

# Kvantifikácia emisíí

Metodický postup  
pre tvorbu regionálnych  
nízkouhlíkových stratégií

2020



Operačný program  
Efektívna  
verejná správa



Európska únia  
Európsky sociálny fond

Tento metodický materiál vznikol v rámci projektu „Od energetickej závislosti k sebestačnosti: tvorba udržateľnej energetickej politiky vo vidieckych regiónoch“ (kód ITMS2014+ 314011Q453). Je určený pre centrá udržateľnej energetiky, ktoré v troch okresoch – Kežmarok, Rimavská Sobota a Rožňava – pripravujú pilotné regionálne nízkouhlíkové stratégie. Spolu s ďalšími metodickými a analytickými materiálmi tvorí komplexnú podpornú dokumentáciu pre tvorbu novej disciplíny vo verejnej politike na Slovensku: udržateľnej regionálnej energetickej politiky.

Kontaktná adresa: [energia@priateliazeme.sk](mailto:energia@priateliazeme.sk)

2020 Priatelia Zeme-CEPA

Spracoval: Daniel Lešínský

Spolupracoval: Juraj Zamkovský

Foto: morguefile.com

Grafická úprava: Richard Watzka

Projekt je podporený z Európskeho sociálneho fondu.

# Obsah

<b>Emisie skleníkových plynov</b> .....	1
Kvantifikácia CO <sub>2</sub> z prevádzky budov .....	1
Kvantifikácia CO <sub>2</sub> z dopravy .....	3
<b>Emisie znečisťujúcich látok</b> .....	6
Kategorizácia hlavných znečisťujúcich látok .....	7
Imisné limity .....	7
Výpočet emisií znečisťujúcich látok .....	9
<i>Emisie produkované výrobou tepla na vykurovanie budov</i> .....	10
<i>Emisie produkované v doprave</i> .....	14



## Emisie skleníkových plynov

Tento metodický materiál je vypracovaný pre personál centier udržateľnej energetiky, ktoré pripravujú pilotné regionálne nízkouhlíkové stratégie pre vymedzené územia v okresoch Rimavská Sobota, Rožňava a Kežmarok. Zameriava sa na emisie CO<sub>2</sub> ako najdôležitejšieho skleníkového plynu antropogénnej povahy, nie na všetky skleníkové plyny, ktoré vznikajú v kľúčových sektoroch, ktoré sú predmetom nízkouhlíkových stratégií (budovy a doprava). Keďže nízkouhlíkové stratégie v tejto fáze nezahŕňajú do energetickej ani emisnej bilancie vplyv priemyslu, poľnohospodárstva, skládok odpadov ani čistiarní odpadových vôd, zvolený postup je opodstatnený.

V budúcnosti však bude potrebné rozšíriť túto metodiku aj o postupy výpočtu emisií ďalších významných skleníkových plynov, najmä CH<sub>4</sub> a N<sub>2</sub>O, ktoré vznikajú vo všetkých aktívnych sektoroch na regionálnej úrovni.

Emisná bilancia vychádza z kvantifikácie východiskovej potreby/spotreby palív a energie v cieľových územiach. Za východiskový rok bol v nízkouhlíkových stratégiách zvolený rok 2017 a za cieľový rok 2025. Kvantifikácia emisií CO<sub>2</sub> v sektore budov sa vykoná prostredníctvom súčiny energetickej hodnoty celkovej ročnej potreby palív a príslušných emisných faktorov, resp. súčinom ročnej potreby elektriny a koeficientu merných emisií stanovených pre jej výrobu v rámci energetickeho mixu v príslušnom roku. V sektore dopravy sa emisie vypočítajú ako súčin celkového počtu najazdených kilometrov vozidlami konkrétnej kategórie a príslušnými emisnými faktormi.

Emisné faktory sú koeficienty, ktoré kvantifikujú emisie podľa jednotky činnosti, pričom sa dajú použiť dva rôzne prístupy:

- emisné faktory pre spaľovanie paliva stanovené na základe na obsahu uhlíka v každom palive
- emisní faktory stanovené pre celý životný cyklus každého nosiča energie – v tomto prípade emisný faktor zahŕňa nielen emisie skleníkových plynov v dôsledku spaľovania paliva, ale aj emisie celého energetickeho reťazca – od ťažby a dopravy suroviny až po spracovanie a distribúciu paliva.

V tejto metodike je použitý prvý prístup.

### Kvantifikácia CO<sub>2</sub> z prevádzky budov

Emisné faktory CO<sub>2</sub> potrebné na výpočet emisií CO<sub>2</sub> z prevádzky budov (vykurovanie, príprava teplej vody a prevádzka ostatných spotrebičov) sú špecifické pre danú krajinu alebo prevádzku (a tiež pre každú kategóriu IPCC<sup>1</sup>) a sú odvodené z konkrétnych charakteristík paliva. Priemerné emisné faktory CO<sub>2</sub> sa používajú pre zemný plyn<sup>2</sup>, čierne uhlie, hnedé uhlie podľa zdroja pôvodu (slovenské, ukrajinské, české) a koks. Z týchto dôvodov sa emisné faktory každý rok revidujú.

Na stanovenie emisií spôsobených spotrebou elektriny sa používa ukazovateľ špecifické (merné) emisie CO<sub>2</sub> prepočítané na celkovú elektrinu dodanú do elektrizačnej sústavy SR v danom roku. Tento ukazovateľ zahŕňa celý energetický mix, t. j. všetky primárne zdroje energie použité na výrobu elektriny. Čím väčší je podiel obnoviteľných a nefosílnych zdrojov, tým sú špecifické emisie CO<sub>2</sub> nižšie<sup>3</sup>.

1 Medzivládny panel o zmene klímy (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) je vedecký orgán OSN poverený úlohou vyhodnocovať riziko zmeny klímy. Panel bol založený v roku 1988 Svetovou meteorologickou organizáciou a Programom Spojených národov pre životné prostredie.

2 V prípade zemného plynu závisí emisný faktor od zloženia plynu (v jeho dodanom stave je to predovšetkým metán, ale môže obsahovať aj malé množstvá etánu, propánu, butánu a ťažších uhľovodíkov). Emisný faktor pre zemný plyn (väčšinou ruského pôvodu) každý mesiac stanovuje a zverejňuje SPP, a.s. Priemerný EF pre zemný plyn v roku 2017 bol 55,68 tCO<sub>2</sub>/TJ (0,20045 tCO<sub>2</sub>/GWh).

3 Napríklad, vďaka vysokému podielu nefosílnych zdrojov a nižšou dodávkou z tepelných elektrární spaľujúcich fosílna palivá klesli emisie dodané Slovenskými elektrárnami do sústavy na historicky najnižšiu úroveň (s medziročným poklesom v roku 2019 o vyše 20 %). Zdroj: <https://www.seas.sk/emisie-co2>.

Tab. 1 obsahuje prehľad emisných faktorov CO<sub>2</sub> špecifických sektor budov v roku 2017 (kategórie IPCC 1.A.4a – sektor budov na obchodné, administratívne, školské, zdravotnícke a ďalšie účely, 1.A.4b – sektor budov na bývanie), ktoré boli použité v Národnej inventarizačnej správe SR 2019.

**Tab. 1: Prehľad emisných faktorov CO<sub>2</sub> pre sektor budov v roku 2017**

Kategória paliva	Vážený priemer EF CO <sub>2</sub> [t/TJ]	Druh paliva	EF C [t/TJ]	EF CO <sub>2</sub> [t/TJ]	EF CO <sub>2</sub> [t/MWh]
<b>Sektor budov: obchodné a inštitucionálne budovy, nemocnice, školy atď. (1.A.4.a)</b>					
Tekuté palivá	67,05	Ropa/nafta	20,21	74,10	0,2668
		Zvyškový vykurovací olej	20,94	76,78	0,2764
		Ostatné rafinérské výrobky	20,01	73,37	0,2641
		Propán Bután (LPG)	17,22	63,15	0,2273
Tuhé palivá	96,44	Hnedouhoľné brikety	26,61	97,57	0,3513
		Koks	29,40	107,80	0,3881
		Čierne uhlie ostatné	25,59	93,83	0,3378
		Lignit	27,49	100,80	0,3629
Plynné palivá	55,68	Zemný plyn	15,19	55,68	0,2004
Biomasa	71,10	Kalový plyn	14,90	54,63	0,1967
		Drevo/odpadové drevo	30,50	111,83	0,4026
<b>Sektor budov: domácnosti a rodinné domy (1.A.4.b)</b>					
Tekuté palivá	63,15	Propán Bután (LPG)	17,22	63,15	0,2273
Tuhé palivá	97,79	Čierne uhlie ostatné	25,59	93,83	0,3378
		Lignit	27,49	100,80	0,3629
		Hnedouhoľné brikety	26,61	97,57	0,3513
		Koks	29,40	107,80	0,3881
Plynné palivá	55,68	Zemný plyn	15,19	55,68	0,2004
Biomasa	111,83	Drevo/odpadové drevo	30,50	111,83	0,4026

Zdroj: Slovak Republic National Inventory Report 2020: Submission under the UNFCCC and under the Kyoto Protocol, SHMÚ a MH SR, 2020 (<https://ghg-inventory.shmu.sk/documents.php?lang=1>).

Celkové ročné množstvo emisií CO<sub>2</sub> vyprodukovaných v sektore budov sa vypočíta nasledovne:

$$E_{CO_2, B} = \sum EF_{CO_2, i} * E_i + e_{CO_2} * E_e \quad [t]$$

kde:

EF<sub>CO<sub>2</sub>, i</sub> je emisný faktor CO<sub>2</sub> pre konkrétny druh paliva [t/MWh]

E<sub>i</sub> je ročná energetická potreba budov v regióne krytá daným palivom [MWh]

e<sub>CO<sub>2</sub></sub> je špecifické emisie CO<sub>2</sub> pre elektrinu dodanú do elektrizačnej sústavy SR v danom roku.  
Vo východiskovom roku 2017 bola hodnota tohto koeficientu 137,3 kg/MWh

(Zdroj: SE, a.s., <https://www.seas.sk/emisie-co2>)

E<sub>e</sub> je ročná potreba elektriny na prevádzku budov v regióne [MWh]



## Kvantifikácia CO<sub>2</sub> z dopravy

V pripravovaných pilotných regionálnych nízkouhlíkových stratégiách sa vozidlá členia na tri skupiny motocyklov (podľa výkonu a paliva), tri skupiny osobných automobilov (podľa výkonu a paliva), autobusy (iba jedna skupina dieselových autobusov pre všetky výkony (Tab. 2) a lokomotívy, resp. vlakové súpravy. V tomto členení sú evidované údaje o vozidlách (podľa nominálneho výkonu a ich prevádzkové charakteristiky (najmä počet najazdených km, množstvo spotrebovaných palív a energie).

