

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

JAN SODOMA

**Univerzita Pardubice**

**Dopravní fakulta Jana Pernera**

Potenciál železnice ke snížení emisí CO<sub>2</sub> z dopravy

Bakalářská práce

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jan Sodoma**  
Osobní číslo: **D19181**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Technologie a řízení dopravních systémů**  
Téma práce: **Potenciál železnice ke snížení emisí CO<sub>2</sub> z dopravy**  
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

## Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza železniční a silniční nákladní dopravy na přepravním trhu
2. Kalkulace emisí CO<sub>2</sub>
3. Analýza Zelené dohody pro Evropu
4. Návrh podpory železniční nákladní dopravy pro snížení emisí CO<sub>2</sub> z dopravy

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30-40**  
Rozsah grafických prací: **3-4**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

Zelená dohoda pro Evropu, SDĚLENÍ KOMISE, COM/2019/640  
Strategie pro udržitelnou a inteligentní mobilitu –nasměrování evropské dopravy do budoucnosti, SDĚLENÍ KOMISE, SWD(2020) 331  
Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050, MD ČR  
KONCEPCE NÁKLADNÍ DOPRAVY PRO OBDOBÍ 2017–2023 S VÝHLEDEM DO ROKU 2030, MD ČR

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Nachtigall, Ph.D.**  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2022**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **13. května 2022**

L.S.

---

**doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2022

Prohlašuji:

Práci s názvem *Potenciál železnice ke snížení emisí CO<sub>2</sub> z dopravy* 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 13. 5. 2022

Jan Sodoma v. r.

## **Poděkování**

Rád bych těmito slovy poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Nachtigalovi, Ph.D. a panu doc. Dr. Ing. Romanu Štěrbovi, MBA za výbornou, profesionální a odbornou pomoc. Poděkování patří i členům mé rodiny a přátelům, kteří při mně po dobu studia vždy stáli.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce se zabývá analýzou současného stavu železniční, silniční nákladní dopravy a jejich vlivu na emise CO<sub>2</sub>. Silniční a železniční nákladní dopravci poskytly data o spotřebě vozidel. Tato data byla využita pro výpočet produkce CO<sub>2</sub> v konkrétních relacích. Výpočty byly zhodnoceny a byl stanoven potenciál železnice ke snížení CO<sub>2</sub> z dopravy.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Emise CO<sub>2</sub>, Zelená dohoda pro Evropu, snížení emisí CO<sub>2</sub> z dopravy

## **TITLE**

The potential of railways to reduce CO<sub>2</sub> emissions from transport

## **ANNOTATION**

The bachelor thesis deals with the analysis of the current state of rail and road freight transport and their impact on CO<sub>2</sub> emissions. Road and rail freight carriers provided data on vehicle consumption. These data were used to calculate CO<sub>2</sub> production in specific sessions. The calculations were evaluated and the potential of the railways to reduce CO<sub>2</sub> from transport was determined.

## **KEYWORDS**

CO<sub>2</sub> emissions, European Green Deal, reduction of CO<sub>2</sub> emissions from transport

# OBSAH

Úvod .....	12
1 Analýza železniční a silniční nákladní dopravy na přepravním trhu .....	13
1.1 Technologické přednosti železnice.....	13
1.2 Přepravní výkon v železniční nákladní dopravě.....	14
1.3 Porovnání emisí silniční a železniční nákladní dopravy .....	16
2 Kalkulace emisí CO <sub>2</sub> .....	19
3 Zelená dohoda pro Evropu .....	22
3.1 Evropský rok železnice.....	23
3.2 Strategie pro udržitelnou a inteligentní mobilitu .....	25
3.3 Realizace Zelené dohody pro Evropu.....	26
4 Prostředí pro udržitelný rozvoj dopravy v České republice .....	28
4.1 Koncepce nákladní dopravy pro období 2017–2023 s výhledem do roku 2030 .....	28
4.2 Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050 .....	30
5 Návrh podpory železniční nákladní dopravy pro snížení emisí CO <sub>2</sub> z dopravy .....	31
5.1 Kalogemis a EcoTransit.....	31
5.2 Porovnání silniční a železniční přepravy na základě dat z provozu .....	35
5.2.1 Doly Bílina – Ústí nad Labem – Nymburk .....	38
5.2.2 Havlíčkův Brod – Nymburk – Všetaty – Mělník.....	39
5.2.3 Jihlava – Okříšky – Znojmo.....	40
5.2.4 Nýřany – Domažlice .....	41
5.3 Návrh podpory na základě výpočtů .....	42
5.4 Podpora železnice restriktivní politikou .....	44
Závěr .....	45
Seznam použitých informačních zdrojů .....	46
Seznam příloh .....	50



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Přepravní výkon nákladní dopravy za období 2015–2020.....	15
Obrázek 2 Přepravní výkon všech dopravních módů z ročenek dopravy MDČR vztažený k roku 1994 v procentech.....	16
Obrázek 3 Produkce CO <sub>2</sub> jednotlivými druhy dopravy (tis. tun) z dat ze Studie o vývoji dopravy .....	18
Obrázek 4 Bezpečnost železnice v EU .....	24
Obrázek 5 Růst emisí CO <sub>2</sub> vypočítaný kalkulátorem EcoTransit dle metodiky pro závislou trakci (autor) .....	32
Obrázek 6 Srovnání přepravy po železnici a silnici (autor).....	34
Obrázek 7 Srovnání železniční a silniční přepravy .....	34
Obrázek 8 Emise na relaci Doly Bílina – Nymburk s HV 363.0 při průměrném ložení 1 540 t (autor dle dat dopravce) .....	39
Obrázek 9 Emise na relaci Doly Bílina – Nymburk s HV 163 při průměrném ložení 1 364 t (autor dle dat dopravce) .....	39
Obrázek 10 Emise na relaci Havlíčkův Brod – Nymburk – Mělník při průměrném ložení 611 t (autor dle dat dopravce) .....	40
Obrázek 11 Emise na relaci Jihlava – Okříšky – Znojmo s HV 744.1 při průměrném ložení 177 t (autor dle dat dopravce) .....	40
Obrázek 12 Emise na relaci Jihlava – Okříšky – Znojmo s HV 742.0 při průměrném ložení 527 t (autor dle dat dopravce) .....	41
Obrázek 13 Emise na relaci Nýřany – Domažlice s HV 742.0 při průměrném ložení 220 t (autor dle dat dopravce) .....	42
Obrázek 14 Systém HUB and SPOKE (autor) .....	43
Obrázek 15 Grafické znázornění produkce CO <sub>2</sub> jednotlivými druhy dopravy ze Studie o vývoji dopravy .....	55
Obrázek 16 Produkce CO <sub>2</sub> jednotlivými druhy dopravy dle plnění norem EURO pro naftová vozidla (tis. t) .....	57

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Srovnání emisí CO<sub>2</sub> z roku 2015 v ročenkách dopravy z let 2015–2020 (tis. t) .....17

Tabulka 2 Hmotnosti kontejnerů .....33

## **SEZNAM ZKRATEK**

ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
EK	Evropská komise
MDČR	Ministerstvo dopravy České republiky
HV	hnací vozidlo
IAD	individuální automobilová doprava

# Úvod

Průmyslová revoluce odstartovala velkou vlnu nových technologií, výzkumů a inovací, ovšem přinesla i negativní dopady na životní prostředí. Právě průmyslová revoluce přispěla k rozvoji dopravy, která se vysokou měrou podílí na globálním oteplování. Snižování emisí CO<sub>2</sub> se ve většině rozvinutých zemí stalo hlavním tématem v boji se změnou klimatu. Evropa se k tomuto tématu snaží přistupovat jednotně a koordinovaně navzdory odlišnostem jednotlivých států. Cílem je vytvořit udržitelný rozvoj, který by více hleděl na enviromentální dopady lidského chování. Právě železnice je dlouhodobě prosazována jako ekologický způsob dopravy, který by měl být upřednostňován oproti jiným dopravním módům.

Problematika emisí z dopravy je velmi komplexní téma, na které se dá pohlížet z mnoha úhlů. Tato práce se zaměřuje na porovnání silniční a železniční nákladní dopravy, přičemž dojde k analýze těchto dvou dopravních módů. Tyto dva dopravní módy jsou v českém, ale i evropském prostředí v majoritním postavení v nákladní přepravě, a právě ze silnice by měla být tato přeprava dle mnoha prohlášení politiků přesunuta na železnici. Problematika vývoje těchto přeprav bude uvedena v jedné z kapitol, která toto rozvede.

Zásadní problematikou je, jak získat údaje o emisích CO<sub>2</sub>. Emise nelze efektivním způsobem měřit z důvodu potřeby přístroje, který by musel být umístěn na veškerých věcech, které produkují emise, což nelze zrealizovat. Proto se využívají kalkulátory emisí, které mají nastavenou metodiku výpočtu a průběžně se upravuje dle nejnovějších výzkumů. Dojde proto k analýze kalkulátorů emisí, se kterými bude tato práce uvažovat při jejich výpočtech.

Cílem této práce je stanovit potenciál železnice ke snížení CO<sub>2</sub> z dopravy a navrhnout jakým způsobem by měla směřovat podpora železniční dopravy nejen z technologického hlediska, ale i ze strany politického vlivu. Pro stanovení tohoto potenciálu dojde na základě dat vypočítaných emisním kalkulátorem, ale i z naměřených dat z reálného provozu.

Digitalizace prostupuje celou společností a některá data se knižně publikují jen velmi zřídka. Data o emisích procházejí dynamickým vývojem a je zapotřebí uvažovat neaktuálnější hodnoty a metodiky výpočtu, proto bude práce vycházet z větší části z online zdrojů dat.

# 1 Analýza železniční a silniční nákladní dopravy na přepravním trhu

Železnice měla dlouhou dobu nezastupitelnou roli v oblasti nákladní dopravy z důvodu, že byla schopna přepravovat na krátké či dlouhé vzdálenosti velké objemy zboží oproti jiným druhů dopravy, dříve koňské povozy nebo vodní plavidla. V dnešní době je ale situace poněkud jiná.

Ministerstvo dopravy ČR (dále jen MDČR) vydává každoročně od roku 1993 Ročenky dopravy, ze kterých je možné získat velkou škálu hodnot z celé oblasti dopravy. V ročenkách jsou uvedeny přepravní výkony a emise v oblasti nákladní dopravy, které jsou důležitým zdrojem pro tuto práci. Ročenky dopravy jsou zveřejněny na webové stránce Sydos (Systém dopravních statistik), bohužel data z roku 1993 nejsou dostupná online a ani se je nepodařilo dohledat v knihovně, proto jsou v této práci data uvedena od roku 1994.

Následující podkapitoly definují pozici železnice v nákladní dopravě, její technologické přednosti, porovnání emisí silniční a železniční nákladní dopravy.

## 1.1 Technologické přednosti železnice

Doprava železniční má mnoho charakteristik, které ji zvýhodňují proti ostatním dopravním módům. Prvním jmenovaným je nízký odpor valivého tření ve srovnání se silniční dopravou, rozdíl může být až desetinásobný. Tento fakt má za následek, že je možné se stejnou energií (jako na silnici) přepravit větší hmotnost zboží. Zároveň je možné zásilky sdružovat do větších celků (více vozů), namísto několika nákladní silničních vozidel. (1)

Výše uvedené sdružování zásilek je bezpochyby důležitým faktorem, který železniční nákladní dopravu zvýhodňuje proti ostatním dopravním módům. Nákladní vlak pojme mnohem větší objem zboží nežli nákladní silniční vozidla. Úspora je evidentní na první pohled, ať se jedná o personální úsporu (postačí jeden/dva strojvedoucí pro jízdu ze západu ČR na východ ČR, namísto několika řidičů nákladních silničních vozidel) nebo snížení zatížení na silnicích. Převod silniční přepravy na železnici povede k omezení kongescí ve městech a ke zkvalitnění silničního povrchu, který nebude tolik podléhat deformaci.

Dalším zvýhodňujícím faktem je, že železniční síť se dá vcelku jednoduše elektrifikovat oproti silniční infrastruktuře. Elektrická trakce je velmi účinným pohonem, který v sobě skrývá potenciál rekuperace (při brzdění se navrácí část energie zpět do elektrické sítě a umožňuje spotřebu jiným vozidlem). V našich poměrech je důležité zmínit, že hlavní tranzitní koridory jsou elektrifikovány. Silniční síť není tak snadné elektrifikovat, jsou však určité snahy

v Německu, ale jedná se zatím jen o pětikilometrový úsek u Frankfurtu nad Mohanem. Silniční nákladní vozidlo má sběrač pro odběr elektrické energie ze sítě, to ovšem neřeší problém s přetížením silnic. V současné době dochází k testování na tomto úseku k zjištění potenciálu elektrifikace dálničních sítí. (2)

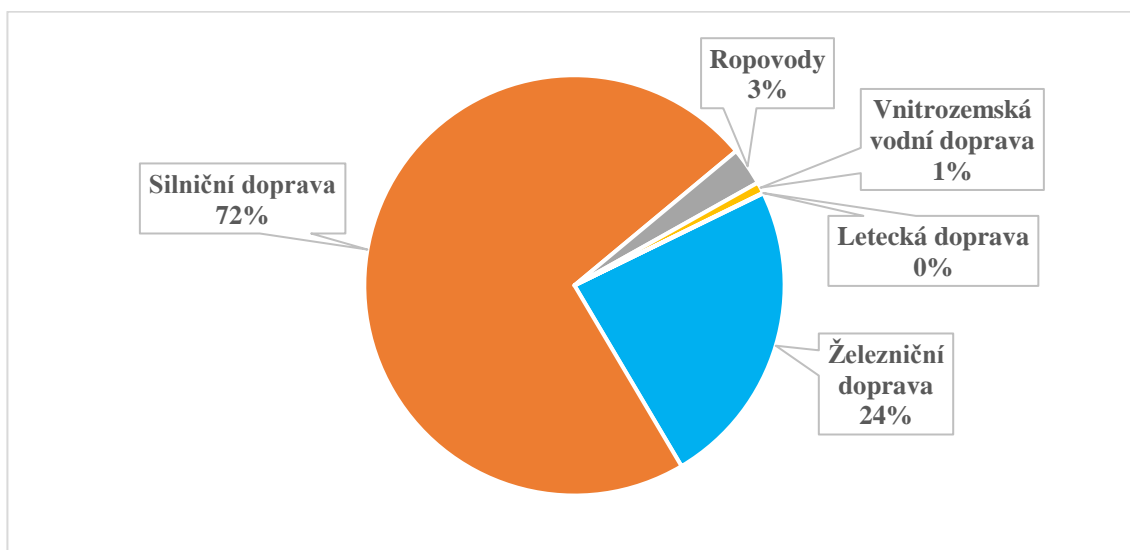
Všeobecně známým faktem je, že železnice představuje větší bezpečnost oproti silniční dopravě. Největším rizikem na železnici jsou železniční přejezdy, které v posledních letech procházejí masivním osazením zabezpečovací techniky s cílem snížení nehod silničních vozidel s drážními vozidly.

Na delších vzdálenostech je železniční doprava rychlostně srovnatelná se silniční dopravou. Silniční nákladní vozidlo může dosáhnout maximální rychlosti  $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , ale železniční nákladní vůz (tedy i vlak) může dosáhnout bez problému rychlosti  $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . V silniční dopravě dochází ke zdržení vlivem nakládky, vykládky, průjezdu městy, dopravním omezením atp. Oproti tomu železniční doprava umožňuje plynulejší průjezdy a dochází ke zdržení především ve stanicích/výhybnách, kde vlak musí vyčkat z kapacitních důvodů. Dalším vlivem je samozřejmě také nakládka/vykládka, ale přibývá zde další faktor, doplnění složení vlaku o další vozy, případně odebrání vozů, nejčastěji v seřadovacích nádražích. Zde dochází k několikahodinovému, někdy až celodennímu, zpoždění.

## 1.2 Přepravní výkon v železniční nákladní dopravě

Data z poslední ročenky 2020 vykazují hodnoty za období 2015–2020, přičemž poslední rok je, oproti ostatním rokům, ovlivněn situací kolem pandemie Covid-19, kdy došlo k omezením v některých odvětvích průmyslu. Pro větší objektivitu rozdělení dopravních módů v oblasti nákladní dopravy je využit průměr přepravních výkonů za toto sledované období.

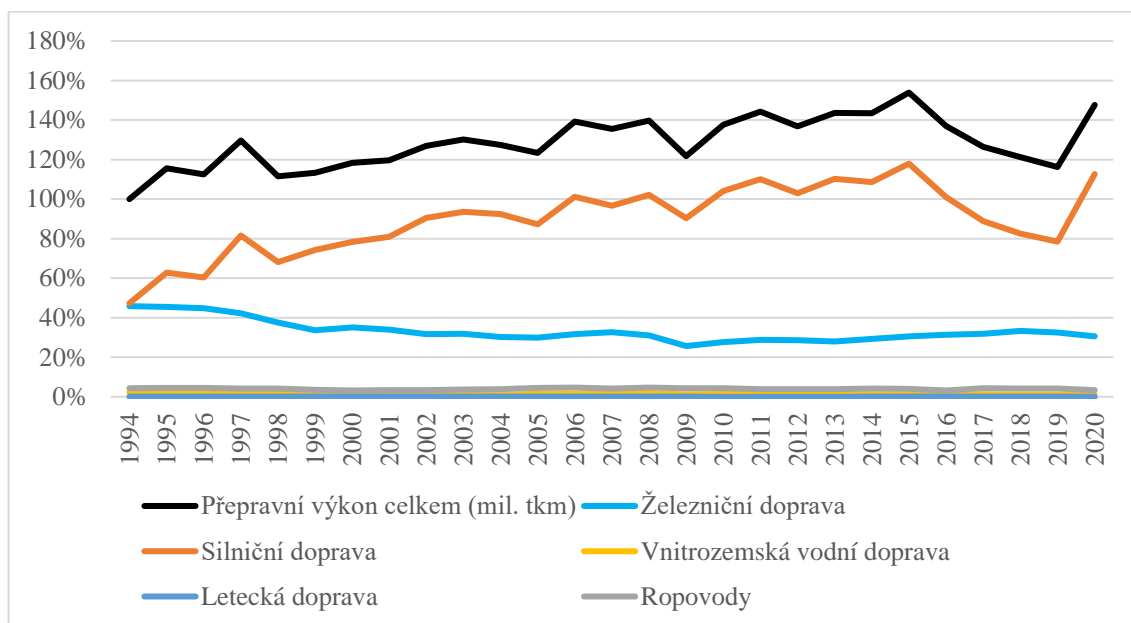
Silniční doprava zaujímá dominantní postavení s hodnotou 72 %, jak je patrné z obrázku 1. Následuje železniční doprava s 24 % a další dopravní módy jsou minoritní. Celkový průměrný přepravní výkon je v tomto období 66 578 mil. tkm, přičemž z toho silniční nákladní doprava má přepravní výkon 48 254 mil. tkm a železniční nákladní doprava 15 786 mil. tkm. (3)



Obrázek 1 Převážní výkon nákladní dopravy za období 2015–2020

Zdroj: autor dle (3)

Převážní výkon má od roku 1994 stoupající charakter v závislosti na mnoha vnějších vlivech. Pro možnost ověření dat, jsou v příloze B uvedena data z ročenek MDČR mezi lety 1994–2020 a grafické znázornění, které je na obrázku 2. Data v tomto obrázku jsou vztažena k roku 1994, který je uvažován jako rok nula. Na tomto základě je patrný již zmiňovaný stoupající charakter celkového přepravního výkonu a přepravního výkonu v silniční dopravě, ale i pokles v železniční dopravě, které se nejvíce snížil přepravní výkon v roce 2008, a to o 20 %, což bylo způsobeno vlivem Velké recese v letech 2007 až 2015 (celosvětová hospodářská krize). Vlivem končící recese se silniční doprava dostala v roce 2015 na své maximum a oproti roku nula, zde byl nárůst o skoro 71 %. (3) (4) (5) (6) (7) (8)



Obrázek 2 Převážní výkon všech dopravních módů z ročenek dopravy MDČR vztažený k roku 1994 v procentech

Zdroj: autor dle (3) (5) (6) (7) (8)

### 1.3 Porovnání emisí silniční a železniční nákladní dopravy

Otázka produkce emisí je dosti složitá, neboť nelze efektivně měřit spotřebu všech dopravních prostředků. Proto je nutné tato data o emisích získávat na základě matematických modelů, což je popsáno ve 2. kapitole.

