



Potenciál snížení emisí CO₂ vlivem liniové elektrizace

Jan Perůtka, František Sládek
Oblast železniční dopravy
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
22. 6. 2023

Základní informace o studii

- Studie byla poptána Správou železnic a její realizace proběhla v roce 2020
- Studie se skládá ze 4 dílčích částí
 - Rešerše výzkumných činností zabývajících se snižováním emisí CO₂ na železnici
 - **Potenciál snížení emisí CO₂ vlivem elektrizace**
 - Potenciál snížení emisí CO₂ vlivem změny trakce
 - Potenciál snížení emisí CO₂ vlivem modernizace vozového parku
- Předmětem analýzy bylo 123 neelektrizovaných tratí (mapa výhledové elektrizace od SŽ)
- Studie byla průběžně připomínkována mnoha subjekty (manažer infrastruktury, osobní dopravci, sdružení nákladních dopravců, výrobci železničních vozidel atd.)

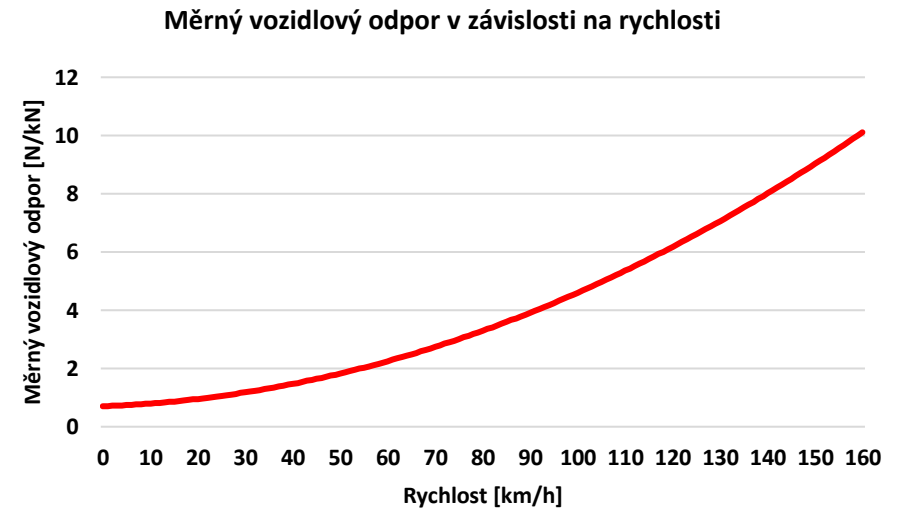
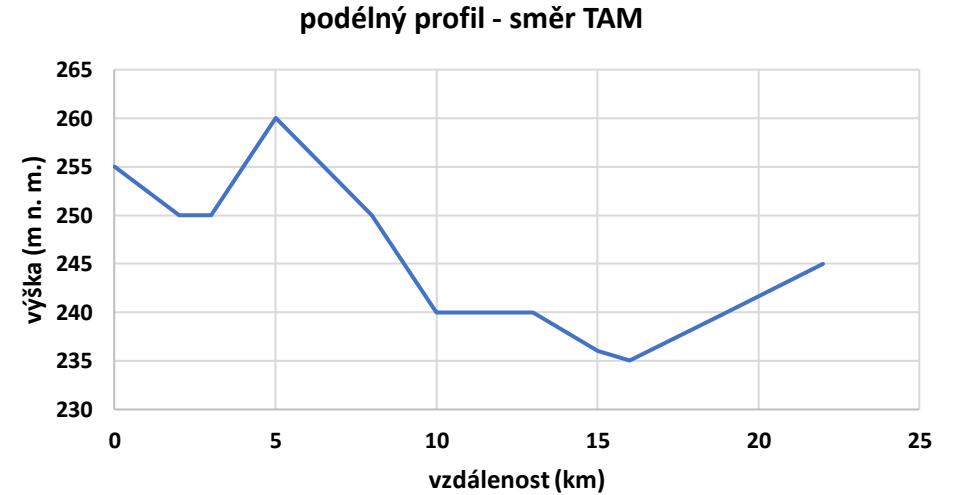
Mapa schválené elektrizace z roku 2020