**Tab. 2: Základná kategorizácia motorových vozidiel v cestnej doprave v regionálnych nízkouhlíkových stratégiách**

Motorové vozidlo	Členenie		Skupiny motorových vozidiel podľa ...	Základná charakteristika	
	podľa výkonu	podľa paliva			
Motocykle	< 15 kW	Benzín	L (AM a A1)	Ľahké dvoj – a trojkolesové motorové vozidlá a ľahké štvorkolky	
		Elektrina			
	15 – 35 kW	Benzín	L (A)		
		Elektrina			
	> 35 kW	Benzín	L (A)		
		Elektrina			
Osobné automobily	< 80 kW	Benzín	M1 a N1	Vozidlá projektované a konštruované na prepravu cestujúcich a tovaru, najviac s ôsmimi sedadlami okrem sedadla pre vodiča (hmotnosť do 3 500 kg a objem valcov zvyčajne do 1,6 l)	
		Nafta			
		Benzín + LPG			
		Benzín + CNG			
		Benzín + elektrina			
		Elektrina			
	81 – 110 kW	Benzín	M1 a N1		Ako predchádzajúci prípad (hmotnosť do 3 500 kg, objem valcov zvyčajne 1,4 – 2,0 l)
		Nafta			
		Benzín + LPG			
		Benzín + CNG			
		Benzín + elektrina			
		Elektrina			
	> 110 kW	Benzín	M1 a N1		Ako predchádzajúci prípad (hmotnosť do 3 500 kg a objem valcov zvyčajne nad 2,0 l)
		Nafta			
		Benzín + LPG			
		Benzín + CNG			
		Benzín + elektrina			
		Elektrina			

Zdroj: Výpočet energetickej (s)potreby a potenciálu energetických úspor v sektore dopravy: metodický postup pre tvorbu regionálnych nízkouhlíkových stratégií. Priatelia Zeme-CEPA, 2020.

Emisné faktory pre CO<sub>2</sub> v cestnej doprave sa počítajú podľa modelu COPERT 5 na základe vstupných parametrov (priemerná rýchlosť, kvalita palív, vek vozidiel, hmotnosť vozidiel a objem valcov). Pri energetickej bilancii emisií skleníkových plynov v cestnej doprave na Slovensku sa používajú priemerné hodnoty emisných faktorov pre vybrané kategórie vozidiel (Tab. 3).

**Tab. 3: Priemerné hodnoty emisných faktorov vybraných kategórií a typov vozidiel použité pri energetickej bilancii emisií skleníkových plynov v cestnej doprave**

Kategória/typ vozidla	Príslušná kategória vozidla podľa členenia zvoleného v pilotných nízkouhlíkových stratégiách (Tab. 2)	Emisný faktor pre rok 2017 [g CO <sub>2</sub> /km]
<b>Motocykle (L)*</b>		<b>62,95</b>
Mopedy dvojtaktné < 50 cm <sup>3</sup>	Motocykle (benzín) < 15 kW	48,09
Mopedy štvortaktné < 50 cm <sup>3</sup>		44,85
Motorka dvojtaktná > 50 cm <sup>3</sup>		57,86
Motorka štvortaktná < 250 cm <sup>3</sup>	Motocykle (benzín) 15 – 35 kW	43,66
Motorka štvortaktná 250 – 750 cm <sup>3</sup>	Motocykle (benzín) > 35 kW	65,41
Motorka štvortaktná >750 cm <sup>3</sup>		80,78
<b>Osobné autá (M)*</b>		<b>148,49</b>
Benzín Mini	Osobné automobily (benzín) < 80 kW	111,54
Benzín Malé		128,41
Benzín N1 – I		185,09
Diesel Mini	Osobné automobily (nafta) < 80 kW	102,34
Diesel Malé		144,49
Diesel N1 – I		194,08
LPG Mini	Osobné automobily (benzín + LPG) < 80 kW	167,59
LPG Malé		173,09
CNG malé	Osobné automobily (benzín + CNG) < 80 kW	134,83
Hybrid Mini	Osobné automobily (benzín + elektrina) < 80 kW	84,74
Hybrid Malé		88,03
Benzín Stredné	Osobné automobily (benzín) 81 – 110 kW	146,52
Benzín N1-II		204,14
Diesel Stredné	Osobné automobily (nafta) 81 – 110 kW	145,68
Diesel N1-II		227,08
LPG Stredné	Osobné automobily (benzín + LPG) 81 – 110 kW	176,12
CNG Stredné	Osobné automobily (benzín + CNG) 81 – 110 kW	169,35
Hybrid Stredné	Osobné automobily (benzín + elektrina) 81 – 110 kW	88,50
Benzín Veľké	Osobné automobily (benzín) > 110 kW	193,24
Benzín N1-III		202,09
Diesel Veľké-SUV	Osobné automobily (nafta) > 110 kW	196,24
Diesel N1-III		226,80
LPG Veľké-SUV	Osobné automobily (benzín + LPG) > 110 kW	181,85
CNG Veľké-SUV	Osobné automobily (benzín + CNG) > 110 kW	123,54
Hybrid Veľké-SUV	Osobné automobily (benzín + elektrina) > 110 kW	93,96
<b>Autobusy*</b>		<b>703,96</b>
Mestský 15 – 18 t	Autobusy (nafta) všetky výkony	670,22
Diaľkový/turistický <=18 t		721,41
Diaľkový/turistický (kíbový) >18 t		824,70

Poznámka: Ak nie je známy počet vozidiel v danej kategórii, treba odhadnúť podiel jednotlivých typov vozidiel v danej kategórii.

\* Vážené priemery podľa početnosti

Zdroj: [https://minzp.sk/files/oblasti/politika-zmeny-klimy/ets/svk\\_ef\\_ncv\\_2016-2017.pdf](https://minzp.sk/files/oblasti/politika-zmeny-klimy/ets/svk_ef_ncv_2016-2017.pdf)

Na kvantifikáciu emisií CO<sub>2</sub> v nízkouhlíkových stratégiách bude treba vybrať emisné faktory takých typov vozidiel (Tab. 3), ktoré budú primerane korešpondovať so zvoleným členením vozidiel (Tab. 2).



Pri aktualizácii nízkouhlíkových stratégií v budúcnosti – pokiaľ to bude možné – sa preto odporúča prispôbiť zvolené členenie vozidiel kategorizácii, ktorú používa SHMÚ pri energetickej bilancii emisií skleníkových plynov v cestnej doprave na Slovensku.

Ročné množstvo emisií CO<sub>2</sub> vyprodukovaných cestnou dopravou v regióne vypočítame ako súčet ročného množstva emisií vyprodukovaných motocyklami, osobnými automobilmi a ľahkými úžitkovými vozidlami a autobusmi, pričom ide vždy o súčin príslušného emisného faktora, počtu vozidiel v danej kategórii a priemerným ročným počtom najazdených kilometrov vozidlami danej kategórie.

$$E_{CO_2, CD} = [(EF_{CO_2, mot} * P_{mot} * D_{mot}) + (EF_{CO_2, aut} * P_{aut} * D_{aut}) + (EF_{CO_2, uvo} * P_{uvo} * D_{uvo}) + (EF_{CO_2, bus} * P_{bus} * D_{bus})] / 10^6 \quad [t]$$

kde:

- $E_{CO_2, CD}$  je ročné množstvo emisií CO<sub>2</sub> z cestnej dopravy [t]
- $EF_{CO_2, ...}$  je emisný faktor pre danú skupinu vozidiel [g/km]
- $P_{...}$  je počet vozidiel v danej skupine vozidiel [-]
- $D_{...}$  je priemerný počet najazdených km danej skupiny vozidiel [km]

Na kvantifikáciu emisií CO<sub>2</sub> z regionálnej železničnej dopravy (predpokladá sa používanie lokomotív alebo železničných vozňov s dieselovými motormi) sa použije obdobný postup ako pri tvorbe národnej bilancie emisií skleníkových plynov. Použije sa predvolený emisný faktor IPCC 74,1 t/TJ (0,26676 t/MWh).

$$E_{CO_2, \text{žD}} = EF_{CO_2, \text{žD}} * E_{\text{žD}} \quad [t]$$

kde:

- $E_{CO_2, \text{žD}}$  je ročné množstvo emisií CO<sub>2</sub> zo železničnej dopravy [t]
- $EF_{CO_2, \text{žD}}$  je emisný faktor pre lokomotívy alebo železničné vozne s dieselovými motormi [t/MWh]
- $E_{\text{žD}}$  je celková ročná spotreba energie v železničnej doprave [MWh]

Celkové ročné množstvo emisií CO<sub>2</sub> vyprodukovaných dopravou v regióne vypočítame ako súčet emisií z cestnej a železničnej dopravy:

$$E_{CO_2, D} = E_{CO_2, CD} + E_{CO_2, \text{žD}} \quad [kg]$$

kde:

- $E_{CO_2, CD}$  je ročné množstvo emisií CO<sub>2</sub> z cestnej dopravy [kg]
- $E_{CO_2, \text{žD}}$  je ročné množstvo emisií CO<sub>2</sub> zo železničnej dopravy [kg]

## Emisie znečisťujúcich látok

Znečistenie ovzdušia má zásadný vplyv na zdravie ľudí, ekosystémy, poľnohospodárstvo aj lesníctvo a považuje sa za jedno z najväčších ohrození životného prostredia v Európe. Slovensko má už dlhodobo problémy so znečisteným ovzduším. Ročne u nás predčasne umiera kvôli znečistenému ovzdušiu približne 5 tisíc ľudí<sup>4</sup>. Od nadobudnutia účinnosti smernice EÚ o kvalite ovzdušia<sup>5</sup> Slovenská republika napríklad nespĺňa limit kvality ovzdušia pre jemné častice PM<sub>10</sub>. Preto už od roku 2012 čelí konaniu pred Európskym súdnym dvorom, ktorý v prípade nezlepšenia situácie skončí pokutami.

Ochranu ovzdušia a prípustnú mieru jeho znečisťovania upravuje najmä zákon o ovzduší<sup>6</sup>. Podľa § 3 tohto zákona sa zdroje znečistenia ovzdušia rozdeľujú na stacionárne a mobilné. Za **stacionárny zdroj** sa považuje technologický celok, sklad alebo skládka palív, surovín a produktov, skládka odpadov, lom alebo iná plocha s možnosťou zaparenia, horenia alebo úletu znečisťujúcich látok alebo iná stavba, objekt a činnosť, ktorá znečisťuje alebo môže znečisťovať ovzdušie. **Mobilný zdroj** je pohyblivé zariadenie (napríklad vozidlo) so spaľovacím motorom alebo iným hnacím motorom, ktorý znečisťuje ovzdušie.