Hlavním celorepublikovým zdrojem dat o emisích z dopravy je ročenka MDČR, ze které jsou získána data mezi lety 1994–2020. Příloha C obsahuje data rozdělená do sedmi kategorií, přičemž jedna je poměrně nedávná, a to kategorie o emisích motocyklů, která byla publikována poprvé v roce 2018 (zpětně jsou zde doplněny údaje za roky 2015–2017. Tabulka byla vytvořena na základě dat z ročenek MDČR z let 2004, 2009, 2014 a 2020. (9) (10) (11) (12) (13)

Celkově největším problémem u ročenky dopravy (především z hlediska emisí) je, že se data i zpětně za jednotlivé roky liší. Tabulka 1 udává názorné srovnání emisí roku 2015 z ročenek dopravy 2015–2020. Vzhledem k úpravám výpočtových vzorců by se dalo o čekat navýšení emisí, což ovšem neplatí pro data z ročenky 2017, kde došlo k poklesu oproti ročence 2016. (13) (14) (15) (16) (17) (18)



Tabulka 1 Srovnání emisí CO<sub>2</sub> z roku 2015 v ročenkách dopravy z let 2015–2020 (tis. t)

	<b>Celkem</b>	<b>Silniční nákladní doprava</b>	<b>Železniční doprava – motorová trakce</b>
<b>2015 / 2015</b>	18 961	5 277	264
<b>2015 / 2016</b>	19 039	5 272	264
<b>2015 / 2017</b>	19 036	5 272	264
<b>2015 / 2018</b>	19 056	5 319	271
<b>2015 / 2019</b>	19 057	6 245	271
<b>2015 / 2020</b>	19 057	6 245	271

Zdroj: (13) (14) (15) (16) (17) (18)

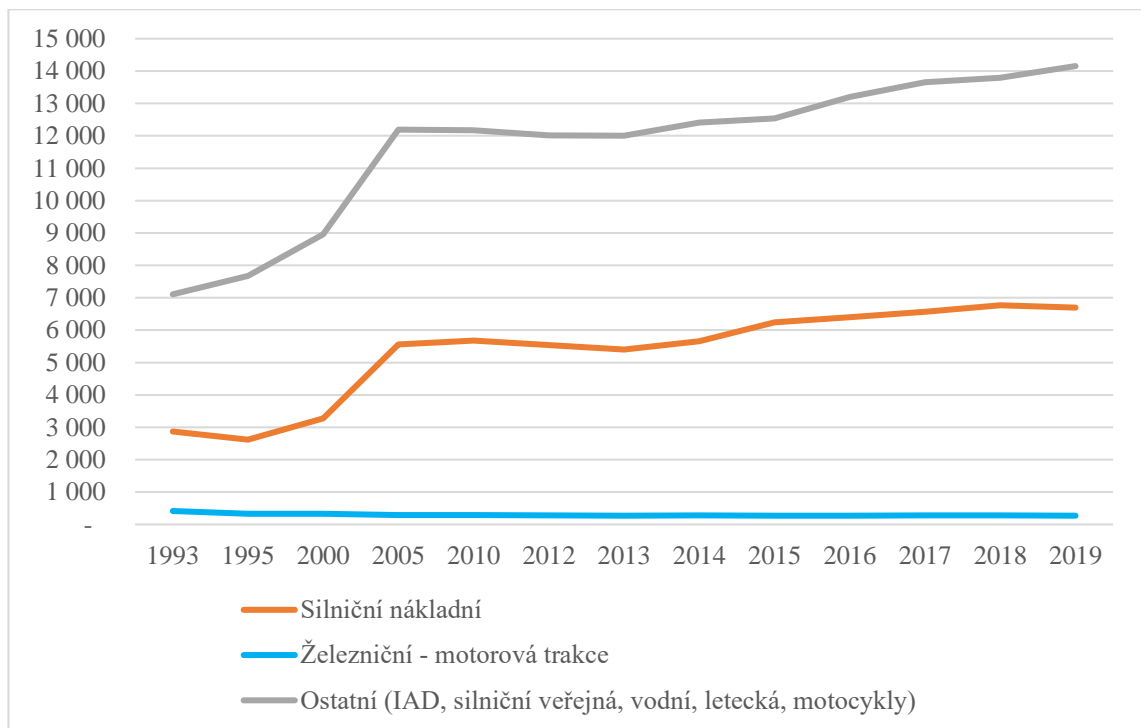
Tento fakt různých dat za jednotlivé roky je zapotřebí řešit a zpětně přepočítávat i za předchozí roky či desetiletí. V ročence dopravy není uvedeno, ze kterých metodik výpočtu se vychází, pouze v ročenkách 2016 a 2017 je uvedena poznámka: „Údaje v tabulce jsou vypočteny na základě metodiky vypracované v rámci výzkumného projektu pro MD. Z důvodu změny emisního faktoru došlo k rekalkulaci časových řad.“ Ročenka 2018 má poznámku: „V roce 2018 byla zpřesněna metodika výpočtu na základě doporučení EU a časová řada byla zpětně přepočítána.“ Poslední zmíněnou poznámku má i ročenka 2019. Z těchto důvodů si nechalo Ministerstvo životního prostředí České republiky zpracovat Studii o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí v České republice za rok 2019 (dále jen Studie o vývoji dopravy), která byla publikována v září 2020. (15) (16) (17) (18) (19)

Srovnání dat z ročenek 1999, 2004, 2009, 2014 a 2020 se Studií o vývoji dopravy je v tabulce v příloze D. Byla upravena data před rokem 2000 a následující hodnoty se již zásadnějším způsobem neliší. Oboje udává růst emisí CO<sub>2</sub> z dopravy. Rok 2019 se liší z důvodu, že ve Studii o vývoji dopravy jsou data z tohoto roku předběžná. (9) (10) (11) (12) (13) (19)

Z hlediska úpravy metodiky výpočtu emisí je správnější vycházet ze Studie o vývoji dopravy, která zahrnuje přepočet od roku 1993 do roku 2019. Data o silniční dopravě jsou stejně jako v ročenkách MDČR rozdělena na veřejnou a nákladní, ale železniční doprava takto dělena není a zahrnuje veškerou motorovou trakci. V ročence nejsou zmíněny emise CO<sub>2</sub> elektrické trakce. Jedná se o data emisí tvořených přímou produkcí a nikoliv nepřímou. Pod nepřímou produkcí je myšlena, v případě závislé trakce, produkce CO<sub>2</sub> z fosilních paliv, která slouží pro výrobu elektrické energie.

Obrázek 3 znázorňuje srovnání emisí silniční nákladní dopravy a železniční dopravy motorové trakce. Podrobné rozdělení graficky vyjádřené je v příloze E (Obrázek 15). Emise v železniční dopravě nezažily tak velký vývoj, oproti silniční dopravě. Pokles CO<sub>2</sub> v železniční

dopravě může být částečně způsoben poklesem přepravního výkonu a zaváděním úspornějších motorů. Oproti tomu emise silniční nákladní dopravy každým rokem rostou. Mírný pokles nastal v době Velké recese. (19) (19)



Obrázek 3 Produkce CO<sub>2</sub> jednotlivými druhy dopravy (tis. tun) z dat ze Studie o vývoji dopravy

Zdroj: autor dle (19)

Výrazný vliv, který ovlivňuje růst emisí v silniční dopravě, má Evropské unie, která dlouhodobě bojuje se snižováním produkce CO<sub>2</sub>. Příkladem této politiky je zavádění úspornější motorů s označením EURO 1–6. V příloze F je tabulka, ze které je patrný výrazný pokles produkce CO<sub>2</sub> vozidly s motory norem EURO 1–2. Názorné rozdělení produkce jednotlivými vozidly s normou EURO je v příloze F (Obrázek 16). Zde je patrný vzestupný trend zastoupení vozidel s normou EURO 6 na tvorbě emisí na úkor vozidel s normou EURO 5. (19)

## 2 Kalkulace emisí CO<sub>2</sub>

Ve vyspělých státech světa je problematika emisí CO<sub>2</sub> důležitým společenským tématem. Aby však bylo možné stanovit tuto problematiku, je zapotřebí vyčíslit produkci emisí. Je potřeba stanovit nejen současnou produkci emisí, ale vypočítat i produkci za minulá desetiletí, aby je bylo možné srovnat se současnou situací. Zároveň je zapotřebí vytvořit modelové příklady, jak by mohla vypadat produkce emisí v budoucích letech. Kdyby bylo zapotřebí stanovit okamžitou produkci emisí u jednotek dopravních prostředků, nejednalo by se vcelku o tak velký problém. V těchto případech by mohlo dojít k instalaci měřící jednotky, která by tato data ukládala a bylo by možné s nimi dále pracovat. To pochopitelně není možné aplikovat v realitě u všech dopravních prostředků. Proto se využívá výpočtů pomocí emisních kalkulačků na základě stanovené metodiky.

Centrum dopravního výzkumu (dále jen CDV) se zabývá mnoha projekty, které se týkají emisní problematiky. Na svých webových stránkách nabízejí možnost využití služeb mobilní laboratoře pro měření emisí v reálném provozu. Tyto mobilní laboratoře dokáží měřit koncentraci plyných emisí O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, HC a NO. Výsledky měření jsou velmi důležité, protože odrážejí přesnou skutečnost emisní charakteristiky vozidel. Měření v reálném provozu může stanovit vliv konvenčních a alternativních paliv, aditiv a maziv. Vliv těchto alternativ je zkoumán v laboratorních podmínkách. Ty ovšem neodráží reálný provoz, proto je doplnění výzkumu těchto alternativ reálnými hodnotami z provozu velmi důležitým zdrojem dat. Velmi důležitým vlivem je i jízdní styl řidiče a plynulost dopravy, což se velmi výrazně odráží v emisní charakteristice. Na základě dlouhodobého měření u jednotlivých vozidel je možné dále do emisní charakteristiky zahrnout: vliv součástí vozidla (pneumatiky, převodovky apod.), vliv úprav motoru a programu řídicí jednotky apod. Data z tohoto měření lze porovnávat s výpočty z emisních kalkulaček a stanovit lepší metodiku výpočtu. (20)

Pokud jde o samotné emisní kalkulačky, existuje jich několik a liší se stanovenou metodikou výpočtu. V českém prostředí se pro širokou veřejnost vyskytuje zdarma uhlíková kalkulačka na webových stránkách Hnutí DUHA. Zde se do vstupních parametrů zadává hmotnost nákladu a ujetá vzdálenost dopravním prostředkem (lodí, kamionem, nákladním automobilem či letadlem). Hodnota uhlíkové stopy je stanovena na základě koeficientu, který v červnu 2009 vydalo britské Ministerstvo pro životní prostředí, výživu a venkov. Je zde upozornění, že se jedná pouze o orientační výpočet. Tento kalkulačkový je k získání relevantních dat nepoužitelný, protože neuvažuje o emisní třídě motorů nákladních automobilů, vytíženosti vozidla, konkrétním typu letounu či trakci při železniční přepravě. (21)

Velmi dobře zpracovaným kalkulátorem emisí je na webových stránkách EcoTransIT World. Metodika vychází z EN 16258, kterou ČSN zná pod názvem: „*Metodika pro výpočet a deklaraci spotřeby energie a emisí skleníkových plynů v přepravních službách (přeprava zboží a osob)*.“ Celá metodika v nezkrácené verzi čítá přes sto stran a je průběžně aktualizována, přičemž poslední aktualizace je ze září 2019. Samotné zadávání hodnot je velmi intuitivní a je zde i velmi dobře zpracovaný návod pro použití kalkulátoru. Webová stránka je dostupná v angličtině, němčině a francouzštině. EcoTransIT World je možné využívat zdarma. (22) (23)

V kalkulátoru od EcoTransIT World je možné provést výpočet v tunách nebo v TEU jednotkách. Kromě potřebného počátečního a koncového bodu, je možné zadat průjezdné body. Je umožněno nejrůznějším způsobem kombinovat jednotlivé dopravní módy (nákladní silniční, železniční, letecká a vodní doprava). Body je možné zadávat buď ve formě PSC, UN-/ Locodes, IATA codes, železniční stanice či zeměpisných souřadnic. Každému dopravnímu prostředku je možné v jednotlivých úsecích přiřadit koeficient zatížení v procentech a další parametry, z nichž je dále uveden stručný výpis. U nákladních silničních vozidel je možné zadat hmotnost vozidla, typ pohonu (diesel, cng, lng, lng diesel, bev), emisní třídu (EURO, EPA nebo JP, poté se zvolí konkrétní třída) a faktor prázdné jízdy. U železniční přepravy je třeba zadat hmotnost vlaku, možné je zadat vlastní hodnotu nebo vybrat z předvolené varianty (dle názvu uživatel vybere tu, která je nejbližší jeho požadavku). Dále je zapotřebí zadat, stejně jako u silniční přepravy, faktor prázdné jízdy. U letecké přepravy lze vybrat konkrétní typ letadla ze seznamu, který má čítat více než 280 typů letadel. V lodní přepravě se volí typ lodi a další parametry. Z popsané metodiky je patrné, že kalkulátor má široké možnosti využití a není čistě zaměřen na některé odvětví průmyslu, což ovšem může způsobovat určitou odchylku, která není uvedena. Kalkulátor je velmi vhodný pro srovnávání emisí z přepravy zboží nejen jednotlivými dopravními módy, ale i pro porovnání s kombinovanou přepravou. (22) (23)

Pod záštitou EU vznikl kalkulátor emisí COPERT. Kooperován je Evropskou agenturou pro životní prostředí (EEA). Tento kalkulátor vznikl především pro inventuru silniční dopravy v členských zemích EEA. Není dostupný online. Získat jej lze formou programu, který je třeba nainstalovat do počítače. COPERT je zcela zdarma a může si jej stáhnout kdokoliv. Samotný program umožňuje pracovat s více než 450 typy vozidel, kde jsou zahrnuta vozidla lehká užitková, těžká nákladní vozidla (včetně nákladních automobilů a autobusů) a vozidla kategorie L (mopedy, motocykly, čtyřkolky atd.). Program nabízí mnoho funkcí, avšak není tolik intuitivní jako od EcoTransIT World. Zajímavou funkcí je sledování produkce emisí při jednotlivých rychlostech dopravního prostředku, ovšem to není relevantní pro srovnávání jednotlivých dopravních módů. COPERT neumožňuje výpočet jiných emisí než těch, které

vzniknou ze silničních dopravních prostředků, proto jej není vhodné využívat při potřebě srovnání železniční a silniční dopravy, protože by bylo zapotřebí získat data ze železniční dopravy z jiného kalkulátoru, který by mohl vycházet trochu z jiné metodiky. (24)

Univerzita Pardubice vytváří svůj vlastní kalkulátor pro výpočet vyprodukovaných emisí z dopravy. Dříve byl vytvářen pod názvem KALEMIS, nyní je nazván KALOGEMIS. Jeho specifikem je, že je zaměřen na přepravu v rámci automotive průmyslu. Pomocí KALOGEMIS je možné provádět výpočet pro silniční a železniční dopravu, není možná jejich kombinace a není možné zvolit jiný dopravní mód. Při výpočtu u silniční nákladní dopravy kalkulátor uvažuje mimo jiné i o emisní třídě (EURO 3–6) vozidla, váze vozidla a samozřejmě hmotnosti nákladu. Kvůli výše uvedeným důvodům jej není možné použít v širokém zaměření výpočtu. Na druhou stranu díky jeho přesnému zaměření na konkrétní přepravu by měl být jeho výpočet přesnější než u jiných kalkulátorů, které umožňují všeobecný výpočet bez zaměření na konkrétní odvětví průmyslu. KALOGEMIS není veřejně dostupný.

### 3 Zelená dohoda pro Evropu

Evropa vnímá změnu klimatu a snaží se přijímat opatření, která by zmírnila nebo zastavila dopady na životní prostředí. Pro dosažení nejvyšší efektivity bylo zapotřebí přijmout v Evropě jednotný postoj, jak docílit snížení emisí. Proto byla EK 11. 12. 2019 představena Zelená dohoda pro Evropu. Tato dohoda se dotýká všech sfér hospodářství. Konkrétně se týká životního prostředí a oceánů, energetiky, dopravy, zemědělství, financování regionálního rozvoje, průmyslu, výzkumu a inovace. Důraz je kladen i na začlenění všech regionů bez výjimek. V následujících částech jsou rozebrány nejdůležitější body z této dohody. (25)

Zelená dohoda pro Evropu (anglicky European Green Deal) (dále jen Zelená dohoda) je politická dohoda o vytvoření celosvětově prvního klimaticky neutrálního kontinentu do roku 2050, čehož by se mělo dosáhnout postupnými kroky v jednotlivých sférách hospodářství, které byly vyjmenovány v kapitole 3 v prvním odstavci. Na dopravu je kladen velký důraz vzhledem k tomu, že na ni připadá čtvrtina skleníkových plynů vyprodukovaných v EU. Klimatické neutrality je možno dosáhnout za podmínky snížení emisí z dopravy do roku 2050 o 90 % za předpokladu, že nebude vynechán žádný dopravní mód. Zelená dohoda udává: „*Dosažení udržitelné dopravy znamená upřednostnit uživatele a nabídnout jim cenově dostupnější, dosažitelnější, zdravější a čistší alternativy k dopravním prostředkům, na které jsou v současnosti zvyklí.*“ Tato věta je podstatná, protože to znamená velký potenciál pro osobní dopravce. Znamená to, že by Evropa měla klást větší důraz na hromadnou dopravu, větší frekvenci spojů a cenovou dostupnost pro širokou vrstvu obyvatelstva. (26)

Dále Zelená dohoda zmiňuje: „*Multimodální doprava potřebuje silné oživení, které zvýší účinnost dopravního systému.*“ Mělo by dojít k přesunu 75 % nákladní přepravy ze silniční sítě na železnici nebo vodní cesty, které se jeví z hlediska ekologie udržitelnými dopravními módy. K přesunu takto podstatné části nákladní přepravy se bude vyžadovat navýšení kapacity železnic a vnitrozemských vodních cest. Především v ČR se dlouhodobě upozorňuje na přetížení koridorových tratí, kde je kapacita na hranici svých možností. Komise rovněž zmiňuje podporu multimodální nákladní přepravy na železnici, na vodě, včetně pobřežní námořní dopravy. Pokud jde o letecký průmysl, mělo by dojít k vytvoření jednotného evropského nebe, aby došlo ke snížení emisí z letecké dopravy až o 10 %. Europoslanci mluví o produkci CO<sub>2</sub> z důvodu zpožděním letů a delších letových tras. Někteří dopravci využívají delší letové trasy, aby se vyhnuly vyšším poplatkům z řízení letového provozu. Vytvořením jednotného evropského nebe by mělo dojít ke zkrácení letových tras. (26) (27)

Pokud se jedná o finanční stránku směřování dle této dohody, měla by cena dopravy odrážet její dopad na životní prostředí a zdraví. V dnešní době je (ve většině případů) při cestování na větší vzdálenosti výhodnější, cenově i časově, přeprava letecká nežli železniční. Například letenka z Prahy do Říma je na stránkách Eurowings inzerována cenově od 999 Kč (vyhledáno v listopadu 2021 na březen 2022, kdy cenově rozpětí je okolo 1000–1500 Kč), oproti tomu na stránkách Českých drah stojí jízdenka z Prahy do Říma v prosinci 2021 2460 Kč, ale na jiný den v prosinci 2021 může částka dosáhnout i 3259 Kč (vyhledáno v listopadu 2021). Letadlo se je schopné dostat do Říma z pražského letiště během dvou hodin, ale vlakem je cestovní doba podstatně delší, pohybuje se od 15 hodin (cesta během dne) do 21 hodin (cesta s využitím nočních vlaků s možností lehátkového/lůžkového příplatku). Na tomto příkladu je patrné, že je nutné odrazit ekologický dopad a především zefektivnit ekologičtější dopravní módy. Komise dále uvádí, že je třeba ukončit poskytování dotací na fosilní paliva a zaměřit se na osvobození od daní. (26) (28) (29)

Pro snížení emisí z dopravy je zapotřebí nejen využívat ekologičtější dopravní módy, ale podpořit ekologičtější vozidla. Proto je zapotřebí urychlit výrobu a zavádění udržitelných alternativních paliv. Do roku 2025 by mělo být 13 milionů vozidel s nulovými a nízkými emisemi, proto bude zapotřebí do tohoto roku vybudovat přibližně milion dobíjecích a plnicích stanic. Tyto stanice je zapotřebí umísťovat v méně obydlených oblastech a v místech potřeby dálkové dopravy. (26)

Města se potýkají čím dál více s problémem znečištění ovzduší způsobené dopravními prostředky, proto je zapotřebí radikálně snížit emise právě ve městech. Vzhledem k tomu, že nejvíce emisí z dopravy ve městech tvoří spalovací motory, mělo by dojít ke zpřísnění norem emisí látek, které tyto motory budou moci produkovat. Od roku 2025 by měl probíhat postupný přechod osobních automobilů a dodávek na vozidla s nulovými emisemi. Jako doplněk má být zvaženo uplatnění systému evropského obchodování s emisemi i na silniční dopravu. Dojde dále k řešení zaměřenému na znečišťující látky, které generují letouny a provoz letiště. (26)

V následujících třech podkapitolách 3.1, 3.2 a 4.3 je zmíněn Evropský rok železnice, který měl přispět k osvětě v oblasti železniční dopravy, stručný výpis ze strategie EU z roku 2020 a konkrétní realizační kroky Zelené dohody, které byly zveřejněny v červenci roku 2021.

