

2025

SPRÁVA O KVALITE OVZDUŠIA V SLOVENSKEJ REPUBLIKE



Slovenský hydrometeorologický ústav
Úsek Emisie a kvalita ovzdušia
Jeséniova 17, 833 15 Bratislava

Garant a koordinátor: Veronika Mináriková
Redaktori: Jana Matejovičová, Veronika Mináriková, Paulína Varová
Grafická úprava a spracovanie: Veronika Mináriková
Fotografia a dizajn titulky: Tomáš Kutliak, Paulína Varová

AUTORI:

- 1. KAPITOLA** J. Matejovičová, D. Štefánik, J. Krajčovičová, V. Mináriková, P. Varová
- 2. KAPITOLA** V. Mináriková, J. Matejovičová, V. Nemček,
- 3. KAPITOLA** V. Mináriková, J. Matejovičová, P. Varová
- 4. KAPITOLA** D. Štefánik, J. Beňo, J. Krajčovičová, J. Matejovičová, P. Varová
- 5. KAPITOLA** J. Krajčovičová, J. Matejovičová, D. Štefánik, J. Beňo, P. Varová

Prílohy A, B, C: J. Matejovičová, J. Beňo, D. Štefánik, V. Mináriková, P. Hrabčák

Analýzy vzoriek ovzdušia a atmosférických zrážok boli realizované v **Skúšobnom laboratóriu SHMÚ**.
Text neprešiel jazykovou korektúrou.

ISSN 2730-0927
Bratislava, jún 2026, Verzia 1a

Obsah

PREDHOVOR	4
ZHRNUTIE PRE LAICKÚ VEREJNOSŤ	6
1 POPIS ÚZEMIA SR Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA	10
1.1 Rozdelenie územia do aglomerácií a zón	11
1.1.1 Rozdelenie územia do zón a aglomerácií pre SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5} , benzén, polycyklické aromatické uhľovodíky a CO	11
1.1.2 Rozdelenie územia do zón a aglomerácií pre olovo, arzén, kadmium, nikel ortuť a ozón12	
2 MONITOROVACIA SIĽ KVALITY OVZDUŠIA	14
2.1 Monitorovacie stanice ostatných prevádzkovateľov	18
3 ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCIÁCH A ZÓNACH SLOVENSKA	20
3.1 Úvod	20
3.1.1 Meteorologické podmienky – ventilačný index	20
3.2 Kritériá na hodnotenie kvality ovzdušia	21
3.3 Výsledky monitoringu kvality ovzdušia: lokálne znečistenie ovzdušia	23
3.3.1 Korekcia koncentrácií PM ₁₀ o príspevok prírodného prachu	29
3.3.2 Vyhodnotenie na základe horných a dolných medzí na hodnotenie	30
3.3.3 Smogový varovný systém	33
3.3.4 Národný cieľ zníženia expozície tuhých častíc PM _{2,5}	34
3.3.5 Porovnanie výsledkov monitorovania kvality ovzdušia s požiadavkami novej smernice EÚ 35	
3.4 Regionálny monitoring	41
3.4.1 Ovzdušie	41
3.4.2 Atmosférické zrážky	43
4 VÝSLEDKY MATEMATICKÉHO MODELOVANIA KVALITY OVZDUŠIA	46
4.1 Stručná charakteristika použitých modelov	46
4.2 Výsledky a výstupy	47
4.3 Záver	55
5 NÁVRH VYMEDZENIA OBLASTÍ RIADENIA KVALITY OVZDUŠIA V ROKU 2025	56
ZHRNUTIE	58

PREDHOVOR

Vážená odborná a laická verejnosť, predkladáme vám Správu o kvalite ovzdušia za rok 2025.

Ovzdušie je základnou zložkou životného prostredia a jeho kvalita patrí medzi kľúčové faktory ovplyvňujúce zdravie človeka aj stav ekosystémov. Ide o zložitý a dynamický systém, v ktorom sa neustále prelínajú vplyvy prírodných procesov s dôsledkami ľudskej činnosti. Jeho zloženie sa mení v čase aj priestore a nie je ovplyvnené len množstvom vypustených emisií, ale vo významnej miere aj meteorologickými a geografickými podmienkami daného územia.

Znečistenie vzniká pôsobením viacerých zdrojov. K hlavným antropogénnym patrí na Slovensku cestná doprava, vykurovanie domácností, energetika a priemysel. Významnú úlohu zohrávajú aj prírodné procesy, ako vírenie prachu, peľová sezóna, lesné požiare či diaľkový prenos častíc, napríklad saharského prachu, ktorý môže dočasne ovplyvniť kvalitu ovzdušia v oblastiach vzdialených od zdroja tisíce kilometrov. Kombinácia týchto vplyvov spôsobuje, že kvalita ovzdušia je priestorovo aj časovo veľmi premenlivá.

Hodnotenie kvality ovzdušia sa zakladá na meraní koncentrácií vybraných znečisťujúcich látok. Medzi najvýznamnejšie patria tuhé častice PM₁₀ a PM_{2,5}, oxidy dusíka, prízemný ozón, a benzo(a)pyrén. Meranie týchto látok je nevyhnutné, pretože umožňuje sledovať stav ovzdušia a hodnotiť jeho vplyv na zdravie obyvateľstva i životné prostredie. V prípade významného nárastu koncentrácií umožňuje včas varovať zasiahnuté obyvateľstvo. Zároveň poskytuje dôležité informácie na identifikáciu zdrojov znečistenia, sledovanie dlhodobých trendov a posudzovanie účinnosti prijatých opatrení na znižovanie znečistenia ovzdušia. V roku 2025 bolo možné pozorovať mierne zlepšenie priemerných hodnôt viacerých znečisťujúcich látok v porovnaní s predchádzajúcim obdobím. Z dlhodobého hľadiska zároveň pozorujeme pozitívny vývoj vo všetkých hodnotených zónach.

Významnú úlohu v priebehu roka zohrávali meteorologické situácie, ktoré prispievali k zhoršeniu kvality ovzdušia. Epizódy diaľkového prenosu saharského prachu boli v roku 2025 menej intenzívne než v predchádzajúcom roku a zasiahli len obmedzený počet monitorovacích staníc. V zimnom období, najmä vo februári, išlo predovšetkým o dlhotrvajúce obdobia teplotnej inverzie, ktoré viedli k dočasnému zvýšeniu koncentrácií znečisťujúcich látok, najmä v oblastiach s vyššou emisnou záťažou spôsobenou lokálnym vykurovaním.

Dlhodobé hodnotenie ukazuje, že kvalita ovzdušia na Slovensku sa postupne zlepšuje, predovšetkým v prípade koncentrácií tuhých častíc a oxidu dusičitého. Tento priaznivý trend je výsledkom kombinácie legislatívnych opatrení, modernizácie technológií, postupného znižovania emisií v kľúčových sektoroch hospodárstva, ako aj obnovy vykurovacích zariadení v domácnostiach a prechodu na ekologickejšie spôsoby vykurovania. Napriek tomu pretrvávajú lokálne problémy, ktoré súvisia najmä s emisiami z vykurovania domácností v Banskobystrickom a Košickom kraji, intenzívnou dopravnou záťažou v najväčších krajských mestách a v aglomerácii Košice aj s vplyvom významného priemyselného zdroja. Tento podnik zmenil vlastníka a deklaroval zámer modernizovať výrobu. Ak sa plánované opatrenia podarí zrealizovať, možno v budúcnosti očakávať ďalšie zlepšenie kvality ovzdušia v tomto regióne.

V niektorých regiónoch zostáva zlepšovanie kvality ovzdušia dlhodobou výzvou. Dôvodom sú nielen špecifické geografické a meteorologické podmienky, ktoré obmedzujú rozptyl znečisťujúcich látok, ale aj sociálno-ekonomická situácia časti obyvateľstva, najmä nízkopríjmových domácností, ktorá sťažuje prechod na modernejšie a ekologickejšie spôsoby vykurovania.

Súčasťou hodnotenia sú aj požiadavky novej európskej smernice o kvalite okolitého ovzdušia, ktorá po roku 2030 zavádza prísnejšie limitné hodnoty pre viaceré znečisťujúce látky a smeruje k ich zosúladieniu s odporúčaniami Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO). V rámci hodnotenia boli preto vypracované posúdenia budúcich limitov, ktoré umožňujú lepšie odhadnúť pripravenosť na nadchádzajúce legislatívne zmeny. Výsledky naznačujú, že i keď sa situácia postupne zlepšuje, dosiahnutie nových limitov bude v niektorých lokalitách vyžadovať ďalšie ciele opatrenia na znižovanie emisií.

Úsek Emisie a kvalita ovzdušia



ZHRNUTIE PRE LAICKÚ VEREJNOSŤ

■ Sledovanie kvality ovzdušia

Kvalita ovzdušia závisí od kombinácie viacerých faktorov – **miestnych emisií, meteorologických podmienok a diaľkového prenosu znečisťujúcich látok**. Na jej objektívne hodnotenie je nevyhnutné nielen systematické meranie koncentrácií znečisťujúcich látok, ale aj modelové simulácie, ktoré pomáhajú doplniť informácie o priestorovom rozložení koncentrácií v oblastiach bez priameho merania.

Emisie vypúšťané do ovzdušia z rôznych zdrojov sa v atmosfére rozptyľujú a dokážu sa prenášať vetrom na veľké vzdialenosti. Pri tomto prenose podliehajú chemickým premenám a pôsobením gravitačnej sily postupne sedimentujú na zemský povrch alebo vegetáciu..

Zrážky, ako dážď alebo sneh, predstavujú účinný mechanizmus odstraňovania znečisťujúcich látok z ovzdušia. Počas zrážkovej činnosti dochádza k tzv. mokrej depozícii, pri ktorej sa emisie viažu na kvapky vody a sú následne prenesené na zemský povrch. Tento proces významne prispieva k znižovaniu koncentrácií niektorých znečisťujúcich látok v atmosfére.

Na monitorovacích staniciach zaznamenávame koncentrácie znečisťujúcich látok, ktoré charakterizujú kvalitu ovzdušia v danej lokalite. Meranie koncentrácií týchto látok v ovzduší uskutočňuje Slovenský hydrometeorologický ústav na staniciach **Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia (NMSKO)**. Na Obr. 1 sú zobrazené tri základné typy automatických monitorovacích staníc (AMS):

- *mestská dopravná stanica,*
- *mestská pozadová stanica,*
- *vidiecka (regionálna) pozadová stanica.*

Na viacerých AMS sa okrem kvality ovzdušia sleduje aj chemické zloženie atmosférických zrážok. V oblastiach, kde sa nenachádzajú monitorovacie stanice, sa používa na určenie koncentrácií znečisťujúcich látok v atmosfére matematické modelovanie.



Obr. 1 Základné typy automatických monitorovacích staníc Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia.



Bratislava, Mamateyova

• **Mestská pozad'ová stanica**

Monitoruje kvalitu ovzdušia v mestskom pozadí, poskytuje údaje o priemernej expozícii obyvateľstva znečisťujúcim látkam v bežnom mestskom prostredí, mimo bezprostredného vplyvu hlavných emisií z dopravy či priemyslu.



Nitra, Štúrova

• **Mestská dopravná stanica**

Monitoruje úroveň znečistenia ovzdušia v tesnej blízkosti rušných komunikácií, kde sú koncentrácie znečisťujúcich látok výrazne ovplyvnené emisiami z cestnej dopravy. Poskytuje údaje o maximálnej expozícii obyvateľov žijúcich alebo pohybujúcich sa v týchto lokalitách.



Stará Lesná, EMEP

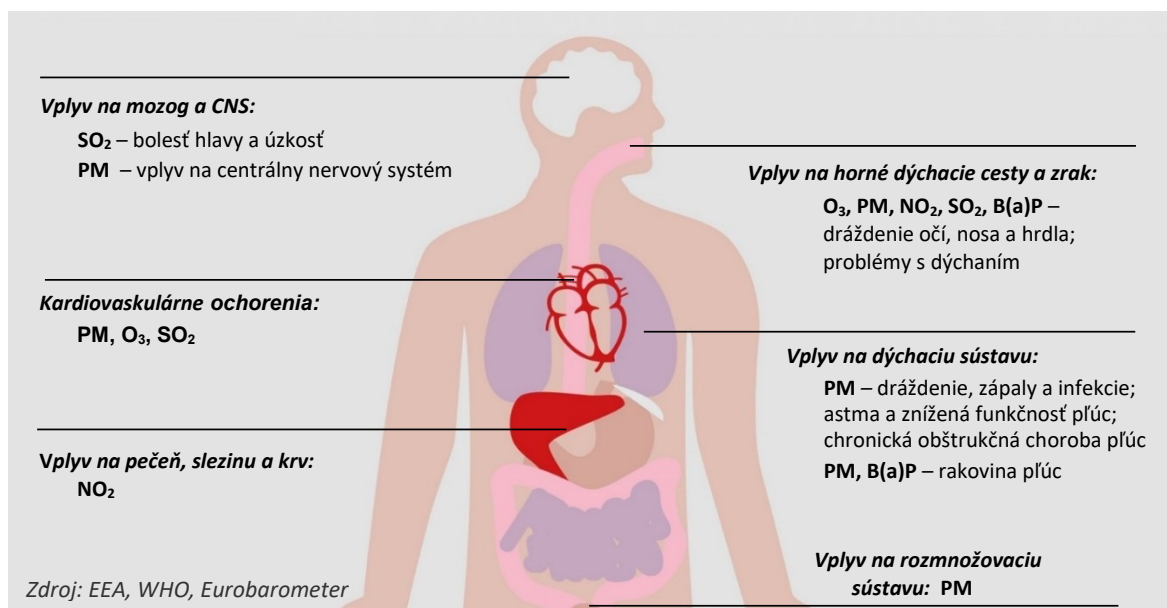
• **Vidiecka (regionálna) pozad'ová stanica**

Monitoruje úroveň znečistenia ovzdušia mimo dosahu priamych miestnych zdrojov, najmä vo vidieckom alebo prírodnom prostredí. Poskytuje údaje o regionálnom pozadí a diaľkovom prenose znečisťujúcich látok.

Sledované znečisťujúce látky, ktorých monitorovanie predpisuje legislatíva, majú preukázané nepriaznivé účinky na ľudské zdravie a vegetáciu. Chemické látky, ktoré sa v atmosfére nachádzajú, môžu navyše vstupovať do reakcií, pri ktorých vznikajú ďalšie, často toxické zlúčeniny. Z tohto dôvodu je nevyhnutné pravidelné meranie ich koncentrácií v ovzduší.

Znečistenie ovzdušia neovplyvňuje všetkých ľudí rovnako – medzi najzraniteľnejšie skupiny patria starší a chronicky chorí ľudia, tehotné ženy a malé deti (**Obr. 2**).

Obr. 2 Vplyv znečistenia ovzdušia na ľudské zdravie.



Dôležitým cieľom monitoringu a modelovania kvality ovzdušia je takisto snaha o porozumenie procesom, ktoré prebiehajú v atmosfére. Svoju úlohu tu zohrávajú charakteristiky zdrojov znečisťovania (napr. výšky komínov), vlastnosti spalín, (napríklad ich teplota a rýchlosť) ako aj meteorologické podmienky (vietor, zrážky, teplotné zvrstvenie) či vlastnosti okolitého terénu.

Slovenská legislatíva, legislatíva EÚ a Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) stanovujú limitné, cieľové a odporúčané hodnoty pre koncentrácie znečisťujúcich látok v ovzduší, s cieľom chrániť ľudské zdravie pred dlhodobým pôsobením znečistenia ovzdušia. Stručná charakteristika znečisťujúcich látok:

PM₁₀, PM_{2,5}	sú drobné častice alebo kvapôčky s aerodynamickým priemerom menším ako 10 µm, resp. 2,5 µm. Označenie PM pochádza z anglického <i>particulate matter</i> , zahŕňa však tuhú aj kvapalnú fázu. PM _{2,5} predstavujú jemnú veľkostnú frakciu častíc. Častice PM rozptýlené v ovzduší tvoria atmosférický aerosól.
<i>Zdravotné účinky</i>	Čím sú častice menšie, tým hlbšie prenikajú do dýchacej sústavy. Zdravotné účinky závisia nielen od veľkosti, ale aj od chemického zloženia častíc. Dlhodobá expozícia môže mať negatívne účinky na dýchací a kardiovaskulárny systém.
<i>Hlavné zdroje</i>	Častice PM ₁₀ a PM _{2,5} pochádzajú z rôznych zdrojov – prírodných (napr. pôdny prach) aj antropogénnych, teda vyvolaných ľudskou činnosťou (doprava, priemysel, vykurovanie). Najvýznamnejším zdrojom týchto častíc na Slovensku je vykurovanie domácností tuhými palivami, ktoré výrazne zhoršuje kvalitu ovzdušia, najmä v zimnom období. Problém ešte zhoršujú nepriaznivé rozptylové podmienky, najmä teplotné inverzie v horských a kotlinových oblastiach, ktoré bránia rozptýleniu znečistenia a spôsobujú jeho hromadenie pri zemi.

