

**Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV
v spolupráci
s Ústavom krajinnej ekológie SAV, v. v. i., Bratislava
a Katedrou ekológie a environmentalistiky FPVal UKF v Nitre**



EKOLOGICKÉ ŠTÚDIE

Ročník 15

Číslo 1/2024

**Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV
v spolupráci s
Ústavom krajinnej ekológie SAV, v. v. i., Bratislava
a Katedrou ekológie a environmentalistiky FPVal UKF v Nitre**



EKOLOGICKÉ ŠTÚDIE

Ročník 15

Číslo 1/2024

EKOLOGICKÉ ŠTÚDIE

Recenzovaný vedecký časopis venovaný aktuálnym problémom ekológie, krajinej ekológie a príbuzných vedných disciplín

Hlavný redaktor / Editor-in-Chief:

prof. RNDr. František Petrovič, PhD.

Výkonný redaktor / Executive editor:

prof. PaedDr. PhD. RNDr. Martin Boltžiar, PhD.

Redakčná rada / Editorial board:

RNDr. Peter Gajdoš, CSc.

prof. Fedir Hamor, DrSc. (Ukrajina)

RNDr. Vladimír Herber, CSc. (Česká republika)

prof. RNDr. Juraj Hreško, CSc.

prof. RNDr. Zita Izakovičová, PhD.

doc. RNDr. Zdeněk Lipský, CSc. (Česká republika)

Dr.h.c. prof. RNDr. László Miklós, DrSc.

RNDr. Milena Moyzeová, PhD.

Ing. Július Oszlányi, CSc.

Dr. László Podmanický (Maďarsko)

Dr.h.c. prof. RNDr. Florin Žigrai, DrSc. (Rakúsko)

Technické spracovanie / Computer typesetting:

Mgr. Jakub Košša

Za obsahovú a jazykovú stránku príspevkov zodpovedajú autori

Vydavateľ: Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV v spolupráci s Ústavom krajinej ekológie SAV, v. v. i., Bratislava a Katedrou ekológie a environmentalistiky FPVaI UKF v Nitre

Dátum vydania: jún 2024

Číslo: 1

Ročník: 15

Vychádza 2x ročne

Časopis Ekologické štúdie je dostupný online na stránke <http://publikacie.uke.sav.sk/>

Evidenčné číslo MK SR: EV 4174/10

ISSN 1338-2853

OBSAH

GEDEONOVÁ, N., PISCOVÁ, V., HREŠKO, J.: Únosná kapacita turistického chodníka vedúceho Veľkou Studenou dolinou vo Vysokých Tatrách.....	4
PELIKÁN, L., DOSTÁL, I., KAČMÁROVÁ, Z., TIŠLEROVÁ, A.: Aktualizace metodiky pro výpočet regionální emisní bilance škodlivých látek ze železniční dopravy po krajích ČR.....	26
MAJZLAN, O., PURGAT P.: Biodiverzita chrobákov (Coleoptera) sa mení v čase (dubový les v Jurskom Šúri pri Bratislave).....	39
BARANČOKOVÁ, M., BABICOVÁ, D., KRŇÁČOVÁ, Z.: Hodnotenie geodiverzity Slovenského rudohoria	67
KOZELOVÁ, I.: Zmeny zelenej a modrej infraštruktúry v katastri mesta Skalica od 18. storočia po súčasnosť.....	96
KVASNIČÁK, R., BRINDZA, J., VELŠICOVÁ, V.: Pratikolné spoločenstvá hmyzu (Insecta) na hospodárskej plodine kapusty repkovej pravej (<i>Brassica napus</i>).....	106

AKTUALIZACE METODIKY PRO VÝPOČET REGIONÁLNÍ EMISNÍ BILANCE ŠKODLIVÝCH LÁTEK ZE ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY PO KRAJÍCH ČR

ACTUALIZATION OF THE METHODOLOGY FOR CALCULATION OF REGIONAL EMISSION INVENTORY OF POLLUTANTS FROM RAILWAY TRANSPORT IN THE CZECH REPUBLIC

Leoš PELIKÁN, Ivo DOSTÁL, Zuzana KAČMÁROVÁ, Anna TIŠLEROVÁ

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Líšeňská 33a, 63600 Brno, Česká republika; e-mail: leos.pelikan@cdv.cz

Abstract: *The paper summarizes the issue of calculation of CO₂, PM and NO_x emissions within the framework of updating the methodology of regional distribution of traction diesel consumption in railway transport according to locomotive performance in individual regions of the Czech Republic. Within the project, activity data for categories of traction vehicles according to Tier 2 in the framework of the Emission Inventory Guidebook 2023 methodology were calculated and traction diesel consumption for line-haul locomotives in passenger and freight transport and for diesel railcars was calculated. Based on these values, it was possible to accurately calculate the emissions from traction diesel consumption in rail transport within individual regions of the Czech Republic, in accordance with the IPCC Guidelines 2006 and EIG 2023 methodologies. The update of the methodology for calculating traction diesel consumption and emissions of pollutants has thus generated data that are also well suited for regionally focused tasks in modelling the environmental impacts of transport.*

