT: HOW MUCH ARE PEOPLE WILLING TO PAY FOR GREEN LOGISTICS?. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF TRANSPORT ECONOMICS*. 2018, vol. 45, p. 631-658.
- PRATAVIERA, L., A. CREAZZA, S. PEROTTI. A call to action: a stakeholder analysis of green logistics practices. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT*. 2024a, vol. 35, p. 979-1008.
- PUBLIC TRANSPORT CARBON FOOTPRINT CALCULATOR. Carbon Foot Print. Available online: <https://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?tab=6> (accessed on 6 February 2021).
- QIN, W., X. L. QI Evaluation of Green Logistics Efficiency in Northwest China. *SUSTAINABILITY*, JUN 2022, 14(11).
- RAFAEL, A., G. ROEL, D. WOUTER. Strategic Multi-Echelon and Cross-Modal CO2 Emissions Calculation in Parcel Distribution Networks: First Step Toward a Common Language. In *TRANSPORTATION RESEARCH RECORD*. 2023, vol. 2677, p. 620-630.
- RAGIN, CH. C. *The comparative method: moving beyond qualitative and quantitative strategies*. Oakland: University of California Press, 1987. ISBN: 978-0-520-28003-8.
- RAKHMANGULOV, A., A. SLADKOWSKI, N. OSINTSEV, D. MURAVEV Green Logistics: Element of the Sustainable Development Concept. Part 1. *NASE MORE*, NOV 2017a, 64(3), 120-126.
- RAKHMANGULOV, A., A. SLADKOWSKI, N. OSINTSEV, D. MURAVEV Green Logistics: A System of Methods and Instruments - Part 2. *NASE MORE*, MAR 2018, 65(1), 49-55.

- REZAZADEH, F., PARIJA, D., JAFARPOUR, D. Laser effects on the prevention and treatment of dentinal hypersensitivity: a systematic review. *Journal of Lasers in Medical Sciences* [online]. 2019, 10(1), p. 1-11. ISSN 2008-9783, eISSN 2228-6721. Dostupné z: <https://doi.org/10.15171/jlms.2019.01>
- ROUQUET, A., VAUCHÉ, L. A typology of logistics pooling in supply chains. *Supply Chain Forum Int. J.* 2015, 16, 2–12, doi:10.1080/16258312.2015.1167382.
- ROY, S., R. MOHANTY. Green logistics operations and its impact on supply chain sustainability: An empirical study. In *BUSINESS STRATEGY AND THE ENVIRONMENT*. 2024, vol. 33, p. 1447-1476.
- RUNGSKUNROCH, P., SHEN, Z.J., KAEWUNRUEN, S. Benchmarking environmental and economic impacts from the HSR networks considering life cycle perspectives. *Environ. Imp. Assess. Rev.* 2021, 90, 106608, doi:10.1016/j.eiar.2021.106608.
- RUNGSKUNROCH, P., SHEN, Z.J., KAEWUNRUEN, S. Getting it right on the policy prioritization for rail decarbonization: Evidence from whole-life CO₂e emissions of railway systems. *Front. Built Environ.* 2021, 7, 638507, doi:10.3389/fbuil.2021.638507.
- SABOORI, B., SAPRI, M., BIN BABA, M. Economic growth, energy consumption and CO₂ emissions in OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)'s transport sector: A fully modified bi-directional relationship approach. *Energy* 2014, 66, 150–161, doi:10.1016/j.energy.2013.12.048.
- SAHARIDIS, G., G. KONSTANTZOS. Critical overview of emission calculation models in order to evaluate their potential use in estimation of Greenhouse Gas emissions from in port truck operations. In *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*. 2018, vol. 185, p. 1024-1031.
- SAJID, M., E. GONZALEZ, J. ZHAN, X. SONG, et al. A methodologically sound survey of Chinese consumers' willingness to participate in courier, express, and parcel companies' green logistics. In *PLOS ONE*. 2021, vol. 16.
- SAMARAS, C., D. TSOKOLIS, S. TOFFOLO, G. MAGRA, et al. Improving fuel consumption and CO₂ emissions calculations in urban areas by coupling a dynamic micro traffic model with an instantaneous emissions model. In *TRANSPORTATION RESEARCH PART D-TRANSPORT AND ENVIRONMENT*. 2018, vol. 65, p. 772-783.
- SANTOS, J., K. BORTOLON, D. CHIROLI, O. OIKO. Green Logistics: conceptualization and directions for practice. In *REVISTA ELETRONICA EM GESTAO EDUCACAO E TECNOLOGIA AMBIENTAL*. 2015a, vol. 19, p. 314-331.
- SAUSEN, R. Transport impacts on atmosphere and climate. *Atmospheric Environment* [online]. 2010, 44, p. 4646-4647. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.02.033>
- SAUSEN, R., GIERENS, K., EYRING, V., HENDRICKS, J., RIGHI, M. Climate impact of transport. In: SCHUMANN, U. (Ed.) *Atmospheric physics. Background - methods - trends*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012. p. 711-725. ISBN 978-3-642-30183-4.
- SBIHI, A., R. W. EGGLESE Combinatorial optimization and green logistics. *4OR-A QUARTERLY JOURNAL OF OPERATIONS RESEARCH*, JUL 2007, 5(2), 99-116.
- SBIHI, A., R. W. EGGLESE Combinatorial optimization and Green Logistics. *ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH*, MAR 2010, 175(1), 159-175.
- SENKEL, M.-P., DURAND, B., VO, T.L.H. La mutualisation logistique: Entre théories et pratiques. *Logistique Manag.* 2013, 21, 19–30, doi:10.1080/12507970.2013.11517006.
- SETYADI, A., Y. AKBAR, S. ARIANA, S. PAWIROSUMARTO. Examining the Effect of Green Logistics and Green Human Resource Management on Sustainable Development Organizations: The Mediating Role of Sustainable Production. In *SUSTAINABILITY*. 2023, vol. 15.
- SHAN, L. Research on Green Logistics Service Providers Selection Based on Intuitionistic Language Fuzzy Entropy. In *JOURNAL OF COMPUTERS*. 2012, vol. 7, p. 540-546.

- SHARMA, M., S. LUTHRA, S. JOSHI, A. KUMAR, et al. Green logistics driven circular practices adoption in industry 4.0 Era: A moderating effect of institution pressure and supply chain flexibility. In *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*. 2023, vol. 383.
- Ship type carbon emissions calculator – Sustainable freight, 2024 [online]. [Viewed 2019-01-12]. Dostupné z: <http://www.sustainablefreight.com.au/tools-and-programs/emission-calculators/ship-type-carbon-emissions-calculator>
- SHOAI B, M., S. ZHANG, H. ALI. Assessment of sustainable green logistics enablers: a robust framework using fuzzy DEMATEL and ISM approach. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*. 2023, vol. 20, p. 11407-11426.
- SIKDER, M., C. WANG, M. RAHMAN, F. YEBOAH, et al. Green logistics and circular economy in alleviating CO2 emissions: Does waste generation and GDP growth matter in EU countries?. In *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*. 2024, vol. 449.
- SIMENC, M. Overview and comparative analysis of emission calculators for inland shipping. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF SUSTAINABLE TRANSPORTATION*. 2016, vol. 10, p. 627-637.
- SINGH, V., SAHU, S. K., KESARKAR, A. P., BISWAL, A. Estimation of high resolution emissions from road transport sector in a megacity Delhi. *Urban Climate* [online]. 2018, 26, p. 109-120. eISSN 2212-0955. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2018.08.011>
- SINGH, V., SOKHI, R. S., KUKKONEN, J. PM2.5 concentrations in London for 2008 - A modelling analysis of contributions from road traffic. *Journal of the Air and Waste Management Association* [online]. 2014, 64(5), p. 509-518. ISSN 1096-2247, eISSN 2162-2906. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10962247.2013.848244>
- SKRÚCANÝ, T., KENDRA, M., KALINA, T., JURKOVIČ, M. Environmental comparison of different transport modes. *Naše More* 2018, 65, 192–196, doi:10.17818/NM/2018/4SI.5.
- SOLAYMANI, S. CO2 emissions patterns in 7 top carbon emitter economies: The case of transport sector. *Energy* 2019, 168, 989–1001, doi:10.1016/j.energy.2018.11.145.
- SOLDATENKO, D., BACKER, E. A content analysis of cross-cultural motivational studies in tourism relating to nationalities. *Journal of Hospitality and Tourism Management* [online]. 2019, 38, p. 122-139. ISSN 1447-6770. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2018.12.004>
- SONG, Z., X. WANG. CONTRACT COORDINATION FOR GREEN LOGISTICS CAPABILITIES INVOLVING THE LOGISTICS SERVICE DEMAND SIDE. In *ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL*. 2020, vol. 19, p. 1519-1533.
- SONG, Z., S. HE, Y. WANG, J. AN. Green pharmaceutical supply chain coordination considering green investment, green logistics, and government intervention. In *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH*. 2022, vol. 29, p. 63321-63343.
- SOULE, E. K., SAKUMA, K.-L. K., PALAFOX, S., POKHREL, P., HERZOG, T. A., THOMPSON, N., FAGAN, P. Content analysis of internet marketing strategies used to promote flavored electronic cigarettes. *Addictive Behaviors* [online]. 2019, 91, p. 128-135. ISSN 0306-4603, eISSN 1873-6327. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2018.11.012>
- STAROSTKA-PATYK, M., P. BAJDOR, J. BIALAS. Green logistics performance Index as a benchmarking tool for EU countries environmental sustainability. In *ECOLOGICAL INDICATORS*. 2024, vol. 158.
- STOCKER, T. F., QIN, D., PLATTNER, G.-K., TIGNOR, M., ALLEN, S. K., BOSCHUNG, J., NAUELS, A., XIA, Y., BEX, V., MIDGLEY, P. M. (eds.) *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press, 2013. ISBN 978-1-107-05799-1.
- SUJANTO, R., S. KAO, M. YANG. Multicriteria Assessment of Green Logistics in Taiwan's Maritime Freight Transport: Green Packaging and Green Transportation as Driving Aspects. In *TRANSNAV-INTERNATIONAL*

- JOURNAL ON MARINE NAVIGATION AND SAFETY OF SEA TRANSPORTATION. 2024, vol. 18, p. 35-44.
- SUN, H., J. LI. Behavioural choice of governments, enterprises and consumers on recyclable green logistics packaging. In SUSTAINABLE PRODUCTION AND CONSUMPTION. 2021, vol. 28, p. 459-471.
- SUN, Y., Y. LU, C. ZHANG. Fuzzy Linear Programming Models for a Green Logistics Center Location and Allocation Problem under Mixed Uncertainties Based on Different Carbon Dioxide Emission Reduction Methods. In SUSTAINABILITY. 2019, vol. 11.
- TAMJIDI, M., M. ABBASPOUR, Y. RASHIDI, A. MIRZAHOSSEINI. Dust Emission Calculation and Forecasting using CALPUFF and GCM models. In POLLUTION. 2023, vol. 9, p. 1776-1795.
- TAN, B., F. WANG, J. LIU, K. KANG, et al. A Blockchain-Based Framework for Green Logistics in Supply Chains. In SUSTAINABILITY. 2020a, vol. 12.
- TANIGUCHI, E., THOMPSON, R. G., YAMADA, T. New opportunities and challenges for city logistics. Transportation Research Procedia [online]. 2015, 12, p. 5-13. ISSN 2352-1465. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.004>
- TAPIA, E. CONTRIBUTIONS OF GREEN LOGISTICS IN EMERGING MANAGEMENT. In REVISTA CICAG. 2024a, vol. 20, p. 42-63.
- TEIXEIRA, C., A. ASSUMPÇÃO, A. CORREA, A. SAVI, et al. THE CONTRIBUTION OF GREEN LOGISTICS AND SUSTAINABLE PURCHASING FOR GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. In INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION. 2018, vol. 9, p. 1002-1026.
- TEMIZCERI, T., S. KARA. LAST DECADE OF GREEN LOGISTICS WITH MULTIPLE MODES OF TRANSPORTATION: A LITERATURE REVIEW. In LOGFORUM. 2023, vol. 19, p. 703-721.
- TIAN, G., W. LU, X. ZHANG, M. ZHAN, et al. A survey of multi-criteria decision-making techniques for green logistics and low-carbon transportation systems. In ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH. 2023, vol. 30, p. 57279-57301.
- TORRES, P., F. FERREIRA, V. GOIS. An approach for road air emissions calculation: Portuguese case-study. In INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENT AND POLLUTION. 2009, vol. 39, p. 365-384.
- TRAVELLING BY TRAIN IS ONE OF THE LOWEST CARBON MODES OF TRANSPORT, OTHER THAN USING YOUR OWN TWO FEET OF COURSE. ScotRail. Available online: <https://www.scotrail.co.uk/carbon-calculator> (accessed on 8 February 2021).
- TREES FOR ALL. Available online: <https://treesforall.nl/en/calculate-emission/> (accessed on 8 February 2021).
- TRIVELLAS, P., G. MALINDRETOS, P. REKLITIS. Implications of Green Logistics Management on Sustainable Business and Supply Chain Performance: Evidence from a Survey in the Greek Agri-Food Sector. In SUSTAINABILITY. 2020, vol. 12.
- TSAI, S., K. WANG. USING A NOVEL METHOD TO EVALUATE THE PERFORMANCE OF HUMAN RESOURCES IN GREEN LOGISTICS ENTERPRISES. In ECOLOGICAL CHEMISTRY AND ENGINEERING S-CHEMIA I INZYNIERIA EKOLOGICZNA S. 2019, vol. 26, p. 629-640.
- TULJAK-SUBAN, D., V. SUBAN. RATES THE SHIPS MUST PAY TO DELIVER THE OIL SLUDGE AS AN INCENTIVE TO IMPROVE PORT WASTE GREEN LOGISTICS. In PROMET-TRAFFIC & TRANSPORTATION. 2021, vol. 33, p. 789-797.
- UBEDA, S., F. ARCELUS, J. FAULIN. Green logistics at Eroski: A case study. In INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS. 2011a, vol. 131, p. 44-51.
- UHEREK, E., HALENKA, T., BORKEN-KLEEFELD, J., BALKANSKI, Y., BERNSTEN, T., BORREGO, C., GAUSS, M., HOOR, P., JUDA-REZLER, K., LELIEVELD, J., MELAS, D., RYPDAL, K., SCHMID, S. Transport impacts on atmosphere and climate: land transport. Atmospheric Environment [online]. 2010, 44, p. 4772-4816. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.01.002>