Vyhláška č. 410/2012 Z. z. člení stacionárne zdroje do 3 veľkostných skupín, pre ktoré platia rôzne emisné limity v závislosti od spaľovaných palív:

- **veľké zdroje znečistenia** s celkovým menovitým tepelným príkonom (MTP)  $\geq 50$  MW,
- **stredné zdroje znečistenia**, ktoré sa delia na väčšie stredné zdroje znečistenia s celkovým MTP 1 – 50 MW a menšie stredné zdroje znečistenia s celkovým MTP 0,3 – 1 MW,
- **malé zdroje znečistenia** s celkovým MTP  $< 0,3$  MW (sem patrí aj väčšina lokálnych kúrenísk pre domáce vykurovanie; ich emisné limity musia zodpovedať požiadavkám podľa technických noriem a iných obdobných technických špecifikácií, ktoré sa na príslušné zariadenia vzťahujú).

Zber, overovanie, spracovanie a unifikáciu údajov o znečisťovaní ovzdušia od prevádzkovateľov veľkých a stredných stacionárnych zdrojov znečistenia na Slovensku zabezpečuje od roku 2010 Národný emisný informačný systém (NEIS), ktorý spravuje Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ). Okrem toho do databáz NEIS každoročne prispievajú okresné úrady súhrnnými ročnými vyhodnoteniami prevádzkovej evidencie stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia v príslušnom okrese. Emisie z mobilných zdrojov sa každoročne sledujú od roku 1990, od roku prostredníctvom programu COPERT.

**Emisie a emisné limity** sa vyjadrujú hmotnostnou alebo objemovou koncentráciou znečisťujúcej látky v odpadových plynách vypúšťaných zo spaľovacieho zariadenia do ovzdušia. Udávajú sa napr. v jednotkách mg/m<sup>3</sup> a v ich podieloch alebo násobkoch po prepočítaní na štandardné stavové podmienky, na ustanovený suchý alebo vlhký plyn a na referenčný obsah kyslíka, ak je ustanovený. Emisné limity pre rôzne zariadenia a technológie stanovuje najmä Vyhláška MŽP SR 410/2012 Z. z.<sup>7</sup>, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o ovzduší.

**Emisný faktor** vyjadruje pomer množstva celkových emisií znečisťujúcej látky vypúšťanej zo stacionárneho zdroja alebo zo zariadenia k hmotnosti alebo k inej jednotke množstva paliva alebo energie. Vyjadruje teda množstvo emisií vystupujúcich z procesu spaľovania určitého paliva a udáva sa v jednotkách g/kg, kg/t, g/kWh, kg/MWh a podobne.

4 Podľa Správy o kvalite ovzdušia Európskej environmentálnej agentúry (2019) na Slovensku v roku 2016 predčasne zomrelo 4 980 ľudí z dôvodu znečisteného ovzdušia.

5 Smernica EP a Rady 2008/50/ES z 21. mája 2008 o kvalite okolitého ovzdušia a čistejšom ovzduší v Európe (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0050>). V roku 2013 bola schválená aktualizovaná politika znižovania emisií do roku 2030 – tzv. Clean Air Policy Package (<https://www.consilium.europa.eu/en/policies/clean-air/>).

6 Zákon o ovzduší č. 137/2010 Z. z. (<https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2010/137/>).

7 Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 410/2012 z 30. novembra 2012, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o ovzduší <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2012/410/>.

## Kategorizácia hlavných znečisťujúcich látok

Tuhé znečisťujúce látky (TZL, particulate matter – PM alebo ľudovo polietavý prach) sú drobné tuhé častice rozptýlené v ovzduší dosahujúce priemerné veľkosti od menej ako 10 nanometrov ( $10^{-9}$  m) až po viac ako 100 mikrometrov ( $10^{-6}$  m). Môže ich tvoriť len niekoľko molekúl alebo môžu byť väčším zhlukom tuhej látky, ktorý je ešte vzduch schopný unášať. Ich zdrojom môže byť zvířený prach (sekundárna prašnosť), priemyselná výroba, spaľovanie tuhých látok, výfukové plyny z motorových vozidiel, manipulácia so sypkými materiálmi a podobne. Zvýšená koncentrácia TZL môže spôsobovať vážne komplikácie v srdcovo-cievnej a dýchacej sústave ľudí aj zvierat. Preto je potrebné ich koncentráciu v ovzduší sledovať a regulovať.

Do skupiny TZL patria:

- **PM<sub>10</sub>** – jemné prachové častice (priemer do 10  $\mu$ m)
- **PM<sub>2,5</sub>** – ultrajemné častice (priemer do 2,5  $\mu$ m), ich súčasťou môže byť aj tzv. čierny uhlík (black carbon – BC alebo sadze)

Medzi základné plynné znečisťujúce látky súvisiace s energetikou v širšom zmysle slova patria:

- **NO<sub>x</sub>** – oxidy dusíka vznikajúce pri vysokých teplotách v spaľovacích zariadeniach (sú aj súčasťou výfukových plynov). Približne 90 % až 95 % z nich tvorí oxid dusný NO, menší podiel tvorí oxid dusičitý NO<sub>2</sub>. Oxidy dusíka môžu spôsobiť ochorenia dýchacích ciest a prispievajú aj k poškodzovaniu ozónovej vrstvy Zeme, okysľovaniu dažďových zrážok a k tvorbe smogu.
- **CO** – oxid uhoľnatý je produktom spaľovania všetkých druhov palív. Sú najnebezpečnejšou zložkou výfukových plynov.
- **SO<sub>2</sub>** – oxid siričitý splodina spaľovania fosílnych palív a vzniká horením (oxidáciou) síry obsiahnutej v palive. Pôsobí dráždivo na sliznice dýchacích ciest a očné spojivky.
- **NM VOC** – nemetánové organické prchavé látky vznikajú ako produkt nedokonalého spaľovania, sú tvorené prevažne olefínmi, ketónmi a aldehydmi. Emisné faktory sú relatívne vysoké najmä pri spaľovaní dreva. So zväčšovaním spaľovacieho zariadenia sa množstvo NM VOC spravidla znižuje. Reakciou s oxidmi dusíka produkujú fotochemické oxidanty, najmä ozón (O<sub>3</sub>). NM VOC sú časťou NMHC (nemetánových uhlohýdrátov), ktoré sa sledujú v emisiách z dopravy.
- **O<sub>3</sub>** – ozón vzniká v priemyselných a spotrebiteľských procesoch spojených s oxidáciou. Ide o mimoriadne toxickú látku poškodzujúcu sliznice a dýchacie cesty človeka aj zvierat a tiež vegetáciu.
- **NH<sub>3</sub>** – amoniak (čpavok) sa uvoľňuje do atmosféry z rozkladu živočíšnych a ľudských odpadov, používania hnojív a z niektorých priemyselných procesov. Je to žieravina s dráždivými účinkami najmä na dýchacie cesty a oči.

Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) monitoruje okrem uvedených znečisťujúcich látok aj koncentrácie ťažkých kovov ako olovo (Pb), arzén (As), kadmium (Cd), nikel (Ni) a koncentrácie polyaromatických uhľovodíkov (benzénu a benzo(a)pyrénu – BaP). Ďalšie informácie o základných znečisťujúcich látkach v ovzduší sú k dispozícii napr. na Enviroportáli<sup>8</sup>.

## Imisné limity

Popri emisných limitoch, teda limitoch pre emisie, ktoré opúšťajú zariadenie/technológiu existujú aj tzv. imisné limity definujúce maximálnu prípustnú koncentráciu znečisťujúcich látok v ovzduší (z hľadiska ochrany zdravia ľudí), teda limity kvality ovzdušia. Tieto limity ako aj cieľové hodnoty znečistenia ovzdušia spolu s podmienkami ich uplatňovania sú obsahom osobitnej vyhlášky (cieľová hodnota je úroveň znečistenia ovzdušia stanovená s cieľom zabrániť, predchádzať alebo znížiť škodlivé účinky na zdravie ľudí alebo na životné prostredie ako celok).

8 <https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=141&print=yes>.

**Tab. 4: Limitné hodnoty koncentrácie škodlivých látok v ovzduší platné v SR (2019)**

Znečisťujúca látka	Priemerované obdobie	Limitná hodnota
PM <sub>10</sub>	1 deň	50 µg/m <sup>3</sup> sa nesmie prekročiť viac ako 35-krát za kalendárny rok
	kalendárny rok	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	kalendárny rok	25 µg/m <sup>3</sup> (Do 1. januára 2020) 20 µg/m <sup>3</sup> (Od 1. januára 2020)
SO <sub>2</sub>	1 h	350 µg/m <sup>3</sup> sa nesmie prekročiť viac ako 24-krát za kalendárny rok
	1 deň	125 µg/m <sup>3</sup> sa nesmie prekročiť viac ako 3-krát za kalendárny rok
NO <sub>2</sub>	1 h	200 µg/m <sup>3</sup> sa nesmie prekročiť viac ako 18-krát za kalendárny rok
	kalendárny rok	40 µg/m <sup>3</sup>
CO	najväčšia denná 8-hodinová stredná hodnota	10 mg/m <sup>3</sup>
Pb	kalendárny rok	0,5 µg/m <sup>3</sup>
Benzén	kalendárny rok	5 µg/m <sup>3</sup>

Zdroj: Vyhláška č. 244/2016 Z. z.

Limity platné na Slovensku vychádzajú z európskej legislatívy, ktoré vznikli ako politický kompromis v legislatívnom procese. Požiadavky vedcov sú prísnejšie a lepšie ich berú do úvahy limity Svetovej zdravotníckej organizácie<sup>9</sup>. Predpokladá sa, že EÚ bude svoje limity v roku 2020 aktualizovať a po roku 2030 už bude nasledovať prísnejšie limity WHO.

**Tab. 5: Porovnanie odporúčaných limitov pre znečisťujúce látky WHO a EÚ (2019)**

Znečisťujúca látka	Priemerované obdobie	WHO	EÚ
PM <sub>2,5</sub>	kalendárny rok	10 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
	1 deň	25 µg/m <sup>3</sup>	
PM <sub>10</sub>	kalendárny rok	20 µg/m <sup>3</sup>	
	1 deň	50 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	8-hodinový priemer	100 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	kalendárny rok	40 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
	1 h	200 µg/m <sup>3</sup>	
SO <sub>2</sub>	1 deň	20 µg/m <sup>3</sup>	125 µg/m <sup>3</sup>
	10-minutový priemer	500 µg/m <sup>3</sup>	
BaP	kalendárny rok	1 ng/m <sup>3</sup>	0,12 ng/m <sup>3</sup>

Zdroj: EEA 2018.

Kvalitu ovzdušia na Slovensku meria sieť automatických monitorovacích staníc (AMS), ktoré spravuje a údaje spracováva SHMÚ<sup>10</sup>. Pri prekročení limitných hodnôt kvality ovzdušia v SR, okresný úrad v sídle kraja v spolupráci s poverenou organizáciou (väčšinou SHMÚ) vypracuje pre ministerstvo životného prostredia správu

<sup>9</sup> WHO Air Quality Guidelines ([https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)).