Benzo(a)pyrén [B(a)P]	patrí do skupiny polycyklických aromatických uhľovodíkov. Vzniká pri nedokonalom spaľovaní, je súčasťou jemnej frakcie atmosférického aerosólu. Významným zdrojom expozície obyvateľstva je aj fajčenie.
<i>Zdravotné účinky</i>	Benzo(a)pyrén má karcinogénne a mutagénne účinky.
<i>Hlavné zdroje</i>	Najvýznamnejším zdrojom emisií B(a)P je vykurovanie domácností tuhým palivom (viď PM), ďalej cestná doprava; z veľkých zdrojov znečisťovania benzo(a)pyrénom je významná výroba koksu.

Ozón (O₃)	je trojatómová molekula kyslíka. Kým stratosférický ozón plní dôležitú úlohu ochrany pred škodlivým ultrafialovým žiarením slnka, troposférický (prízemný) ozón má nepriaznivý vplyv na ľudské zdravie, vegetáciu, architektonické stavby, a preto je zaradený medzi znečisťujúce látky.
<i>Zdravotné účinky</i>	Môže spôsobiť dráždenie očí, dýchacie ťažkosti, pri dlhodobej expozícii môže viesť k zápalovým ochoreniam dýchacích ciest a pri vysokých koncentráciách aj k chronickej obštrukčnej chorobe pľúc.
<i>Hlavné zdroje</i>	Ozón v atmosfére vzniká pri fotochemických reakciách z prekursorov, ktorými sú oxidy dusíka, CO a prchavé organické uhľovodíky. Prenos z vyšších vrstiev atmosféry je významný najmä vo vyšších horských polohách.

Ťažké kovy	Definícia tejto skupiny látok v kontexte ochrany životného prostredia vychádza z hustoty látky a z vplyvu na živé organizmy, preto je do tejto skupiny zaradený polokov arzén. V ovzduší sa sledujú koncentrácie olova, kadmia, niklu, arzenu a ortuti . Na vidieckych (regionálnych) požadových monitorovacích staniciach sa monitorujú tiež zinok, chróm, meď a sú sledované vo ovzduší aj v zrážkach. Ťažké kovy sú prevažne súčasťou jemnej veľkostnej frakcie atmosférického aerosólu.
<i>Zdravotné účinky</i>	Najvýznamnejšou cestou, akou sa ťažké kovy dostávajú do ľudského organizmu, je príjem potravy, zatiaľ čo inhalácia predstavuje menej častú, no relevantnú

formu expozície. Majú schopnosť bioakumulácie – teda hromadenia sa v ľudskom tele. Dlhodobá expozícia týmto látkam môže viesť k závažným chronickým zdravotným poruchám, ako sú: Neurotoxické účinky – najmä olovo, ktoré poškodzuje nervový systém, najzávažnejšie u detí; Nefrotoxické účinky – ortuť, kadmium a olovo môžu negatívne ovplyvniť funkciu obličiek; Karcinogenita – nikel, kadmium a arzén sú klasifikované ako preukázané karcinogény; Respiračné poškodenie – arzén sa spája so zápalovými zmenami v dýchacích cestách a chronickými ochoreniami pľúc.

<i>Hlavné zdroje</i>	Metalurgia, v menšej miere energetika a vykurovanie domácností uhlím.
Benzén (C ₆ H ₆)	patrí medzi prchavé organické látky. Za normálnych podmienok je v kvapalnom stave, nemieša sa s vodou a má charakteristický zápach.
<i>Zdravotné účinky</i>	Benzén je karcinogénna látka.
<i>Hlavné zdroje</i>	Cestná doprava, petrochemický priemysel.
Oxid siričitý (SO ₂)	je bezfarebný reaktívny plyn, pri vyšších koncentráciách má silný dráždivý zápach.
<i>Zdravotné účinky</i>	Pôsobí dráždivo na dýchacie cesty a očné spojivky, pri dlhodobej expozícii môže spôsobovať ochorenia dýchacích ciest najmä u detí.
<i>Hlavné zdroje</i>	Spaľovacie procesy v priemysle a energetike, prípadne vykurovanie domácností uhlím s vysokým obsahom síry.
Oxidy dusíka (NO _x)	V kontexte kvality ovzdušia sú spoločným názvom oxidy dusíka označované oxid dusičitý (NO ₂) a oxid dusnatý (NO). NO ₂ je žltohnedý jedovatý plyn, NO je reaktívny plyn, ktorý rýchlo oxiduje na NO ₂ . Oxidy dusíka, oxid uhoľnatý a prchavé organické látky vstupujú do reakcií, ktoré ovplyvňujú koncentrácie prízemného ozónu, sú tzv. prekurzormi O ₃ .
<i>Zdravotné účinky</i>	Dráždenie očí a dýchacích ciest, kašeľ, bolesti hlavy. Pri dlhodobej expozícii môže spôsobovať zápalové ochorenia dýchacích ciest a pľúc, zmeny v zložení krvi, alergické reakcie, poruchy imunitného systému.
<i>Hlavné zdroje</i>	Cestná doprava, spaľovacie procesy v priemysle a energetike.
Oxid uhoľnatý (CO)	je bezfarebný jedovatý plyn bez zápachu, ktorý vzniká pri neúplnom alebo neefektívnom horení.
<i>Zdravotné účinky</i>	Zabraňuje prístupu kyslíka do krvi. Chronické účinky – dlhodobá expozícia môže spôsobiť poškodenie tkanív, obzvlášť ohrozené sú osoby trpiace kardiovaskulárnymi chorobami
<i>Hlavné zdroje</i>	Cestná doprava a spaľovacie procesy v priemysle a energetike.

POPIS ÚZEMIA SR Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA

Znečisťujúce látky majú rôzne fyzikálne a chemické vlastnosti, do ovzdušia sú uvoľňované z prírodných zdrojov alebo následkom ľudskej činnosti. Kvalita ovzdušia (KO) závisí od viacerých podmienok:

- od množstva emisií,
- priestorového rozloženia zdrojov znečisťovania ovzdušia,
- meteorologických podmienok,
- vlastností okolitého terénu.

Medzi procesy ovplyvňujúce správanie znečisťujúcich látok v ovzduší patria prenos v horizontálnom smere (advekcia) aj vertikálnom smere (konvekcia), chemické reakcie (napríklad oxidácia NO na NO₂, či vznik ozónu), zmenu skupenstva (napr. kondenzácia pri ochladení horúcich spalín unikajúcich z komínov) a suchú, mokrú a skrytú depozíciu. Suchá depozícia predstavuje zachytávanie znečisťujúcich látok na zemskom povrchu alebo na vegetácii. Mokrú depozíciu je vymývanie znečisťujúcich látok rozptýlených v ovzduší atmosférickými zrážkami. **Zrážky veľmi efektívne znižujú znečistenie v atmosfére a umožňujú jeho prenos do iných zložiek životného prostredia – vody, pôdy a sedimentov.** Skrytá depozícia je záchyt kvapiek hmly (prípadne oblakov) na rôznych povrchoch, najmä na rastlinách. Významnejšiu úlohu má v lesných porastoch a v horských polohách.

Členitosť terénu ovplyvňuje rýchlosť a smer prúdenia vzduchu a je jednou z charakteristík, určujúcich podmienky pre rozptyl znečisťujúcich látok, ktoré sú na území SR nepriaznivé najmä v uzavretých horských kotlinách. Častý výskyt inverzií v týchto oblastiach je faktorom, ktorý komplikuje rozptyl znečisťujúcich látok v atmosfére a je jedným z dôvodov výskytu vysokých koncentrácií týchto látok v ovzduší v zimnom období. Od veterných podmienok závisí aj potenciálny diaľkový prenos znečisťujúcich látok, keďže niektoré z nich môžu zotrvať v ovzduší aj niekoľko dní. V nasledujúcom texte uvedieme stručne charakteristiku územia SR z hľadiska členitosti terénu a meteorologických prvkov, ktoré najviac ovplyvňujú kvalitu ovzdušia.

■ Veterné pomery

Smer prúdenia vzduchu v strednej Európe je najviac ovplyvňovaný všeobecnou cirkuláciou vzduchu a reliéfom krajiny. Na Slovensku prevláda **západné a severozápadné prúdenie vzduchu**, v niektorých lokalitách, najmä v priesmykoch, dolinách a kotlinách to však v dôsledku reliéfu neplatí. Na Záhorí prevažuje juhovýchodný vietor nad severozápadným, v Podunajskej nížine naopak. Severné prúdenie dominuje na strednom Považí, na Ponitří a na východnom Slovensku.

V nížinách západného Slovenska sa priemerná ročná rýchlosť vetra vo výške 10 metrov nad povrchom pohybuje v intervale od 3 do 4 m·s⁻¹, na východnom Slovensku od 2 do 3 m·s⁻¹.

Dobre ventilované oblasti sa môžu vyznačovať nižšími koncentraciami znečisťujúcich látok, napriek prítomnosti blízkych zdrojov znečisťovania ovzdušia.

V kotlinách je veternosť závislá od ich polohy a otvorenosti voči prevládajúcemu prúdeniu. Priemerná ročná rýchlosť vetra je v otvorenejších kotlinách (napr. v Považskom podolí, Podtatranskej kotline, Košickej kotline) od 2 do 3 m·s⁻¹, v uzavretejších kotlinách, kde je i najväčší výskyt inverzií (napr. Zvolenská kotlina, Žiarska kotlina, Žilinská kotlina) od 1 do 2 m·s⁻¹ a v uzavretých kotlinách (napr. Breznianska kotlina, Rožňavská kotlina, západná časť Liptovskej kotliny – v oblasti Ružomberka) je častejší výskyt bezvetria a priemerné rýchlosti vetra sú často ešte nižšie.

V pohoriach priemerná ročná rýchlosť vetra dosahuje 4 až 8 m·s⁻¹. Aj v nižších polohách existujú lokality (Košice, Bratislava) s vyšším ročným priemerom rýchlosti vetra ako 4 m·s⁻¹, pričom Bratislava patrí k najveternejším mestám strednej Európy.

■ Atmosférické zrážky

Množstvo zrážok na Slovensku vo všeobecnosti pribúda s nadmorskou výškou o približne 50 – 60 mm na 100 m výšky. Ich ročný úhrn je zhruba od 500 mm (východná časť Žitného ostrova, oblasť Galanty a Senca) do 2 000 mm (Vysoké Tatry).

Relatívne nízke úhrny zrážok sú v tzv. dažďovom tieni pohorí. Týka sa to napríklad spišských kotlín, ktoré sú pomerne suché a chránené od juhozápadu až severozápadu Vysokými a Nízkymi Tatrami a od juhu Slovenským rudohorím.

Najviac zrážok sa vyskytuje v júni až auguste (40 % – najdaždivejší je jún alebo júl), na jar je to 25 %, na jeseň 20 % a v zime 15 % zrážok, najmenej zrážok je v januári až marci.

Veľká premenlivosť zrážok počas roka spôsobuje najmä v nížinách časté a niekedy dlhotrvajúce obdobia sucha, ktoré vytvárajú podmienky pre zvýšenú eróziu pôdy nepokrytej vegetáciou. K najsuchším patrí Podunajská nížina, ktorá je najteplejšou a relatívne najveternejšou oblasťou Slovenska.

1.1 ROZDELENIE ÚZEMIA DO AGLOMERÁCIÍ A ZÓN

Zdroje znečisťovania ovzdušia sú v krajine rozmiestnené nerovnomerne. Kvôli efektívnemu hodnoteniu kvality ovzdušia je podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2008/50/ES o kvalite okolitého ovzdušia a čistejšom ovzduší v Európe a právnych predpisov SR (Vyhláška MŽP SR č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia) územie Slovenska rozdelené na zóny a aglomerácie.

Členenie územia na zóny a aglomerácie je uverejnené v Prílohe č. 11 k Vyhláške Ministerstva životného prostredia SR č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia a je uverejnený na *webovej stránke* SHMÚ.

1.1.1 Rozdelenie územia do zón a aglomerácií pre SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, benzén, polycyklické aromatické uhľovodíky a CO

Slovensko je na účely sledovania a regulácie kvality ovzdušia rozdelené na **zóny** a **aglomerácie**. Zónami sú spravidla jednotlivé kraje, pričom osobitnú kategóriu tvoria mestá s počtom obyvateľov nad 250 000, ktoré sú definované ako aglomerácie. Na Slovensku túto podmienku spĺňajú Bratislava a Košice.

Aglomerácie:

- Aglomerácia Bratislava – územie hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy,
- Aglomerácia Košice – územie mesta Košice a obcí Bočiar, Haniska, Sokoľany a Veľká Ida.

Zóny:

- Banskobystrický kraj
- Bratislavský kraj¹
- Košický kraj²
- Nitriansky kraj
- Prešovský kraj
- Trenčiansky kraj
- Trnavský kraj
- Žilinský kraj

Podrobné údaje o zónach a aglomeráciách sú uvedené v Prílohách tejto Správy.

¹ nezahŕňa územie Bratislavy

² nezahŕňa územie aglomerácie Košice

Tab. 1.1 obsahuje informáciu o rozlohe a osídlení jednotlivých krajov podľa údajov, ktoré sú k dispozícii na webovej stránke Štatistického úradu (ŠÚ SR).

Tab. 1.1 Rozloha a počet obyvateľov v jednotlivých krajoch SR

	Plocha [km ²]	Počet obyvateľov*
Bratislavský kraj	2 053	739 635
Trnavský kraj	4 146	565 462
Trenčiansky kraj	4 502	562 536
Nitriansky kraj	6 344	661 995
Žilinský kraj	6 809	684 190
Banskobystrický kraj	9 454	607 581
Prešovský kraj	8 973	810 075
Košický kraj	6 754	777 933

* Stav k 31. 12. 2025

Zdroj: Štatistický úrad SR

1.1.2 Rozdelenie územia do zón a aglomerácií pre olovo, arzén, kadmium, nikel, ortuť a ozón

Územie Slovenskej republiky je pre olovo, arzén, kadmium, nikel, ortuť a ozón rozdelené na dve zóny:

Aglomerácia: Aglomerácia Bratislava

Zóna: Slovensko

Dôvodom je charakter týchto znečisťujúcich látok a výsledky dlhodobého hodnotenia kvality ovzdušia. Koncentrácie olova, arzénu, kadmia, niklu a ortuti sa na území Slovenska dlhodobo pohybujú pod limitnými alebo cieľovými hodnotami a nevyskytujú sa rozsiahle oblasti so zhoršenou kvalitou ovzdušia.

Výskyt troposférického ozónu má prevažne regionálny charakter. Jeho koncentrácie sú významne ovplyvnené cezhraničným prenosom, fotochemickou tvorbou z prekursorov emitovaných aj vo veľkých vzdialenostiach a prírodnými zdrojmi prchavých organických zlúčenín.

Napriek tomu, že je cieľová hodnota ozónu na ochranu ľudského zdravia prekračovaná, nejde o problém viazaný na konkrétne mestské alebo priemyselné oblasti, ale o regionálny jav zasahujúci rozsiahle územia. Z tohto dôvodu sa pre ozón neuplatňuje podrobnejšie členenie územia na viacero zón.



Počiatok monitorovania znečisťujúcich látok v ovzduší sa na Slovensku datuje od druhej polovice päťdesiatych rokov 20. storočia. Systematický monitoring sa začal vykonávať od roku 1967, keď vstúpil do platnosti prvý zákon o ochrane ovzdušia (Zákon č. 35/1967 Zb. o opatreniach proti znečisťovaniu ovzdušia). Merania, ktoré spočiatku zahŕňali iba SO₂ a prašný spád v Bratislave, Košiciach a okolí, boli postupne dopĺňané o ďalšie znečisťujúce látky a lokality. Právne predpisy sa časom menili – rozširovali sa sledované látky a sprísňovali limitné hodnoty. Príkladom úpravy je zníženie limitnej hodnoty pre priemernú ročnú koncentráciu PM_{2,5}, ktorá bola od roku 2020 znížená na hodnotu 20 µg·m⁻³ (z pôvodných 25 µg·m⁻³). Súčasná podoba právnych predpisov v SR je implementáciou legislatívy EÚ.

Dňa 23. októbra 2024 bola schválená Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/2881 o kvalite okolitého ovzdušia a čistejšom ovzduší v Európe s ambicióznymi cieľmi do roku 2030. Táto právna úprava nahradila smernice 2004/107/ES (4) a 2008/50/ES.