- United Nations framework convention on climate change - Ministry of the Environment of the Czech Republic [online]. 2014. Dostupné z: https://www.mzp.cz/en/climate_energy
- UNITED NATIONS, 2024. Cíle udržitelného rozvoje. United Nations [online]. [cit. 2024-07-09]. Dostupné z: <https://osn.cz/osn/hlavni-temata/cile-udrzitelneho-rozvoje-sdgs/>
- VAN VO, H., N. NGUYEN. Greening the Vietnamese supply chain: The influence of green logistics knowledge and intellectual capital. In HELIYON. 2023, vol. 9.
- VAZIFEHDAN, M., S. DARESTANI. Green Logistics Outsourcing Employing Multi Criteria Decision Making and Quality Function Deployment in the Petrochemical Industry. In ASIAN JOURNAL OF SHIPPING AND LOGISTICS. 2019, vol. 35, p. 243-254.
- VIENAZINDIENE, M., V. TAMULIENE, J. ZALECKIENE. Green Logistics Practices Seeking Development of Sustainability: Evidence from Lithuanian Transportation and Logistics Companies. In ENERGIES. 2021, vol. 14.
- VITHAYAPORN, S., V. NITIVATTANANON, N. SASAKI, D. SAN SANTOSO. Assessment of the Factors Influencing the Performance of the Adoption of Green Logistics in Urban Tourism in Thailand's Eastern Economic Corridor. In SOCIAL SCIENCES-BASEL. 2023, vol. 12.
- VUKIC, L., G. GUIDI, I. KRÄMER. Air pollutant emission calculation and shipping costs: The case of yacht transport between the North Sea and Mediterranean ports. In MARINE POLICY. 2023, vol. 148.
- WADUD, Z., CHINTAKAYALA, P. K. Personal carbon trading: trade-off and complementarity between in-home and transport related emissions reduction. Ecological Economics [online]. 2019, 156, p. 397-408. ISSN 0921-8009, eISSN 1873-6106. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.10.016>
- WANG, C., H. HO, S. LUO, T. LIN. An Integrated Approach to Evaluating and Selecting Green Logistics Providers for Sustainable Development. In SUSTAINABILITY. 2017a, vol. 9.
- WANG, D., Q. DONG, Z. PENG, S. KHAN, et al. The Green Logistics Impact on International Trade: Evidence from Developed and Developing Countries. In SUSTAINABILITY. 2018, vol. 10.
- WANG, H., Z. LIU, L. LU, H. CUI. Evaluation of vegetable green logistics in Lanling County of China based on DEMATEL-ANP-FCE model. In FRONTIERS IN SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS. 2024, vol. 8.
- WANG, K., Y. TONG, T. CAO, C. WANG, et al. Vehicle emissions calculation for urban roads based on the Macroscopic Fundamental Diagram method and real-time traffic information. In ATMOSPHERIC AND OCEANIC SCIENCE LETTERS. 2020a, vol. 13, p. 89-96.
- WANG, L., XUE, X., ZHAO, Z., WANG, Y., ZENG, Z. Finding the de-carbonization potentials in the transport sector: Application of scenario analysis with a hybrid prediction model. Environ. Sci. Pollut. Res. 2020, 27, 21762–21776, doi:10.1007/s11356-020-08627-1.
- WANG, S., Z. HU. Green Logistics Service Supply Chain Games Considering Risk Preference in Fuzzy Environments. In SUSTAINABILITY. 2021, vol. 13.
- WANG, S., G. WANG, S. ZHAO, W. LI, et al. Pricing and green decision-making in a three-echelon supply chain considering fairness concern with the participation of green logistics. In EVOLUTIONARY INTELLIGENCE. 2023, vol. 16, p. 1285-1307.
- WANG, W.W., ZHANG, M., ZHOU, M. Using LMDI method to analyze transport sector CO2 emissions in China. Energy 2011, 10, 5909–5915, doi:10.1016/j.energy.2011.08.031.
- WANG, X., Z. LU. Analysis of Heat and Moisture Transfer and Thermal Comfort in Green Logistics Storage Space. In INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND TECHNOLOGY. 2022, vol. 40, p. 1241-1248.
- WANG, X. Study on relationship between green logistics activity and logistics performance. CLUSTER COMPUTING-THE JOURNAL OF NETWORKS SOFTWARE TOOLS AND APPLICATIONS, MAY 2019, 22, S6579-S6588.

- WANG, Y., S. G. PENG, X. S. ZHOU, M. MAHMOUDI, et al. Green logistics location-routing problem with eco-packages. *TRANSPORTATION RESEARCH PART E-LOGISTICS AND TRANSPORTATION REVIEW*, NOV 2020b, 143.
- WANG, Z. Z., Z. L. TSAI, J. FU, L. Y. ZHAO, et al. Internalization of negative external cost of green logistics and incentive mechanism. *ADVANCES IN MECHANICAL ENGINEERING*, AUG 10 2017b, 9(8).
- WEB OF SCIENCE, 2024. Web of Science. Web of Science [online]. [cit. 2024-07-01].
Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>
- WEIGEL, B.A., SOUTHWORTH, F., MEYER, M.D. Calculators to Estimate Greenhouse Gas Emissions from Public Transit Vehicles. *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 2010, 2143, 125–133, doi:10.3141/2143-16.
- WORLD ECONOMIC FORUM, 2009. Supply chain decarbonization: the role of logistics and transport in reducing supply chain carbon emission - World Economic Forum [online]. Geneva, Switzerland: The Framework of the Logistics and Transport Partnership Programme, 2009. Dostupné z: http://www3.weforum.org/docs/WEF_LT_SupplyChainDecarbonization_Report_2009.pdf
- WORLD LAND TRUST. Available online: <https://www.worldlandtrust.org/carbon-calculator/individual/transport/transport-calculator/> (accessed on 7 February 2021).
- WORLD RESOURCES INSTITUTE. Available online: <https://www.wri.org/blog/2019/10/everything-you-need-know-about-fastest-growing-source-global-emissions-transport> (accessed on 1 February 2021).
- WU, Y. W., S. A. WANG, L. ZHEN, G. LAPORTE Integrating operations research into green logistics: A review. *FRONTIERS OF ENGINEERING MANAGEMENT*, SEP 2023, 10(3), 517-533.
- XIE, D., Y. QIU, J. HUANG. Multi-objective optimization for green logistics planning and operations management: From economic to environmental perspective. In *COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING*. 2024, vol. 189.
- XIU, G., X. CHEN. Research on Green Logistics Development at Home and Abroad. In *JOURNAL OF COMPUTERS*. 2012a, vol. 7, p. 2765-2772.
- XU, C., L. LI. The dynamic relationship among green logistics, technological innovation and green economy: Evidence from China. In *HELIYON*. 2024, vol. 10.
- XU, Y., H. JIA, Y. ZHANG, G. TIAN. Analysis on the location of green logistics park based on heuristic algorithm. In *ADVANCES IN MECHANICAL ENGINEERING*. 2018, vol. 10.
- YANG, B., Z. WANG. Environmental regulation, green technology innovation and green logistics development level of fresh agricultural products. In *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*. 2024.
- YANG, C., MCCOLLUM, D., MCCARTHY, R., LEIGHTY, W. Meeting an 80 % reduction in greenhouse gas emissions from transportation by 2050: a case study in California. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* [online]. 2009, 14(3), p. 147-156. ISSN 1361-9209, eISSN 1879-2340.
Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2008.11.010>
- YANG, J., M. CHOI, W. YU. Attribute selection with application to recommender systems for green logistics e-Commerce. In *ASIA LIFE SCIENCES*. 2015, p. 511-524.
- YANG, Y., M. ZHANG, Z. LIN, B. KI-HYUNG, et al. Green logistics performance and infrastructure on service trade and environment-Measuring firm's performance and service quality. In *JOURNAL OF KING SAUD UNIVERSITY SCIENCE*. 2022, vol. 34.
- YE, C., H. FENG, W. CAO. Does the Belt and Road Initiative reduce the green logistics efficiency of partner countries?. In *ECOLOGICAL INDICATORS*. 2024, vol. 163.
- YOON, Y., YANG, M., KIM, J. An analysis of CO2 emissions from international transport and the driving forces of emissions change. *Sustainability* [online]. 2018, 10(5), p. 1-18. eISSN 2071-1050.
Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su10051677>

- YOUNGSWAING, W., S. JOMNONKWAO, E. CHEUNKAMON, V. RATANAVARAHA. Key Factors Shaping Green Logistics in Thailand's Auto Industry: An Application of Structural Equation Modeling. In LOGISTICS-BASEL. 2024, vol. 8.
- ZAMAN, K., S. SHAMSUDDIN. Green logistics and national scale economic indicators: Evidence from a panel of selected European countries. In JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION. 2017, vol. 143, p. 51-63.
- ZENG, M., H. FENG, G. TIAN. The Construction and Evaluation of Green Logistics Ecosystem of E-commerce in China. In EKOLOJI. 2019, vol. 28, p. 3979-3990.
- ZHANG, G., G. LI, J. PENG. Risk Assessment and Monitoring of Green Logistics for Fresh Produce Based on a Support Vector Machine. In SUSTAINABILITY. 2020a, vol. 12.
- ZHANG, G., X. WANG, Y. WANG, J. XU. A tripartite evolutionary game for the regional green logistics: the roles of government subsidy and platform's cost-sharing. In KYBERNETES. 2024, vol. 53, p. 216-237.
- ZHANG, L. Y., H. L. CHANG, Y. DAI, A. UMUT. Green Logistics and Health in OBRI Economies: Does Social Marketing Matter? FRONTIERS IN PUBLIC HEALTH, FEB 25 2022, 10.
- ZHANG, M., M. H. SUN, D. T. BI, T. Z. LIU. Green Logistics Development Decision-Making: Factor Identification and Hierarchical Framework Construction. IEEE ACCESS, 2020c, 8, 127897-127912.
- ZHANG, S., C. LEE, H. CHAN, K. CHOY, et al. Swarm intelligence applied in green logistics: A literature review. In ENGINEERING APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE. 2015a, vol. 37, p. 154-169.
- ZHANG, W., M. ZHANG, W. ZHANG, Q. ZHOU, et al. What influences the effectiveness of green logistics policies? A grounded theory analysis. In SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT. 2020d, vol. 714.
- ZHOU, B., A. SIDDIK, G. ZHENG, M. MASUKUJJAMAN. Unveiling the Role of Green Logistics Management in Improving SMEs' Sustainability Performance: Do Circular Economy Practices and Supply Chain Traceability Matter?. In SYSTEMS. 2023, vol. 11.
- ZHOU, L. Y., J. WU, D. MU, Y. C. WU, et al. CONSTRUCTION INNOVATION OF URBAN GREEN LOGISTICS CENTERS FOR AGRICULTURAL PRODUCTS. OPEN HOUSE INTERNATIONAL, SEP 2016, 41(3), 26-31.
- ZHU, A., Y. WEN. Green Logistics Location-Routing Optimization Solution Based on Improved GA Algorithm considering Low-Carbon and Environmental Protection. In JOURNAL OF MATHEMATICS. 2021, vol. 2021.
- ZHU, S., J. GAO, X. HE, S. ZHANG, et al. Green logistics oriented tug scheduling for inland waterway logistics. In ADVANCED ENGINEERING INFORMATICS. 2021a, vol. 49.
- ZHU, X., D. JIANGUO, K. ALI, D. KIRIKKALELI. Do green logistics and green finance matter for achieving the carbon neutrality goal?. In ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH. 2023, vol. 30, p. 115571-115584.
- ZHU, Y., J. SUO. The Situation of Offshore Oil Logistics Industry and Transportation Scheme Design of New Concept of Green Logistics. In JOURNAL OF COASTAL RESEARCH. 2020, p. 447-450.
- ZOWADA, K. Green Logistics: The Way to Environmental Sustainability of Logistics. Empirical Evidence from Polish SMEs. In EUROPEAN JOURNAL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT. 2020, vol. 9, p. 231-240.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Přehled odborných článků k subtémátům v rámci zpracování systematické literární rešerše	19
Tabulka 2	Výsledky zpracované analýzy emisních kalkulátorů	76
Tabulka 3	Přehled specifikací a parametrů vozidel používaných pro silniční nákladní dopravu.....	81
Tabulka 4	Výsledky obsahové analýzy kalkulátorů emisí skleníkových plynů z nákladní dopravy.....	82
Tabulka 5	Výsledky obsahové analýzy kalkulátorů emisí skleníkových plynů z nákladní dopravy.....	94

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Postup zpracování teoretického vymezení zkoumané problematiky	11
Obrázek 2	Proces identifikace relevantních odborných článků pro zpracování systematické literární rešerše	13
Obrázek 3	Roky publikace analyzovaných vědeckých článků.....	14
Obrázek 4	Zařazení analyzovaných vědeckých článků do Web of Science kategorií	15
Obrázek 5	Publikační tituly analyzovaných vědeckých článků	15
Obrázek 6	Zařazení analyzovaných vědeckých článků do oblastí	16
Obrázek 7	Zařazení analyzovaných vědeckých článků k cílům udržitelného rozvoje.....	17
Obrázek 8	Identifikovaná subtémata v rámci systematické literární rešerše v tématu zelené logistiky.....	18
Obrázek 9	Proces transpozice legislativy v oblasti ochrany klimatu	58
Obrázek 10	Emise skleníkových plynů v EU podle sektorů v roce 2021	62
Obrázek 11	Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů v roce 2021	64
Obrázek 12	Emise skleníkových plynů v ČR v letech 1990–2021	66
Obrázek 13	Emise CO ₂ v dopravním sektoru podle dopravního módu a scénáře udržitelného rozvoje na roky 2000–2030.....	69
Obrázek 14	Přístupy ke kalkulacím emisí skleníkových plynů.....	75

SEZNAM ZKRATEK

B2B	Business to business Vztah dvou právnických osob
COP	Conference of the Parties Konference zainteresovaných stran
EEA	European Environment Agency Evropská agentura pro životní prostředí
ETS	Emissions Trading System Evropský systém obchodování s emisemi
EU	Evropská unie
HDP	Hrubý domácí produkt
IEA	International Energy Agency Mezinárodní energetická agentura
IoT	Internet of Things Internet věcí
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change Mezivládní panel pro změnu klimatu
LCA	Life-Cycle Assessment Posuzování životního cyklu
LCC	Liquefied natural gas Life Cycle Costs
LNG	Liquefied natural gas Zkapalněný zemní plyn
MCDM	Multiple-criteria decision-making Multi-kriteriální rozhodovací metody
MDGs	Millennium Development Goals Rozvojové cíle tisíciletí
OSN	Organizace spojených národů
SDGs	Sustainable Development Goals Cíle udržitelného rozvoje
UN	United Nations Organizace spojených národů
UNFCCC	The United Nations Framework Convention on Climate Change Rámcová úmluva OSN o změně klimatu

