

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Potenciál železnice k snížení emisí CO₂ z dopravy
Ján Valkoššák

Bakalářská práce
2022

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Ján Valkoššák**
Osobní číslo: **D19118**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Téma práce: **Potenciál železnice k sníženiu emisií CO₂ z dopravy**
Zadávající katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Charakteristika emisií CO₂ a podiel dopravy na nich
2. Analýza potenciálu železnice na sníženie emisií CO₂ z dopravy
3. Návrhy na využitie potenciálu železnice k sníženiu emisií CO₂ z dopravy

Záver

Rozsah pracovní zprávy: **40-50 stran**
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Jazyk zpracování: **Slovenština**

Seznam doporučené literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Nožička, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **29. října 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2022**

L.S.

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

Ing. Pavla Lejsková, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. dubna 2022

Prohlašuji:

Práci s názvem Potenciál železnice k snížení emisí CO₂ 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 12. 5. 2022

Ján Valkoššák v. r.

Rád by som veľmi pekne poďakoval vedúcemu práce pánovi Ing. Jiřímu Nožičkovi, Ph.D. za ochotné a nápomocné vedenie tejto práce. Rovnako patrí poďakovanie aj odbornému garantovi práce zo spoločnosti Správa železnic, státní ogranizace pánovi doc. Dr. Ing. Romanovi Štěřbovi, MBA.

ANOTACE

Bakalárska práca skúma potenciál železnice v ČR za účelom zníženia emisií CO₂ z dopravy. Teoretická časť práce popisuje základné pojmy ako emisie v doprave, modal split krajiny, zároveň čo je to kapacita železničných tratí, spotrebu energie v doprave, čo sú to VRT a pohľad do zahraničia. Analýza sa zaoberá výpočtom emisií na oskm/tkm za účelom porovnania jednotlivých druhov dopravy. Návrhová časť práce na základe analýzy zhrňuje návrhy na využitie potenciálu železnice z pohľadu emisií pre štát, manažéra infraštruktúry a pre dopravcov.

KLÍČOVÁ SLOVA

emisie, CO₂, udržateľnosť, železnica, energetický mix, VRT

TITLE

The potential of railway to reduce CO₂ emissions from transport

ANNOTATION

The bachelor thesis examines the potential of railways in the Czech Republic to reduce CO₂ emissions from transport. The theoretical part of the thesis describes basic ideas such as transport emissions, modal split of the country, also what is the capacity of railway lines, energy consumption in transport, what is HSR and a look abroad. The analysis deals with the calculation of emissions per pkm/tkm to compare different modes of transport. Based on the analysis, the suggestion part of the thesis summarises proposals for exploiting the potential of rail in terms of emissions for the state, the infrastructure manager, and the transport operators.

KEYWORDS

emissions, CO₂, sustainability, rail, energy mix, HSR

OBSAH

ÚVOD	10
1 CHARAKTERISTIKA EMISIÍ CO ₂ A PODIEL DOPRAVY NA NICH	11
1.1 Emisie.....	11
1.2 Emisie CO ₂ v doprave	11
1.2.1 Európska únia.....	12
1.2.2 Česká republika.....	12
1.3 Modal split	13
1.3.1 Modal split v ČR – osobná doprava	14
1.3.2 Modal split v ČR – nákladná doprava.....	14
1.4 Udržateľná mobilita	15
1.4.1 Udržateľnosť	15
1.4.2 Udržateľná doprava.....	15
1.5 Kapacita železničných tratí	17
1.5.1 Kapacita dopravnej infraštruktúry.....	17
1.5.2 Pripustnosť železničných tratí	18
1.6 Energetický mix a spotreba energie v doprave	18
1.6.1 Energetický mix ČR.....	19
1.6.2 Spotreba energie v doprave ČR.....	20
1.7 Konvenčné dráhy a VRT.....	21
1.7.1 Vysokorýchlostné trate (VRT) v ČR.....	22
1.8 Pohľad do zahraničia.....	23
1.8.1 Rakúsko.....	23
1.8.2 Švajčiarsko	25
1.9 Pohľad strategických dokumentov EÚ a ČR	28
1.9.1 Biela kniha dopravy	28
1.9.2 European Green Deal – Európska zelená dohoda	29
1.9.3 Dopravná politika Českej republiky pro období 2021–2027	29
2 ANALÝZA POTENCIÁLU ŽELEZNICE NA ZNÍŽENIE EMISIÍ CO ₂ Z DOPRAVY	31
2.1 Predstavenie spoločnosti Správa železnic, státni organizace	31
2.1.1 Vznik.....	31
2.1.2 Úlohy organizácie	31
2.2 Porovnanie emisií jednotlivých dopravných módov	32

2.2.1	Nákladná cestná doprava.....	32
2.2.2	Individuálna automobilová doprava.....	33
2.2.3	Železničná doprava – nezávislá trakcia.....	33
2.2.4	Železničná doprava – závislá trakcia	34
2.2.5	Cestná verejná doprava	35
2.3	Potenciál úspor emisií CO ₂ z dopravy.....	37
2.3.1	Scenár 1 – zníženie IAD v prospech železnice	37
2.3.2	Scenár 2 – zmena energetického mixu krajiny.....	38
2.3.3	Scenár 3 – elektrifikácia tratí	39
2.3.4	Scenár 4 – presun nákladnej dopravy na železniciu.....	40
2.4	Obmedzenia železničnej infraštruktúry.....	40
2.5	Prínos VRT k zníženiu emisií CO ₂	41
2.5.1	Uvoľnenie kapacity konvenčných tratí pre železničnú nákladnú dopravu.....	41
2.5.2	Presun cestujúcich z IAD na VRT	43
3	NÁVRHY NA VYUŽITIE POTENCIÁLU ŽELEZNICE K ZNÍŽENIU EMISÍ CO ₂ Z DOPRAVY	45
3.1	Manažér infraštruktúry – Správa železníc.....	45
3.1.1	Zvyšovanie kapacity železničných tratí	45
3.1.2	Elektrifikácia železničných tratí.....	46
3.1.3	Vozidlá s alternatívnym pohonom	46
3.1.4	Správa udržateľného rozvoja.....	47
3.1.5	Energetika	47
3.1.6	Marketing.....	47
3.2	Štát	48
3.2.1	Finančná podpora železničnej dopravy	48
3.2.2	Dotácie	48
3.3	Dopravcovia v železničnej doprave	49
	ZÁVER	50
	POUŽITÁ LITERATURA.....	52
	ZOZNAM TABULIEK.....	58
	ZOZNAM OBRÁZKOV	59
	ZOZNAM SKRATIEK.....	60

ZOZNAM PRÍLOH	62
---------------------	----

ÚVOD

Otázka udržateľnosti a environmentálnych dopadov sa v rôznych odvetviach stala pre mnohé podniky, ale aj celkovo pre spoločnosť veľkou výzvou. Súčasný zhoršujúci sa stav klimatických podmienok nás núti zvažovať, akými nástrojmi prispieť k zlepšeniu, resp. k spomaleniu environmentálnych dopadov z ľudských činností. Doprava sa radí medzi najvýznamnejších emitentov emisií CO₂, k čomu prispel predovšetkým rozmach automobilového priemyslu v druhej polovici 20. storočia.

Aby bolo možné znížiť emisnú záťaž z dopravy, je potrebné prehodnotiť rozvoj jednotlivých druhov dopravy na prepravnom trhu. Cieľom tejto práce je preskúmať, aký potenciál má železničná doprava na zníženie emisií CO₂ z dopravy.

V úvodnej kapitole sa práca bude zameriavať na teoretické vymedzenie problematiky emisií z dopravy a na pomery zastúpenia jednotlivých dopravných módov v ČR a využívaní energetických zdrojov v doprave. V rámci teoretickej časti bude zároveň definovaná kapacita železničných tratí, ako aj súčasná otázka VRT a poskytne pohľad na podporu udržateľnej železničnej dopravy vybraných zahraničných krajín, či už z pohľadu legislatívy alebo manažérov železničnej infraštruktúry.

Analytická časť práce sa predovšetkým bude sústreďovať na konkrétne vyjadrenie a prepočet emisií na prepravnú jednotku, z čoho by malo vyplývať porovnanie emisnej záťaže jednotlivých dopravných módov v dopravnej sieti ČR. Analýza sa zároveň pokúsi vyjadriť nepriame emisie z výroby trakčnej energie pre železničnú dopravu. Ďalej budú načrtnuté viaceré scenáre na základe výsledkov analýzy, k akým úsporám by mohlo dôjsť jednotlivými opatreniami príp. presunmi prepravných výkonov na iné druhy dopravy.

V návrhovej časti práce budú zhrnuté niektoré odporúčania pre manažéra infraštruktúry Správu železníc, štát, ale aj dopravcov a akými opatreniami by mohli prispieť k využitiu potenciálu železnice k zníženiu emisií CO₂ z dopravy.

1 CHARAKTERISTIKA EMISIÍ CO₂ A PODIEL DOPRAVY NA NICH

Pri mnohých antropogénnych činnostiach dochádza ku vzniku emisií, ktoré majú následne negatívny vplyv na životné prostredie. Medzi tieto činnosti nepopierateľne patrí aj doprava, ktorá má na emisnej záťaži životného prostredia značný podiel. V nasledujúcej kapitole budú preto vymedzené základné pojmy potrebné pre pochopenie problematiky emisií v doprave a jej celkový podiel na nich, vrátane rozdielov u jednotlivých dopravných módov.

1.1 Emisie

Geografický lexikón akademického vydavateľstva Spektrum (2001) definuje emisie ako „*uvoľňovanie akýchkoľvek látok (napr. prachu, sadzi), žiarenia (napr. rádioaktivity) alebo elektromagnetických vln, ako aj vibrácií a hluku do životného prostredia.*“ Iniciatíva Greenhouse Gases Protocol zaviedla koncept delenia emisií v podnikovej činnosti do troch oblastí, tzv. Scope 1-3, kde ich rozdeľuje nasledovne (Liebsch, 2020):

- **Scope 1 – priame emisie** – vznikajú pri aktivitách a sú priamo uvoľňované do ovzdušia,
- **Scope 2 – nepriame emisie z energie** – emisie vznikajúce pri výrobe energie, ktorá bola spotrebovaná pri aktivitách,
- **Scope 3 – nepriame emisie** – vznikajú pri činnostiach spojených s hlavnými aktivitami napr.: odvoz odpadu alebo outsourcované činnosti.

Medzi najvýznamnejšie emisie patria podľa SHMÚ ([b.r.]) tzv. skleníkové plyny, ktoré spôsobujú skleníkový efekt. Zvýšená koncentrácia týchto plynov v zemskej atmosfére posilňuje účinky skleníkového efektu a prispieva tým ku globálnemu otepľovaniu. Podľa European Chemicals Agency ([b.r.]) radíme medzi hlavné skleníkové plyny oxid uhličitý CO₂, metán CH₄, oxid dusný N₂O príp. chlórfluórové uhľovodíky CFC.

Obecne je nutné v problematike emisií resp. ich znižovania rozlišovať klimatickú a uhlíkovú neutralitu. Podľa Příbylu (2021) sa uhlíková neutralita týka hlavne oxidu uhličitého CO₂, kdežto pojem klimatická neutralita označuje všetky skleníkové plyny a obecne neutralita v tomto prípade znamená že emisie nie sú ani vypúšťané, ani odoberané.

1.2 Emisie CO₂ v doprave

Najvýznačnejšou emisiou v doprave je oxid uhličitý CO₂, pričom podľa Adamca et. al (2008) vzniká ako produkt spaľovania fosílnych palív a ich produktov, napr. pohonných hmôt. August (2020) uvádza, že spálením jedného litra benzínu vznikne približne 2,37 kg CO₂ a 2,65 kg CO₂ pri naftě.

1.2.1 Európska únia

Z údajov Our World in Data autorov Ritchie a Roser (2020) vyplýva, že z celkových uvoľnených emisií CO₂ v rámci krajín Európskej únie v roku 2016 pochádzalo 27,38 % z dopravy. Obrázok 1 prezentuje, aký podiel na emisiách v EÚ mala doprava v roku 2017:



Obrázok 1 Emisie z dopravy EÚ v roku 2017 (Agentúra EÚ pre životné prostredie, 2019)

Ako je možné pozorovať na obrázku 1, cestná doprava bola v roku 2017 zodpovedná za 19,35 %, letecká a lodná oboje za necelé 4 %, a iné formy dopravy, do ktorých spadá aj železničná doprava, len 0,27 % celkových emisií v rámci EÚ. Podľa Európskeho parlamentu (2019) bola v roku 2016 železnica zodpovedná len za 0,5 % emisií CO₂ z dopravy, pričom až 72 % emisií vplyvom dopravy vypustila do ovzdušia cestná doprava, z toho 26,2 % ťažké nákladné vozidlá a 11,9 % ľahké úžitkové vozidlá a 60,7 % osobné automobily.

1.2.2 Česká republika

Na základe grafov z Our World in Data vyplýva, že emisie z dopravy v ČR v roku 2016 činili 18 mil. ton (Ritchie a Roser, 2020), čo predstavuje 17,49 % z celkových vypustených emisií, čo je približne o 10 % menej ako bol európsky priemer v roku 2016. Podľa najaktuálnejších dát z Ročenky dopravy Českej republiky 2020 (MD, 2021a) boli emisie CO₂ z dopravy za pandemický rok 2020 19,416 mil. ton, čo predstavuje oproti roku 2019 pokles najmä v dôsledku pandémie koronavírusu o 8,05 % , čo je možné vidieť aj v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Emisie CO₂ podľa jednotlivých druhov dopravy v rokoch 2015–2020 v tis. ton

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Doprava celkom	19 057	19 869	20 501	20 839	21 117	19 416
Individuálna automobilová doprava	10 560	11 179	11 420	11 819	12 223	12 089
Silniční veřejná os. doprava včetně autobusů MHD	1 016	995	1 092	681	601	525
Silniční nákladní doprava	6 245	6 395	6 569	6 768	6 693	6 165
Motocykly	58	49	44	37	46	44
Železniční doprava – motorová trakce	271	275	281	276	262	224
Vodní doprava	10	13	13	10	16	13
Letecká doprava	898	965	1 083	1 248	1 275	356

Zdroj: Ministerstvo dopravy (2021a), upravené autorom

Z tab. 1 je viditeľné, že z hľadiska emisií v doprave dominuje individuálna automobilová doprava, u ktorej je možné pozorovať v rokoch 2015–2020 rastúcu tendenciu (s výnimkou roka 2020), kde v roku 2020 predstavovala až 62,26 % emisií CO₂ z dopravy. Cestná nákladná doprava je z hľadiska emisnej záťaže z dopravy s 31,75 % na druhom mieste. Emisie CO₂ z železničnej dopravy nezávislej trakcie činili 1,15 % z celkových emisií uvoľnených v doprave. Je však nutné poznamenať, že na základe údajov z Štatistickej ročenky 2020 vydanou Správou železníc (2021c), štátní organizácie (ďalej len „Správa železníc“) bol dopravný výkon nezávislej trakcie v železničnej sieti ČR 9,004 mld. hrtnkm¹, čo z celkového dopravného výkonu železnice 57,409 mld. hrtnkm predstavuje 15,68 %. Emisie na výrobu energie závislej trakcie hnacích dráhových vozidiel nie sú v emisiách CO₂ z dopravy v Ročenke dopravy 2020 započítané.

1.3 Modal split

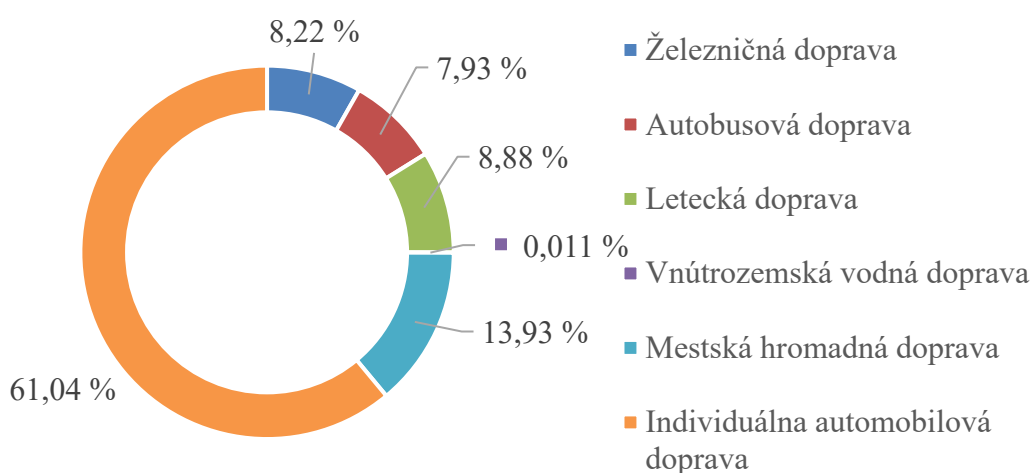
V rámci dopravy a využívania jednotlivých dopravných módov je zaužívaný pojem anglického pôvodu modal split, ktorého slovenský ekvivalent je deľba prepravnej práce. Krieger, von Stackelberg a Malina (2018) definujú modal split ako rozdelenie prepravných výkonov medzi jednotlivé módy dopravy. Autori ekvivalentne uvádzajú, že pod pojmom

¹ hrubý tonokilometer [hrtnkm]

modal split sa dá rozumieť podiel dopravných prostriedkov na uspokojení celkového dopytu po dopravných službách. modal split sa podľa niektorých zdrojov delí na osobnú a nákladnú dopravu. Podľa Eurostatu (2021) je modal split osobnej dopravy percentuálny podiel jednotlivých módov z celkovej vnútroštátnej dopravy vyjadrený v oskm². Eurostat (2021) využíva modal split jednotlivých krajín ako jeden z indikátorov udržateľného vývoja.

1.3.1 Modal split v ČR – osobná doprava

Modal split Českej republiky je na základe dostupných dát z Ročenky dopravy 2020 taktiež možné rozdeliť na osobnú a nákladnú dopravu (MD, 2021a). Údaje v percentách predstavujú v grafe na obr. 2 podiel prepravných výkonov v osobokilometroch za rok 2019:



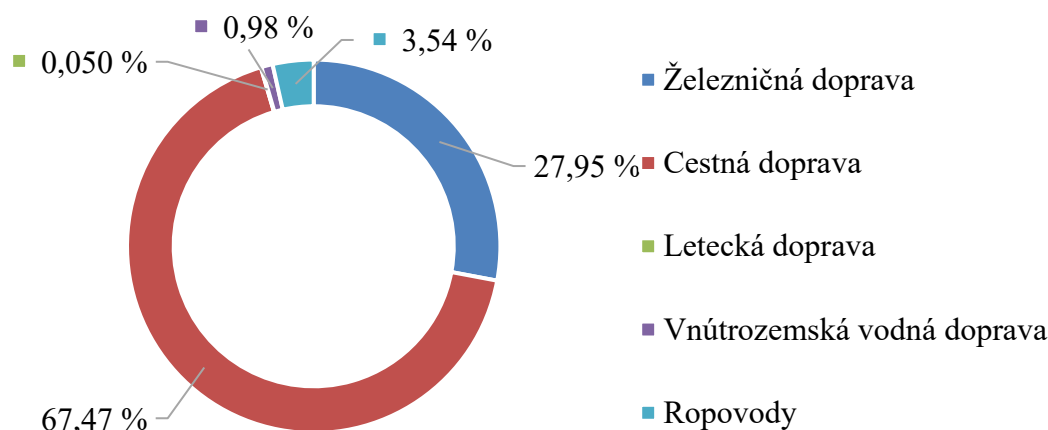
Obrázok 2 Modal split osobnej dopravy ČR 2019 (MD, 2021a, vlastná úprava)

Z grafu sa dá usúdiť, že čo sa modal splitu týka, dominuje v prepravných výkonoch individuálna automobilová doprava, ktorej podiel z celkového prepravného výkonu ČR tvorilo 61,04 %, nasleduje MHD ktorej podiel predstavuje 13,93 %, železničná doprava 8,22 % a autobusová doprava tvorila 7,93 % zo všetkých prepravných výkonov.