Cieľom monitorovania kvality ovzdušia je hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia a expozície obyvateľstva. Monitorovacie stanice sú umiestnené tak, aby reprezentovali lokality ovplyvnené hlavnými zdrojmi emisií, mestské pozadové prostredie aj regionálne pozadie. Regionálne pozadové stanice umožňujú sledovať diaľkový prenos znečisťujúcich látok a dlhodobé trendy kvality ovzdušia.

Znečisťujúce látky dokážu v ovzduší pretrvať aj niekoľko dní. Ich zotrvanie závisí od rôznych vlastností, ako je napríklad sedimentačná rýchlosť či chemická reaktivita. Vplyvom prúdenia vzduchu sa tieto látky môžu prenášať na značné vzdialenosti, čo sa označuje ako diaľkový prenos. Dôsledkom toho je, že aj zdanlivo čisté horské oblasti môžu byť zasiahnuté vysokými koncentraciami znečisťujúcich látok.

Sieť monitorovacích staníc – *Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia* (NMSKO) – sa začala budovať ešte v ČSFR v roku 1991³. V súčasnosti zahŕňa kontinuálne meranie pomocou automatických prístrojov a manuálne odbery vzoriek⁴, ktoré sa analyzujú v Skúšobnom laboratóriu SHMÚ i iných externých laboratóriách. Sleduje sa kvalita zrážok na regionálnych AMS s monitorovacím programom EMEP⁵.

Podrobný zoznam monitorovacích prístrojov a metód, je uvedený v „**Prílohe A** – *Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia, zoznam staníc – 2025*“.

V roku 1979 bol v Ženeve podpísaný Dohovor EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia prechádzajúcom hranicami štátov (ďalej Dohovor). Doteraz bolo v rámci Dohovoru podpísaných osem protokolov. Prvým z nich je Protokol o dlhodobom financovaní programu spolupráce pre monitorovanie a vyhodnocovanie diaľkového šírenia látok znečisťujúcich ovzdušie v Európe (EMEP) (Ženeva, 1984).

Cieľom EMEP je monitorovať, modelovať a hodnotiť diaľkový prenos znečisťujúcich látok v Európe a vypracovávať podklady pre stratégiu znižovania emisií na medzinárodnej úrovni. Monitorovacia sieť EMEP má v súčasnosti približne 180 regionálnych staníc, vrátane štyroch slovenských EMEP staníc, ktoré sú súčasťou NMSKO. Prvá EMEP stanica na území SR vznikla na Chopku pri meteorologickom observatóriu SHMÚ v nadmorskej výške 2008 m. Merania kvality ovzdušia sa tu začali realizovať už v roku 1977.

Monitorovací program siete EMEP sa na staniciach postupne rozširoval. Merania zlúčenín síry a analýzy zrážok dopĺňali oxidy dusíka, dusičnany, amónne ióny v ovzduší, tuhé častice, ozón a prchavé organické

³ Dušan Závodský: *História monitoringu a hodnotenia kvality ovzdušia na Slovensku. Meteorologický časopis 4/2010.* Dostupné: https://www.shmu.sk/File/ExtraFiles/MET_CASOPIS/2010-4_MC.pdf

⁴ *Manuálny monitoring pokrýva meranie koncentrácií ťažkých kovov, prchavých organických zlúčenín (volatile organic compounds – VOC) a polycyklických aromatických uhľovodíkov (polycyclic aromatic hydrocarbons – PAH) v ovzduší a tiež monitoring kvality ovzdušia*

⁵ *(Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmisssion of Air Pollutants in Europe)*

zlúčeniny. Neskôr boli začlenené do programu aj merania ťažkých kovov a od jesene roku 2020 organický a elementárny uhlík EC/OC v ovzduší.

Monitorovací program staníc kvality ovzdušia v sieti NMSKO je uvedený v [Tab. 2.1](#). Tabuľka obsahuje informácie o monitorovacích staniciach kvality ovzdušia patriacich do NMSKO podľa aglomerácií a zón:

- charakteristiku stanice podľa dominantných zdrojov znečisťovania ovzdušia (dopravná, pozadňová, priemyselná), typ oblasti, ktorú daná stanica monitoruje (mestská, predmestská, vidiecka/regionálna) a geografické súradnice;
- monitorovací program. Automatické prístroje kontinuálneho monitoringu poskytujú priemerné hodinové koncentrácie PM_{10} , $PM_{2,5}$, oxidov dusíka, oxidu siričitého, ozónu, oxidu uhoľnatého, benzénu a ortuti. Skúšobné laboratórium SHMÚ v rámci manuálneho monitoringu analyzuje ťažké kovy a polycyklické aromatické uhľovodíky, výsledkom sú priemerné 24-hodinové hodnoty. Výnimkou sú EMEP stanice, ktorých monitorovací program je popísaný v [Tab. 2.2](#) a [Tab. 2.3](#).



Tab. 2.1 Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia (NMSKO).

AGLOMERÁCIA zóna	Monitorovacia stanica	Typ		Kontinuálne							Manuálne		
		oblastí	stanice	PM ₁₀	PM _{2,5}	Oxid dusíka NO, NO ₂ , NO _x	Oxid siričitý SO ₂	Ozón O ₃	Oxid uhoľnatý CO	Ortuť	Ťažké kovy As, Cd, Ni, Pb	Polyaromatické uhľovodíky B(a)P	
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám	U	B	x	x								
	Bratislava, Trnavské mýto	U	T	x	x	x			x		x	x	
	Bratislava, Jeséniova	S	B	x	x	x	x	x			x	x	
	Bratislava, Mamateyova	U	B	x	x	x	x	x					
	Bratislava, Púchovská	U	T	x	x	x	x		x				x
	Spolu 5 staníc			5	5	4	3	2	2		2	3	
KOŠICE	Košice, Amurská	U	B	x	x								
	Košice, Štefánikova	U	T	x	x	x	x		x				
	Košice, Ďumbierska	S	B					x					
	Veľká Ida, Letná	S	I	x	x				x		x	x	
	Spolu 4 stanice			3	3	1	1	1	2		1	1	
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	U	T	x	x	x	x		x		x	x	
	Banská Bystrica, Zelená	U	B	x	x	x		x				x	
	Jelšava, Jesenského	U	B	x	x	x		x			x	x	
	Hnúšťa, Hlavná	U	B	x	x								
	Lučenec, Gemerská cesta	U	T	x	x	x		x	x				
	Žiar nad Hronom, Jilemnického	U	B	x	x								
	Žarnovica, Dolná	S	B	x	x	x							x
	Zvolen, J. Alexyho	U	B	x	x								
Spolu 8 staníc			8	8	5	1	3	2		2	4		
Bratislavský kraj	Pezinok, Obrancov mieru	U	B	x	x	x		x					
	Rohožník, Senická	S	T	x	x	x	x		x				
	Senec, Boldocká	U	T	x	x	x		x	x				
	Spolu 4 stanice			3	3	3	1	2	2		0	0	
Košický kraj	Kojšovská hoľa	R	B			x		x					
	Trebišov, T. G. Masaryka	S	B	x	x	x		x					
	Strážske, Mierová	U	B	x	x								
	Krompachy, SNP	U	T	x	x	x	x		x			x	
	Spolu 4 stanice			3	3	3	1	2	1		0	1	
Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	U	T	x	x	x	x		x			x	
	Nitra, Janíkovce	S	B	x	x	x		x					
	Komárno, Vnúťorná Okružná	U	B	x	x	x		x					
	Plášťovce	S	B	x	x	x		x				x	
	Spolu 4 stanice			4	4	4	1	3	1		0	2	
Prešovský kraj	Humenné, Nám. Slobody	U	B	x	x	x		x					
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	R	B	x	x	x		x			x	x	
	Gánovce, Meteo. st.	R	B			x		x					
	Poprad, Železničná	S	B	x	x	x							
	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu	U	T	x	x	x			x				
	Štarina, Vodná nádrž, EMEP	R	B			x		x		x	x	x	
	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika	U	B	x	x		x						
	Kolonické sedlo	R	B	x	x								
	Bardejov, Pod Vinbargom	S	B	x	x	x		x					
Spolu 9 staníc			7	7	7	1	5	1	1	2	2		
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	U	B	x	x	x	x	x			x	x	
	Bystričany, Rozvodňa SSE	S	B	x	x		x						
	Handlová, Morovnianska cesta	U	B	x	x		x						
	Trenčín, Hasičská	U	T	x	x	x	x		x				

AGLOMERÁCIA zóna	Monitorovacia stanica	Typ		Kontinuálne						Manuálne				
		oblasti	stanice	PM ₁₀	PM _{2,5}	Oxid dusíka NO, NO ₂ , NO _x	Oxid siričitý SO ₂	Ozón O ₃	Oxid uhoľnatý CO	Ortuť	Ťažké kovy As, Cd, Ni, Pb	Polyaromatické uhľovodíky B(a)P		
AGLOMERÁCIA zóna	Púchov, 1. mája	S	B	x	x	x	x		x		x	x		
	Spolu 5 staníc			5	5	3	5	1	2		2	2		
	Trnavský kraj													
Trnavský kraj	Topoľníky, Aszód, EMEP	R	B	x	x	x	x	x		x				
	Senica, Hviezdoslavova	U	T	x	x		x							
	Trnava, Kollárova	U	T	x	x	x			x			x		
	Sereď, Vinárska	U	B	x	x	x					x			
	Spolu 4 stanice			4	4	3	2	1	1	1	2	1		
Žilinský kraj	Chopok, EMEP	R	B			x		x			x			
	Martin, Jesenského	U	T	x	x	x			x			x		
	Ružomberok, Riadok	U	B	x	x	x	x	x	x		x	x		
	Žilina, Obežná	U	B	x	x	x		x	x			x		
	Oščadnica	S	B	x	x	x	x	x				x		
	Liptovský Mikuláš, Školská	U	B	x	x	x	x							
Spolu 6 staníc			5	5	6	3	4	3		2	4			
NMSKO spolu 52 monitorovacích staníc						47	47	39	19	24	17	2	13	20

Typ oblasti: U – mestská, S – predmestská, R – vidiecka (regionálna)

Typ stanice: B – pozadová, T – dopravná, I – priemyselná

*Poznámka: AMS v Rovinke bola väčšinu roka 2025 z technických príčin mimo prevádzky

Monitorovací program kvality ovzdušia na EMEP staniciach v roku 2025 (Tab. 2.2) stanovuje nasledovné vzorkovacie intervaly:

- ozón: meraný kontinuálnym analyzátorom,
- ťažké kovy: každé tri dni v Topoľníkoch a na Starej Lesnej, týždenne na Starine a Chopku,
- VOC: týždenný interval odberu vzoriek,
- ostatné látky: 24-hodinový vzorkovací interval.

Tab. 2.2 Monitorovací program EMEP staníc – ovzdušie.

Monitorovacia stanica	Ozón O ₃	Oxid siričitý SO ₂	Oxidy dusíka NO _x	Sírany SO ₄ ²⁻	Dusičnany NO ₃ ⁻	Kyselina dusičná HNO ₃	Chloridy Cl	Amoniak, amonné ióny NH ₃ , NH ₄ ⁺	Alkalicke ióny K ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ ,	VOC	PM ₁₀ / TSP*	EC/OC	Olovo Pb	Arzén As	Kadmium Cd	Nikel Ni	Chróm Cr	Meď Cu	Zinok Zn	Ortuť Hg**
Chopok	x	x	x	x	x	x	x				x*		x	x	x	x	x	x	x	x
Topoľníky	x										x		x	x	x	x	x	x	x	x
Starina	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Stará Lesná	x										x	x	x	x	x	x	x	x	x	

* TSP – celkové suspendované častice v ovzduší

** Ortuť sa monitoruje mimo monitorovacieho programu EMEP

Kvalita zrážok (pH, vodivosť, sírany, dusičnany, chloridy, amonné ióny a katióny alkalických kovov) sa analyzuje zo vzoriek odobraných na EMEP staniciach podľa monitorovacieho programu uvedeného v Tab. 2.3.

Odberové intervaly zrážok na analýzu ťažkých kovov sú mesačné, s výnimkou EMEP stanice Starina, kde sa vzorky odoberajú týždenne. Na odber zrážok sa používajú dva typy zrážkomerov⁶: „wet-only“ a „bulk“.

Tab. 2.3 Monitorovací program zrážok na EMEP staniach a na stanici Bratislava, Jeséniova.

	pH	Vodivosť	Sířany (SO ₄ ²⁻)	Dusičnany (NO ₃ ⁻)	Chloridy (Cl ⁻)	Amónne ióny (NH ₄ ⁺)	Alkalické ióny (K ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺)	Olovo (Pb)	Arzén (As)	Kadmium (Cd)	Nikel (Ni)	Chróóm (Cr)	Meď (Cu)	Zinok (Zn)
Chopok	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Topoľníky	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Starina	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Stará Lesná	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bratislava, Jeséniova	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

2.1 MONITOROVACIE STANICE OSTATNÝCH PREVÁDZKOVATEĽOV

Tab. 2.4 Monitorovacie stanice ostatných prevádzkovateľov VZZO.

Zóna	Okres	Názov stanice*	Typ		Zemepisná		Nadm. výška [m]
			oblasti	stanice	dĺžka	šířka	
BRATISLAVA	Bratislava II	Bratislava, Vlčie Hrdlo (Slovnaft, a. s.)	S	I	17°10'13"	48°07'41"	134
		Bratislava, Pod. Biskupice (Slovnaft, a. s.)	U	B	17°13'01"	48°07'42"	132
Bratislavský kraj	Senec	Rovinka (Slovnaft, a. s.)	S	B	17°13'34"	48°06'05"	133
Nitriansky kraj	Šaľa	Trnovec nad Váhom (Duslo, a. s.)	S	B	17°55'43"	48°08'60"	117
Žilinský kraj	Ružomberok	Ružomberok (Mondi a. s. - Supra)	U	I	19°19'12"	49°04'43"	478
KOŠICE	Košice II	Košice, Haniska (U.S. Steel, s. r. o.)	S	I	21°15'07"	48°36'54"	212
		Košice, Poľov (U.S. Steel, s. r. o.)	R	B	21°11'54"	48°39'40"	271
Košický kraj	Košice-okolie	Veľká Ida (U.S. Steel, s. r. o.)	S	I	21°10'12"	48°33'35"	208

* V názve stanice je v zátvorkách uvedený vlastník stanice.

Typ oblasti: U - mestská, S - predmestská, R - vidiecka (regionálna)

Typ stanice: B - pozadová, T - dopravná, I - priemyselná

⁶ „Wet-only“ („iba mokrá“) zachytáva iba atmosférické zrážky, pričom vzorky sa využívajú na hodnotenie mokrej depozície. „Bulk“ suchá aj mokrá depozícia.



ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCIÁCH A ZÓNACH SLOVENSKA

3.1 ÚVOD

Hodnotenie kvality ovzdušia podľa požiadaviek § 4 Zákona č. 146/2023 Z. z. o ochrane ovzdušia a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len zákon o ochrane ovzdušia) uskutočňuje SHMÚ použitím monitorovania a matematického modelovania.

Kapitola 3 uvádza spracované výsledky monitorovania kvality ovzdušia. Hodnotenie kvality ovzdušia pomocou matematického modelovania je spracované v kapitole 4.

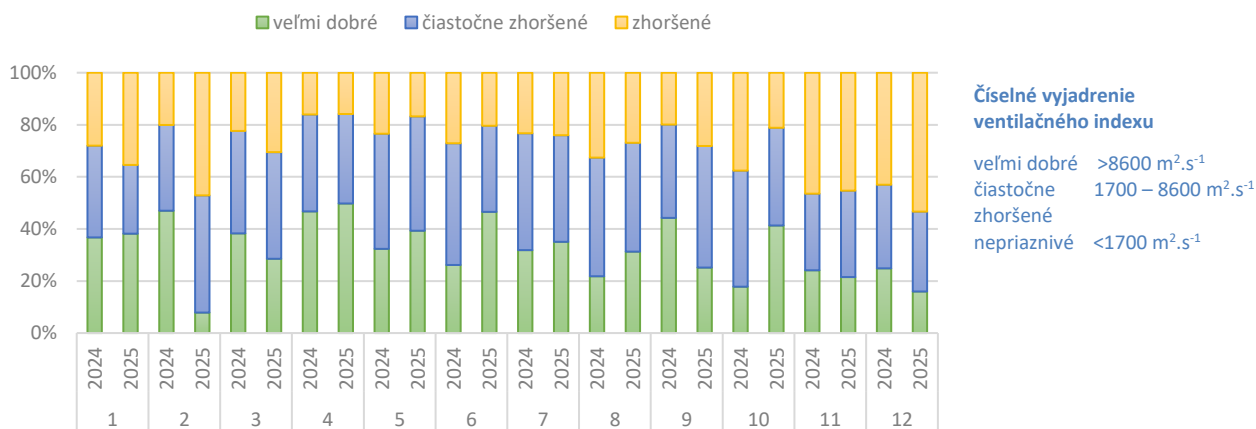
V kapitole 3.3 sú vyhodnotené výsledky meraní kvality ovzdušia na monitorovacích staniciach podľa limitných a cieľových hodnôt na ochranu ľudského zdravia. Kapitola 3.4 spracúva výsledky meraní monitorovacích staníc s programom EMEP podľa limitných hodnôt na ochranu vegetácie. Program EMEP zahŕňa aj analýzu kvality atmosférických zrážok.