Keywords: *regions; emission inventory; railway transport; CO₂; PM; NO_x*

Úvod

Doprava patří ke nejvýznamnějším faktorům ovlivňujícím nepříznivě životní prostředí a zdraví člověka. Největší podíl v tomto směru přináší doprava silniční, jejíž negativní vliv se projevuje především v produkci emisí znečišťujících ovzduší (Adamec et al., 2008). Příčinou emisí škodlivin z motorů vozidel do ovzduší jsou zejména výfukové plyny, vznikající při spalování pohonných hmot (Germanova et al., 2017; Gaffney & Marley, 2009; Perera, 2017). Jsou to komplexní směsi obsahující stovky chemických látek v různých koncentracích, často s toxickými, mutagenními a karcinogenními vlastnostmi (Claxton, 2015; Sultana et al., 2024).

Dopravní sektor je zodpovědný globálně za 15 % emisí skleníkových plynů (IPCC, 2023). Mezi škodlivinami produkovanými spalovacími procesy v dopravě tak můžeme zařadit CO₂ na čelní místo. Skleníkový efekt, k jehož působení

přispívá, má několikeré následky: vyšší teploty a častější sucha nepříznivě ovlivňují zdraví lesů a pěstování potravin; vzestup hladin oceánů ohrožuje města na pobřeží a kvůli tání horských ledovců chybí voda v povodích, která jsou jimi napájena. Velikost dopadů, s nimiž se budeme setkávat v následujících desetiletích, přímo závisí na tom, kolik skleníkových plynů do atmosféry ještě vypustíme. (Houghton, 2014)

Rovněž oxidy dusíku NO_x mají významné negativní účinky. Krátkodobá expozice může vést k zánětu dýchacích cest a zhoršit respirační onemocnění, jako je astma a chronická bronchitida. Může také zhoršit funkci plic a náchylnost k infekcím. (Roberts-Semple & Gao, 2017; Shaw & Van Heyst, 2022; Krzeszowiak et al., 2016). NO_x může reagovat s jinými látkami v atmosféře a tvořit jemné částice ($\text{PM}_{2.5}$). Vdechování těchto částic je spojeno s vyšší úmrtností, srdečními chorobami, rakovinou plic a dalšími závažnými zdravotními problémy (Maciejewska, 2020; Trejo-González et al., 2019).

NO_x také hraje klíčovou roli při tvorbě přízemního ozónu, což je hlavní složka smogu. Expozice ozónu může vést ke kašli, podráždění hrdla a zhoršení plicních onemocnění (Ekland et al., 2021). Podobně jako lidské zdraví NO_x poškozuje také živočichy, ale může také ovlivnit ekosystémy širším způsobem. Přispívá ke kyselým deštům a nerovnováze živin v ekosystémech, což může degradovat biotopy zvířat a rostlin, zejména v citlivých oblastech, jako jsou mokřady a lesy (Burns et al., 2016). Přispívá také k tvorbě ozónu, jež narušuje rostlinné tkáně a omezuje růst rostlin (Emberson, 2020). Nadměrný dusík vede také k růstu řas, které snižují hladinu kyslíku ve vodě a poškozuji ryby a další vodní organismy (De Vries, 2021). NO_x může ve vzduchu reagovat, což vede k tvorbě oxidu dusného (N_2O), dalšího ze skleníkových plynů, který přispívá ke změně klimatu a posunům v globálních ekosystémech, potenciálně měnícím biotopy pro zvířata i rostliny (Griffis et al., 2017).

Vzhledem k negativním dopadům, které jednotlivé škodliviny přinášejí, vznesly evropské orgány požadavek na zpřesňování emisních bilancí pro různé druhy dopravy v rámci Úmluvy EHK OSN o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států (CLRTAP), která byla podepsána v roce 1979 v Ženevě a ČR k ní přistoupila v roce 1993. Smlouva zahrnuje i povinnost národního reportingu u 25 škodlivin mezi které patří i NO_x . Dále je po jednotlivých členských státech EU vyžadováno plnění nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 525/2013/EU o mechanismu monitorování a vykazování emisí skleníkových plynů a podávání dalších informací na úrovni členských států a Unie vztahujících se ke změně klimatu a o zrušení rozhodnutí č. 280/2004/ES. Tento dokument je podpůrný pro plnění Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (UNFCCC) a definuje pravidla pro reporting tří skleníkových plynů včetně CO_2 .

V rámci národního reportingu přešla ČR v roce 2017 definitivně na metodiku výpočtu emisí z dopravy COPERT 5. Tato metodika vychází z IPCC Guidelines 2006 (IPCC, 2006) a Emission Inventory Guidebook (EEA, 2023).