SEZNAM SYMBOLŮ

CB	Karoserie
c_d	Interní koeficient definovaný společností
C_{d0TtWb}	Emisní koeficient pro nulové vytížení CO ₂ biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW pro závislou trakci
C_{d0TtWf}	Emisní koeficient pro nulové vytížení CO ₂ fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW pro závislou trakci
C_{d0WtTb}	Emisní koeficient pro nulové vytížení CO ₂ biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci
C_{d0WtTf}	Emisní koeficient pro nulové vytížení CO ₂ fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci
C_{dTtWb}	Emisní koeficient CO ₂ biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW pro závislou trakci
C_{dTtWf}	Emisní koeficient CO ₂ fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW pro závislou trakci
C_{dWtTb}	Emisní koeficient CO ₂ biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci
C_{dWtTf}	Emisní koeficient CO ₂ fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT pro závislou trakci
C_{i0TtWb}	Emisní koeficient pro nulové vytížení CO ₂ biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci
C_{i0TtWf}	Emisní koeficient pro nulové vytížení CO ₂ fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci
C_{i0WtTb}	Emisní koeficient pro nulové vytížení CO ₂ biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT pro nezávislou trakci
C_{i0WtTf}	Emisní koeficient pro nulové vytížení CO ₂ fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT pro nezávislou trakci
C_{iTtWb}	Emisní koeficient CO ₂ biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci
C_{iTtWf}	Emisní koeficient CO ₂ fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW pro nezávislou trakci
C_{iWtTb}	Emisní koeficient CO ₂ biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT pro nezávislou trakci
C_{iWtTf}	Emisní koeficient CO ₂ fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT pro nezávislou trakci
CO	Oxid uhelnatý

CO ₂	Oxid uhličitý
CO _{2e}	Ekvivalent oxidu uhličitého (vyjadřuje množství emisí různých skleníkových plynů, přepočítaných na ekvivalentní množství oxidu uhličitého (CO ₂) na základě jejich potenciálu globálního oteplování)
D ₁	Přepravní vzdálenost
D ₂	Dodatečná vzdálenost jako penalizace za nenaložené vozidlo
E	Celkové emise oxidu uhličitého produkované přepravou
E ₁	Celkové emise oxidu uhličitého produkované zpáteční přepravou
E _{1TtW}	Emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu TtW
E _{1TtWb}	Emise oxidu uhličitého biogenního původu vypočítané pomocí přístupu TtW
E _{1TtWf}	Emise oxidu uhličitého fosilního původu vypočítané pomocí přístupu TtW
E _{1WtT}	Emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu WtT
E _{1WtTb}	Emise oxidu uhličitého biogenního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
E _{1WtTf}	Emise oxidu uhličitého fosilního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
E ₂	Dodatečné emise oxidu uhličitého (penalizace za nenaložené vozidlo)
E _{2TtW}	Emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu TtW
E _{2TtWb}	Emise oxidu uhličitého biogenního původu vypočítané pomocí přístupu TtW
E _{2TtWf}	Emise oxidu uhličitého fosilního původu vypočítané pomocí přístupu TtW
E _{2WtT}	Emise oxidu uhličitého vypočítané pomocí přístupu WtT
E _{2WtTb}	Emise oxidu uhličitého biogenního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
E _{2WtTf}	Emise oxidu uhličitého fosilního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
EC _{0TtWb}	Emisní koeficient pro nulové vytížení biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW
EC _{0TtWf}	Emisní koeficient pro nulové zatížení biogenního původu vypočítané pomocí přístupu TtW
EC _{0TtWf}	Emisní koeficient pro nulové vytížení fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW
EC _{0WtTb}	Emisní koeficient pro nulové zatížení biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT

EC_{0WtTb}	Emisní koeficient pro nulové zatížení biogenního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
EC_{0WtTf}	Emisní koeficient pro nulové vytížení fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT
EC_{0WtTf}	Emisní koeficient pro nulové zatížení fosilního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
EC_{TtWb}	Emisní koeficient biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW
EC_{TtWb}	Emisní koeficient pro emise oxidu uhličitého biogenního původu vypočítané pomocí přístupu TtW
EC_{TtWf}	Emisní koeficient fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu TtW
EC_{TtWf}	Emisní koeficient pro emise oxidu uhličitého fosilního původu vypočítané pomocí přístupu TtW
EC_{WtTb}	Emisní koeficient biogenního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT
EC_{WtTb}	Emisní koeficient pro emise oxidu uhličitého biogenního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
EC_{WtTf}	Emisní koeficient fosilního původu vypočítaný pomocí přístupu WtT
EC_{WtTf}	Emisní koeficient pro emise oxidu uhličitého fosilního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
FC	Nákladní kontejnery
FC_{1-3}	Různé typy nákladních kontejnerů
FMPC	Finished manufactured passenger cars Hotová vyrobená osobní vozidla
CH_4	Metan
i	Typ vozidla
i	Typ vozidla
j	Typ přepravovaného FMPC
k	Typ přepravovaného osobního automobilu
l	Interní koeficient definovaný společností
l	Typ přepravované karoserie
L_1	Celková přepravní vzdálenost
L_{1d}	Délka přepravy realizovaná železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce
L_{1i}	Délka přepravy realizovaná železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce
L_2	Dodatečná přepravní vzdálenost

L_{2d}	Dodatečná délka přepravy realizovaná železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce
L_{2i}	Dodatečná délka přepravy realizovaná železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce
LF	Koeficient vytížení železničních vozů
LF _i	Koeficient vytížení vozidla i
LF _i	Průměrný koeficient zatížení vozidla i
LKW	Počet vozidel pro přepravu FMPC
LKW ₉	Počet vozidel pro přepravu devíti FMPC
LV	Objem nákladu
LV	Objem nákladu
LV _{max}	Maximální objem nákladu vozidla
LV _{max}	Maximální objem nákladu železničního vozu potřebného pro přepravu
m	Typ přepravovaného nákladního kontejneru
N	Ne
N ₂ O	Oxid dusný
NA	Nedostupné
n _c	Potřebný počet železničních vozů pro přepravu
n _{cbl}	Počet přepravovaných karoserií typu l
n _{fcm}	Počet přepravovaných nákladních kontejnerů typu m
NO _x	Oxidy dusíku
n _{pck}	Počet přepravovaných osobních automobilů typu k
O	Dodatečné emise CO ₂
O _{TtW}	Emise CO ₂ vypočítané pomocí přístupu TtW
O _{TtWb}	Emise CO ₂ biogenního původu vypočítané pomocí přístupu TtW
O _{TtWf}	Emise CO ₂ fosilního původu vypočítané pomocí přístupu TtW
O _{WtT}	Emise CO ₂ vypočítané pomocí přístupu WtT
O _{WtTb}	Emise CO ₂ biogenního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
O _{WtTf}	Emise CO ₂ fosilního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
PC	Osobní automobily
PC _j	Počet FMPC typu j
PLKW ₉	Počet míst ve vozidle LKW ₉ pro přepravu FMPC

PM _{2,5}	Suspendované (prachové) částice jsou částice pevného a kapalného skupenství (tzv. aerosol) v ovzduší o průměru do 2,5 μm
R	Celkové emise CO ₂ produkované zpáteční přepravou
RC ₁₋₃₂	Různé typy železničních vozů
R _{TtW}	Emise CO ₂ vypočítané pomocí přístupu TtW
R _{TtWb}	Emise CO ₂ biogenního původu vypočítané pomocí přístupu TtW
R _{TtWf}	Emise CO ₂ fosilního původu vypočítané pomocí přístupu TtW
R _{WtT}	Emise CO ₂ vypočítané pomocí přístupu WtT
R _{WtTb}	Emise CO ₂ biogenního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
R _{WtTf}	Emise CO ₂ fosilního původu vypočítané pomocí přístupu WtT
S _{d1}	Podíl celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce
S _{d2}	Podíl dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí závislé trakce
S _{i1}	Podíl celkové délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce
S _{i2}	Podíl dodatečné délky přepravy realizované železniční nákladní dopravou pomocí nezávislé trakce
SO ₂	Oxid siřičitý
SO _{2e}	Ekvivalent oxidu siřičitého ekvivalent oxidu uhličitého (vyjadřuje množství emisí různých skleníkových plynů, přepočítaných na ekvivalentní množství oxidu siřičitého (SO ₂) na základě jejich potenciálu globálního oteplování)
T	Celkové emise CO ₂ produkované přepravou
TtW	Přístup ke kalkulaci emisí skleníkových plynů Tank-to-Wheel – spotřeba energie a produkce emisí související s provozem dopravního prostředku, ukazatel nezahrnuje další životní cyklus paliva nebo dopravního prostředku
V	Hmotnost nákladu
V ₁₋₃	Vozidla pro přepravu hotových osobních vozidel (FMPC)
V ₄₋₉	Vozidla pro přepravu materiálu
V _{CB1}	Hmotnost karoserie typu 1
V _{Cm}	Hmotnost nákladu v nákladním kontejneru typu m
V _{FCm}	Hmotnost nákladního kontejneru typu m
V _{max}	Maximální hmotnost nákladu železničních vozů potřebných pro přepravu

V_{PCk}	Hmotnost osobního automobilu typu k
V_{Pl}	Hmotnost palety pro karoserie typu l
W	Hmotnost FMPC / materiálu
W_{max}	Maximální nosnost vozidla
WtT	Přístup ke kalkulaci emisí skleníkových plynů Well-to-Tank – spotřeba energie a produkce emisí související s výrobou energie nebo paliva, ukazatel pokrývající všechny činnosti od těžby surovin přes výrobu energie nebo paliva až po dodávku do příslušného dopravního prostředku prostřednictvím distribuční sítě, ukazatel nezahrnuje provoz dopravního prostředku
WtW	Přístup ke kalkulaci emisí skleníkových plynů Well-to-Wheel (součet Well-to-Tank a Tank-to-Wheel) – komplexní přístup založený na monitorování spotřeby energie a související produkci emisí, který pokrývá celý proces od výroby elektřiny nebo paliva, přes dodávku do příslušného dopravního prostředku prostřednictvím distribuční sítě, až po spotřebu spojenou s provozem dopravního prostředku
Y	Ano

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha A** Přehled odborných článků identifikovaných v rámci zpracování systematické literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky
- Příloha B** Přehled cílů udržitelného rozvoje (SDGs)
- Příloha C** Zjednodušená vizualizace vývoje v oblasti mezinárodních klimatických dohod
- Příloha D** Zjednodušená vizualizace Fit for 55
- Příloha E** Přehled opatření Fit for 55
- Příloha F** Přehled závazků ČR v oblasti ochrany klimatu pro rok 2023
- Příloha G** Otázky použité v rámci polostrukturovaných rozhovorů
- Příloha H** Agregované výsledky polostrukturovaných rozhovorů
- Příloha I** Otázky použité v rámci polostrukturovaných rozhovorů
- Příloha J** Agregované výsledky polostrukturovaných rozhovorů
- Příloha K** Železniční vozy pro přepravu PC
- Příloha L** Železniční vozy pro přepravu CB
- Příloha M** Železniční vozy pro přepravu FC

Příloha A Přehled odborných článků identifikovaných v rámci zpracování systematické literární rešerše v tematické oblasti zelené logistiky

- Abareshi, A. and Molla, A. (2013) '[Greening logistics and its impact on environmental performance: an absorptive capacity perspective]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*, 16, 209-226.
- Adams, F., Gabler, C. and Landers, V. (2021) '[The hierarchical resource nature of green logistics competency]', *JOURNAL OF BUSINESS & INDUSTRIAL MARKETING*, 36, 1474-1485.
- Afum, E., Agyabeng-Mensah, Y., Baah, C., Asamoah, G. and Kusi, L. (2022) '[Eco-market orientation in the logistics industry: a conveyor belt for achieving organizational outcomes via green logistics practices]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT*, 33, 712-734.
- Agyabeng-Mensah, Y., Afum, E., Acquah, I., Dacosta, E., Baah, C. and Ahenkorah, E. (2021) '[The role of green logistics management practices, supply chain traceability and logistics ecocentricity in sustainability performance]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT*, 32, 538-566.
- Agyabeng-Mensah, Y., Afum, E. and Ahenkorah, E. (2020) '[Exploring financial performance and green logistics management practices: Examining the mediating influences of market, environmental and social performances]', *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 258.
- Agyabeng-Mensah, Y. and Tang, L. (2021) '[The relationship among green human capital, green logistics practices, green competitiveness, social performance and financial performance]', *JOURNAL OF MANUFACTURING TECHNOLOGY MANAGEMENT*, 32, 1377-1398.
- Al-Minhas, U., Ndubisi, N. and Barrane, F. (2020) '[Corporate environmental management A review and integration of green human resource management and green logistics]', *MANAGEMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY*, 31, 431-450.
- Aldakhil, A., Nassani, A., Awan, U., Abro, M. and Zaman, K. (2018) '[Determinants of green logistics in BRICS countries: An integrated supply chain model for green business]', *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 195, 861-868.
- Ali, K., Jianguo, D. and Kirikkaleli, D. (2023) '[Driving toward a greener future: green logistics, financial innovation, and environmental sustainability in China-evidence from novel Fourier approaches]', *ENVIRONMENT DEVELOPMENT AND SUSTAINABILITY*.
- Alshubiri, F. (2017) '[The Impact of Green Logistics-Based Activities on the Sustainable Monetary Expansion Indicators of Oman]', *JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT-JIEM*, 10, 388-405.
- Altuntas, C. and Tuna, O. (2013) '[Greening Logistics Centers : The Evolution of Industrial Buying Criteria Towards Green]', *ASIAN JOURNAL OF SHIPPING AND LOGISTICS*, 29, 59-79.
- An, H., Razzaq, A., Nawaz, A., Noman, S. and Khan, S. (2021) '[Nexus between green logistic operations and triple bottom line: evidence from infrastructure-led Chinese outward foreign direct investment in Belt and Road host countries]', *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH*, 28, 51022-51045.
- Andrade, N., Torres, J., Gloria, I. and Neto, P. (2020) '[COMMUNITIES OF PRACTICE AND QFD METHOD FOR GREEN LOGISTICS IN THE COSMETICS INDUSTRY: A SUGGESTED REVIEW]', *INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION*, 11, 380-393.
- Angheluta, A. and Costea, C. (2011) '[SUSTAINABLE GO-GREEN LOGISTICS SOLUTIONS FOR ISTANBUL METROPOLIS]', *TRANSPORT PROBLEMS*, 6, 59-70.
- Antoni, A., Peric, M. and Cistic, D. (2015) '[Green logistics - measures for reducing CO2]', *POMORSTVO-SCIENTIFIC JOURNAL OF MARITIME RESEARCH*, 29, 45-51.
- Arslan, M. and Sar, S. (2018) '[Examination of environmentally friendly "green" logistics behavior of managers in the pharmaceutical sector using the Theory of Planned Behavior]', *RESEARCH IN SOCIAL & ADMINISTRATIVE PHARMACY*, 14, 1007-1014.
- Atmayudha, A., Syauqi, A. and Purwanto, W. (2021) '[Green logistics of crude oil transportation: A multi-objective optimization approach]', *CLEANER LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN*, 1.