3.1.1 Meteorologické podmienky – ventilačný index

Kvalitu ovzdušia určujú okrem samotných zdrojov znečisťovania aj meteorologické podmienky, ako sú rozptylové podmienky a zrážky.

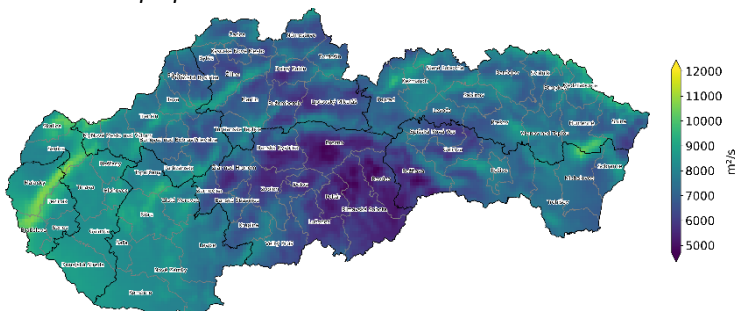
Rozptylové podmienky môžeme hodnotiť pomocou ventilačného indexu, ktorý je súčinom výšky premiešavania a priemernej rýchlosti vetra vo vnútri vrstvy premiešavania. Vrstva premiešavania je časť atmosféry, v ktorej prebieha mechanické a tepelné premiešavanie vzduchu. S rastúcou intenzitou turbulentného premiešavania sa zvyšuje aj výška vrstvy premiešavania. Čím vyššia je hodnota ventilačného indexu, tým lepšie sú rozptylové podmienky. Ventilačný index na miestach s monitorovacími stanicami v jednotlivých krajoch bol vypočítaný z výstupov meteorologického modelu ALADIN s priestorovým rozlíšením 2x2 km. Hodnoty ventilačného indexu sa menia v čase - vid' rozdiel hodnôt vo februári (Obr. 3.1) a v priestore v závislosti od orografie, zástavby atď.. Pri hodnotení bola použitá zjednodušená verzia metodiky CHMI⁷.

Obr. 3.1 Ventilačný index ako ukazovateľ rozptylových podmienok v r. 2024 a 2025.



⁷ Hana Škáchová, Josef Keder: Nová metodika pro stanovení tříd rozptylových podmínek pomocí ventilačního indexu. Meteorologické zprávy 78-2025, str. 21-30.

Obr. 3.2 Mapa priemerného ventilačného indexu v roku 2025.



Mapa ventilačného indexu za rok 2025 poukazuje na výrazné regionálne rozdiely v podmienkach pre rozptyl znečisťujúcich látok.

Veľmi dobré ventilačné podmienky sa vyskytovali najmä v západnej časti Slovenska, v Podunajskej nížine a lokálne aj v horských a podhorských

oblastiach severného Slovenska. Najnižšie hodnoty ventilačného indexu boli zaznamenané v kotlinových oblastiach stredného Slovenska, predovšetkým v južnej časti Banskobystrického kraja, kde sa častejšie vytvárajú podmienky priaznivé pre akumuláciu znečisťujúcich látok.

Na väčšine územia Slovenska sa ventilačný index pohyboval v kategórii čiastočne zhoršených rozptylových podmienok.

3.2 KRITÉRIÁ NA HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA

Kvalita ovzdušia (podľa §3 odseku 4 zákona o ochrane ovzdušia) je považovaná za dobrú, ak je úroveň znečistenia ovzdušia nižšia ako limitná hodnota, cieľová hodnota a záväzok zníženia expozície.⁸

V Tab. 3.1 sú uvedené limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí a kritické úrovne na ochranu vegetácie, horné a dolné medze na hodnotenie úrovne znečistenia vonkajšieho ovzdušia pre SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, CO a benzén. Tab. 3.2 uvádza cieľové hodnoty na ochranu zdravia ľudí a ochranu vegetácie pre As, Cd, Ni a benzo(a)pyrén [B(a)P]. Hodnoty uvedené v Tab. 3.1 a Tab. 3.2 vychádzajú zo slovenskej legislatívy (Príloha č. 1 k Vyhláške č. 250/2023 Z. z.⁹).

Tab. 3.1 Limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí a kritické úrovne na ochranu vegetácie, horné a dolné medze na hodnotenie úrovne znečistenia vonkajšieho ovzdušia pre znečisťujúce látky.

ZL	Receptor	Interval priemerovania	Limitná hodnota* [µg·m ⁻³]		Medza na hodnotenie [µg·m ⁻³]			
					Horná		Dolná	
SO ₂	Ľudské zdravie	1h	350	(24)				
		24h	125	(3)	75	(3)	50	(3)
NO _x	Vegetácia	1r, zimné obdobie	20	(-)	12	(-)	8	(-)
		1r	30	(-)	24	(-)	19,5	(-)
NO ₂	Ľudské zdravie	1h	200	(18)	140	(18)	100	(18)
		1r	40	(-)	32	(-)	26	(-)
O ₃	Ľudské zdravie	8h maximum**	120	(25)				
PM ₁₀		24h	50	(35)	35	(35)	25	(35)
		1r	40	(-)	28	(-)	20	(-)
PM _{2,5}		1r	20		17		12	
CO		8h maximum	10 000	(-)	7 000	(-)	5 000	(-)
Benzén	1r	5	(-)	3,5	(-)	2	(-)	
Pb	1r	0,5		0,35	(-)	(-)		

* povolený počet prekročení je uvedený v zátvorkách

⁸ Limitná hodnota (podľa §3 odseku 5 zákona o ochrane ovzdušia). Cieľová hodnota je (podľa §3 odseku 8 zákona o ochrane ovzdušia) Výstražný prah (podľa §3 odseku 15 zákona o ochrane ovzdušia). Kritická úroveň na účely hodnotenia kvality ovzdušia podľa §3 odseku 7 zákona 146/2023. Režim hodnotenia kvality ovzdušia sa určuje na základe úrovne znečistenia ovzdušia. Aglomerácie a zóny sa zaraďujú do režimu hodnotenia kvality ovzdušia osobitne ustanovené vykonávacím predpisom podľa § 62 písm. b). Hornou a dolnou medzou (podľa §4 odseku 6 písm. a, b) zákona 146/2023

⁹ <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2023/250/20230701>

Tab. 3.2 Cieľové hodnoty na ochranu zdravia ľudí a vegetácie pre As, Cd, Ni a B(a)P.

	Medza na hodnotenie [ng·m ⁻³]		Priemerované obdobie	Cieľová hodnota [ng·m ⁻³]
	Horná	Dolná		
As	3,6	2,4	kalendárny rok	6
Cd	3	2		5
Ni	14	10		20
B(a)P	0,4	0,6		1

Európska únia, ako súčasť Európskej zelenej dohody vypracovala *Akčný plán nulového znečistenia*¹⁰, ktorý stanovuje víziu do roku 2050. Jeho cieľom je do tohto roku znížiť znečistenie ovzdušia na úroveň, ktorá sa už nebude považovať za škodlivú pre zdravie a prírodné ekosystémy. Súčasťou akčného plánu sú nové limitné a cieľové hodnoty pre mnohé znečisťujúce látky. **Tab. 3.3** uvádza limitné, cieľové a odporúčané podľa legislatívy SR (r. 2023), nové limitné a cieľové hodnoty, ktoré sa majú dosiahnuť do 1. 1. 2030 a WHO odporúčania (r. 2021).

Tab. 3.3 Porovnanie limitných, cieľových hodnôt a odporúčaní WHO.

Znečisťujúca látka	Interval spriemerovania	Limitná/cieľová hodnota 250/2023 ^{a)}		Nová limitná/cieľová hodnota, platná od 1. januára 2030 ^{b)}		odporúčania WHO (r. 2021) ^{c)}	
		Koncentrácia [µg·m ⁻³]	povolený počet prekročení/rok	Koncentrácia [µg·m ⁻³]	povolený počet prekročení/rok	Koncentrácia [µg·m ⁻³]	povolený počet prekročení/rok
PM _{2,5}	24 hod	-	-	25	(18)	15	(3 – 4)
	kalendárny rok	20	-	10	-	5	-
PM ₁₀	24 hod	50	(35)	45	(18)	45	(3 – 4)
	kalendárny rok	40	-	20	-	15 ³	-
O ₃	najväčšia denná 8-hodinová stredná hodnota	120	(25)*	120	(18)*	100	(3 – 4)
NO ₂	1 hod	200	(18)	200	(3)	-	-
	24 hod	-	-	50	(18)	25	(3 – 4)
	kalendárny rok	40	-	20	-	10	-
SO ₂	1 hod	350	(24)	350	(3)	-	-
	24 hod	125	(3)	50	(18)	40	(3 – 4)
	kalendárny rok	-	-	20	-	-	-
CO	najväčšia denná 8-hodinová stredná hodnota	10 mg·m ⁻³	-	10 mg/m ³	-	-	-
	24 hod	-	-	4 mg·m ⁻³	(18)	4 mg·m ⁻³	(3 – 4)

^{a)} Vyhláška č. 250/2023 Z. z.: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2023/250/20230701>

^{b)} https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2ae4a0cc-55f8-11ed-92ed-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_2&format=PDF

^{c)} <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/what-are-the-who-air-quality-guidelines>

* za kalendárny rok spriemerovaný za tri roky

¹⁰ <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/02/20/air-quality-council-and-parliament-strike-deal-to-strengthen-standards-in-the-eu/>

3.3 VÝSLEDKY MONITORINGU KVALITY OVZDUŠIA: LOKÁLNE ZNEČISTENIE OVZDUŠIA

Tab. 3.4 Podiel platných údajov v % v monitorovacej sieti kvality ovzdušia NMSKO.

Zóna	Znečisťujúca látka	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	O ₃
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.			99	99		
	Bratislava, Trnavské Mýto		96	98	98	95	
	Bratislava, Jeséniova	94	94	99	98		96
	Bratislava, Mamateyova	87	95	98	98		95
	Bratislava, Púchovská	95	96	99	99	96	
Bratislavský kraj	Pezinok, Obrancov mieru		95	97	98		95
	Rohožník, Senická cesta	92	96	99	99	95	
	Senec, Boldocká		82	99	99	95	96
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	77		98	99		
	Trnava, Kollárova		95	99	99	96	
	Topoľníky, Aszód, EMEP	94	93	99	99		95
	Sereď, Vinárska		90	99	99		
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce		96	99	99		91
	Nitra, Štúrova	96	92	99	99	98	
	Komárno, Vnútoraná Okružná		91	99	99		96
	Plášťovce		97	99	99		89
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonepalská	53	94	99	99		95
	Bystričany, Rozvodňa SSE	96		98	99		
	Handlová, Morovnianska cesta	89		99	99		
	Púchov, 1.mája	94	92	99	99	96	
	Trenčín, Hasičská	90	93	98	98	95	
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nám.	94	95	99	99	97	
	Banská Bystrica, Zelená		88	99	99		93
	Jelšava, Jesenského		90	99	99		93
	Hnúšťa, Hlavná			99	99		
	Lučenec, Gemerská cesta		95	98	98	95	94
	Zvolen, J. Alexyho			99	99		
	Žarnovica		96	99	99		
	Žiar nad Hronom, Jilemnického			99	99		
Žilinský kraj	Chopok, EMEP		92				94
	Liptovský Mikuláš, Školská	94	96	98	99		
	Martin, Jesenského		94	99	99	96	
	Oščadnica	96	96	99	99		96
	Ružomberok, Riadok	96	95	100	99	96	96
	Žilina, Obežná		87	99	99	96	88
Prešovský kraj	Gánovce, Meteo. st.		97	99			95
	Humenné, Nám. slobody		95	99	99		95
	Prešov, arm. gen. L. Svobodu		96	99	99	95	
	Vranov nad Top., M.R.Štefánika	94		98	98		
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP		95	100	99		99
	Starina, Vodná nádrž, EMEP		96				94
	Kolonické sedlo			98	98		
	Poprad, Železnická		93	99	99		
	Bardejov, Pod Vinbargom		90	99	99		97
KOŠICE	Košice, Štefánikova	96	95	99	99	96	
	Košice, Amurská			99	99		
	Košice, Ďumbierska						99
	Veľká Ida, Letná			99	99	97	
Košický kraj	Kojšovská hoľa		95	99			98
	Trebišov, T. G. Masaryka		99	99	99		98
	Strážske, Mierová			99	99		
	Krompachy, SNP	97	96	99	99	97	

≥ 90 % platných meraní, benzén sa v r. 2025 vyhodnocoval prostredníctvom matematického modelovania

■ Plynné znečisťujúce látky, tuhé častice PM

Tab. 3.5 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu zdravia.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	Benzén	CO	O ₃
		1 h	24 h	1 h	1 rok	24 h	1 rok	1 rok	1 rok	8 h ¹⁾	8 h ²⁾
	Parameter	PP	PP	PP	P	PP	P	PP	P	P	P
	Limitná hodnota [µg·m ⁻³]	350	125	200	40	50	40	20	5	10 000	120
	Maximálny počet prekročení	24	3	18		35					25
Bratislava	Bratislava, Kamenné nám.					4	18	13			
	Bratislava, Trnavské mýto			0	28	6	20	13	0,4*	731	
	Bratislava, Jeséniova	0	0	0	7	4	17	11			27
	Bratislava, Mamateyova	0	0	0	15	3	17	12			16
	Bratislava, Púchovská	0	0	0	12	5	19	11		657	
Bratislavský kraj	Pezinok, Obrancov mieru			0	8	2	15	13			19
	Rohožník, Senická cesta	0	0	0	10	4	18	11		1476	
	Senec, Boldocká			0	16	5	19	11		1055	5
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	0	0			4	17	12			
	Trnava, Kollárova			0	25	10	20	11	0,6*	1030	
	Topoľníky, Aszód, EMEP	0	0	0	4	6	16	10			3
	Sereď, Vinárska			0	10	3	17	12			
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce			0	9	2	16	12			27
	Nitra, Štúrova	0	0	0	21	5	19	12	0,3*	1104	
	Komárno, Vnúťorná Okružná			0	12	5	18	12			20
	Plášťovce			0	6	37	24	19			10
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonepalská	0	0	0	13	0	15	11			4
	Bystričany, Rozvodňa SSE	0	0			1	19	12			
	Handlová, Morovianska cesta	0	0			2	16	11			
	Púchov, 1.mája	0	0	0	8	3	17	15		1093	
	Trenčín, Hasičská	0	0	0	18	8	21	13	0,6*	875	
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánik. n.	0	0	0	22	19	23	16	0,5*	1498	
	Banská Bystrica, Zelená			0	6	1	14	10			3
	Jelšava, Jesenského			0	6	39	27	19			3
	Hnúšťa, Hlavná					4	18	13			
	Lučenec, Gemerská cesta			0	12	19	21	17	0,4*	1217	4
	Zvolen, J. Alexyho					3	17	13			
	Žarnovica			0	10	14	22	17			
	Žiar n/H, Jilemnického					2	15	10			
Žilinský kraj	Chopok, EMEP			0	1						41
	Liptovský Mikuláš, Školská	0	0	0	11	3	18	13			
	Martín, Jesenského			0	16	13	22	15	0,5*	1491	
	Oščadnica	0	0	0	7	3	18	15			9
	Ružomberok, Riadok	0	0	0	14	7	20	15	0,8*	1852	0
	Žilina, Obežná			0	16	8	20	15		1358	1
Prešovský kraj	Gánovce, Meteo. st.			0	7						1
	Humenné, Nám. slobody			0	9	5	19	15			2
	Prešov, arm. gen. L. Svobodu			0	31	24	25	17	0,6*	1826	
	Vranov n/T, M. R. Štefánika	0	0			8	18	14			
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP			0	4	0	9	7			6
	Starina, Vodná nádrž, EMEP			0	3						0
	Kolonické sedlo, Hvezdáreň					0	12	11			
	Poprad, Železnická			0	14	1	16	11			
Bardejov, Pod Vinbargom			0	9	3	17	13			1	

KOŠICE	Košice, Štefánikova	0	0	0	20	24	24	15	0,9*	1453	
	Košice, Amurská					13	21	15			
	Košice, Ďumbierska										7
	Veľká Ida, Letná					42	31	20		2011	
Košícký kraj	Kojšovská hoľa			0	2						17
	Trebišov, T. G. Masaryka			0	10	10	20	15			3
	Strážske, Mierová					4	19	14			
	Kropachy, SNP	0	0	0	12	14	22	16	1,1	1565	

≥ 90% platných meraní Červenou farbou je vyznačené prekročenie limitnej hodnoty.