<sup>10</sup> Informácie zverejňuje SHMÚ na stránke spravodajstva kvality ovzdušia v SR ([http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko\\_imis](http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko_imis)).

s odôvodnením a dôkazom, že ide o emisie z ľudskej činnosti. Následkom opakovaného prekročenia limitných hodnôt ministerstvo vyhlasuje tzv. oblasť riadenia kvality ovzdušia (ORKO) pre ktorú je prijatý integrovaný program na zlepšenie kvality ovzdušia (PZKO). PZKO obsahuje opatrenia na splnenie požadovaných limitných hodnôt v danom regióne a harmonogram ich realizácie.

ORKO vymedzuje časť aglomerácie alebo zóny, v ktorej je prekročená:

- limitná hodnota jednej látky alebo viacerých znečisťujúcich látok zvýšená o medzu tolerancie, ak je určená,
- limitná hodnota jednej látky alebo viacerých znečisťujúcich látok, alebo
- cieľová hodnota pre ozón,  $PM_{2,5}$ , arzén, kadmium, nikel alebo benzo(a)pyrén.

Ministerstvo každoročne zverejňuje aktuálny zoznam ORKO svojom webovom sídle<sup>11</sup> a na stránkach SHMÚ<sup>12</sup>. Treba však dodať, že oblasti ORKO sú viazané na prítomnosť aspoň jednej AMS. V roku 2019 bola napr. v okrese Kežmarok AMS len v Starej Lesnej s čistým ovzduším a bez intenzívnej dopravy, priemyslu a emisií z vykurovania. Preto v tomto okrese prakticky ani nemohla byť vyhlásená ORKO, keďže neexistovali overiteľné údaje o kvalite ovzdušia. To ale neznamená, že v tomto okrese nie sú oblasti, mestá, obce s prekročenými limitmi (len o nich neexistujú namerané údaje). V roku 2020 by mala byť sieť AMS rozšírená z existujúcich 39 na 54, čo ale stále nepokryje potreby všetkých okresov (spolu 79), pričom v Bratislave, Košiciach, Banskej Bystrici a Nitre je viac ako jedna AMS.

Z cieľových okresov Kežmarok, Rimavská Sobota a Rožňava, v ktorých sa pripravujú pilotné nízkouhlíkové stratégie, bola v roku 2019 vyhlásená iba ORKO a PZKO<sup>13</sup> na území mesta Hnúšťa a miestnych častí Brádno, Hačava, Likier, Polom, mesta Tisovec a miestnej časti Rimavská Píla a obce Rimavské Brezovo (pre prekročené limity  $PM_{10}$ ; okres Rimavská Sobota).

Kvalita ovzdušia v danej lokalite je závislá nielen od zdrojov znečistenia, ale aj od medziregionálneho prenosu znečistenia a rozptylových podmienok. Tieto dva faktory však pri výpočte emisií znečisťujúcich látok zanedbávame, keďže nejde o nové emisie, ktoré vznikajú pri spotrebe energie v danom území, ale iba o prenesený vplyv z iných regiónov).

## Výpočet emisií znečisťujúcich látok

Súčasťou pilotných nízkouhlíkových stratégií v okresoch Kežmarok, Rimavská Sobota a Rožňava bude aj kvantifikácia emisií znečisťujúcich látok. Z tohto hľadiska je potrebné zamerať sa najmä na stacionárne zdroje (najmä spaľovanie palív na zabezpečenie vykurovania a prípravy teplej vody, ktoré často tvoria hlavnú zložku celkovej energetickej potreby) a mobilné zdroje znečistenia (individuálna a verejná doprava). V rámci budúcich aktualizácií týchto stratégií – po energetickej analýze ďalších sektorov, ktoré sa momentálne neriešia (napr. priemyselná výroba, poľnohospodárstvo, odpadové hospodárstvo atď.) – bude potrebné do výpočtu množstva znečisťujúcich látok zahrnúť aj tieto ďalšie sektory.

Čo sa týka spotreby elektrickej energie, treba upozorniť, že napriek tomu, že žiadne emisie na mieste spotreby elektriny nevznikajú, je potrebné započítať emisie, ktoré vznikajú pri výrobe spotrebovanej elektriny. Na stanovenie množstva a druhu znečisťujúcich látok v tomto prípade je potrebné poznať mix primárnych energetických zdrojov vstupujúcich do výroby elektriny, technické parametre spaľovacích a ďalších zariadení elektrární a iné faktory, ktoré sa v čase menia. Keďže hodnoverné priemerné emisné faktory pre jednotlivé roky v tomto zmysle na Slovensku nie sú známe, v pripravovaných regionálnych nízkouhlíkových stratégiách sa emisie znečisťujúcich látok súvisiacich so spotrebovanou elektrinou (vo všetkých sledovaných sektoroch) v tejto fáze nebudú stanovovať. Na túto skutočnosť však v stratégiách treba upozorniť.

11 <https://www.enviroportal.sk/ovzdušie/zlepsenie-kvality-ovzdušia>

12 <http://www.shmu.sk/sk/?page=2186>

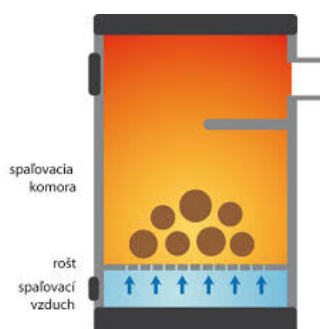
13 <https://www.enviroportal.sk/uploads/files/Dokumenty/PZKO-Hnusta-Tisovec-2013.pdf>

### Emisie produkované výrobou tepla na vykurovanie budov

Množstvo produkovaných emisií z akéhokoľvek zdroja znečistenia sa zisťuje laboratórne za určitých vopred známych vonkajších podmienok a udáva sa v technickej dokumentácii daného zariadenia. Reálne emisie sú však väčšinou vyššie, pričom rozdiel závisí od niekoľkých faktorov, najmä od:

- kvality, úrovne a funkčnosti spaľovacej technológie/zariadenia,
- spôsobu a podmienok spaľovania,
- druhu a kvality paliva.

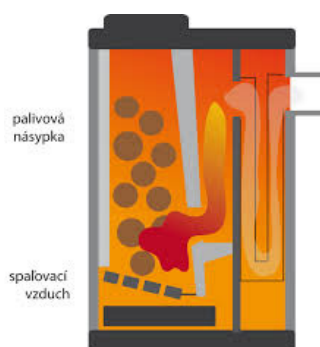
Na trhu sú dostupné rôzne vykurovacie zariadenia (stacionárne zdroje). Sú dimenzované na rôzne druhy palív, vyžadujú si iné prevádzkové pomery a dosahujú rôzne účinnosti premeny energie. Tieto faktory majú, pocho-piteľne zásadný vplyv aj na množstvo emisií znečisťujúcich látok. Tento vplyv v prípade malých stacionárnych zdrojov názorne ukazujú nasledovný prehľad (prevzatý z Enviroportálu<sup>14</sup>).



Prehoriavacie kotle (spaľovanie prebieha v celej dávke paliva, produkcia veľkého množstva popola)

Vhodné palivo: palivá s nízkym obsahom prchavých horľavín  
Účinnosť: 55 – 75 %

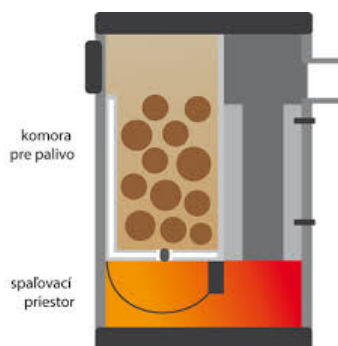
Emisie za 10 rokov:	palivové drevo:	hnedé uhlie:
	TZL: 151 kg	TZL: 769 kg
	CO: 10,78 t	CO: 14,38 t
	SO <sub>2</sub> : 35,9 kg	SO <sub>2</sub> : 2,88 t
	NO <sub>x</sub> : 122,9 kg	NO <sub>x</sub> : 203,4 kg



Odhorievacie kotle (palivo postupne odhorieva).

Vhodné palivo: palivá s vyšším obsahom prchavých horľavín  
Účinnosť: 55 – 75 %

Emisie za 10 rokov:	palivové drevo:	hnedé uhlie:
	TZL: 62,2 kg	TZL: 124,5 kg
	CO: 1,87 t	CO: 3,11 t
	SO <sub>2</sub> : 35,9 kg	SO <sub>2</sub> : 2,88 t
	NO <sub>x</sub> : 93,3 kg	NO <sub>x</sub> : 130,7 kg



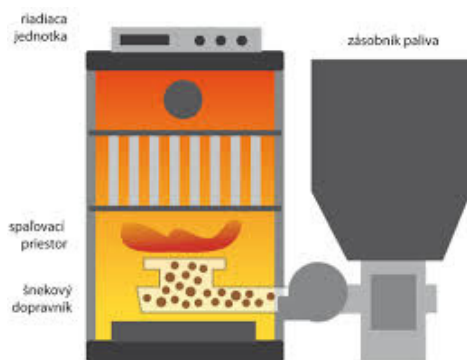
Splyňovacie kotle (palivo v zásobníku sa vysušuje a splyňuje, v palivovej komore sa spaľuje uvoľnený plyn zo splyňovania)

Vhodné palivo: drevo, uhlie  
Účinnosť: 70 – 90 %

Emisie za 10 rokov:	palivové drevo:	hnedé uhlie:
	TZL: 20,1 kg	TZL: 34,7 kg
	CO: 226 kg	CO: 297,8 kg
	SO <sub>2</sub> : 15,1 kg	SO <sub>2</sub> : 744,6 kg
	NO <sub>x</sub> : 75,43 kg	NO <sub>x</sub> : 104,2 kg

14 <http://vykurovanie.enviroportal.sk/kotol.aspx>



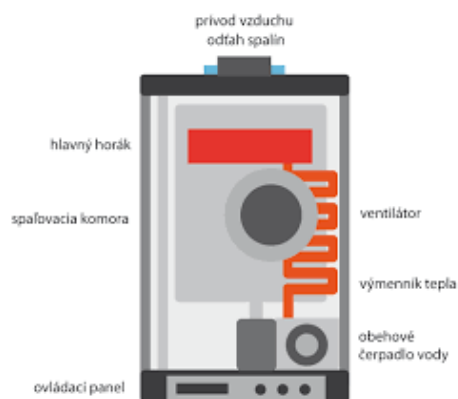


Automatické kotle (automatizované riadenie spaľovania, prívodu vzduchu a regulácie paliva)

Vhodné palivo: drewné pelety, štiepka, uhlie

Účinnosť: 80 – 95 %.