### **3.1 Evropský rok železnice**

Rok 2021 byl vyhlášen Evropským rokem železnice, kdy byla snaha osvětlit Evropanům udržitelnost a bezpečnost železniční dopravy. Proto Evropou projel od 2. září do 7. října 2021 vlak s názvem *Connecting Europe Express*, který vyjel z Lisabonu a skončil v Paříži. Celkem

tento vlak projel 26 zemí Evropy, urazil tím vzdálenost 20 000 km a měl více než 100 zastavení. Součástí vlaku byla vozidla třech různých rozchodů, které se v Evropě využívají, čímž se poukazovalo na sníženou interoperabilitu vozidel do některých částí Evropy. (30)

Snahou EK je poukázat, že železnice je pro všechny a její přínos spočívá nejen v osobní dopravě, ale i nákladní dopravě, kdy mohou nákladní dopravci přesunout své výkony ze silnice na železnici, čímž sníží svou uhlíkovou stopu. Na stránkách EK je uvedeno, že provozní délka železničních tratí v EU je 201 tisíc km (údaj z roku 2020). (30)

Dalším argumentem ve prospěch železnice je uváděn ekologický a udržitelný charakter. Díky elektrifikaci velké části železniční sítě jsou emise CO<sub>2</sub> mnohem nižší, pokud jsou srovnány se srovnatelným objemem dopravy uskutečněných po silnici nebo letecky. Z celkových emisí skleníkových plynů z dopravy v EU tvoří železnice pouhých 0,4 %. Doprava se v EU podílí 25 % na produkci skleníkových plynů, železnice tedy tvoří 0,1 % celkových emisí v EU. Na silniční dopravu připadá 71,8 % emisí skleníkových plynů. (30)

Bezpečnost je další kladné pozitivum železnice, která je po letecké dopravě druhou nejbezpečnější dopravou v EU. Na obrázku 4 je uvedena statistika bezpečnosti vybraných dopravních prostředků v rámci EU. (30)



Obrázek 4 Bezpečnost železnice v EU

Zdroj: (30)

Cílem EK je vybudovat moderní multimodální integrovaný systém, který pomůže čelit výzvám udržitelnosti. Proto je poukazováno na zajištění dobře fungující infrastruktury, efektivitu přepravy a bezpečnost. Z toho důvodu se EK snaží aplikovat politiku Trans-European Transport Network, v češtině Transevropská dopravní síť neboli TEN-T. Cílem není pouze zajištění konkurenceschopnosti, ale i pomoc dostupnosti a posílení hospodářské, sociální a územní soudržnosti. Důležitým aspektem jsou požadavky na ochranu životního prostředí. (30)



### 3.2 Strategie pro udržitelnou a inteligentní mobilitu

EK vydala 9. 12. 2020 sdělení, které nese název *Strategie pro udržitelnou a inteligentní mobilitu – nasměrování evropské dopravy do budoucnosti*. Tento dokument je navázaný na Zelenou dohodu a přináší konkrétní požadavky, jakým směrem by se měla vyvíjet politika ochrany klimatu k roku 2030 s ohledem na budoucí vývoj do roku 2050. Vydání této strategie rozšiřuje požadavky Zelené dohody a přináší konkrétnější požadavky v oblasti dopravy. (31)

Vydání tohoto dokumentu je zásadní, protože odráží vliv pandemie COVID-19, která zasáhla celou společnost nejen po stránce zdravotnictví, ale i po stránce mobility. Během pandemie byla ovlivněna mobilita nejen osob, ale i zboží, kdy byly uzavřeny hranice mezi státy. (31)

Stejně jako Zelená dohoda, tak i tato strategie, potvrzuje snižování emisí skleníkových plynů o nejméně 55 % do roku 2030 a dosažení klimatické neutrality do roku 2050, čehož je zapotřebí dosáhnout podnikáním kroků v nejbližších letech. Strategický význam má pro EU snižování regionálních rozdílů, což EK dlouhodobě podporuje nejruznějšími dotačními programy. Propojení jednotlivých regionů umožní dostupná vysokorychlostní železniční síť, hustá infrastruktura pro dobíjení a doplňování paliv s nulovými emisemi. Aby byla celá tato síť efektivně využívána, počítá se s vysokým důrazem na digitalizaci. (31)

Jsou udávány tři zásadní roky, které v budoucnosti představí milníky v plnění cílů klimatické neutrality (roky 2030, 2035 a 2050). Do roku 2030 by mělo být v EU v provozu nejméně 30 milionů vozidel s nulovými emisemi, měla by být zdvojnásobena vysokorychlostní železniční doprava, hromadná doprava do 500 km v rámci EU uhlíkově neutrální a měly by být připraveny na trh lodě s nulovými emisemi. Dalším rokem je rok 2035, kdy mají být připravena na trh letadla s nulovými emisemi. K roku 2050 by měly být téměř všechna silniční vozidla bez emisí, železniční doprava by měla být dvojnásobná, vysokorychlostní železniční doprava zdvojnásobena oproti roku 2030 a v provozu by měla být multimodální síť TEN-T s vysokorychlostním spojením. Důležitým stanoviskem je, že jsou všechny dopravní módy nepostradatelné, ale musí být udržitelnější. V desetiletích, která povedou ke klimatické neutralitě, bude mít zásadní problém letecká a vodní doprava, protože se bude potýkat s vysokými investičními náklady nejen v oblasti modernizace letadel a plavidel, ale i s náklady na vytvoření vhodné infrastruktury pro nové typy pohonu (tanková zařízení). (31)

V EU jsou zavedeny emisní normy spalovacích motorů, které mají v nynější době šest stupňů, ale v roce 2025 by měla být uvedena emisní norma EURO 7, která má zajistit na evropském trhu výrobu vozidel pouze s nízkými emisemi, které umožní udržitelný vývoj

v budoucnosti. Není myšleno pouze na spalovací motory, ale i na bateriová vozidla. Samotné baterie sebou nesou svou výrobou určitou uhlíkovou stopu, proto mají být tyto baterie v EU udržitelné a bezpečné po celou dobu svého životního cyklu. Další nezbytnou součástí silničních vozidel jsou pneumatiky, které způsobují hluk a vytvářejí mikroplasty. Proto mají být podporovány vysoce výkonné pneumatiky, které sníží hluk i emise. Emise nemají být u vozidel snižovány pouze po dobu jejich životnosti, ale má dojít ke snížení emisí při jejich výrobě a při ukončení životnosti při jejich demontáži. (31)

Celosvětová pandemie COVID-19 přinesla celou řadu problémů, která musela být ve světě řešena. Několik měsíců například byla odstavena letadla na evropských letištích, protože nebyla poptávka po leteckých službách, což bezesporu ušetřilo produkci emisí z letecké dopravy. V následujících letech se předpokládá opět návrat do hodnot před pandemií, ale vytváří to určitý prostor pro urychlení řešení emisní problematiky. Na závěr tato strategie uvádí, že by překonání krize vyvolané pandemií COVID-19 mělo být využito k plnění Zelené dohody, měla by napomoci k modernizaci celého dopravního systému a urychlení dekarbonizace. (31)

### **3.3 Realizace Zelené dohody pro Evropu**

K červenci roku 2021 bylo vydáno několik dokumentů týkajících se konkrétní realizace Zelené dohody pro Evropu, ze kterých byly vytvořeny konkrétní cíle. Z předních výstupů je zřejmé, že do roku 2030 klesnou čisté emise skleníkových plynů nejméně o 55 % oproti roku 1990. K 14. 7. 2021 byly předloženy návrhy dosažení a plnění cílů Zelené dohody. Z toho nejdůležitější pro dopravu jsou: 1) Obchodování s emisemi ze silniční dopravy a budov, 2) Nařízení o infrastruktuře pro alternativní paliva, 3) Normy emisí CO<sub>2</sub> pro osobní automobily a dodávky, 4) Iniciativa pro námořní paliva FuelEU, 5) Iniciativa pro letecká paliva ReFuelEU. (32)

Cílem k roku 2050 je snížit emise o 90 % oproti roku 1990. Tato redukce se silniční dopravy dotkne rozšířením systému ETS (systém emisních povolenek) od roku 2026, mají být podpořeny investice do čisté mobility. Pro leteckou dopravu je plánováno omezení počtu povolenek pro lety uvnitř EU a do roku 2026 je plánované úplné zrušení bezplatných povolenek. Systém ETS má být kromě silniční dopravy rozšířen i na námořní dopravu, a to od roku 2023. Zaměřeno má být na velké lodě (o hrubé tonáži vyšší než 5000), které odpovídají za 90 % emisí CO<sub>2</sub>. (33)

Velmi důležitým výstupem jsou cíle v normách nových osobních automobilů a dodávek pro snížení emisí CO<sub>2</sub>. U dodávkových vozidel bude nutné do roku 2025 snížit emise o 15 %, od roku 2030 o 50 % a od roku 2035 již bude požadováno 100 % snížení emisí CO<sub>2</sub>. Aby bylo

možné požadovat takto striktní normy, tak byl vytvořen vnitrostátní cíl, do roku 2050 vybudovat 16,3 milionu vnitrostátních dobíjecích a vodíkových čerpacích stanic, které budou v pevně stanovených vzdálenostech podél hlavních dopravních koridorů v Evropě. Pro vodíkové čerpací stanice je do roku 2030 stanovena vzdálenost 150 km podél hlavních sítí TEN-T a v každém městském uzlu by měla být k dispozici jedna plnicí stanice. U dobíjecích stanic jsou vzdálenosti odvozené od dobíjecího výkonu, kdy mají tyto nabíjecí stanice být ve vzdálenosti 60–100 km podél sítí TEN-T. (33)

O vodíku se jako o palivu budoucnosti mluví již od minulého tisíciletí, ale v posledních letech se jeho potenciál začíná využívat. Svědčí o tom například vlakové jednotky na vodíkový pohon. V červenci 2021 vydala EK jasnější stanoviska pro postavení vodíku v rámci Zelené dohody. Vodík slouží jako nosič energie, který bude vyráběn z obnovitelných zdrojů. Posloužit má především v odvětvích, kde je snižování emisí obtížné, uvádí se především průmysl a doprava. Do roku 2030 by mělo dojít k výraznému navýšení výroby vodíku z obnovitelných zdrojů (obnovitelný vodík z elektrolyzérů s výkonem 40 GW, 10 milionů tun obnovitelného vodíku vyrobeného v EU). Poslouží ke snižování emisí zejména u těžkých vozidel. (34)

## 4 Prostředí pro udržitelný rozvoj dopravy v České republice

Pro správné směřování rozvoje a údržby dopravní infrastruktury, což podmiňuje udržitelný rozvoj, je zapotřebí stanovit jasnou vizi, koncepci nejen v blízkých letech. Proto je vydáváno vcelku velké množství dokumentů, které si nechává vypracovat zpravidla MDČR, poté je předkládá vládě ČR, která je schvaluje. Mezi takové dokumenty se řadí *Koncepce nákladní dopravy pro období 2017–2023 s výhledem do roku 2030* a *Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050*.

### 4.1 Koncepce nákladní dopravy pro období 2017–2023 s výhledem do roku 2030

MDČR si nechalo zpracovat koncepci, jakým směrem se bude ubírat nákladní doprava, kterou nazvalo „Koncepce nákladní dopravy pro období 2017–2023 s výhledem do roku 2030“ (dále jen Koncepce nákladní dopravy). Dokument byl vládou schválen 25. 1. 2017 a do 25. 1. 2025 má být tato koncepce vyhodnocena. (35)

Hlavní část dokumentu tvoří analýza nákladní dopravy k roku 2017, kdy byl tento dokument schválen, další část tvoří závěrečné doporučení. Shrnutí je v následujících odstavcích. (35)

Doprava podporuje ekonomický rozvoj země, ale je zapotřebí brát ohled na environmentální dopady. Z tohoto důvodu je třeba převést 30 % silniční nákladní dopravy nad 300 km ze silnice na železnici. Tento údaj je převzat z Bílé knihy o dopravě. Efektivní vzdálenost pro přepravu po železnici je 600 km, ale souborem změn by tato vzdálenost měla klesnout pod 300 km. Železniční síť bude tuto změnu schopna pojmout v případě dobré infrastruktury. ČR je zapojena do sítě RFC koridorů, těch je 11 a ČR je ve 4 z nich. (35)

Železniční tranzitní koridory v ČR jsou sice z velké části dokončeny, ale chybí k nim dostatečné alternativní varianty. Z Chocně se do Prahy dá dostat po I. tranzitním koridoru, který je dlouhodobě přetížený, proto je plánována modernizace trati Choceň–Hradec Králové, kde dojde na navýšení traťové rychlosti až na 120 km/h, a dále Hradec Králové–Velký Osek, kde je plánována rychlost až 160 km/h. Tím dojde nejen k vytvoření alternativní trasy z Chocně do Prahy přes Hradec Králové, ale zároveň k vytvoření podmínek pro elektrifikaci tratí do Turnova a Trutnova. (35)

V důsledku přetížení koridorů není tolerována pomalá rychlost nákladních vlaků, která způsobuje pomalejší průjezd příslušným traťovým úsekem. Z tohoto důvodu došlo k navýšení požadavku na měrný výkon hnacích vozidel z tradičních hodnota 1 kW/t na 3 kW/t. (35)

S energetickou náročností souvisí i trakční soustava. V ČR se nachází čtyři systémy trakčních soustav. Dominuje stejnosměrná trakční soustava 3 kV a střídavá trakční soustava 25 kV/50 Hz. Dle provedených studií je sjednocení napájecí soustavy na 25 kv/50 Hz ekonomicky přínosné. Hlavními výhodami je nižší přenosová ztráta energie z napájecí stanice k vozidlu, nižší ztráta při zpětném přenosu rekuperované energie a vyšší úspěšnost rekuperačního brzdění, což dle výstupu studie vytváří cca 20% úsporu. Touto napájecí soustavou dojde ke zjednodušení elektrifikace dalších tratí, neboť postačí jedna napájecí stanice na 400 km. Tyto napájecí stanice by měly vzniknout například v České Lípě, Liberci, Trutnově a Náchodě. (35)

Železniční dopravní síť je společná pro nákladní tak i osobní dopravu. Protěžována je osobní doprava, čímž dochází ke zhoršenému průjezdu nákladních vlaků. Zvýhodněné jsou krátké a lehké vlaky, ale mělo by docházet spíše k podpoře dlouhých vlaků, jejichž délka může dosahovat až 740 m. Podpora by měla směřovat i k zajištění kvalitních tras pro nákladní expresy (NEX). Koncepce nákladní dopravy stanovuje, že při mimořádnostech/výlukách by měl být kladen důraz na co nejplynulejší průjezd nákladních vlaků i za cenu nahrazení osobních vlaků autobusy, čímž sice dojde ke zhoršení pohodlí cestujících, ale plynulejšímu průjezdu nákladních vlaků. S tím souvisí i provádění výluk, které by měly být co nejefektivněji využity, tzn. mělo by být provedeno co nejvíce prací, a nemělo by docházet k souběhu výluk. Pokud možno by měla na dvoukolejných tratích zůstat průjezdná alespoň jedna kolej. (35)

Zatímco železniční síti jsou vytýkány nedostatky v elektrifikaci a technickém stavu některých tratí, silniční dopravní síti jsou vytýkány především nedostavěné dálnice D0, D35, D3, D7, či některých silnice I. třídy. (35)

Pro přesun nákladní dopravy na železnice jsou tedy vytvářeny podmínky, ale je důležité zvolení vhodného způsobu přepravy po železnici. Velice efektivní je využití kombinované přepravy. Ta je schopna nahradit jednotlivé vozové zásilky, které z českého prostředí mizí v důsledku jejich neefektivnosti a nákladnosti. Kombinovanou přepravu je zapotřebí podporovat nejen z důvodů snižování přímých emisí, ale i snížení zatížení hlavních silničních tahů. K rozvoji kombinované přepravy jsou zapotřebí vhodné přepravní jednotky, jejichž pořízení by měl stát podporovat. Pro její rozvoj jsou samozřejmě zapotřebí i vhodné terminály/překladiště. V ČR by mělo dojít k podpoře budování tzv. neutrálních dopravních terminálů, které nebudou diskriminovat některé dopravce v jejich využití a budou dodržovat stanovené podmínky využití těchto terminálů. V případě převisu kapacity nad poptávkou má dojít ke krácení požadavků všem uživatelům rovnoměrným způsobem. (35)

## 4.2 Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050

Pro udržitelný rozvoj dopravy je zapotřebí vypracovávat analýzy, jak směřovat dopravní infrastrukturu nejen v nejbližších letech. Proto byl v lednu 2020 vydán dokument „Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050“. (36)

Dokument zahrnuje analýzu demografického vývoje celé ČR, kdy se uvažuje nárůst počtu obyvatel až na 12 mil. v roce 2050. Expanze obyvatel je uvažována v Praze a jejím okolí. Naopak k degeneraci má docházet v Moravskoslezském kraji. Právě hustota obyvatel v jednotlivých částech země bude vyžadovat kvalitní dopravní spojení, které zapříčiní ochotu obyvatel dojíždět i z delších vzdáleností, než byli zvyklí následkem snížení cestovní doby. Například VRT mezi Prahou a Brnem má přepravovat 9 000 cestujících denně. (36)

Nová dopravní infrastruktura umožní v jejich okolí rozvoj bydlení a podnikání. V dnešní době je například špatné železniční napojení v Libereckém kraji, který nemá žádnou dvoukolejnou trať a ani žádnou elektrifikovanou. (36)

V současné době jsou rozestavěné úseky silnic, dálnic a další projekty jsou v plánu. Ty jsou v dokumentu rozepsány včetně plánovaného data zahájení stavby a zprovoznění. Mezi hlavní nedostatky patří nedostavěná dálnice D0, propojení Čech a Moravy dálnicí D35, propojení jižních Čech s Prahou dálnicí D3, spojení západních Čech s Prahou dálnicí D6 a D7 nebo zlepšení propojení ČR se sousedními státy. (36)

Dálnice D11 se má napojovat na polskou dálnici S3 a dálnice D43 na A8. Zlepšit propojení se Slovenskem má dálnice D49, která se napojí na slovenskou R6, dále dálnice D56 na slovenskou D3 pomocí D48. S Rakouskem dojde ke spojení dálnicí D3, která se napojí na S10 u Dolního Dvořiště. Dále u Mikulova dojde k napojení D52 s A5. S německou sítí se ČR propojí pomocí dálnice D6 a A93, ke zlepšení parametrů má dojít na silnici I/26 navazující na B20. Ke zlepšení parametrů má dojít i na silnici I/4 mezi Strakonícemi a Strážným. (36)

Železniční síť se promění dokončením koridorů a elektrifikací hlavních tras. Snížit ztráty pomůže konverze trakční soustavy ze stejnosměrné na střídavou 25 kV. Celou Evropu má propojit síť vysokorychlostních tratí, které na střední vzdálenosti (cca 500 km) nahradí leteckou dopravu. (36)

## 5 Návrh podpory železniční nákladní dopravy pro snížení emisí CO<sub>2</sub> z dopravy

Železnice je z mnoha ohledů ekologickým řešením přepravy nákladu. Demonstrace přínosu přepravy po železnici je nejlépe patrná při porovnání silniční a železniční přepravy z hlediska množství přepraveného nákladu. Jeden nákladní vlak přináší úsporu i několika desítek silničních nákladních vozidel. Právě úspora silničních vozidel může přispět ke snížení emisí CO<sub>2</sub>, ale i dalšího negativního vlivu na životní prostředí. Proto je vhodné porovnávat produkci emisí CO<sub>2</sub> na železnici s ekvivalentem, kolik silničních nákladních vozidel nahrazuje vlak, který přepravuje dané množství nákladu.

Na produkci emisí silničních vozidel z pohonných hmot má vliv mnoho faktorů, například mezi fyzikální faktory patří odporové síly, které musí vozidlo překonávat. U silničního vozidla se zásadně projevuje i styl jízdy řidiče. Stejně vozidlo na stejné trase za podobných podmínek může vykazovat různou spotřebu s různými řidiči. Samozřejmě i u železničních vozidel se na spotřebu elektrické energie i pohonných hmot projevuje lidský faktor. Lidský faktor je možná na železnici eliminovat zaváděním poloautonomního nebo autonomního řízení drážního vozidla, kdy počítač může vypočítat nejúspornější režim jízdy.

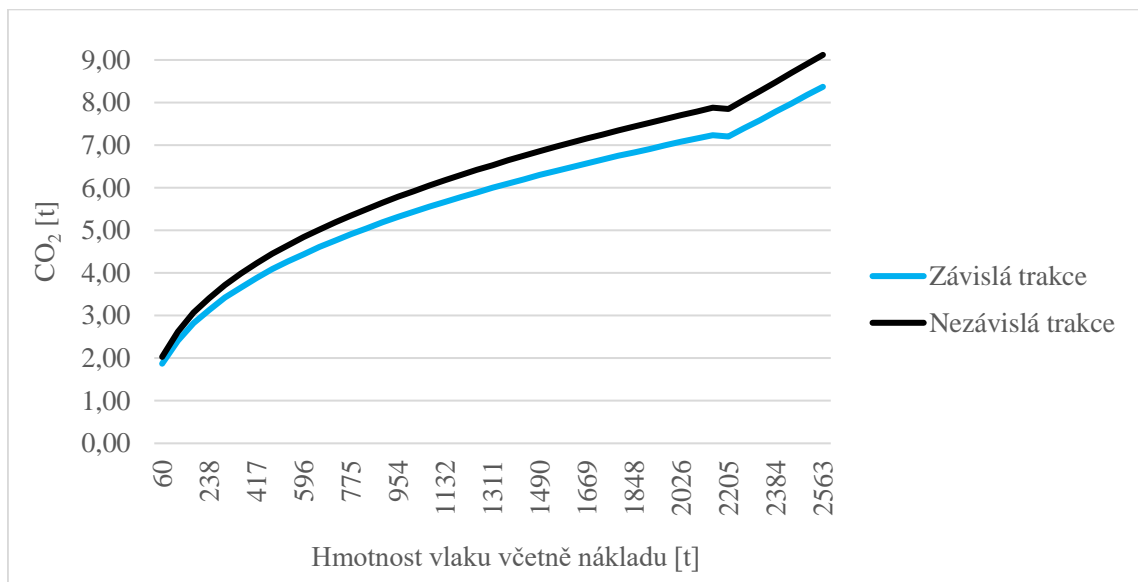
Tato kapitola tedy zahrnuje nejen výpočet pomocí emisního kalkulátoru, ale i výpočet na základě dat z praxe. Na základě těchto dat je možné stanovit potenciál železnice v nákladní dopravě a návrh, jak ji efektivně podpořit.