Metodický postup

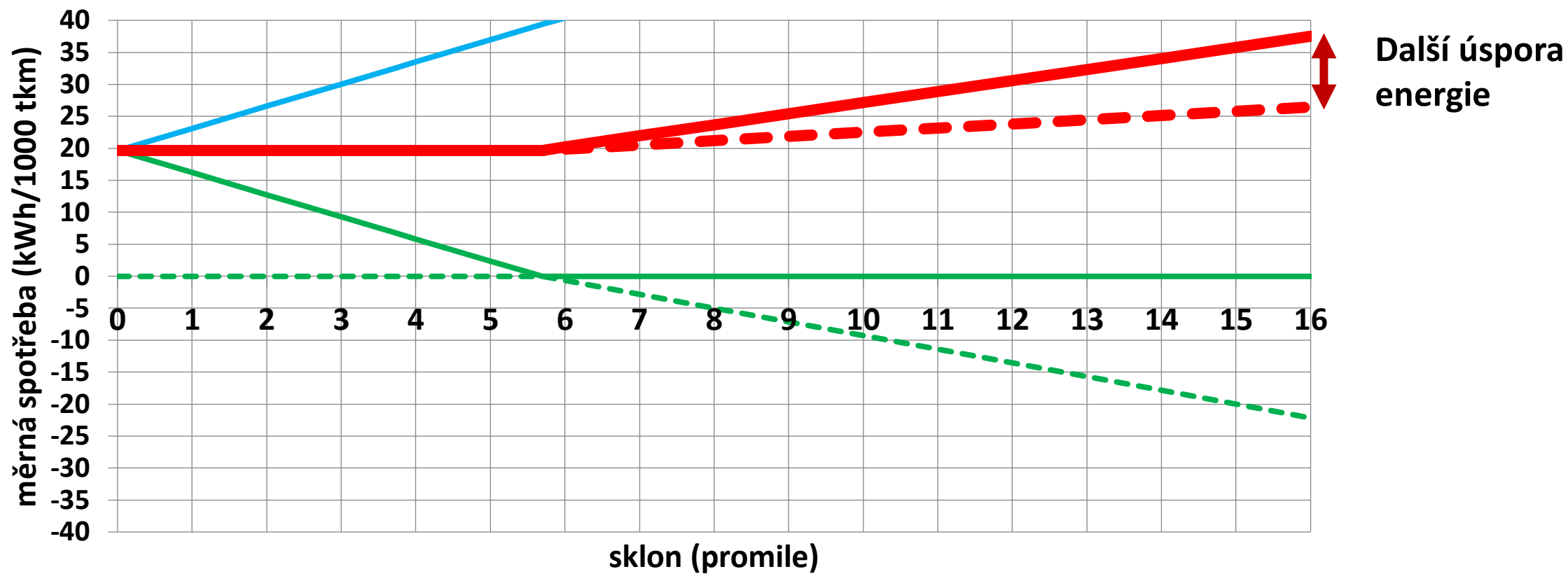
- 1) Rozdělení předmětné železniční sítě na vozební úseky
- 2) Analýza databáze stávajících výkonů v nezávislé trakci s rozdělením na jednotlivé druhy vlaků osobní a nákladní dopravy
- 3) Určení traťových a vozidlových odporů a dalších vstupních parametrů na daném úseku
- 4) Stanovení prognózy výhledového objemu dopravy v roce 2030
- 5) Zjednodušená investiční náročnost výstavby elektrizace (trakční vedení + napájecí stanice)
- 6) Energetické a emisní výpočty (celková spotřeba energie, měrné a celkové emise CO₂)
- 7) Výstupní tabulky dle potenciálu ušetření emisí CO₂
- 8) Závěr a doporučení

Energetický výpočetní model – hlavní vstupy



měrná spotřeba energie rychlíku 120 km/h v závislosti na spádu

- do stoupání
- po spádu silou
- - - po spádu rekuperace
- oběma směry bez rekuperace
- • oběma směry s rekuperací