Emisie za 10 rokov: drewné pelety:  
 TZL: 9,26 kg  
 CO: 69,5 kg  
 SO<sub>2</sub>: 4,63 kg  
 NO<sub>x</sub>: 55,6 kg



Nízkotepelný plynový kotol (prevádzka so suchými spalinami, automatizované riadenie)

Vhodné palivo: zemný plyn

Účinnosť: približne 83 %

Emisie za 10 rokov: zemný plyn:  
 TZL: 9,8 g  
 CO: 40,3 kg  
 SO<sub>2</sub>: 50 g  
 NO<sub>x</sub>: 61,4 kg



Kondenzačný plynový kotol (prevádzka so suchými spalinami s využitím kondenzačného tepla)

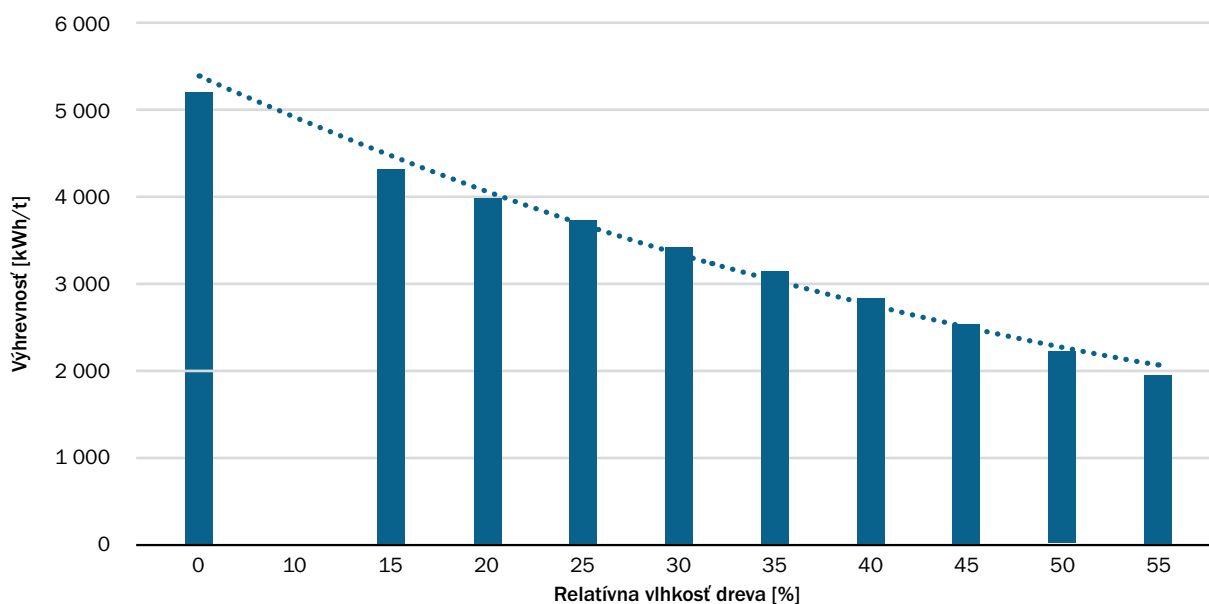
Vhodné palivo: zemný plyn

Účinnosť: približne 97 %

Emisie za 10 rokov: zemný plyn:  
 TZL: 9,8 g  
 CO: 20,6 kg  
 SO<sub>2</sub>: 50 g  
 NO<sub>x</sub>: 10,3 kg

S rastúcou vlhkosťou paliva klesá jeho výhrevnosť, pretože časť energie, ktorá pri spaľovaní vzniká, sa spotrebuje na odparenie vody z paliva (Graf 1). Výhrevnosť ako základný fyzikálny parameter palív je veličina, ktorá udáva, aké množstvo tepla sa uvoľní spálením jednotkového množstva paliva. Jednotkou výhrevnosti je podiel energie a množstva paliva (napr. kWh/t pri tuhých palivách a kWh/m<sup>3</sup> pri plyných palivách). Treba však rozlišovať medzi hornou a dolnou výhrevnosťou. Horná výhrevnosť (tzv. spálne teplo) zahŕňa aj energiu potrebnú na odparenie vody z vlhkého paliva, zatiaľ čo dolná výhrevnosť (čistá výhrevnosť alebo iba výhrevnosť) je o túto energiu znížená, pretože táto energia v bežnej praxi odchádza nevyužitá v spalinách. Z tohto dôvodu je dolná výhrevnosť vhodnejšia na porovnávanie palív v reálnych podmienkach (Tab. 6).

**Graf 1: Klesajúca výhrevnosť ihličnatého dreva s jej rastúcou relatívnou vlhkosťou**



Zdroj údajov: Vyhláška 490/2009 Z. z. Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o podpore obnoviteľných zdrojov energie, vysoko účinnej kombinovanej výroby a biometánu

**Tab. 6: Priemerné hodnoty výhrevnosti vybraných palív používaných na Slovensku určené metodikou zhora nadol (2017)**

Palivo	Výhrevnosť [MWh/t]
Antracit	7,54
Čierne uhlie ostatné	7,43
Lignit a hnedé uhlie	2,95
Koks (čiernouhoľný)	7,93
Vykurovací olej ťažký (síra<1%)	11,28
Zemný plyn	9,70 (čistá výhrevnosť udaná v MWh/1 000 m <sup>3</sup> )
Tuhá biomasa	2,89
Ropa	11,67
Benzín automobilový	12,19
Nafta	11,70
Vykurovací olej	11,22
Propán Bután	12,78

Zdroj: Ministerstvo životného prostredia ([https://minzp.sk/files/oblasti/politika-zmeny-klimy/ets/svk\\_ef\\_ncv\\_2016-2017.pdf](https://minzp.sk/files/oblasti/politika-zmeny-klimy/ets/svk_ef_ncv_2016-2017.pdf))

Vlhkosť však neovplyvňuje negatívne iba výhrevnosť paliva, ale aj množstvo emisií znečisťujúcich látok, ktoré sa do atmosféry uvoľnia po jeho spálení. Napríklad, spálenie „mokrého“ dreva (za také sa považuje aj drevo skladované menej ako 1 rok s relatívnou vlhkosťou okolo 30 %) vyprodukuje v prípade prehrievacích kotlov 485,5 g/GJ emisií jemných prachových častíc PM<sub>10</sub>, zatiaľ čo spálenie suchého dreva (max. 20 % relatívna vlhkosť) v rovnakom zariadení emituje len 93 g PM<sub>10</sub> na 1 GJ, teda 5,2-krát menej<sup>15</sup>. Pri prepočte na hmotnosť dreva je uvedený rozdiel 4,5-násobný, keďže mokré drevo je ťažšie: 1,36 g PM<sub>10</sub> na 1 kg suchého dreva, resp. 6,1 g PM<sub>10</sub> na 1 kg mokrého dreva spálenom v jednoduchom prehrievacom kotle.

<sup>15</sup> Metodika inventarizácie emisií ze spalovania palív v domácnostech, ČHMÚ 2019.

Množstvo emisií znečisťujúcich látok vyprodukovaných z konkrétneho paliva v danom zariadení vypočítame podľa vzorca:

$$E_z = EF * M_p \quad [\text{g, kg, t a ich násobky alebo podiely}]$$

kde:

$E_z$	je množstvo emisií konkrétnej znečisťujúcej látky [g/kg, kg/t atď.]
EF	je emisný faktor pre množstvo alebo energetickú hodnotu daného paliva [mg/kg; mg/l; kg/t, kg/mil.m <sup>3</sup> ; g/mg/μg/kWh atď.]
$M_p$	je množstvo paliva [kg, t, l, m <sup>3</sup> , GJ, kWh, MWh]

*Príklad: V obci sa ročne spáli spolu 200 t dreva v prehorievacích kotloch. Ak sa spaľuje „suché“ drevo (s relatívnou vlhkosťou do 20 %), celkové množstvo vyprodukovaných častíc PM<sub>10</sub> v obci za jeden rok je 1,36 g/kg × 200 000 kg = 272 000 g, t. j. 272 kg. Ak by v obci spaľovali „mokré“ drevo, celkové množstvo vyprodukovaných častíc PM<sub>10</sub> v obci za jeden rok by bolo 6,1 g/kg × 200 000 kg = 1 229 000 g, t. j. 1,229 t.*

Keďže v rámci tvorby regionálnych nízkouhlíkových stratégií nemožno počítať množstvo emisií individuálne pre každé spaľovacie zariadenie, ale pre skupiny budov, pri ktorých sa predpokladá jeden typ spaľovacieho zariadenia, pri kvantifikácii emisií znečisťujúcich látok sa uvažuje predpísaná kvalita paliva a rovnaká technika vykurovania. Vzhľadom na obrovské rozdiely v produkcii emisií z rôznych typov spaľovacích zariadení však bude v budúcnosti užitočné postupne zmapovať aj konkrétne typy používaných spaľovacích zariadení a podľa toho spresniť výpočet emisií znečisťujúcich látok.

V pripravovaných regionálnych nízkouhlíkových stratégiách boli identifikované rôzne spôsoby výroby tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody využívajúce rôzne palivá a energiu, vrátane palivového dreva, drevných peliet, drevnej štiepky, čierneho a hnedého uhlia, koksu, zemného plynu, propán-butánu, elektriny vrátane zariadení využívajúcich obnoviteľné zdroje energie (slnečnú energiu a nízkopotenciálové teplo).

Všeobecné emisné faktory pre vybrané technológie a zariadenia platné v Slovenskej republike boli vydané Odborom ochrany ovzdušia Ministerstva životného prostredia SR 12. januára 2011<sup>16</sup>. Tieto emisné faktory však už neskôr prestali zodpovedať skutočným hodnotám pre nové zariadenia aj pre meniace sa vlastnosti niektorých tuhých palív, úplne chýbali pre zariadenia s menovitým tepelným príkonom od 5 do 300 kW (ktoré sú najvýznamnejším zdrojom znečistenia vo vidieckych regiónoch) a neudávali hodnoty pre emisie prachových častíc PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>. Preto boli vypracované nové emisné faktory, ktorých hodnoty udáva Tab. 7.