- Baah, C., Jin, Z. and Tang, L. (2020) '[Organizational and regulatory stakeholder pressures friends or foes to green logistics practices and financial performance: Investigating corporate reputation as a missing link]', *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 247.
- Bajdor, P. (2012) '[COMPARISON BETWEEN SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPT AND GREEN LOGISTICS - THE LITERATURE REVIEW]', *POLISH JOURNAL OF MANAGEMENT STUDIES*, 5, 236-244.
- Bao, X. and Xing, X. (2019) '[EVALUATION OF GREEN LOGISTICS SYSTEM OF SOLID WASTE AT PORTS BASED ON ANALYTIC HIERARCHY PROCESS]', *ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL*, 18, 2491-2499.
- Barbosa, S., Moori, R. and Madeira, A. (2019) '[Factors that collaborate for the development of green logistics in logistic operators]', *REUNIR-REVISTA DE ADMINISTRACAO CONTABILIDADE E SUSTENTABILIDADE*, 9, 20-29.
- Barut, A., Cital, M., Ahmed, Z., Sinha, A. and Abbas, S. (2023) '[How do economic and financial factors influence green logistics? A comparative analysis of E7 and G7 nations]', *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH*, 30, 1011-1022.
- Beskovnik, B. and Jakomin, L. (2010) '[CHALLENGES OF GREEN LOGISTICS IN SOUTHEAST EUROPE]', *PROMET-TRAFFIC & TRANSPORTATION*, 22, 147-155.
- Beskovnik, B. and Twrdy, E. (2012) '[GREEN LOGISTICS STRATEGY FOR SOUTH EAST EUROPE: TO IMPROVE INTERMODALITY AND ESTABLISH GREEN TRANSPORT CORRIDORS]', *TRANSPORT*, 27, 25-33.
- Bi, K., Yang, M., Zahid, L. and Zhou, X. (2020) '[A New Solution for City Distribution to Achieve Environmental Benefits within the Trend of Green Logistics: A Case Study in China]', *SUSTAINABILITY*, 12.
- Boutkhom, O., Hanine, M., Tikniouine, A. and Agouti, T. (2015) '[Multi-criteria Decisional Approach of the OLAP Analysis by Fuzzy Logic: Green Logistics as a Case Study]', *ARABIAN JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING*, 40, 2345-2359.
- Camacho-Vallejo, J., López-Vera, L., Smith, A. and González-Velarde, J. (2022) '[A tabu search algorithm to solve a green logistics bi-objective bi-level problem]', *ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH*, 316, 927-953.
- Cao, J., Zhang, J., Liu, M., Yin, S. and An, Y. (2022) '[Green Logistics of Vehicle Dispatch under Smart IoT]', *SENSORS AND MATERIALS*, 34, 3317-3338.
- Celik, E., Erdogan, M. and Gumus, A. (2016a) '[An extended fuzzy TOPSIS-GRA method based on different separation measures for green logistics service provider selection]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 13, 1377-1392.
- Celik, E., Gumus, A. and Erdogan, M. (2016b) '[A New Extension of the ELECTRE Method Based Upon Interval Type-2 Fuzzy Sets for Green Logistic Service Providers Evaluation]', *JOURNAL OF TESTING AND EVALUATION*, 44, 1813-1827.
- Che, Y. (2022) '[DISTRIBUTION SITE SELECTION FOR GREEN LOGISTICS UNDER ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY]', *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND ECOLOGY*, 23, 2438-2448.
- Chen, B., Liu, F., Gao, Y. and Ye, C. (2024) '[Spatial and temporal evolution of green logistics efficiency in China and analysis of its motivation]', *ENVIRONMENT DEVELOPMENT AND SUSTAINABILITY*, 26, 2743-2774.
- Chen, S., Lee, Y., Diep, G., Tran, T., Pham, T. and Nguyen, T. (2023) '[Developing green logistic services management to achieve sustainable development in Vietnam: the role of green construction practices, green social awareness and green innovation]', *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH*, 30, 97267-97280.
- Chen, Y. (2023) '[Awareness of green logistics technology, certification, and standards by logistics practitioners at Chinese e-commerce company, Jing Dong]', *ASIAN JOURNAL OF SHIPPING AND LOGISTICS*, 39, 37-46.
- Cheng, Y., Masukujjaman, M., Sobhani, F., Hamayun, M. and Alam, S. (2023) '[Green Logistics, Green Human Capital, and Circular Economy: The Mediating Role of Sustainable Production]', *SUSTAINABILITY*, 15.

- Chhabra, D., Garg, S. and Singh, R. (2017) '[Analyzing alternatives for green logistics in an Indian automotive organization: A case study]', *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 167, 962-969.
- Chhabra, D. and Singh, R. (2022) '[Analyzing barriers to green logistics in context of Circular Economy and Industry 4.0 in the Indian manufacturing industry]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*.
- Chhabra, D., Singh, R. and Kumar, V. (2022) '[Developing IT-enabled performance monitoring system for green logistics: a case study]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTIVITY AND PERFORMANCE MANAGEMENT*, 71, 775-789.
- Choi, Y. and Zhang, N. (2011) '[Does proactive green logistics management improve business performance? A case of Chinese logistics enterprises]', *AFRICAN JOURNAL OF BUSINESS MANAGEMENT*, 5, 7564-7574.
- Cirovic, G., Pamucar, D. and Bozanic, D. (2014) '[Green logistic vehicle routing problem: Routing light delivery vehicles in urban areas using a neuro-fuzzy model]', *EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS*, 41, 4245-4258.
- Ciziuniene, K., Matijosius, J., Sokolovskij, E. and Baleviciute, J. (2024) '[Assessment of Implementing Green Logistics Principles in Railway Transport: The Case of Lithuania]', *SUSTAINABILITY*, 16.
- Cojocariu, C. (2012a) '[A SUSTAINABLE FOOD SUPPLY CHAIN: GREEN LOGISTICS]', *METALURGIA INTERNATIONAL*, 17, 205-207.
- Cojocariu, C. (2012b) '[COSTS, TIME, RELIABILITY, WAREHOUSING AND INFORMATION TECHNOLOGY - SOURCE OF CONTRADICTING REQUIREMENTS IN GREEN LOGISTICS]', *METALURGIA INTERNATIONAL*, 17, 215-219.
- Cui, Y. (2024) '[An empirical study of the digital economy effect on green logistics: evidence from China]', *APPLIED ECONOMICS LETTERS*.
- De, M., Das, B. and Maiti, M. (2018) '[Green logistics under imperfect production system: A Rough age based Multi-Objective Genetic Algorithm approach]', *COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING*, 119, 100-113.
- de Souza, E., Kerber, J., Bouzon, M. and Rodriguez, C. (2022) '[Performance evaluation of green logistics: Paving the way towards circular economy]', *CLEANER LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN*, 3.
- Dekker, R., Bloemhof, J. and Mallidis, I. (2012) '[Operations Research for green logistics - An overview of aspects, issues, contributions and challenges]', *EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH*, 219, 671-679.
- Du, G. and Li, W. (2022) '[Does innovative city building promote green logistics efficiency? Evidence from a quasi-natural experiment with 285 cities]', *ENERGY ECONOMICS*, 114.
- Eng-Larsson, F. and Kohn, C. (2012) '[Modal shift for greener logistics - the shipper's perspective]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT*, 42, 36-59.
- Eng-Larsson, F. and Norrman, A. (2014) '[Modal shift for greener logistics - exploring the role of the contract]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT*, 44, 721-743.
- Engelage, E., Borgert, A. and de Souza, M. (2016) '[GREEN LOGISTIC PRACTICES: A THEORETICAL APPROACH OF THE THEME]', *REVISTA DE GESTAO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE-GEAS*, 5, 36-54.
- Engelage, E., Borgert, A., Gasparetto, V., Lunkes, R. and Schnorrenberger, D. (2017) '[Cost management in green logistics: analysis in an agro-industry]', *CUSTOS E AGRONEGOCIO ON LINE*, 13, 174-205.
- Eslamipoor, R. (2023) '[A two-stage stochastic planning model for locating product collection centers in green logistics networks]', *CLEANER LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN*, 6.
- Fan, M., Wu, Z., Qalati, S., He, D. and Hussain, R. (2022) '[Impact of Green Logistics Performance on China's Export Trade to Regional Comprehensive Economic Partnership Countries]', *FRONTIERS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE*, 10.
- Fu, L., Xu, Y. and Zhang, A. (2024) '[Green Logistics Tram Charging and Path Optimization Considering Urban Impedance]', *IEEE ACCESS*, 12, 43758-43771.

- Gallegos, G., Valenzo-Jiménez, M. and Lara, B. (2019) '[Comparative bibliometric study between reverse logistics and green logistics]', *CIMEXUS*, 14, 153-169.
- Gan, W., Yao, W. and Huang, S. (2022) '[Evaluation of Green Logistics Efficiency in Jiangxi Province Based on Three-Stage DEA from the Perspective of High-Quality Development]', *SUSTAINABILITY*, 14.
- García, B. and Salazar-Velázquez, R. (2023) '[TRANSPORTATION IN GREEN LOGISTICS: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS]', *INQUIETUD EMPRESARIAL*, 23.
- Gerasymchuk, Z. and Averkyna, M. (2012) '[INSTITUTIONAL SUPPORT FOR URBAN GREEN LOGISTICS]', *ACTUAL PROBLEMS OF ECONOMICS*, 161-168.
- Guan, T. (2022) '[Green Logistics Partner Selection Based on Pythagorean Hesitant Fuzzy Set and Multiobjective Optimization]', *MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING*, 2022.
- Ha, L. (2024) '[An exploration of linkage between green logistics and natural rents: Evidence from the global database]', *RESOURCES POLICY*, 92.
- Ha, L. (2024) '[Is it a good idea to select green logistics to enhance environmental sustainability? Insights from global sample]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*.
- Harris, I., Mumford, C. and Naim, M. (2014) '[A hybrid multi-objective approach to capacitated facility location with flexible store allocation for green logistics modeling]', *TRANSPORTATION RESEARCH PART E-LOGISTICS AND TRANSPORTATION REVIEW*, 66, 1-22.
- Helo, P. and Ala-Harja, H. (2018) '[Green logistics in food distribution - a case study]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*, 21, 464-479.
- Hernández-Mejía, C., Torres-Muñoz, D., Inzunza-González, E., Sánchez-López, C. and García-Guerrero, E. (2022) '[A Novel Green Logistics Technique for Planning Merchandise Deliveries: A Case Study]', *LOGISTICS-BASEL*, 6.
- Huang, M., Zhao, Y., Wang, Y. and Guo, Q. (2024) '[Application of a green logistics strategy to fulfil online retailing: split-order consolidated delivery in large-scale online supermarkets]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*, 27, 746-759.
- Huang, Y., Ding, Z. and Lee, W. (2023) '[Charging Cost-Aware Fleet Management for Shared On-Demand Green Logistic System]', *IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL*, 10, 7505-7516.
- Jana, R., Sharma, D. and Mitra, S. (2022) '[Routing and collection load decisions in a green logistics system for delivering lunch boxes]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF QUALITY & RELIABILITY MANAGEMENT*, 39, 762-776.
- Jarasuniene, A. and Bazaras, D. (2023) '[THE IMPLEMENTATION OF GREEN LOGISTICS IN ROAD TRANSPORTATION]', *BALTIC JOURNAL OF ROAD AND BRIDGE ENGINEERING*, 18, 185-207.
- Jayarathna, C., Agdas, D. and Dawes, L. (2023) '[Perceived relationship between green logistics practices and sustainability performance: a multi-methodology approach]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT*.
- Jazairy, A. (2020) '[Aligning the purchase of green logistics practices between shippers and logistics service providers]', *TRANSPORTATION RESEARCH PART D-TRANSPORT AND ENVIRONMENT*, 82.
- Jazairy, A. and von Haartman, R. (2021) '[Measuring the gaps between shippers and logistics service providers on green logistics throughout the logistics purchasing process]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT*, 51, 25-47.
- Jazairy, A., von Haartman, R. and Björklund, M. (2021) '[Unravelling collaboration mechanisms for green logistics: the perspectives of shippers and logistics service providers]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT*, 51, 423-448.
- Jefimovaite, L. and Vienazindiene, M. (2022) '[FACTORS INFLUENCING THE APPLICATION OF GREEN LOGISTICS: FINDINGS FROM THE LITHUANIAN LOGISTICS CENTER]', *POLISH JOURNAL OF MANAGEMENT STUDIES*, 25, 193-212.
- Jiang, J., Zhang, D., Li, S. and Liu, Y. (2019) '[Multimodal Green Logistics Network Design of Urban Agglomeration with Stochastic Demand]', *JOURNAL OF ADVANCED TRANSPORTATION*, 2019.
- Jianguo, D., Cheng, J. and Ali, K. (2023) '[Modelling the green logistics and financial innovation on carbon neutrality goal, a fresh insight for BRICS-T]', *GEOLOGICAL JOURNAL*, 58, 2742-2756.