1.3.2 Modal split v ČR – nákladná doprava

Pri modal split nákladnej dopravy v ČR z roku 2019 vychádzajú percentá z podielu prepravného výkonu v tonokilometroch. Ako ukazuje obr. 3, modal split nákladnej dopravy ČR vykazuje podobný trend ako ten v osobnej doprave, a to že väčšina (67,47 %) prepravných výkonov pripadá na cestnú dopravu. Rozdiel oproti prepravným výkonom v osobnej doprave je ten, že v nákladnej doprave pripadá na železniciu podiel prepravného výkonu až 27,95 % celkových tkm.

² osobokilometer [oskm]



Obrázok 3 Modal split nákladnej dopravy ČR 2019 (MD, 2021a, vlastná úprava)

1.4 Udržateľná mobilita

Doba výrazných klimatických zmien núti spoločnosť v rôznych oblastiach vrátane dopravy zvažovať dopady činností týchto odvetví nie len na životné prostredie, ale aj spoločnosť ako takú. V nasledujúcom oddiele bude vysvetlený koncept udržateľnosti a jeho aplikáciu na mobilitu, resp. dopravu.

1.4.1 Udržateľnosť

Pojem udržateľnosť má v literatúre viacero definícií, pričom mnoho autorov sa odvoláva na definíciu Správy Svetovej komisie pre životné prostredie a rozvoj Naša Spoločná budúcnosť³ OSN (1987), ktorá udržateľný rozvoj pokladá za taký, „*ktorý dokáže uspokojiť potreby súčasnosti bez toho, aby ohrozil schopnosť budúcich generácií uspokojiť svoje vlastné potreby*“. Koncept udržateľnosti sa spravidla delí do troch dimenzií (Bauer, 2008):

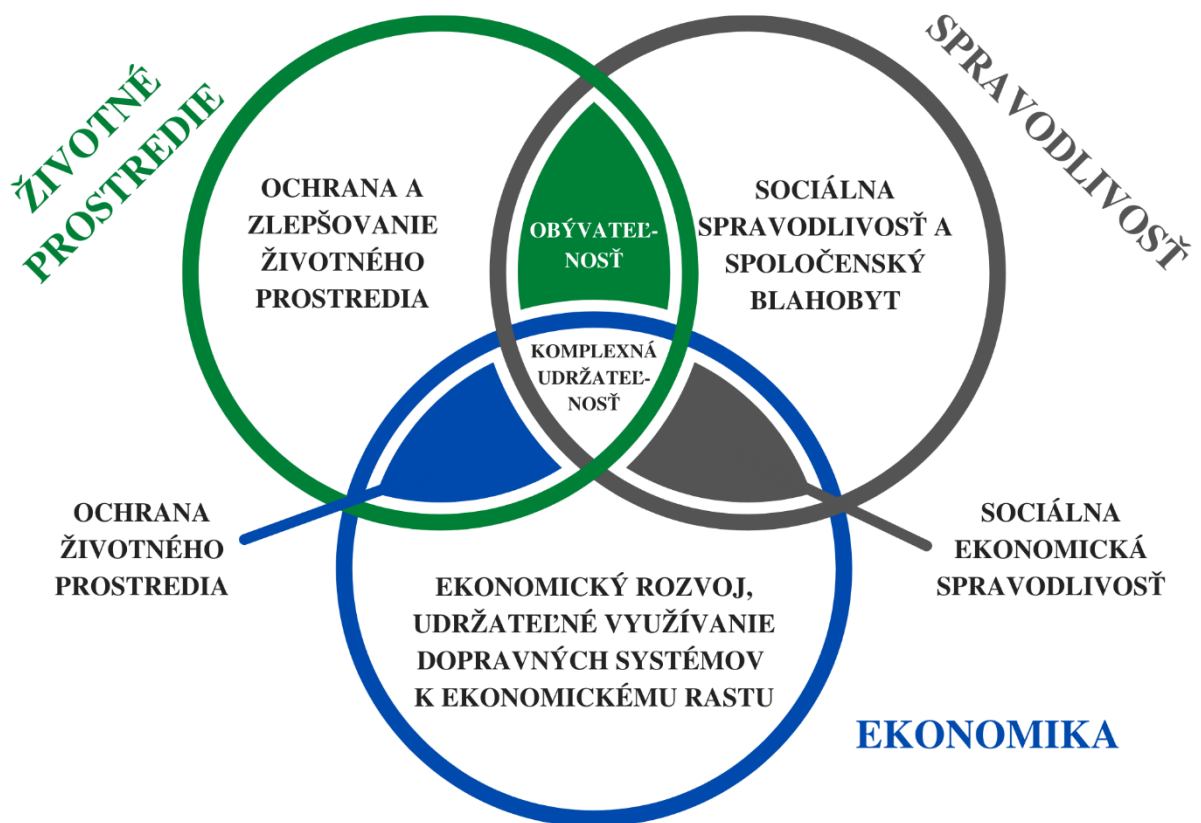
- **ekonomická** (dlhodobé výnosy z využívania existujúcich zdrojov),
- **ekologická** (zachovanie prírodného kapitálu a životného prostredia),
- **sociálna** (zabezpečenie rovnakého prístupu k zdrojom a príležitostiam).

1.4.2 Udržateľná doprava

Podľa Brúhovej-Foltýnovej (2009) nemá udržateľná doprava všeobecne akceptovanú definíciu, pričom autorka ďalej uvádza, že sa často na definovanie pojmu udržateľnej dopravy využíva modifikácia definície udržateľnosti, t. j.: „*udržateľná doprava umožňuje uspokojenie potrieb mobility súčasných generácií bez obmedzenia potrieb mobility budúcich generácií*.“

³ Report of the World Commission on Environment and Development – Our Common Future (OSN, 1987)

Kušková (2003) popisuje udržateľnú dopravu ako takú, ktorá funkčne, bezpečne a ekonomicky zaistí prepravu ľudí a nákladu a súčasne nie je v rozpore s udržateľnou spotrebou prírodných zdrojov, znižuje environmentálnu záťaž a eliminuje zdravotné riziká na ľudské zdravie. Brúhová-Foltýnová a Máca (2007) píšú, že odborná verejnosť sa zhoduje na tom, že udržateľná doprava by mala stabilne prispievať k socioekonomickému bohatstvu a zároveň by nemala vyčerpávať prírodné zdroje a nemať negatívny vplyv na životné prostredie. Autori vysvetľujú koncept udržateľnej dopravy schematicky pomocou troch dimenzií resp. pilierov udržateľnosti.



Obrázok 4 Definícia udržateľnej dopravy za pomoci troch pilierov udržateľnosti (Brúhová-Foltýnová a Máca, 2007, vlastná úprava)

Podľa autorov sa jednotlivé piliere nie len ovplyvňujú, ale sčasti aj prelínajú. Ekonomický a environmentálny pilier spája snaha internalizovať ekologické následky dopravy na spoločnosť. Podľa Brúhovej-Foltýnovej (2009) internalizácia externých nákladov v doprave znamená ocenenie a prenesenie externých (nepriamych) nákladov na ich pôvodcu. Piliere sociálny a ekonomický preväzujú zaistenie potrebnej mobility čo najväčšej skupine obyvateľov a pilier sociálny spolu s environmentálnym zjednocujú princípy etických hodnôt a snažia sa o medzigeneračnú rovnosť (Brúhová-Foltýnová a Máca, 2007).

Brůhová-Foltýnová (2009) cituje OECD (1998), ktorej projekt z roku 1994 „*Environmentálne udržateľná doprava*“ (EST) prišiel s definíciou pre udržateľnú dopravu, ktorú zadefinoval ako takú, ktorá „*neohrozuje verejné zdravie alebo ekosystémy a uspokojuje potreby mobility konzistentnými s konceptom udržateľného rozvoja tým, že*

- a) *čerpá obnoviteľné zdroje pomalšou mierou, než je miera ich obnovy,*
- b) *čerpá neobnoviteľné zdroje pomalšie, než je rozvoj ich substitútov (OECD, 1998)“.*

1.5 Kapacita železničných tratí

Pre zhodnotenie potenciálu železnice je nutné definovať jej kapacitu, ktorá rozhodne patrí k obmedzujúcim faktorom.

1.5.1 Kapacita dopravnej infraštruktúry

Molková et. al (2010) definujú kapacitu dopravnej infraštruktúry ako „*využitelnú priepustnosť v rámci požadovaných tras vlakov na úseku dopravnej cesty v určitom období. Ide teda o celkový počet uskutočniteľných vlakových tras v určenom časovom úseku, (...) a to v železničných staniciach a uzloch, na jednotlivých tratiach alebo v časti siete, pri zachovaní tržne orientovanej kvality.*“ Smernica SŽDC SM124 „*Zjišťování kapacity dráhy*“ (2019) chápe pojem kapacita ako „*schopnosť realizovať určitý dopravný výkon*“. Zároveň podľa Smernice predstavuje kapacita abstraktnú veličinu, ktorú exaktne vyjadrujú ukazatele kapacity, medzi ktoré patria:

- priepustnosť,
- využitie priepustnosti,
- stupeň obsadenia,
- koeficient kolíznosti,
- čakanie,
- pravdepodobnosť čakania,
- prírastok meškania.

Vyhláška Medzinárodnej železničnej únie UIC (2004) UIC-KODEX 406 – Kapacita určuje ako základné parametre, na ktorých závisí kapacita nasledujúce faktory:

- **počet vlakov** (za daný časový úsek),
- **priemerná rýchlosť** (brzdná dráha rastie nadproporcionálne k priemernej rýchlosti),
- **stabilita** (nutnosť pripočítania časových rezerv a medzier na elimináciu malých meškání),
- **heterogenita** medzi dobami jazdy vlakov rôznych typov.

1.5.2 Priepustnosť železničných tratí

Podľa Širokého (2018) je priepustná výkonnosť resp. priepustnosť taký počet vlakov so stanovenou normou dĺžky alebo záťaže, ktorý môže byť prevezený na danej trati za časovú jednotku pri danom technickom, prevádzkovom a personálnom vybavení za podmienky dodržania potrebnej kvality dopravy. Molková et. al (2010) dodávajú, že priepustnosť sa dá vyjadriť ako výkonnosť vyjadrená počtom vlakov za časovú jednotku, ktorá sa ešte dá na železničnom zariadení dosiahnuť bez zníženia požadovanej kvality vlakovej dopravy. Priepustnosť sa zisťuje u (Široký, 2018):

- traťových koľají resp. priestorových oddielov,
- železničných staníc,
- prevádzkových zariadení (predovšetkým elektrické trakčné zariadenia).

Kľúčovým podkladom pre výpočet priepustnosti je podľa Molkovej et. al (2010) čas obsadenia. Smernica SŽDC SM124 rozumie pod časom obsadenia časovú normu obsadenia daného prevádzkového zariadenia alebo prvku jedným vlakom. Celkový čas obsadenia sa skladá z priamej a nepriamej zložky (Molková et. al, 2010):

- priame obsadenie (vlastný úkon),
 - jazda vlaku,
- nepriame obsadenie (vlastný úkon neprebíha, ale bez nich nie je možný),
 - prevádzkové intervaly (PI),
 - staničné,
 - traťové,
 - nástupiskové,
 - následné medzičasy.

Obecne podľa autorov záleží priepustnosť na faktoroch ako počet traťových koľají, kvalite a traťovej rýchlosti dopravnej infraštruktúry alebo druhoch staničných a traťových zabezpečovacích zariadení (Molková et. al, 2010).

1.6 Energetický mix a spotreba energie v doprave

Matejů (2013) popisuje energetický mix ako podiel primárnych a sekundárnych zdrojov energie v oblasti výroby elektrickej energie, pričom primárne zdroje sú tie, ktoré pochádzajú z prírody a nie sú človekom nijako modifikované. Autor ich delí na neobnoviteľné (fosílné, príp. jadrové) a obnoviteľné (vodná, veterná príp. slnečná energia). Sekundárne zdroje podľa autora pochádzajú z ľudských činností, napr. spaľovanie odpadov, použité oleje alebo skládkové plyny.

1.6.1 Energetický mix ČR

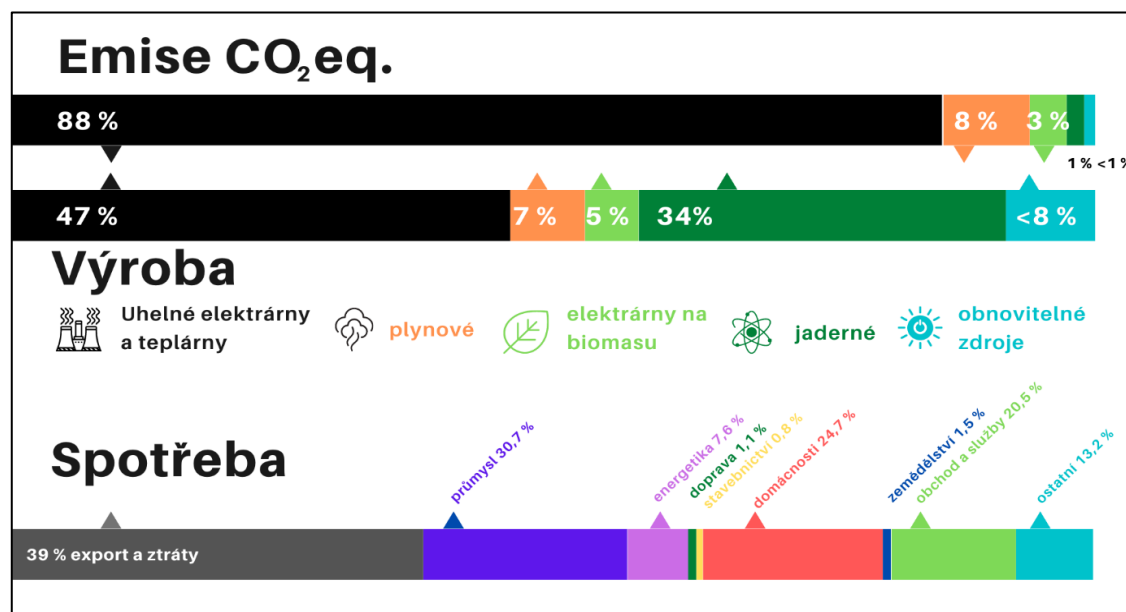
Pre zhodnotenie potenciálu železnice z hľadiska emisnej záťaže je nutné sa pozrieť na to, z akých zdrojov získava Česká republika a sektor dopravy energiu.

Tabuľka 2 Energetický mix ČR 2020

Obnoviteľné zdroje – Celkem	6,75%	Sluneční	2,27%
		Větrné	0,43%
		Vodní	0,65%
		Biomasa	3,40%
Fosilní zdroje – Celkem	52,50%	Hnědé uhlí	40,00%
		Černé uhlí	2,66%
		Zemní plyn	9,61%
		Ropa a ropné produkty	0,11%
		Druhotné zdroje a ostatní	0,12%
Jaderné Zdroje – Celkem	40,75%		40,75%
Σ	100%	Σ	100%

Zdroj: OTE (2021, vlastná úprava)

Ako vyplýva z tabuľky 2, podiel obnoviteľných zdrojov na výrobe elektrickej energie bol v roku 2020 6,75 %, zatiaľ čo v roku 2015 bol tento podiel 11,77 %. Až 40,75 % elektrickej energie v ČR pochádza z jadrových zdrojov, pričom od roku 2017 sa tento podiel každým rokom zvyšuje od svojho minima v roku 2016 (30,36 %). Najväčším zdrojom elektrickej energie v ČR tvoria dlhodobé fosilné zdroje, ktoré v roku 2020 pokryli 52,5 % vyrobenej energie, pričom vyše 40 % pochádza z uhoľných elektrární.



Obrázok 5 Elektrina v ČR: výroba a emisie 2018 (Fakta o klimatu, 2020, vlastná úprava)

Český portál Fakta o klimatu (2020) spracoval vo forme infografiky nie len energetický mix ČR, ale zároveň podiel emisií jednotlivých zdrojov na výrobe energie. Ako je možno vyčítať z obrázku 5, zatiaľ čo uhoľné elektrárne vytvorili v roku 2018 z celkového podielu energie iba 47 %, podiel týchto elektrární na emisiách z energetiky bol až 88 %. Na rozdiel jadrové elektrárne v roku 2018 vyprodukovali 34 % z energie, emisie jadrových elektrární tvorili z celkových emisií v energetike iba 1 %.

Čo sa týka výhľadu energetického mixu do budúcnosti, predpokladalo v roku 2012 Ministerstvo priemyslu a obchodu ČR (2012) v Štátnej energetickej koncepcii, že do roku 2040 bude jadrová energia tvoriť 50 – 60 % vyrobenej energie v ČR. V aktualizovanej verzii schválenu Vládou ČR v roku 2015 sa tento údaj pozmenil na 46 – 58 %. (MPO, 2014a). Cieľom krajín EÚ je tzv. uhoľný phase-out – nahradenia uhlia pri zdrojoch v energetike. Podľa portálu Fakta o klimatu (2022) Česká republika dátum phase-outu stanovila na rok 2033.

Je dôležité spomenúť aj aktuálne zámery EÚ, resp. Európskej komisie (EK) uznať jadrovú a plynovú energetiku za zelené zdroje. ČTK (2022b) píše, že 1. januára 2022 zverejnila EK znenie návrhu, ktorý však zároveň určuje prísne podmienky pre udelenie statusu udržateľného zdroja energie. Podľa návrhu sa za zelené budú pri jadrovej energii považovať len projekty zahájené najneskôr do roku 2045. Podľa ČTK (2022a) budú musieť na základe návrhu plynové zdroje splniť prísne podmienky, ako napr. schopnosť spoluspaľovať 30 % nízkoemisných plynov. Generálny riaditeľ Českých energetických závodov (ČEZ, a. s.) Daniel Beneš sa obáva, že by daný návrh výrazne skomplikoval transformáciu českého energetického priemyslu, a že ratifikácia aktu by zamedzila ďalšiu výstavbu a reaktorov v ČR. Beneš ďalej uvádza, že podľa jeho názoru by mala Česká republika trvať na úprave predmetného návrhu (ČTK, 2022a). Minister priemyslu a obchodu ČR Jozef Síkela (2022a) sa 3. januára 2022 na svojom účte na Twitteri vyjadril, že je potrebné získať podporu podobne zmýšľajúcich krajín čo sa jadrovej energie týka a pokúsiť sa v pripomienkovom konaní vyjednať v návrhu zmeny v prospech ČR. Z príspevkov ministra (2022b) zo dňa 21. januára 2022 vyplýva, že ČR už svoje pripomienky zaslala EK tak, aby bol návrh „realistický a nediskriminačný.“

1.6.2 Spotreba energie v doprave ČR

Na základe Ročenky dopravy 2020 (MD, 2021a) vyplýva, že v roku 2019 až 84,26 % (54 392,4 TJ) spotrebovanej energie v doprave prepočítanej na jednotku terajoule pochádzalo zo spotreby motorovej nafty, zatiaľ čo elektrická energia poskytla 11,1 % (7 164,9 TJ) spotrebovanej energie. Zvyšných 4,64 % tvorili napr. zemný plyn, automobilové benzíny a i.

V železničnej doprave bolo podľa Ročenky dopravy 2020 (MD, 2021a) v roku 2019 spotrebovaných 3 345,8 TJ energie z motorovej nafty a 4 616,4 TJ elektrickej energie. Z toho vyplýva, že v roku 2019 sa z celkovej elektrickej energie spotrebovanej v doprave spotrebovalo 64,43 % v železničnej doprave. Celkovo sa v železničnej doprave spotrebovalo v roku 2019 8 773,8 TJ energie, čo predstavuje 13,59 % zo spotrebovanej energie v doprave. Je potrebné dodať, že z Ročenky nevyplýva, z akých zdrojov pochádza elektrická energia použitá v doprave, resp. v železničnej doprave.