### 5.1 Kalogemis a EcoTransIt

Při úvaze, kdy silniční nákladní vozidlo přepravuje určitý náklad na určité vzdálenosti a produkce emisí dalších silničních nákladních vozidel bude stejná, dochází k růstu emisí s každým dalším silničním vozidlem o stejnou hodnotu, což se v grafu projevuje lineárním růstem. Naproti tomu přidávání železničních vozů do sestavy vlaku nezpůsobuje lineární nárůst emisí. K nejvyšší spotřebě elektrické energie a pohonných hmot hnacím vozidlem dochází při zrychlování vlaku, kdy tato spotřeba je nejvýraznější při rozjezdu z nulové rychlosti. Proto ani emisní křivka vlaku není lineární.

Kalkulátor logistických emisí (KALOGEMIS), který vyvinula Dopravní fakulta Jana Pernera, sice umožňuje výpočet, kdy se navyšuje počet vozů, ale po zadání několika hodnot je zřejmé, že jeho metodika výpočtu je velmi zjednodušená. Růst emisí je lineární, což je patrné z grafu v příloze G. Tímto způsobem, ale funguje i řada dalších kalkulátorů.

Daleko komplexnější je kalkulátor od EcoTransIt, všechny hodnoty, které lze zadat pro výpočet, byly zmíněny ve druhé kapitole. Ten je vhodný právě pro teoretický výpočet emisí, kdy při přidávání vozů do sestavy vlaku nedochází k lineárnímu růstu emisí. Avšak při hodnotách okolo hmotnosti 2200 t (hmotnost vlaku a nákladu) se výpočet chová nestandartně. Pokud jsou data pro výpočet zadány dle metodiky, tedy hmotnost vozu 23 t, užitečná hmotnost je 61 t a zvolený load factor je 60 %, čímž je stanovena hmotnost nákladu 36,6 t na vůz, dojde k nestandartnímu výpočtu v hmotnosti 2205 t. Postup, které hodnoty byly zadány pro výpočet, včetně výsledků je v příloze H. Grafické znázornění je na obrázku 5 níže. Ať pro vlak s HV závislé, tak i nezávislé trakce dochází k postupnému růstu emisí CO<sub>2</sub>, který není lineární, kdy každý přidáný vůz přidá nižší hodnotu emisí než předchozí, což platí až do hmotnosti 2086 t. Pro demonstraci růstu emisí je tento kalkulátor použitelný, avšak s omezujícím kritériem hmotnosti vlaku.



Obrázek 5 Růst emisí CO<sub>2</sub> vypočítaný kalkulátorem EcoTransIt dle metodiky pro závislou trakci

Zdroj: autor

Při provádění výpočtů pomocí emisního kalkulátoru EcoTransIt došlo k dalšímu zjištění jeho fungování. Emisní standart, který lze měnit u elektrické i dieslové trakce, nemá vliv na výpočet emisí. Nezáleží tedy, jestli je zvolen standart EU UIC 1 nebo EU UIC 2, výsledek je stejný. Stejně tak při zadávání hodnot pro přepravu po silnici byl měněn emisní standart silničního nákladního vozidla, opět bez vlivu na výsledek, bez ohledu na zadání emisního standartu EURO 5 nebo EURO 1. Přesto je kalkulátor použitelný a jeho využití má stále smysl, protože umožňuje výpočet nákladního vlaku i silničního vozidla (má vypracovanou metodiku



zaštitěnou jednou společností). Kombinovat více kalkulátorů by nemělo smysl, protože by každý výpočet byl proveden pod jinou metodikou. Jejich srovnání by bylo zavádějící.

Velký potenciál má kombinovaná přeprava, která může nejen pomoci přenést nákladní přepravu ze silnice na železnici, ale může napomoci ke snižování emisí z dopravy. Proto byl pro výpočet využit modelový vlak sestavený právě z kontejnerových vozů řady Sgnss 60', které umožňují přepravu tří dvacetistopých kontejnerů. Vůz má délku 19,64 m a hmotnost 19,2 t. Ložná hmotnost vozu je 70,8 t. Hnací vozidlo nemá na výpočet vliv, přesto pro výpočet délky vlaku bylo zvoleno vozidlo Siemens Vectron, který má délku 18,98 m. V tabulce 2 jsou hmotnostní data ke kontejnerům. (37)

Tabulka 2 Hmotnosti kontejnerů

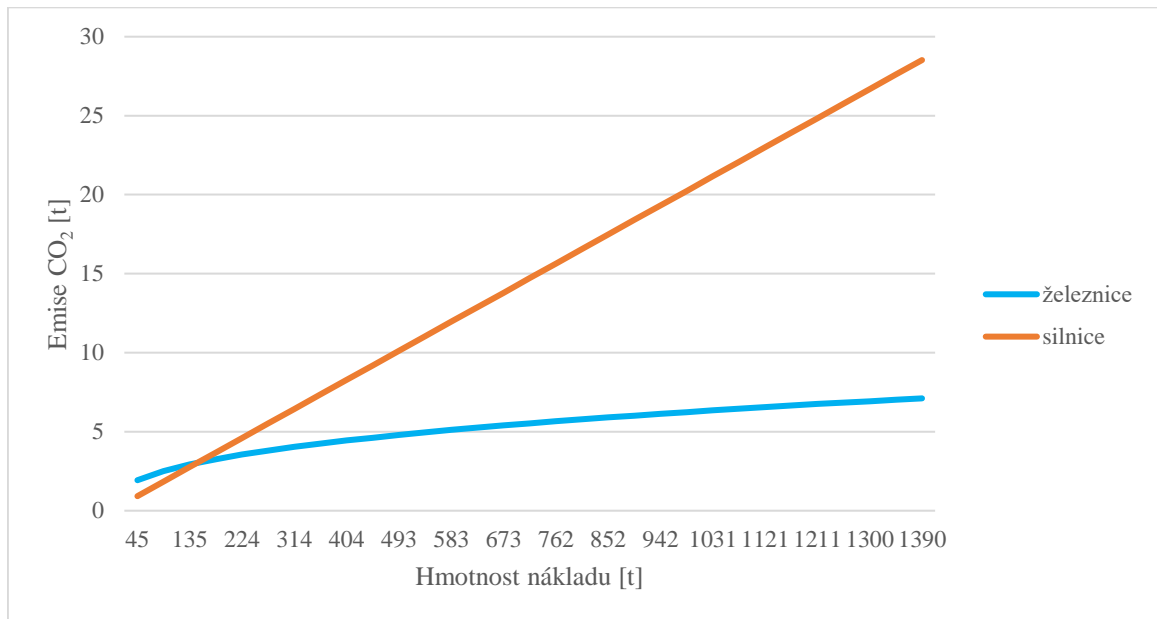
Typ kontejneru	Váha [kg]		
	Celková	Kontejner	Max. ložná
20"	24000	2250	21750
40"	30480	3780	26700

Zdroj: (40)

Pokud se ložná hmotnost vozu vydělí třemi (počet kontejnerů ve vlaku), získá se hodnota 23,6 t na jeden kontejner. Při využití 70 % ložné hmotnosti kontejneru je hmotnost nákladu 14,95 t, což odpovídá těžšímu nákladu, ale není to nereálná hodnota. Na jeden železniční vůz by tedy bylo loženo 45 t nákladu. Pokud by byl náklad takovéto hmotnosti přepravován po silnici za využití nákladních vozidel s nejvyšší přípustnou hmotností dle legislativy, což je 40 t včetně nákladu, musely by být využity nejméně dvě nákladní vozidla. Při této úvaze by bylo do jednoho vozidla loženo 22,4 t. Vozidlo by bylo vytíženo z 86,2 %. Nutno podotknout, že vytížení všech vozidel 86,2 % by bylo velmi úspěšné. S větší pravděpodobností by ale muselo být využito více vozidel už jen s ohledem, že by všechna vozidla nepotřebovala jet ve stejné relaci, ale pro srovnání je uvažována stejná relace. Pro výpočet bylo uvažováno využití dvou vozidel jako ekvivalent jednoho železničního vozu se třemi dvacetistopými kontejnery.

Pro výpočet byla opět zvolena relace Lovosice – Paskov. Výpočet byl proveden pro 1 až 32 železničních vozů. Délka hnacího vozidla je uvažována 18,98 m a délka železničního vozu Sgnss 60 19,64 m. Se započtením hnacího vozidla to představuje délku od 38,62 m do 627,82 m. To odpovídá dnešní standartní délce dlouhého vlaku, což je 620 m. Kompletní výpočet je uveden v tabulce v příloze I. V grafu na obrázku 6 je srovnání růstu emisí při přepravě po železnici a po silnici. Právě na tomto znázornění je zřejmé, že pokud by šlo o přepravu nákladu do hmotnosti 135 t na této relaci, je silniční přeprava ekologičtější nebo

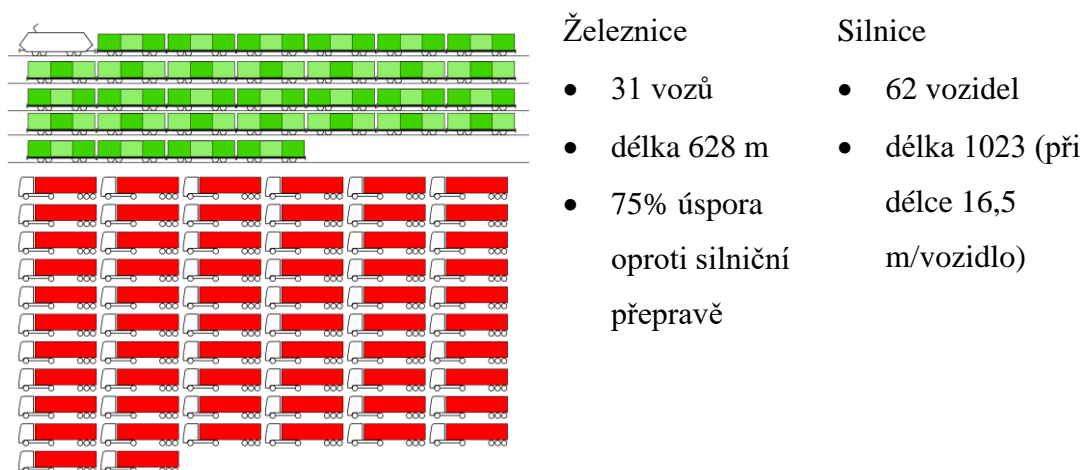
stejně ekologická jako přeprava po železnici. Pokud by však nebyl ekvivalentem jednoho železničního vozu dvě silniční nákladní vozidla, ale byla by ekvivalentem tří vozidla, došlo by k posunutí bodu protnutí křivek ve prospěch železnice.



Obrázek 6 Srovnání přepravy po železnici a silnici

Zdroj: autor

Při hmotnosti nákladu 1 390 t by vlak vyprodukoval 7,11 t CO<sub>2</sub>, oproti tomu by silniční vozidla vyprodukovala 27,6 t. Vlakové emise v tomto případě ušetří 75 % emisí oproti silničním vozidlům. Na obrázku 7 je znázornění, kolik silničních vozidel by muselo být, aby zastoupili vlak v množství přepraveného nákladu.



Obrázek 7 Srovnání železniční a silniční přepravy

Zdroj: autor

## 5.2 Porovnání silniční a železniční přepravy na základě dat z provozu

Emisní kalkulátory mají zjednodušený způsob výpočtu emisí. Vytvořit metodiku, která by byla platná pro celý stát, kontinent nebo dokonce svět je dost velká problematika. Reálné emise jsou tedy odlišné oproti těm získaným z kalkulátorů. Potenciál jednotlivých dopravních módů je tím velmi zkreslený, protože se liší jejich emise v jednotlivých relacích. Na jedné relaci může být potenciál železnice daleko vyšší než na jiné. Příkladem by mohla být relace, která prochází členitým (hornatým) terénem. Železniční trať má vyšší nároky na sklon trati, který je mírnější než na silnicích. Železnice do vyšší nadmořské výšky stoupá tak, aby nedocházelo k opakované ztrátě a zisku nadmořské výšky. Silnice mají vyšší sklony, často dochází ke stoupání a klesání. Pro dálniční síť jsou sklony redukovány, přesto mohou mít vyšší hodnoty než železnice. Právě u horských tratí lze předpokládat vyšší potenciál železnice, která uspoří energii díky udržování nadmořské výšky, oproti silnici. Naproti tomu porovnání emisí v rovinnatém terénu může být silniční i železniční mód více vyrovnaný, v závislosti na dalších parametrech jako je například vzdálenost nebo hmotnost nákladu a vozidla/soupravy.

Porovnat emise železniční a silniční přepravy lze po získání vhodných dat z reálného provozu od železničního a silničního dopravce. Pro silniční přepravu jsou uvažována vozidla s dieselovým motorem a pro železniční přepravu jsou uvažována hnací vozidla s dieselovým motorem (nezávislá trakce) i elektrickým pohonem (závislá trakce).

Dieselové motory spalují naftu, která produkuje emise CO<sub>2</sub>. Hodnotu těchto emisí lze přepočítat, pokud je známá spotřeba pohonných hmot. Tato hodnota je vázána pouze na produkci z pohonných hmot, nikoliv ještě například z olejů. Pro výpočet postačí znalost, že:

- 1 litr nafty váží 835 gramů,
- nafta se skládá z 86,2 % uhlíku, což je 720 gramů na litr nafty,
- pro spálení uhlíku z litru nafty je třeba 1920 gramů kyslíku,
- součtem připadá 2 640 gramů CO<sub>2</sub> na litr nafty. (38)

U vozidel s elektrickým pohonem nedochází k přímé produkci CO<sub>2</sub>, proto je nutno využít emisního faktoru daného státu. Emisní faktor CO<sub>2</sub> vydává pro ČR Ministerstvo průmyslu a obchodu. Metodika výpočtu emisního faktoru spočívá ve vydělení energie získané z fosilních paliv (násobené specifickými emisními faktory) s celkovou hrubou vyprodukovanou elektřinou v ČR. Obnovitelné zdroje energie jsou uvažovány jako CO<sub>2</sub> neutrální. Emisní faktory jsou zveřejněny pro jednotlivé roky od roku 2010 až po rok 2021, kdy z posledního tohoto roku jsou zatím data předčasná. Všechny hodnoty pro jednotlivé roky jsou v příloze J. Nejnovější hodnota emisního faktoru pro rok 2021 je 0,394 t CO<sub>2</sub>/MWh, tato hodnota je použita pro všechny

výpočty pro tuto práci. Při známé spotřebě elektrické energie je možné vynásobením tímto faktorem získat vyprodukované množství CO<sub>2</sub>. (39)

Pro tuto práci jsou uvažovány emise CO<sub>2</sub> produkované dieslovým motorem nebo nepřímo elektrickým motorem (k produkci emisí dochází při výrobě elektrické energie dál od místa spotřeby). Nejsou započítané emise, které jsou nedílně spjaté s provozem nebo výrobou vozidel. I při samotné výrobě HV železničního vozu nebo silničního vozidla dochází k různé produkci emisí, ale to není součástí směřování této práce. Pro doplnění lze poznamenat fakt různé životnosti silničních a železničních vozidel, kdy železniční vozidla jsou v provozu obecně delší dobu než silniční. Emise vyprodukované při výrobě vozidla se rozloží do jeho životnosti. V tomto směru lze také spatřit potenciál železnice, která využívá vozidla minimálně 30 let.

Pro tuto práci se podařilo získat data od železničního dopravce ČD Cargo, které si vede záznamy podrobnější, a jednoho silničního dopravce, který poskytl obecnější data. Statistika od silničního dopravce je uvedena v příloze K. Spotřebu jednotlivých vozidel získává dopravce na základě telematiky, tedy z měření palubního počítače. Jejich statistika zahrnuje data z jízdy vztahená k jednotkám času, kilometrů, litrů paliva a l/100 km. Jízdy jsou v systému vedeny pro nízké zatížení (náklad do 8 t), střední zatížení (náklad od 8 do 16 t) a pro vysoké zatížení (náklad nad 16 t). Statistická data mohou být generována za určité období pro vozidlo nebo řidiče. Poskytnuta byla data z jednotlivých vozidel pro určité období pro pravidelné relace z ČR do Belgie a Německa, dále pro relaci z Maďarska do Německa a pro vnitrostátní přepravu za měsíc březen 2022. Všechna vozidla jsou nejnovější emisní normy (EURO 6). Tato data slouží pro modelový výpočet, který umožňuje porovnat emise ekvivalentu silniční přepravy ke konkrétní železniční přepravě.

Velkou měrou se na spotřebě pohonných hmot vozidla projevuje styl jízdy jednotlivých řidičů. Silniční vozidla sice mají například omezovače rychlosti (vozidlo nemůže přesáhnout vlastní silou 82 km/h), systémy k zamezení prudké akcelerace, která zvyšuje otáčky motoru, nebo tempomat, přesto je řidič schopen velkou měrou ovlivnit spotřebu vozidla. Demonstraci jízdy dvou řidičů poskytl dopravce pro pravidelnou přepravu mezi ČR a Německem pro období od 1. 4. 2022 do 8. 4. 2022. Je to pouze za takto krátce sledované období z důvodu, že byl vybrán řidič, který jezdí obecně velmi úsporně, ale byl v březnu v pracovní neschopnosti, proto nejsou data z měsíce březen dostupná. Přesto je pozorovatelný jev jízdního stylu. Při porovnání spotřeby se středním zatížením (8–16 t), první řidič ujel 3,5 tisíce km se spotřebou 26,75 l/100 km, druhý ujel 3 tisíce km se spotřebou 29,94 l/100 km. Rozdíl těchto dvou rozdílných jízdních stylů se stejným typem vozidla je přes 3 l/100 km, což ročně tvoří nemalý finanční, ale i ekologický rozdíl.

Vozidla využívají primárně dálnice, což zásadně snižuje spotřebu. Jiný dopravce uvedl, že se průměrná spotřeba může pohybovat od 25 do 35 l/100 km. Vyšší spotřeba ale nemusí být nutně dána stylem jízdy řidiče, ale ostatními vlivy jako je hustota dopravy, vliv větru nebo profil trasy. Na těchto aspektech se oba dopravci shodli.

Vzhledem k hodnotám spotřeby na delších relacích, ale i vnitrostátní přepravy, kde se spotřeba v závislosti na zatížení pohybuje od 25,30 do 28,15 l/100 km, je pro modelový výpočet uvažována spotřeba silničního vozidla 27 l/100 km.

ČD Cargo si vede podobnou statistiku o přepravě a spotřebě jednotlivých vlaků. Měřitelná je spotřeba pouze u těch vozidel, která jsou vybavena zařízením, které to umožňuje. Hnací vozidla vybavená měřáky jsou jak závislé trakce (111, 123, 130, 163, 182, 230, 240, 340, 363.0, 363.5, 372, 383), tak i nezávislé trakce (731, 742.0, 742.7, 744.1).

Poskytnutých dat od ČD Cargo bylo mnoho, ale ne všechna byla vhodná pro další zpracování. Nutné je vybrat vhodnou relaci, ze které je dostatečné množství dat o spotřebě z jednoho typu hnacího vozidla, kombinace několika řad je nevhodná a nežádoucí. Po zvolení vhodné relace a typu hnacího vozidla je nutno dále buď vyfiltrovat vlaky, které mají po celou jízdu stejné složení, a zachovat délku trasy vlaku, nebo pokud zkrácení trasy vlaku vyřeší rozdílné složení v dílčích úsecích, tuto trasu zkrátit.

Z dat od ČD Cargo jsou potřebná data o spotřebě (buď v litrech, nebo v kWh), počtu vozů, hmotnosti soupravy s nákladem a délce relace. Spotřebu vozidla je možné vztáhnout k hrtkm. Tato hodnota pak ukazuje spotřebu vztahenou na 1 hrubou tunu a 1 km. Výpočet průměrné hodnoty l/hrtkm nebo kWh/hrtkm společně se směrodatnou odchylkou umožňuje vybrat vhodná data tak, aby byla spotřeba na dané relaci co nejpodobnější. Základem je, aby byla směrodatná odchylka, potažmo variační koeficient co nejmenší. Aby data měla statistický přínos, mělo by jich pro danou relaci být více než jen několik. Proto je uvažováno jako přípustná hodnota variačního koeficientu i 23 %.

Hrubá tunová hmotnost ve sloupci „Souprava [t]“ udává hmotnost vozů a nákladu, který přepravují. Není tedy známá hmotnost samotného přepravovaného nákladu, což je potřebný údaj, aby bylo možné stanovit, kolik silničních vozidel by nahradilo daný vlak. Hmotnost železničních vozů se pohybuje nejčastěji od 20 do 30 tun, častá hodnota je okolo 25 tun. Vozy stejného typu mají nepatrně odlišné hmotnosti, které se od sebe liší o několik málo tun. Pro přepočítání hrubých tun na čisté tony je uvažována hmotnost železničního vozu 25 t. Vynásobením této hmotnosti s počtem železničních vozů (prázdných i ložených) se získá hmotnost soupravy bez nákladu. Čistá hmotnost přepravovaného nákladu se získá odečtením tohoto násobku od hrubé tunové hmotnosti.