- Jou, Y., Lo, C., Mariñas, K., Saflor, C., Gutierrez, C., Sanchez, C., Songco, D., Redston, J., Devara, M. and Bucal, M. (2024) '[Assessing the E-Commerce Sustainability Readiness: A Green Logistics Study on Online Sellers]', *SUSTAINABILITY*, 16.
- Ju, C., Liu, H., Xu, A. and Zhang, J. (2023) '[Green logistics of fossil fuels and E-commerce: Implications for sustainable economic development]', *RESOURCES POLICY*, 85.
- Kamber, E. and Baskak, M. (2024) '[Green logistics park location selection with circular intuitionistic fuzzy CODAS method: The case of Istanbul]', *JOURNAL OF INTELLIGENT & FUZZY SYSTEMS*, 46, 4173-4189.
- Karaman, A., Kilic, M. and Uyar, A. (2020) '[Green logistics performance and sustainability reporting practices of the logistics sector: The moderating effect of corporate governance]', *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 258.
- Kawa, A. and Pieranski, B. (2021) '[GREEN LOGISTICS IN E-COMMERCE]', *LOGFORUM*, 17, 183-192.
- Kengpol, A. and Tuammee, S. (2016) '[The development of a decision support framework for a quantitative risk assessment in multimodal green logistics: an empirical study]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH*, 54, 1020-1038.
- Klumpp, M. (2016) '[To Green or Not to Green: A Political, Economic and Social Analysis for the Past Failure of Green Logistics]', *SUSTAINABILITY*, 8.
- Kwak, S., Cho, W., Seok, G. and Yoo, S. (2020) '[Intention to Use Sustainable Green Logistics Platforms]', *SUSTAINABILITY*, 12.
- Küçük, M., Weber, M., Bühs, C. and Muschkiet, M. (2021) '[A comparative analysis of green logistic activities in German and Turkish textile enterprises]', *INDUSTRIA TEXTILA*, 72, 11-18.
- Lai, K. and Wong, C. (2012) '[Green logistics management and performance: Some empirical evidence from Chinese manufacturing exporters]', *OMEGA-INTERNATIONAL JOURNAL OF MANAGEMENT SCIENCE*, 40, 267-282.
- Lai, K., Wong, C. and Cheng, T. (2012) '[Ecological modernisation of Chinese export manufacturing via green logistics management and its regional implications]', *TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE*, 79, 766-770.
- Larina, I., Larin, A., Kiriliuk, O. and Ingaldi, M. (2021) '[Green logistics - modern transportation process technology]', *PRODUCTION ENGINEERING ARCHIVES*, 27, 184-190.
- Lau, K. (2011) '[Benchmarking green logistics performance with a composite index]', *BENCHMARKING-AN INTERNATIONAL JOURNAL*, 18, 873-+.
- Li, X., Sohail, S., Majeed, M. and Ahmad, W. (2021) '[Green logistics, economic growth, and environmental quality: evidence from one belt and road initiative economies]', *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH*, 28, 30664-30674.
- Li, Y., Lin, Y., Lim, M., Xiong, W., Huang, X., Shi, Y. and Su, J. (2023) '[An intelligent distribution system for green logistics operations in the blockchain environment]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*.
- Liao, H., Wu, D., Huang, Y., Ren, P., Xu, Z. and Verma, M. (2018) '[Green Logistic Provider Selection with a Hesitant Fuzzy Linguistic Thermodynamic Method Integrating Cumulative Prospect Theory and PROMETHEE]', *SUSTAINABILITY*, 10.
- Liu, C., Hong, T. and Guo, M. (2023) '[Optimization Method of Green Logistics Route Based on Computer Intelligent Technology]', *WIRELESS PERSONAL COMMUNICATIONS*.
- Liu, C. and Ma, T. (2022) '[Green logistics management and supply chain system construction based on internet of things technology]', *SUSTAINABLE COMPUTING-INFORMATICS & SYSTEMS*, 35.
- Liu, M., Liu, Z., Zheng, F. and Chu, C. (2024) '[Mathematical Models and Optimal Algorithms for Lot Scheduling Considering Job Splitting and Due Dates in Green Logistics]', *ASIA-PACIFIC JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH*.
- Liu, M., Tang, H., Wang, Y., Li, R., Liu, Y., Liu, X., Wang, Y., Wu, Y., Wu, Y. and Sun, Z. (2023) '[Enhancing Food Supply Chain in Green Logistics with Multi-Level Processing Strategy under Disruptions]', *SUSTAINABILITY*, 15.

- Liu, P. and Li, Y. (2021) '[An improved failure mode and effect analysis method for multi-criteria group decision-making in green logistics risk assessment]', *RELIABILITY ENGINEERING & SYSTEM SAFETY*, 215.
- Long, J., Zhong, C., Ahmad, B., Irfan, M. and Nazir, R. (2022) '[How do green financing and green logistics affect the circular economy in the pandemic situation: key mediating role of sustainable production]', *ECONOMIC RESEARCH-EKONOMSKA ISTRAZIVANJA*, 35, 3836-3856.
- Luu, T., Chromjaková, F. and Nguyen, H. (2023) '[A model of industry 4.0 and a circular economy for green logistics and a sustainable supply chain]', *BUSINESS STRATEGY AND DEVELOPMENT*, 6, 897-920.
- Ma, R. and Kim, Y. (2023) '[Tracing the evolution of green logistics: A latent dirichlet allocation based topic modeling technology and roadmapping]', *PLOS ONE*, 18.
- Ma, T., Tian, X., Liu, Y., Jin, Y. and Wang, S. (2024) '[Mixed-Integer Optimization for Ship Retrofitting in Green Logistics]', *MATHEMATICS*, 12.
- Maji, I., Saudi, N. and Yusuf, M. (2023) '[An assessment of green logistics and environmental sustainability: Evidence from Bauchi]', *CLEANER LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN*, 6.
- Malá, D., Sedliaciková, M., Dusak, M., Kascáková, A., Musová, Z. and Klementová, J. (2017a) '[Green Logistics in the Context of Sustainable Development in Small and Medium Enterprises]', *DRVNA INDUSTRIJA*, 68, 69-79.
- Malá, D., Sedliaciková, M., Kascáková, A., Benciková, D., Vavrová, K. and Bikár, M. (2017b) '[Green Logistics in Slovak Small and Medium Wood-Processing Enterprises]', *BIORESOURCES*, 12, 5155-5173.
- Maquera, G. (2012) '[Inverse and Green Logistic: Corporative and Social Environmental University Responsibility, and Productivity]', *APUNTES UNIVERSITARIOS*, 2, 31-54.
- Marcelline, T., Chengang, Y., Avotra, A., Hussain, Z., Zonia, J. and Nawaz, A. (2022) '[Impact of Green Construction Procurement on Achieving Sustainable Economic Growth Influencing Green Logistic Services Management and Innovation Practices]', *FRONTIERS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE*, 9.
- Marhita, N. and Bilonizhka, U. (2014) '[Modern trends in the implementation of "green" logistics]', *MARKETING AND MANAGEMENT OF INNOVATIONS*, 279-286.
- Marinagi, C., Trivellas, P., Kofakis, P., Tsoulfas, G. and Rekleitis, P. (2019) '[E-TRAINING ON GREEN LOGISTICS IN THE AGRI-FOOD SECTOR]', *SCIENTIFIC PAPERS-SERIES MANAGEMENT ECONOMIC ENGINEERING IN AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT*, 19, 249-256.
- Martinsen, U. and Björklund, M. (2012) '[Matches and gaps in the green logistics market]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT*, 42, 562-583.
- McKinnon, A. (2010) '[GREEN LOGISTICS: THE CARBON AGENDA]', *LOGFORUM*, 6.
- Mejjaouli, S. (2022) '[Internet of Things based Decision Support System for Green Logistics]', *SUSTAINABILITY*, 14.
- Mihi-Ramirez, A. and Girdauskiene, L. (2013) '[The Relationship between Knowledge and Green Logistics: a Theoretical Approach]', *INZINERINE EKONOMIKA-ENGINEERING ECONOMICS*, 24, 267-274.
- Mohsin, A., Tushar, H., Hossain, S., Chisty, K., Iqbal, M., Kamruzzaman, M. and Rahman, S. (2022) '[Green logistics and environment, economic growth in the context of the Belt and Road Initiative]', *HELIYON*, 8.
- Muafi and Sugarindra, M. (2023) '[Green Logistic and Absorptive Capacity on Business Sustainability: The Mediating Role of Circular Economy Implementation]', *JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT-JIEM*, 16, 275-293.
- Murphy, P. and Poist, R. (2000) '[Green logistics strategies: An analysis of usage patterns]', *TRANSPORTATION JOURNAL*, 40, 5-16.
- Nalbur, B. and Yavas, O. (2024) '[System dynamics model and discrete-event simulation of green logistics cases for the electric bus industries]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF GLOBAL WARMING*, 32.
- Navavongsathian, A., Vuthipadadorn, D., Farangthong, S., Janthongpan, S. and Juntasart, R. (2020) '[Study of Green Logistics Managing Potential and the Preparedness of Auto Parts Industries in Thailand]', *TEM JOURNAL-TECHNOLOGY EDUCATION MANAGEMENT INFORMATICS*, 9, 1524-1534.

- Ni, S., Lin, Y., Li, Y., Shao, H. and Wang, S. (2019) '[An evaluation method for green logistics system design of agricultural products: A case study in Shandong province, China]', *ADVANCES IN MECHANICAL ENGINEERING*, 11.
- Nikitakos, N. (2012) '["Green Logistics - The concept of Zero Emissions Port"]', *FME TRANSACTIONS*, 40, 201-206.
- Nikseresht, A., Golmohammadi, D. and Zandieh, M. (2024) '[Sustainable green logistics and remanufacturing: a bibliometric analysis and future research directions]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT*, 35, 755-803.
- Niwa, K. (2009) '[Fujitsu Activities for Green Logistics]', *FUJITSU SCIENTIFIC & TECHNICAL JOURNAL*, 45, 28-32.
- Niwa, K. (2014) '[Fujitsu Group's Green Logistics Activities]', *FUJITSU SCIENTIFIC & TECHNICAL JOURNAL*, 50, 99-103.
- Niwa, K. (2017) '[Fujitsu Group's Green Logistics]', *FUJITSU SCIENTIFIC & TECHNICAL JOURNAL*, 53, 62-66.
- Oevermann, R. (2009) '[Transport logistics Ice cold on the rail Transport concept for "green logistics" in fresh meat field]', *FLEISCHWIRTSCHAFT*, 89, 46-47.
- Oliveri, L., D'Urso, D., Trapani, N. and Chiacchio, F. (2023) '[Electrifying Green Logistics: A Comparative Life Cycle Assessment of Electric and Internal Combustion Engine Vehicles]', *ENERGIES*, 16.
- Osman, M., Hüge-Brodin, M., Ammenberg, J. and Karlsson, J. (2023) '[Exploring green logistics practices in freight transport and logistics: a study of biomethane use in Sweden]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*, 26, 548-567.
- Ostapenko, O., Savina, N., Mamatova, L., Zienina-Bilichenko, A. and Seleznova, O. (2020) '[PERSPECTIVES OF APPLICATION OF INNOVATIVE RESOURCE- SAVING TECHNOLOGIES IN THE CONCEPTS OF GREEN LOGISTICS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT]', *TURISMO-ESTUDOS E PRATICAS*.
- Ouni, M. and Ben Abdallah, K. (2024) '[Environmental sustainability and green logistics: Evidence from BRICS and Gulf countries by cross-sectionally augmented autoregressive distributed lag (CS-ARDL) approach]', *SUSTAINABLE DEVELOPMENT*.
- Palacios, S. (2019) '[GREEN LOGISTICS: THE PATH TOWARDS CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY ENVIRONMENTAL]', *REVISTA CICAG*, 17, 4-21.
- Paskannaya, T. and Shaban, G. (2019) '[INNOVATIONS IN GREEN LOGISTICS IN SMART CITIES: USA AND EU EXPERIENCE]', *MARKETING AND MANAGEMENT OF INNOVATIONS*, 173-181.
- Pazirandeh, A. and Jafari, H. (2013) '[Making sense of green logistics]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTIVITY AND PERFORMANCE MANAGEMENT*, 62, 889-904.
- Perkumiene, D., Pranskuniene, R., Vienazindiene, M. and Grigiene, J. (2020) '[The Right to A Clean Environment: Considering Green Logistics and Sustainable Tourism]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH*, 17.
- Pham, N., Dinh, G., Pham, H., Kozak, J. and Nguyen, H. (2023) '[Role of Green Logistics in the Construction of Sustainable Supply Chains]', *POLISH MARITIME RESEARCH*, 30, 191-211.
- Pishvae, M., Torabi, S. and Razmi, J. (2012) '[Credibility-based fuzzy mathematical programming model for green logistics design under uncertainty]', *COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING*, 62, 624-632.
- Pisinger, D., Jensen, R., Rasmussen, N. and Sigurd, M. (2009) '[ENERPLAN - Green Logistic Solutions]', *ERCIM NEWS*, 40-41.
- Polinori, P., Maruccci, E., Gatta, V., Bigerna, S., Bollino, C. and Micheli, S. (2018) '[ECO-LABELING AND SUSTAINABLE URBAN FREIGHT TRANSPORT: HOW MUCH ARE PEOPLE WILLING TO PAY FOR GREEN LOGISTICS?]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF TRANSPORT ECONOMICS*, 45, 631-658.
- Prataviera, L., Creazza, A. and Perotti, S. (2024) '[A call to action: a stakeholder analysis of green logistics practices]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT*, 35, 979-1008.
- Qin, W. and Qi, X. (2022) '[Evaluation of Green Logistics Efficiency in Northwest China]', *SUSTAINABILITY*, 14.