Metodika

Pro stanovení podílu jednotlivých krajů ČR neboli vyšších územně-správních celků (VÚSC) na celkové produkci emisí v železniční dopravě se vychází z bottom-up principu obdobně, jako tomu je v návrhu nové metodiky výpočtu emisí za celou ČR (Pelikán et al., 2021). Metodický postup je však modifikován s ohledem na specifika výpočtů na regionální úrovni – dělí se do jednotlivých kroků popsaných detailněji v následujících podkapitolách. Stejně jako v případě národní inventury jsou i koeficienty pro regionální rozdělení emisí zpracovávány s periodicitou 3 roky.

Stanovení dopravních výkonů motorové trakce po jednotlivých krajích a kategoriích vlaků

Pro analýzu aktivitních dat se využívají se data od Správy železnic obsahující údaje o jednotlivých vlacích zavedených v železniční síti. Informační systémy Správy železnic však neumožňují jednoduše vygenerovat enormní množství informací, které by si úplný bottom-up přístup vyžádal. Zároveň by následné statistické zpracování pro účely emisní inventury představovalo extrémní nárůst pracnosti zpracování při malém dopadu z hlediska přesnosti počítaných koeficientů. Proto byla zvolena metoda, kdy je podíl a objem výkonů různých řad hnacích kolejových vozidel (HKV) nezávislé trakce v celé síti stanoven ze čtyř vybraných profilových týdnů v rámci kalendářního roku reprezentujících typický provoz v různých ročních obdobích (v podstatě jde o analogický proces stanovení intenzit provozu jako u Celostátního sčítání dopravy na silnicích). Z důvodu zlepšení vypovídací hodnoty byly profilové týdny voleny tak, aby je co nejméně ovlivnil nárazové změny provozu (např. státní svátky).

Tab. 1: Profilové týdny v jednotlivých letech

Roční období	Rok 2019	Rok 2022
Zima	4. 2. – 10. 2.	7. 2. – 13. 2.
Jaro	20. 5. – 26. 5.	16. 5. – 22. 5.
Léto	29. 7. – 4. 8.	1. 8. – 7. 8.
Podzim	4. 11. – 10. 11.	7. 11. – 13. 11.

Statistická sestava obsahuje trasy všech vlaků, na kterých se vyskytovalo HKV nezávislé trakce, zavedených v síti Správy železnic v členění na jednotlivé dopravní úseky doplněné o následující údaje:

Datum	ve formátu YYYYMMDD
SR70 počátek železnic, 2021)	kód počáteční dopravní úseku dle rukověti SR 70 (Správa železnic, 2021)
Dopravní úsek SR70 konec 2021)	textově vyjádřené názvy dopraven, jež tvoří dopravní úsek kód koncové dopravní úseku dle SR 70 (Správa železnic, 2021)
Délka	délka úseku v km
Trakce S=závislá střídavá)	trakce na úseku (D=nezávislá / E=závislá stejnosměrná / S=závislá střídavá)
Číslo_vlaku	unikátní číslo zavedeného vlaku (v rámci dne)
Druh_vlaku	Os/Ex/Lv/Mn/Pn/Služ/Pom/Sv/Sp/R/Vleč
Hmotnost	hrubá hmotnost vlaku
Délka	délka vlaku
Počet_vozu	počet vozů
Počet_HV	počet hnacích vozidel
Seznam_HV_řad	rozpis řad HV nasazených na vlaku

Jednotlivé záznamy o vlacích byly doplněny o zařazení do kategorií Tier 2 dle EIG (EEA, 2023) (traťové lokomotivy vs. motorové vozy). Z uvedené statistické sestavy je pro každý z aktualizčních roků a jednotlivý dopravní úsek spočítán celkový dopravní výkon všech vlaků v členění do čtyř základních kategorií daných členěním na osobní vs. nákladní vlak a typ HKV: traťová lokomotiva vs. motorový vůz. U vlaků vedených ve smíšené trakci (kombinace HKV závislé a nezávislé trakce) je započten vždy pouze podíl odpovídající trvalému výkonu HKV v nezávislé trakci.

Stanovení referenční měrné spotřeby trakční nafty pro jednotlivé kategorie vlaků

Referenční měrné spotřeby pro jednotlivé kategorie HKV vycházejí z údajů poskytnutých hlavními dopravci v síti Správy železnic, tedy ČD pro osobní a ČD Cargo pro nákladní dopravu. Pro každou z kategorií vlaků byly zjištěny nejčastější řady provozovaných HKV, přičemž „příbuzné“ řady HKV byly sloučeny do jedné (např. 750 a 753 nebo 840 a 841). Z tohoto souboru řad HKV pak byla vypočítána referenční měrná spotřeba pro každou kategorii vlaků uváděná v l / tis. hrtkm (hrubý tunový kilometr).

Výpočet celkové spotřeby trakční nafty po krajích

Každý z dopravních úseků byl jednoznačně přiřazen do některého z krajů pomocí prostorové analýzy v GIS. Problém dopravních úseků překračující hranice krajů řeší již původní data od Správy železnic, neboť styčné (virtuální) body na hranicích jednotlivých krajů jsou již zakomponovány do souboru dopravních bodů obsažených ve služební rukověti SR70 (Správa železnic, 2021). U tratí ve správě jiných provozovatelů než Správa železnic, byla původní data s údajem o délce úseku pouze pro dopravní bod na hranici infrastruktur rozšířena na celou danou známou délku dané konkrétní tratě.