¹⁾ maximálna 8-h koncentrácia, *Benzén bol vyhodnotený matematickým modelovaním modelom CMAQ

Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt (LH) na ochranu zdravia ľudí pre SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, CO a benzén uvádza **Tab. 3.5**.

Limitná hodnota pre priemernú dennú koncentráciu PM₁₀ **bola v roku 2025 prekročená na dvoch monitorovacích stanicích:**

- **zóna Košícký kraj:** Veľká Ida, Letná,
- **zóna Banskobystrický kraj:** Jelšava, Jesenského.

AMS Plášťovce mali 37 prekročení, po odrátaní príspevku PM₁₀ z prírodných zdrojov bola denná limitná hodnota splnená (35 prekročení), viac informácií o odpočte príspevku z prírodných zdrojov je uvedených v Prílohe C.

Limitná hodnota pre O₃ bola v roku 2025 rovnako **prekročená na troch monitorovacích stanicích:**

- **aglomerácia Bratislava:** Bratislava, Jeséniova,
- **zóna Nitriansky kraj:** Nitra, Janíkovce,
- **zóna Žilinský kraj:** Chopok.

Limitné hodnoty pre **SO₂, NO₂, CO a benzén** prekročené **neboli na žiadnej AMS v žiadnej zóne.**

■ ŤAŽKÉ KOVY

Tab. 3.6 Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov.

AGLOMERÁCIA	Znečisťujúca látka [ng·m ⁻³]	As	Cd	Ni	Pb*
Zóna	Cieľ. hodnota/limitná hodnota*	6,0	5	20	500
BRATISLAVA	Bratislava, Trnavské mýto	0.1	0.1	0.8	2.8
	Bratislava, Jeséniova	0.1	0.1	0.6	1.2
SLOVENSKO	Banská Bystrica, Štefánikovo nábregie	0.1	0.2	0.6	6.8
	Jelšava, Jesenského	0.1	0.2	0.6	5.0
	Ružomberok, Riadok	0.1	0.1	0.9	2.3
	Veľká Ida, Letná	0.2	0.5	0.4	11.7
	Prievidza, Malonecpalská	0.1	0.1	0.4	1.9
	Sereď, Vinárska	0.1	0.1	0.6	11.3
	Púchov, 1. mája	0.1	0.1	0.6	2.1

Arzén (As), Kadmium (Cd), Nikel (Ni), Olovo (Pb)

Limitná ani cieľová hodnota pre ťažké kovy **neboli** v roku 2025 **prekročené v žiadnej zóne**. Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov namerané na stanicích NMSKO sú na všetkých AMS len zlomkom ich cieľovej, resp. limitnej hodnoty. Najvyššie priemerné ročné koncentrácie olova boli namerané na monitorovacích stanicích vo Veľkej Ide a v Sereďi.

■ Benzo(a)pyrén

V **Tab. 3.7** sú uvedené priemerné ročné koncentrácie benzo(a)pyrénu [B(a)P] v ovzduší podľa meraní v rokoch 2019–2025.

Tab. 3.7 Priemerné ročné koncentrácie benzo(a)pyrénu [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$] v rokoch 2019 – 2025.

Zóna	Monitorovacia stanica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
BRATISLAVA	Bratislava, Jeséniova	0,2	0,2	0,3	0,3	*0,3	0,2	0,2
	Bratislava, Trnavské Mýto	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3
	Bratislava, Púchovská			0,9	0,4	0,4	0,4	0,3
Bratislavský kraj	Rovinka		0,4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4
Trnavský kraj	Trnava, Kollárova	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5
Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	0,8	0,6	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5
	Plášťovce			2,2	2,4	2,6	*2,2	*1,9
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	1,4	1,2	1,1	0,9	1,1	0,9	0,9
	Púchov, 1. mája			4,7	2,0	1,2	1,4	1,2
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	1,7	1,6	1,7	1,4	1,2	1,0	1,1
	Banská Bystrica, Zelená	1,1	1,2	1,3	0,9	0,9	0,7	0,7
	Jelšava, Jesenského	4,0	3,0	2,8	2,7	3,4	3,5	2,4
	Žarnovica			2,2	2,7	1,9	2,2	*2,1
Žilinský kraj	Žilina, Obežná	2,0	1,9	1,9	1,9	1,2	1,3	*1,6
	Ružomberok, Riadok		4,5	2,3	2,2	2,0	1,7	1,4
	Oščadnica			12,0	2,5	1,9	2,1	1,6
	Martin, Jesenského						**1,0	1,1
Prešovský kraj	Starina, Vodná nádrž, EMEP	0,4	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2
KOŠICE	Veľká Ida, Letná	4,5	4,6	6,1	5,4	4,9	6,2	5,8
Košický kraj	Krompachy, SNP	2,7	2,1	2,2	2,2	2,1	1,8	2,0

≥ 90 % platných meraní

Červenou farbou je vyznačené prekročenie cieľovej hodnoty.

* 80 % platných meraní

** Martin, Jesenského – začiatok meraní B(a)P v roku 2024,

Cieľová hodnota pre B(a)P bola prekročená na monitorovacích staniciach v zóne Slovensko:

- **Nitriansky kraj:** Plášťovce
- **Banskobystrický kraj:** Banská Bystrica, Štefánikovo nábřežie; Jelšava
- **Žilinský kraj:** Oščadnica, Ružomberok, Žilina
- **Trenčiansky kraj:** Púchov
- **Košický kraj:** Krompachy
- **Košice:** Veľká Ida

AMS Plášťovce a Žilina nespĺnili požadovaný podiel platných údajov, na základe kvalifikovaného odhadu¹¹ zaradujeme aj tieto lokality za lokality s prekročením cieľovej hodnoty pre B(a)P.

Cieľová hodnota pre B(a)P zostáva prekročená na viac ako polovici monitorovacích staníc, dlhodobý vývoj koncentrácií napriek tomu naznačuje postupné zlepšovanie situácie vo viacerých zónach. Najvýraznejší pokles koncentrácií bol zaznamenaný v zóne Banskobystrický a Žilinský kraj.

V aglomerácii Košice a v zóne Košický kraj nie je možné pozorovať jednoznačný klesajúci trend a koncentrácie tu zostávajú dlhodobo zvýšené.

V aglomerácii Bratislava a v zónach Bratislavský kraj, Trnavský kraj sa koncentrácie B(a)P dlhodobo pohybujú pod cieľovou hodnotou. V zóne Trenčiansky kraj sa väčšina lokalít nachádza na úrovni cieľovej hodnoty alebo len tesne nad ňou.

¹¹ Chýbajúce údaje boli doplnené použitím metódy strojového učenia XGBOOST

■ Ozón

Vyhláška MŽP SR č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia ustanovuje cieľovú hodnotu pre ozón na ochranu zdravia ľudí nasledovne: *Najväčšia denná 8-hodinová stredná hodnota neprekročí 120 µg/m³ viac ako 25 dní za kalendárny rok v priemere troch rokov*¹². Počet dní s prekročením cieľovej hodnoty prízemného ozónu uvádza **Tab. 3.8**.

Tab. 3.8 Počet dní s prekročením cieľovej hodnoty prízemného ozónu na ochranu zdravia ľudí.

Zóna	Stanica	2023	2024	2025	Priemer 2023 – 2025
BRATISLAVA	Bratislava, Jeséniova	23	26	33	27
	Bratislava, Mamateyova	18	18	11	16
Bratislavský kraj	Pezinok, Obrancov mieru	16	26	14	19
	Senec, Boldocká	3	3	10	5
Tmavský kraj	Topoľníky, Aszód, EMEP	2	1	5	3
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce	21	18	43	27
	Komárno, Vnútoraná Okružná	16	29	16	20
	Plášťovce	13	8	8	10
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	4	3	6	4
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Zelená	0	1	8	3
	Jelšava, Jesenského	1	4	4	3
	Lučenec, Gemerská cesta	0	5	6	4
Žilinský kraj	Chopok, EMEP	34	53	37	41
	Oščadnica	6	10	10	9
	Ružomberok, Riadok	1	0	0	0
	Žilina, Obežná	1	0	2	1
Prešovský kraj	Gánovce, Meteo. st.	0	2	1	1
	Humenné, Nám. Slobody	2	0	5	2
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	*0	10	2	6
	Starina, Vodná nádrž, EMEP	1	0	0	0
	Bardejov, Pod Vinbargom	1	1	1	1
KOŠICE	Košice, Ďumbierska	4	15	2	7
Košický kraj	Kojšovská hoľa	*17	11	23	17
	Trebišov, T. G. Masaryka	3	1	5	3

■ ≥ 90 % požadovaných platných údajov

červená farba – prekročenie cieľovej hodnoty

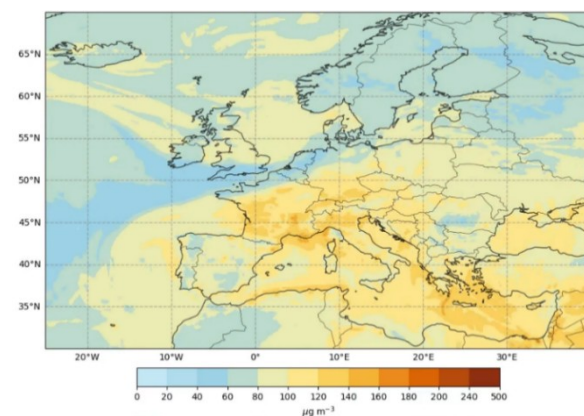
*rok sa nezapočítal do priemeru, z dôvodu nedostatku údajov v letnom období

Cieľová hodnota O₃ bola prekročená:

- **Aglomerácia Bratislava:** BA Jeséniova
- **Zóna Slovensko:** Chopok, Nitra Janíkovce

V Janíkovciach bolo nameraných najviac ozónových prekročení v júli (20), neobvykle veľa (10) sa ich vyskytlo už v júni. Výrazná **júnová epizóda** sa vyskytla pôvodne v oblasti Stredozemného mora a zasiahla postupne celé územie Európy (**Obr. 3.3**) vrátane Slovenska. Podmienky na lokálnu tvorbu ozónu boli v Janíkovciach podobné ako v Bratislave na Jeséniovej. Prekursor poskytl pravdepodobne hlavne cestná doprava (v tomto prípade Nitry), o dostatku slnečného svitu svedčia aj teploty. Počas leta boli v Janíkovciach

Obr. 3.3 Priestorové rozloženie prízemného ozónu počas júnovej epizódy 2025.



¹² **Metodická poznámka:** Priemerovanou hodnotou je najväčšia denná 8-hodinová priemerná koncentrácia (tá sa vyberie preskúmaním 8-hodinových kízavých priemerov vypočítaných z hodinových údajov a aktualizovaných každú hodinu; každý takto vypočítaný 8-hodinový priemer sa priradí ku dňu, v ktorom končí, t. j. prvým výpočtovým obdobím pre ktorýkoľvek deň je časové rozmedzie od 17.00 h predchádzajúceho dňa do 1.00 h daného dňa; posledným výpočtovým obdobím pre ktorýkoľvek jeden deň je časové rozmedzie od 16.00 h do konca daného dňa).

zaznamenané maximálne denné teploty presahujúce 35 °C a celkovo 33 tropických dní s maximálnou teplotou nad 30 °C.

Hodnoty prízemného ozónu AOT40¹³ na ochranu vegetácie sa nachádzajú v **Tab. 3.9**. AOT40 je špecificky ukazovateľ na ochranu rastlín, lesných porastov a prírodných ekosystémov. Sleduje kumulatívnu dávku (akumulovanú expozíciu), ktorej je vegetácia vystavená počas hlavného vegetačného obdobia máj až júl.

Tab. 3.9 Hodnoty prízemného ozónu AOT40 na ochranu vegetácie (máj – júl).

Cieľová hodnota AOT40 je 18 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Stanica	2021	2022	2023	2024	2025	Priemer 2021 – 2025
Bratislava, Jeséniova	19 274	23 763	20 177	*16339	18 704	20 480
Bratislava, Mamatyova	17 655	20 072	16 292	14 805	10 337	15 832
Senec, Boldocká*		14 893	8 930	9 467	*9569	11 097
Pezinok, Obrancov mieru		19 368	11 931	17 345	13 402	15 512
Topoľníky, Aszód, EMEP	13 176	16 686	12 739	8 267	4 374	11 048
Nitra, Janíkovce	18 931	24 322	18 824	11 372	32 509	21 192
Komárno, Vnútná Okružná	*17 818	12 824	21 701	18 013	13 991	16 632
Plášťovce	*24 211	19 720	15 043	12 281	12 466	14 878
Prievidza, Malonecpalská	11 799	*15 529	8 582	9 164	*8002	9 848
Banská Bystrica, Zelená	15 869	*19 716	9 226	4 695	*9071	9 930
Jelšava, Jesenského	10 186	*17 622	10 530	10 085	*8817	10 267
Lučenec, Gemerská cesta		14 834	9 478	8 136	11 820	11 067
Chopok, EMEP	23 654	26 536	24 179	22 651	18 135	23 031
Oščadnica		14 893	8 930	16 058	9 792	12 418
Ružomberok, Riadok	*8 041	2 935	7 890	4 208	1 792	4 206
Žilina, Obežná	4 794	5 338	5 114	2 225	*3639	4 368
Košice, Ďumbierska	7 368	12 662	11 835	15 866	9 077	11 362
Kojšovská hoľa	13 260	19 435	13 249	10 471	13 942	14 071
Trebišov, T. G. Masaryka	12 369	15 806	10 425	11 341	11 422	12 273
Bardejov, Pod Vinbargom	10 607	12 711	7 413	11 139	5 750	9 524
Gánovce, Meteo. st.	6 707	11 317	4 596	10 524	8 582	8 345
Humenné, Nám. slobody	12 578	16 047	9 520	8 738	10 353	11 447
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	2 491	6 210		12 855	9 587	7 786
Starina, Vodná nádrž, EMEP	11 737	9 560	5 857	7 810	*5980	8 741

*rok sa nezapočítal do priemeru, z dôvodu nedostatku údajov v letnom období
červená farba – prekročenie cieľovej hodnoty.

Ozón predstavuje najväčšie riziko pre vegetáciu práve v lokalitách mimo mestských oblastí, preto sa tento ukazovateľ monitoruje najmä na vidieckych a pozadových staniciach. V mestách je ozón často odbúravaný inými emisiami (napr. z dopravy), zatiaľ čo vo vidieckom prostredí a vo vyšších polohách jeho koncentrácie zostávajú vysoké.

Cieľová hodnota pre AOT40 bola prekročená v dvoch zónach:

- **Aglomerácia Bratislava:** Bratislava, Jeséniova,
- **Zóna Slovensko:** Chopok, Nitra Janíkovce.

Limitná hodnota pre PM₁₀ nebola prekročená ani AMS priemyselných staníc VZZO (**Tab. 3.10**).

¹³ AOT40 je suma prekročení úrovne 80 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ počítaných z 1-hodinových koncentrácií počas dňa (od 8:00 do 20:00 h SEČ) od 1. mája do 31. júla. Cieľová hodnota je 18 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (vzťahuje sa k priemeru 5 za sebou idúcich kalendárnych rokov).