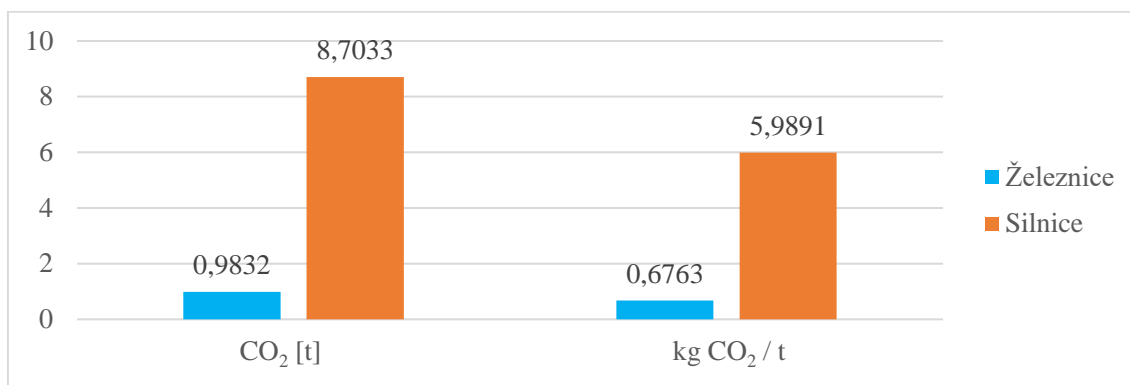
Ekvivalent počtu silničních vozidel je možné stanovit právě, pokud je známá hodnota nákladu přepravovaného ve vlaku. Silniční vozidla mají různou ložnou hmotnost závislou na velikosti návěsu, nástavby nebo přívěsu. Pro výpočet ekvivalentu je uvažována ložná hmotnost 24 t. Vozidlo nejezdí 100 % vytíženě (je to závislé na přepravované komoditě), proto je uvažován koeficient ložné hmotnosti, který je pro přepočítání uvažován 0,75. Vozidlo by s tímto koeficientem bylo vytíženo ze 75 %, bylo by tedy loženo 18 t nákladu. Pro zjednodušení je uvažováno, že všechna vozidla, potřebná pro nahrazení daného vlaku, mají průměrné vytížení 75 %.

### **5.2.1 Doly Bílina – Ústí nad Labem – Nymburk**

Jednou z nejpravidelnějších přeprav na železnici je přeprava uhlí. Uhelny mají dlouhodobě nasmlouvané odběry uhlí a je nutné zajistit jejich přepravu. Proto byla vybrána data z relace Doly Bílina – Ústí nad Labem – Nymburk, která je po železnici dlouhá 137,9 km a pro silniční přepravu je uvažována délka 150 km. Hlavní výhodou analýzy těchto dat je především relativně stálý objem přepraveného zboží a stálé množství vozů. Veškerá data jsou v příloze L, která zahrnuje dvě řady hnacích vozidel, konkrétně více systémové HV 363.0 a stejnosměrné HV 163. Všechny vlaky až na jeden, který má ve složení 16 ložených vozů, mají ve složení 28 vozidel a nepřeppravují žádné prázdné vozy. Spotřeba energie vztažená na hrtkm je v průměru u těchto řad HV v této relaci jen s nepatrnou odchylkou.

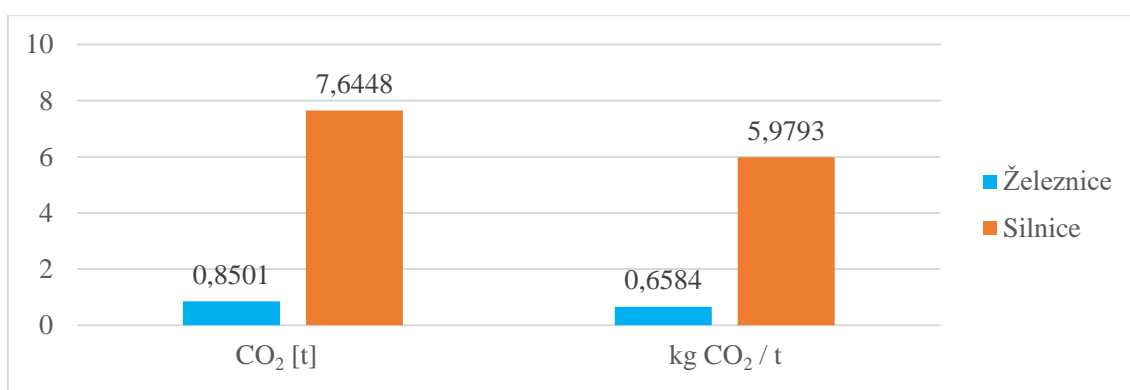
Přeprava uhlí je charakteristická svým vysokým využitím ložné hmotnosti, protože se jedná o těžkou a sypkou komoditu. Limitem pro ložení se proto často stává normativ zatížení trati, který limituje hmotnost na nápravu. Tyto vlaky jsou dlouhé a těžké (okolo 2200 t). Kdyby tyto vlaky na stejné relaci přepravovaly jinou komoditu než uhlí, ale stejné hmotnosti a počtu náprav, dala by se očekávat podobná spotřeba elektrické energie. Vozy by za tohoto předpokladu měly mít podobné technické parametry, aby odporové síly byly podobné, které ovlivňují spotřebu.

Přepočtem jednotlivých vlaků na ekvivalent silničních vozidel je stanoveno, že vlak o hrubé hmotnosti 2144–2291 t by muselo nahradit 81–89 silničních vozidel. Porovnání vyprodukovaných emisí po železnici a po silnici je pro jednotlivé řady HV na obrázku 8 a obrázku 9, kde vlevo je celkové množství vyprodukovaných emisí (CO<sub>2</sub> [t]) a vpravo je tato hodnota v kg vztažena na tuny nákladu. Z těchto grafů je patrné, že železnice je skoro devětkrát emisně úspornější oproti silniční přepravě.



Obrázek 8 Emise na relaci Doly Bílina – Nymburk s HV 363.0 při průměrném ložení 1 540 t

Zdroj: autor dle dat dopravce



Obrázek 9 Emise na relaci Doly Bílina – Nymburk s HV 163 při průměrném ložení 1 364 t

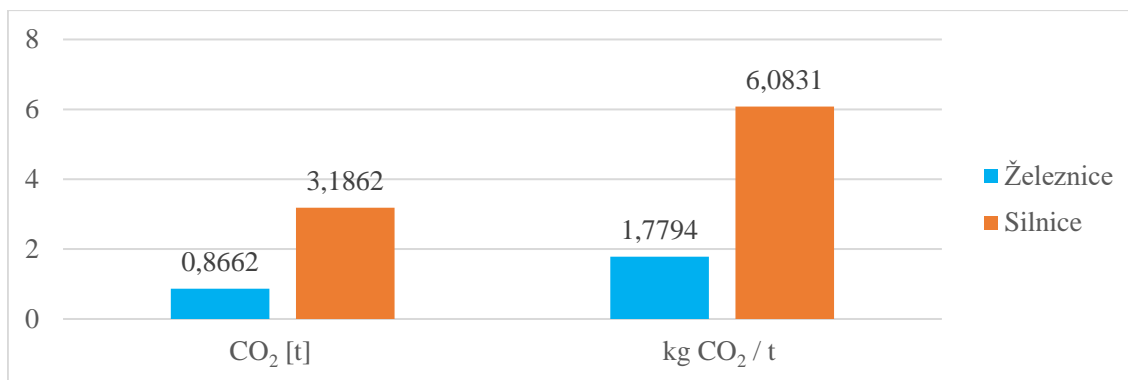
Zdroj: autor dle dat dopravce

## 5.2.2 Havlíčkův Brod – Nymburk – Všetaty – Mělník

Relace z Havlíčkova Brodu do Mělníku přes Nymburk má po železnici délku 168,8 km a po silnici je uvažováno s délkou 150 km. Přepočtení vlaku na ekvivalent silničních vozidel je proveden stejně jako u relace z Dolů Bílina do Nymburku. U této relace ale již nelze předpokládat o jakou přepravovanou komoditu se pravděpodobně jedná, proto je tuto přepravu nutno uvažovat obecně.

Data z měření pochází z vlaků s HV řady 383 (Siemens Vectron). Soupravná hmotnost je sice s velkým rozptylem 941–1278 t, ale po přepočtu spotřebované energie na hrtkm se tato spotřeba do velké míry neliší. Počtem vozů velké rozdíly nejsou, ten se pohybuje od 22 do 25, hrtkm jsou tedy odlišné především z důvodu rozdílné hmotnosti nákladu. Pro tyto vlaky se ekvivalent silničních vozidel pohybuje od 21 do 44 vozidel. Z těchto důvodů je zde proměnlivá hodnota emisí a úspornost železnice. Při ekvivalentu 16 silničních vozidel je železnice 2,2krát úspornější, naproti tomu při 39 silničních vozidel je železnice 4,1krát úspornější. V průměru je

pak železnice 3,7krát úspornější na emise CO<sub>2</sub>. Grafická podoba je na obrázku 10 a veškeré hodnoty jsou v příloze M.



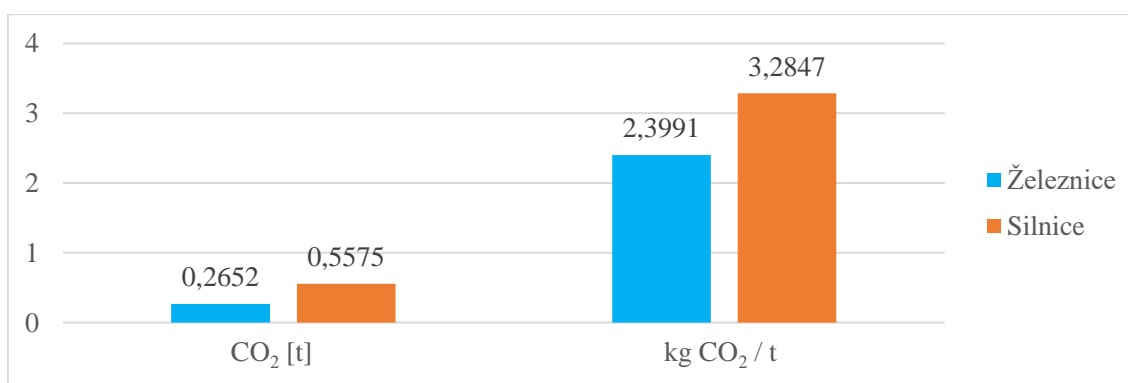
Obrázek 10 Emise na relaci Havlíčkův Brod – Nymburk – Mělník při průměrném ložení 611 t

Zdroj: autor dle dat dopravce

### 5.2.3 Jihlava – Okříšky – Znojmo

Trat' přes stanici Okříšky není elektrifikovaná, tudíž je zapotřebí, aby na relaci Jihlava – Znojmo byla využita HV nezávislé trakce. Pravidelně zde jezdí vozidla 744.1 (EffiShunter 1000) a 742.0 (přezdívané „kocour“) na relaci dlouhé 98,5 km. Po silnici by byla přeprava kratší a činila by délku zhruba 75 km. Data z této relace jsou v příloze N.

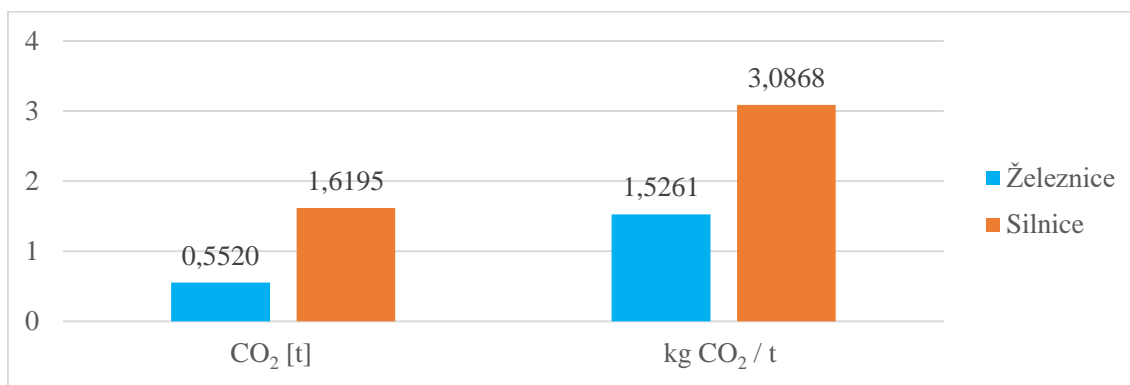
Při nízkém přepravním výkonu po železnici, kdy průměrné ložení činí ve vlaku 179 t (platí pro vlaky s HV 744.1), je úspora emisí zhruba poloviční, a to i při použití novějšího vozidla s úspornějším motorem. Obrázek 11 ilustruje tato data. Naopak při využití staršího HV 742.0, ale s vyšším přepravním výkonem, kdy průměrné ložení ve vlaku je 535 t, dochází k vyšší úspoře emisí CO<sub>2</sub>. Z obrázku 12 je patrná trojnásobná úspora železniční přepravy.



Obrázek 11 Emise na relaci Jihlava – Okříšky – Znojmo s HV 744.1 při průměrném ložení 177 t

Zdroj: autor dle dat dopravce





Obrázek 12 Emise na relaci Jihlava – Okříšky – Znojmo s HV 742.0 při průměrném ložení 527 t

Zdroj: autor dle dat dopravce

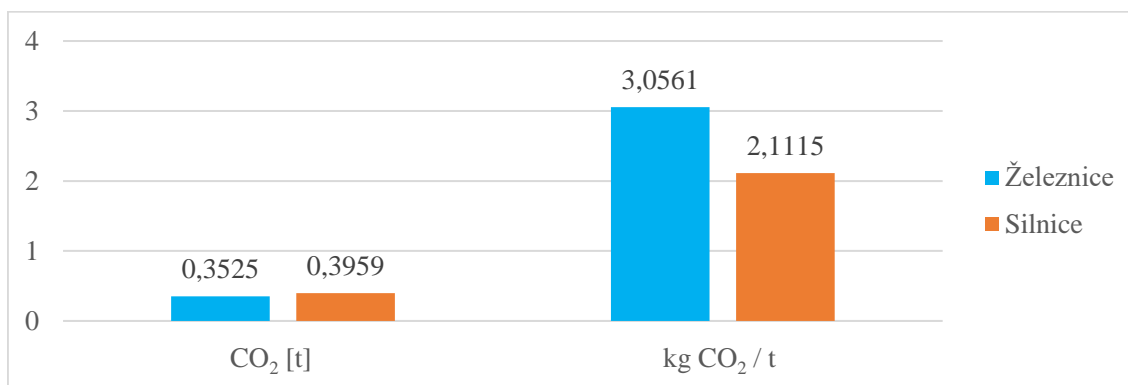
#### 5.2.4 Nýřany – Domažlice

Délky relací po železnici a silnici se liší v řádu jednotek ale i desítek kilometrů. Relace Nýřany – Domažlice je po železnici dlouhá 45 km a po silnici 47 km, liší se o 2 km při modelovém výpočtu. Rozdíl vyprodukovaných emisí tudíž není tolik ovlivněn délkou trasy.

Tato relace dokonale demonstruje, že nízký přepravní výkon způsobuje srovnatelnou produkci emisí CO<sub>2</sub> (zobrazeno v grafu na obrázku 13). V příloze O je uveden kompletní výpis hodnot. Pokud vlak převáží prázdné vozy a jen několik ložených, vychází emisně úsporněji silniční přeprava. Například vlak s 18 prázdnými vozy a 4 loženými s nákladem o hmotnosti 161 t vyprodukuje 0,5 t CO<sub>2</sub>, ekvivalentem by bylo 9 silničních vozidel, která by vyprodukovala 0,3 t CO<sub>2</sub>, což činí rozdíl 0,2 t CO<sub>2</sub>.

Eliminace přepravy prázdných vozů a navýšení přepravního výkonu by železnice získala vyšší úspornost v porovnání se silniční přepravou. Samozřejmě je zapotřebí přepravovat prázdné vozy ani silniční vozidla nejezdí při každé jízdě ložená. Avšak silniční nákladní vozidlo má vyšší šanci na získání zakázky, která zvýší jeho efektivitu. Oproti tomu je železniční přeprava hendikepovaná, protože tuto efektivitu ztrácí.

Tato relace by mohla odpovídat svým charakterem přepravě jednotlivých vozových zásilek, které nepředstavují potenciál do budoucích let, ať už z finančního nebo právě ekologického hlediska.



Obrázek 13 Emise na relaci Nýřany – Domažlice s HV 742.0 při průměrném ložení 220 t

Zdroj: autor dle dat dopravce

### 5.3 Návrh podpory na základě výpočtů

Zhodnocením dat získaných z provozu vyplývá jasnější směřování železnice, aby svým potenciálem napomohla ke snížení emisí CO<sub>2</sub> z nákladní dopravy.

Přidávání vozů do složení vlaku neovlivňuje produkci emisí tak velkou měrou, proto by mělo být zvýhodněno delších vlaků. Navýšení počtu vozů je možné dosáhnout třemi základními způsoby.

První je spojením vlaků na společné relaci bez manipulace (HV by zůstala), poté jejich rozdělení do rozdílných směrů. Tento způsob má nevýhodu, že při zpoždění jednoho vlaku dojde ke zpoždění druhého. Z technologického hlediska je tento způsob využitelný jen za určitých podmínek.

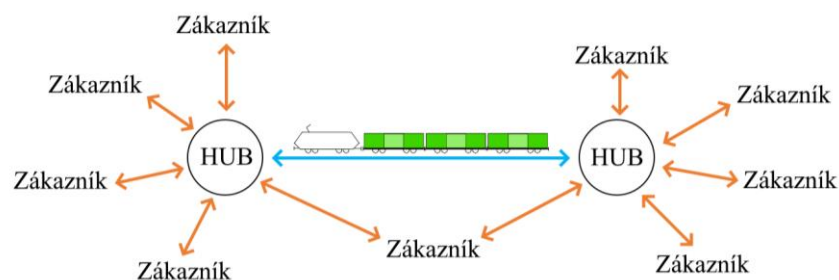
Druhý způsob je využití nádraží s manipulací, což prodlužuje celkovou dobu přepravy, ale šetří počet HV. Čas manipulace je závislý na celé řadě vlivů, zásadně jej ovlivňují technologické vybavení dané stanice a lidský faktor, protože každý provozní zaměstnanec má jiné pracovní tempo. Nevýhodou je stejně jako u prvního způsobu přenášení zpoždění, pokud dojde do manipulační stanice jeden vlak později.

Třetí způsob s využitím technologie HUB and SPOKE, nebo obdobné, nabízí lepší výsledky pro úsporu jízd, a tudíž i snížení emisí CO<sub>2</sub>. Tato technologie je založena na svozu do jednoho bodu (HUB). V tomto jednom HUBu dochází ke konsolidaci zásilek, které jsou převezeny hromadně do dalšího HUBu, kde dochází k dekonsolidaci zásilky a rozvozu. Ilustračně je tato technologie zobrazena na obrázku 14 níže. Proudění do/z HUBů jsou obousměrné. Hlavní přínos této technologie spočívá v ušetření jízd. Přínos pro železnici roste s rostoucí vzdáleností, proto je vhodná pro mezinárodní přepravu, případně pro přepravu na delší vzdálenosti v rámci ČR (ze západu na východ, ze severu na jih...).

Pro využívání HUB and SPOKE či obdobných technologií by bylo zapotřebí investovat do vybudování vhodné technické základny v rámci ČR a Evropy. Pro dosažení nejvyšší efektivity by měly mít terminály charakter veřejně přístupných, aby nedocházelo k duplikování podobných terminálů blízko sebe. Koncept budování těchto terminálů by měl být v kooperaci se státy zapojených do této myšlenky. Zvolení vhodné přepravní jednotky je důležitým aspektem pro fungování této technologie v železničním prostředí.

Palety jsou vhodné pro menší zásilky, jejich překládka do klasických železničních vozů však vyžaduje určitý čas, který hraje v jednotlivých HUBech zásadní roli. Krytý železniční vůz je vcelku velký a mohlo by docházet k míchání palet několika relací. Konsolidace palet do kontejnerů třídy ISO 1, by umožnil lepší konsolidaci do relací a efektivnější překládku ze železničních vozů. Ke konsolidaci a dekonsolidaci do/z kontejneru by muselo docházet ve vyhrazeném místě HUBu, kam by přijížděla silniční vozidla s loženými paletami od odesílatele pro konsolidaci do kontejneru a opět by odjela s loženými paletami pro příjemce.

Kontejner třídy ISO 1 naložený jedním odesílatelem k jednomu příjemci vykazuje vysokou míru efektivity. Odpadá nutnost konsolidace a dekonsolidace v HUBu, je nutná jen správná nakládka kontejneru na vlak v dané relaci.



Obrázek 14 Systém HUB and SPOKE

Zdroj: autor

Každá relace má rozdílný potenciál železnice ke snížení emisí CO<sub>2</sub> z nákladní dopravy. Jiný je například v členitém terénu (hory) než v málo členitém (nížiny). Pro zhodnocení tohoto potenciálu by bylo nutné vytvořit dopravní síť, která by měla ohodnocení hran na základě stanovené metodiky. Problémem je, že není dohledatelná společná metodika, na základě které by bylo možné potenciál dopravního módu vypočítat. S tím je spjato mnoho otázek, co vše uvažovat do emisí CO<sub>2</sub> z dané přepravy. Jsou to otázky, jestli uvažovat emise:

- na výrobu dopravního prostředku,
- ze součástí pro vozidla,
- z přepravy paliva pro dopravu
- atd.

Metodika výpočtu by měla být utvořena pro celou EU či svět, měla by být volně dostupná a prezentovaná, aby byl přesun silniční přepravy na železnici s co největším efektem. Bez této metodiky je posuzování emisního vlivu jednotlivých přeprav velmi obtížné a liší se v rámci jednotlivých přístupů. Společný postup všech států EU je přitom zásadní, aby bylo možné cíle plnit v rozsahu, jaký byl stanoven, a to v řádných termínech.

Bez existence spolehlivého emisního kalkulátoru není možné bezpečně podložit potenciál výpočtem. Lze vycházet z dat z praxe, která jsou ovlivněna mnohými faktory, jako i například stylem jízdy řidiče. Pro použití dat z praxe by bylo zapotřebí mnoha dat pro různé relace, která by byla zpracována a znázorněna do dopravní sítě, která by znázornila potenciál železnice vůči silnici.