Suma spotřeby trakční nafty za jednotlivé kraje se pak stanovuje jako suma za všechny dopravní úseky v kraji. Ty jsou do něj zařazené prostorovou analýzou součinů daných délkou každého úseku dále dopravním výkonem v dané kategorii vlaku a referenční měrnou spotřebou dané kategorie. Uvádí se v tunách, po přepočtu hustoty nafty z objemových jednotek.

Určení podílu jednotlivých krajů na celkové produkci emisí vybraných škodlivin

Celková produkce emisí dané škodliviny v jednotlivých krajích je dána sumou z produkce jednotlivých kategorií vlaků. Ta je dána přepočtem spotřeby trakční nafty po jednotlivých kategoriích vlaků na emise pomocí emisního faktoru stanoveného v EIG (EEA, 2023).

Následně jsou pro každou škodlivinu stanoveny podílové koeficienty za jednotlivé kraje, pomocí kterých je rozdělena celková národní produkce dané škodliviny.

Výsledky

Na základě dat dodaných Správou železnic byly podle výše uvedené metodiky vyhodnoceny aktivitní údaje na úrovni celé železniční sítě v ČR pro rok 2019 (viz tabulka 2) a pro rok 2022 (viz tabulka 3).

Tab. 2: Výkony motorové trakce po krajích a kategoriích vlaků za 4 profilové týdny – rok 2019

Kraj	Nákladní – traťové loko		Osobní – traťové loko		Motorové vozy	
	[tis. hrtkm]	[%]	[tis. hrtkm]	[%]	[tis. hrtkm]	[%]
Jihočeský	4 811,8	1,3 %	5 457,7	7,5 %	18 073,5	6,1 %
Jihomoravský	39 104,8	10,8 %	8 171,0	11,3 %	33 429,6	11,2 %
Karlovarský	10 341,5	2,9 %	21,2	0,0 %	12 764,3	4,3 %
Královéhradecký	16 354,9	4,5 %	7 437,1	10,3 %	24 316,6	8,2 %
Liberecký	9 600,8	2,7 %	342,1	0,5 %	32 423,3	10,9 %
Moravskoslezský	41 637,6	11,5 %	8 510,9	11,8 %	21 169,4	7,1 %
Olomoucký	23 986,6	6,6 %	4 337,9	6,0 %	14 140,1	4,7 %
Pardubický	27 512,9	7,6 %	340,4	0,5 %	13 983,4	4,7 %

Píseňský	9 822,2	2,7 %	11 909,3	16,5 %	19 723,6	6,6 %
Praha	10 278,0	2,8 %	2 682,6	3,7 %	11 832,0	4,0 %
Středočeský	80 864,0	22,3 %	9 360,5	12,9 %	41 309,9	13,9 %
Ústecký	60 833,3	16,8 %	331,6	0,5 %	24 122,9	8,1 %
Vysočina	14 127,9	3,9 %	8 717,8	12,0 %	14 757,0	5,0 %
Zlínský	12 443,4	3,4 %	4 775,3	6,6 %	15 648,7	5,3 %

Tab. 3: Výkony motorové trakce po krajích a kategoriích vlaků za 4 profilové týdny – rok 2022

Kraj	Nákladní – traťové loko		Osobní – traťové loko		Motorové vozy	
	[tis. hrtkm]	[%]	[tis. hrtkm]	[%]	[tis. hrtkm]	[%]
Jihočeský	5 821,4	1,9 %	4 509,0	6,7 %	18 738,7	5,9 %
Jihomoravský	24 822,8	8,1 %	7 498,7	11,1 %	32 836,5	10,4 %
Karlovarský	12 947,8	4,2 %	7,0	0,0 %	11 401,4	3,6 %
Královéhradecký	16 790,4	5,5 %	8 160,3	12,1 %	32 013,3	10,2 %
Liberecký	9 195,0	3,0 %	157,4	0,2 %	32 609,9	10,4 %
Moravskoslezský	33 886,1	11,1 %	11 386,0	16,8 %	20 911,3	6,6 %
Olomoucký	15 280,1	5,0 %	4 537,9	6,7 %	13 774,1	4,4 %
Pardubický	14 405,3	4,7 %	11,3	0,0 %	16 545,0	5,3 %
Píseňský	8 039,4	2,6 %	11 497,7	17,0 %	17 965,4	5,7 %
Praha	5 284,1	1,7 %	1 501,7	2,2 %	10 391,2	3,3 %
Středočeský	69 981,5	22,9 %	4 398,9	6,5 %	45 215,0	14,4 %
Ústecký	62 272,6	20,4 %	210,8	0,3 %	28 165,1	8,9 %
Vysočina	16 139,2	5,3 %	8 130,2	12,0 %	15 596,6	5,0 %
Zlínský	10 295,1	3,4 %	5 643,5	8,3 %	18 794,4	6,0 %