- Rakhmangulov, A., Sladkowski, A., Osintsev, N. and Muravev, D. (2017) '[Green Logistics: Element of the Sustainable Development Concept. Part 1]', *NASE MORE*, 64, 120-126.
- Rakhmangulov, A., Sladkowski, A., Osintsev, N. and Muravev, D. (2018) '[Green Logistics: A System of Methods and Instruments - Part 2]', *NASE MORE*, 65, 49-55.
- Roy, S. and Mohanty, R. (2024) '[Green logistics operations and its impact on supply chain sustainability: An empirical study]', *BUSINESS STRATEGY AND THE ENVIRONMENT*, 33, 1447-1476.
- Sajid, M., Gonzalez, E., Zhan, J., Song, X., Sun, Y. and Xie, J. (2021) '[A methodologically sound survey of Chinese consumers' willingness to participate in courier, express, and parcel companies' green logistics]', *PLOS ONE*, 16.
- Santos, J., Bortolon, K., Chirolì, D. and Oiko, O. (2015) '[Green Logistics: conceptualization and directions for practice]', *REVISTA ELETRONICA EM GESTAO EDUCACAO E TECNOLOGIA AMBIENTAL*, 19, 314-331.
- Sbihi, A. and Eglese, R. (2007) '[Combinatorial optimization and green logistics]', *4OR-A QUARTERLY JOURNAL OF OPERATIONS RESEARCH*, 5, 99-116.
- Sbihi, A. and Eglese, R. (2010) '[Combinatorial optimization and Green Logistics]', *ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH*, 175, 159-175.
- Setyadi, A., Akbar, Y., Ariana, S. and Pawirosumarto, S. (2023) '[Examining the Effect of Green Logistics and Green Human Resource Management on Sustainable Development Organizations: The Mediating Role of Sustainable Production]', *SUSTAINABILITY*, 15.
- Shan, L. (2012) '[Research on Green Logistics Service Providers Selection Based on Intuitionistic Language Fuzzy Entropy]', *JOURNAL OF COMPUTERS*, 7, 540-546.
- Sharma, M., Luthra, S., Joshi, S., Kumar, A. and Jain, A. (2023) '[Green logistics driven circular practices adoption in industry 4.0 Era: A moderating effect of institution pressure and supply chain flexibility]', *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 383.
- Shoib, M., Zhang, S. and Ali, H. (2023) '[Assessment of sustainable green logistics enablers: a robust framework using fuzzy DEMATEL and ISM approach]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 20, 11407-11426.
- Sikder, M., Wang, C., Rahman, M., Yeboah, F., Alola, A. and Wood, J. (2024) '[Green logistics and circular economy in alleviating CO₂ emissions: Does waste generation and GDP growth matter in EU countries?]', *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 449.
- Song, Z., He, S., Wang, Y. and An, J. (2022) '[Green pharmaceutical supply chain coordination considering green investment, green logistics, and government intervention]', *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH*, 29, 63321-63343.
- Song, Z. and Wang, X. (2020) '[CONTRACT COORDINATION FOR GREEN LOGISTICS CAPABILITIES INVOLVING THE LOGISTICS SERVICE DEMAND SIDE]', *ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL*, 19, 1519-1533.
- Starostka-Patyk, M., Bajdor, P. and Bialas, J. (2024) '[Green logistics performance Index as a benchmarking tool for EU countries environmental sustainability]', *ECOLOGICAL INDICATORS*, 158.
- Sujanto, R., Kao, S. and Yang, M. (2024) '[Multicriteria Assessment of Green Logistics in Taiwan's Maritime Freight Transport: Green Packaging and Green Transportation as Driving Aspects]', *TRANSNAV-INTERNATIONAL JOURNAL ON MARINE NAVIGATION AND SAFETY OF SEA TRANSPORTATION*, 18, 35-44.
- Sun, H. and Li, J. (2021) '[Behavioural choice of governments, enterprises and consumers on recyclable green logistics packaging]', *SUSTAINABLE PRODUCTION AND CONSUMPTION*, 28, 459-471.
- Sun, Y., Lu, Y. and Zhang, C. (2019) '[Fuzzy Linear Programming Models for a Green Logistics Center Location and Allocation Problem under Mixed Uncertainties Based on Different Carbon Dioxide Emission Reduction Methods]', *SUSTAINABILITY*, 11.
- Tan, B., Wang, F., Liu, J., Kang, K. and Costa, F. (2020) '[A Blockchain-Based Framework for Green Logistics in Supply Chains]', *SUSTAINABILITY*, 12.

- Tapia, E. (2024) '[CONTRIBUTIONS OF GREEN LOGISTICS IN EMERGING MANAGEMENT]', *REVISTA CICAG*, 20, 42-63.
- Teixeira, C., Assumpção, A., Correa, A., Savi, A. and Prates, G. (2018) '[THE CONTRIBUTION OF GREEN LOGISTICS AND SUSTAINABLE PURCHASING FOR GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT]', *INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION*, 9, 1002-1026.
- Temizceri, T. and Kara, S. (2023) '[LAST DECADE OF GREEN LOGISTICS WITH MULTIPLE MODES OF TRANSPORTATION: A LITERATURE REVIEW]', *LOGFORUM*, 19, 703-721.
- Tian, G., Lu, W., Zhang, X., Zhan, M., Dulebenets, M., Aleksandrov, A., Fathollahi-Fard, A. and Ivanov, M. (2023) '[A survey of multi-criteria decision-making techniques for green logistics and low-carbon transportation systems]', *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH*, 30, 57279-57301.
- Trivellas, P., Malindretos, G. and Reklitis, P. (2020) '[Implications of Green Logistics Management on Sustainable Business and Supply Chain Performance: Evidence from a Survey in the Greek Agri-Food Sector]', *SUSTAINABILITY*, 12.
- Tsai, S. and Wang, K. (2019) '[USING A NOVEL METHOD TO EVALUATE THE PERFORMANCE OF HUMAN RESOURCES IN GREEN LOGISTICS ENTERPRISES]', *ECOLOGICAL CHEMISTRY AND ENGINEERING S-CHEMIA I INZYNIERIA EKOLOGICZNA S*, 26, 629-640.
- Tuljak-Suban, D. and Suban, V. (2021) '[RATES THE SHIPS MUST PAY TO DELIVER THE OIL SLUDGE AS AN INCENTIVE TO IMPROVE PORT WASTE GREEN LOGISTICS]', *PROMET-TRAFFIC & TRANSPORTATION*, 33, 789-797.
- Ubeda, S., Arcelus, F. and Faulin, J. (2011) '[Green logistics at Eroski: A case study]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS*, 131, 44-51.
- Van Vo, H. and Nguyen, N. (2023) '[Greening the Vietnamese supply chain: The influence of green logistics knowledge and intellectual capital]', *HELIYON*, 9.
- Vazifehdan, M. and Darestani, S. (2019) '[Green Logistics Outsourcing Employing Multi Criteria Decision Making and Quality Function Deployment in the Petrochemical Industry]', *ASIAN JOURNAL OF SHIPPING AND LOGISTICS*, 35, 243-254.
- Vienazindiene, M., Tamuliene, V. and Zaleckiene, J. (2021) '[Green Logistics Practices Seeking Development of Sustainability: Evidence from Lithuanian Transportation and Logistics Companies]', *ENERGIES*, 14.
- Vithayaporn, S., Nitivattananon, V., Sasaki, N. and San Santoso, D. (2023) '[Assessment of the Factors Influencing the Performance of the Adoption of Green Logistics in Urban Tourism in Thailand's Eastern Economic Corridor]', *SOCIAL SCIENCES-BASEL*, 12.
- Wang, C., Ho, H., Luo, S. and Lin, T. (2017) '[An Integrated Approach to Evaluating and Selecting Green Logistics Providers for Sustainable Development]', *SUSTAINABILITY*, 9.
- Wang, D., Dong, Q., Peng, Z., Khan, S. and Tarasov, A. (2018) '[The Green Logistics Impact on International Trade: Evidence from Developed and Developing Countries]', *SUSTAINABILITY*, 10.
- Wang, H., Liu, Z., Lu, L. and Cui, H. (2024) '[Evaluation of vegetable green logistics in Lanling County of China based on DEMATEL-ANP-FCE model]', *FRONTIERS IN SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS*, 8.
- Wang, S. and Hu, Z. (2021) '[Green Logistics Service Supply Chain Games Considering Risk Preference in Fuzzy Environments]', *SUSTAINABILITY*, 13.
- Wang, S., Wang, G., Zhao, S., Li, W. and Liu, L. (2023) '[Pricing and green decision-making in a three-echelon supply chain considering fairness concern with the participation of green logistics]', *EVOLUTIONARY INTELLIGENCE*, 16, 1285-1307.
- Wang, X. (2019) '[Study on relationship between green logistics activity and logistics performance]', *CLUSTER COMPUTING-THE JOURNAL OF NETWORKS SOFTWARE TOOLS AND APPLICATIONS*, 22, S6579-S6588.
- Wang, X. and Lu, Z. (2022) '[Analysis of Heat and Moisture Transfer and Thermal Comfort in Green Logistics Storage Space]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND TECHNOLOGY*, 40, 1241-1248.
- Wang, Y., Peng, S., Zhou, X., Mahmoudi, M. and Zhen, L. (2020) '[Green logistics location-routing problem with eco-packages]', *TRANSPORTATION RESEARCH PART E-LOGISTICS AND TRANSPORTATION REVIEW*, 143.

- Wang, Z., Tsai, Z., Fu, J., Zhao, L. and Yang, L. (2017) '[Internalization of negative external cost of green logistics and incentive mechanism]', *ADVANCES IN MECHANICAL ENGINEERING*, 9.
- Wu, Y., Wang, S., Zhen, L. and Laporte, G. (2023) '[Integrating operations research into green logistics: A review]', *FRONTIERS OF ENGINEERING MANAGEMENT*, 10, 517-533.
- Xie, D., Qiu, Y. and Huang, J. (2024) '[Multi-objective optimization for green logistics planning and operations management: From economic to environmental perspective]', *COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING*, 189.
- Xiu, G. and Chen, X. (2012) '[Research on Green Logistics Development at Home and Abroad]', *JOURNAL OF COMPUTERS*, 7, 2765-2772.
- Xu, C. and Li, L. (2024) '[The dynamic relationship among green logistics, technological innovation and green economy: Evidence from China]', *HELIYON*, 10.
- Xu, Y., Jia, H., Zhang, Y. and Tian, G. (2018) '[Analysis on the location of green logistics park based on heuristic algorithm]', *ADVANCES IN MECHANICAL ENGINEERING*, 10.
- Yang, B. and Wang, Z. (2024) '[Environmental regulation, green technology innovation and green logistics development level of fresh agricultural products]', *INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS-RESEARCH AND APPLICATIONS*.
- Yang, J., Choi, M. and Yu, W. (2015) '[Attribute selection with application to recommender systems for green logistics-Commerce]', *ASIA LIFE SCIENCES*, 511-524.
- Yang, Y., Zhang, M., Lin, Z., Ki-Hyung, B., Avotra, A. and Nawaz, A. (2022) '[Green logistics performance and infrastructure on service trade and environment-Measuring firm's performance and service quality]', *JOURNAL OF KING SAUD UNIVERSITY SCIENCE*, 34.
- Ye, C., Feng, H. and Cao, W. (2024) '[Does the Belt and Road Initiative reduce the green logistics efficiency of partner countries?]', *ECOLOGICAL INDICATORS*, 163.
- Youngswaing, W., Jomnonkwao, S., Cheunkamon, E. and Ratanavaraha, V. (2024) '[Key Factors Shaping Green Logistics in Thailand's Auto Industry: An Application of Structural Equation Modeling]', *LOGISTICS-BASEL*, 8.
- Zaman, K. and Shamsuddin, S. (2017) '[Green logistics and national scale economic indicators: Evidence from a panel of selected European countries]', *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 143, 51-63.
- Zeng, M., Feng, H. and Tian, G. (2019) '[The Construction and Evaluation of Green Logistics Ecosystem of E-commerce in China]', *EKOLOJI*, 28, 3979-3990.
- Zhang, G., Li, G. and Peng, J. (2020) '[Risk Assessment and Monitoring of Green Logistics for Fresh Produce Based on a Support Vector Machine]', *SUSTAINABILITY*, 12.
- Zhang, G., Wang, X., Wang, Y. and Xu, J. (2024) '[A tripartite evolutionary game for the regional green logistics: the roles of government subsidy and platform's cost-sharing]', *KYBERNETES*, 53, 216-237.
- Zhang, L., Chang, H., Dai, Y. and Umut, A. (2022) '[Green Logistics and Health in OBRI Economies: Does Social Marketing Matter?]', *FRONTIERS IN PUBLIC HEALTH*, 10.
- Zhang, M., Sun, M., Bi, D. and Liu, T. (2020) '[Green Logistics Development Decision-Making: Factor Identification and Hierarchical Framework Construction]', *IEEE ACCESS*, 8, 127897-127912.
- Zhang, S., Lee, C., Chan, H., Choy, K. and Wu, Z. (2015) '[Swarm intelligence applied in green logistics: A literature review]', *ENGINEERING APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE*, 37, 154-169.
- Zhang, W., Zhang, M., Zhang, W., Zhou, Q. and Zhang, X. (2020) '[What influences the effectiveness of green logistics policies? A grounded theory analysis]', *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*, 714.
- Zhou, B., Siddik, A., Zheng, G. and Masukujjaman, M. (2023) '[Unveiling the Role of Green Logistics Management in Improving SMEs' Sustainability Performance: Do Circular Economy Practices and Supply Chain Traceability Matter?]', *SYSTEMS*, 11.
- Zhou, L., Wu, J., Mu, D., Wu, Y. and Gu, Z. (2016) '[CONSTRUCTION INNOVATION OF URBAN GREEN LOGISTICS CENTERS FOR AGRICULTURAL PRODUCTS.]', *OPEN HOUSE INTERNATIONAL*, 41, 26-31.

Zhu, A. and Wen, Y. (2021) '[Green Logistics Location-Routing Optimization Solution Based on Improved GA Algorithm considering Low-Carbon and Environmental Protection]', JOURNAL OF MATHEMATICS, 2021.

Zhu, S., Gao, J., He, X., Zhang, S., Jin, Y. and Tan, Z. (2021) '[Green logistics oriented tug scheduling for inland waterway logistics]', ADVANCED ENGINEERING INFORMATICS, 49.

Zhu, X., Jianguo, D., Ali, K. and Kirikkaleli, D. (2023) '[Do green logistics and green finance matter for achieving the carbon neutrality goal?]', ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH, 30, 115571-115584.

Zhu, Y. and Suo, J. (2020) '[The Situation of Offshore Oil Logistics Industry and Transportation Scheme Design of New Concept of Green Logistics]', JOURNAL OF COASTAL RESEARCH, 447-450.

Zowada, K. (2020) '[Green Logistics: The Way to Environmental Sustainability of Logistics. Empirical Evidence from Polish SMEs]', EUROPEAN JOURNAL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 9, 231-240.