Z dát Ročenky dopravy 2020 (MD, 2021a) spotrebovala cestná doprava v roku 2019 50 856,9 TJ energie z motorovej nafty, čo predstavuje až 91,63 % energie v spotrebovanej v cestnej doprave. Z celkovej energie spotrebovanej v doprave využila v roku 2019 cestná doprava až 85,99 % energie. Pre lepšiu prehľadnosť sú dáta zhrnuté v tabuľke 3:

Tabuľka 3 Spotreby v jednotlivých druhoch dopravy

Spotreba energie v dopravě v TJ (2019)				
celkem		64 549,9	100,00 %	
z toho	motorová nafta	54 392,4	84,26 %	
	elektrická energie	7 164,9	11,10 %	
	ostatní	2 992,6	4,64 %	
Spotreba energie v železniční dopravě v TJ (2019)			z celkové spotřeby	
celkem		8 773,8	100,00 %	13,59 %
z toho	motorová nafta	3 345,8	38,13 %	5,18 %
	elektrická energie	4 616,4	52,62 %	7,15 %
	ostatní	811,6	9,25 %	1,26 %
Spotreba energie v silniční dopravě v TJ (2019)				
celkem		55 505,4	100,00 %	85,99 %
z toho	motorová nafta	50 856,9	91,63 %	78,79 %
	elektrická energie	2 537,2	4,57 %	3,93 %
	ostatní	2 111,3	3,80 %	3,27 %

Zdroj: MD (2021a, vlastná úprava)

1.7 Konvenčné dráhy a VRT

Ako je zrejmé z dokumentu „Významné investiční akce“ (SŽ, 2020), železničná sieť Českej republiky prechádza v súčasnom období významnou modernizáciou, ktorej súčasťou sú napr. elektrifikácia či pridávanie traťových koľají, ktorá prispeje k bezpečnosti, prevádzkyschopnosti a skapacitneniu železničných tratí. Dôkazom toho sú aj postupne stúpajúce investičné náklady Správy železníc do železničnej infraštruktúry v posledných rokoch (SŽ, 2021d). Medzi najväčšie investičné projekty sa jednoznačne radí aj plánovaná výstavba vysokorýchlostných tratí (VRT), ktorá výrazne ovplyvní skapacitnenie železničnej

infraštruktúry v ČR tým, že uvoľní kapacitu konvenčných tratí, ktorá následne môže byť využitá pre zvýšenie podielu modal splitu v prospech nákladnej železničnej dopravy, čo patrí medzi ciele vládneho kabinetu v Programovom prehlásení vlády ČR (2022) a môže to do značnej miery posilniť potenciál železničnej dopravy k zníženiu emisnej záťaže z dopravy.

1.7.1 Vysokorýchlostné trate (VRT) v ČR

Plánované VRT v ČR spadajú pod systém tzv. Rýchlych spojení (RS), ktoré, ako definuje Správa železnic (2021b), sú prevádzkovo-infraštruktúrny systém rýchlych železníc, v rámci ktorého dochádza ako k výstavbe VRT, tak aj modernizácii konvenčných železničných tratí. Z politického hľadiska má systém RS oporu v strategickom dokumente „*Program rozvoje rychlých železničních spojení v České republice*“, ktorý schválila Vláda ČR (2017) uznesením z mája 2017, v ktorom zároveň ukladá ministromi dopravy zahájiť proces prípravy systému RS. Podľa Správy železnic (2021b) sa za VRT považujú novostavby tratí, kde prevádzková rýchlosť presahuje 250 km/h a 200 km/h u tratí rekonštruovaných, pričom maximálna konštrukčná rýchlosť pre osobnú dopravu zrejme dosiahne 320 km/h. Aktuálne sú v Českej republike pripravované tieto VRT (obr. 6) korešpondujúce s hlavnými smermi systému RS (SŽ, 2021a):

- RS 1 VRT Praha – Brno – Ostrava,
- RS 2 VRT Brno – Šakvice,
- RS 4 VRT Praha – Ústí nad Labem – Dresden + odbočka Bříza – Most,
- RS 5 VRT Praha – Hradec Králové – Wrocław.



Obrázok 6 Mapa plánovaných VRT v ČR (SŽ, 2021a)

Správa železnic (2021e) predpokladá, že k zahájeniu prvých úsekov výstavby by malo dôjsť už v roku 2025, a to napr. v úsekoch VRT Polabí (Praha-Běchovice – Poříčany) alebo VRT Moravská brána (Prosenice – Ostrava-Svinov).

Správa železnic (2021f) definovala možné prínosy VRT v ČR, ako napr. úspora času cestujúcich a peňazí z nevypustených emisií CO₂, vznik pracovných miest počas výstavby a po uvedení do prevádzky, rôzne socio-ekonomické dopady a rozvoj turizmu, ako aj vplyv na ostatné druhy dopravy.

1.8 Pohľad do zahraničia

Na základe dát z Európskej environmentálnej agentúry (2019a, 2019b) sa dá vyčítať, že modal split krajín EÚ sa za posledné dve dekády v priemere nijak výrazne nezmenil. Rovnako sa prepravné výkony zásadným spôsobom nezmenili ani v osobnej a nákladnej doprave po železnici (EEA, 2019a, 2019b):

- nákladná železničná doprava: 1995 – 388 mld. tkm⁴, 2017 – 421 mld. tkm,
- osobná železničná doprava: 1995 – 343 mld. oskm, 2017 – 470 mld. oskm.

V európskom priestore sa najväčší pomer prepravných výkonov po železnici v rámci modal splitu krajiny pripisuje štátom ako napr. Rakúsko alebo Švajčiarsko (EEA, 2015, VCÖ, 2019), v nasledujúcich pododdieloch budú načrtnuté stratégie a koncepcie udržateľnosti jednotlivých vlád a národných železničných dopravcov.

1.8.1 Rakúsko

Rakúske Spolkové ministerstvo pre ochranu klímy, životné prostredie, energiu, mobilitu, inovácie a technológie (BMK, 2021) v roku 2021 vydalo publikáciu s názvom „*Mobilitätsmasterplan 2030 für Österreich*“⁵, v ktorom v 11 kapitolách popisuje, akými spôsobmi a nástrojmi chce Rakúsko do roku 2040 dosiahnuť uhlíkovú neutralitu v oblasti dopravy. Rakúsko podľa publikácie stavia svoje ciele a nástroje na udržateľnú mobilitu na troch princípoch – suficiencia (dostatočnosť), konzistentnosť a efektívnosť. Prvý z princípov, dostatočnosť, znamená, že by sa malo upraviť správanie spotrebiteľov v oblasti prepravných služieb, a to v zmysle obmedzenia dopravy len na nevyhnutné cesty, pričom si Rakúsko za cieľ stanovilo, že (BMK, 2021):

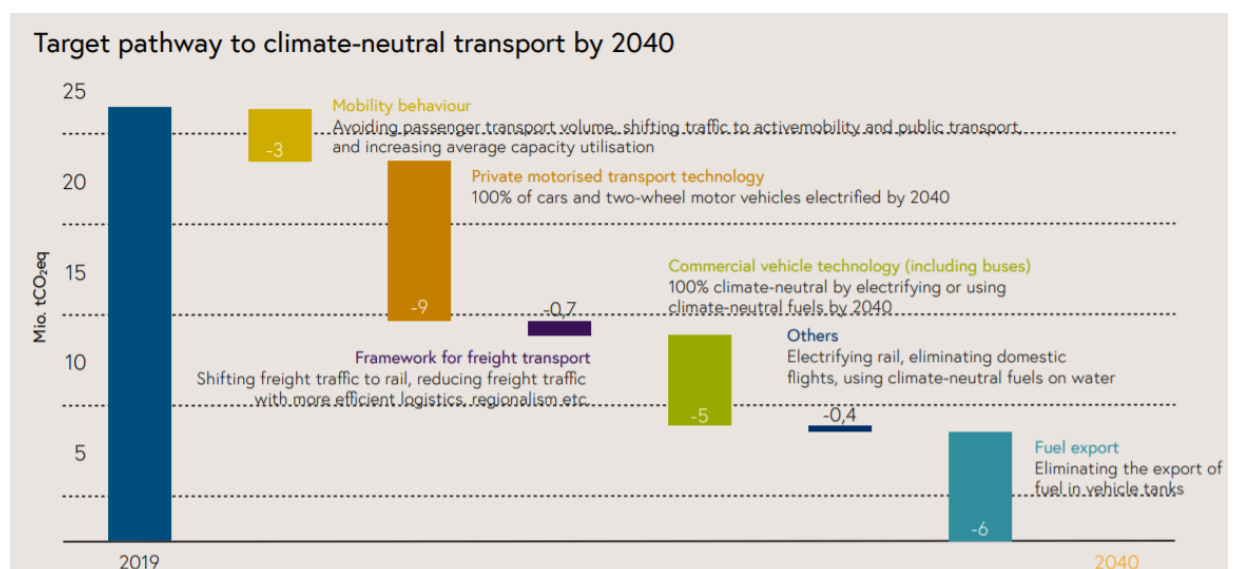
- a) v oblasti osobnej dopravy ostanú dopravné výkony takmer konštantné,
- b) v nákladnej doprave sa dopravné výkony zvýšia do 10 %.

⁴ tonokilometer [tkm]

⁵ voľne preložené ako Hlavný plán mobility 2030 pre Rakúsko

Pod pojmom konzistentnosť sa podľa strategického dokumentu dá rozumieť prechod na ekologickejšie formy dopravy. Medzi ciele, ktoré si na základe tohto princípu Ministerstvo pre klímu (BMK, 2021) stanovilo, patria napríklad zvýšenie podielu dopravných výkonov ekologických spôsobov dopravy zo súčasných 30 % na 47 % alebo zníženie podielu individuálnej automobilovej dopravy za pomoci zdieľanej mobility. V rámci nákladnej dopravy by chcelo Rakúsko na základe európskej spolupráce zvýšiť podiel prepravných výkonov železnice na 40 %, pričom Rakúsko samostatne dokáže tento podiel zvýšiť len na 34 % (BMK, 2021).

Princíp efektívnosti autori vysvetľujú tak, že je nutné, aby vozidlá čo najskôr prešli na bezemisný pohon. Jednotlivé ciele na dosiahnutie tohto stavu sú napríklad to, že všetky nové osobné automobily budú od roku 2030 zapísané len v prípade, že budú na bezemisný pohon, čo sa rovnako najneskôr do roku 2035 bude týkať aj autobusov, príp. veľkých a malých úžitkových vozidiel (BMK, 2021). V železničnej doprave očakáva Ministerstvo pre klímu (2021) úplnú bezemisnosť do roku 2040 a dekarbonizáciu do roku 2035, čo by mali dráhy dosiahnuť elektrifikáciou železničných tratí a využívaním energie z obnoviteľných zdrojov. V pláne sa nachádzajú zároveň návrhy, ako ciele dosiahnuť pomocou legislatívnych opatrení prípadne finančné instrumenty ako ocenenie emisií CO₂ z nafty, benzínu, zemného plynu a vykurovacieho oleja, ktoré by malo motivovať spotrebiteľov týchto hmôt k prechodu na ekologickejšie palivá (BMK, 2021).



Obrázok 7 Cieľová cesta ku klimatickej neutralite v doprave do roku 2040 (BMK, 2021)

Spolkový úrad pre životné prostredie v spomenutom dokumente vydal časovú os so základnými opatreniami, ktoré je nutné zaviesť pre dosiahnutie klimatickej neutrality v doprave a zároveň odhadované zníženie emisií jednotlivými opatreniami (viď obr. 7). Z pohľadu železnice je zaujímavý predovšetkým fialový stĺpec, ktorý predpokladá, že presun nákladnej dopravy z cestnej na železničnú dopravu spolu s efektívnejšou logistikou majú potenciál znížiť emisie len 0,7 mil. ton emisií, čo predstavuje z celkových 24,1 mil. ton iba 2,90 %. V tmavomodrom stĺpci sa nachádza spolu s inými opatreniami aj elektrifikácia železníc, ktorá predstavuje 0,4 mil. ton emisií, čo z celku predstavuje iba 1,66 %. Je nutné zároveň uviesť, že v žltom stĺpci, kde je odhad zníženia o ďalšie tri mil. ton emisií je zahrnutý okrem iného aj prechod z individuálnej osobnej dopravy k verejnej doprave vrátane železnice.

Medzi ďalší strategický dokument v kontexte potenciálu železnice k zníženiu emisnej záťaže v Rakúsku je aj „*ÖBB Klimaschutzstrategie 2030*“, ktorý vydali v roku 2019 Rakúske spolkové dráhy ÖBB (2019). V tomto dokumente popisuje ÖBB (2019), v akých oblastiach a akými opatreniami sa snažia dosiahnuť svoje ciele, a to dosiahnutie CO₂-neutrality v emisiách kategórií Scope 1 a 2 (okrem budov) a úplná CO₂-neutralita do rokov 2040–2050 vo všetkých emisných kategóriách (Scope 1-3). V prílohe B je zhrnutý obsah tejto publikácie, vrátane načrtnutia aktuálneho stavu, prípadných možností, ako v jednotlivých kategóriách dosiahnuť plánované ciele.

1.8.2 Švajčiarsko

Švajčiarska konfederácia sa už viaceré roky radí medzi krajiny, kde je podiel železnice na modal split krajiny ako nákladnej, tak aj osobnej dopravy jeden z najvyšších v európskom priestore (EEA, 2015, VCÖ, 2019). Podľa nemeckej Aliancie pre železnicu (2021) bol v roku 2019 pomer prepraveného nákladu železničnou dopravou v Švajčiarsku až 40 %. Preferencia železničnej dopravy je v Švajčiarsku znateľná nie len z vyššie spomenutého modal splitu, ale zároveň z viacerých dokumentov vydaných Spolkovou radou (2021) (vládou Švajčiarska) a dokonca je aj zakotvená v Spolkovej ústave Švajčiarskej konfederácie (2021) po referendách z 09.02.2014 a 12.02.2017. Do textu ústavy boli zapracované otázky verejnej dopravy, právomoci legislatívneho rámca dráhovej dopravy a iných druhov dopravy, financovanie železničnej infraštruktúry, ako aj smerovanie veľkých projektov v oblasti železničnej dopravy (Švajčiarsko, 2021). Z pohľadu témy využitia potenciálu železnice k udržateľnej doprave je dôležité spomenúť nasledujúce články ústavy (Švajčiarsko, 2021):

⁶ ÖBB Stratégia ochrany klímy 2030

- **81a Verejná doprava** – „1 Konfederácia a kantóny zabezpečia primeraný rozsah služieb verejnej železničnej, cestnej, vodnej a lanovej dopravy vo všetkých regiónoch krajiny. Zájmy železničnej nákladnej dopravy sa primerane zohľadnia,“
- **84 Tranzitná doprava cez Alpy** – „2 Transalpská nákladná doprava od hranice k hranici sa uskutočňuje po železnici. Spolková rada prijme potrebné opatrenia. Výnimky sú povolené len vtedy, ak sú nevyhnutné.“

Spolková rada (2021) vydala dokument s názvom „Dlhodobá klimatická stratégia Švajčiarska⁷,“ ktorý vznikol na základe rozhodnutia Spolkovej rady zo dňa 28.08.2019 o neutralite Švajčiarska v oblasti skleníkových plynov do roku 2050. Spomenutý dokument analyzuje aktuálny environmentálny stav Švajčiarska a stanovuje ciele pre jednotlivé hospodárske odvetvia vrátane dopravy (Spolková rada, 2021). Cieľom Švajčiarska je podľa tejto stratégie dosiahnuť do roku 2050 nulové emisie v pozemnej doprave. Jedno z opatrení, ktoré má podľa Spolkovej rady (2021) veľký redukčný potenciál v oblasti emisií je presun cestnej dopravy na železničnú, za predpokladu, že bude pri prevádzke používaná elektrická energia z obnoviteľných a udržateľných zdrojov. Výhodu železnice vidí švajčiarska vláda predovšetkým vo veľkej prepravnej kapacite na malej ploche a nižšiu spotrebu energie pri správnom vyťažení (Spolková rada, 2021). Zároveň predpokladá, že sa tento presun bude týkať najmä nákladnej dopravy a vyzdvihuje nutnosť inovatívnych zmien v prospech zvýšenia konkurencieschopnosti železnice (Spolková rada, 2021).

Ďalším významným dokumentom z hľadiska udržateľnosti je „Správa SBB podľa štandardov GRI 2020⁸,“ ktorý vydal švajčiarsky národný železničný dopravca a zároveň manažér železničnej infraštruktúry Schweizerische Bundesbahnen SBB (2020) v rámci výročných správ. Táto správa zhodnocuje činnosti SBB z pohľadu udržateľnosti na základe 17 cieľov udržateľnosti podľa OSN (Sustainable Development Goals), a zároveň určuje ciele pre dosiahnutie udržateľnosti v rôznych odvetviach spoločnosti. Na obr. 8 je možné vidieť prioritizáciu cieľov udržateľnosti podľa pôsobnosti SBB.

⁷ Langfristige Klimastrategie der Schweiz

⁸ SBB Bericht gemäss GRI-Standards 2020



Obrázok 8 Pyramída cieľov udržateľného rozvoja podľa SBB (SBB, 2020, vlastná úprava)

V správe zároveň SBB ku každému cieľu zhrňuje svoj príspevok a spôsob, ako sa pokúša dosiahnuť jednotlivé ciele. V nasledujúcich odrážkach sú po konzultácii s odborníkom zhrnuté komentáre SBB k vybraným cieľom, ktoré majú súvis s témou environmentálnej záťaže (SBB, 2020):

- **7 dostupné a čisté energie** – SBB šetrí energiu, zvyšuje energetickú účinnosť a podiel obnoviteľných zdrojov energie na spotrebe elektrickej energie. Plánuje tiež vyrábať viac elektrickej energie a tepla z nových obnoviteľných zdrojov energie.
- **9 priemysel, inovácie a infraštruktúra** – Cieľom SBB je zostať najekologickejším poskytovateľom mobility vo Švajčiarsku. Prevádzkuje a udržiava spoľahlivú, udržateľnú a odolnú infraštruktúru. Okrem toho modernizuje a vylepšuje svoje zariadenia, budovy a vozidlá, aby boli ešte čistejšie a ekologickejšie. Podporuje prechod na železničnú dopravu a rozšírenie hromadnej mobility. SBB investuje do inovácií, vyvíja nové služby mobility a podporuje cezhraničnú dopravu. Týmto spôsobom sa zachováva ekologická výhoda železničnej dopravy.
- **13 klimatické zmeny** – Železnica je a zostane dopravným prostriedkom, ktorý je najšetrnejší ku klíme. Preto SBB významne prispieva k ochrane klímy vo Švajčiarsku. Okrem toho je jedným z najdôležitejších cieľov spoločnosti SBB znižovanie emisií CO₂ v súlade s vedeckými usmerneniami. Jej cieľom je dosiahnuť do roku 2030 klimatickú neutralitu. SBB zvyšuje svoju odolnosť a prispôsobivosť voči rizikám súvisiacim s klímou a prírodnými katastrofami. Aktívne sa prispôsobuje účinkom zmeny klímy.

SBB (2020) si taktiež stanovila v správe ciele z pohľadu energetiky a emisií. V oblasti energetiky chce koncern v roku 2030 ušetriť približne 850 GWh energie, čo podľa predpokladov bude zodpovedať zhruba 30 % ročnej spotreby. Okrem toho nakupuje SBB (2020) od roku 2019 striedavý prúd (50 Hz) a od roku 2025 trakčnú energiu celkovo z obnoviteľných zdrojov. Od roku 2030 má SBB v pláne vyrábať 30 GWh energie pre domácnosti z fotovoltaických zdrojov a vykurovanie svojich budov výhradne z obnoviteľných zdrojov energie.

Čo sa emisií týka, plánuje SBB (2020) dosiahnuť klimatickú neutralitu v roku 2030. Okrem znižovania emisií skupiny Scope 1, teda priamo z podnikovej činnosti, má SBB v pláne znižovať nepriame emisie skupín Scope 2 a 3.

1.9 Pohľad strategických dokumentov EÚ a ČR

Nasledujúci oddiel poskytuje pohľad na vybrané strategické dokumenty vydané EÚ a ČR, v ktorých je okrem iných tém v doprave rozobraná aj problematika emisií.