Podíl jednotlivých krajů se pro každou z kategorií vlaků poměrně výrazně liší. Závisí zejména na délce tratí bez elektrizace, intenzitě dopravy a charakteru přeprav v jednotlivých krajích. Typicky lze tento rozdíl pozorovat zejména v případě traťových lokomotiv v osobní dopravě, které se vyskytují prakticky pouze v několika krajích (Píseňský, Moravskoslezský, Jihomoravský, Vysočina, Královéhradecký), zatímco v jiných je jejich podíl zanedbatelný (Pardubický, Karlovarský, Liberecký, Ústecký) a i rychlíky jsou zde vedeny motorovými vozy nebo čistě v elektrické trakci.

Tab. 4: Vážený průměr měrných spotřeb trakční nafty nejčastějších řad HV u ČD [l /tis. hrtkm]

Kategorie	Rok 2018	Rok 2019	Rok 2020	Rok 2021	Rok 2022
traťové lokomotivy – osobní	10,57	10,32	10,17	10,12	10,47
motorové vozy	11,74	11,16	10,97	11,21	11,23

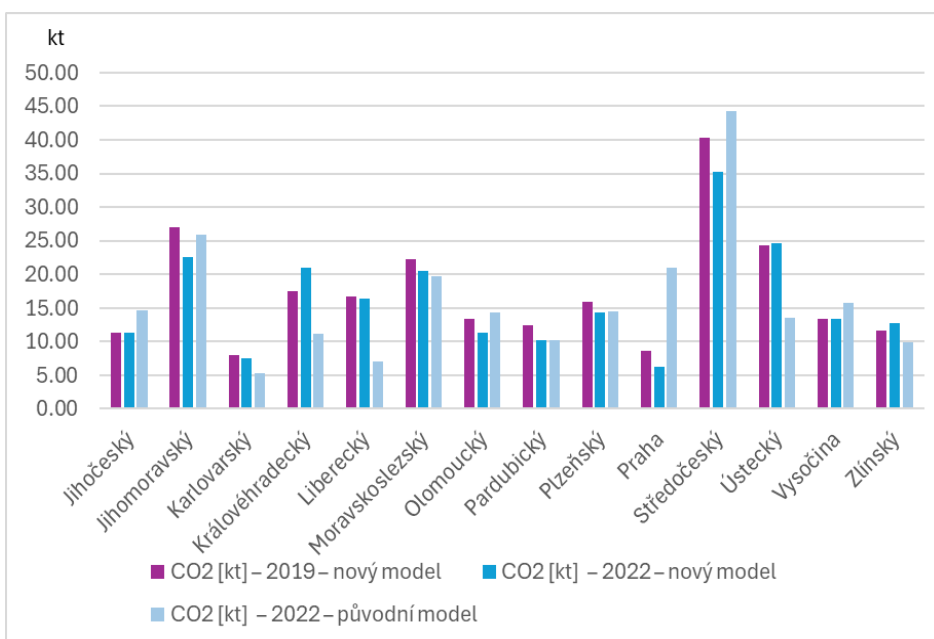
Vývoj měrné spotřeby nafty u vlaků osobní dopravy (viz tabulka 4) je poměrně stabilní mezi jednotlivými roky a pohybuje se mezi 10,1 a 10,6 l / tis. hrtkm u traťových lokomotiv a mezi 11 a 11,8 l / tis. hrtkm u motorových vozů. Je však nutno podotknout, že hmotnost u vlaků vedených motorovými jednotkami je výrazně nižší než u klasických souprav. Spotřeba trakční nafty v nákladní dopravě u ČD Cargo v roce 2022 dosáhla 4,84 l / tis. hrtkm. Tento údaj vychází z reálných měření provedených dopravcem (jejichž celkový počet dosáhl více než 71 tis.) v provozu, tato však byla realizována pouze za lokomotivní řady 742 a 731, které jsou vybavené příslušným zařízením.

Tab. 5: Nově stanovený podíl jednotlivých krajů na produkci emisí z motorové železniční dopravy