#### **5.4 Podpora železnice restriktivní politikou**

Zákazníci při přepravě hledí především na cenu a čas bez většího ohledu na enviromentální dopady. Toto smýšlení se postupně přetváří vlivem tlaku západní Evropy, která si problematiku globálního oteplování uvědomuje více než střední a východní Evropa. Příkladem může být Německo, kde se lidé aktivně zapojují do politického dění, které ovlivňuje ekologické dopady na společnost a v případě nesouhlasu neváhají demonstrovat.

Silniční přeprava vychází v mnoha případech finančně výhodněji, protože je železnice zatížena poplatky, které ji znevýhodňují. Vytvoření modelu, který by zatížil daní silniční přepravy o dané hmotnosti a vzdálenosti, by mohlo napomoci přenést přepravu ze silnice na železnici. Do určité vzdálenosti by v případě využití kombinované přepravy mohla být daň odpuštěna, jelikož svoz a rozvoz nelze nevyužít. Vzdálenost by mohla být určena pro každý terminál kombinované přepravy kružnicí, která by pokryla oblast celé republiky. Při krátkých vzdálenostech přepravy po silnici by nebylo vhodné touto daní tyto přepravy zatěžovat, jelikož alternativa po železnici by mohla být ekologicky nevýhodnější. Stanovení vzdálenosti a hmotnosti nákladu, kdy by tuto daň bylo nutno zaplatit by bylo nutné stanovit na základě aktuálních podmínek státu. Podmínkami je myšleno především stav terminálů kombinované přepravy k danému roku, které by mohli silniční dopravci využít.

Získané finanční prostředky z daně uvalené na silniční přepravu by mohly posloužit k rozvoji železnice, budování veřejných terminálů kombinované přepravy nebo k nákupu vozidel a přepravních jednotek pro kombinovanou přepravu.

## Závěr

Pro výpočet emisí CO<sub>2</sub> byl využit kalkulátor EcoTransIt, který vykazuje chyby. Například nemá vliv zadání emisního standardu vozidla nebo u výpočtu z emisí vlaku nad určitou hmotnost nákladu dochází ke špatnému výpočtu. Proto lze tyto výpočty provést s omezující podmínkou hmotnosti nákladu. Přesto bylo pomocí tohoto kalkulátoru ověřeno, že přidávání železničních vozů do složení vlaku nevyvolává lineární růst emisí. Každý další vůz přidá nižší hodnotu vyprodukovaných emisí CO<sub>2</sub> než předešlý vůz. Proto je potenciál železnice v přepravě při využití dlouhých vlaků, namísto několika kratších. Při nižších hmotnostech přepravy naopak může být silniční přeprava ekologičtější. Tato hodnota může být okolo 135 t.

Zhodnocení reálného potenciálu železnice umožňují data získaná z provozu. ČD Cargo vede podrobné měření spotřeby jednotlivých vlaků, které mají ve svém složení HV s měřícím přístrojem. Jedná se o vozidla závislé i nezávislé trakce. Naopak silniční dopravci si vedou data o průměrné spotřebě. Modelový přepočít je tudíž pouze odhadem, který odráží skutečné hodnoty z provozu. Na základě těchto výpočtů bylo stanoveno, že každá relace představuje odlišný potenciál železnice a bylo by vhodné vytvořit dopravní síť s ohodnocením jejího potenciálu. Vlaky bez prázdných vozů a s vysokou efektivitou ložení jsou emisně několikanásobně úspornější, proto se je potřeba do budoucna zaměřit na zvýšení efektivity využití železničních vozů.

Podporu efektivnějšího využití železničních vozů nabízí kombinovaná přeprava, která by společně s kombinací technologie HUB and SPOKE, do které by byly zapojeny ostatní státy Evropy, umožnila výraznou úsporu emisí z dopravy a vytvoření udržitelného rozvoje. Vzhledem k tomu, že se v dnešní době hledí především na cenu a čas přepravy, měla by být vytvořena daň z přepravy, která nevyužívá kombinovanou přepravu, ačkoliv se její využití nabízí (u všech relací není její využití přínosné vzhledem ke krátké vzdálenosti nebo neexistenci železnice v daném regionu). Tato restriktivní politika může napomoci k většímu rozvoji kombinované přepravy, protože by tyto přepravy mohly být osvobozeny od této daně.

Železnice poskytuje celou řadu směrů, kterými může napomoci ke snižování emisí CO<sub>2</sub> z dopravy, ale záleží pouze na vůli politiků, dopravců a tlaku veřejnosti, aby se využil veškerý její potenciál.

## Seznam použitých informačních zdrojů

1. **Široký, J., kolektiv.** *Technologie dopravy*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2020.
2. **ČTK, František Dvořák.** V Německu otevřeli dálnici pro kamiony napájené trolejemi. *iDNES.cz*. [Online] 8. 5. 2019. [Citace: 8. 11. 2021.]  
[https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/nakladni-auto-trolej-dobijeni-elektromobil.A190507\\_145827\\_automoto\\_fdv](https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/nakladni-auto-trolej-dobijeni-elektromobil.A190507_145827_automoto_fdv).
3. **Ministerstvo dopravy České republiky.** Mezioborové srovnání přepravních výkonů nákladní dopravy. *Sydos*. [Online] 2020. [Citace: 27. 10. 2021.]  
[https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2020/rocenka/htm\\_cz/cz20\\_520110.html](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2020/rocenka/htm_cz/cz20_520110.html).
4. **Zeman, Drahošlav.** Jak chamtivost změnila sen o bydlení na noční můru? Vše, co potřebujete vědět o vzniku světové ekonomické krize. *Česká televize*. [Online] 15. 9. 2018. [Citace: 2. 11. 2021.] <https://ct24.ceskatelevize.cz/ekonomika/2577709-jak-chamtivost-zmenila-sen-o-bydleni-na-nocni-muru-vse-co-jste-chteli-vedet-o>.
5. **Ministerstvo dopravy České republiky.** Mezioborové srovnání přepravních výkonů nákladní dopravy. *Sydos*. [Online] 2004. [Citace: 27. 10. 2021.]  
[https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2004/rocenka/htm\\_cz/kap521.htm](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2004/rocenka/htm_cz/kap521.htm).
6. —. Mezioborové srovnání přepravních výkonů nákladní dopravy. *Sydos*. [Online] 2009. [Citace: 27. 10. 2021.] [https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2009/rocenka/htm\\_cz/cz09\\_520110.html](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2009/rocenka/htm_cz/cz09_520110.html).
7. —. Mezioborové srovnání přepravních výkonů nákladní dopravy. *Sydos*. [Online] 2014. [Citace: 27. 10. 2021.] [https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2014/rocenka/htm\\_cz/cz14\\_520110.html](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2014/rocenka/htm_cz/cz14_520110.html).
8. —. Mezioborové srovnání přepravních výkonů nákladní dopravy. *Sydos*. [Online] 1999. [Citace: 27. 10. 2021.] <https://www.sydos.cz/cs/rocenka-1999/ie40/621.htm>.
9. —. Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) za jednotlivé druhy dopravy (t). *Sydos*. [Online] 1999. [Citace: 27. 10. 2021.] <https://www.sydos.cz/cs/rocenka-1999/ie40/821.htm>.
10. —. Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) za jednotlivé druhy dopravy (tis. t). *Sydos*. [Online] 2004. [Citace: 27. 10. 2021.] [https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2004/rocenka/htm\\_cz/kap721.htm](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2004/rocenka/htm_cz/kap721.htm).
11. —. Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) za jednotlivé druhy dopravy (tis. t). *Sydos*. [Online] 2009. [Citace: 27. 10. 2021.] [https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2009/rocenka/htm\\_cz/cz09\\_721000.html](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2009/rocenka/htm_cz/cz09_721000.html).

12. —. Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) za jednotlivé druhy dopravy (tis. t). *Sydos*. [Online] 2014. [Citace: 27. 10. 2021.] [https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2014/rocenka/htm\\_cz/cz14\\_721000.html](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2014/rocenka/htm_cz/cz14_721000.html).
13. —. Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) za jednotlivé druhy dopravy (tis. t). *Sydos*. [Online] 2020. [Citace: 27. 10. 2021.] [https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2020/rocenka/htm\\_cz/cz20\\_721000.html](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2020/rocenka/htm_cz/cz20_721000.html).
14. —. Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) za jednotlivé druhy dopravy (tis. t). *Sydos*. [Online] 2015. [Citace: 27.. 10. 2021.] [https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2015/rocenka/htm\\_cz/cz15\\_721000.html](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2015/rocenka/htm_cz/cz15_721000.html).
15. —. Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) za jednotlivé druhy dopravy (tis. t). *Sydos*. [Online] 2016. [Citace: 27. 10. 2021.] [https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2016/rocenka/htm\\_cz/cz16\\_721000.html](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2016/rocenka/htm_cz/cz16_721000.html).
16. —. Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) za jednotlivé druhy dopravy (tis. t). *Sydos*. [Online] 2017. [Citace: 27. 10. 2021.] [https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2017/rocenka/htm\\_cz/cz17\\_721000.html](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2017/rocenka/htm_cz/cz17_721000.html).
17. —. Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) za jednotlivé druhy dopravy (tis. t). *Sydos*. [Online] 2018. [Citace: 27. 10. 2021.] [https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2018/rocenka/htm\\_cz/cz18\\_721000.html](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2018/rocenka/htm_cz/cz18_721000.html).
18. —. Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) za jednotlivé druhy dopravy (tis. t). *Sydos*. [Online] 2019. [Citace: 27. 10. 2021.] [https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2019/rocenka/htm\\_cz/cz19\\_721000.html](https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2019/rocenka/htm_cz/cz19_721000.html).
19. **Centrum dopravního výzkumu.** *Ministerstvo životního prostředí*. [Online] 9. 2021. [Citace: 31. 10. 2021.] [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/doprava/\\$FILE/000-Studie\\_vyvoj\\_dopravy\\_2020\\_final-20201006.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/doprava/$FILE/000-Studie_vyvoj_dopravy_2020_final-20201006.pdf).
20. **Centrum dopravního výzkumu.** Služby mobilní laboratoře pro měření emisí. *Centrum dopravního výzkumu*. [Online] [Citace: 18. 12. 2021.] <https://www.cdv.cz/file/problematika-mereni-emisi-v-realnem-provozu/>.
21. **DUHA, Hnutí.** Uhlíková kalkulačka. *Hnutí DUHA*. [Online] [Citace: 18. 12. 2021.] <https://www.hnutiduha.cz/temata/uhlikova-kalkulacka-0?hmot=1&lod=12343&kam=&mna=100&vla=10&let=Zadejte+vzd%C3%A1lenost&pruch=#>.
22. **EcoTransIT World.** Emission calculator for greenhouse gases and exhaust emissions. *EcoTransIT World*. [Online] [Citace: 18. 12. 2021.] <https://www.ecotransit.org/en/emissioncalculator/>.

23. —. Methodology. *EcoTransIT World*. [Online] [Citace: 18. 12. 2021.] <https://www.ecotransit.org/en/methodology/>.
24. **emisía**. copert The industry standart emissions calculator. *emisía conscious of transport's impact*. [Online] [Citace: 18. 12. 2021.] <https://www.emisia.com/utilities/copert/>.
25. **Evropská komise**. Zelená dohoda pro Evropu. *Evropská komise*. [Online] [Citace: 23. 11. 2021.] [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_cs](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cs).
26. **KOMISE, SDĚLENÍ**. EUR-Lex. *Zelená dohoda pro Evropu*. [Online] 11. 12. 2019. [Citace: 27. 11. 2021.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1576150542719&uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>.
27. **Plevák, Ondřej**. EU má plán, jak pročistit evropské nebe od emisí z letadel. *EURACTIV*. [Online] 18. 6. 2021. <https://euractiv.cz/section/doprava/news/eu-ma-plan-jak-procistit-evropske-nebe-od-emisi-z-letadel/>.
28. **České dráhy**. Spojení a jízdenka. *České dráhy*. [Online] [Citace: 28. 11. 2021.] <https://www.cd.cz/spojeni-a-jizdenka/>.
29. **Eurowings**. *Eurowings*. [Online] [Citace: 28. 11. 2021.] [https://www.eurowings.com/en/booking/offers/flights-from/CZ/PRG/to/CY/LCA.html?cha=sea&si=g&cmpID=15161768295&ewc=PRG&keyword=let%20praha&extMT=p&cr=563567685094&creative\\_group=132297750954&gclsrc=aw.ds&&gclid=Cj0KCQiAy4eNBhCaARIsAFDvtI3aKFi3Wd7M13sGWjSRM](https://www.eurowings.com/en/booking/offers/flights-from/CZ/PRG/to/CY/LCA.html?cha=sea&si=g&cmpID=15161768295&ewc=PRG&keyword=let%20praha&extMT=p&cr=563567685094&creative_group=132297750954&gclsrc=aw.ds&&gclid=Cj0KCQiAy4eNBhCaARIsAFDvtI3aKFi3Wd7M13sGWjSRM).
30. **Evropská komise**. About the Connecting Europe Express. *European Commission*. [Online] [Citace: 3. 12. 2021.] <https://www.connectingeuropeexpress.eu/about/>.
31. —. Strategie pro udržitelnou a inteligentní mobilitu – nasměrování evropské dopravy do budoucnosti. *Evropská komise*. [Online] 9. 12. 2020. [Citace: 19. 12. 2021.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0789&from=CS>.
32. —. Architecture Factsheet. *Evropská komise*. [Online] 14. 7. 2021. [Citace: 3. 12. 2021.] [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/fs\\_21\\_3671](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/fs_21_3671).
33. —. Make Transport Greener. *Evropská komise*. [Online] 14. 7. 2021. [Citace: 3. 12. 2021.] [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/fs\\_21\\_3665](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/fs_21_3665).
34. —. Hydrogen Factsheet. *Evropská komise*. [Online] 14. 7. 2021. [Citace: 3. 12. 2021.] [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/fs\\_21\\_3676](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/fs_21_3676).
35. **Ministerstvo dopravy České republiky**. Koncepce nákladní dopravy pro období 2017-2023 s výhledem do roku 2030. *Ministerstvo dopravy České republiky*. [Online] 19. 2. 2018. [Citace: 15. 3. 2022.] [https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Koncepce-nakladni-dopravy-pro-obdobi-2017-2023-s-v/MD\\_Koncepce\\_nakladni\\_dopravy\\_w.pdf.aspx](https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Koncepce-nakladni-dopravy-pro-obdobi-2017-2023-s-v/MD_Koncepce_nakladni_dopravy_w.pdf.aspx).



36. —. Rozvoj dopravní infrastruktury do roku 2050. *Ministerstvo dopravy České republiky*. [Online] 16. 1. 2020. [Citace: 15. 3. 2022.]  
<https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050/Rozvoj-dopravni-infrastruktury-do-roku-2050.pdf.aspx>.
37. **GREENBRIER**. Sgnss 60'. *GREENBRIER*. [Online] [Citace: 3. 23. 2022.]  
<https://www.greenbrier-europe.com/products/product/sgnss-60/>.
38. **ecoscore**. How to calculate the CO2 emission from the fuel consumption? *ecoscore*. [Online] 17. 3. 2022. [Citace: 1. 4. 2022.] <https://ecoscore.be/en/info/ecoscore/co2>.
39. **Ministerstvo průmyslu a obchodu**. Emisní faktor CO2 z výroby elektřiny za léta 2010–2021. *Ministerstvo průmyslu a obchodu*. [Online] 7. 4. 2021. [Citace: 10. 4. 2022.]  
[https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/elektrina-a-teplo/emisni-faktor-co2-z-vyroby-elektriny-za-leta-2010\\_2021--260559/](https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/elektrina-a-teplo/emisni-faktor-co2-z-vyroby-elektriny-za-leta-2010_2021--260559/).
40. **CSCARGO**. Typy přepravních kontejnerů. *CSCARGO*. [Online] [Citace: 25. 3. 2022.]  
<https://www.cscargo.cz/cs/dostupne-typy-kontejneru/>.

## Seznam příloh

Příloha A Mezioborové srovnání objemu přepraveného zboží v nákladní dopravě (tis. tun) z ročenek dopravy MDČR .....	51
Příloha B Mezioborové srovnání přepravních výkonů nákladní dopravy (mil. tkm) z ročenek dopravy MDČR.....	52
Příloha C Emise oxidu uhličitého (CO <sub>2</sub> ) za jednotlivé druhy dopravy (tis. t) z ročenek dopravy MDČR.....	53
Příloha D Porovnání celkové produkce CO <sub>2</sub> z ročenek dopravy a Studie vývoje dopravy .....	54
Příloha E Produkce CO <sub>2</sub> jednotlivými druhy dopravy (tis. t) ze Studie o vývoji dopravy .....	55
Příloha F Produkce CO <sub>2</sub> jednotlivými druhy dopravy dle plnění norem EURO pro naftová vozidla dle Studie o vývoji dopravy .....	56
Příloha G Výpočet emisí pomocí KALOGEMIS .....	58
Příloha H Výpočet dle metodiky EcoTransit .....	59
Příloha I Výpočet kalkulátorem EcoTransit – přeprava pomocí Sgnss 60‘ vozu v porovnání s ekvivalentem přepravy po silnici .....	60
Příloha J Emisní faktor CO <sub>2</sub> z výroby elektřiny za léta 2010–2021 .....	63
Příloha K Data o spotřebě silničních nákladních vozidel .....	64
Příloha L Výpočet emisí CO <sub>2</sub> pro relaci Doly Bílina – Nymburk .....	67
Příloha M Výpočet emisí CO <sub>2</sub> pro relaci Havlíčkův Brod – Mělník.....	67
Příloha N Výpočet emisí CO <sub>2</sub> pro relaci Jihlava – Znojmo.....	69
Příloha O Výpočet emisí CO <sub>2</sub> pro relaci Nýřany – Domažlice .....	71

Příloha A Mezioborové srovnání objemu přepraveného zboží v nákladní dopravě (tis. tun)  
z ročenek dopravy MDČR

(tis. tun)	Přeprava věcí celkem	Železniční doprava	Silniční doprava	Vnitrozemská vodní doprava	Letecká doprava	Ropovody
1994	804 976	110 012	683 043	4 991	11	6 920
1995	686 429	108 871	566 017	4 441	18	7 083
1996	805 206	107 235	685 744	3 214	14	8 999
1997	643 920	111 379	521 482	1 828	14	9 217
1998	586 582	104 788	470 887	1 678	13	9 217
1999	548 978	90 734	448 300	1 877	17	8 050
2000	523 252	98 255	414 725	1 907	19	8 346
2001	546 501	97 218	438 683	1 910	16	8 674
2002	577 390	91 989	474 883	1 686	18	8 815
2003	551 511	93 297	447 956	1 276	20	8 962
2004	565 363	88 843	466 034	1 274	21	9 192
2005	560 037	85 613	461 144	1 956	20	11 305
2006	554 994	97 491	444 574	2 032	22	10 875
2007	565 708	99 777	453 537	2 242	22	10 131
2008	540 731	95 073	431 855	1 905	20	11 877
2009	458 328	76 715	370 115	1 647	15	9 837
2010	451 671	82 900	355 911	1 642	14	11 205
2011	448 685	87 096	349 278	1 895	12	10 404
2012	435 449	82 968	339 314	1 766	9	11 392
2013	447 367	83 957	351 517	1 618	9	10 266
2014	491 625	91 564	386 243	1 780	9	12 029
2015	549 085	97 280	438 906	1 853	6	11 040
2016	539 063	98 034	431 889	1 779	6	7 356
2017	570 976	96 516	459 433	1 568	6	13 453
2018	593 761	99 307	479 235	1 374	5	13 839
2019	618 819	98 804	504 099	1 735	4	14 177
2020	561 618	90 902	459 703	1 384	1	9 629

Zdroj: autor dle (3) (5) (6) (7) (8)

Příloha B Mezioborové srovnání přepravních výkonů nákladní dopravy (mil. tkm) z ročenek dopravy MDČR

(mil. tkm)	Přepravní výkon celkem	Železniční doprava	Silniční doprava	Vnitrozemská vodní doprava	Letecká doprava	Ropovody
<b>1994</b>	49 776	22 823	23 566	1 186	26	2 175
<b>1995</b>	57 519	22 623	31 268	1 319	33	2 276
<b>1996</b>	56 040	22 338	30 052	1 353	26	2 271
<b>1997</b>	64 527	21 010	40 640	744	27	2 106
<b>1998</b>	55 570	18 709	33 912	815	56	2 078
<b>1999</b>	56 415	16 713	36 964	913	30	1 795
<b>2000</b>	58 955	17 496	39 036	773	38	1 612
<b>2001</b>	59 538	16 882	40 260	705	29	1 661
<b>2002</b>	63 206	15 810	45 059	587	32	1 717
<b>2003</b>	64 796	15 862	46 564	509	42	1 820
<b>2004</b>	63 456	15 092	46 010	406	46	1 902
<b>2005</b>	61 397	14 866	43 447	781	45	2 259
<b>2006</b>	69 304	15 779	50 369	818	47	2 291
<b>2007</b>	67 463	16 304	48 141	898	41	2 079
<b>2008</b>	69 528	15 437	50 877	863	37	2 315
<b>2009</b>	60 571	12 791	44 955	641	29	2 156
<b>2010</b>	68 495	13 770	51 832	679	22	2 191
<b>2011</b>	71 817	14 316	54 830	695	22	1 954
<b>2012</b>	68 087	14 266	51 228	669	17	1 907
<b>2013</b>	71 509	13 965	54 893	693	24	1 933
<b>2014</b>	71 421	14 574	54 092	656	35	2 063
<b>2015</b>	76 613	15 261	58 714	585	31	2 023
<b>2016</b>	68 172	15 619	50 315	620	31	1 588
<b>2017</b>	62 936	15 843	44 274	623	32	2 165
<b>2018</b>	60 327	16 564	41 073	554	30	2 107
<b>2019</b>	57 888	16 180	39 059	569	29	2 050
<b>2020</b>	73 529	15 251	56 090	509	6	1 674