1.9.1 Biela kniha dopravy

V roku 2011 schválila Európska komisia (2011) strategický dokument s názvom BIELA KNIHA Plán jednotného európskeho dopravného priestoru – Vytvorenie konkurencieschopného dopravného systému efektívne využívajúceho zdroje, v ktorom predstavuje 40 bodov a 131 konkrétnych iniciatív do roku 2020, ktorými krajiny Európskej únie mali dosiahnuť menšiu závislosť od importu ropy, bezemisnú mestskú dopravu v aglomeráciách a zníženie emisií CO₂ o 60 % do roku 2050 (EUR-Lex, 2015). V knihe bolo stanovených 10 základných cieľov, ktoré by mali viesť k spomínanému zníženiu emisnej záťaže, z ktorých sa podľa odborníka nasledujúcich päť sa týka bezprostredne železničnej dopravy (EK, 2011):

1. Presun nákladnej dopravy z ciest na železnicu; 30 % nákladnej dopravy nad 300 km by od roku 2030 mali byť presunuté na iné dopravné módy a do roku 2050 by tento podiel mal byť 50 %.
2. Dokončenie siete VRT v Európe do roku 2050 a stonásobenie jej aktuálnej dĺžky.
3. Spreádzkovanie funkčnej multimodálnej transeurópskej siete TEN-T do roku 2050.
4. Prepojenie letísk s VRT a prepojenie veľkých námorných prístavov nákladnou železničnou dopravou, príp. vnútrozemskou lodnou dopravou.
5. Zavedenie inteligentných systémov riadenia dopravy ERTMS⁹.

⁹ European Rail Traffic Management System – európsky systém riadenia železničnej dopravy

1.9.2 European Green Deal – Európska zelená dohoda

Európska zelená dohoda je súhrn opatrení, cieľov a iniciatív, ktoré predstavila Európska komisia koncom roka 2019, ktorých hlavným cieľom je dosiahnuť klimatickú neutralitu EÚ do roku 2050 (Rada EÚ, 2022). V oblasti dopravy definovala v rámci zelenej dohody EK viaceré hlavné ciele (EK, 2019):

- do 2030 bude v prevádzke minimálne 30 miliónov bezemisných áut a 80 tisíc bezemisných nákladných áut,
- do 2030 bude aspoň 100 klimaticky neutrálnych európskych miest,
- do 2035 bude na trhu bezemisné lietadlá,
- do 2030 by sa mala doprava na vysokorýchlostných tratiach zdvojnásobiť,
- do 2050 by mali byť internalizované externé náklady v doprave¹⁰,
- do 2050 sprevádzkovanie TEN-T siete,
- presun podstatnej časti cestnej nákladnej dopravy na iné druhy dopravy ako napr. železničná doprava.

Lapierre a McDougall (2021) píšú, že na splnenie vymenovaných cieľov je podľa EK nutné zrevidovať viaceré právne predpisy. Medzi tieto predpisy patria napr. smernica, ktorá predpisuje požiadavky na rozšírenie dobíjajúcich staníc pre alternatívne pohony, nariadenie, ktoré stanovuje normy emisií CO₂ osobných automobilov, príp. revízia nariadenia o transeurópskej dopravnej sieti (TEN-T) a smernice o inteligentných dopravných systémoch. Okrem toho podľa Lapierre a McDougall (2021) plánuje EK preskúmať pravidlá systému obchodovania s emisiami EU ETS a ich pridelovanie v oblasti leteckej dopravy, pričom EK zvažuje zavedenie systému kompenzácie emisií CO₂ z leteckej dopravy, pričom tieto kroky by mohli všeobecne zvýšiť konkurencieschopnosť železničnej dopravy v priestore Európskej únie. Je zároveň nutné dodať, že ciele Green dealu EK prevyšujú ciele z Bielej knihy dopravy, ktorá má v súčasnosti už 11 rokov a niektoré jej body už môžu byť neaktuálne, resp. sú aktualizované v cieľoch Green Dealu.

1.9.3 Dopravná politika Českej republiky pro období 2021–2027

V roku 2021 vydalo Ministerstvo dopravy ČR (2021b) strategický dokument s názvom „Dopravná politika České republiky pro období 2021–2027 s výhledem do roku 2050,“ ktorý definuje strategické ciele ČR v oblasti dopravy v nadväznosti na ciele EÚ a OSN. Víziou tohto dokumentu je predpoklad, že ČR z dlhodobého hľadiska bude disponovať dopravnou sieťou,

¹⁰ str. 16

ktorá uspokojí požiadavky ako trhu osobnej, tak i nákladnej dopravy, a zároveň bude podporovať udržateľný rozvoj ekonomiky. Rovnako MD predpokladá, že doprava bude do budúcnosti spĺňať status udržateľnej dopravy, a to nie len z klimatického, ale aj sociálneho hľadiska, a zároveň bude optimálne využívať obnoviteľné zdroje. Cieľ však podľa MD nie je dopravu a jej rozsah obmedzovať, ale rozvíjať ju tak, aby sa znížila závislosť na energii, predovšetkým z fosílnych palív. Pre tieto vízie stanovilo MD tri kroky, ktorými by mali byť dosiahnuté (MD,2021b):

- optimalizácia prepravných potrieb – šetrenie dopravy osôb a nákladu bez zníženia ekonomického rozvoja,
- využívanie multimodálneho prístupu s využitím energeticky efektívnych druhov dopravy a vybudovanie kvalitatívne postačujúcej infraštruktúry,
- rozvoj jednotlivých druhov dopravy s ohľadom na potreby prepravy a na zníženie vplyvu na životné prostredie, previazanie dopravného a energetického systému a posudzovanie energetiky v doprave ako celok a minimalizácia využívania fosílnych palív.

V tabuľke v prílohe A sú zhrnuté na základe konzultácie s odborníkom vybrané konkrétne opatrenia z jednotlivých kapitol Dopravnej politiky, ktoré môžu mať súvis s potenciálom železnice k zníženiu emisnej záťaže.

2 ANALÝZA POTENCIÁLU ŽELEZNICE NA ZNÍŽENIE EMISIÍ CO₂ Z DOPRAVY

V úvode kapitoly 2 je dôležité zdefinovať profil spoločnosti Správa železníc, státní organizace, a zároveň vymedziť jej pôsobnosť, právomoci a postavenie v rámci hierarchie na trhu českej železnice, ktorá býva často zamieňaná s dopravcami pôsobiacimi v železničnej doprave.

2.1 Predstavenie spoločnosti Správa železníc, státní organizace

2.1.1 Vznik

Správa železníc, státní organizace (ďalej len „Správa železníc“) vznikla ku 01.01.2003 pod názvom Správa železniční dopravní cesty, státní organizace na základe zákona č. 77/2002 Sb. o transformácii Českých drah, státní organizace, pričom novelizáciou zákona č. 266/1994 Sb., o dráhach z roku 2019 sa 01.01.2020 zmenil názov spoločnosti na Správa železníc, státní organizace (SŽ, 2020b).

2.1.2 Úlohy organizácie

Medzi základné úlohy organizácie patrí podľa Správy železníc (2020b) plniť funkcie vlastníka a prevádzkovateľa celoštátnej dráhy a regionálnych dráh vo vlastníctve štátu. Spoločnosť prevádzkuje viac než 9 000 km železničných tratí, pričom zabezpečuje prevádzkyschopnosť, modernizáciu a rozvoj dráh tak, aby boli zaistené dopravné služby a dopravná obslužnosť železničnej dopravy (SŽ, 2020b). Okrem toho je Správa železníc zodpovedná aj za hospodárenie s majetkom, ktorý tvorí železničnú dopravnú cestu, zabezpečuje údržby a opravy telesa dráhy a pridružených nehnuteľností, ako napr. výpravné budovy, nástupiská a iné prevádzkovo-technické objekty (SŽ, 2020b). Ďalšou z funkcií Správy železníc je pridelovanie kapacity a výber poplatkov za užitie dopravnej cesty od železničných dopravcov (SŽ, 2020b).

Podľa Výročnej správy z roku 2020 zamestnávala Správa železníc ku 01.01.2020 17 096 zamestnancov, čím sa zaradzuje medzi najväčších zamestnávateľov v ČR a rok 2020 ukončila so záporným výsledkom hospodárenia -1,246 mld. Kč (SŽ,2021g).

V práci je analyzovaný potenciál železničnej dopravy na zníženie emisií CO₂, a práve Správa železníc môže mať ako manažér železničnej infraštruktúry v rukách viaceré nástroje, ktorými prispeje k dekarbonizácii českej dopravy. V analytickej časti bude tento potenciál železničnej dopravy načrtnutý.

2.2 Porovnanie emisií jednotlivých dopravných módov

Na rozlíšenie emisnej záťaže jednotlivých druhov dopravy je nutné prepočítať uhlíkovú stopu na dopravnú, príp. prepravnú jednotku. Aby bolo možné previesť takúto analýzu, je potrebné sa najprv pozrieť na celkové emisie jednotlivých druhov dopravy.

V tabuľke 1 z Ročenky dopravy 2020 je možno vidieť podiel emisií CO₂ podľa druhu dopravy. V rámci prepočtov budú použité údaje za rok 2019, ktoré lepšie reflektujú množstvá prepráv resp. emisií v čase pred pandémiou COVID-19. Údaje z roku 2019 sú zhrnuté v tabuľke 4, je však potrebné poznamenať, že MD do údajov nezahrnulo nepriame emisie z železničnej dopravy závislej trakcie.

Tabuľka 4 Emisie CO₂ podľa jednotlivých druhov dopravy v roku 2019 v tis. ton

	2019
Doprava celkom	21 117
Individuální automobilová doprava	12 223
Silniční veřejná os. doprava včetně autobusů MHD	601
Silniční nákladní doprava	6 693
Motocykly	46
Železniční doprava – motorová trakce	262
Vodní doprava	16
Letecká doprava	1 275

Zdroj: MD (2021a)

2.2.1 Nákladná cestná doprava

Z tabuľky 4 vyplýva, že cestná nákladná doprava podľa dát Ročenky dopravy MD v roku 2019 emitovala 6,693 mil. ton emisií CO₂, pričom podiel cestnej dopravy na modal splitte ČR je približne 75 % (obr. 3). Podiel emisií nákladnej cestnej dopravy na celkových emisiách CO₂ z dopravy za rok 2019 činil 31,69 %.

Na základe jednoduchého predpokladu, že celkové množstvo emisií CO₂ z cestnej nákladnej dopravy bude vydelené množstvom prepraveného nákladu, je možné určiť, koľko emisií pripadá na hmotnostnú jednotku nákladu (vzťah 1).

$$\text{emisie na dopr. (prepr.) jednotku} = \frac{\text{množstvo emisií CO}_2}{\text{dopr. (prepr.) výkon}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{km (tkm)}} \right] \quad (1)$$

Je ale nutné uviesť, že tento predpoklad je postačujúci, ak sú porovnávané celkové množstvá prepráv jednotlivých módov dopravy, ale v skutočnosti sa tento údaj bude líšiť

na základe viacerých faktorov ako dĺžka samotnej prepravy, jednotlivý typ nákladného vozidla resp. jeho emisná norma, príp. množstvo nákladu na dopravný prostriedok.

Z výpočtu vyplýva, že pri prepravnom výkone cestnej nákladnej dopravy, ktorý v roku 2019 podľa Ročenky dopravy 2020 MD (2021a) činil 39 059 mil. tkm, budú emisie CO₂ v cestnej nákladnej doprave činiť **0,171 kg/tkm**.

2.2.2 Individuálna automobilová doprava

Ako vyplýva z tabuľky 4, v roku 2019 predstavovali emisie CO₂ z osobnej automobilovej dopravy 12,223 mil. ton, čo je z celkových emisií CO₂ z dopravy za rok 2019 až 57,88 %. Z obrázka 2 je značné, že tak ako pri nákladnej doprave, aj pri tej osobnej tvorí v modal split osobnej dopravy podiel individuálnej automobilovej dopravy rovnako približne 75 % prepravných výkonov. Na základe dát Ročenky dopravy 2020 (MD, 2021a) je vidieť, že prepravný výkon tohto druhu dopravy za rok 2019 predstavuje 81 179 mil. oskm.

S využitím rovnakej metodiky, ako pri nákladnej doprave je možné prísť k výsledku, že na prepravný výkon v oskm bude množstvo emisií CO₂ **0,151 kg/oskm**.

Je dôležité spomenúť, že nie je jasné, či v emisiách MD započítalo aj nepriame emisie na výrobu elektrickej energie pre BEV¹¹ automobilov, avšak podľa Ročenky dopravy MD (2021a) bolo v roku 2019 celkovo registrovaných vozidiel na elektrický pohon iba 4 950, čo zo všetkých registrovaných osobných automobilov v tomto roku predstavuje iba 0,08 %, čo tvorí zanedbateľný počet.

2.2.3 Železničná doprava – nezávislá trakcia

Ako ukazujú dáta Ročenky dopravy 2020 (MD, 2021a), železničná doprava s nezávislou, resp. motorovou trakciou bola v roku 2019 zodpovedná za 262 tis. ton emisií CO₂. Z údajov Štatistickej ročenky Správy železníc (2021c) za rok 2020 je možné vyčítať dopravné a prepravné výkony jednotlivých druhov traktív, pričom celkovo činil v roku 2019 dopravný výkon nákladnej železničnej dopravy v nezávislej trakcii 4,646 mld. hrktm a v osobnej 4,854 mld. hrktm. Je teda zrejmé, že pomer výkonov v hrktm železnice s nezávislou trakciou za daný rok je 48,91 % pre nákladnú a 51,09 % pre osobnú dopravu.

Pri dodržaní analógie výpočtu ako pri predošlých druhoch dopravy a dodržaní pomeru výkonov nezávislej traktie, je možné povedať, že nákladná železničná doprava motorovej traktie bola v roku 2019 zodpovedná približne za cca. 128 132 ton emisií CO₂. Z toho vyplýva, že emisie na hrubý tonokilometer činili v tomto roku **0,0276 kg/hrktm**. Je však

¹¹ Battery Electric Vehicles – akumulátorové elektrické vozidlá

nutné poznamenať, že výkony sú dostupné v hrtkm, v ktorých je započítaná aj vlastná hmotnosť vozov. Ak bude uvažovaný v nákladnej železničnej doprave rozšírený voz typu E, ktorého vlastná hmotnosť podľa ČD Cargo ([b.r.]) je približne 20-22 ton a jeho ložná nosnosť na tratiach kategórie C 58 ton, znamenalo by to, že jeho hmotnosť tvorí pri plnom ložení cca. 30 %. Ak budú výkony znížené o uvažovaných 30 %, emisie na už tkm by vyšli 0,0394 kg/tkm.

Z výpočtov vyplýva, že na základe podielu výkonov v nezávislej trakcii činia emisie CO₂ z osobnej dopravy približne 133 868 ton. Výkony v Štatistickej ročenke Správy železníc 2020 (2021c) sú udané v hrtkm, čo je vo výpočtoch pomerne problematické, nakoľko pre objektivnosť porovnania by boli potrebné dáta v oskm. Z dopravných výkonov v Štatistickej ročenke Správy železníc je však možné určiť, že podiel výkonov osobnej železničnej dopravy nezávislej trakcie zo všetkých výkonov v osobnej železničnej doprave tvoril 17,76 % hrtkm. Podľa Ročenky dopravy 2020 (MD, 2021a) bol prepravný výkon železnice 10 930,6 mil. oskm. Ak sa prevedie pomer výkonov na základe údajov Správy železníc na prepravný výkon v Ročenke dopravy, na motorovú trakciu by pripadlo približne 1 941,27 mil. oskm. Za predpokladu využitia tejto metodiky by emisie CO₂ činili **0,069 kg/oskm**.

2.2.4 Železničná doprava – závislá trakcia

Na výpočet emisnej stopy závislej trakcie je nutné určiť emisie kategórie Scope 2, teda nepriamych emisií, ktoré vznikli pri výrobe trakčnej energie. Na základe dát Ročenky dopravy MD (2021a), a ako vyplýva z tabuľky 3, spotrebovala v roku 2019 železničná doprava 4 616,4 TJ elektrickej energie, čo po prepočte zodpovedá približne 1 282 333 MWh, pričom podľa Správy železníc (2022) osobná železničná doprava spotrebuje cca. 66 % a nákladná 34 %. Z toho sa dá predpokladať, že osobná doprava spotrebovala asi 846 339,78 MWh a nákladná doprava 435 993,22 MWh trakčnej energie. Zároveň sa z dát Ročenky dopravy (MD, 2021a) dá usúdiť, že spotreba elektrickej energie v železničnej doprave od roku 2015 po rok 2020 viac-menej stagnovala. Taktiež je potrebné uviesť, že z Ročenky dopravy nebolo možné vyčítať, či sa jednalo len o trakčnú energiu, alebo energiu spotrebovanú vrátane železničnej infraštruktúry, medzi ktoré patria napr. stanice, budovy a i., ale pre výpočty v tejto práci bude použitá táto hodnota ako spotreba trakčnej energie.

Ako bolo určené v oddiele 2.2.3, prepravný výkon osobnej železničnej dopravy s nezávislou trakciou za rok 2019 činil 1 941,27 mil. oskm, ak bol teda celkový prepravný výkon osobnej železničnej dopravy 10 930,6 mil. oskm, na závislú trakciu pripadá 8 989,33 mil. oskm. Určenie pôvodu trakčnej energie je pomerne náročné, zjednodušene sa

však po konzultácii s odborníkom dá povedať, že rozdelenie jej pôvodu vzhľadom na skutočnosť, že je od dodávateľov trakčnej energie dodávaná do siete po celej ČR, zodpovedá približne energetickému mixu krajiny. V prílohe B je možné vidieť predpokladané množstvo emisií CO₂ na mernú jednotku elektrickej energie podľa IPCC (2014). Ak bude braný do úvahy medián týchto hodnôt, je možné na základe pomerov zdrojov energetického mixu krajiny z tabuľky 2 prepočítať, že na výrobu spotrebovaných 846 339,78 MWh trakčnej energie bolo vypustených približne 157 934,272 ton emisií CO₂. Z toho by vyplývalo, že na oskm pripadalo v osobnej železničnej doprave so závislou trakciou **0,0176 kg CO₂**.

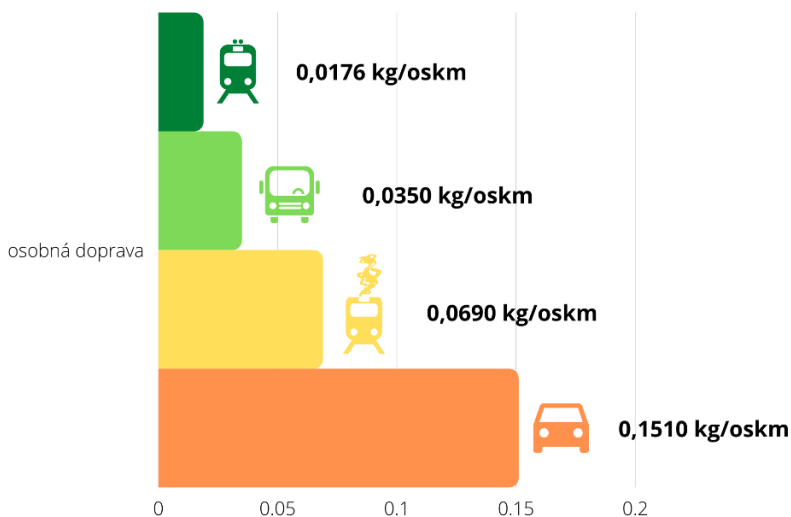
V nákladnej železničnej doprave bolo podľa Ročenky dopravy 2020 (MD, 2021a) v roku 2019 prepravených 16 180 mil. tkm nákladu, pričom na základe dát z Štatistickej ročenky Správy železníc (2021c) tvoril podiel závislej trakcie v nákladnej doprave 85,46 %, z čoho vyplýva, že závislej trakcii je možné priradiť prepravný výkon približne 13 827,43 mil. tkm nákladu. Rovnakou metodikou ako pri osobnej doprave sa dá zistiť, že nepriame emisie zo spotreby trakčnej energie, resp. jej výroby za predpokladu, že bolo spotrebovaných 435 993,22 MWh trakčnej energie, tvorili emisie CO₂ **0,00588 kg/tkm**.