Tab. 3.10 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu ľudského zdravia za rok 2025 z priemyselných staníc ostatných prevádzkovateľov.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka Doba spriemerovania Limitná hodnota [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] (Maximálny počet prekročení)	Ochrana zdravia						
		SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		CO
		1 h 350 (24)	24 h 125 (3)	1 h 200 (18)	1 rok 40	24 h 50 (35)	1 rok 40	8 h ¹⁾ 10 000
BRATISLAVA	Bratislava Pod. Biskupice, Slovnaft	0	0	0	16	4	19	969
	Bratislava Vlčie Hrdlo, Slovnaft	0	0	0	15	3	19	705
Bratislavský kraj	Rovinka, Slovnaft	3	0	0	12	3	19	613
Nitriansky kraj	Trnovec nad Váhom	0	0	0	2	3	17	
Žilinský kraj	Ružomberok, Supra SCP					21	22	
KOŠICE	USS Veľká Ida					31	28	
	USS Poľov					6	15	
	USS Haniska					10	21	

1) maximálna 8-h koncentrácia; AMS Leles a Oslany (SE) ukončili svoju činnosť z dôvodu ukončenia prevádzky VZZO

3.3.1 Korekcia koncentrácií PM₁₀ o príspevok prírodného prachu

Legislatíva EÚ umožňuje pri hodnotení kvality ovzdušia zohľadniť príspevok prírodných zdrojov znečistenia, najmä prenosu prachu zo Sahary a ďalších suchých oblastí. **Tab. 3.11** uvádza denný príspevok prírodného prachu v prípadoch, keď jeho odpočítanie viedlo k zníženiu počtu prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀. **Tab. 3.12** uvádza počty prekročení DLH pre PM₁₀ po odpočítaní prírodných zdrojov.

Tab. 3.11 Odpočítanie príspevku prírodného prachu od priemerných denných koncentrácií PM₁₀ v roku 2025.

Dátum	AMS	PM ₁₀ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	PM ₁₀ s / $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Rozdiel	Pôvod prachu
26.1.2025 20.12.2025	Plášťovce	51.7	49.7	2.0	Sahara
		52.7	49.4	3.3	
8.3.2025	Trnava, Kollárova	51.0	50.5	0.6	Arabský polostrov
10.3.2025	Banská Bystrica, Štefánik. n.	52.2	48.4	3.8	Sahara a Arabský polostrov
10.3.2025	Humenné, Nám. Slobody	50.8	48.7	2.2	Sahara a Arabský polostrov
10.3.2025	Lučenec, Gemerská cesta	52.4	48.6	3.8	Sahara a Arabský polostrov
28.3.2025 17.8.2025 18.12.2025	Veľká Ida, Letná	51.4	49.7	1.6	Sahara
		50.5	48.0	2.5	
		50.8	50.2	0.6	
19.12.2025	Vranov nad Top., M.R.Štefánika	50.9	49.6	1.3	Sahara

Tab. 3.12 Zmena počtu prekročení DLH PM₁₀ pred a po odpočítaní príspevku prírodného prachu v roku 2025.

AMS	Počet prekročení DLH PM ₁₀	Počet prekročení DLH PM ₁₀ po odrátaní prírodného prachu	Rozdiel
Veľká Ida, Letná	42	39	3
Plášťovce	37	35	2
Banská Bystrica, Štefánik. n.	19	18	1
Lučenec, Gemerská cesta	19	18	1
Trnava, Kollárova	10	9	1
Vranov nad Top., M. R. Štefánika	8	7	1
Humenné, Nám. slobody	5	4	1

3.3.2 Vyhodnotenie na základe horných a dolných medzí na hodnotenie

Hodnotenie kvality ovzdušia sa vykonáva stálym meraním v aglomeráciách a zónach tam, kde je znečisťujúcou látkou vyššia ako horná medza na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia. Prekročená horných a dolných medzí na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia sa stanovujú na základe koncentrácií nameraných za posledných päť rokov.

V rokoch 2020 – 2025 bola úroveň SO₂, CO a benzénu na všetkých AMS pod dolnou medzou na hodnotenie úrovne znečistenia

Medza na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia sa považuje za prekročenú, ak príde k prekročeniu najmenej v troch jednotlivých rokoch z posledných piatich rokov.

Ak nie sú k dispozícii údaje za päť rokov, prekročená horných a dolných medzí na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia možno zistiť kombináciou výsledkov z meracích kampaní kratšieho trvania vykonaných počas jedného roka v lokalitách s pravdepodobne najvyššími úrovňami znečistenia ovzdušia s výsledkami, ktoré sa získali z emisných inventúr a modelovania (Vyhláška MŽP SR č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia). Zaradenie monitorovacích staníc podľa horných a dolných medzí na hodnotenie uvádzajú **Tab. 3.13** a **Tab. 3.15**.

Tab. 3.13 Zaradenie AMS podľa horných (HMH) a dolných medzí (DMH) hodnotenia kvality ovzdušia v období 2021 – 2025.

AGLOMERÁCIA zóna	Stanica	HMH a DMH s ohľadom na ochranu zdravia ľudí										
		SO ₂		NO ₂			PM ₁₀		PM _{2,5}	CO	Benzén	
		24h priemer		1h priemer	ročný priemer	24h priemer	ročný priemer	ročný priemer	8h maximum		ročný priemer	
	< HMH > DMH	< HMH > DMH	< HMH > DMH	< HMH > DMH	< HMH > DMH	< HMH > DMH	< HMH > DMH	< HMH > DMH	< HMH > DMH	< HMH > DMH	< HMH > DMH	
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.					x		x				
	Bratislava, Trnavské mýto				x	x		x		x	x	
	Bratislava, Jeséniova	x		x	x	x		x				
	Bratislava, Mamateyova	x		x	x	x		x				
	Bratislava, Púchovská	x		x	x	x		x		x	x	
KOŠICE	Košice, Štefánikova	x			x	x		x		x	x	
	Košice, Amurská					x		x				
	Veľká Ida, Letná					x		x		x		
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo n.	x			x	x		x		x	x	
	Banská Bystrica, Zelená			x	x		x		x			
	Zvolen, J. Alexyho					x		x				
	Jelšava, Jesenského			x	x	x		x				
	Hnúšťa, Hlavná					x		x				
	Žarnovica			x	x	x		x				
	Lučenec, Gemerská cesta			x	x	x		x		x	x	
Bratislavský kraj	Žiar nad Hronom, Jilemnického						x		x			
	Pezinok	x		x	x	x		x		x		
	Rovinka	x		x	x	x		x		x	x	
	Rohožník, Senická cesta	x		x	x	x		x		x	x	
	Senec, Boldocká			x	x	x		x		x		
Košický kraj	Kojšovská hofa*			x	x							
	Strážske, Mierová					x		x				
	Krompachy, SNP	x		x	x	x		x		x	x	
	Trebišov, T. G. Masaryka			x	x	x		x				
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce			x	x	x		x				
	Nitra, J. Štúrova	x		x	x	x		x		x	x	
	Komárno, Vnútoraná Okružná			x	x	x		x				

AGLOMERÁCIA zóna	Stanica	HMH a DMH s ohľadom na ochranu zdravia ľudí														
		SO ₂		NO ₂			PM ₁₀			PM _{2,5}		CO		Benzén		
		24h priemer	< HHM > HHM > DMH	1h priemer	< HHM > HHM > DMH	ročný priemer	< HHM > HHM > DMH	24h priemer	< HHM > HHM > DMH	ročný priemer	< HHM > HHM > DMH	ročný priemer	< HHM > HHM > DMH	8h maximum	< HHM > HHM > DMH	ročný priemer
	Plášťovce			x		x			x		x					
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody			x		x		x		x						
	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu			x		x		x		x			x			x
	Gánovce, MS SHMÚ*			x		x										
	Starina, Vodná nádrž, EMEP*			x		x										
	Vranov n/Topľou, M. R. Štefánika		x					x		x			x			
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP*			x		x		x		x			x			
	Kolonické sedlo, Hvezdáreň							x		x			x			
	Poprad, Železničná			x		x		x		x			x			
	Bardejov, Pod Vinbargom			x		x		x		x			x			
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská		x		x		x		x			x				
	Bystričany, Rozvodňa SSE		x					x				x				
	Handlová, Morovnianska cesta		x					x				x				
	Púchov, 1. mája		x		x		x		x			x			x	
	Trenčín, Hasičská		x		x		x		x			x			x	
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova,		x					x				x				
	Trnava, Kollárova			x		x		x		x		x			x	
	Topoľníky, Aszód, EMEP*		x		x		x		x			x				
	Sereď, Vinárska				x		x		x			x				
Žilinský kraj	Martin, Jesenského				x		x		x			x			x	
	Liptovský Mikuláš, Školská		x		x		x		x			x				
	Oščadnica		x		x		x		x			x				
	Chopok, EMEP*				x		x									
	Ružomberok, Riadok		x		x		x		x			x			x	
	Žilina, Obežná				x		x		x			x			x	

*stanice indikujú regionálnu požadovú úroveň

Tab. 3.14 Porovnanie dolnej medze podľa súčasnej legislatívy a prahov na hodnotenie podľa smernice EÚ.

ZL	OBDOBIE	Dolná medza 250/2023 μg·m ⁻³ / *mg·m ⁻³	Nový prah 2024/2880 μg·m ⁻³ / *mg·m ⁻³
PM ₁₀	24h/35x	35	x
	rok	20	15
PM _{2,5}	rok	12	5
	NO ₂	26	10
CO	1h	100	-
	8-h. max	5*	
	24-h	-	4*
SO ₂	24-h	50	40
Benzén	rok	2	1,7
O ₃	8-h. den. max	x	100

Vyhodnotenie horných a dolných medzí ukazuje, že pri súčasnom systéme je najvyšší počet staníc nad hornou medzou hodnotenia pri dennej koncentrácii PM₁₀. Nová smernica EÚ 2024/2881 však systém hornej a dolnej medze nahrádza jednotným prahom, pod týmto prahom postačí na hodnotenie kvality ovzdušia matematické modelovanie.

Pri ročnej koncentrácii PM₁₀ je súčasná dolná medza hodnotenia 20 μg·m⁻³, nový prah na hodnotenie podľa smernice 2024/2881 bude 15 μg·m⁻³. Pri PM_{2,5} je rozdiel ešte výraznejší: súčasná horná medza hodnotenia je 17 μg·m⁻³, nová smernica však zavádza prah na hodnotenie 5 μg·m⁻³.

Kľúčové zmeny v hodnotení:

- **Ruší sa dvojúrovňový systém:** Systém dolnej a hornej medze sa nahrádza jedným prahom, ktorého prekročenie (najmenej v 3 rokoch z predchádzajúcich piatich) aktivuje povinnosť stálych meraní.
- **Extrémne sprísnenie:** Napríklad pri $PM_{2,5}$ sa prah na povinné meranie znižuje z doterajších $12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pri NO_2 klesá prah z $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- **Rušia sa denné prahy:** Pre častice PM_{10} sa prahy na hodnotenie určujú už len ako ročná stredná hodnota.
- **Ozón:** Kým doteraz bolo monitorovanie ozónu naviazané na prekračovanie dlhodobých cieľov, nová legislatíva preň zavádza pevný číselný prah $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (max. denná 8h; 3 prekročenia)

Po uplatnení nových prahov sa preto výrazne zvýši počet lokalít, ktoré budú zaradené nad prah na hodnotenie, najmä pri $PM_{2,5}$ a PM_{10} .

To znamená, že hodnotenie kvality ovzdušia podľa novej smernice bude prísnejšie a citlivejšie aj na koncentrácie, ktoré sa pri súčasnom systéme nachádzajú pod dolnou medzou hodnotenia.

Tab. 3.15 Zaradenie monitorovacích staníc s monitoringom ťažkých kovov a benzo(a)pyrénu, podľa horných (HMH) a dolných medzí (DMH) v období 2021 – 2025.

Stanica	As		Cd		Ni		Pb		B(a)P		
	< HMH	< HMH > DMH	< DMH	> HMH	< HMH > DMH	< DMH	> HMH	< HMH > DMH	< DMH	> HMH	< DMH
Bratislava, Jeséniova											x
Bratislava, Trnavské mýto			x							x	
Bratislava, Púchovská											x
Veľká Ida, Letná			x		x			x	x		
Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.			x		x			x		x	
Banská Bystrica, Zelená									x		
Jelšava, Jesenského			x		x			x	x		
Žarnovica									x		
Rovinka										x	
Krompachy, SNP				x		x		x	x		
Nitra, Štúrova										x	
Plášťovce									x		
Starina, Vodná nádrž, EMEP											x
Stará Lesná, EMEP											x
Prievidza, Malonec-palská				x		x		x	x		
Púchov, 1. mája									x		
Trnava, Kollárova										x	
Žilina, Obežná									x		
Ružomberok, Riadok			x		x			x	x		
Oščadnica									x		
Martín, Jesenského											
Sereď, Vinárska			x		x			x			

Rovnako pri posudzovaní ťažkých kovov a benzo(a)pyrénu nová smernica EÚ nahradí dvojúrovňový systém (horná a dolná medza) **jedným prahom na hodnotenie**, ktorý bude vo viacerých prípadoch prísnejší ako doterajšie medze. Vzhľadom na to, že úrovne ťažkých kovov sú na Slovensku nízke, tieto zmeny nebudú mať za následok žiadne zmeny.

Nový prah na povinné meranie pre B(a)P $0,30 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ bude nastavený nižšie, než bola pôvodná dolná medza ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$), pre viacero lokalít to prinesie zmeny v hodnotení režimu pre túto znečisťujúcu látku.

V rokoch 2021 – 2025 bola úroveň sledovaných ťažkých kovov na všetkých AMS pod dolnou medzou na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia.

3.3.3 Smogový varovný systém

Smogový varovný systém slúži na ochranu zdravia obyvateľstva pri krátkodobom a výraznom zhoršení kvality ovzdušia.

■ Kedy sa vyhlasuje smogová situácia?

K vyhláseniu dochádza vtedy, ak je prekročený stanovený prah a zároveň meteorologická predpoveď nenaznačuje, že by sa situácia v priebehu nasledujúcich 24 hodín mala zlepšiť. Rozlišujeme dve úrovne:

- **Oznámenie o vzniku smogovej situácie:** vydáva sa pri prekročení informačného prahu (IP)
- **Výstraha pred závažnou smogovou situáciou:** vydáva sa pri prekročení výstražného prahu (VP)

Tab. 3.16 Sledované látky a ich prahové hodnoty.

Znečisťujúca látka	Informačný prah $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Výstražný prah $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Priemerované obdobie
PM ₁₀	100	150	12-hod. kĺzavý priemer
O ₃	180	240*	1-hod. / *3 po sebe nasledujúce hod.
SO ₂	—	500	3 po sebe nasledujúce hod.
NO ₂	—	400	3 po sebe nasledujúce hod.

■ Legislatívny rámec

Podrobné pravidlá uplatňovania smogového varovného systému a postupy pri vyhlasovaní smogových situácií sú stanovené v súlade so Zákon č. 146/2023 Z. z. o ochrane ovzdušia a vyhláška MŽP SR č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia.

Oznámenia o vzniku smogovej situácie pre PM₁₀ boli vydané pre oblasti¹⁴:

- **Zóna Banskobystrický kraj:** Jelšava, Lučenec, Žarnovica
- **Zóna Žilinský kraj:** Okres Čadca, Liptovský Mikuláš, Ružomberok
- **Zóna Nitriansky kraj:** Okres Galanta, Okres Levice
- **Aglomerácia Košice:** Veľká Ida
- **Výstraha pred závažnou smogovou situáciou pre PM₁₀** bola vydaná pre oblasť
- **Zóna Banskobystrický kraj:** Jelšava a okolie pre obdobie 25.-26. 2. 2025.

Oznámenia o vzniku smogovej situácie pre O₃ boli vydané pre:

- **Aglomerácia Bratislava:** 26. 6. 2025, 9. 8. 2025

K prekročeniu výstražného prahu pre O₃ v SR neprišlo.

Tab. 3.17 Trvanie prekročenia informačného prahu a výstražného prahu vyjadrené v hodinách.

AMS/mesiac	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Spolu
Veľká Ida, Letná		46	18									9	73
Jelšava, Jesenského	15	50											65
Liptovský Mikuláš, Školská	37												37
Ružomberok, Riadok	22											3	25
Plášťovce	8	16											24
Košice, Štefánikova			9										9
Martin, Jesenského	9												9
Žarnovica	5												5
Banská Bystrica, Štefánik. náb.	4												4
Oščadnica												1	1
Spolu	96	116	27								9	4	252

¹⁴ V prípade prekročenia prahu kedy bolo možné na základe meteorologickej predpovede alebo charakteru znečistenia predpokladať zlepšenie rozptylovej situácie do 24 hodín, smogová situácia sa nevyhlasovala, verejnosť bola informovaná o prekročení prahovej hodnoty.

V roku 2024 sme kvôli extrémnej epizóde prenosu saharského prachu 1. apríla 2024 zaznamenali prekročenie informačného prahu v rovnakom období na 50 monitorovacích staniciach, v roku 2025 bolo súčasne zaznamenané prekročenie informačného prahu maximálne na 3 staniciach, a to na Nový rok v Jelšave, Liptovskom Mikuláši a Ružomberku.

Neznamená to však, že situácie s nepriaznivou kvalitou ovzdušia sa nevyskytovali na väčšom území, situácia sa na rôznych staniciach menila postupne v závislosti od meniacich sa meteorologických podmienok.