Zdroj: autor dle (3) (5) (6) (7) (8)

Příloha C Emise oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) za jednotlivé druhy dopravy (tis. t) z ročenek dopravy MDČR

	Doprava celkem	Individuální automobilová doprava	Silniční veřejná osobní doprava včetně autobusů MHD	Silniční nákladní doprava	Motocykly	Železniční doprava – motorová trakce	Vodní doprava	Letecká doprava
1994	9 675	4 188	827	3 643		441	47	529
1995	9 535	4 417	421	3 962		476	48	211
1996	9 236	4 575	405	3 518		410	51	277
1997	10 163	4 634	304	4 590		376	26	233
1998	11 334	6 104	1 155	3 178		331	63	503
1999	11 583	6 207	1 171	3 279		336	66	524
2000	13 824	6 364	1 589	3 875		537	70	1 389
2001	14 482	6 343	1 773	4 356		606	59	1 345
2002	14 636	6 330	1 624	4 618		604	54	1 406
2003	16 141	6 924	1 834	5 141		665	53	1 524
2004	17 171	7 602	1 757	5 221		717	46	1 828
2005	18 191	9 791	1 868	5 132		270	15	1 115
2006	18 514	9 697	2 009	5 489		260	19	1 040
2007	19 629	10 165	2 149	5 819		298	15	1 183
2008	19 033	9 809	2 054	5 655		329	16	1 170
2009	19 093	9 868	2 079	5 724		339	13	1 070
2010	18 114	10 073	1 805	4 963		293	13	966
2011	18 124	10 090	1 809	4 975		287	10	954
2012	17 742	9 885	1 780	4 893		277	16	892
2013	17 578	9 757	1 784	4 899		271	6	861
2014	18 218	10 109	1 854	5 080		277	9	889
2015	19 057	10 560	1 016	6 245	58	271	10	898
2016	19 869	11 179	995	6 395	49	275	13	965
2017	20 501	11 420	1 092	6 569	44	281	13	1 083
2018	20 839	11 819	681	6 768	37	276	10	1 248
2019	21 117	12 223	601	6 693	46	262	16	1 275
2020	19 416	12 089	525	6 165	44	224	13	356

Zdroj: autor dle (9) (10) (11) (12) (13)

Příloha D Porovnání celkové produkce CO<sub>2</sub> z ročenek dopravy a Studie vývoje dopravy

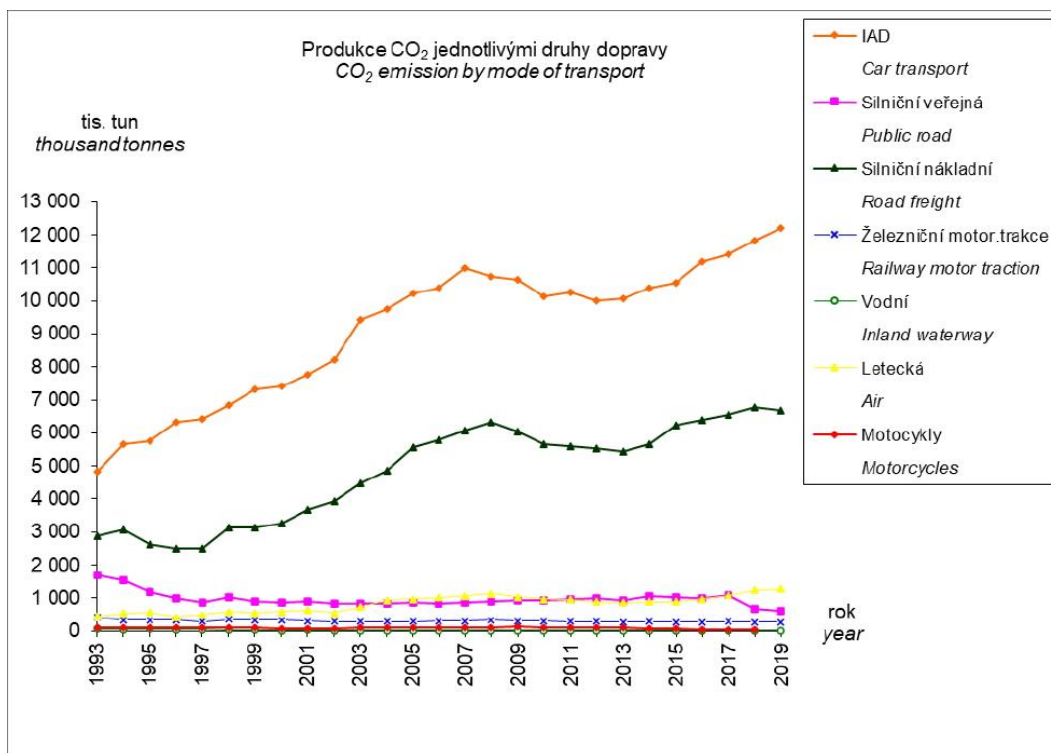
	<b>Doprava celkem z ročenek dopravy MDČR</b>	<b>Doprava celkem ze Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí v České republice za rok 2019</b>
<b>1995</b>	9 535	10 629
<b>2000</b>	13 824	12 567
<b>2005</b>	18 191	18 034
<b>2010</b>	18 114	18 144
<b>2012</b>	17 742	17 829
<b>2013</b>	17 578	17 674
<b>2014</b>	18 218	18 339
<b>2015</b>	19 057	19 057
<b>2016</b>	19 869	19 869
<b>2017</b>	20 501	20 501
<b>2018</b>	20 839	20 839
<b>2019</b>	21 117	21 118

Zdroj: autor dle (9) (10) (11) (12) (13) (19)

Příloha E Produkce CO<sub>2</sub> jednotlivými durhy dopravy (tis. t) ze Studie o vývoji dopravy

Druh dopravy	IAD	Silniční veřejná	Silniční nákladní	Motocykly	Železniční – motorová trakce	Vodní	Letecká	Doprava celkem	
Rok	1993	4 840	1 686	2 870	89	415	54	438	10 392
	1995	5 758	1 194	2 618	99	334	55	571	10 629
	2000	7 405	868	3 274	82	329	16	593	12 567
	2005	10 231	872	5 559	91	286	15	979	18 034
	2010	10 140	948	5 675	108	295	13	966	18 144
	2012	10 017	987	5 538	101	278	16	892	17 829
	2013	10 080	925	5 400	90	272	6	861	17 674
	2014	10 373	1 061	5 656	73	278	10	888	18 339
	2015	10 560	1 016	6 245	58	271	10	898	19 057
	2016	11 179	995	6 395	49	275	13	965	19 869
	2017	11 420	1 092	6 569	44	281	13	1 083	20 501
	2018	11 819	681	6 768	37	276	10	1 248	20 839
	2019	12 223	601	6 693	46	270	10	1 275	21 118

Zdroj: (19)



Obrázek 15 Grafické znázornění produkce CO<sub>2</sub> jednotlivými druhy dopravy ze Studie o vývoji dopravy

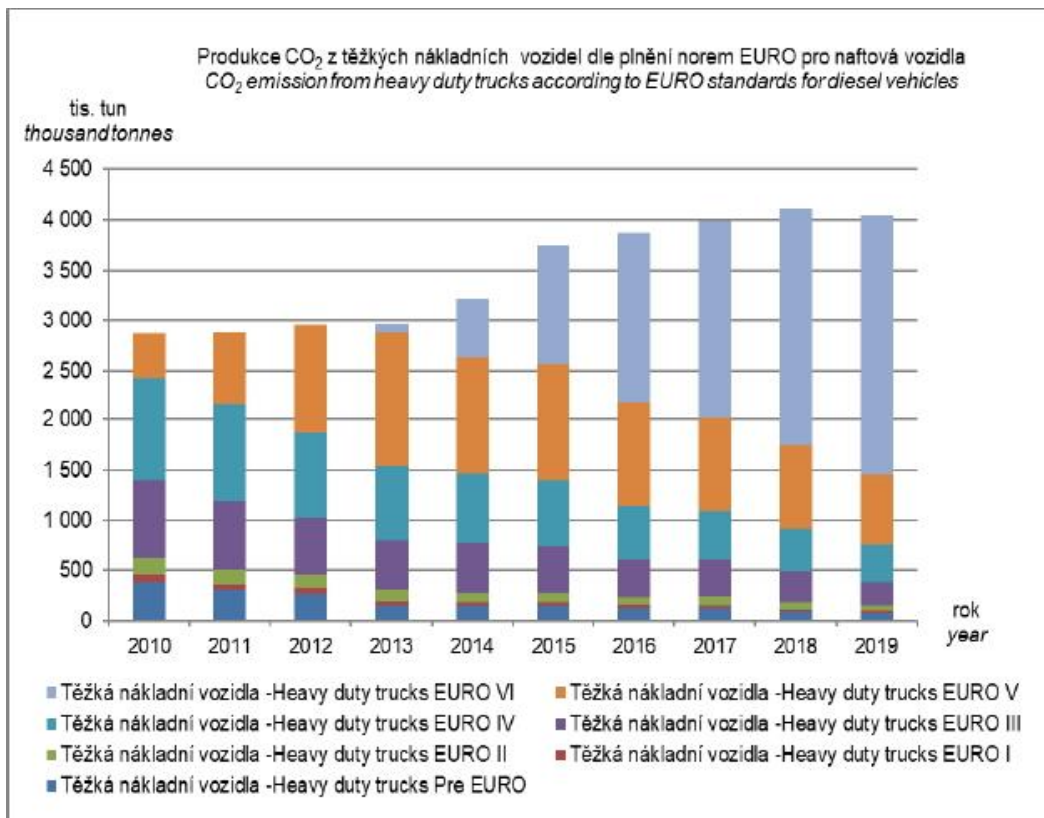
Zdroj: (19)

Příloha F Produkce CO2 jednotlivými druhy dopravy dle plnění norem EURO pro naftová vozidla dle Studie o vývoji dopravy

Druh dopravy <i>Type of transport</i>		Rok / Year									
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Osobní <i>Passenger</i>	Pre EURO	144	131	111	99	88	67	61	58	77	57
	EURO 1	121	94	79	70	71	62	59	50	47	45
	EURO 2	626	581	538	521	530	489	475	470	451	392
	EURO 3	1159	1210	1277	1394	1477	1389	1392	1415	1459	1381
	EURO 4	1989	1695	1591	1585	1641	1518	1531	1523	1513	1570
	EURO 5	709	1344	1504	1735	1843	1733	1757	1710	1691	1731
Lehká užitková <i>Light utility</i>	Pre EURO	131	105	96	69	68	64	49	48	48	34
	EURO 1	65	56	47	41	38	33	27	26	21	20
	EURO 2	197	175	154	145	136	130	115	112	107	90
	EURO 3	489	448	412	395	445	410	372	354	349	299
	EURO 4	1388	1263	1132	1084	1034	946	887	867	844	787
	EURO 5	153	308	438	473	453	489	471	450	442	434
Těžká nákladní <i>Heavy duty</i>	Pre EURO	384	301	273	155	144	152	131	122	90	82
	EURO 1	68	62	55	39	38	34	28	32	22	18
	EURO 2	173	143	123	109	101	95	70	87	74	53
	EURO 3	771	671	567	494	485	458	382	372	309	228
	EURO 4	1036	973	862	743	695	655	523	472	414	382
	EURO 5	438	737	1079	1344	1179	1175	1033	926	842	684
Autobusy <i>Buses</i>	Pre EURO	182	147	113	82	77	62	51	75	31	13
	EURO 1	23	21	18	15	15	9	19	8	4	4
	EURO 2	66	60	53	43	50	41	39	53	42	28
	EURO 3	191	187	184	164	167	137	124	186	114	72
	EURO 4	256	258	261	233	221	204	133	174	79	61
	EURO 5	220	284	343	357	376	334	304	263	157	118
	EURO 6	0	0	0	9	130	185	275	284	187	231

Zdroj: (19)





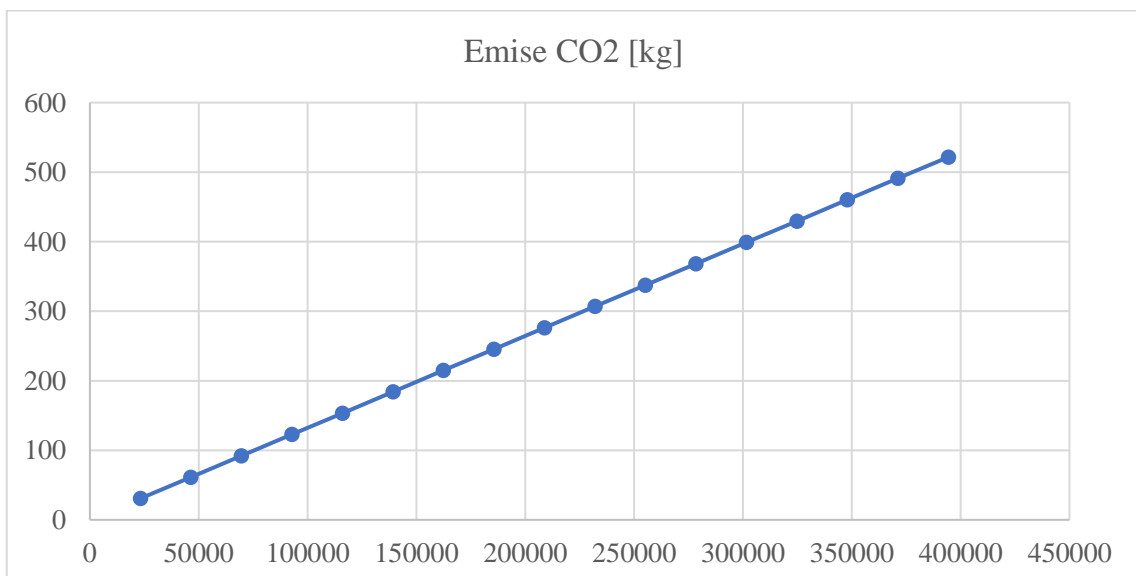
Obrázek 16 Produkce CO<sub>2</sub> jednotlivými druhy dopravy dle plnění norem EURO pro naftová vozidla (tis. t)

Zdroj: (19)

Příloha G Výpočet emisí pomocí KALOGEMIS

Počet vozů (40stopý kontejner)	Náklad [kg]	Emise CO2 [kg]	Δ
1	23200	30,69	
2	46400	61,37	30,68
3	69600	92,06	30,69
4	92800	122,74	30,68
5	116000	153,43	30,69
6	139200	184,12	30,69
7	162400	214,8	30,68
8	185600	245,49	30,69
9	208800	276,17	30,68
10	232000	306,86	30,69
11	255200	337,54	30,68
12	278400	368,23	30,69
13	301600	398,92	30,69
14	324800	429,6	30,68
15	348000	460,29	30,69
16	371200	490,97	30,68
17	394400	521,66	30,69

Zdroj: autor dle KALOGEMIS



Zdroj: autor dle KALOGEMIS

## Příloha H Výpočet dle metodiky EcoTransit

Pro výpočet byla zvolena relace Lovosice–Paskov. Postupně byla měněna hodnota hmotnosti nákladu v buňce Amount. Ostatní buňky v sekci Freight (Weight, Type, t/TEU, Define handling) nemají na výpočet vliv. Ty by měly vliv při výpočtu přepravy v kontejnerech. Dále byl zadán výchozí bod. Typ vlaku (Train type) není zapotřebí zadávat, pokud se provádí výpočet s uvažováním vlaků typu: Light train (500 t), Average train (1000 t), Large train (1500 t), Extra large train (2000 t) a Heavy train (5000 t). Hmotnost vlaku (Train weight) byla měněna na základě přidávání vozů s nákladem. Load factor zůstal nezměněn na 60 %. Faktor prázdných jízd (Empty trip factor) byl pro výpočet zadán v 0 %, a to z důvodu uvažování pouze jedné jízdy z Lovosic do Paskova. Trakce (Traction) byla stanovena jako elektrická. Kalkulátor dokáže automaticky kombinovat elektrickou a dieslovou trakci, tudíž pro závěrečných 6,53 km vypočítal využití nezávislé trakce, což má zanedbatelný vliv na výpočet, když pro závislou trakci kalkulátor vypočítal délku trasy na 404,61 km.

Freight	Amount	Weight	Type	t/TEU		
	37	Bulk and Unit Load (Tonnes)	average goods	10		
	Define handling:					
	-					
Ferry	Ferry routing					
	normal					
Origin	Railway station					
	UIC - Code	Name				
	54 740019	[cz] LOVOSICE, LOG. TERMINÁL ČD-DUSS				
	<input checked="" type="checkbox"/> On-site rail track available					
Transport service	TS 1					
	Transport mode	Train type	Train weight	Load factor	ETF	
	Train	-	60 t	60.00 %	0 %	
	Traction	Emission standard	Particle filter	Shunting		
	electrified	EU UIC 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
					+ VIA	
					+ TRANSPORT SERVICE	
Destination	Railway station					
	UIC - Code	Name				
	54 345140	[cz] PASKOV				
	<input checked="" type="checkbox"/> On-site rail track available					
					CALCULATE	RESET

Počet vozů	Hmotnost nákladu [t]	Hmotnost vlaku loženého [t]	Závislá trakce		Nezávislá trakce	
			Emise CO <sub>2</sub> [t]	Δ	Emise CO <sub>2</sub> [t]	Δ
1	37	60	1,87		2,03	
2	73	119	2,41	0,54	2,62	0,59
3	110	179	2,82	0,41	3,07	0,45
4	146	238	3,13	0,31	3,41	0,34
5	183	298	3,42	0,29	3,72	0,31
6	220	358	3,66	0,24	3,99	0,27
7	256	417	3,88	0,22	4,23	0,24
8	293	477	4,09	0,21	4,45	0,22
9	329	536	4,27	0,18	4,65	0,20
10	366	596	4,44	0,17	4,84	0,19
11	403	656	4,61	0,17	5,02	0,18
12	439	715	4,76	0,15	5,19	0,17
13	476	775	4,91	0,15	5,35	0,16
14	512	834	5,05	0,14	5,50	0,15
15	549	894	5,19	0,14	5,65	0,15
16	586	954	5,32	0,13	5,79	0,14
17	622	1013	5,44	0,12	5,92	0,13
18	659	1073	5,56	0,12	6,05	0,13
19	695	1132	5,67	0,11	6,18	0,13
20	732	1192	5,78	0,11	6,30	0,12
21	769	1252	5,89	0,11	6,42	0,12
22	805	1311	6,00	0,11	6,53	0,11
23	842	1371	6,10	0,10	6,65	0,12
24	878	1430	6,20	0,10	6,75	0,10
25	915	1490	6,30	0,10	6,86	0,11
26	952	1550	6,39	0,09	6,96	0,10
27	988	1609	6,48	0,09	7,06	0,10
28	1025	1669	6,57	0,09	7,16	0,10
29	1061	1728	6,66	0,09	7,25	0,09
30	1098	1788	6,75	0,09	7,35	0,10
31	1135	1848	6,83	0,08	7,44	0,09
32	1171	1907	6,91	0,08	7,53	0,09
33	1208	1967	7,00	0,09	7,62	0,09
34	1244	2026	7,08	0,08	7,71	0,09
35	1281	2086	7,16	0,08	7,79	0,08
36	1318	2146	7,23	0,07	7,88	0,09
37	1354	2205	7,20	-0,03	7,85	-0,03
38	1391	2265	7,40	0,20	8,06	0,21
39	1427	2324	7,59	0,19	8,27	0,21
40	1464	2384	7,79	0,20	8,48	0,21
41	1501	2444	7,98	0,19	8,70	0,22
42	1537	2503	8,18	0,20	8,91	0,21
43	1574	2563	8,37	0,19	9,12	0,21

Zdroj: autor dle EcoTransIT

Příloha I Výpočet kalkulátorem EcoTransit – přeprava pomocí Sgnss 60' vozu v porovnání s ekvivalentem přepravy po silnici

Počet vozů	Délka vlaku [m]	Hmotnost nákladu [t]	Hmotnost vlaku loženého [t]	Vlak		Silnice	
				Emise CO <sub>2</sub> [t]	Δ	Emise CO <sub>2</sub> [t]	Δ
1	38,62	45	71	1,93		0,92	
2	58,26	90	142	2,51	0,58	1,84	0,92
3	77,9	135	212	2,94	0,43	2,76	0,92
4	97,54	179	283	3,26	0,32	3,68	0,92
5	117,18	224	354	3,55	0,29	4,6	0,92
6	136,82	269	425	3,81	0,26	5,52	0,92
7	156,46	314	495	4,04	0,23	6,44	0,92
8	176,1	359	566	4,25	0,21	7,36	0,92
9	195,74	404	637	4,45	0,2	8,28	0,92
10	215,38	448	708	4,62	0,17	9,2	0,92
11	235,02	493	779	4,79	0,17	10,12	0,92
12	254,66	538	849	4,96	0,17	11,04	0,92
13	274,3	583	920	5,11	0,15	11,96	0,92
14	293,94	628	991	5,26	0,15	12,88	0,92
15	313,58	673	1062	5,4	0,14	13,8	0,92
16	333,22	717	1133	5,52	0,12	14,72	0,92
17	352,86	762	1203	5,66	0,14	15,64	0,92
18	372,5	807	1274	5,78	0,12	16,56	0,92
19	392,14	852	1345	5,9	0,12	17,48	0,92
20	411,78	897	1416	6,02	0,12	18,4	0,92
21	431,42	942	1486	6,13	0,11	19,32	0,92
22	451,06	986	1557	6,24	0,11	20,24	0,92
23	470,7	1031	1628	6,35	0,11	21,16	0,92
24	490,34	1076	1699	6,45	0,1	22,08	0,92
25	509,98	1121	1770	6,55	0,1	23	0,92
26	529,62	1166	1840	6,65	0,1	23,92	0,92
27	549,26	1211	1911	6,75	0,1	24,84	0,92
28	568,9	1255	1982	6,84	0,09	25,76	0,92
29	588,54	1300	2053	6,93	0,09	26,68	0,92
30	608,18	1345	2124	7,02	0,09	27,6	0,92
31	627,82	1390	2194	7,11	0,09	28,52	0,92