2.2.5 Cestná verejná doprava

V tabuľke 4 je vidieť, že emisie CO₂ z verejnej cestnej dopravy boli sčítané s emisiami cestných vozidiel MHD. Za predpokladu, že v práci budú so železnicou porovnávané predovšetkým linková a nepravidelná autobusová doprava, je potrebné odčítať približné množstvo emisií vozidiel MHD. Z údajov Ročenky dopravy 2020 (MD, 2021a) vyplýva, že pomer prepravných výkonov autobusov MHD z celkových prepravných výkonov autobusovej dopravy za rok 2019 bol 38,16 %. Je však nutné poznamenať, že pomer prepravných výkonov sa nedá ekvivalentne prirovnať k pomeru vypustených emisií, nakoľko sa dá predpokladať, že v mestskom prostredí pri častom zastavovaní a rozbiehaní vozidiel MHD môže byť spotreba paliva, a teda aj emisií vyššie, avšak zároveň sa dá predpokladať vyšší koeficient vyťaženia vozidiel MHD ako pri ostatných druhoch autobusovej dopravy. Pre zjednodušenie však bude odčítané od emisií CO₂ autobusovej dopravy spomenutých 38,16 %.

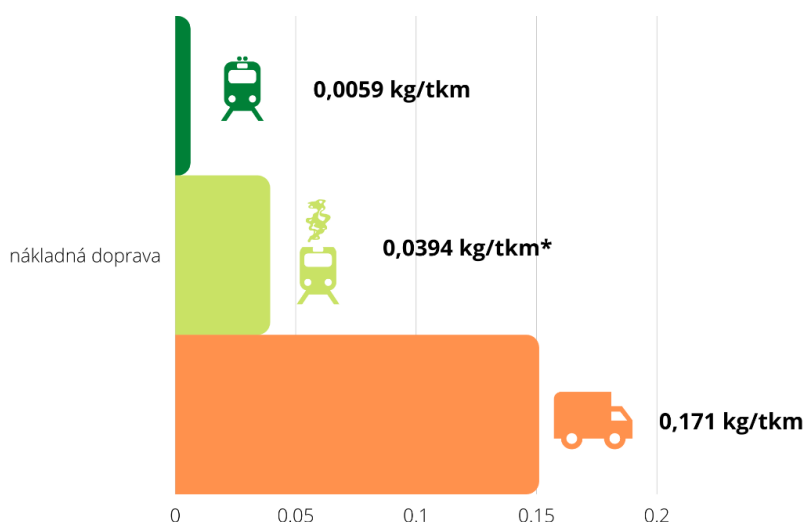
Z toho by vyplývalo, že emisie CO₂ linkovej a nepravidelnej autobusovej dopravy v roku 2019 činili približne 371 658 ton. Prepravný výkon autobusovej dopravy za rok 2019 bol 10 547 mil. oskm. Po prepočte by to znamenalo, že emisie CO₂ autobusovej dopravy v prepočte na oskm v roku 2019 predstavovali **0,035 kg/oskm**.

Na obr. 9 je zhrnutie prepočtov emisií CO₂ na prepravnú jednotku v osobnej doprave, ktoré vyplynulo z tejto analýzy:



Obrázok 9 Porovnanie množstva emisií CO₂/oskm v osobnej doprave (vlastná úprava)

Je zjavné, že podľa výsledkov vychádza železničná doprava závislej trakcie ako najviac ekologická forma konvenčne využívaných dopravných prostriedkov. Železničná doprava na elektrickú trakciu je podľa výpočtov zodpovedná za približne 8,5-krát menej emisií ako individuálna automobilová doprava. Zaujímavým poznatkom je, že na základe použitých dát vychádza autobusová doprava z pohľadu vypustených emisií výhodnejšie než železničná doprava na motorovú trakciu. To sa predovšetkým dá pripísať obecnému vysokému vyťaženiu prímestskej autobusovej dopravy a pomerne nízkemu vyťaženiu vlakov motorovej trakcie, ktoré sú nasadzované často na lokálnych tratiach s nízkymi prepravnými výkonmi.



*po odčítaní hmotnosti nákladných vozidiel v žel. doprave

Obrázok 10 Porovnanie množstva emisií CO₂/tkm v nákladnej doprave (vlastná úprava)

Na obr. 10 sú zhrnuté hodnoty pre nákladnú dopravu, kde sa jednoznačne dá povedať, že nákladná železničná doprava so závislou trakciou vypustí niekoľkonásobne menej emisií CO₂ na tkm, než ostatné druhy nákladnej dopravy.

2.3 Potenciál úspor emisií CO₂ z dopravy

Na základe dát z oddielu 2.2 je možné určiť scenáre, k akým zmenám, resp. k akej veľkej úspore emisií CO₂ jednotlivými zmenami dôjde v sektore dopravy. Ako vyplýva z predošlých dát, je nutné redukovať predovšetkým cestnú dopravu, či už individuálnu alebo nákladnú, a zároveň je dôležité, aby boli nahradené udržateľnejšími formami dopravy.

2.3.1 Scenár 1 – zníženie IAD v prospech železnice

Ako vyplýva z obrázka 9, príp. tabuľky 4, individuálna automobilová doprava je z hľadiska emisií jeden z najväčších emitentov, pričom ako je vidieť v oddiele 1.9.2, Európska komisia predpokladá rozšírenie elektromobility už do roku 2030, kedy by však malo v prevádzke byť približne 30 mil. bezemisných osobných automobilov. Ako píše Blažek (2021), podľa Asociácie európskych automobilových výrobcov (ACEA) je v EÚ registrovaných asi 278 mil. motorových vozidiel, z čoho by 30 mil. predstavovalo v dnešnej dobe len necelých 11 %.

Okrem prechodu z fosílnych na alternatívne palivá v automobilovej doprave, je potrebné obyvateľov motivovať na prechod k udržateľnej verejnej doprave. Presun napr. 5 % prepravného výkonu IAD, čo predstavuje 4 058,95 mil. oskm na železnicu so závislou trakciou, by znamenal zníženie emisií CO₂ z IAD o 611 115 ton, pričom pre železnicu s elektrickou trakciou by to znamenalo nárast prepravných výkonov o približne 45 %, a zvýšenie emisií CO₂ o približne 71 070 ton. Bolo by však nutné zaistiť, aby železničná doprava dokázala pojať tento nárast prepravných výkonov. Vzhľadom na výsledky prepočtov v 2.2.5, by časť výkonov mohla prebrať aj autobusová doprava, v prípade, že by sa jednalo o nízkoemisné vozidlá splňujúce napr. najprísnejšiu normu Euro VI.

Je nutné určite poznamenať, že prechod k verejnej doprave musí spĺňať podmienky udržateľnosti. Z tohto hľadiska je určite predovšetkým v regionálnej železničnej doprave dôležité plánovanie dopravy na základe reálneho dopytu trhu tak, aby dochádzalo k čo najväčšiemu koeficientu vyťaženia dopravných prostriedkov, a tým zároveň znižovaniu emisií na oskm. Okrem toho je potrebné myslieť aj na dostatočnú obnovu vozového parku a zároveň preferenciu a nasadzovanie železničných vozidiel, ktoré aj v prípade nezávislej trakcie budú mať nižšiu emisnú záťaž. Rovnako by malo dochádzať k preferencii železničnej

dopravy práve na linkách, kde je možné na rovnakej trase nahradiť prostriedky na fosílna palivá za železničnú dopravu so závislou trakciou.

2.3.2 Scenár 2 – zmena energetického mixu krajiny

Ako bolo naznačené v oddiele 1.6, medzi kľúčové ciele znižovania emisnej záťaže patrí podľa EK dekarbonizácia energetického priemyslu, pričom ČR usiluje predovšetkým o uznanie jadrovej energie za zelenú. Ako vyplýva z tabuľky 2, uhlie patrí medzi významné zdroje energie v ČR, avšak ako poukazuje grafika na obr. 5, na približne 40 % vytvorenej elektrickej energie pripadne až takmer 90 % všetkých emisií z výroby elektrickej energie práve na tento zdroj. Zmeny v energetickom mixe výrazne ovplyvňujú zároveň aj emisie predovšetkým v železničnej doprave s elektrickou trakciou, ktorá odoberá trakčnú energiu od dodávateľov v celej ČR. Podľa portálu Fakta o klimatu (2022) bol uhoľný phase-out ČR stanovený približne na rok 2033, a zároveň podľa Štátnej energetickej koncepcie MPO (2014b) do roku 2040 by podiel jadrovej energie mohol vyrásť až do 58 %.

Pri aktuálnom nastavení energetického mixu ČR by podľa prepočtov použitých v oddiele 2.2.4 a za predpokladu spotreby približne 1 282,333 GWh trakčnej energie činili emisie z železničnej dopravy s elektrickou trakciou za rok 2019 cca. 239 294,413 ton CO₂. V Doplnujúcom analytickom materiáli k návrhu aktualizácie Štátnej energetickej koncepcie, ktorý vydalo MPO (2014b) je možné nájsť viaceré scenáre vývoja energetického mixu ČR. V tabuľke 5 sú približne zhrnuté podiely jednotlivých zdrojov hrubej výroby energie z tohto dokumentu pre optimalizovaný scenár v roku 2045 (MPO, 2014b):

Tabuľka 5 Plánovaný energetický mix ČR v roku 2045 – optimalizovaný scenár podľa MPO, upravený autorom

Obnoviteľné zdroje – Celkem	23,13 %	Sluneční	6,65 %
		Věterné	2,59 %
		Vodní	2,86 %
		Geotermální	0,16 %
		Biomasa	5,26 %
		Ostatní	5,61 %
Fosilní zdroje – Celkem	28,01 %	Hnědé uhlí	15,25 %
		Černé uhlí	1,76 %
		Zemní plyn	9,37 %
		Ropa a ropné produkty	0,00 %
		Druhotné zdroje a ostatní	1,63 %
Jaderné Zdroje – Celkem	48,86 %		48,86 %
Σ	100,00 %	Σ	100,00%

Zdroj: MPO (2014b)

Za predpokladu, že ČR by v roku 2045 mala tento podiel zdrojov elektrickej energie, pri zachovaní súčasnej hodnoty prepravných výkonov by emisie z železničnej dopravy závislej trakcie podľa rovnakej metodiky výpočtov ako v 2.2.4 tvorili približne 130 658,582 ton emisií CO₂/rok. To by znamenalo zníženie emisií z železničnej dopravy s elektrickou trakciou až o približne 45 %.

Je však nutné poznamenať, že tento výpočet je len orientačný a ovplyvniteľný viacerými faktormi, ako napríklad iné rozloženie energetického mixu krajiny do roku 2045, zmena prepravných aj dopravných výkonov v železničnej doprave, príp. iné vplyvy ako nástup elektromobility a celková zmena dopytu po železničnej doprave, resp. zmena modal splitu krajiny. Okrem toho je dôležité podotknúť, že Správa železnic nemá momentálne priamy dosah ani vplyv na zmenu energetických zdrojov, čo by bolo v jej možnostiach až budovaním vlastných zariadení na výrobu trakčnej energie po vzore napr. ÖBB.

2.3.3 Scenár 3 – elektrifikácia tratí

Elektrifikácia železničných tratí môže byť ďalším z nástrojov, ako je možné znížiť emisnú záťaž železničnej dopravy. Zo Štatistickej ročenky Správy železnic (2021c) vyplýva, že z celkových kilometrov tratí (9 396 km) je neelektrifikovaných 6 183 km, čo predstavuje 65,80 % siete. Ako bolo spomenuté v oddiele 1.2.2, na týchto tratiach je vykonaných približne 15 % výkonov na železnici. Ak by bolo možné elektrifikovať najviac vyťažené neelektrifikované trate a presunúť z 15 % výkonov napr. 5 % pod elektrickú trakciu, tak za zjednodušeného predpokladu, že z emisií CO₂ z motorovej trakcie železničnej dopravy, ktoré činia 262 tis. ton (viď tab. 5), by bolo odčítaných tiež približne 5 %, znamenalo by to pokles o 87 264 ton. Presunom týchto 5 % pod elektrickú trakciu by znamenalo nárast prepravných výkonov závislej trakcie o približne 6,03 %. Ak budú o tento podiel zväčšené emisie CO₂ závislej trakcie, ktoré boli určené v oddiele 2.3.2, znamenalo by to nárast o približne 15 050 ton emisií ročne. Ak bude následne toto množstvo odčítané od určených 87 264 ton, znamenalo by to úsporu 72 214 ton emisií CO₂/rok, čo predstavuje zníženie emisií z železničnej dopravy nezávislej trakcie o takmer 28 %. Je však nutné povedať, že sa jedná o veľmi zjednodušený prepočet, ktorý nerozlišuje nákladnú a osobnú dopravu.

Správa železnic si nechala vypracovať štúdiu, ktorá mala overiť potenciál elektrifikácie tratí a využívanie moderných akumulátorových HV, ktorú zhrnuli Perůtka a Huzlík (2021). V rámci štúdie bolo vytýčených vyše 120 tratí, ktorých elektrifikáciou by podľa štúdie došlo k ročnej úspore emisií CO₂ 80 286 ton. Okrem toho bola v štúdií, ako sa uvádza vo Výročnej správe Správy železnic (2021g), zjednotenie trakčnej sústavy na striedavý prúd by ročne

ušetrilo 189 932 ton, nakoľko pri jednosmernom prúde dochádza k nižšej účinnosti HV. Ďalej sa vo Výročnej správe uvádza, že nasadením bezemisných vozidiel na zvyšných tratiach by došlo k úspore 15 500 ton CO₂/rok.

2.3.4 Scenár 4 – presun nákladnej dopravy na železnicu

Za jedno z elementárnych riešení dekarbonizácie dopravy sa obecné považuje presun cestnej nákladnej dopravy na železničnú. Cieľom Green dealu EK, ako bolo naznačené v 1.9.2, je do roku 2050 presunúť väčšinu množstva nákladu na železničnú dopravu, a dosiahnuť modal split železnice približne 70 %. Podiel železnice na modal split nákladnej dopravy je v ČR približne 28 % (viď obr. 3). Z toho vyplýva, že pre železnicu by to znamenalo takmer stonásobenie prepravných výkonov, a to len v oblasti nákladnej dopravy. V tabuľke 4 je možné vidieť, že emisie z cestnej nákladnej dopravy v roku 2019 činili 6 693 tis. ton CO₂, čo predstavuje, takmer 32 % emisií z celého sektoru dopravy. Ak by železnica mala v nákladnej doprave dosiahnuť podiel na modal split cca. 70 %, bolo by z cestnej prepravy potrebné premiestniť približne 62 % dnešných prepravných výkonov.

Takýto presun by znamenal analogicky s predošlými výpočtami za predpokladu presunu len pod elektrickú trakciu úsporu emisií CO₂ vo výške približne 4 006 tis. ton, čo predstavuje takmer 19 % celkových emisií CO₂ z dopravy.

Je dôležité poznamenať, že by to v dnešných podmienkach pre železnicu pri súčasnom stave infraštruktúry bol neúnosný nárast výkonov, nakoľko už v dnešnej dobe dochádza k preťažovaniu železničných koridorov. Riešením pre tento masívny presun by mohli byť ako už bolo naznačené v 1.7.1 VRT, ktoré odobraním osobnej diaľkovej dopravy majú potenciál uvoľniť pri správnom nastavení grafikonu vlakovej dopravy a trasovaní kapacitu železničných tratí.

2.4 Obmedzenia železničnej infraštruktúry

Vo viacerých oddieloch 2 kapitoly už bolo naznačené, akým spôsobom je v dnešnej dobe železničná infraštruktúra obmedzená v prípade, že by bolo cieľom presúvať prepravné výkony na železnicu.

Najčastejšie je v oddieloch spomenutá práve kapacita a priepustnosť železničných tratí. Ako bolo definované v oddiele 1.5, kapacitu železničnej infraštruktúry, resp. jej priepustnosť ovplyvňuje viacero faktorov.

Na obrázku v prílohe D je možné vidieť, aký počet vlakov denne prejde po jednotlivých tratiach železničnej siete v ČR. Je teda zrejme, že najvyššie počty vlakov premávajú na 1. resp. 3. tranzitnom koridore. Medzi najpreťaženejšie časti patrí úsek medzi Prahou

a Českou Třebovou, Českou Třebovou a Olomoucom a medzi Olomoucom a Ostravou. Medzi úseky s vyššou obsadenosťou traťových koľají patria ďalej úseky medzi Českou Třebovou a Brnom, príp. medzi Prahou a Ústím nad Labem. Podľa Správy železníc (2016) už v roku 2016 dosahovala priepustnosť na koridoroch miestami aj 115 %, pričom aj veľká časť regionálnych tratí v Královohradeckom a Libereckom kraji bola preťažená. Preťaženosť železničných tratí sa v prevádzke prejavuje najmä v čase výlukových činností na tratiach, mimoriadností, alebo na zhlaviach železničných uzlov, tzv. hrdiel, ktoré sú rovnako preťažované z dôvodu nedostatku staničných koľají s perónom, a dochádza na nich miestami k zastaveniu vlakov na trati čakajúcich na následnú jazdu, čo má nepriaznivé efekty na celý chod železničnej dopravy.

Z toho vyplýva, že aktuálne infraštruktúrne nastavenie predovšetkým na koridoroch nie je uspôsobené pre ďalšie požímanie dopravných výkonov. Presun časti výkonov z dôvodu úspory emisií CO₂ na železnicu preto vyžaduje viaceré prevádzkovo-technické zásahy ako napríklad pridávanie traťových koľají, modernizácia traťových a staničných zabezpečovacích zariadení, rozširovanie dopravní s možnosťou kríženia, ale aj optimalizáciu grafikonu vlakovej dopravy a iné. Nedostatok kapacity železničných tratí by mohli okrem zlepšovania existujúcej infraštruktúry riešiť aj výstavba VRT, ktorých prínos v tejto problematike bude zhrnutý v oddiele 2.5.

2.5 Prínos VRT k zníženiu emisií CO₂

Vysokorýchlostné trate (VRT) patria medzi najvýznamnejšie dlhodobé investičné akcie nie len Správy železníc, ale celkovo ČR na nasledujúce roky. Viaceré prínosy VRT už boli popísané v pododdieli 1.7.1. Z pohľadu potenciálu k zníženiu emisií CO₂ z dopravy je možné prínosy rozlišovať v dvoch základných rovinách:

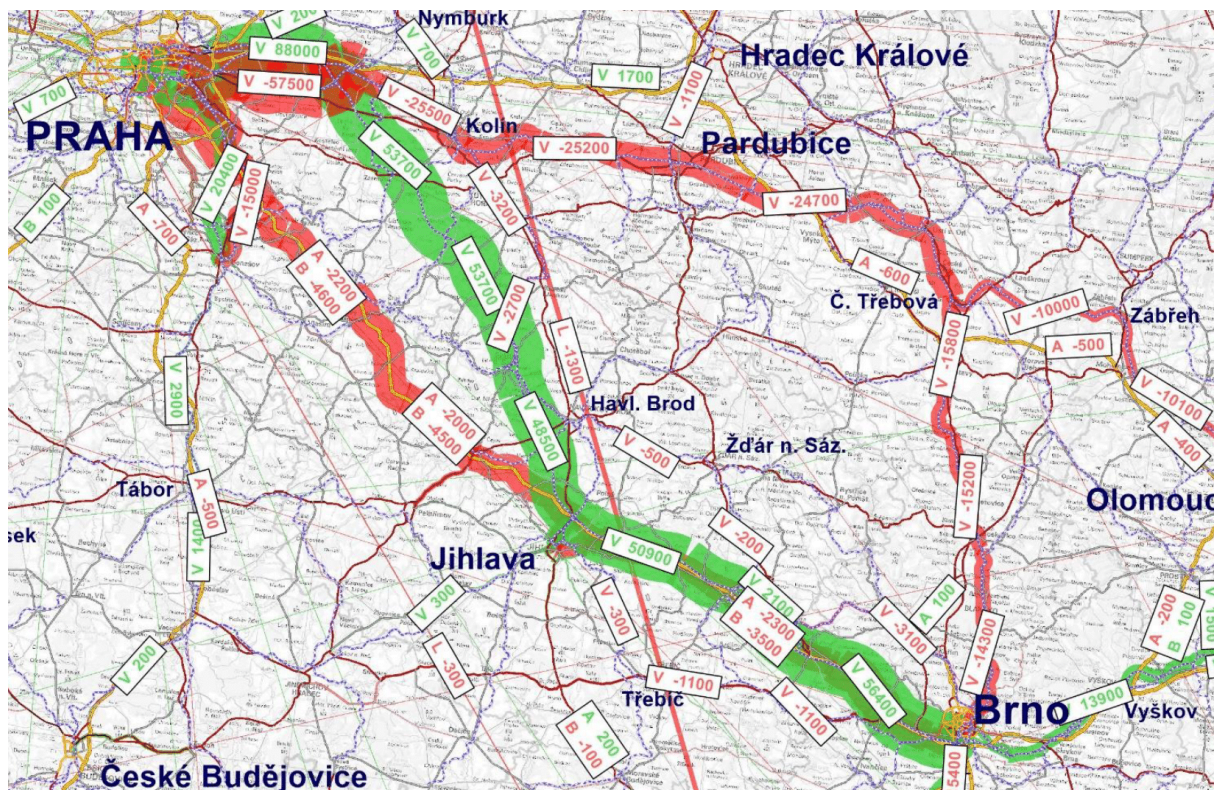
- výstavbou VRT dôjde k čiastočnému presunu osobnej dopravy z konvenčných tratí práve na sieť VRT a tým k uvoľneniu potrebnej kapacity železničnej dopravnej cesty,
- samotná rýchlosť prepravy bude pre cestujúcich tak atraktívna, že dôjde k odlivu užívateľov IAD a autobusovej dopravy a k ich presunu na železnicu resp. VRT.