3.3.4 Národný cieľ zníženia expozície tuhých častíc PM_{2,5}

Zdravotné dôsledky vyplývajúce zo znečistenia ovzdušia časticami PM závisia od veľkosti aj zloženia tuhých častíc, pričom dôsledky pre ľudské zdravie a priamo častice menšie. Európska i slovenská legislatíva preto presúva ťažisko pozornosti na PM_{2,5}.

Ukazovateľom, ktorý vyjadruje trend zaťaženia obyvateľstva koncentraciami PM_{2,5} je Indikátor Priemernej Expozície PM_{2,5} (IPE).¹⁵

Tab. 3.18 uvádza hodnoty tohto ukazovateľa od roku 2010, ktorý je pre IPE referenčným rokom. Podľa Prílohy č. 4 k Vyhláske č. 250/2023 Z. z. je národný cieľ zníženia expozície pre častice PM_{2,5} stanovený na 18 µg·m⁻³, ktorý sa mal dosiahnuť do roku 2020. To sa aj podarilo.

Závazok zníženia koncentrácie expozície pre častice PM_{2,5}

Závazok zníženia koncentrácie expozície platný od roku 2015	20 µg·m ⁻³
---	-----------------------

Tab. 3.18 zachytáva vývoj Indikátora Priemernej Expozície PM_{2,5} za posledných 16 rokov. Jeho ďalší pokles v roku 2025 odráža nižšie priemerné ročné hodnoty PM_{2,5} v posledných 3 rokoch, najmä v roku 2023 a 2025, cieľ zníženia expozície pre častice PM_{2,5} v roku 2025 Slovenská republika takisto splnila.

Tab. 3.18 Indikátor Priemernej Expozície PM_{2,5} (IPE) v rokoch 2010 – 2025.

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
IPE [µg·m ⁻³]	24,4	24,4	23,1	22,6	20,4	19,9	18,7	19	18,4	18,1	16,5	15,7	15,9	15,2	14,2	13,6

■ Závazky znižovania priemernej expozície po roku 2030

Nová európska legislatíva prináša zásadný posun v chápaní noriem kvality ovzdušia. Okrem dodržiavania limitných hodnôt v konkrétnych bodoch sa sprísňuje aj koncept **indikátora priemernej expozície (IPE)**, ktorý odráža celkovú úroveň znečistenia v mestskom prostredí, kde je vplyv na zdravie obyvateľstva najvýznamnejší.

Kľúčové zmeny a nové ciele:

- **Zahrnutie NO₂:** Kým doteraz sa tento koncept vzťahoval len na častice PM_{2,5}; nová smernica zavádza **záväzok znižovania expozície aj pre NO₂**. Cieľová hodnota priemernej koncentrácie expozície, ktorú sa štáty usilujú dosiahnuť pre túto látku, bude **10 µg·m⁻³**. Záväzok pre rok 2030 bude **11,5 µg·m⁻³**.
- **Záväzok zníženia pre PM_{2,5}:** Pre Slovenskú republiku bude v prípade častíc PM_{2,5} kľúčový záväzok zníženia o **25 %**. Tento cieľ je stanovený pre oblasti, kde počiatočná úroveň (pred 10 rokmi, t. j. k roku 2020) presahovala hodnotu 12 µg·m⁻³. Dlhodobým cieľom bude dosiahnuť priemernú koncentráciu expozície **5 µg·m⁻³**. Záväzok pre rok 2030 bude **12,0 µg·m⁻³**.

¹⁵ IPE je definovaný ako trojročný kĺzavý priemer ročných priemerov PM_{2,5} z vybraných mestských a predmestských požadovných staníc. Napríklad IPE 2025 sa počíta ako priemer troch priemerných ročných koncentrácií týchto staníc v r. 2023, r. 2024 a r. 2025.

3.3.5 Porovnanie výsledkov monitorovania kvality ovzdušia s požiadavkami novej smernice EÚ

Nová smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/2881 o kvalite okolitého ovzdušia a čistejšom ovzduší pre Európu prináša od roku 2030 výrazné sprísnenie limitných hodnôt pre viaceré znečisťujúce látky. Od roku 2027 budú členské štáty EÚ povinné vykonávať súbežné hodnotenie kvality ovzdušia podľa požiadaviek súčasnej aj novej legislatívy, aby bolo možné priebežne posudzovať pripravenosť na splnenie budúcich limitných hodnôt. Slovenský hydrometeorologický ústav preto pristúpil k predbežnému vyhodnoteniu výsledkov monitorovania podľa požiadaviek novej smernice už v hodnotení za rok 2025.

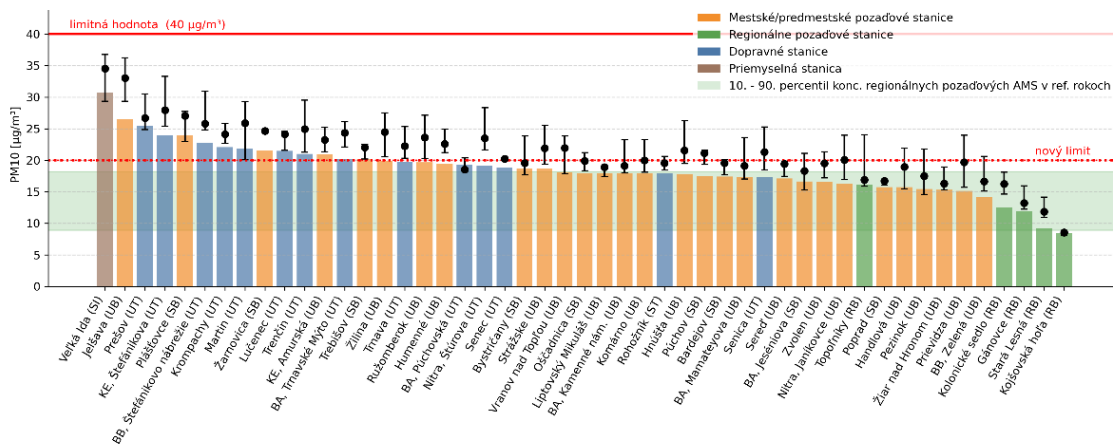
Nová smernica prináša nielen sprísnenie limitných hodnôt, ale v niektorých prípadoch aj zmenu princípov hodnotenia. Pri PM₁₀ sa bude súlad posudzovať voči nižšej dennej limitnej hodnote (45 µg·m⁻³ namiesto 50 µg·m⁻³) a pri súčasnom znížení počtu prekročení z 35 na 18 dní za rok.

PM₁₀ a PM_{2,5}

Priemerné ročné koncentrácie PM₁₀ v roku 2025 sa na väčšine AMS pohybovali v dolnej polovici rozpätia hodnôt pozorovaných v referenčných rokoch 2017-2025. Viaceré stanice dosiahli koncentrácie blízke 10. percentilu dlhodobého rozdelenia alebo pod ním, v porovnaní s priemerom predchádzajúcich rokov.

Z pohľadu novej smernice (EÚ) 2024/2881 však zostáva situácia menej priaznivá. Budúcu limitnú hodnotu pre ročný priemer PM₁₀ (20 µg·m⁻³) by prekročilo 12 AMS v siedmich zónach (Obr. 3.4).

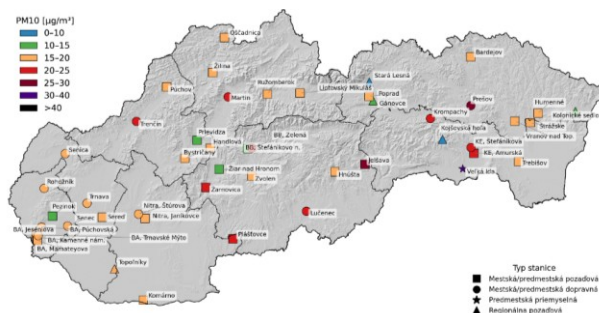
Obr. 3.4 Priemerné ročné koncentrácie PM₁₀ v porovnaní s referenčným obdobím (medián, 10. – 90. %).



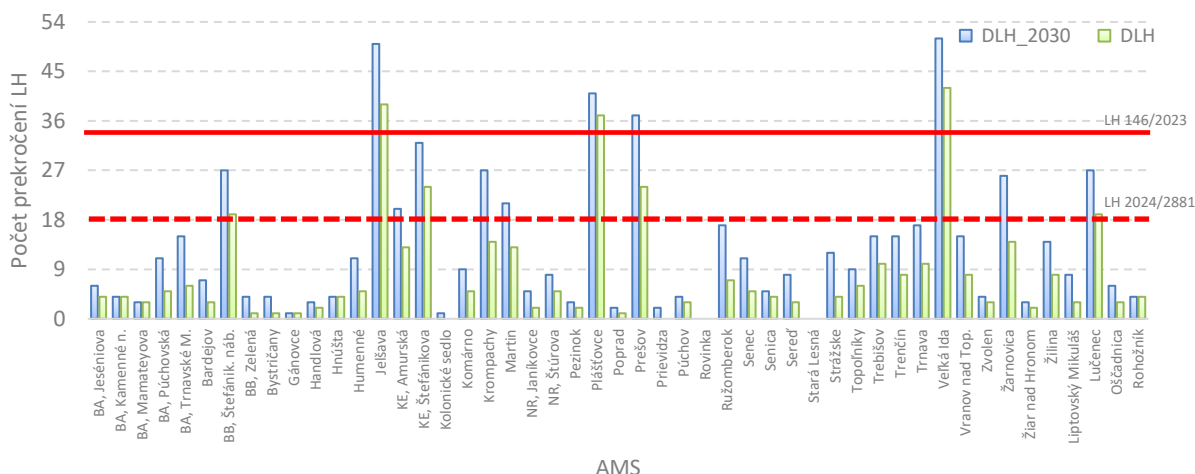
Obr. 3.5 (vľavo) Tabuľka uvádza monitorovacie stanice s prekročením nového ročného limitu pre PM₁₀, mapa (vpravo) zobrazuje priestorové rozloženie koncentrácií PM₁₀ na AMS a poskytuje prehľad o zónach, ktoré by pri súčasnej úrovni znečistenia nespĺňali budúci ročný limit pre PM₁₀.

Obr. 3.5 AMS s prekročením ročnej LH novej smernice EÚ pre PM₁₀ (vľavo) Mapa priemerných ročných koncentrácií PM₁₀ (vpravo);

AMS	zóna	koncentrácia
Trenčín	TNSK	21
Plášťovce	NSK	24
BB, Štefánik. n.	BBSK	23
Jelšava		27
Lučenec	ZSK	22
Zarnovica		22
Martin	KE	21
KE, Amurská		24
KE, Štefánikova	KE	24
Veľká Ida		31
Krompachy	KSK	22
Prešov	PSK	25



Obr. 3.6 Porovnanie počtu prekročení denného limitu pre PM₁₀ podľa súčasnej a novej legislatívy EÚ.



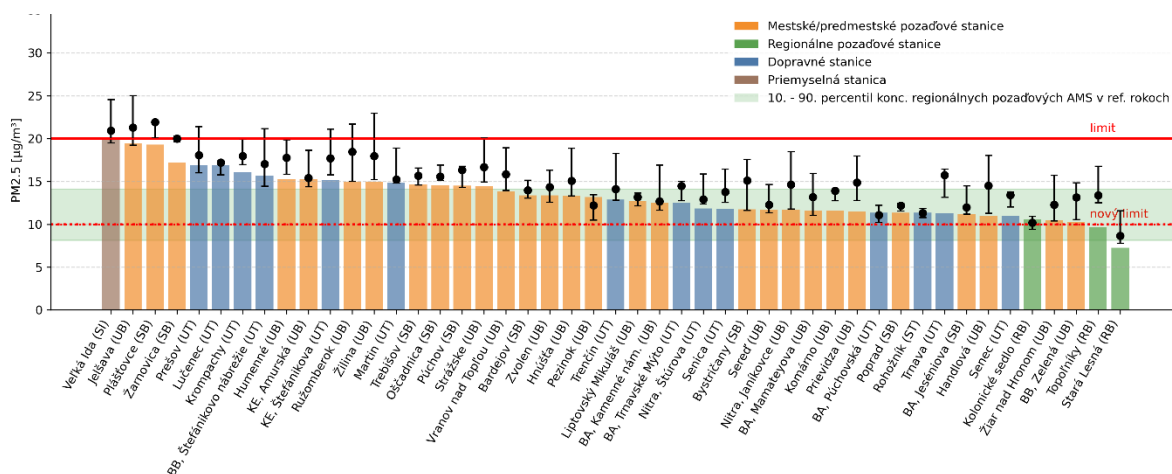
Novú limitnú hodnotu pre denný limit PM₁₀ (45 µg·m⁻³) by prekročilo **11 AMS** v **šiestich zónach**.

Tab. 3.19 Počet prekročení novej limitnej hodnoty LH podľa AMS a zón.

AMS	zóna	Počet prekročení novej LH/starej LH
Plášťovce	NSK	41 (37)
BB, Štefánik. n.	BBSK	27
Jelšava		50 (39)
Lučenec		27
Žarnovica		26
Martin	ZSK	21
KE, Amurská	KE	20
KE, Štefánikova		32
Veľká Ida		51 (42)
Krompachy	KSK	27
Prešov	PSK	37

Porovnanie počtu prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀ (Obr. 3.6) podľa súčasnej a novej legislatívy EÚ ukazuje výrazný vplyv sprísnenia hodnotiacich kritérií. V dôsledku zníženia limitnej hodnoty na 45 µg·m⁻³ a sprísnenia podmienok hodnotenia (18 prekročení) by podľa údajov za rok 2025 pribudlo 11 monitorovacích staníc, ktoré by už nespĺňali požiadavky novej smernice. Výsledky potvrdzujú, že nové požiadavky budú výrazne citlivejšie na výskyt krátkodobých epizód zvýšených koncentrácií PM₁₀.

Obr. 3.7 Priemerné ročné koncentrácie PM_{2,5} v porovnaní s referenčným obdobím (medián, 10. – 90. %).

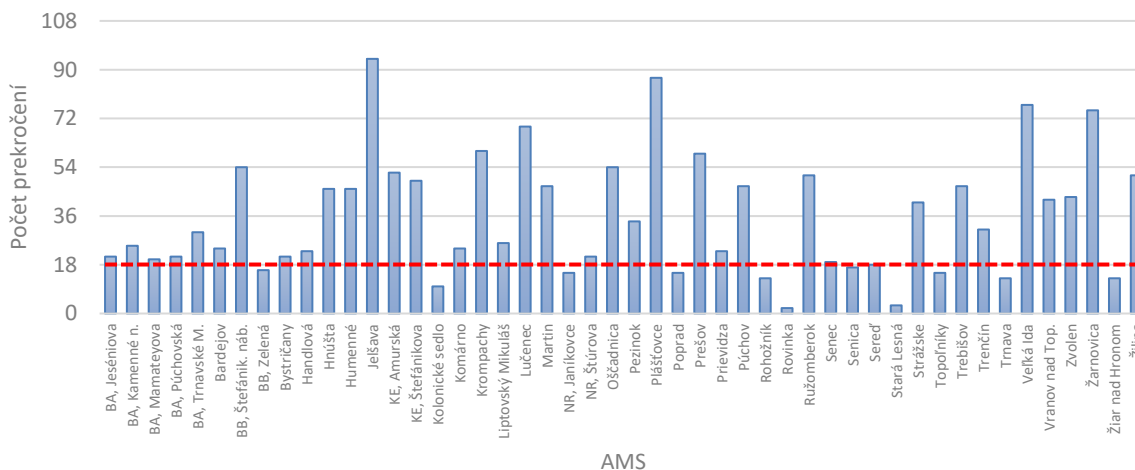


Priemerné ročné koncentrácie PM_{2,5} v roku 2025 sa na väčšine monitorovacích staníc pohybovali v dolnej polovici rozpätia hodnôt pozorovaných v referenčných rokoch, pričom viaceré lokality dosiahli jedny z najnižších hodnôt za obdobie monitorovania. Napriek tomuto priaznivému vývoju novú ročnú limitnú hodnotu 10 µg·m⁻³ podľa smernice (EÚ) 2024/2881 prekročila väčšina monitorovacích staníc.

Novú ročnú limitnú hodnotu by neprekročili len AMS v zóne **Banskobystrický kraj: Banská Bystrica, Zelená; Žiar nad Hronom** a regionálne stanice **Kolonické sedlo, Stará Lesná a Topoľníky**.