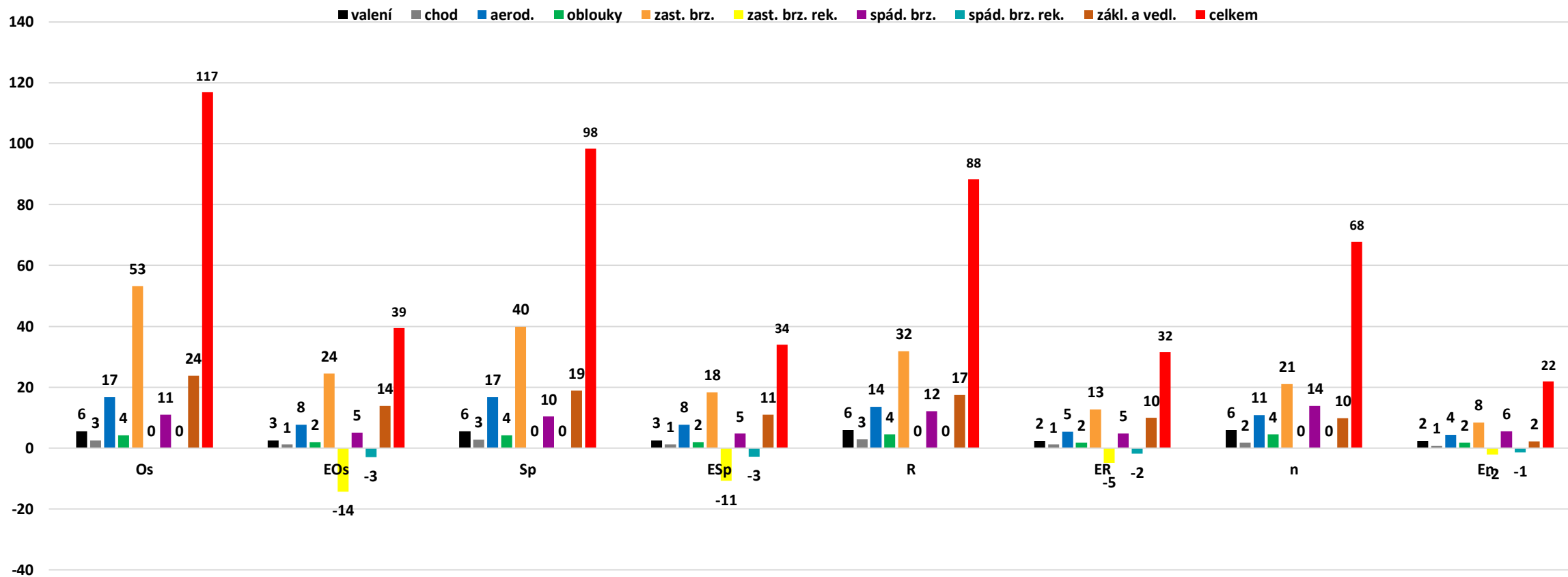


Další principy uplatněné při tvorbě modelu

- Počítáno s hodnotami pro moderní dieselová a elektrická vozidla relevantní k roku 2030
- Vymezení sledovaného energetického systému:
 - Elek.vozba: trakční napájecí stanice – kola vozidla
 - Diesel.vozba: tepelná výhřevnost nafty – kola vozidla
- Validace proběhla na základě skutečně naměřených spotřeb během jízd vlaků ČD Cargo, osobní dopravě nebylo v roce 2019 u dopravce ČD systematické měření po úsecích prováděno.

Vliv dílčích odporů na celkový odpor

měrná spotřeba energie (kWh/1 000 tkm)



Výpočet vyprodukovaných emisí k roku 2030

Dieselová trakce – předpokládaná měrná uhlíková stopa motorové nafty pro rok 2030 (s 5% podílem biosložky) je $2,53 \text{ kgCO}_2/\text{l}$ → s účinností diesel. trakce 33 % a naftou s tepelnou výhřevností 10 kWh/l → **$0,759 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$ využitelné energie pro trakční a netrakční spotřebu.**



Elektrická trakce - z výhledu státní energetické koncepce se v roce 2030 počítá v elektrárenství s hodnotou měrných emisí $0,443 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$ → s účinností elektrické trakce 89 % → **$0,496 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$ využitelné energie pro trakční a netrakční spotřebu.**



V roce 2040 se v elektrárenství předpokládá pokles měrných emisí až na $0,255 \text{ kg/kWh}$; u naftového motoru pokles pouze na $0,239 \text{ kg/kWh}$ (díky zvýšení podílu biosložky).