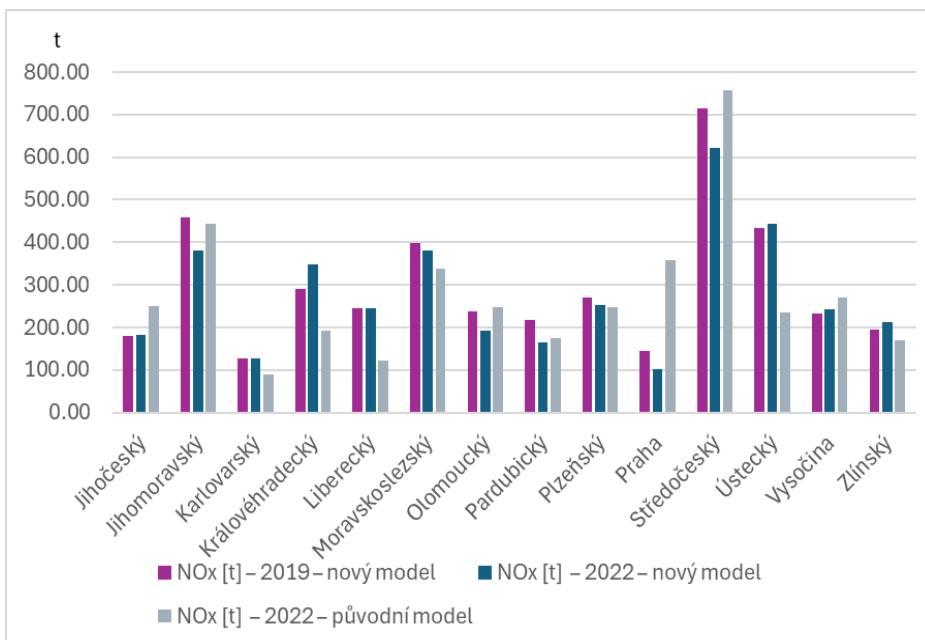
	CO ₂ 2019	NO _x 2019	CO ₂ 2022	NO _x 2022	Původní model
Jihočeský	4,69 %	4,35 %	4,99 %	4,71 %	6,42 %
Jihomoravský	11,10 %	11,06 %	9,92 %	9,77 %	11,42 %
Karlovarský	3,29 %	3,04 %	3,33 %	3,25 %	2,30 %
Královéhradecký	7,23 %	6,99 %	9,20 %	8,91 %	4,93 %
Liberecký	6,90 %	5,90 %	7,21 %	6,28 %	3,13 %
Moravskoslezský	9,13 %	9,63 %	9,05 %	9,76 %	8,66 %
Olomoucký	5,52 %	5,71 %	4,83 %	4,96 %	6,33 %
Pardubický	5,13 %	5,24 %	4,47 %	4,24 %	4,47 %
Plzeňský	6,55 %	6,53 %	6,31 %	6,49 %	6,36 %
Praha	3,57 %	3,47 %	2,76 %	2,60 %	9,20 %
Středočeský	16,54 %	17,21 %	15,60 %	15,96 %	19,48 %
Ústecký	10,02 %	10,50 %	10,83 %	11,39 %	6,02 %
Vysočina	5,48 %	5,62 %	5,91 %	6,20 %	6,92 %
Zlínský	4,82 %	4,72 %	5,59 %	5,48 %	4,36 %

Původní metodika modelovala kraje s konstantním podílem na celostátních emisích, jenž se meziročně neměnil (viz tabulka 5). Nová metodika již analyzuje meziroční rozdíly a ty jsou u jednotlivých krajů ve většině případů mírné, jednotlivé grafiky vlakové dopravy (GVD) mají obvykle dlouhodobou setrvačnost a vzácně dochází k radikálním změnám. Ty se mohou projevit v případě dlouhodobých výluk, jak je vidět u Jihomoravského kraje, kdy je v porovnání let 2019 a 2022 zřetelný vliv celoročního přerušování provozu na koridorové trati mezi Brnem a Blanskem (viz obrázek 1 a 2). I když šlo o elektrizovanou trať, část vlaků, zejména nákladních, byla i nadále vedena

v nezávislé trakci. U Olomouckého kraje se poklesem podílu projevilo převedení úseku Olomouc – Uničov do elektrické trakce.



Obr. 1: Emise CO₂ za 4 profilové týdny v jednotlivých krajích



Obr. 2: Emise NO_x za 4 profilové týdny v jednotlivých krajích

Nově stanovené hodnoty podílů jednotlivých krajů na emisní bilanci ve výše uvedené tabulce ukazují, že původní model značně nadhodnocoval podíl zejména Hlavního města Prahy (dokonce trojnásobně) a Středočeského kraje (o více než čtvrtinu), částečně též Jihočeského, Olomouckého a Jihomoravského. Naopak podhodnoceny byly podíly krajů Královéhradeckého, Ústeckého a Libereckého, v menší míře též Zlínského a Karlovarského.

Diskuse

Navržený postup přistupuje zcela novým způsobem ke stanovení podílu jednotlivých krajů na emisní bilanci vybraných škodlivin, který doposud nebyl v ČR aplikován. Vychází z aktivitních dat přímo od provozovatele dráhy či dopravců a pracuje se členěním kategorií HKV podle metodiky EIG Tier 2 (EEA, 2023). Původní emisní model CDV, který byl vytvořen před více než 20 lety, obsahoval fixní podíly jednotlivých regionů na emisní bilanci, které byly stanoveny při jeho vzniku a pravděpodobně nebyly dále aktualizovány, přičemž se nepovedlo dohledat zdroje nebo postup jakým byly jednotlivé krajské podíly definovány. Emisní faktory byly průběžně aktualizovány podle EIG, avšak pouze na úrovni Tier 1. Výstupem nového modelu jsou tedy výrazně reálnější hodnoty, než byly používány v uplynulých letech. Tento přístup se přibližuje například dopravní části výpočtu emisní bilance ve Finsku (SYKE, 2024), který je ovšem ještě mnohem detailnější a počítá emise na úrovni municipalit.