2.5.1 Uvoľnenie kapacity konvenčných tratí pre železničnú nákladnú dopravu

Výstavbou VRT sa dá predpokladať presun časti diaľkovej dopravy na viacerých linkách, čo bude následne mať pozitívny efekt pre uvoľnenie kapacity ŽDC, predovšetkým pre nákladnú dopravu.

Z mapy plánovaného vedenia VRT v ČR (viď obr. 6) je zrejmé, že VRT RS1 Praha – Brno – Ostrava bude vedená cez kraj Vysočina, čím dôjde k odklonu diaľkovej dopravy 1. a 3.

koridoru na VRT, a následne k výraznému zníženiu záťaže na tejto trase cez doterajšie vedenie uzlom Pardubice hl. n., čo potvrdzujú aj rozdielové kartogramy štúdie prevediteľnosti (obr. 11) od spoločnosti SUDOP (2020). Súčasťou tejto štúdie je zároveň aj analýza trhu a prepravného dopytu, kde sa uvádza, že prevedením diaľkovej osobnej dopravy na nové VRT dôjde k uvoľneniu kapacity na koridoroch do takej miery, že týmto úsekom bude možné viesť denne namiesto 100 nákladných vlakov/deň až 131, čo znamená nárast počtu nákladných vlakov o 31 %, pričom najväčším kapacitným obmedzením ostane podľa autorov úsek Ústí n. Orlicí – Česká Třebová.



Obrázok 11 Rozdielový kartogram 2050 vrátane projektu VRT Praha – Brno (SUDOP, 2020)

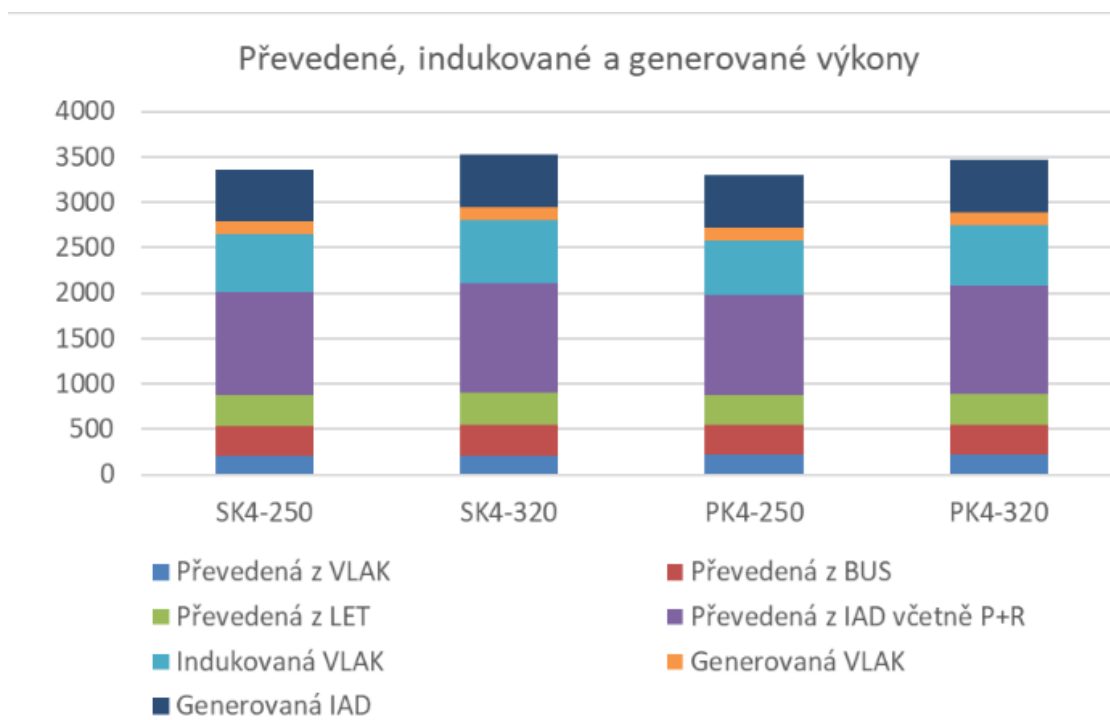
Medzi ďalšie prínosné úseky z hľadiska odľahčenia patrí vetva RS 4, ktorá spojí vysokorýchlostnou železnicou Prahu a Drážďany cez Ústí nad Labem, čím dôjde k významnému prepojeniu na železničné spojenia v rámci západnej Európy. Z hľadiska prínosu pre nákladnú dopravu je výhodou VRT práve navýšenie kapacity pre nákladnú dopravu smerujúcu do Nemecka. V prepravnej prognóze štúdie prevediteľnosti Správy železníc (2020b) predpokladá po dokončení prác vrátane spustenia prevádzky Krušnohorského a Středohorského tunelu v roku 2055 denný nárast počtu nákladných vlakov o 56 v porovnaní varianty bez projektu.

Pre etapu VRT Východné Čechy, t. j. napojenie uzlov Pardubice a Hradec Králové do siete VRT zatiaľ nebola štúdia prevediteľnosti zverejnená, pričom spustenie prevádzky tejto vetvy predpokladá Správa železníc až po roku 2040.

2.5.2 Presun cestujúcich z IAD na VRT

Jeden z kľúčových cieľov projektu VRT je rozhodne zatriktívnenie železničnej dopravy na stredne dlhú osobnú prepravu a zvýšenie konkurencieschopnosti železničnej osobnej dopravy v porovnaní k IAD. Ako už bolo dokázané v 2.2.5, vlaková doprava v porovnaní s IAD emituje mnohonásobne menšie množstvo emisií CO₂, čo potvrdzuje dôležitosť rebalansu modal splitu v prospech železnice, za účelom naplnenia cieľov z Green dealu EK.

V analýze trhu štúdiu prevediteľnosti VRT od spoločnosti SUDOP (2020) je možné vidieť, že sa vybudovaním nových VRT počíta s veľkými zmenami na prepravnom trhu osobnej dopravy. Ako je možné vidieť na obr. 12, do roku 2050 počíta štúdia nie len s prevedením, ale aj s indukovaním a generovaním nových výkonov. Najväčší podiel v grafoch všetkých uvažovaných variant pre úsek Praha – Brno – Ostrava má prevedená doprava z IAD, kde štúdia predpokladá prevod až vyše 1 mld. oskm/rok. Druhý najväčší podiel (cca. 600 mil. oskm/rok) by mala byť indukovaná vlaková preprava, ktorá umožní ľuďom dochádzanie do metropol na dennej báze. Z toho zároveň vyplýva, že každá z variant, nad ktorými Správa železníc uvažuje prinesie na tejto trase želaný efekt prevedenia dopravy z IAD.



Obrázok 12 Prevedené, indukované a generované výkony, rok 2050 v mil. os.km/rok (SUDOP, 2020)

Z oboch hlavných prínosov VRT teda vyplýva, že VRT majú v ČR do veľkej miery potenciál ovplyvniť trh osobnej, ale aj nákladnej prepravy z hľadiska zníženia emisnej záťaže na prepravnú jednotku a znížiť tým emisné zaťaženie. Je však vhodné sa do budúcnosti zaoberať aj otázkou napájania trakcie na VRT, a zabezpečiť energiu primárne z obnoviteľných, resp. nízkoemisných energetických zdrojov, nakoľko využívaním hnacích vozidiel s vyšším výkonom na vysoké rýchlosti sa dá predpokladať aj nárast spotreby trakčnej energie, predovšetkým v oblastiach, kde bude prebiehať častejšie zastavovanie a rozbeh vozidiel.

3 NÁVRHY NA VYUŽITIE POTENCIÁLU ŽELEZNICE K ZNÍŽENIU EMISÍ CO₂ Z DOPRAVY

Z hľadiska zvýšenia podielu prepravných výkonov železnice a celkovej zmeny nastavenia modal splitu krajiny má v rukách manažér infraštruktúry, ale aj štát a dopravcovia viaceré nástroje, ktoré prispievajú k udržateľnosti dopravy v ČR. Je potrebné ich kategorizovať podľa pôsobnosti a dosahu ale aj podľa kategórie.

3.1 Manažér infraštruktúry – Správa železníc

Správa železníc má ako správca infraštruktúry viaceré možnosti, ako prispieť k potenciálu železnice na zníženie emisií CO₂, či už prevádzkovými, infraštruktúrnymi, alebo marketingovými nástrojmi.

3.1.1 Zvyšovanie kapacity železničných tratí

Aby bola železničná doprava schopná pojať ďalšie prepravné výkony, musí dôjsť k zvýšeniu kapacity železničných tratí. To sa dá dosiahnuť, ako už bolo povedané v 2.5, výstavbou VRT, ktoré jednak uvoľnia chýbajúcu kapacitu pre nákladnú dopravu, a zároveň prevezmú výkony IAD.

Kapacitu je možné ovplyvniť aj ďalšími infraštruktúrnymi zmenami, ako napríklad pridávanie traťových koľají a miest na kríženie vlakov, inštalácia podporných systémov ako európsky zabezpečovací systém ETCS, príp. automatické vedenie vlaku (AVV), ktoré optimalizujú jazdu vlaku. Okrem toho môže Správa železníc zvyšovať maximálnu prípustnú dĺžku vlakov, čo môže mať význam najmä pre nákladnú dopravu, sú však potrebné viaceré infraštruktúrne zmeny, predovšetkým v staničných úsekoch. Zvýšením počtu vozov jedného nákladného vlaku sa môže celkovo zvýšiť prepravný výkon bez nutnosti veľkého zásahu do GVD a pridávaním kapacity trate a prípadne takému vlaku zaistiť postrk bez časového oneskorenia na tratiach s väčšími sklonovými pomermi. Z hľadiska osobnej dopravy je potrebné zároveň zväčšovať dĺžku nástupísk tak, aby vlaky osobnej dopravy mali možnosť zvýšiť počet vozňov.

Kapacitu by Správa železníc mohla ovplyvniť aj optimalizáciou GVD a zároveň lepším pridelovaním kapacít pre dopravcov. Okrem toho by sa preťaženie koridoru medzi Prahou a Pardubicami mohlo vyriešiť presunom predovšetkým nákladnej dopravy na trať cez Havlíčkov Brod, pričom by Správa železníc na využitie tejto alternatívnej trasy mohla dopravcom poskytovať nižšiu cenu za užitie ŽDC.

Okrem kapacity je potrebné zlepšovať aj stav konvenčných tratí a zvyšovanie traťovej rýchlosti, čím by sa medzi niektorými destináciami, kde dnes prevláda IAD, zvýšila konkurencieschopnosť železnice a tá by následne mohla prebrať časť prepravných výkonov.

3.1.2 Elektrifikácia železničných tratí

Medzi dôležité nástroje znižovania emisnej záťaže železničnej dopravy je postupné obmedzovanie vozidiel so závislou trakciou. Na tento účel je najprv potrebné elektrifikovať vyťažené trate s regionálnym významom, kde dopravcovia mnohokrát prevádzkujú zastarané dieselové vozidlá, ktoré neposkytujú benefit nízkej emisnej stopy. Ako už bolo povedané v 2.3.3, Správa železníc má v súčasnosti vyhladené viaceré trate, na ktorých sa elektrifikácia plánuje, príp. zvažuje. Zároveň by Správa železníc mala zvážiť prirážku k cene za užitie elektrifikovanej ŽDC vozidlom na naftový pohon a motivovať tým dopravcov obmeniť vozový park, napr. posunovacích lokomotív, ktoré sú takéhoto využitia častým príkladom. V 2.3.3 bola spomenutá aj unifikácia napät'ovej sústavy na striedavý prúd, ktorú chce Správa železníc vykonať na niektorých tratiach.

Je nutné poznamenať, že elektrifikácia tratí si vyžaduje viaceré zásahy do fungujúcej infraštruktúry a je náročnou investičnou akciou, avšak pre splnenie cieľov udržateľnej dopravy a priblíženie sa železnice na úroveň nízkoemisného spôsobu dopravy je nevyhnutná. Je potrebné zo strany Správy železníc správne vyhodnotiť, na ktorých tratiach bude mať elektrifikácia najmarkantnejší vplyv a zároveň aj význam pre okolie (napr. chránené krajinné oblasti).

3.1.3 Vozidlá s alternatívnym pohonom

Ďalšou z možností, ako znižovať emisie z železničnej dopravy bez nutnosti vysokých investícií na elektrifikáciu, je nasadenie vozidiel s alternatívnym pohonom. V súčasnosti prebieha u viacerých výrobcov vývoj akumulátorových (BEMU) vlakov, príp. vodíkových vlakov. V prípade záujmu dopravcov nakúpiť jednotky s alternatívnymi pohonmi, úlohou Správy železníc by bolo vybudovať potrebnú infraštruktúru v zmysle nabíjajúcich resp. doplniacich staníc a je potrebná úzka spolupráca s dopravcami a vyhodnotiť trate, na ktorých by nasadenie tohto typu vlakov malo väčší význam než elektrifikácia. Pre Správu železníc by to mohlo znamenať značné zníženie nákladov za elektrifikáciu tratí, a zároveň by bol dosiahnutý cieľ bezemisnosti, za predpokladu, že by vodíkové palivo bolo v danom mieste dostupné bez nutnosti prepráv na väčšie vzdialenosti napr. nákladným automobilom. V prípade vybudovania infraštruktúry pre prevádzku tohto typu vlakov by Správa železníc mala zvážiť

následnú výhradnú prevádzku vozidiel tohto druhu, príp. výrazne zvýhodniť poplatky za užitie ŽDC pre dopravcov využívajúcich na týchto tratiach akumulátorové alebo vodíkové jednotky.

Zároveň by bola možnosť využiť elektrifikáciu tratí parciálne, t. z., že by akumulátorové jednotky na trati využívali sčasti pohon na batérie a na časti trate by sa vlak z trakčnej sústavy dobíjal, a znížil by sa tým potrebný čas na dobíjanie batérií v staniciach. Toto využitie by ušetrilo Správe železníc časť nákladov na elektrifikáciu, pričom by sa vybrali miesta, ktoré sú pre zapojenie do elektrickej sústavy vhodnejšie a menej nákladné.

3.1.4 Správa udržateľného rozvoja

V súčasnosti Správa železníc nemá verejne dostupnú žiadnu strategickú koncepciu ani správu o udržateľnom rozvoji spoločnosti. Ako však vyplýva z 1.8, viacerí dopravcovia ako ÖBB a SBB takýmto dokumentom disponujú, a majú v ňom definované viaceré ciele v oblasti emisií a udržateľnosti. Správa železníc by tento dokument mala vypracovať z viacerých dôvodov, ako napríklad stanovenie konkrétnych cieľov pre dosiahnutie uhlíkovej neutrality podniku, ktoré by boli zostavené podľa strategických dokumentov EÚ a ČR (vid' 1.9). Zároveň by dokument slúžil Správe železníc ako podklad pri presadzovaní cieľov na politickej úrovni predovšetkým na získavanie finančných prostriedkov. Dokument by mal vychádzať z viacerých analýz, ktoré definujú akými nástrojmi najúčinnejšie dosiahnuť udržateľnosť. Zároveň by dokument stanovil najkritickejšie oblasti a to, kde je najväčší potenciál úspory emisií CO₂.

3.1.5 Energetika

Medzi významnú časť emisií CO₂ z vlakovej dopravy patria aj nepriame emisie na výrobu trakčnej energie. Ako bolo naznačené v 2.2, Správa železníc odoberá trakčnú energiu od rôznych dodávateľov v celej ČR, ktorí využívajú rôzne zdroje na jej výrobu. V pododdieli 2.3.2 bolo výpočtom preukázané, že zmenou zdrojov, z ktorých pochádza trakčná energia, je možné usporiť takmer 50 % emisií CO₂ z jej výroby. V záujme Správy železníc by preto mal byť aj väčší dôraz na pôvod trakčnej energie, a ak to bude v možnostiach tak uprednostňovať dodávateľov, ktorý využívajú na výrobu elektrickej energie udržateľnejšie zdroje.

3.1.6 Marketing

Medzi dôležité nástroje podnikovej praxe patrí rozhodne správne nastavený marketing. Správa železníc prešla prednedávnom výraznejším rebrandingom, napr. zmenou svojho názvu a loga, čím prispieva k zvýšeniu povedomia verejnosti o spoločnosti. Správa železníc by však do svojej marketingovej činnosti zaradiť aj kampane a propagáciu železnice ako ekologického spôsobu dopravy. Predtým je však potrebná marketingová analýza, príp. segmentácia trhu,

ktorá rozhodne, ako správne nastaviť komunikačný mix a ktoré kanály využívať na tento účel. Vzorom pre Správu železníc by mohli byť Rakúske spolkové dráhy ÖBB, ktoré intenzívne propagujú železničnú dopravu ako ekologický spôsob dopravy.

3.2 Štát

Štát, resp. Ministerstvo dopravy má rovnako viaceré možnosti, akými znížiť emisie CO₂ z dopravy a zvýšiť preferenciu železničnej dopravy.

3.2.1 Finančná podpora železničnej dopravy

Z Výročnej správy, ktorú vydala Správa železníc (2021g) vyplýva, že dotácie z SFDI na opravy, údržbu a prevádzku ďaleko prevyšujú výnosy Správy železníc. Z toho vyplýva, že Správa železníc je finančne silne závislá na dotáciách od štátu a EÚ, je však v záujme štátu, aby Správa železníc dokončila svoje významné investičné projekty, ako napr. VRT alebo železničný uzol Brno, ktoré prispievajú nie len k prosperite daného odvetvia, ale zároveň výrazne ovplyvnia dopyt na prepravnom trhu.

Okrem koridorových tratí a tratí s medzinárodným významom siete TEN-T by sa však štát mal zamerať aj na menšie, lokálne trate, kde by v prípade správneho nastavenia grafikonu a zrovnateľnom čase jazdy mnoho ľudí mohlo začať využívať osobnú železničnú dopravu namiesto IAD.

3.2.2 Dotácie

Ako bolo preukázané v tejto práci, príspevok a potenciál železnice k dekarbonizácii dopravy je naozaj markantný. Vzhľadom na ciele, ku ktorým sa zaviazala ČR a aktuálnemu modal splitu krajiny, je nutné, aby štát hľadal riešenia, akým spôsobom podporiť železničnú dopravu, a to či už dopravcov, ale aj manažéra infraštruktúry.

Pre dopravcov v osobnej doprave môže byť významnou pomocou dotácia na vozidlá s alternatívnym pohonom, prípadne dotácie na výmenu naftových vozidiel za elektrické, kde to infraštruktúra dovoľuje. Okrem toho by dotácie alebo aj iné formy daňových úľav mohol štát poskytovať nákladným dopravcom, ktorí preukázateľne využili na prepravu železničnú dopravu namiesto cestnej.

Medzi vhodné nástroje v rukách štátu môže patriť aj motivovanie krajov rôznymi príspevkami a dotáciami na zvýšenie atraktivity železničnej dopravy.