<sup>16</sup> <https://www.minzp.sk/files/oblasti/ovzdušie/ochrana-ovzdušia/informacie/vypocet-mnozstva-emisii/2/vseobecne-emisne-zavislosti-a-faktory-2011-01-12.pdf>

Tab. 7: Emisné faktory pre vybrané druhy palív a technológií

Palivo	Zariadenie na spaľovanie	Príkion [MW]	Emisné faktory [pre tuhé palivá: kg/t; pre plynné palivá: kg/mil. m <sup>3</sup> ]						
			TZL	PM <sub>10</sub> <sup>*</sup>	PM <sub>2,5</sub> <sup>**</sup>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC
Drevo kusové	Prehorievacie	≥ 0,005 ÷ < 0,05	2,18	0,998	0,995	13,7*Sp	1,15	40,99	10,63
		≥ 0,050 ÷ < 0,30	1,79	0,998	0,995	13,7*Sp	1,18	37,15	8,81
	Odhorievacie	≥ 0,005 ÷ < 0,05	2,31	0,998	0,993	13,7*Sp	1,22	36,19	7,53
		≥ 0,050 ÷ < 0,30	2,05	0,998	0,993	13,7*Sp	1,27	30,90	5,95
	Splyňovacie	≥ 0,005 ÷ < 0,05	0,96	0,998	0,991	13,7*Sp	0,61	17,93	2,73
		≥ 0,050 ÷ < 0,30	0,90	0,998	0,991	13,7*Sp	0,58	14,09	1,95
Drevné pelety	Automatické	≥ 0,005 ÷ < 0,30	1,14	0,998	0,998	13,7*Sp	0,90	2,22	0,03
	Automatické	≥ 0,300 ÷ < 5,00	0,43	0,998	0,998	13,7*Sp	0,93	1,95	0,03
Uhlie hnedé	Pevný rošt	≥ 0,005 ÷ < 0,05	1,0*Ap	0,993	0,992	13,6*Sp	1,84	29,23	7,03
		≥ 0,05 ÷ < 0,3	1,0*Ap	0,993	0,992	13,6*Sp	1,92	26,21	6,48
Hnedouhoľné brikety	Prehorievacie	Všetky príkony	1,9*Ap	0,992	0,998	17,2*Sp	2,61	13,44	0,95
Čierne uhlie, koks	Pevný rošt	≥ 0,005 ÷ < 0,05	1,0*Ap	0,997	0,990	13,8*Sp	4,28	40,46	7,24
		≥ 0,050 ÷ < 0,30	1,0*Ap	0,997	0,990	13,8*Sp	4,43	38,56	6,85
	Pohyblivý rošt, kombinované spaľovanie	≥ 0,300 ÷ < 1,00	1,3*Ap	0,951	0,906	18,4*Sp	3,67	5,59	0,06
Zemný plyn	Kotel s bežnými atm. horákmi	≥ 0,005 ÷ < 0,05	0,00	1,000	1,000	0,0	1 156,30	459,20	5,50
		≥ 0,050 ÷ < 0,30	0,00	1,000	1,000	0,0	1 248,80	387,80	5,20
		≥ 0,300 ÷ < 1,00	0,00	1,000	1,000	0,0	1 387,20	127,80	4,30
	Kondenzačný kotel s bežným horákom	≥ 0,005 ÷ < 0,05	0,00	1,000	1,000	0,0	891,70	470,10	4,90
		≥ 0,050 ÷ < 0,30	0,00	1,000	1,000	0,0	906,50	333,10	4,70
		≥ 0,300 ÷ < 1,00	0,00	1,000	1,000	0,0	996,20	83,10	4,00
Bioplyn	Kotel s bežnými pretl. horákmi	všetky príkony	18,90	0,985	0,984	296,7	382,40	15,40	26,00
Propán bután	Kotel s horákmi	všetky príkony	0,00	0,830	0,670	0,0	4,49	0,52	0,03
Nafta	Kotel s horákmi	všetky príkony	0,19	0,830	0,670	19,6*S	4,27	0,85	0,03
Ťažký vykurovací olej	Kotel s horákmi	≥ 1,000 ÷ < 5,00	0,78	0,830	0,670	19,6*S	4,41	0,43	0,08

\* Pomer tuhých častíc ≤ 10 μm k celkovému obsahu TZL

\*\* Pomer tuhých častíc ≤ 2,5 μm k celkovému obsahu TZL

Sp – obsah síry v pôvodnom palive v % hmotnosti. Ak nie sú konkrétne údaje, potom: drevo/štiepka = 0, hnedé uhlie (SR) = 2,38, čierne uhlie/koks (CZ) = 0,72, hnedouhoľné brikety = 1,07 (zdroj: OTN ŽP 2008:99, Tab. B2, B4, B5, B6)

Ap – obsah popolovín v pôvodnom palive v % hmotnosti. Ak nie sú konkrétne údaje, potom: hnedé uhlie (SR) = 15,5, čierne uhlie (CZ) = 7,73, hnedouhoľné brikety = 11,1 (zdroj: OTN ŽP 2008:99, Tab. B4, B5, B6)

S – obsah síry v kvapalných palivách v % hmotnosti. Ak nie sú známe konkrétne údaje, potom nafta = 0,25, bionafta = 0,1, ťažký vykurovací olej = 2,46 (zdroj: OTN ŽP 2008:99, Tab. B9a)

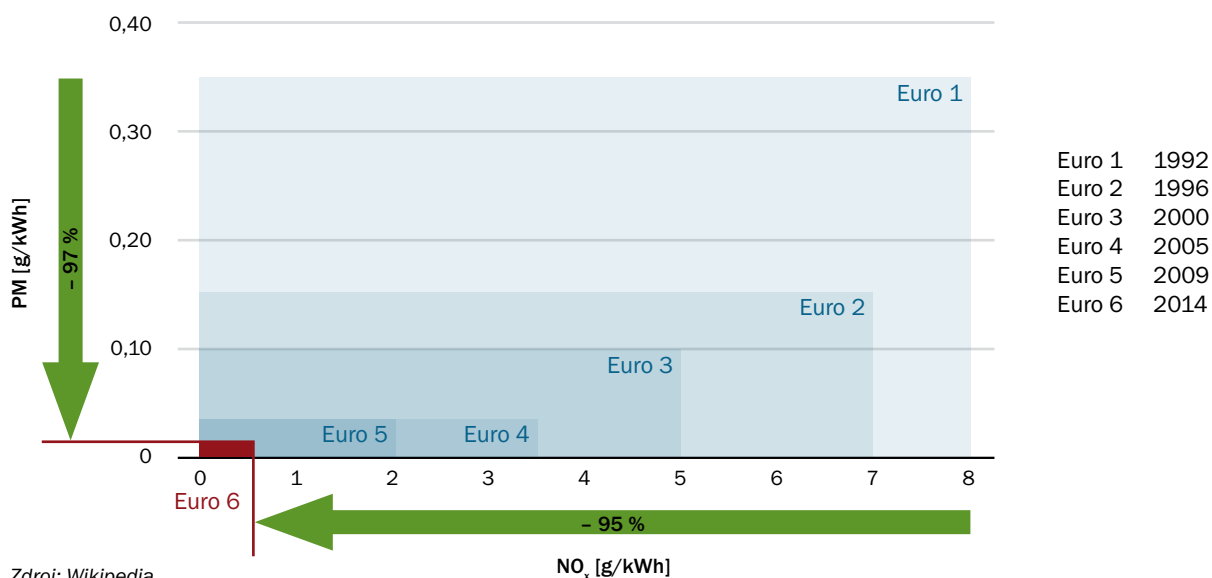
Zdroj: Záverečná správa/Spracovanie návrhu emisných faktorov pre spaľovacie zariadenia pre MŽP SR, č. 11-90/036/2018, Národná energetická spoločnosť a. s., 2018 (<https://www.minzp.sk/files/oblasti/ovzdušie/ochrana-ovzdušia/dokumenty/vseobecne-emisne-faktory-spalovacie-zariadenia/emisne-faktory-spalovacie-zariadenia.pdf>)

### Emisie produkované v doprave

Medzi základné emisie znečisťujúcich látok produkovaných dopravnými prostriedkami so spaľovacími motormi patria PM, NO<sub>x</sub> (najmä NO a NO<sub>2</sub>), CO, HC (uhľovodíky) a NMHC (nemetánové uhľohydráty). Emisie znečisťujúcich látok z dopravy spôsobujú vážne poškodenia zdravia aj ekosystémov.

V EÚ sa limity pre emisie znečisťujúcich látok v doprave vyvíjajú od 90-tych rokov a sú stanovené pre väčšinu motorových vozidiel vrátane motocyklov, osobných automobilov, ľahkých úžitkových vozidiel, nákladných áut, autobusov, lokomotív, traktorov a podobnej techniky, bez námorných lodí a lietadiel. Od roku 1993 sa emisné limity výrazne sprísnilo, čo ukazuje Graf 2 a Tab. 8.

**Graf 2: Zníženie emisných limitov pre jemné častice a NO<sub>x</sub> pre ťažké úžitkové vozidlá a autobusy s dieselovými motormi od roku 1993 v EÚ**



**Tab. 8: Platnosť noriem s emisnými limitmi pre motorové vozidlá v EÚ**

Norma	Osobné automobily	Ľahké úžitkové vozidlá	Nákladné autá a autobusy
EURO 1	júl 1992	október 1994	1992
EURO 2	január 1996	január 1998	1995
EURO 3	január 2000	január 2001	1999
EURO 4	január 2005	január 2006	2005
EURO 5	september 2009	september 2010	2008
EURO 6	september 2014	september 2015	2013
EURO 6 RDI	september 2017	september 2017	september 2017

Zdroj: <https://www.topspeed.sk/emisne-normy-euro-odkedy-platia-a-kde-su-obmedzenia/15655>

V súčasnosti sa stále viac začínajú používať nízkoemisné vozidlá s alternatívnym pohonom, či už LPG (skvapalnený ropný plyn – propán-bután), CNG (stlačený zemný plyn – prevažne metán) alebo LNG (skvapalnený zemný plyn), hybridné vozidlá (elektrina a benzín) alebo elektromobily (elektrina). Z hľadiska emisií znečisťujúcich látok je pre spaľovacie zážihové motory výhodným palivom predovšetkým CNG, ktoré má o 70 % nižšie emisie NO<sub>x</sub> a nulové emisie uhľovodíkov v porovnaní s benzínovými motormi. V pomere k najazdeným kilometrom je CNG výrazne lacnejšie palivo ako benzín aj nafta a v budúcnosti ho bude možné vyrábať aj z obnoviteľného bioplynu<sup>17</sup>.

Elektromobily majú síce minimálne emisie znečisťujúcich látok na lokálnej úrovni (aj keď nie nulové, vid' emisie z oterov nižšie), avšak ich prevádzka spôsobuje produkciu emisií v mieste výroby a distribúcie elektriny.

<sup>17</sup> <https://sppcng.sk/palivo/vyhody-cng/>

Množstvo a druh ich emisií znečisťujúcich látok preto závisia od primárnych zdrojov energie, z ktorých sa vyrába elektrina (najväčšiu emisnú stopu majú uhoľné elektrárne).

Pri všetkých druhoch vozidiel vznikajú emisie jemných častíc PM aj mimo spaľovací proces, napr. pri otvorení z pneumatík, na povrchu vozoviek, z brzdových platničiek atď. Množstvo týchto emisií sa pohybuje od 0,09 g/km v prípade autobusov a ťažkých úžitkových vozidiel, 0,02g/km v prípade osobných automobilov po 0,01g/km v prípade motocyklov<sup>18</sup>.