I když předkládaný metodický postup představuje výrazný posun v přesnosti výpočtu emisní bilance ze železniční dopravy, i nadále v něm existují určitá slabá místa a rizika, mezi něž lze zařadit zejména:

- závislost na poskytování dat od provozovatele dráhy;
- hodnoty aktivitních dat vycházející ze 4 profilových týdnů v každém roce mohou být ovlivněny konáním krátkodobých výluk nebo přerušení provozu z důvodu mimořádné události;
- dostupnost informace o měrné spotřebě pro jednotlivé řady lokomotiv je závislá na jejím poskytnutí ze strany jednotlivých dopravců;
- emisní faktory jednotlivých škodlivin uváděné v EIG jsou generické pro celou Evropu a nemusí dobře vystihnout HKV provozovaná v ČR.

Nový přístup přináší kromě jiného také možnost stanovení samostatného podílu každého z krajů pro jednotlivé škodliviny v závislosti na kategoriích vlaků, které v daném regionu převažují. V současné době regionální model CDV počítá emise CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, NMVOC, CO, PAHs, PCB, PCDD, PCDF, NH₃, Pb. V případě potřeby je možnost rozšířit rozsah počítaných škodlivin o další znečišťující látky jako například těžké kovy.

Stanovení nových podílů jednotlivých krajů bude mít dopad na zpřesnění údajů emisní bilance použitých ve statistických publikacích a ročenkách jako je Souhrnná zpráva o životním prostředí v krajích, Ročenka Dopravy ČR, Studie o vývoji dopravy z hlediska Životního prostředí v ČR, Zpráva o Životním prostředí ČR, statistické ročenky ČR a regionů publikované MŽP a ČÚZK skrze CENIA a také data dodávaná CDV do aplikace Envirometr, běžící v rámci Národní environmentální reportingové platformy (NERP). Díky již existujícím údajům z let 2019 a 2022 bude možné provést rekalkulaci emisních bilancí za pět let zpětně. Nový výpočet podílů jednotlivých regionů je plánován na rok 2025, aby byl dodržen tříletý cyklus aktualizací, ve shodě s metodikou pro výpočet národní emisní bilance.

Hodnoty nových koeficientů pro rok 2025 výrazně budou ovlivňovat realizované záměry v sektoru železnice v jednotlivých krajích, jako je elektrizace trati Brno – Zastávka u Brna (Jihomoravský kraj) nebo připravované nasazení vozidel typu BEMU na vybrané výkony v Moravskoslezském kraji. V dlouhodobějším výhledu pak lze počítat s poklesem podílu krajů, kde je připravována tzv. prostá elektrizace (např. ve Středočeském kraji půjde o úseky Zdice – Písek a Kladno – Kralupy n/V; v Olomouckém Bludov – Jeseník a Olomouc – Hrubá Voda; v Moravskoslezském Opava – Krnov – Moravský Beroun a v Plzeňském Klatovy – Železná Ruda).

Závěr

Výzkum v oblasti zpřesňování emisních modelů je obzvláště důležitý pro kvalitní predikci vývoje emisí a tím i zlepšení strategického plánování a přijímání opatření k jejich redukcí a zmírnění dopadů na životní prostředí a zdraví.

Zásadní změny v přístupu k výpočtům národní emisní bilance, provedené v uplynulých letech, si vyžádaly také reflexi při výpočtu rozdělení emisí na úrovni krajů. V příspěvku je předkládán nový metodický přístup pro výpočet podílu jednotlivých krajů na produkci emisí vybraných škodlivin z motorové železniční dopravy, který zajistí daleko reálnější a přesnější distribuci.

Prezentovaná metodika bude schválena Ministerstvem dopravy v polovině roku 2025 a je navázána na nový přístup k emisní inventuře ČR za účelem poskytování přesnějších dat.

Poděkování

Tvorba metodiky pro regionální rozdělení emisí z železniční dopravy byla zpracována za finanční podpory Ministerstva dopravy České republiky v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

Literatura

Adamec, V., Dostál, I., Dufek, J., Huzlík, J., Jedlička, J., Ličbínský, R., Machálek, P.: Dominantní příčiny znečištění ovzduší – Znečištění ovzduší z dopravy. In Kurfürst, J. (ed.) Kompodium ochrany ovzduší. Chrudim: Ekomonitor, 2008, s. 9-48. ISBN 978-80-86832-38-8.