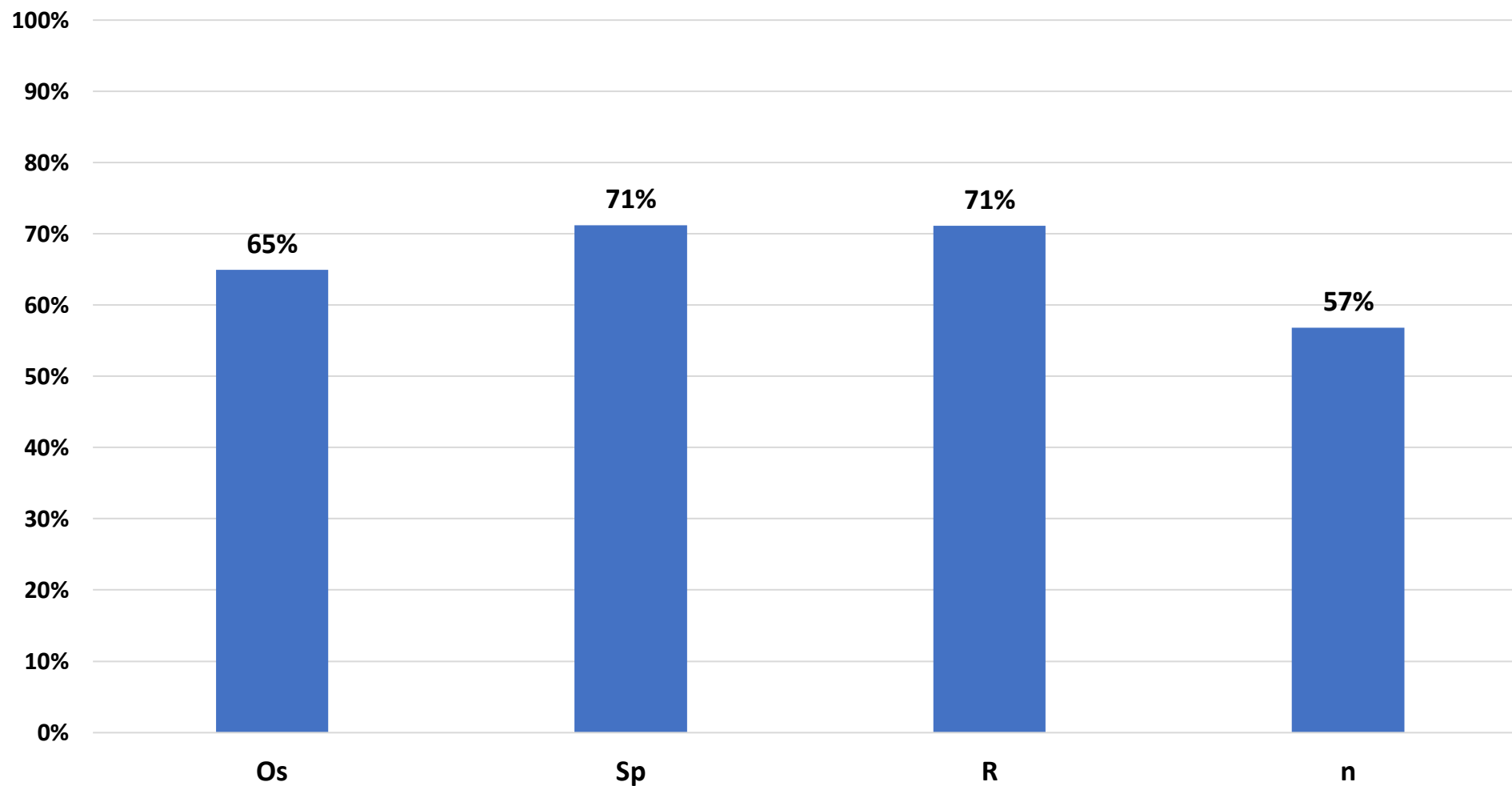


Velký výhledový potenciál snížení emisí CO_2 při přechodu na el. trakci!