Dotácie je však potrebné nastaviť tak, aby nekrivili dopravný trh a neboli v rozpore s legislatívou ČR a EÚ.

3.3 Dopravcovia v železničnej doprave

Dopravcovia majú taktiež možnosti, akými prispieť k ekologizácii dopravy. Všeobecne by sa dopravcovia mali snažiť pri svojich nákupoch vozidiel zvažovať ich environmentálne dopady a na tratiach a zvažovať postupný prechod na vozidlá s alternatívnymi pohonmi, kde je nutná spolupráca s manažérom infraštruktúry Správou železníc.

Okrem technickej roviny majú dopravcovia možnosť prispieť aj vhodne nastaveným marketingom, ktorý by do vlakov pritiahol viac cestujúcich z iných foriem dopravy. Zároveň je dôležité, aby dopravcovia zaistili čo najvyššiu vyťaženosť vlakových spojov, čím sa tiež prispeje k zníženiu emisií na oskm v železničnej doprave, čo má význam predovšetkým na tratiach s využitím motorovej trakcie.

ZÁVER

Cieľom tejto práce bolo zhodnotiť, aký potenciál má železnica za účelom zníženia emisií CO₂ z dopravy.

V teoretickej časti práce boli definované viaceré kľúčové pojmy v tejto problematike, ako napr. emisná záťaž jednotlivých druhov dopravy, aktuálny stav nastavenia modal splitu ČR, príp. aká je spotreba energie rôznych zdrojov v doprave. Práve tieto dáta boli kľúčové pre analýzu, ktorá na základe údajov o spotrebovanej energii, resp. o celkových emisiách jednotlivých druhov dopravy a prepravných výkonov porovnávala emisnú záťaž na prepravnú jednotku. Okrem toho sa v rámci analytickej časti podarilo približne určiť nepriame emisie z výroby trakčnej energie pre železnicu s elektrickou trakciou, ktoré v Ročenke dopravy MD neboli zahrnuté, a do veľkej miery umožňujú objektívne zrovnanie jednotlivých druhov dopravy z emisného hľadiska. Z analýzy vyplýva viacero čiastkových záverov:

- IAD vychádza z pohľadu emisií ako najmenej ekologická forma dopravy na prepravnú jednotku,
- vlaková doprava so závislou trakciou môže v prípade nízkeho vyťaženia byť ekologicky horšia doprava ako autobusová,
- vlaková doprava so závislou trakciou je ďaleko najekologickejšou formou dopravy, pričom podľa výpočtov vypustí na oskm až 8-krát menej emisií CO₂,
- NAD mnohonásobne prevyšuje emisie na tkm než železničná doprava,
- nákladná železničná doprava na závislej trakcii spotrebuje asi 7-krát menej emisií ako motorová trakcia.

V analytickej časti boli následne načrtnuté scenáre, k akým úsporám by mohlo dôjsť, v prípade zavedenia jednotlivých opatrení. Je zložité vyhodnotiť, ktoré z opatrení by malo najväčší význam, nakoľko každé z nich sa týka inej oblasti, v ktorej by bolo aplikované, a zároveň sa každého z nich týkajú iné obmedzenia, ktoré by bolo nutné prekonať. Zároveň je potrebný komplexný pohľad na scenáre a opatrenia, a neposudzovať ich individuálne, ale pokúsiť sa vyhodnotiť ich synergický efekt, t. j. aký efekt prinesie ich kombinácia. Rovnako je potrebné sa sústrediť na prekonanie obmedzení, kde je predovšetkým nutné zvýšiť kapacitu železničných tratí. Obecne z analytickej časti zároveň vyplýva, že projekt VRT bude mať nie len vplyv na európskej úrovni ako súčasť kostry siete TEN-T, ale zároveň aj na národnej úrovni, kde prinesie ako skapacitnenie tratí pre nákladnú dopravu, tak aj presun značnej časti IAD medzi Prahou, Brnom a Ostravou na železnicu, čo má z hľadiska potenciálu zníženia emisnej záťaže z dopravy veľký význam.

Všeobecne sa teda z čiastkových záverov 2. kapitoly dá usúdiť, že potenciál železnice z pohľadu priblíženia sa k cieľom nízkoemisnej dopravy je nespochybniteľný a vysoko prevyšuje ostatné, dnes dostupné formy dopravy. Malo by preto byť v záujme štátu, resp. rezortu MD a Správy železníc ako manažéra železničnej infraštruktúry tento potenciál ďalej rozvíjať za účelom splnenia cieľov stanovených Zelenou dohodou Európskej komisie, ku ktorým je zaviazaná aj ČR.

V návrhovej časti práce boli zhrnuté viaceré opatrenia a možnosti, ktorými môže Správa železníc prispieť k zvýšeniu využitia environmentálneho potenciálu železnice, ako napr. obecné zvyšovanie kapacity konvenčných železničných tratí a zvyšovanie traťovej rýchlosti, elektrifikácia železničných tratí a unifikácia napätových sústav, ako aj príprava tratí na prevádzku vozidiel s alternatívnymi pohonmi. Zároveň by Správa železníc mala po vzore iných európskych manažérov železničnej infraštruktúry vypracovať strategický dokument, ktorý by definoval ciele k dosiahnutiu udržateľnosti a ich časový rámec. Pre Správu železníc je dôležité sa do budúcnosti zaoberať otázkou odoberania trakčnej energie z obnoviteľných zdrojov. Dôležitú úlohu v rozvoji železničnej dopravy má zároveň aj štát, a to napr. rôznymi formami finančnej podpory a dotácií železničnej dopravy, a zároveň podporou regionálnych tratí. Úlohou dopravcov by malo byť predovšetkým postupné znižovanie ekologickej náročnosti vozidlového parku, ako aj vhodné nastavenie marketingu na pritiahnutie cestujúcich z iných foriem dopravy.

POUŽITÁ LITERATURA

- AGENTÚRA EÚ PRE ŽIVOTNÉ PROSTREDIE, 2019. Emisie z dopravy v roku 2017. *Európsky parlament* [online]. [cit. 2021-12-07]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/sk/headlines/society/20191129STO67756/emisie-z-leteckej-a-lodnej-dopravy-fakty-a-cisla-infografika>
- ADAMEC, Vladimír et al., 2008. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2156-9.
- ALIANCIA PRE ŽELEZNICU, 2020. Güterverkehr - Mehr Verkehr auf die Schiene. *Allianz pro Schiene* [online]. [cit. 2022-02-25]. Dostupné z: <https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/gueterverkehr/>
- AUGUST, Kristine, 2020. „Wie viel CO₂ steckt in einem Liter Benzin?“. *Helmholtz* [online]. [cit. 2021-12-06]. Dostupné z: <https://www.helmholtz.de/newsroom/artikel/wie-viel-co2-steckt-in-einem-liter-benzin/>
- BAUER, Steffen, 2008. Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung. *Bundeszentrale für politische Bildung* [online]. [cit. 2021-12-08]. Dostupné z: <https://www.bpb.de/izpb/8983/leitbild-der-nachhaltigen-entwicklung?p=1>
- BLAŽEK, 2021. Kolik aut jezdí v EU a jak jsou stará? Deset čísel o Evropě, která je dobré znát, nikoliv tipovat. *Autosalon* [online]. 05.11.2021. [cit. 2022-03-20]. Dostupné z: <https://www.autosalon.tv/novinky/ridicuv-chleba/vse-co-potrebujete-vedet-o-automobilove-evrope-v-deseti-cislech-ktera-je-lepsi-znat-nez-tipovat>
- BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, Hana a Vojtěch MÁČA, 2007. *Evropský výzkum socioekonomických překážek udržitelné mobility*. Praha: Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 978-80-87076-05-7.
- BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, Hana, 2009. *Doprava a společnost: ekonomické aspekty udržitelné dopravy*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1610-0.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, ENERGIE, MOBILITÄT, INNOVATION UND TECHNOLOGIE, 2021. Mobilitätsmasterplan 2030 für Österreich. *BMK* [online]. [cit. 2022-01-28]. Dostupné z: <https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/mobilitaetsmasterplan/mmp2030.html>
- ČD CARGO, [b.r.]. Katalog železničních nákladních vozů ČD Cargo, a.s. *ČD Cargo* [online]. [cit. 2022-03-27]. Dostupné z: <https://www.cdcargo.cz/katalog-nakladnich-vozu>
- ČTK, 2022a. Beneš: Zařazení jádra mezi čisté zdroje může v této podobě přinést ČR komplikace. *České noviny* [online]. [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/benes-zarazeni-jadra-mezi-ciste-zdroje-muze-v-teto-podobe-prinest-cr-komplikace/2140431>
- ČTK, 2022b. EK hájí kritizovaný návrh zařadit jádro a plyn mezi zelené investice. *České noviny* [online]. [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/ek-haji-kritizovany-navrh-zaradit-jadro-a-plyn-mezi-zelene-investice/2140307>

ECHA, [b.r.]. Chemické látky a zmena klímy. *Európska chemická agentúra* [online]. [cit. 2021-12-06]. Dostupné z: <https://chemicalsinourlife.echa.europa.eu/sk/global-warming-and-chemicals>

EUR-LEX, 2015. Plán jednotného európskeho dopravného priestoru - Vytvorenie konkurencieschopného dopravného systému efektívne využívajúceho zdroje. *Eur-Lex* [online]. [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/LSU/?uri=celex:52011DC0144>

EURÓPSKA ENVIRONMENTÁLNA AGENTÚRA, 2015. Passenger transport modal split. *EEA* [online]. [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/passenger-transport-modal-split-2#tab-chart_1

EURÓPSKA ENVIRONMENTÁLNA AGENTÚRA, 2019a. Freight transport volume and modal split within the EU. *EEA* [online]. [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/freight-transport-volume-6#tab-chart_1

EURÓPSKA ENVIRONMENTÁLNA AGENTÚRA, 2019b. Passenger transport volume and modal split. *EEA* [online]. [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/passenger-transport-volume-6#tab-chart_1_filters=%7B%22rowFilters%22%3A%7B%7D%3B%22columnFilters%22%3A%7B%22columnfilter_mode%22%3A%5B%22Air%22%3B%22Buses%20and%20coaches%22%3B%22Passenger%20cars%22%3B%22Powered%20wheelers%22%3B%22Railways%22%3B%22Sea%22%3B%22Tram%20and%20metro%22%5D%7D%7D

EÚROPSKA KOMISIA, 2011. BIELA KNIHA Plán jednotného európskeho dopravného priestoru – Vytvorenie konkurencieschopného dopravného systému efektívne využívajúceho zdroje. *Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky* [online]. [cit. 2022-02-12]. Dostupné z:

<https://www.mindop.sk/uploads/media/8b106cbe8b4d41551899373962d980550d7fc50a.pdf>

EÚROPSKA KOMISIA, 2019. Zelená dohoda pro Evropu. *Eur-Lex* [online]. [cit. 2022-02-13]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:52019DC0640>

EÚROPSKY PARLAMENT, 2019. Emisie CO₂ z automobilov: fakty a čísla (infografika). *Európsky parlament* [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/sk/headlines/society/20190313STO31218/emisie-co2-z-automobilov-fakty-a-cisla-infografika>

EUROSTAT, 2021. Glossary: Modal split of passenger transport. *Eurostat* [online]. [cit. 2021-12-08]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Modal_split_of_passenger_transport

FAKTA O KLIMATU, 2020. Elektrizita v ČR: výroba, spotřeba a emise. *Fakta o klimatu* [online]. [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/elektrina-cr>

FAKTA O KLIMATU, 2022. Uhelny phase-out ve státech EU. *Fakta o klimatu* [online]. [cit. 2022-01-31]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/uhelny-phaseout-eu>

- IPCC, 2014. Technology-specific Cost and Performance Parameters. *IPCC* [online]. [cit. 2022-04-05]. Dostupné z: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf#page=7
- KRIEGER, Winfred, Friedrich von STACKELBERG a Robert MALINA, 2018. Modal Split. *Wirtschaftslexikon Gabler* [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/modal-split-37542>
- KUŠKOVÁ, P., 2003. *Česká republika 2003: Deset let udržitelného? rozvoje*. Praha: Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-239-2010-3.
- LAPIERRE, Anne a Katie MCDUGALL, 2021. The EU Green Deal explained. *nortonrosefulbright.com* [online]. [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: <https://www.nortonrosefulbright.com/en/knowledge/publications/c50c4cd9/the-eu-green-deal-explained>
- LIEBSCH, Toby, 2020. Scope 1, 2 and 3 Emissions: Overview to Direct and Indirect Emissions. *Ecochain* [online]. [cit. 2021-12-05]. Dostupné z: <https://ecochain.com/knowledge/scope-1-2-and-3-emissions-overview-to-direct-and-indirect-emissions/>
- MATĚJŮ, Dalibor, 2013. Energetika - vybrané pojmy (I): Obnovitelné zdroje energie v energetickém mixu. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://energetika.tzbinfo.cz/9668-energetika-vybrane-pojmy-i>
- MINISTERSTVO DOPRAVY, 2017. Program rozvoje rychlých železničných spojení v ČR. *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: https://www.mdcr.cz/getattachment/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Ministr-Tok-Vysokorychlostni-trate-potrebuji-novy/MD_Program-rozvoje-rychlych-spojzeni-v-CR.pdf.aspx
- MINISTERSTVO DOPRAVY, 2021a. Ročenka dopravy ČR. *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. [cit. 2021-12-07]. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2020.pdf
- MINISTERSTVO DOPRAVY, 2021b. Dopravní politika České republiky pro období 2021 – 2027 s výhledem do roku 2050. *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. [cit. 2022-02-12]. Dostupné z: https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Dopravni-politika-a-MFDI/Dopravni-politika-CR-pro-obdobi-2014-2020-s-vyhled/Dopravni_Politika_CR_CZ.pdf.aspx
- MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, 2012. Aktualizace státní energetické koncepce České republiky. *Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR* [online]. [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/47607/53721/595041/priloha001.pdf>
- MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, 2014a. *Státní energetická koncepce České republiky*. *Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR* [online]. [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52841/60959/636207/priloha006.pdf>
- MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, 2014b. Doplnující analytický materiál k návrhu aktualizace Státní energetické koncepce. *Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR*

- [online]. [cit. 2022-03-26]. Dostupné z:
<https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52841/60959/636209/priloha004.pdf>
- MOLKOVÁ, Tatiana, 2010. *Kapacita železničních tratí*. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 978-80-7395-317-1.
- OECD, 1998. Indicators for the Integration of Environmental Concerns into Transport Policies. *OECD* [online]. [cit. 2021-12-09]. Dostupné z:
[https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=env/epoc/se\(98\)1/final](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=env/epoc/se(98)1/final)
- OSN, 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. *UN* [online]. [cit. 2021-12-09]. Dostupné z:
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- OTE, 2021. Statistika. *Národní energetický mix*. *OTE* [online]. [cit. 2021-12-26]. Dostupné z:
<https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix>
- ÖBB, 2019. *ÖBB Klimaschutzstrategie 2030* [online]. [cit. 2022-01-27]. Dostupné z:
https://presse.oebb.at/dam/jcr:1f841c3f-d059-45f2-8579-f552f20f20d5/OEBB_KSB2019.pdf
- RADA EÚ, 2022. Európska zelená dohoda. *Rada EÚ* [online]. [cit. 2022-02-15]. Dostupné z:
<https://www.consilium.europa.eu/sk/policies/green-deal/>
- RITCHIE, Hannah a Max ROSER, 2020. CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. *Our World In Data* [online]. [cit. 2021-12-06]. Dostupné z: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>
- SHMÚ, [b.r.]. Príčiny. *Klimatická zmena*. *SHMÚ* [online]. [cit. 2021-12-05]. Dostupné z:
<https://www.shmu.sk/sk/?page=1071>
- SCHWEIZERISCHE BUNDESBAHNEN, 2020. SBB Bericht gemäss GRI-Standards 2020. *SBB* [online]. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z:
<https://company.sbb.ch/content/dam/internet/corporate/de/medien/publikationen/geschaefts-nachhaltigkeitsbericht/SBB-Nachhaltigkeitsbericht-2020.pdf.sbbdownload.pdf>
- SÍKELA, Jozef, 2022a. [Dokument EK k jádru...]. *Twitter* [online]. 03.01.2022. [cit. 2022-01-16]. Dostupné z:
<https://twitter.com/JozefSikela/status/1478044667124060162?cxt=HHwWhMC4oebyiIMpAAA>
- SÍKELA, Jozef, 2022b. [ČR odeslala připomínky k návrhu taxonomie...]. *Twitter* [online]. 21.01.2022. . [cit. 2022-01-25]. Dostupné z:
<https://twitter.com/JozefSikela/status/1484471609448706055?s=20&t=olL1mORAR2-hMMJvCx8jg>
- SPEKTRUM, 2001. Emission. *Lexikon der Geographie*. *Spektrum* [online]. [cit. 2021-12-05]. Dostupné z: <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/emission/2010>
- SPRÁVA ŽELEZNIC, 2016. Využití praktické propustnosti traťových úseků v GVD 2015/16. *Optimalizace využití tratí s vyčerpanou kapacitou*. *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z:
<https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Veda-a-vyzkum/Certifikovane->

metodiky/Zeleznicni-metodiky/Optimalizace-vyuziti-trati-s-vycerpanou-kapacitou/Optimalizace-vyuziti-trati-s-vycerpanou-kapacitou.pdf.aspx

SPRÁVA ŽELEZNIC, 2019. *SŽDC SM124 Zjišťování kapacity dráhy*. [online]. [cit. 2021-12-25]. Dostupné z:

https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/139626480/SZDC_SM124_20190611.pdf/25a3553c-429d-4cc8-b17a-f27c501953f7?version=1.0

SPRÁVA ŽELEZNIC, 2020. Významné investiční akce. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z:

https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/78230/StepnickovaH_Komunikace_S_Verejnosti_HB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SPRÁVA ŽELEZNIC, 2020b. Skutečné počty všech vlaků v období 1. 1. až 15. 3. 2020. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-04-25]. Dostupné z:

<https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/viewarticle.aspx?oid=594598>

SPRÁVA ŽELEZNIC, 2021a. Vysokorychlostní železnice v ČR. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/vrt/co-je-vrt/vrt-v-cr>

SPRÁVA ŽELEZNIC, 2021b. Co je vysokorychlostní železnice. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/vrt/co-je-vrt>

SPRÁVA ŽELEZNIC, 2021c. Statistická ročenka 2020. *Správa železnic* [online]. [cit. 2021-12-08]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/o-nas/publikace/statisticke-rocenky>

SPRÁVA ŽELEZNIC, 2021d. Investiční výdaje (SFDI) za období 2017-2020. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: https://zdopravy.cz/wp-content/uploads/2021/09/150492-2021-SZ-GR-O25_Vyrizeni_zadosti_106_1999_Sb._Sura_investice_a_opravy_2017_2020_82810479218898076057-1.pdf

SPRÁVA ŽELEZNIC, 2021e. [Marek Pinkava: Vysokorychlostní trať Praha – Brno – Ostrava chceme zprovoznit do roku 2035...]. *Podcast Správa železnic*. *Spotify* [online]. [cit. 2022-01-27]. Dostupné z:

<https://open.spotify.com/episode/23jUAPoND7d8bvVs00goIF?si=e65e7210468b4c98>

SPRÁVA ŽELEZNIC, 2021f. Přínosy VRT v České republice. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-01-28]. Dostupné z:

<https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/80092519/P%C5%99%C3%ADnosy+VRT+v+%C4%8Cesk%C3%A9+republice/3b201fde-4be8-49df-a93d-a3c8a025f309>

SPRÁVA ŽELEZNIC, 2021g. Výroční zpráva 2020. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-02-25]. Dostupné z:

<https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/50168475/V%C3%BDro%C4%8Dn%C3%AD+zpr%C3%A1va+2020/b6270120-09c7-4af6-94cd-1c5bc0b309d1>

SPRÁVA ŽELEZNIC, 2022. Trakční elektřina. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-03-24].

Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/dodavatele-odberatele/energetika/trakcni-elektrina>

- SUDOP, 2020. Studie proveditelnosti, Analýza trhu a prognóza přepravní poptávky. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: <https://datashare.spravazeznic.cz/index.php/s/Kqu7zgv0jf2dnJb?path=%2FA.%20Textov%C3%A1%20%C4%8D%C3%A1st%2FA.2.4%20Anal%C3%BDza%20trhu%20a%20p%C5%99epravn%C3%AD%20progn%C3%B3za%20popt%C3%A1vky#pdfviewer>
- PERŮTKA a HUZLÍK, 2021. Ověření potenciálu snížení emisí CO₂ vlivem liniové elektrizace a modernizace vozového parku. *Vědeckotechnický sborník Správy železnic č. 4/2021* [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.spravazeznic.cz/documents/50004227/135082601/Ov%C4%9B%C5%99en%C3%AD+potenci%C3%A1lu+sn%C3%AD%C5%BEen%C3%AD+emis%C3%AD+CO2+vlivem+liniov%C3%A9+elektrizace+a+modernizace+vozov%C3%A9ho+parku.pdf/cfc0c693-05d9-460e-ab8f-5e41478110f9>
- PŘIBYLA, Ondráš, 2021 Co přesně znamená uhlíková neutralita?. *Fakta o klimatu* [online]. [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: https://faktaoklimatu.cz/explainery/uhlikova-neutralita?gclid=CjwKCAjwve2TBhByEiwAaktM1BNhtjptlT98yGxMQjNmyh57KRe9WidOV7aY2JtxpHYqCpsFZ2iCAhCz48QAvD_BwE
- SPRÁVA ŽELEZNIC, 2022. Trakční elektřina. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://www.spravazeznic.cz/dodavatele-odberatele/energetika/trackni-elektrina>
- SPOLKOVÁ RADA ŠVAJČIARSKA, 2021. Langfristige Klimastrategie 2050. *Bundesamt für Umwelt* [online]. [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/emissionsverminderung/verminderungsziele/ziel-2050/klimastrategie-2050.html>
- ŠIROKÝ, Jaromír, 2018. *Technologie dopravy*. Čtvrté doplněné vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 978-80-7560-159-9.
- ŠVAJČIARSKO, 2021. Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft. *Fedlex* [online]. [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1999/404/de#art_84
- UIC, 2004. *UIC-KODEX 406 Kapacita* [online]. [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <http://www.drda.wz.cz/podklady.htm>
- VCÖ, 2019. VCÖ-Factsheet: Wachstum des Gütertransports in EU braucht Bahnausbau. *VCÖ* [online]. [cit. 2022-01-28]. Dostupné z: <https://www.vcoe.at/publikationen/vcoe-factsheets/detail/vcoe-factsheet-2019-06-wachstum-des-guetertransports-in-eu-braucht-bahnausbau>
- VLÁDA ČR, 2017. *Usnesení vlády České republiky ze dne 22. května 2017 č. 389 o Programu rozvoje rychlých železničních spojení v České republice* [online]. [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Vysokorychlostnistrategie/UV-389_22_5_2017.pdf.aspx
- VLÁDA ČR, 2022. *Programové prohlášení vlády České republiky* [online]. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: <https://www.vlada.cz/assets/jednani-vlady/programove-prohlaseni/programove-prohlaseni-vlady-Petra-Fialy.pdf>

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1	Emisie CO ₂ podľa jednotlivých druhov dopravy v rokoch 2015–2020 v tis. ton	13
Tabuľka 2	Energetický mix ČR 2020.....	19
Tabuľka 3	Spotreby v jednotlivých druhoch dopravy	21
Tabuľka 4	Emisie CO ₂ podľa jednotlivých druhov dopravy v roku 2019 v tis. ton.....	32
Tabuľka 5	Plánovaný energetický mix ČR v roku 2045 – optimalizovaný scenár podľa MPO, upravený autorom	38

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1	Emisie z dopravy EÚ v roku 2017	12
Obrázok 2	Modal split osobnej dopravy ČR 2019	14
Obrázok 3	Modal split nákladnej dopravy ČR 2019	15
Obrázok 4	Definícia udržateľnej dopravy za pomoci troch pilierov udržateľnosti	16
Obrázok 5	Elektrina v ČR: výroba a emisie 2018	19
Obrázok 6	Mapa plánovaných VRT v ČR	22
Obrázok 7	Cieľová cesta ku klimatickej neutralite v doprave do roku 2040	24
Obrázok 8	Pyramída cieľov udržateľného rozvoja podľa SBB	27
Obrázok 9	Porovnanie množstva emisií CO ₂ /oskm v osobnej doprave	36
Obrázok 10	Porovnanie množstva emisií CO ₂ /tkm v nákladnej doprave	36
Obrázok 11	Rozdielový kartogram 2050 vrátane projektu VRT Praha – Brno	42
Obrázok 12	Prevedené, indukované a generované výkony, rok 2050 v mil. os.km/rok	43

ZOZNAM SKRATIEK

AVV	automatické vedenie vlaku
BEMU	Battery electric multiple unit batériová elektrická viacúčelová jednotka
BEV	Battery Electric Vehicles akumulátorové elektrické vozidlá
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie Ministerstvo pre klímu
CO ₂	oxid uhličitý
ČD	České dráhy, a. s.
ČR	Česká republika
EK	Európska komisia
EST	Environmentally Sustainable Transport Environmentálne udržateľná doprava
EÚ	Európska únia
EU ETS	EU Emissions Trading System Evropský systém pro obchodování s emisemi
ERTMS	European Rail Traffic Management System Európsky systém riadenia železničnej dopravy
ETCS	European Train Control System Európsky vlakový zabezpečovací systém
GRI	Global Reporting Initiative
GVD	grafikon vlakovej dopravy
GWh	gigawatthodina
hrtkm	hrubý tonokilometer
Hz	hertz
HV	hnacie vozidlo
IAD	individuálna automobilová doprava
IDS	integrovaný dopravný systém
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change

	Medzivládny panel o zmene klímy
km	kilometer
MD	Ministerství dopravy
MHD	Mestská hromadná doprava
MPO	Ministerství obchodu a průmyslu
MWh	megawatthodina
NAD	nákladná automobilová doprava
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj
oskm	osobokilometer
OSN	Organizácia spojených národov
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen Rakúske spolkové dráhy
ROLA	Rollende Landstraße systém kombinovanej dopravy, ktorý spočíva v naložení kamiónu na železničný vozeň
RS	Rychlá spojení
SBB	Schweizerische Bundesbahnen Švajčiarske spolkové dráhy
SFDI	Státní fond dopravní infrastruktury
SŽ	Správa železnic, státní organizace
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
TEN-T	Trans-European Transport Network Transevropská dopravní síť
TJ	terajoule
tkm	tonokilometer
TWh	terawatthodina
UIC	Union Internationale de Chemins de Fer Medzinárodná železničná únia
VRT	vysokorychlostná trať
ŽDC	železničná dopravná cesta
ŽND	železničná nákladná doprava

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha A Vybrané citované opatrenia z Dopravnej politiky ČR

Príloha B Opatrenia z ÖBB Klimaschutzstrategie 2030

Príloha C Emisie vybraných zdrojov energie

Príloha D Denné počty vlakov na jednotlivých tratiach od 1.1. – 15.3.2020

Priloha A Vybrané citované opatrenia z Dopravnej politiky ČR

1. Strategický cíl: Udržitelná mobilita	1.1.2.1 V souladu s evropskými trendy internalizovat externalitu
	1.2.1.1 Nastavit optimalizaci využití kapacity páteřních železničních tahů vhodnými organizačními opatřeními a cenovou politikou (snížení významu hmotnostních kategorií vlaku při výpočtu ceny za dopravní cestu)
	1.2.1.6 Vytvořit udržitelný ekonomický rámec provozování vlaků na vysokorychlostních železničních tratích v rámci rychlých spojení a dalších páteřních železničních tratích
	1.2.1.10 Od roku 2025 zavést v rámci ceny za použití železniční dopravní cestu penalizující příplatek za provoz dieselového vozidla po elektrizované trati a stanovit odůvodněné výjimky osvobození z tohoto příplatku a z finančních zdrojů státu nepřispívat krajům, ani dopravcům, na úhradu veřejné dopravy, pokud je na elektrifikovaných tratích zajišťována vozidla poháněnými spalovacími motory
	1.2.2.2 Provéřit možnosti ohledně snížení ceny elektrické energie vhodnou cenovou politikou kompenzující platbu za podporované zdroje energie (POZE) a cenu za emisní povolenky
	1.2.2.3 Zřídit program pro podporu rozvoje terminálů kombinované a multimodální dopravy zaměřený na technické, technologické a provozní stránky podpory kombinované dopravy, na podporu překladišť a nákladíšť na železniční síti a na podporu rozvoje a zachování železničních vleček
	1.2.5.1 Snižovat závislost dopravy na fosilních zdrojích
	1.2.5.3 Zlepšovat energetickou bilanci výpravních a dalších provozních budov na železnici
	1.3.1.3 Dokončit záměr cílového rozsahu elektrizace železničních tratí s ohledem na snížení externalit a dosažení dalších energetických úspor a urychlit elektrizaci páteřních tratí do regionů s chybějícími elektrizovanými tratěmi
	1.3.1.5 Vytvořit zázemí pro provoz akumulátorových vozidel v oblastech bez liniové elektrifikace, a to budováním napájecích bodů
	1.3.3.3 V maximální možné míře využívat pozemkové úpravy při přípravě a budování nových dálnic a železnic a při rušení železničních přejezdů
	1.3.4.1 Dobudování tranzitních železničních koridorů včetně železničních uzlů do roku 2025 (s výjimkou uzlů Praha a Brno)
	1.3.4.3 Modernizace železničních tratí na globální síti TEN-T nejpozději do roku 2050

	1.3.4.5 Zajištění dostatečné kapacity pro nákladní dopravu pro napojení průmyslových zón strategického významu do roku 2030
	1.3.4.7 Pokračování přípravy projektů vysokorychlostních železničních tratí v rámci rychlých spojení dokončením studií proveditelnosti jednotlivých větví a zahájení jejich přípravy a realizace v souladu s výstupy Programu rozvoje rychlých spojení tak, aby pilotní úseky a úseky zařazené do hlavní sítě TEN-T byly zprovozněny nejpozději do roku 2030 a úseky globální sítě TEN-T nejpozději do roku 2050
	1.3.4.16 Na hlavní síti TEN-T postupně do roku 2030 zajistit možnost provozu vlaků délky 740 m
	1.3.4.19 Podporovat rozvoj přeshraničních projektů železniční dopravy (dálkové a regionální)
	1.3.4.23 Při přípravě modernizace silniční a dálniční sítě připravovat související modernizaci souběžných železničních tratí tak, aby nedošlo k výraznějšímu přesunu přeprav na energeticky méně výhodný druh dopravy
	1.3.4.26 Optimalizovat železniční traťovou propustnost z hlediska využití pro osobní a spolehlivou nákladní dopravu
2 Strategický cíl: Územní soudržnost	2.2.1.1 V dálkové a meziregionální dopravě na základě vytváření vhodných podmínek zajistit účelnou mezioborovou spolupráci s cílem dosáhnout většího podílu energeticky účinnějších druhů dopravy
	2.6.1.1 Hledat alternativní způsob řešení rekreační dopravy v ekologicky citlivých oblastech.

Zdroj: MD (2021b), vlastní úprava

Príloha B Opatrenia z ÖBB Klimaschutzstrategie 2030

Kategória	Nástroje, aktuálny stav, príp. potenciál ušetrovaných emisií
Elektrifikácia	aktuálne elektrifikovaných cca. 73 % tratí
	cieľ je 89 % elektrifikovaných tratí do 2035
	aktuálne 90 % dopravných výkonov na elektrifikovaných tratiach
	maximálny potenciál ušetrenia emisií vďaka elektrifikácií od roku 2030 je 44 200 ton ročne
Alternatívne pohony - železnica	snaha o nasadzovanie inovatívnych pohonov (akumulátorové jednotky, vodíkový pohon, hybridné jednotky)
	cieľ je do roku 2030 nahradiť všetky naftové HV s alternatívnym pohonom
	32 mil. litrov nafty by sa od roku 2030 malo ušetriť prechodom na alternatívne pohony
	potenciál ušetriť týmito krokmi 81 600 ton emisií ročne (od 2030)
Alternatívne pohony - cestná doprava (ÖBB-Postbus)	prechod z autobusov na elektrobuses a vodíkové autobusy
	možnosť týmto krokom ušetriť 46 mil. litrov nafty ročne
	potenciál ušetrovaných emisií je od roku 2030 ročne 162 500 ton
Obnoviteľná energia	od roku 2018 je 100 % elektrického prúdu pre železničnú dopravu z obnoviteľných zdrojov
	od roku 2019 je 100 % prúdu na ostatnú prevádzku z obnoviteľných zdrojov
	40 % prúdu si chce ÖBB z dlhodobého hľadiska vyrábať samostatne
	aktuálne prevádzkuje ÖBB 8 vodných elektrární, ktoré vyrobia 1/3 prúdu pre železničnú prevádzku
	ročný potenciál šetrenia emisií od roku 2030 je 164 100 ton
Energetická efektívnosť	spotreba ÖBB sú 3 TWh/ročne
	využívanie nástrojov na šetrenie energie (rekuperácia vozidiel, adaptívne riadenie vlaku a i.
	cieľ holdingu je do roku 2024 ušetriť ročne 180 GWh
	potenciál je ušetriť 14 500 ton emisií ročne (od 2030)
Presun dopravy na železnicu	aktuálne šetria dopravné výkony ÖBB 4,1 mil. ton CO ₂ (v porovnaní s prechodom k iným dopravným módom)
	nástroje ako cenová politika, IDS, obnova vozového parku, ROLA a i.
	potenciál do roku 2030 je ušetrenie 1,9 mil. ton emisií

Zdroj: ÖBB (2019, vlastná úprava)

Príloha C Emisie vybraných zdrojov energie

Table A.III.2 | Emissions of selected electricity supply technologies (gCO₂eq/kWh)

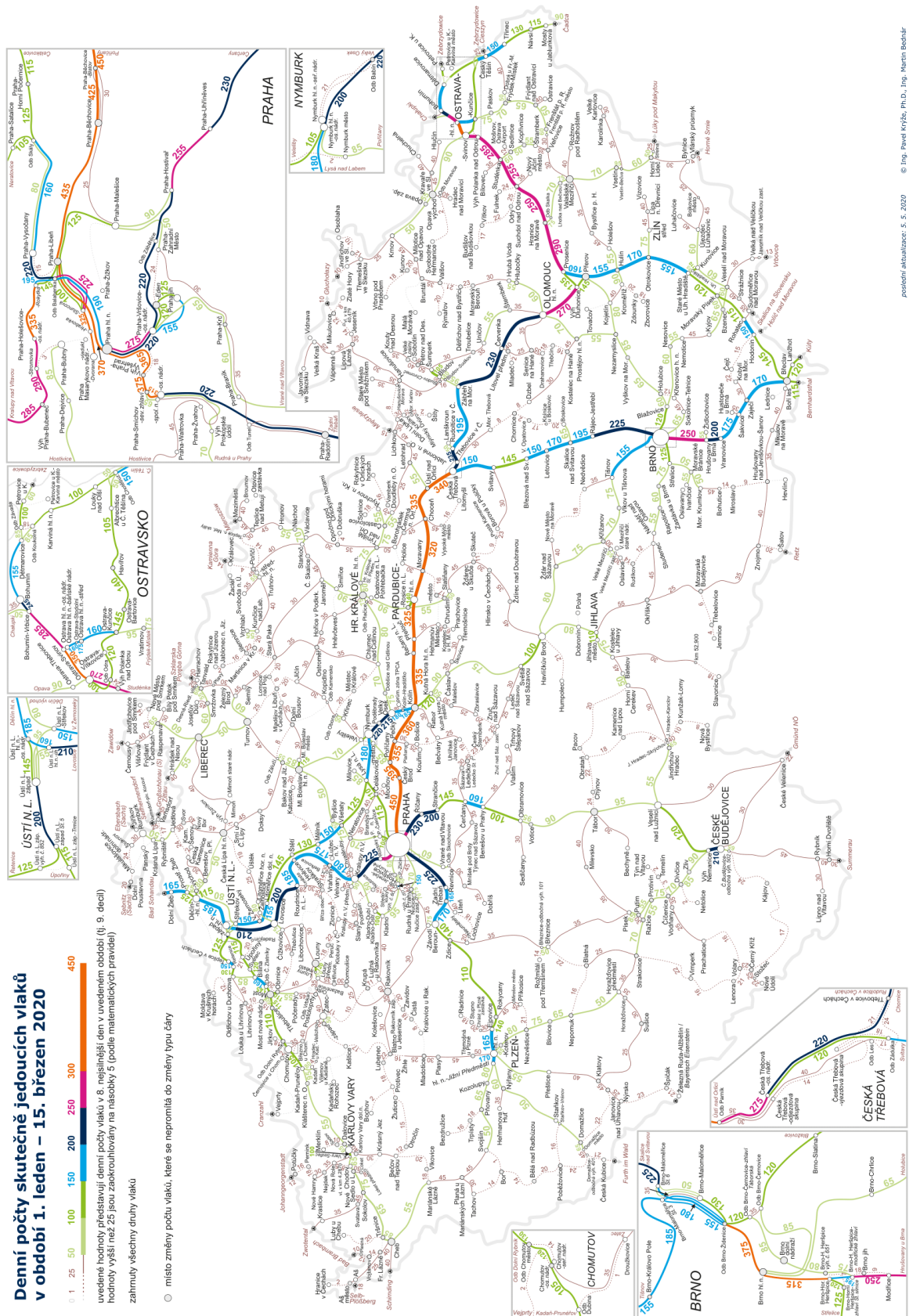
Options	Direct emissions	Infrastructure & supply chain emissions	Biogenic CO ₂ emissions and albedo effect	Methane emissions	Lifecycle emissions (incl albedo effect)
	Min/Median/Max	Typical values			Min/Median/Max
Currently Commercially Available Technologies					
Coal—PC	670/760/870	9.6	0	47	740/820/910
Gas—Combined Cycle	350/370/490	1.6	0	91	410/490/650
Biomass—cofiring	n.a. ⁱⁱ	–	–	–	620/740/890 ⁱⁱⁱ
Biomass—dedicated	n.a. ⁱⁱ	210	27	0	130/230/420 ⁱⁱⁱ
Geothermal	0	45	0	0	6.0/38/79
Hydropower	0	19	0	88	1.0/24/2200
Nuclear	0	18	0	0	3.7/12/110
Concentrated Solar Power	0	29	0	0	8.8/27/63
Solar PV—rooftop	0	42	0	0	26/41/60
Solar PV—utility	0	66	0	0	18/48/180
Wind onshore	0	15	0	0	7.0/11/56
Wind offshore	0	17	0	0	8.0/12/35
Pre-commercial Technologies					
CCS—Coal—Oxyfuel	14/76/110	17	0	67	100/160/200
CCS—Coal—PC	95/120/140	28	0	68	190/220/250
CCS—Coal—IGCC	100/120/150	9.9	0	62	170/200/230
CCS—Gas—Combined Cycle	30/57/98	8.9	0	110	94/170/340
Ocean	0	17	0	0	• 5.6/17/28

Notes:

- ⁱ For a comprehensive discussion of methodological issues and underlying literature sources see Annex II, Section A.II.9.3. Note that input data are included in normal font type, output data resulting from data conversions are bolded, and intermediate outputs are italicized.
- ⁱⁱ Direct emissions from biomass combustion at the power plant are positive and significant, but should be seen in connection with the CO₂ absorbed by growing plants. They can be derived from the chemical carbon content of biomass and the power plant efficiency. For a comprehensive discussion see Chapter 11, Section 11.13. For co-firing, carbon content of coal and relative fuel shares need to be considered.
- ⁱⁱⁱ Indirect emissions for co-firing are based on relative fuel shares of biomass from dedicated energy crops and residues (5-20%) and coal (80-95%).
- ^{iv} Lifecycle emissions from biomass are for dedicated energy crops and crop residues. Lifecycle emissions of electricity based on other types of biomass are given in Chapter 7, Figure 7.6. For a comprehensive discussion see Chapter 11, Section 11.13.4. For a description of methodological issues see Annex II of this report.

Zdroj: IPCC (2014)

Priloha D Denné počty vlakov na jednotlivých tratiach od 1.1. – 15.3.2020



Zdroj: SŽ (2020b)