Zdroj: Web of Science (2024)

Příloha B Přehled cílů udržitelného rozvoje (SDGs)



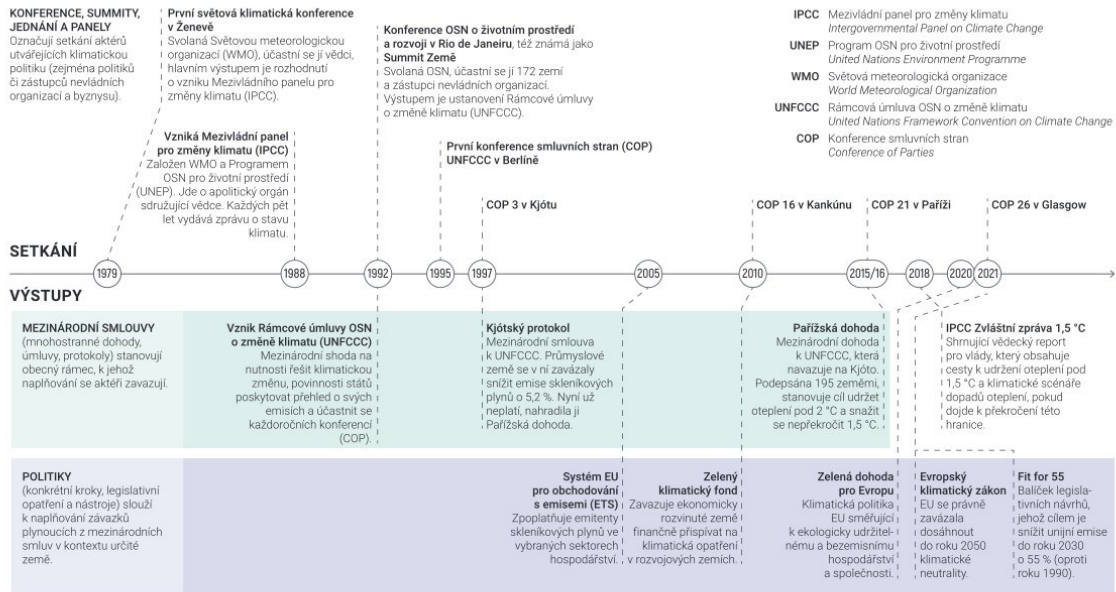
Zdroj: United Nations (2024)

Příloha C Zjednodušená vizualizace vývoje v oblasti mezinárodních klimatických dohod

MEZINÁRODNÍ KLIMATICKÉ DOHODY



Časová osa zachycuje klíčové události světového úsilí v ochraně klimatu – přehled hlavních mezinárodních klimatických setkání, jejich aktérů a výstupů.



VERZE 2023-06-20 LICENCE CC BY 4.0
více info na faktaoklimatu.cz/svetove-dohody

zdroj dat: OSN, IPCC, COP, Evropská komise

Zdroj: Fakta o klimatu (2024a)

Příloha D Zjednodušená vizualizace Fit for 55

CO JE FIT FOR 55



Soubor opatření pro přípravu dosažení 55% snížení emisí a současně **zajištění spravedlivé transformace** v celém hospodářství, společnosti i průmyslu.

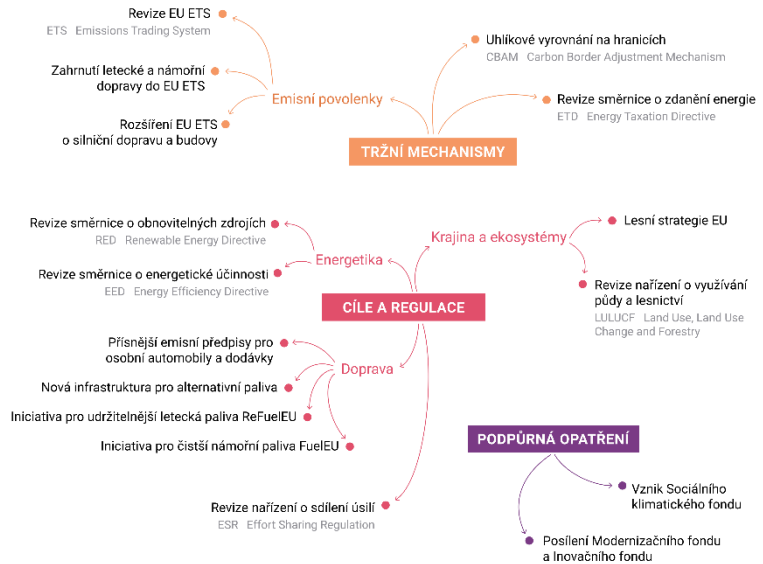
ŠIRŠÍ KONTEXT FIT FOR 55

- 2019 **Zelená dohoda pro Evropu**
Evropská unie se hlásí k cíli klimatické neutrality do roku 2050.
- 2020–2021 **Evropský klimatický zákon**
Evropský parlament a členské státy schvalují právní závaznost klimatické neutrality do roku 2050.
Evropští lídři schvalují návrh Komise na průběžný cíl snížit emise o 55 % do roku 2030 (oproti roku 1990).
- 2021 **Fit for 55**
Evropská komise vytváří návrh souboru opatření, která by měla zajistit snížení emisí o 55 % do roku 2030.

PRINCIPY FIT FOR 55

- Přiměřenost a účinnost opatření**
Široké využití tržních mechanismů a doplnění netržními opatřeními tam, kde by trh nefungoval efektivně.
- Znečišťovatel platí**
Pokud firmy nesou náklady spojené s dopadem svých emisí, jsou motivovány k zavádění čistých technologií.
- Solidarita**
Člená a systematická podpora pro skupiny obyvatel, které mohou být opatřeními neúměrně zasaženy.

VERZE 2022-01-20 LICENCE CC BY / C
více info na faktaoklimatu.cz/fit-for-55



zdroj dat: Evropská komise

Zdroj: Fakta o klimatu (2024b)

FIT FOR 55: PŘEHLED OPATŘENÍ



TRŽNÍ MECHANISMY	ČÍLE A REGULACE	PODPŮRNÁ OPATŘENÍ
<p>Revize EU ETS ETS / Emissions Trading System</p> <p>Sektory zahrnuté do Evropského systému pro obchodování s emisemi (EU ETS) mají snižovat emise rychleji, konkrétně do roku 2030 dosáhnout snížení o 62 % oproti roku 2005 (dosavadní cíl byl 43 %). Volné alokace povolenek by měly být postupně nahrazeny mechanismem CBAM a ukončeny do roku 2034.</p>	<p>Zahrnutí letecké a námořní dopravy do EU ETS</p> <p>Do EU ETS byly dosud zahrnuty lety v rámci EU, nyní by však došlo i k zahrnutí mezinárodních letů evropských aerolinek (prostřednictvím mezinárodního schéma Corsia). EU ETS má také pokrývat 100 % emisí z námořní dopravy uvnitř EU a 50 % mezi EU a jinými státy, s postupným naběžením systému mezi lety 2024 a 2026.</p>	<p>Vznik Sociálního Klimatického fondu</p> <p>Některá tržní opatření mohou vést k neúměrnému dopadu na určité skupiny ve společnosti. Sociální klimatický fond posiluje solidaritu a umožňuje přímou podporu nízkopříjmovým domácnostem, uživateli dopravy a mikro podnikům zasaženým obchodováním s emisemi v dopravě a ve stavebnictví. Fond bude financován výnosy z aukcí nových emisních povolenek.</p>
<p>Rozšíření EU ETS o silniční dopravu a budovy</p> <p>Od roku 2027 vznikne doplňující systém pro obchodování s emisemi v silniční dopravě a v budovách, do kterého budou zahrnuti dodavatelé paliv na začátku dodavatelského řetězce (nikoli přímo domácnosti nebo uživatelé silniční dopravy). Cílem je snížit emise v těchto sektorech o 43 % do roku 2030 (oproti 2005).</p>	<p>Uhlíkové vyrovnání na hranicích CBAM / Carbon Border Adjustment Mechanism</p> <p>Dovozci cementu, hnojiv, oceli, hliníku a elektřiny (2 % importů) budou nově muset při dovozu do EU nakoupit CBAM certifikáty podle množství skleníkových plynů vypuštěných při výrobě daných komodit, a budou tak stejně zatíženi poplatky za emise jako ti, kteří dané produkty vyrábějí v EU.</p>	<p>Posílení Modernizačního fondu a Inovačního fondu</p> <p>Modernizační fond je program na podporu modernizace energetiky a zvýšení energetické účinnosti. ČR z něj může v letech 2021–2030 využít výnosy z dražby 200 milionů emisních povolenek. Inovační fond usiluje o podporu průlomových inovací potřebných k dosažení klimatické neutrality a jeho prostředky by podle návrhu byly navýšeny také.</p>
<p>Revize směrnice o zdanění energie ETD / Energy Taxation Directive</p> <p>Cílem revize je vytvořit soulad mezi zdaněním energie a klimatickými cíli EU, omezit některé zastaralé výjimky a celkové zjednodušit a zpřehlednit systém daní. Daňové sazby mají být založeny na energetickém obsahu paliv a jejich vlivu na životní prostředí. Letecká a námořní paliva již nebudou od daní osvobozena.</p>	<p>Revize směrnice o energetické účinnosti EED / Energy Efficiency Directive</p> <p>Revize klade důraz na energetické úspory a nově stanovuje cíl snížit spotřebu primární energie o dalších 11,7 % do roku 2030 (oproti hodnotám v referenčním scénáři z roku 2020). Také stanovuje povinné roční úspory 1,5 % konečné spotřeby (oproti dosud plánovaným 0,8 %).</p>	<p>Lesní strategie EU</p> <p>V současnosti je situace v lesnictví v jednotlivých státech velice odlišná, cílem strategie je překlenutí rozdílů, koordinace na úrovni EU a větší soulad s klimatickou politikou. Strategie usiluje o posílení adaptability lesů a schopnosti jejich přirozené obnovy, navrhuje finančně motivovat pro správu a vlastnický k udržitelnému hospodaření a lépe chránit pralesy a další cenné ekosystémy.</p>
	<p>Revize nařízení o sdílení úsilí ESR / Effort Sharing Regulation</p> <p>Stavebnictví, doprava, zemědělství a odpadové hospodářství nejsou zahrnuti v EU ETS a zodpovědnost za snížení emisí v těchto odvětvích nesou jednotlivé státy. Dosud bylo cílem snížit emise v těchto sektorech o 29 %, nyní by státy měly snížit emise o 40 % do roku 2030 (oproti 2005). Cíle pro jednotlivé země se liší a závisí na HDP na osobu (pro ČR jde o 26 %).</p>	<p>Revize směrnice o obnovitelných zdrojích energie RED / Renewable Energy Directive</p> <p>Podíl obnovitelných zdrojů na spotřebě energie v EU má být zvýšen na 42,5 %, pro ČR to bude znamenat navýšení na 29–32 % (dosavadní cíl byl 22 %). Cílem je také transformace energetického systému, aby dokázal efektivně integrovat větší podíl obnovitelných zdrojů, včetně podpory akumulace energie.</p>
	<p>Revize směrnice o energetické účinnosti EED / Energy Efficiency Directive</p> <p>Revize klade důraz na energetické úspory a nově stanovuje cíl snížit spotřebu primární energie o dalších 11,7 % do roku 2030 (oproti hodnotám v referenčním scénáři z roku 2020). Také stanovuje povinné roční úspory 1,5 % konečné spotřeby (oproti dosud plánovaným 0,8 %).</p>	<p>Revize nařízení o využívání půdy a lesnictví LULUCF / Land Use, Land Use Change and Forestry</p> <p>Revize řeší, jak zahrnout emise z využívání půdy a lesnictví do emisních cílů EU a jednotlivých států. Pro Česko to znamená zahrnutí emisí z rozpadu smrkových lesů, které v posledních letech zvyšují emise ČR o cca 5–7 %. Dále revize hledá způsoby, jak zvýšit kvalitu a množství lesů a dalších přírodních pohlcovačů uhlíku.</p>
	<p>Lesní strategie EU</p> <p>V současnosti je situace v lesnictví v jednotlivých státech velice odlišná, cílem strategie je překlenutí rozdílů, koordinace na úrovni EU a větší soulad s klimatickou politikou. Strategie usiluje o posílení adaptability lesů a schopnosti jejich přirozené obnovy, navrhuje finančně motivovat pro správu a vlastnický k udržitelnému hospodaření a lépe chránit pralesy a další cenné ekosystémy.</p>	<p>Předpisy a normy pro snižování emisí z dopravy</p> <p>Soubor obsahuje návrhy na snižování emisí intenzity dopravy technologicky neutrálním způsobem: revizi norem emisí CO₂ pro automobilovou dopravu (včetně zákazu prodeje aut se spalovacími motory po roce 2035), předpisy k vytváření infrastruktury pro dojíždění nebo doplnování vodíku a iniciativy pro přechod na udržitelnější letecká a námořní paliva.</p>

VERZE 2023-06-28 LICENCE CC BY 4.0
více info na faktaoklimatu.cz/fit-for-55-opatreni

zdroj dat: Evropská komise

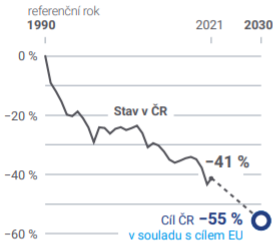
Zdroj: Fakta o klimatu (2024b)

PŘEHLED ZÁVAZKŮ ČR PRO ROK 2030

PROBÍHÁ AKTUALIZACE ZÁVAZKU

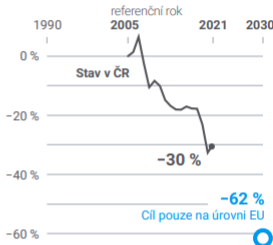
Snížení celkových emisí skleníkových plynů

VČETNĚ LULUCF A MEZINÁRODNÍ LETECKÉ DOPRAVY



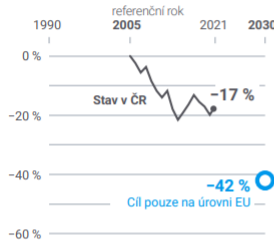
Snížení emisí v sektorech EU ETS

VÝROBA ENERGIE, PRŮMYSL, LETECKÁ A NÁMOŘNÍ DOPRAVA



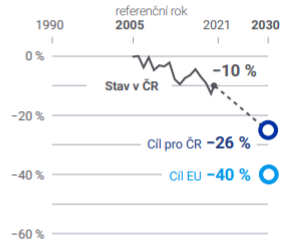
Snížení emisí v sektorech EU ETS 2

SILNIČNÍ DOPRAVA, BUDOVOVY, MALÁ ENERGETIKA A MALÝ PRŮMYSL



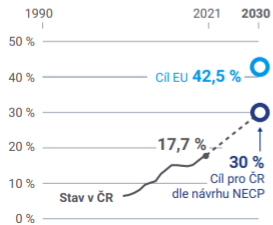
Snížení emisí mimo EU ETS (Nařízení o sdílení úsilí)

BUDOVOVY DOPRAVA (MIMO LETECTVÍ), ZEMĚDĚLSTVÍ, MENŠÍ PRŮMYSL A ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ



PROBÍHÁ AKTUALIZACE ZÁVAZKU

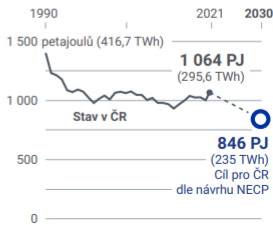
Zvýšení podílu OZE na konečné spotřebě energie



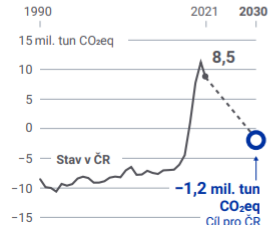
PROBÍHÁ AKTUALIZACE ZÁVAZKU

Zvýšení energetické účinnosti

SNÍŽENÍ KONEČNÉ SPOTŘEBY ENERGIE



Zvýšení pohlcení skleníkových plynů v sektoru využití půdy a lesnictví (LULUCF)



Snížení emisí u nových osobních automobilů a dodávek

Od roku 2035 nebude možné na úrovni EU registrovat žádné osobní automobily ani dodávky, které vypouštějí emise CO₂. Průměrné emise u nových osobních automobilů činily v roce 2021 v ČR 139 g CO₂/km, u dodávek pak 217.