Výstupy – úspory emisí v roce 2030

Pokles emisí oxidu uhličitého elektrifikací



Výstupy – Seřazení tratí dle potenciálu úspory emisí CO₂ na 1 km trati

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
č.t. Druh vlaku	Trat'/úsek	Spotřebovaná energie D (2030) [kWh]	Spotřebovaná energie E (2030) [kWh]	Úspora energie [%]	Vyprodukováné emise D (2030) [t]	Vyprodukováné emise E (2030) [t]	Úspora emisí [%]	Úspora emisí [t/km]	Průměrná úspora rekuperací [%]	Předpokládaná nutnost výstavby TNS	Finanční úspora energie a emisí [mil. Kč]	Náklady na elektrizaci [mil. Kč]
071	Mladá Boleslav – Nymburk hl.n.	54 285 278	18 399 280	66,1	13 709	8 158	40,5	185,1	17	Ano	19	469
323	Ostrava-Kunčice – Frýdlant nad Ostravicí	26 104 157	8 519 655	67,4	6 592	3 777	42,7	117,3	22	Ano	9	249
021	Častolovice – Týniště nad Orlicí	7 500 155	2 206 572	70,6	1 894	978	48,3	114,5	30	Ano	3	293
093	Kladno – Kralupy nad Vltavou	23 703 267	7 316 674	69,1	5 986	3 244	45,8	109,7	30	Ne	9	200
122	Rudná u Prahy – Hostivice	6 306 558	1 905 106	69,8	1 593	845	47,0	93,5	31	Ne	2	64
240	Brno-Horní Heršpice – Zastávka u Brna	16 818 333	5 201 119	69,1	4 247	2 306	45,7	84,4	25	Ne	6	184
238	Pardubice-Rosice nad Labem – Chrudim	6 126 861	1 852 517	69,8	1 547	821	46,9	80,7	34	Ano	2	148
070	Neratovice – Všetaty	3 598 645	1 031 870	71,3	909	458	49,7	75,2	30	Ano	1	506
070	Praha-Vysočany – Neratovice	17 593 522	5 326 315	69,7	4 443	2 362	46,8	74,3	25	Ano	7	453
021	Častolovice – Solnice	8 788 708	2 776 930	68,4	2 220	1 231	44,5	65,9	18	Ne	3	120
180	Plzeň hl.n. – Domažlice	32 676 268	11 272 557	65,5	8 252	4 998	39,4	55,2	17	Ano	11	839
120	Praha-Bubny – Kladno	15 669 259	5 403 152	65,5	3 957	2 396	39,5	50,4	21	Ne	5	248
032	Trutnov – Jaroměř	24 284 846	8 133 091	66,5	6 133	3 606	41,2	48,6	23	Ano	8	645
036	Tanvald – Liberec	12 696 960	4 280 092	66,3	3 207	1 898	40,8	48,5	21	Ano	4	445