Z Tab. 8 je zrejmé, že podľa emisných limitov stanovených v normách EURO 1 až 6 sa hodnotí emisná stopa vozidiel so spaľovacími motormi, a to na základe ich roku výroby (novšie normy neplatia automaticky aj pre vozidlá so starším rokom výroby). Emisné limity sú stanovené pre sledované znečisťujúce látky. Zatiaľ čo emisné limity pre motocykle, osobné automobily a ľahké úžitkové vozidlá sa udávajú v g/km, emisné limity pre nákladné vozidlá a autobusy sú udávané v g/kWh. Ak sa na stanovenie množstva emisií znečisťujúcich látok z dopravy použijú emisné limity, treba upozorniť, že ide o maximálne povolené množstvá emisií pre registrované vozidlá v zvolenom členení.

Ako už bolo uvedené v kapitole o emisiách CO<sub>2</sub>, v pripravovaných pilotných regionálnych nízkouhlíkových stratégiách sa vozidlá členia na tri skupiny motocyklov, tri skupiny osobných automobilov, autobusy a lokomotívy, resp. vlakové súpravy (Tab. 2). Toto členenie nie je identické s kategorizáciou používanou v normách upravujúcich limity pre emisie znečisťujúcich látok z dopravy. Preto je treba nájsť vhodný spôsob ako obe členenia pri kvantifikácii emisií znečisťujúcich látok z dopravy harmonizovať, resp. treba odhadnúť podiely vozidiel zodpovedajúcich kategóriám so stanovenými emisnými limitmi. V budúcnosti sa odporúča prispôsobiť zvolené členenie vozidiel v nízkouhlíkových stratégiách platnej kategorizácii používanej v dopravných smerniciach a normách upravujúcich emisie znečisťujúcich látok.

Tab. 9 – 12 ukazujú emisné limity pre znečisťujúce látky uplatňované v EÚ pre tie skupiny vozidiel, ktoré sú aj predmetom analýzy v pripravovaných pilotných regionálnych nízkouhlíkových stratégiách (motocykle, osobné automobily a ľahké úžitkové vozidlá, autobusy a lokomotívy). Keďže normy stanovujúce emisné limity sa rýchlo a výrazne sprísňujú, je dôležité poznať vek vozidiel, resp. priemerný vek jednotlivých typov vozidiel a podľa toho určiť, ktorý emisný limit sa na ne vzťahuje.

V budúcnosti, keď sa rozšíri spektrum sledovaných vozidiel aj o nákladnú dopravu, plynobusy, elektrické železničné vozidlá a ďalšie, bude potrebné k podkladom pre výpočty doplniť príslušné platné emisné limity. V tejto metodike sa sústreďujeme iba na vozidlá, ktoré sú predmetom hodnotenia v pripravovaných pilotných regionálnych nízkouhlíkových stratégiách.

**Tab. 9a: Emisné limity Euro 3 pre motocykle (platnosť pre nové vozidlá: od januára 2006)**

Kategória motocyklu	Názov kategórie	Trieda	Hmotnosť oxidu uhoľnatého (CO) L1 [mg/km]	Celková hmotnosť uhľovodíkov (THC) L2A [mg/km]	Hmotnosť oxidov dusíka (NO <sub>x</sub> ) L3 [mg/km]
???	Dvojkolesové motocykle	I (< 150 cm <sup>3</sup> ), mestský jazdný cyklus, za studena	2 000	830	150
????	Dvojkolesové motocykle	I (≥ 150 cm <sup>3</sup> ), mestský jazdný cyklus, za studena	2 000	300	150

Zdroj: Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2002/51/ES z 19. júla 2002 o znížení úrovne emisií škodlivín z dvoj- a trojkolesových motorových vozidiel zmenená a doplnená smernicou 97/24/ES (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0051&from=EN>).

<sup>18</sup> Leoš Pelikán: Transport and small mobile machinery. ČHMÚ, 2019.



**Tab. 9b: Emisné limity Euro 4 pre motocykle – výfukových emisií po štarte za studena (platnosť pre nové vozidlá: od januára 2016)**

Kategória motocyklu	Názov kategórie	Trieda pohonu	Hmotnosť oxidu uhoľnatého (CO) L1 [mg/km]	Celková hmotnosť uhoľvodíkov (THC) L2 [mg/km]	Hmotnosť oxidov dusíka (NO <sub>x</sub> ) L3 [mg/km]	Hmotnosť častíc (PM) L4 [mg/km]
L1e-A	Bicykel s pohonným systémom	BM/NM/hybrid	560	100	70	
L1e-B	Dvojkoľosový moped	BM/NM/hybrid	1 000	630	170	–
L2e	Trojkoľosový moped	BM/NM/hybrid	1 900	730	170	–
L3e L4e (7) L5e-A L7e-A	Dvojkoľosový motocykel s postranným vozíkom a bez neho Trojkolka Ťažká cestná štvorkolka	BM/BM hybrid, v <sub>max</sub> < 130 km/h	1 140	380	70	–
		BM/BM hybrid, v <sub>max</sub> ≥ 130 km/h	1 140	170	90	–
		NM/NM hybrid	1 000	100	300	80*
L5e-B	Úžitková trojkolka	BM/BM hybrid	2 000	550	250	–
		NM/NM hybrid	1 000	100	550	80*
L6e-A L6e-B	Ľahká cestná štvorkolka, ľahká štvorkolka	BM/BM hybrid	1 900	730	170	
		NM/NM hybrid	1 000	100	550	80*
L7e-B L7e-C	Ťažká terénna štvorkolka Ťažká štvorkolka	BM/BM hybrid	2 000	550	250	–
		NM/NM hybrid	1 000	100	550	80*

BM – benzínové motory, NM – naftové motory

\* Len NM, tiež ak je vznetový motor súčasťou hybridného pohonu.

Zdroj: Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 168/2013 z 15. januára 2013 o schvaľovaní a dohľade nad trhom dvoj – alebo trojkolesových vozidiel a štvorkoliek (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:32013R0168&from=EN>).

**Tab. 9c: Emisné limity Euro 5 pre motocykle – výfukových emisií po štarte za studena (platnosť pre nové vozidlá: od januára 2020)**

Kategória motocyklu	Názov kategórie	Trieda pohonu	Hmotnosť oxidu uhoľnatého (CO) L1 [mg/km]	Celková hmotnosť uhoľvodíkov (THC) L2A [mg/km]	Hmotnosť nemetánových uhoľvodíkov (NMHC) L2B [mg/km]	Hmotnosť oxidov dusíka (NO <sub>x</sub> ) L3 [mg/km]	Hmotnosť častíc (PM) L4 [mg/km]
L1e-A	Bicykel s pohonným systémom	BM/NM/hybrid	500	100	68	60	4,5*
L1e-B-L7e	Všetky ostatné vozidlá kategórie L	BM/BM hybrid	1 000	100	68	60	4,5*
		NM/NM hybrid	500	100	68	90	4,5

BM – benzínové motory, NM – naftové motory

\* Uplatňuje sa len na motory s priamym vstrekom benzínu.

Zdroj: Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 168/2013 z 15. januára 2013 o schvaľovaní a dohľade nad trhom dvoj – alebo trojkolesových vozidiel a štvorkoliek (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:32013R0168&from=EN>).

**Tab. 10a: Emisné limity Euro 4 pre ľahké osobné a úžitkové vozidlá  
(platnosť pre nové vozidlá: od januára 2005, pre staršie vozidlá od januára 2006)**

Kategória	Trieda	Referenčná hmotnosť (RM) [kg]	Limitné hodnoty						
			Hmotnosť oxidu uhoľnatého (CO) L1 [mg/km]		Hmotnosť celkových uhľovodíkov (THC) L2 [mg/km]		Hmotnosť oxidov dusíka (NO <sub>x</sub> ) L4 [mg/km]		Hmotnosť tuhých častíc (PM) L5 [mg/km]
			BM	NM	BM	NM	BM	NM	NM
M	–	Všetky	3 200	3 200	400	400	600	1 200	180
N1	I	RM ≤ 1 305	3 200	3 200	400	400	600	1 200	180
	II	1 305 < RM ≤ 1 760	5 800	4 000	500	500	700	1 600	230
	III	1 760 < RM	7 300	4 800	600	600	800	1 900	280

BM – benzínové motory, NM – naftové motory

Zdroj: Smernica Komisie 1999/102/ES z 15. decembra 1999, ktorou sa prispôsobuje technickému pokroku smernica Rady 70/220/EHS o aproximácii právnych predpisov členských štátov o opatreniach proti znečisťovaniu ovzdušia výfukovými plynmi z motorových vozidiel (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/ALL/?uri=CELEX:31999L0102>)

**Tab. 10b: Emisné limity Euro 5 pre ľahké osobné a úžitkové vozidlá  
(platnosť pre nové vozidlá: od septembra 2009)**

Kategória	Trieda	Referenčná hmotnosť (RM) [kg]	Limitné hodnoty										Hmotnosť tuhých častíc (PM) L5 [mg/km]	
			Hmotnosť oxidu uhoľnatého (CO) L1 [mg/km]		Hmotnosť celkových uhľovodíkov (THC) L2 [mg/km]		Hmotnosť nemetánových uhľovodíkov (NMHC) L3 [mg/km]		Hmotnosť oxidov dusíka (NO <sub>x</sub> ) L4 [mg/km]		Súčet hmotností uhľovodíkov a oxidov dusíka (THC + NO <sub>x</sub> ) L2 + L4 [mg/km]			
			BM	NM	BM	NM	BM	NM	BM	NM	BM	NM	BM	NM
M	–	Všetky	1 000	500	100	–	68	–	60	180	–	230	5,0/4,5	5,0/4,5
N1	I	RM ≤ 1 305	1 000	500	100	–	68	–	60	180	–	230	5,0/4,5	5,0/4,5
	II	1 305 < RM ≤ 1 760	1 810	630	130	–	90	–	75	235	–	295	5,0/4,5	5,0/4,5
	III	1 760 < RM	2 270	740	160	–	108	–	82	280	–	350	5,0/4,5	5,0/4,5
N2	–	Všetky	2 270	740	160	–	108	–	82	280	–	350	5,0/4,5	5,0/4,5

BM – benzínové motory, NM – naftové motory

Zdroj: Nariadenie Komisie (ES) č. 692/2008 z 18. júla 2008 ktorým sa vykonáva, mení a dopĺňa nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 715/2007 o typovom schvaľovaní motorových vozidiel so zreteľom na emisie ľahkých osobných a úžitkových vozidiel (Euro 5 a Euro 6) a o prístupe k informáciám o opravách a údržbe vozidiel (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:32008R0692>)