Zdroj: autor dle EcoTransIT

**Freight**

Amount: 1569 | Weight: Bulk and Unit Load (Tonnes) | Type: average goods | t/TEU: 10

Define handling: -

**Ferry**

Ferry routing: normal

**Origin**

Railway station: [cz] LOVOSICE, LOG.TERMINÁL ČD-DUSS

UIC - Code: 54 740019

On-site rail track available

**Transport service** TS 1

Transport mode: Train | Train type: - | Train weight: 2477 t | Load factor: 70 % | ETF: 0 %

Traction: electrified | Emission standard: EU UIC 2 | Particle filter:  | Shunting:

+ VIA

+ TRANSPORT SERVICE

**Destination**

Railway station: [cz] PASKOV

UIC - Code: 54 345140

On-site rail track available

CALCULATE RESET

**Input mode** Extended

**Freight**

Amount: 22,42 | Weight: Bulk and Unit Load (Tonnes) | Type: average goods | t/TEU: 10

Define handling: -

**Ferry**

Ferry routing: normal

**Origin**

Railway station: [cz] LOVOSICE, LOG.TERMINÁL ČD-DUSS

UIC - Code: 54 740019

On-site rail track available

**Transport service** TS 1

Transport mode: Truck | Vehicle type: 26-40 t | Fuel type: diesel | Emission standard: EURO 2 | Load factor: 86,22 % | ETF: 0 %

Cooling Unit: -

+ VIA

+ TRANSPORT SERVICE

**Destination**

Railway station: [cz] PASKOV

UIC - Code: 54 345140

On-site rail track available

Příloha J Emisní faktor CO<sub>2</sub> z výroby elektřiny za léta 2010–2021

<b>Rok</b>	<b>t CO<sub>2</sub>/MWh</b>
<b>2010</b>	0,554
<b>2011</b>	0,541
<b>2012</b>	0,506
<b>2013</b>	0,477
<b>2014</b>	0,480
<b>2015</b>	0,493
<b>2016</b>	0,499
<b>2017</b>	0,472
<b>2018</b>	0,466
<b>2019</b>	0,428
<b>2020</b>	0,384
<b>2021</b>	0,394*

\* data předběžná pro rok 2021

Zdroj: (39)

Příloha K Data o spotřebě silničních nákladních vozidel od silničního nákladního dopravce  
Pravidelná linka z České republiky do Belgie (1.–31.3.2022)

	Hodiny	%	Kilometry	%	Litry	%	l/100 km
<b>Celkem</b>	204:15:33		13 739,22		3 459,50		25,18
<b>Jízda</b>	182:12:24	89,20	13 737,42	99,99	3 419,50	98,84	24,89
<b>Volnoběh</b>	22:03:09	10,80	1,80	0,01	40,00	1,16	-
<b>Úsporná jízda</b>	136:47:57	75,08	11 268,33	82,03	3 211,62	93,92	28,50
<b>Neúsporná jízda</b>	3:55:59	2,16	181,24	1,32	58,38	1,71	32,21
<b>Volný dojezd</b>	20:36:08	11,31	946,77	6,89	286,61	8,38	30,27
<b>Tempomat</b>	130:46:55	71,78	11 387,83	82,90	2 721,53	79,59	23,90
<b>Překročení rychlosti</b>	100:54:06	55,38	9 024,93	65,70	2 069,51	60,52	22,93
<b>Nejvyšší převodový stupeň</b>	118:33:14	65,07	10 307,02	75,03	2 842,15	83,12	27,57
<b>Překročení otáček motoru</b>	13:24:47	7,36	1 144,86	8,33	51,72	1,51	4,52
<b>Zatížení nízké</b>		-	-	-	-	-	-
<b>Zatížení střední</b>		-	-	-	-	-	-
<b>Zatížení vysoké</b>	182:12:24	100,00	13 737,18	100,00	3 419,00	99,99	24,89

pozn.: MB 1845 model MP4, tahač návěsů, návěs plachtový, hmotnost nákladu 25 t, celková hmotnost 40 t, dálniční provoz mezinárodní

Zdroj: silniční nákladní dopravce

Pravidelná linka z Maďarska, přes Českou republiku do Německa (1.–31.3.2022)

	Hodiny	%	Kilometry	%	Litry	%	l/100 km
<b>Celkem</b>	171:03:39		12 294,15		3 069,00		24,96
<b>Jízda</b>	161:20:09	94,31	12 292,17	99,98	3 050,50	99,40	24,82
<b>Volnoběh</b>	9:43:30	5,69	1,98	0,02	18,50	0,60	-
<b>Úsporná jízda</b>	115:56:48	71,87	9 228,54	75,08	2 828,90	92,74	30,65
<b>Neúsporná jízda</b>	3:50:42	2,38	108,43	0,88	38,09	1,25	35,13
<b>Volný dojezd</b>	33:50:00	20,97	2 657,69	21,62	77,40	2,54	2,91
<b>Tempomat</b>	111:09:56	68,90	9 189,48	74,76	2 777,30	91,04	30,22
<b>Překročení rychlosti</b>	43:36:34	27,03	3 915,58	31,85	707,20	23,18	18,06
<b>Nejvyšší převodový stupeň</b>	100:07:22	62,06	8 555,43	69,60	2 554,30	83,73	29,86
<b>Překročení otáček motoru</b>	8:30:07	5,27	660,99	5,38	10,20	0,33	1,54
<b>Zatížení nízké</b>	45:42:22	-	3 269,43	-	681,00	-	20,83
<b>Zatížení střední</b>	47:00:19	-	3 659,76	-	927,00	-	25,33
<b>Zatížení vysoké</b>	68:37:28	42,54	5 362,75	43,63	1 442,50	47,29	26,90

Pozn.: MB 2545 model MP5, tandemová souprava plachtová, hmotnost nákladu 24 t, celková hmotnost 40 t, dálniční provoz mezinárodní

Zdroj: silniční nákladní dopravce



Srovnání spotřeby dvou řidičů na lince z České republiky do Německa (1. –8. 4. 2022)

První řidič:

	Hodiny	%	Kilometry	%	Litry	%	l/100 km
<b>Celkem</b>	51:11:18		3 537,87		919,50		25,99
<b>Jízda</b>	48:06:12	93,97	3 537,26	99,98	913,00	99,29	25,81
<b>Volnoběh</b>	3:05:06	6,03	0,61	0,02	6,50	0,71	-
<b>Úsporná jízda</b>	39:59:23	83,13	3 103,70	87,74	876,20	95,97	28,23
<b>Neúsporná jízda</b>	1:46:22	3,69	72,52	2,05	21,56	2,36	29,72
<b>Volný dojezd</b>	3:21:46	6,99	207,54	5,87	33,30	3,65	16,05
<b>Tempomat</b>	32:47:20	68,16	2 754,70	77,88	647,30	70,90	23,50
<b>Překročení rychlosti</b>	4:07:21	8,57	362,04	10,24	73,30	8,03	20,25
<b>Nejvyšší převodový stupeň</b>	34:12:53	71,13	2 849,91	80,57	776,90	85,09	27,26
<b>Překročení otáček motoru</b>	1:10:39	2,45	89,65	2,53	2,70	0,30	3,01
<b>Zatížení nízké</b>	23:00:41	-	1 658,26	-	410,50	-	24,75
<b>Zatížení střední</b>	25:05:31	-	1 878,76	-	502,50	-	26,75
<b>Zatížení vysoké</b>		0,00	-	0,00	-	0,00	-

Druhý řidič:

	Hodiny	%	Kilometry	%	Litry	%	l/100 km
<b>Celkem</b>	45:19:58		3 016,62		885,50		29,35
<b>Jízda</b>	40:18:07	88,90	3 015,66	99,97	875,50	98,87	29,03
<b>Volnoběh</b>	5:01:51	11,10	0,96	0,03	10,00	1,13	-
<b>Úsporná jízda</b>	32:49:15	81,44	2 675,33	88,71	831,70	95,00	31,09
<b>Neúsporná jízda</b>	2:43:51	6,78	107,80	3,57	39,17	4,47	36,34
<b>Volný dojezd</b>	9:34:40	23,77	765,50	25,38	131,20	14,99	17,14
<b>Tempomat</b>	8:36:03	21,34	768,01	25,47	222,90	25,46	29,02
<b>Překročení rychlosti</b>	21:23:17	53,07	1 911,08	63,37	521,80	59,60	27,30
<b>Nejvyšší převodový stupeň</b>	28:39:38	71,11	2 481,98	82,30	748,60	85,51	30,16
<b>Překročení otáček motoru</b>	1:33:02	3,85	117,34	3,89	15,80	1,80	13,47
<b>Zatížení nízké</b>	18:04:02	-	1 323,66	-	368,00	-	27,80
<b>Zatížení střední</b>	22:09:45	-	1 691,81	-	506,50	-	29,94
<b>Zatížení vysoké</b>	0:04:20	0,18	0,01	0,00	-	0,00	0,00

pozn. pro oba řidiče: MB 2545 model MP5, tandemová souprava – nosič výměnných nástaveb (WB), hmotnost nákladu 23 t, celková hmotnost 40 t, dálnice/silnice - 80/20 %, mezinárodní, vliv překročení rychlosti na spotřebu

Zdroj: silniční nákladní doprava

Vozidlo jezdící pro vnitrostátní přepravu

	Hodiny	%	Kilometry	%	Litry	%	l/100 km
<b>Celkem</b>	133:01:32		7 226,53		1 895,50		26,23
<b>Jízda</b>	115:55:45	87,15	7 175,56	99,29	1 854,50	97,84	25,84
<b>Volnoběh</b>	17:05:47	12,85	50,97	0,71	41,00	2,16	-
<b>Úsporná jízda</b>	79:56:55	68,96	5 674,49	79,08	1 655,00	89,24	29,17
<b>Neúsporná jízda</b>	9:30:06	8,20	435,63	6,07	130,12	7,02	29,87
<b>Volný dojezd</b>	6:11:10	5,34	350,09	4,88	39,00	2,10	11,14
<b>Tempomat</b>	48:52:20	42,16	4 108,65	57,26	1 004,50	54,17	24,45
<b>Překročení rychlosti</b>	3:23:18	2,92	300,74	4,19	27,50	1,48	9,14
<b>Nejvyšší převodový stupeň</b>	53:10:58	45,88	4 384,00	61,10	1 183,50	63,82	27,00
<b>Překročení otáček motoru</b>	4:56:40	4,27	290,56	4,05	19,00	1,02	6,54
<b>Zatížení nízké</b>	1:48:30	-	84,97	-	21,50	-	25,30
<b>Zatížení střední</b>	78:17:59	-	4 718,32	-	1 162,50	-	24,64
<b>Zatížení vysoké</b>	35:49:16	30,90	2 367,75	33,00	666,50	35,94	28,15

pozn.: MB 2545 MP4, tandemová souprava plachtová, max. hmotnost nákladu 24 t, celková 40 t, vnitrostátní doprava, smíšený provoz

Zdroj: silniční nákladní dopravce

Příloha L Výpočet emisí CO<sub>2</sub> pro relaci Doly Bílina – Nymburk

Řada HV: 363.0

Vlak: 66111

Doly Bílina – Ústí nad Labem – Všetaty – Nymburk									
Železnice - 137,9 km									
Spotřeba [kWh]	HV	Vozy		Souprava [t]	hrtkm	Náklad [t]	kWh/hrtkm	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
		P	L						
2222	1	0	28	2291	315928,9	1504	0,0070	0,9510	0,6323
2297	1	0	28	2284	314963,6	1497	0,0073	0,9831	0,6567
2602	1	0	28	2264	312205,6	1477	0,0083	1,1137	0,7540
1849	1	0	28	2168	298230,7	1381	0,0062	0,7914	0,5732
2516	1	0	28	2194	302552,6	1407	0,0083	1,0768	0,7654
Silnice - 150 km									
Ekvivalent vozidel	Nafta [l]							CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
84	3402							8,9813	5,9716
84	3402							8,9813	5,9995
83	3362							8,8744	6,0084
77	3119							8,2328	5,9628
79	3200							8,4467	6,0033

	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
Železnice	0,9832	0,6763
Silnice	8,7033	5,9891

pozn.: kWh/hrtkm

průměr: 0,0074

směrodatná odchylka: 0,0009

var. koeficient: 12,20 %

Zdroj: autor dle dat od ČD Cargo

Řada HV: 163

Vlak: 66111

Doly Bílina – Ústí nad Labem – Všetaty – Nymburk									
Železnice - 137,9 km									
Spotřeba [kWh]	HV	Vozy		Souprava [t]	hrtkm	Náklad [t]	kWh/hrtkm	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
		P	L						
2390	1	0	28	2273	313446,7	1488	0,0076	1,0229	0,6874
2383	1	0	28	2223	306551,7	1438	0,0078	1,0199	0,7093
1971	1	0	28	2144	295657,6	1359	0,0067	0,8436	0,6207
1201	1	0	16	1319	181890,1	834	0,0066	0,5140	0,6163
Silnice - 150 km									
Ekvivalent vozidel	Nafta [l]							CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
83	3361,5							8,8744	5,9640
80	3240							8,5536	5,9483
76	3078							8,1259	5,9793
47	1904							5,0252	6,0255

	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
Železnice	0,8501	0,6584
Silnice	7,6448	5,9793

pozn.: kWh/hrtkm

průměr: 0,0072

směrodatná odchylka: 0,0006

var. koeficient: 8,62 %

Zdroj: autor dle dat od ČD Cargo

Příloha M Výpočet emisí CO<sub>2</sub> pro relaci Havlíčkův Brod – Mělník

Řada HV: 383

Vlak: 41340

Havlíčkův Brod – Nymburk – Všetaty – Mělník									
Železnice - 168,8 km									
Spotřeba [kWh]	HV	Vozy		Souprava [t]	hrtkm	Náklad [t]	kWh/hrtkm	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
		P	L						
2350	1	0	23	1278	215726,4	616	0,0109	1,0058	1,6328
2337	1	0	25	1403	236826,4	691	0,0099	1,0002	1,4475
1894	1	0	23	1120	189056,0	458	0,0100	0,8106	1,7699
1740	1	0	22	1215	205092,0	578	0,0085	0,7447	1,2884
1798	1	0	23	941	158840,8	279	0,0113	0,7695	2,7582
Silnice - 150 km									
Ekvivalent vozidel	Nafta [l]							CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
35	1417,5							3,7422	6,0750
39	1579,5							4,1699	6,0346
26	1053,0							2,7799	6,0697
33	1336,5							3,5284	6,1044
16	648,0							1,7107	6,1316

	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
Železnice	0,8662	1,7794
Silnice	3,1862	6,0831

pozn.: kWh/hrtkm

průměr: 0,0101

směrodatná odchylka: 0,0011

var. koeficient: 10,81 %

Zdroj: autor dle dat od ČD Cargo

Příloha N Výpočet emisí CO<sub>2</sub> pro relaci Jihlava – Znojmo

Řada HV: 744.1

Vlak: 62331

Jihlava – Okříšky – Znojmo									
Železnice - 98,5 km									
Spotřeba [L]	HV	Vozy		Souprava [t]	hrtkm	Náklad [t]	l/hrtkm	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
		P	L						
89,539	1	1	3	341	33588,5	152	0,0027	0,2364	1,5552
171,402	1	0	4	638	62843,0	449	0,0027	0,4525	1,0078
76,27	1	0	2	233	22950,5	94	0,0033	0,2014	2,1420
48,44	1	0	1	159	15661,5	45	0,0031	0,1279	2,8417
116,02	1	6	3	358	35263,0	44	0,0033	0,3063	6,9611
120,97	1	0	4	476	46886,0	287	0,0026	0,3193	1,1127
80,42	1	0	4	370	36445,0	181	0,0022	0,2123	1,1730
Silnice - 75 km									
Ekvivalent vozidel	Nafta [l]							CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
9	182							0,4811	3,1654
25	506							1,3365	2,9766
6,00	122							0,3208	3,4123
3,00	61							0,1604	3,5640
3,00	61							0,1604	3,6450
16,00	324							0,8554	2,9803
11,00	222,8							0,5881	3,2490

	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
Železnice	0,2652	2,3991
Silnice	0,5575	3,2847

pozn.: l/hrtkm

průměr: 0,0028

směrodatná odchylka: 0,0004

var. koeficient: 14,45 %

Zdroj: autor dle dat od ČD Cargo

Řada HV: 742.0

Vlak: 62331

Jihlava – Okříšky – Znojmo									
Železnice - 98,5 km									
Spotřeba [L]	HV	Vozy		Souprava [t]	hrtkm	Náklad [t]	l/hrtkm	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
		P	L						
164,93	1	9	3	568	55948,0	204	0,0029	0,4354	2,1344
116,71	1	3	3	386	38021,0	172	0,0031	0,3081	1,7914
159,82	1	4	4	494	48659,0	230	0,0033	0,4219	1,8344
164,52	1	6	6	615	60577,5	251	0,0027	0,4343	1,7304
203,23	1	7	6	753	74170,5	364	0,0027	0,5365	1,4740
316,86	1	0	10	1522	149917,0	1208	0,0021	0,8365	0,6925
382,26	1	0	9	1383	136225,5	1094	0,0028	1,0092	0,9224
299,20	2	0	10	1522	149917,0	1144	0,0020	0,7899	0,6905
84,14	2	0	4	447	44029,5	219	0,0019	0,2221	1,0143
300,82	1	0	8	1244	122534,0	980	0,0025	0,7942	0,8104
340,85	1	0	10	1522	149917,0	1208	0,0023	0,8998	0,7449
387,90	1	0	9	1383	136225,5	1094	0,0028	1,0240	0,9361
147,82	1	0	8	575	56637,5	311	0,0026	0,3903	1,2548
61,96	1	1	1	163	16055,5	49	0,0039	0,1636	3,3383
148,62	1	10	2	481	47378,5	117	0,0031	0,3923	3,3534
174,51	1	4	6	603	59395,5	289	0,0029	0,4607	1,5941
100,50	1	0	3	302	29747,0	163	0,0034	0,2653	1,6278
Silnice - 75 km									
Ekvivalent vozidel	Nafta [l]							CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
12	243							0,6415	3,1447
10	203							0,5346	3,1081
13	263							0,6950	3,0217
14	284							0,7484	2,9818
21	425							1,1227	3,0842
68	1377							3,6353	3,0093
61	1235							3,2611	2,9809
64	1296							3,4214	2,9908
13	263							0,6950	3,1734
55	1114							2,9403	3,0003
68	1377							3,6353	3,0093
61	1235							3,2611	2,9809
18	365							0,9623	3,0941
3	61							0,1604	3,2731
7	142							0,3742	3,1985
17	344							0,9088	3,1447
10	202,5							0,5346	3,2798

	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
Železnice	0,5520	1,5261
Silnice	1,6195	3,0868

pozn.: l/hrtkm

průměr: 0,0028

směrodatná odchylka: 0,0005

var. koeficient: 18,62 %

Zdroj: autor dle dat od ČD Cargo

Příloha O Výpočet emisí CO<sub>2</sub> pro relaci Nýřany – Domažlice

Řada HV: 742.0

Vlak: 87700

Nýřany – Domažlice									
Železnice - 45 km									
Spotřeba [L]	HV	Vozy		Souprava [t]	hrtkm	Náklad [t]	l/hrtkm	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
		P	L						
32	1	0	4	194	8730,0	30	0,0037	0,0852	2,8408
194	1	18	4	775	34875,0	161	0,0056	0,5116	3,1778
118	2	0	7	528	23760,0	225	0,0050	0,3122	1,3874
100	1	0	6	591	26595,0	377	0,0038	0,2649	0,7027
143	2	2	6	697	31365,0	369	0,0046	0,3786	1,0259
82	1	4	1	227	10215,0	38	0,0080	0,2168	5,7049
208	1	11	4	792	35640,0	353	0,0058	0,5495	1,5567
262	2	12	11	1184	53280,0	481	0,0049	0,6910	1,4366
77	1	3	4	261	11745,0	22	0,0065	0,2030	9,2279
141	1	15	3	629	28305,0	115	0,0050	0,3721	3,2357
111	1	9	2	427	19215,0	88	0,0058	0,2923	3,3212
Silnice - 47 km									
Ekvivalent vozidel	Nafta [l]							CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
2	25							0,0670	2,2334
9	114							0,3015	1,8728
13	165							0,4355	1,9356
21	266							0,7035	1,8661
21	266							0,7035	1,9066
3	38							0,1005	2,6449
20	254							0,6700	1,8981
27	343							0,9045	1,8805
2	25							0,0670	3,0456
7	89							0,2345	2,0392
5	63,5							0,1675	1,9035

	CO <sub>2</sub> [t]	kg CO <sub>2</sub> / t
<b>Železnice</b>	0,3525	3,0561
<b>Silnice</b>	0,3959	2,1115

pozn.: l/hrtkm

průměr: 0,0053

směrodatná odchylka: 0,0012

var. koeficient: 23,27 %

Zdroj: autor dle dat od ČD Cargo