Elektrizace v realizaci



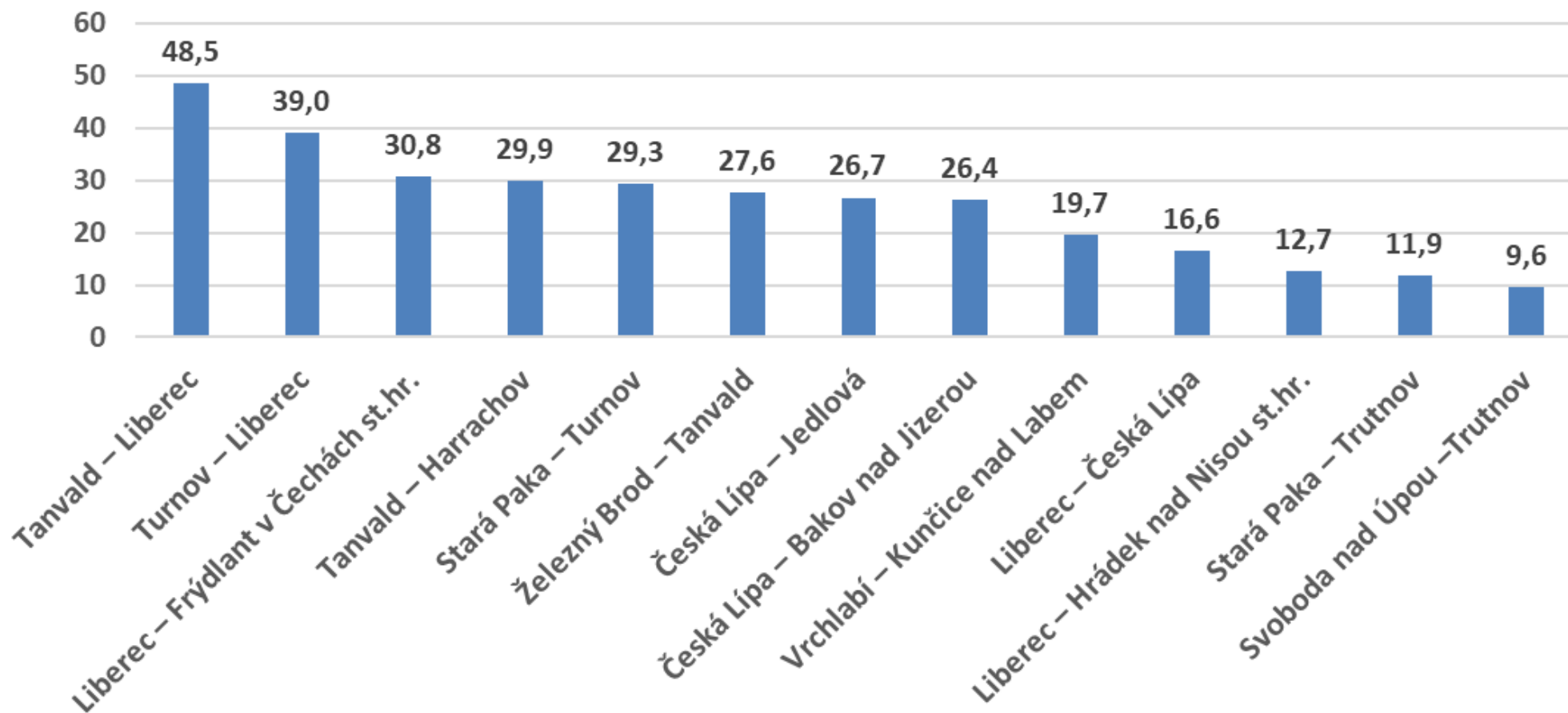
Schválená elektrizace



Elektrizace k prověření

Příklad výstupů: Liberecký kraj

Roční úspora emisí CO₂ [t/km]



Další výzkumné projekty

- **TK02010009 – Technologická agentura ČR – Zvyšování efektivity železniční dopravy v rámci energetické optimalizace systému multimodální mobility**
 - <https://starfos.tacr.cz/cs/project/TK02010009>
 - Akutrolejová vozidla (BEMU)
- **Plánovaný projekt: CDV, UPCE a VÚŽ**
 - Optimalizace a analýza nabíjení akumulátorů na konkrétních tratích v ČR
 - Prověřování výkonu stávajících TNS pro akutrolejová vozidla
 - Life-cycle analysis (LCA) akutrolejových vozidel
 - Výstupy: 6/2026

Závěr

- Výstupy dokládají nesporné výhody elektrizace – úspory energie, nižší uhlíkovou stopu, potenciál rekuperace jako bezemisního zdroje elektřiny.
- Vysoký potenciál pro elektrizaci mají tratě se silnou nákladní dopravou, ale rovněž s hustou osobní (příměstskou) dopravou.
- CDV se svými výzkumnými projekty a výsledky je otevřeno další spolupráci



CENTRUM
DOPRAVNÍHO
VÝZKUMU



DOPRAVA PRO
BUDUCNOST

Vstříc liniové elektrizaci!

František Sládek
frantisek.sladek@cdv.cz