**Tab. 10c: Emisné limity Euro 6 pre ľahké osobné a úžitkové vozidlá (platnosť pre nové vozidlá: od septembra 2014)**

Kategória	Trieda	Referenčná hmotnosť (RM) [kg]	Limitné hodnoty											
			Hmotnosť oxidu uhľnatého (CO) L1 [mg/km]		Hmotnosť celkových uhľovodíkov (THC) L2 [mg/km]		Hmotnosť nemetánových uhľovodíkov (NMHC) L3 [mg/km]		Hmotnosť oxidov dusíka (NO <sub>x</sub> ) L4 [mg/km]		Súčet hmotností uhľovodíkov a oxidov dusíka (THC + NO <sub>x</sub> ) L2 + L4 [mg/km]		Hmotnosť tuhých častíc (PM) L5 [mg/km]	
			BM	NM	BM	NM	BM	NM	BM	NM	BM	NM	BM	NM
M	–	Všetky	1 000	500	100	–	68	–	60	80	–	170	5,0/4,5	5,0/4,5
N1	I	RM ≤ 1 305	1 000	500	100	–	68	–	60	80	–	170	5,0/4,5	5,0/4,5
	II	1 305 < RM ≤ 1 760	1 810	630	130	–	90	–	75	105	–	195	5,0/4,5	5,0/4,5
	III	1 760 < RM	2 270	740	160	–	108	–	82	125	–	215	5,0/4,5	5,0/4,5
N2	–	Všetky	2 270	740	160	–	108	–	82	125	–	215	5,0/4,5	5,0/4,5

BM – benzínové motory, NM – naftové motory

Zdroj: Nariadenie komisie (ES) č. 692/2008 z 18. júla 2008 ktorým sa vykonáva, mení a dopĺňa nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 715/2007 o typovom schvaľovaní motorových vozidiel so zreteľom na emisie ľahkých osobných a úžitkových vozidiel (Euro 5 a Euro 6) a o prístupe k informáciám o opravách a údržbe vozidiel (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:32008R0692>)

**Tab.11a: Emisné limity Euro 4 a Euro 5 pre ťažké úžitkové vozidlá vrátane autobusov (platnosť pre nové vozidlá – EURO 4: od októbra 2005, EURO 5: od októbra 2008)**

Typ spaľovacieho motora	Limitné hodnoty						
	Hmotnosť oxidu uhľnatého (CO) [mg/kWh]	Hmotnosť celkových uhľovodíkov (THC) [mg/kWh]	Hmotnosť nemetánových uhľovodíkov (NMHC) [mg/kWh]	Hmotnosť metánu (CH <sub>4</sub> ) [mg/kWh]	Hmotnosť oxidov dusíka (NO <sub>x</sub> ) [mg/kWh]	Hmotnosť amoniaku (NH <sub>3</sub> ) [ppm]	Hmotnosť tuhých častíc (PM) [mg/kWh]
Naftové motory (EURO 4)	1 500	460			3 500		20
Naftové motory (EURO 5)	1 500	460			2 000		20

Zdroj: Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady 2005/55/ES z 28. septembra 2005 o aproximácii právnych predpisov členských štátov vzťahujúcich sa na opatrenia, ktoré sa majú prijať proti emisiám plyných a tuhých znečisťujúcich látok zo vznetových motorov určených na používanie vo vozidlách a proti emisiám plyných znečisťujúcich látok zo zážihových motorov poháňaných zemným plynom alebo skvapalneným ropným plynom, určených na používanie vo vozidlách (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:32005L0055&from=EN>).

**Tab. 11b: Emisné limity Euro 6 pre ťažké úžitkové vozidlá vrátane autobusov (platnosť pre nové vozidlá: od decembra 2012)**

Typ spaľovacieho motora		Limitné hodnoty						
		Hmotnosť oxidu uhľnatého (CO) [mg/kWh]	Hmotnosť celkových uhľovodíkov (THC) [mg/kWh]	Hmotnosť nemetánových uhľovodíkov (NMHC) [mg/kWh]	Hmotnosť metánu (CH <sub>4</sub> ) [mg/kWh]	Hmotnosť oxidov dusíka (NO <sub>x</sub> ) [mg/kWh]	Hmotnosť amoniaku (NH <sub>3</sub> ) [ppm]	Hmotnosť tuhých častíc (PM) [mg/kWh]
Naftové motory	Test WHSC	1 500	130			400	10	10
	Test WHTC	4 000	160			460	10	10
Benzínové motory		4 000		160	500	460	10	10

WHTC (World Harmonized Transient Cycle) – celosvetový harmonizovaný test s nestálym jazdným cyklom

WHSC (World Harmonized Stationary Cycle) – celosvetový harmonizovaný test so stálym jazdným cyklom

Zdroj: Nariadenie Komisie (EÚ) č. 582/2011 z 25. mája 2011, ktorým sa vykonáva, mení a dopĺňa nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 595/2009 vzhľadom na emisie z ťažkých úžitkových vozidiel (Euro VI) a ktorým sa menia a dopĺňajú prílohy I a III k smernici Európskeho parlamentu a Rady 2007/46/ES (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R0582&from=EN>).

**Tab. 12a: Emisné limity Stage II pre železničné motory platné v EÚ**

Výkon motora (P) [kW]	Platnosť od	Limitné hodnoty			
		Hmotnosť oxidu uhľnatého (CO) [mg/kWh]	Hmotnosť celkových uhľovodíkov (THC) [mg/kWh]	Hmotnosť oxidov dusíka (NO <sub>x</sub> ) [mg/kWh]	Hmotnosť tuhých častíc (PM) [mg/kWh]
130 ≤ P ≤ 560	December 2000	3 500	1 000	6 000	200
75 ≤ P < 130	December 2001	5 000	1 000	6 000	300
37 ≤ P < 75	December 2002	5 000	1 300	7 000	400
18 ≤ P < 37	December 1999	5 500	1 500	8 000	800

Zdroj: Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2004/26/ES z 21. apríla 2004, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 97/68/ES o aproximácii právnych predpisov členských štátov, ktoré sa týkajú opatrení voči emisiám plyných a tuhých znečisťujúcich látok zo spaľovacích motorov inštalovaných v necestných pojazdných strojoch (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:32004L0026>).

**Tab. 12b: Emisné limity Stage III A pre železničné lokomotívy a železničné vozne platné v EÚ**

Kategória motora	Platnosť od	Limitné hodnoty				
		Hmotnosť oxidu uhľnatého (CO) [mg/kWh]	Hmotnosť celkových uhľovodíkov (THC) [mg/kWh]	Hmotnosť oxidov dusíka (NO <sub>x</sub> ) [mg/kWh]	Súčet hmotností uhľovodíkov a oxidov dusíka (THC + NO <sub>x</sub> ) [mg/kWh]	Hmotnosť tuhých častíc (PM) [mg/kWh]
Železničný vozeň (príkon: nad 130 kW)	Január 2006	3 500	190	2 000	-	200
Lokomotíva (príkon: nad 130 kW)	Január 2007	3 500			4 000	200

Zdroj: Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2004/26/ES z 21. apríla 2004, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 97/68/ES o aproximácii právnych predpisov členských štátov, ktoré sa týkajú opatrení voči emisiám plyných a tuhých znečisťujúcich látok zo spaľovacích motorov inštalovaných v necestných pojazdných strojoch (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:32004L0026>).

**Tab. 12c: Emisné limity Stage III B pre železničné lokomotívy a železničné vozne platné v EÚ**

Kategória motora	Platnosť od	Limitné hodnoty				
		Hmotnosť oxidu uhoľnatého (CO) [mg/kWh]	Hmotnosť celkových uhľovodíkov (THC) [mg/kWh]	Hmotnosť oxidov dusíka (NO <sub>x</sub> ) [mg/kWh]	Súčet hmotností uhľovodíkov a oxidov dusíka (THC + NO <sub>x</sub> ) [mg/kWh]	Hmotnosť tuhých častíc (PM) [mg/kWh]
Železničný vozeň (príkon: nad 130 kW)	Január 2012	3 500	190	2 000	-	25
Lokomotíva (príkon: nad 130 kW)	Január 2012	3 500			4 000	25

Zdroj: Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2004/26/ES z 21. apríla 2004, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 97/68/ES o aproximácii právnych predpisov členských štátov, ktoré sa týkajú opatrení voči emisiám plyných a tuhých znečisťujúcich látok zo spaľovacích motorov inštalovaných v necestných pojazdných strojoch (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:32004L0026>).

Uvedené emisné limity predpokladajú hospodárnu jazdu. V bežnej praxi však značná časť vodičov nejazdí hospodárne, čo vedie k prekračovaniu limitných hodnôt pre emisie znečisťujúcich látok. S touto skutočnosťou počíta aj metodika na kvantifikáciu množstva palív a energie spotrebovaných v sektore doprava<sup>19</sup>.

Ročné množstvo emisií jednotlivých znečisťujúcich látok vyprodukovaných individuálnou dopravou v regióne vypočítame ako súčet ich ročného množstva vyprodukovaného motocyklami, osobnými automobilmi a ľahkými úžitkovými vozidlami, pričom sa predpokladá, že všetky registrované vozidlá spĺňajú platné emisné limity:

$$E_{ZL, ID} = [(EL_{ZL, mot} * P_{mot} * D_{mot}) + (EL_{ZL, aut} * P_{aut} * D_{aut}) + (EL_{ZL, uvo} * P_{uvo} * D_{uvo})] / 10^6 \quad [kg]$$

kde:

$E_{ZL, ID}$  je ročné množstvo emisií konkrétnej znečisťujúcej látky z individuálnej dopravy [kg]

$EL_{ZL, ...}$  je emisný limit pre danú skupinu vozidiel a konkrétnu znečisťujúcu látku [mg/km]

$P_{...}$  je počet vozidiel v danej skupine vozidiel [-]

$D_{...}$  je priemerný počet najazdených km danej skupiny vozidiel [km]

Ročné množstvo emisií jednotlivých znečisťujúcich látok vyprodukovaných verejnou dopravou v regióne vypočítame ako súčet ich ročného množstva vyprodukovaného autobusmi a vlakmi:

$$E_{ZL, VD} = [(EL_{ZL, bus} * D_{bus}) + (EL_{ZL, vlak} * D_{vlak})] / 10^6 \quad [kg]$$

kde:

$E_{ZL, VD}$  je ročné množstvo emisií konkrétnej znečisťujúcej látky z verejnej dopravy [kg]

$EL_{ZL, ...}$  je emisný limit pre danú skupinu vozidiel a konkrétnu znečisťujúcu látku [mg/kWh]

$E_{...}$  je celková ročná energia spotrebovaná na prevádzku danej skupiny vozidiel [kWh]

<sup>19</sup> Výpočet energetickej (s)potreby a potenciálu energetických úspor v sektore dopravy: Metodický postup pre tvorbu regionálnych nízkouhlíkových stratégií. Priatelia Zeme-CEPA, 2020.

Celkové ročné množstvo emisií jednotlivých znečisťujúcich látok vyprodukovaných dopravou v regióne vypočítame ako súčet emisií z individuálnej a verejnej dopravy:

$$E_{ZL} = E_{ZL, ID} + E_{ZL, VD} \quad [\text{kg}]$$

kde:

$E_{ZL, ID}$  je ročné množstvo emisií konkrétnej znečisťujúcej látky z individuálnej dopravy [kg]

$E_{ZL, VD}$  je ročné množstvo emisií konkrétnej znečisťujúcej látky z verejnej dopravy [kg]