Burns, D. A., Aherne, J., Gay, D. A., Lehmann, C. M.: Acid rain and its environmental effects: Recent scientific advances. *Atmospheric Environment*, 2016, 146, s. 1-4. doi: 10.1016/j.atmosenv.2016.10.019

Claxton, L. D.: The history, genotoxicity, and carcinogenicity of carbon-based fuels and their emissions. Part 3: diesel and gasoline. *Mutation Research. Reviews in Mutation Research*, 2015, 763, s. 30-85. doi: 10.1016/j.mrrev.2014.09.002.

De Vries, W.: Impacts of nitrogen emissions on ecosystems and human health: A mini review. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2021, 21, 100249. doi: 10.1016/j.coesh.2021.100249.

EEA: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 : Technical guidance to prepare national emission inventories. Copenhagen: European Environmental Agency, 2023, 30 pp. ISBN 978-92-9480-598-0. doi: 10.2800/795737

Eklund, J., Olsson, D., Forsberg, B., Andersson, C., Orru, H.: The effect of current and future maternal exposure to near-surface ozone on preterm birth in 30 European countries—an EU-wide health impact assessment. *Environmental Research Letters*, 2021, 16, 5, 055005. doi: 10.1088/1748-9326/abe6c4.

Emberson, L.: Effects of ozone on agriculture, forests and grasslands. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2020, 378, 2183. doi: 10.1098/rsta.2019.0327.

Gaffney, J. S., Marley, N. A.: The impacts of combustion emissions on air quality and climate – From coal to biofuels and beyond. *Atmospheric Environment*, 2009, 43, 1, s. 23-36. doi: 10.1016/j.atmosenv.2008.09.016.

Germanova, T., Kernozhitskaya, A.: Emissions of exhaust gases and health of the person. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017, 90, 1. doi: 10.1088/1755-1315/90/1/012036.

Griffis, T. J., Chen, Z., Baker, J. M., Wood, J. D., Millet, D. B., Lee, X., Turner, P. A.: Nitrous oxide emissions are enhanced in a warmer and wetter world. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2017, 114, 45, s. 12081-12085. doi: 10.1073/pnas.1704552114.

Houghton, J.: *Global Warming: The Complete Briefing*. 4th ed., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2014. 276 pp.

IPCC: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Kamiyamaguchi, Japan: Institute for Global Environmental Strategies. 2006. ISBN 4-88788-032-4. Dostupný z (<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>).

IPCC: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023. 184 pp.

Krzyszowiak, J., Stefanow, D., Pawlas, K.: The impact of particulate matter (PM) and nitric oxides (NO_x) on human health and an analysis of selected sources accounting for their emission in Poland. *Environmental Medicine*, 2016, 19, 3, s. 7-15. doi: 10.19243/2016301.

Maciejewska, K.: Short-term impact of PM_{2.5}, PM₁₀, and PM_c on mortality and morbidity in the agglomeration of Warsaw, Poland. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 2020, 13, 6, s. 659-672. doi: 10.1007/s11869-020-00831-9.

Pelikán, L., Dostál, I., Jedlička, J.: *Pracovní postup výpočtu emisí z železniční dopravy*. Centrum dopravního výzkumu. Brno. 2021. 47 s

Perera, F.: Pollution from fossil-fuel combustion is the leading environmental threat to global pediatric health and equity: Solutions exist. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2017, 15, 1, s. 16 doi: 10.3390/ijerph15010016.

Roberts-Semple, D., Gao, Y.: Pollution and Climate-Induced Respiratory Health Effects: Do National Standards Adequately Provide a Safe Threshold for NO_x and O₃ in Urban New Jersey? *Athens Journal of Sciences*, 2017, 4, 4, s. 301-322 doi: 10.30958/ajs.4-4-3.

Shaw, S., Van Heyst, B.: An Evaluation of Risk Ratios on Physical and Mental Health Correlations due to Increases in Ambient Nitrogen Oxide (NO_x) Concentrations. *Atmosphere*, 2022, 13, 6, 967. doi: 10.3390/atmos13060967.

Správa železnic: SR70 – Číselník železničních stanic a dopravně významných míst. Účinnost od 12. prosince 2021. Praha: Správa železnic, 2021, 24 s.

Sultana, D., Hoover, S.: Analysis of gasoline-related pollutant exposures and risks in California between 1996 and 2014. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 2024, 34, 3, s. 518-528 doi: 10.1038/s41370-023-00615-0.

SYKE: Calculating the greenhouse gas emissions of Finnish municipalities [online]. SYKE Finnish Environment Institute, 2024 Dostupný z

(°<https://hiilineutraalisuomi.fi/download/noname/%7BA9A330C8-495C-4429-B87A-094D5C930942%7D/182783>)

Trejo-González, A. G., Riojas-Rodriguez, H., Texcalac-Sangrador, J. L., Guerrero-López, C. M., Cervantes-Martínez, K., Hurtado-Díaz, M., Zuñiga-Bello, P. E.: Quantifying health impacts and economic costs of PM2.5 exposure in Mexican cities of the National Urban System. *International Journal of Public Health*, 2019, 64, 4, s. 561-572. doi: 10.1007/s00038-019-01216-1.