Příloha G Otázky použité v rámci polostrukturovaných rozhovorů

- 1) Je pro vás otázka kalkulace emisí skleníkových plynů ze silniční dopravy relevantní?
- 2) Používáte kalkulátor emisí skleníkových plynů?
- 3) V jakých logistických procesech sledujete emise skleníkových plynů produkované silniční dopravou (příchozí (inbound) logistika, interní (intra) logistika a odchozí (outbound) logistika)?
- 4) Jaký typ nákladu přepravujete pomocí silniční nákladní dopravy (např. výrobky, materiály, kontejnery atd.)?
- 5) Jaké typy vozidel používáte pro přepravu?
- 6) Jaké jsou specifikace a parametry vozidel používaných pro přepravu?
- 7) Jaké jsou další omezující podmínky nebo omezení pro přepravu?
- 8) Jaký typ přepravy provádíte (jednosměrná přeprava, okružní (zpáteční) přeprava)?
- 9) Jaké emise skleníkových plynů sledujete v logistických procesech?
- 10) Jak chcete prezentovat výsledné emise skleníkových plynů (např. celkové emise skleníkových plynů, průměrné emise skleníkových plynů na 1 km, průměrné emise skleníkových plynů na 1 t a průměrné emise skleníkových plynů na 1 tunokilometr)?
- 11) Používáte převod (monetizaci) vyprodukovaných emisí skleníkových plynů na finanční hodnotu?

Zdroj: autor

Příloha H Agregované výsledky polostrukturovaných rozhovorů

- 1) Je pro vás otázka kalkulace emisí skleníkových plynů ze silniční dopravy relevantní?
 - a. Ano, tato otázka je pro naši společnost velmi aktuální a zásadní. Snažíme se být „zelenou společností a továrnou“.
- 2) Používáte kalkulátor emisí skleníkových plynů?
 - a. V současné době nepoužíváme žádné kalkulátory emisí ze silniční dopravy, protože není k dispozici žádný vhodný kalkulátor, který by splňoval naše požadavky. Naše logistické procesy jsou velmi rozsáhlé a specifické s mnoha podmínkami. V současné době neexistuje žádný kalkulátor emisí, který by zahrnoval všechna potřebná specifika.
- 3) V jakých logistických procesech sledujete emise skleníkových plynů produkované silniční dopravou (příchozí (inbound) logistika, interní (intra) logistika a odchozí (outbound) logistika)?
 - a. Sledujeme emise skleníkových plynů produkované silniční nákladní dopravou v rámci inbound logistiky, intralogistiky a outbound logistiky.
- 4) Jaký typ nákladu přepravujete pomocí silniční nákladní dopravy (např. výrobky, materiály, kontejnery atd.)?
 - a. Přepravujeme hotové výrobky (FMPC) pomocí silniční nákladní dopravy a mnoho dalších položek, které lze zahrnout do materiálu.
- 5) Jaké typy vozidel používáte pro přepravu?
 - a. Používáme dvě skupiny vozidel. První skupina vozidel je určena pro přepravu FMPC. Druhá skupina vozidel je určena pro přepravu materiálu. Přehled těchto vozidel je uveden v Tabulce 3.
- 6) Jaké jsou specifikace a parametry vozidel používaných pro přepravu?
 - a. Přehled specifikací a parametrů vozidel používaných pro silniční nákladní dopravu je uveden v Tabulce 3.
- 7) Jaké jsou další omezující podmínky nebo omezení pro přepravu?
 - a. Je třeba dodržovat maximální hmotnost nákladu vozidla, maximální objem nákladu vozidla a výběr vozidla podle typu nákladu. Specifické podmínky platí pro přepravu FMPC. Přepravujeme celkem 8 typů FMPC (PC₁–PC₈). Na FMPC platí následující omezení:
 - i. Pokud jsou FMPC přepravována ve vozidle (V₁) a jsou naložena současně alespoň 3 vozidla (PC₁–PC₂), pak je možné naložit celkem 9 FMPC,
 - ii. Pokud výše uvedená podmínka není splněna, je možné naložit do vozidla (V₁) celkem 8 FMPC,
 - iii. Pokud jsou FMPC přepravována ve vozidle (V₂), pak je možné naložit celkem 4 FMPC,
 - iv. Pokud jsou FMPC přepravována ve vozidle (V₃), pak je možné naložit celkem 2 FMPC.
- 8) Jaký typ přepravy provádíte (jednosměrná přeprava, okružní (zpáteční) přeprava)?
 - a. Provádíme jednosměrnou přepravu a okružní (zpáteční) přepravu. V případě jednosměrné přepravy násobíme vyprodukované emise interním koeficientem, protože jde o penalizaci za nenaložené vozidlo.
- 9) Jaké emise skleníkových plynů sledujete v logistických procesech?
 - a. Sledujeme emise oxidu uhličitého (CO₂) a oxidu siřičitého (SO₂) v rámci logistických procesů.

- 10) Jak chcete prezentovat výsledné emise skleníkových plynů (např. celkové emise skleníkových plynů, průměrné emise skleníkových plynů na 1 km, průměrné emise skleníkových plynů na 1 t a průměrné emise skleníkových plynů na 1 tunokilometr)?
- a. Pracujeme s následujícími hodnotami emisí: celkové emise, průměrné emise na 1 km, průměrné emise na 1 t a průměrné emise na 1 tunokilometr. Dále rozlišujeme emise podle přístupu výpočtu (Well-to-Wheel, Well-to-Tank a Tank-to-Wheel) a podle původu emisí (fosilní a biogenní původ).
- 11) Používáte převod (monetizaci) vyprodukovaných emisí skleníkových plynů na finanční hodnotu?
- a. Používáme převod (monetizaci) vyprodukovaných emisí na finanční hodnotu podle interní ceny vyprodukovaných emisí jako součást interních výpočtů společnosti.

Zdroj: autor

Příloha I Otázky použité v rámci polostrukturovaných rozhovorů

- 1) Je oblast produkce emisí skleníkových plynů z železniční nákladní dopravy relevantní pro vaši společnost?
- 2) Používáte nějaký nástroj pro výpočet emisí skleníkových plynů?
- 3) V rámci kterých procesů analyzujete emise skleníkových plynů produkované železniční nákladní dopravou?
- 4) Jaké emise sledujete v logistických procesech spojených s železniční nákladní dopravou?
- 5) Jaký druh nákladu přepravujete pomocí železniční nákladní dopravy?
- 6) Definujte omezující podmínky pro železniční nákladní dopravu.
- 7) Jaký typ přeprav používáte?
- 8) Jak chcete prezentovat výsledné emise skleníkových plynů?

Zdroj: autor

Příloha J Agregované výsledky polostrukturovaných rozhovorů

- 1) Je oblast produkce emisí skleníkových plynů z železniční nákladní dopravy relevantní pro vaši společnost?

Ano, samozřejmě. Tato oblast je pro naši společnost velmi důležitá, protože se snažíme minimalizovat negativní dopady na životní prostředí. Výpočty emisí skleníkových plynů jsou jedním z nástrojů k dosažení tohoto cíle.

- 2) Používáte nějaký nástroj pro výpočet emisí skleníkových plynů?

Naše společnost v současnosti nepoužívá žádné kalkulátory emisí z železniční nákladní dopravy ani jiný podobný nástroj. Neexistuje žádný vhodný kalkulátor emisí skleníkových plynů, která by splňovala naše předpoklady a omezující podmínky. Naše logistické procesy související s železniční nákladní dopravou jsou velmi komplexní a specifické s mnoha jedinečnými podmínkami. V současnosti neexistují žádné vhodné kalkulátory emisí z železniční nákladní dopravy ani jiný podobný nástroj, který by obsahoval všechna potřebná specifika naší společnosti.

- 3) V rámci kterých procesů analyzujete emise skleníkových plynů produkované železniční nákladní dopravou?

Sledujeme produkované emise skleníkových plynů z železniční nákladní dopravy v příchozí (inbound) a odchozí (outbound) logistice. Nejdůležitější pro nás jsou přepravy v rámci odchozí (outbound) logistiky do zahraničních závodů a k zákazníkům.

- 4) Jaké emise sledujete v logistických procesech spojených s železniční nákladní dopravou?

V rámci logistických procesů sledujeme emise CO₂.

- 5) Jaký druh nákladu přepravujete pomocí železniční nákladní dopravy?

Přepravujeme převážně hotové vyrobené osobní automobily (PC), karoserie (CB) a nákladní kontejnery (FC). Máme tři druhy železničních vozů: vozy pro přepravu PC (viz příloha K), vozy pro přepravu CB (viz příloha L) a vozy pro přepravu FC (viz příloha M).

- 6) Definujte omezující podmínky pro železniční nákladní dopravu.

Základní omezující podmínky jsou maximální hmotnost nákladu vozidla, maximální objem nákladu vozidla a výběr vozidla podle typu přepravovaného nákladu. Další specifické podmínky pro přepravu PC jsou následující:

- Přepravují se různé PC (PC₁–PC₈) s různými hmotnostmi (WPC₁–WPC₈).

- Maximální počet PC je 10 PC pro přepravu z výrobního závodu A na jednom železničním voze.
- Maximální počet PC je 11 PC pro přepravu z výrobního závodu B na jednom železničním voze.

Další specifické podmínky pro přepravu CB jsou následující:

- Přepravují se různé CB (CB_1 – CB_2) s různými hmotnostmi (VCB_1 – VCB_2).
- Každé CB se přepravuje spolu s paletou různé hmotnosti (VP_1 – VP_2).
- Maximální počet přepravovaných CB včetně palet je následující: RC_{26} – 8 CB, RC_{27} – 10 CB, RC_{28} – 8 CB, RC_{29} – 10 CB.

Další specifické podmínky pro přepravu FC jsou následující:

- Přepravují se různé FC (FC_1 – FC_3) s různými hmotnostmi (VFC_1 – VFC_3) ($VFC_1 = 2,2$ t, $VFC_2 = 3,8$ t, $VFC_3 = 3,9$ t).
- FC se přednostně nakládají na železniční vozy Sggns S183 (RC_{32}).
- Možnosti nakládání železničních vozů jsou následující: pro Lgs 580 (RC_{30}) – dva FC_1 nebo jeden FC_2 nebo jeden FC_3 , pro Lgns 583 (RC_{31}) – dva FC_1 nebo jeden FC_2 nebo jeden FC_3 , pro Sggns S183 (RC_{32}) – čtyři FC_1 nebo dva FC_2 nebo dva FC_3 , dva FC_1 a jeden FC_2 , dva FC_1 a jeden FC_3 , jeden FC_2 a jeden FC_3 .
- Cílem je maximalizovat zatížení železničních vozů při nakládání.

7) Jaký typ přeprav používáte?

Používáme jednosměrné a zpáteční přepravy. V případě jednosměrné přepravy naše společnost používá násobení produkovaných emisí specifickým koeficientem jako formu penalizace za zpětné nevytížení.

8) Jak chcete prezentovat výsledné emise skleníkových plynů?

Rádi bychom výsledky prezentovali ve formě: celkových emisí skleníkových plynů, průměrných emisí skleníkových plynů na 1 km, průměrných emisí skleníkových plynů na 1 t a průměrných emisí skleníkových plynů na 1 tkm a podle přístupu výpočtu a původu emisí skleníkových plynů (fosilní a biogenní původ).

Zdroj: autor

Příloha K Železniční vozy pro přepravu PC

Železniční vůz	Typ železničního vozu	V _{max}
RC ₁	Laaers 509.8	18 000 kg
RC ₂	Laaeks 911	15 000 kg
RC ₃	Leks 3125	18 000 kg
RC ₄	Laekks 552	17 000 kg
RC ₅	Laaeks 553	18 500 kg
RC ₆	Laaes 556	24 000 kg
RC ₇	Laes 559	20 000 kg
RC ₈	Laaers 560	34 000 kg
RC ₉	Laaers 1160-Touax	34 000 kg
RC ₁₀	Laaers 700–702	34 000 kg
RC ₁₁	Laaers 800	34 000 kg
RC ₁₂	Laeks 063C	18 000 kg
RC ₁₃	Laeks 063F	18 000 kg
RC ₁₄	Laeks 063A	19 000 kg
RC ₁₅	Laaeks 89	22 500 kg
RC ₁₆	Laaers 142, 142A	23 700 kg
RC ₁₇	Laaers TAL 489M	25 200 kg
RC ₁₈	Laaefrs TAL 497	23 000 kg
RC ₁₉	Laes TA 364 M	18 000 kg
RC ₂₀	Laes TA 370M	18 900 kg
RC ₂₁	Laaers 5.837	21 000 kg
RC ₂₂	Laaers 5.850	33 000 kg
RC ₂₃	Laaers 224Sc	24 000 kg
RC ₂₄	Laaers 5.854	36 000 kg
RC ₂₅	Laaers 6433CO	24 000 kg

Zdroj: autor

Příloha L Železniční vozy pro přepravu CB

Železniční vůz	Typ železničního vozu	V_{max}
RC ₂₆	Habiis 6	52 000 kg
RC ₂₇	Habiis 8	51 500 kg
RC ₂₈	Habiikks 10	43 000 kg
RC ₂₉	Himrrs Doublwagon	47 500 kg

Zdroj: autor

Příloha M Železniční vozy pro přepravu FC

Železniční vůz	Typ železničního vozu	V_{max}
RC ₃₀	Lgs 580	27 000 kg
RC ₃₁	Lgns 583	27 000 kg
RC ₃₂	Sggs S183	67 500 kg

Zdroj: autor