Nová ročná limitná hodnota pre PM_{2.5} (10 µg·m⁻³) sa nachádza pri dolnej hranici rozpätia koncentrácií pozorovaných na regionálnych pozadových stanicích (Obr. 3.7 zelená linka) v referenčných rokoch. To naznačuje, že dosiahnutie tejto hodnoty bude v krátkodobom horizonte náročné aj v lokalitách s minimálnym vplyvom lokálnych zdrojov znečistenia.

Obr. 3.8 Počet prekročení denného limitu pre PM_{2.5} podľa novej legislatívy EÚ.



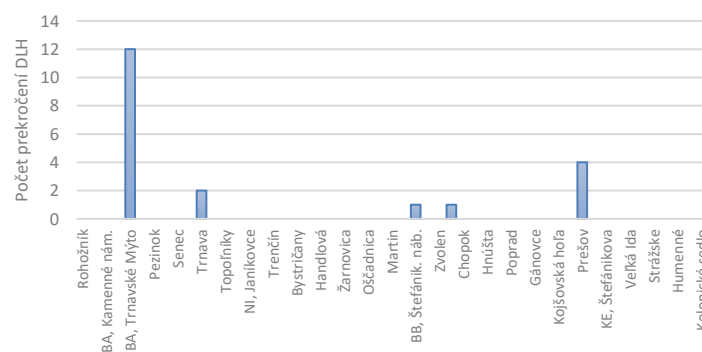
Počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM_{2.5} podľa novej smernice (EÚ) 2024/2881 prekročil povolenú hranicu 18 dní na 33 AMS. Najvyššie počty prekročení by sa vyskytli v zónach Banskobystrický kraj, Košický kraj, Prešovský kraj a Žilinský kraj a v aglomerácii Košice. Táto limitná hodnota by bola prekročená vo všetkých zónach vrátane aglomerácie Bratislava.

Výsledky potvrdzujú, že denná limitná hodnota PM_{2.5} patrí medzi najnáročnejšie požiadavky novej smernice a jej splnenie bude vyžadovať výrazné zníženie koncentrácií najmä počas vykurovacieho obdobia.

■ Oxid dusičitý

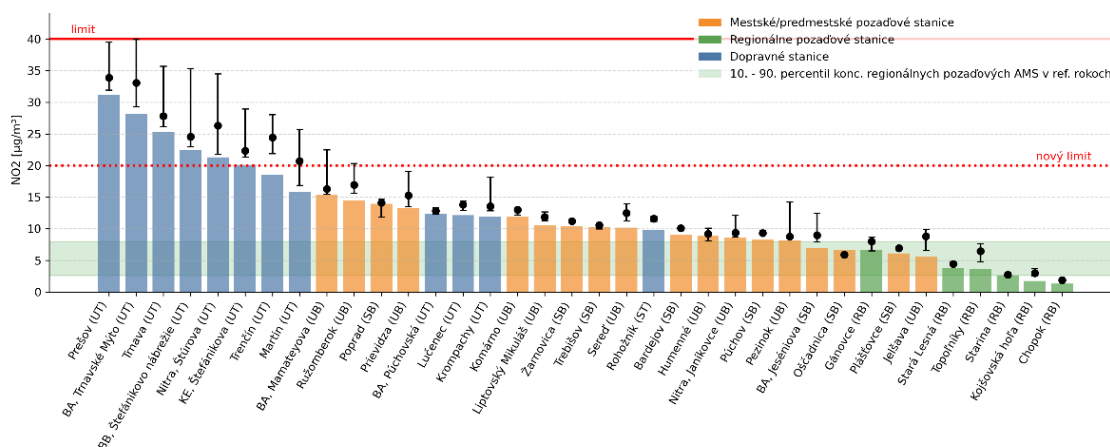
V roku 2025 nebola prekročená ročná limitná hodnota 20 µg·m⁻³ pre Oxid dusičitý (NO₂) na žiadnej monitorovacej stanici. Posledné prekročenie bolo namerané v roku 2018 na monitorovacích staniciach Prešov, Arm. gen. L. Svobodu a Bratislava, Trnavské Mýto.

Obr. 3.9 Počet prekročení dennej LH pre NO₂.



*DLH Denná limitná hodnota

Obr. 3.10 Priemerné ročné koncentrácie NO₂ v porovnaní s referenčným obdobím (medián, 10. – 90. %).



Priemerné ročné koncentrácie NO₂ by v roku 2025 prekročili novú limitnú hodnotu 20 µg·m⁻³ na piatich monitorovacích staniciach. Všetky dopravné stanice mimo krajských miest, ako aj viaceré dopravné stanice v krajských mestách, sa nachádzali pod novou limitnou hodnotou.

Prekročenia ročnej limitnej hodnoty by sa vyskytli v zónach:

- **aglomerácia Bratislava:** Bratislava Trnavské mýto
- **aglomerácia Košice:** Košice, Štefánikova
- **zóna Prešovský kraj:** Prešov, arm. Gen. L. Svobodu
- **zóna Banskobystrický kraj:** Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.
- **zóna Trenčiansky kraj:** Trenčín.

Koncentrácie na regionálnych pozadových staniciach sa pohybovali výrazne pod novou limitnou hodnotou a zároveň v dolnej časti rozpätia hodnôt pozorovaných v referenčných rokoch. Regionálne pozadie NO₂ na Slovensku tak už v súčasnosti spĺňa požiadavky novej smernice s dostatočnou rezervou. Priaznivá situácia by bola aj z pohľadu nového ukazovateľa priemernej expozície obyvateľstva (Average Exposure Indicator – AEI), ktorého cieľová hodnota je stanovená na úrovni 10 µg·m⁻³. Väčšina mestských pozadových staníc sa tejto úrovni približuje alebo ju spĺňa, čo naznačuje, že znižovanie expozície obyvateľstva NO₂ je na Slovensku na dobrej úrovni, výzvou bude splnenie nových limitných hodnôt v najviac dopravne zaťažených lokalitách v Prešove, Bratislave a Trnave.

■ Sprísnená hodinová limitná hodnota pre NO₂ by nebola prekročená na žiadnej AMS. Nová denná limitná hodnota by rovnako nebola prekročená na žiadnej AMS. Najviac prekročení (12) by bolo zaznamenaných na AMS Bratislava Trnavské mýto (

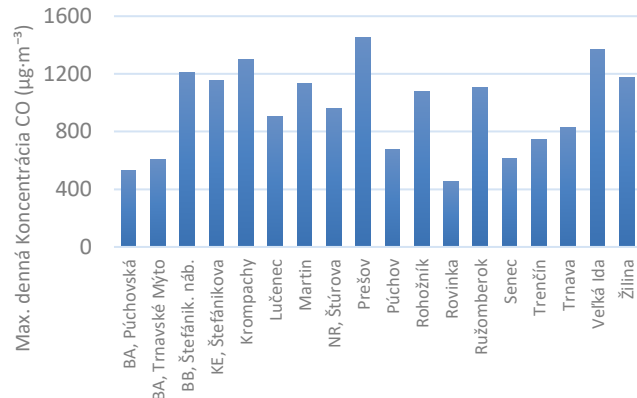
-
- Obr. 3.10).

■ Oxid uhoľnatý

Pre oxid uhoľnatý (CO) nová smernica (EÚ) 2024/2881 nemení limitnú hodnotu pre najväčšiu dennú 8-hodinovú strednú koncentráciu, ktorá naďalej zostáva na úrovni $10\,000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Súčasne však zavádza novú 24-hodinovú limitnú hodnotu $10\,000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, ktorá nesmie byť prekročená viac ako 18-krát za kalendárny rok.

Vyhodnotenie údajov za obdobie 2017 – 2025 ukazuje, že na monitorovacích staniciach nebolo zaznamenané žiadne prekročenie tejto hodnoty. Najvyššia 24-hodinová koncentrácia CO bola nameraná v roku 2017 na monitorovacej stanici Trenčín, Hasičská a dosiahla hodnotu $3\,350\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, teda zostala pod novou limitnou hodnotou. Koncentrácie CO na Slovensku sa dlhodobo pohybujú na nízkej úrovni a spĺňajú požiadavky novej smernice s dostatočnou rezervou.

Obr. 3.11 Maximálne denné koncentrácie CO na monitorovacích staniciach.



■ Ozón

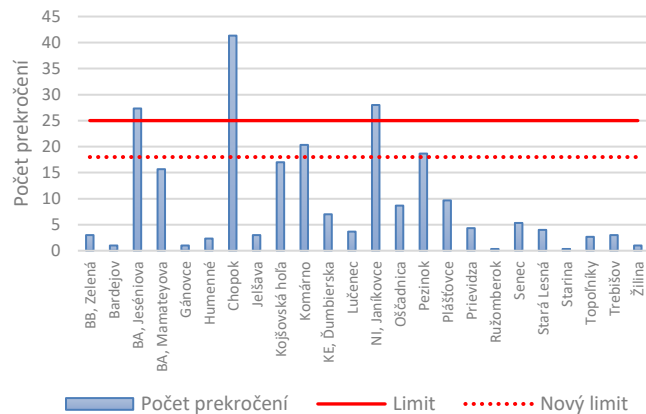
Nová smernica (EÚ) 2024/2881 zavádza pre ozón limitnú hodnotu založenú na ukazovateli maximálnej dennej 8-hodinovej strednej koncentrácie, súlad sa posudzuje podľa počtu dní s prekročením hodnoty $120\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V porovnaní so súčasnou legislatívou dochádza k sprísneniu požiadaviek znížením maximálneho povoleného počtu prekročení z 25 na 18 dní za kalendárny rok, hodnotenú ako priemer za tri po sebe idúce roky.

Podľa údajov za rok 2025 by novú požiadavku nespĺnilo päť AMS v štyroch zónach:

- aglomerácia Bratislava: Bratislava, Jeséniova
- zóna Bratislavský kraj: Pezinok
- zóna Nitriansky kraj: Nitra Janíkovce, Komárno,
- zóna Žilinský kraj: Chopok

Výsledky poukazujú na citlivosť sprísneného hodnotenia ozónu najmä na juhozápade Slovenska v lokalitách Pezinok, Nitra a Komárno, čo súvisí s priaznivými podmienkami pre fotochemickú tvorbu prízemného ozónu a s vysokou intenzitou slnečného žiarenia v týchto oblastiach, vyššími teplotami počas letného obdobia a dostupnosťou prekurzorov ozónu pochádzajúcich z dopravy a ďalších antropogénnych zdrojov.

Obr. 3.12 Počet prekročení najväčšej dennej 8-hod. strednej hodnoty koncentrácie O_3 nad $120\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



■ Benzén

Nová smernica (EÚ) 2024/2881 sprísňuje ročnú limitnú hodnotu pre benzén z $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na $3,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Výsledky modelovania za rok 2025 ukazujú, že koncentrácie benzénu na celom území Slovenska zostávajú výrazne pod touto hodnotou. Najvyššie modelované koncentrácie boli zaznamenané v okolí významných priemyselných a dopravných zdrojov, pričom len lokálne presahovali úroveň $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

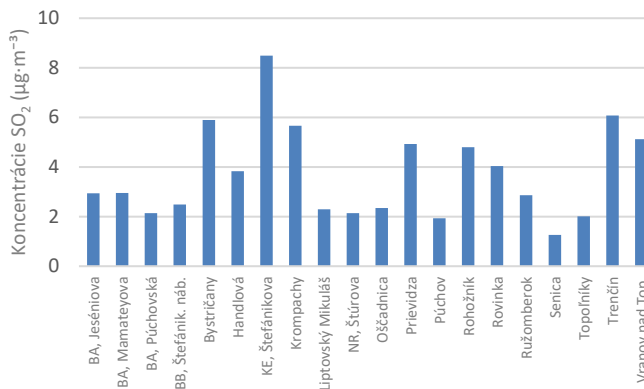
Z pohľadu novej legislatívy preto benzén v súčasnosti nepredstavuje problematickú znečisťujúcu látku a aj po sprísnení limitnej hodnoty zostáva na väčšine územia Slovenska dostatočná rezerva na jej splnenie.

■ Oxid siričitý

Nová smernica (EÚ) 2024/2881 prináša výrazné sprísnenie požiadaviek na hodnotenie oxidu siričitého (SO_2), znížením dennej limitnej hodnoty zo $125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a obmedzením počtu povolených prekročení hodinovej limitnej hodnoty.

Zároveň zavádza novú ročnú limitnú hodnotu $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na ochranu ľudského zdravia. Ročné priemerné koncentrácie SO_2 v roku 2025 sa na monitorovacích staniciach pohybovali v intervale $1\text{--}8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Výsledky monitorovania potvrdzujú, že ročná, denná ani hodinová limitná hodnota podľa novej smernice nebola v roku 2025 prekročená na žiadnej AMS.

Obr. 3.13 Priemerná ročná koncentrácia SO_2 .



3.4 REGIONÁLNY MONITORING

Regionálne znečistenie ovzdušia predstavuje znečistenie v hraničnej vrstve atmosféry nad prírodným územím, nachádzajúcim sa v dostatočnej vzdialenosti od miestnych, priemyselných a mestských zdrojov emisií. Hraničná vrstva atmosféry je najnižšia časť atmosféry, ktorá siaha od zemského povrchu približne do výšky 1 000 metrov a v ktorej dochádza k vertikálnemu premiešavaniu znečisťujúcich látok.

V odľahlých oblastiach, na rozdiel od urbanizovaných či priemyselných regiónov, sú emisie znečisťujúcich látok vo všeobecnosti rovnomernejšie rozptýlené v celom objeme tejto vrstvy, čo vedie k nižším prírodným koncentráciám škodlivín.

V nasledujúcom texte sú prezentované výsledky meraní z regionálnych monitorovacích staníc siete EMEP. Kapitola 3.4.1 sa venuje monitorovaniu kvality ovzdušia a kapitola 3.4.2 analyzuje kvalitu atmosférických zrážok.

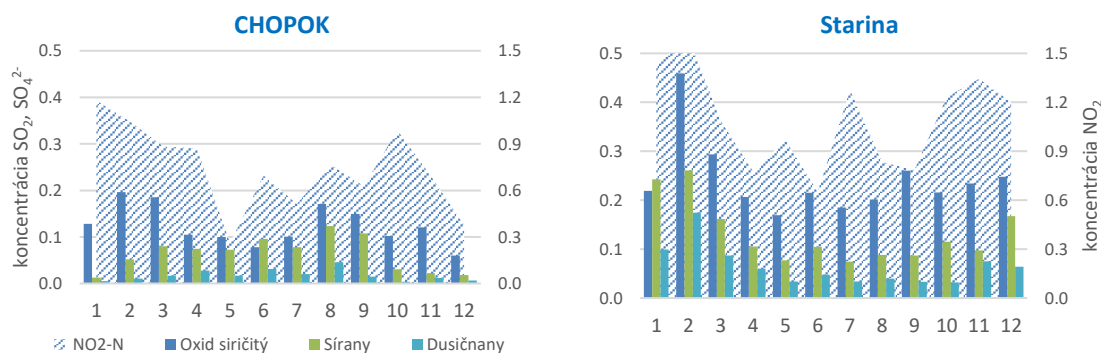
3.4.1 Ovzdušie

■ Oxid siričitý, sírany

Koncentrácie SO₂ na staniách EMEP Chopok a Starina sa v roku 2025 pohybovali na nízkych úrovniach a s veľkou rezervou spĺňali kritické úrovne na ochranu vegetácie za kalendárny rok aj zimné obdobie (0,34 μg·m⁻³ na Chopku a 0,44 μg·m⁻³ na Starine). Súhrn priemerných koncentrácií SO₂ a síranov je uvedený v Tab. 3.20.¹⁶

Obr. 3.14 ilustruje mesačný chod zlúčenín síry a dusíka. Sírany tvorili 2,4 % podiel z celkového aerosólu na Chopku a 6,9 % podiel z PM₁₀ na Starine. Hodnoty sú prepočítané na hmotnosť síry a dusíka.

Obr. 3.14 Mesačný priebeh zlúčenín síry a dusíka.



Tab. 3.20 Priemerné ročné koncentrácie sledovaných iónov [μg·m⁻³] v ovzduší na EMEP staniách.

	SO ₂	SO ₄ ²⁻	NO ₂	NO ₃ ⁻	HNO ₃	Cl ⁻	NH ₃	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
Chopok	0,12	0,06	0,73	0,02	0,08	0,01	-	-	-	-	-	-
Starina	0,13	0,24	1,09	0,06	0,10	0,02	0,73	0,26	0,12	0,11	0,03	0,20

SO₂, SO₄²⁻ – prepočítané na síru, NO_x, NO₃⁻, HNO₃, NH₃, NH₄⁺ – prepočítané na dusík

¹⁶ Limitné hodnoty stanovuje Vyhláška MŽP SR č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia v Prílohe č. 1.

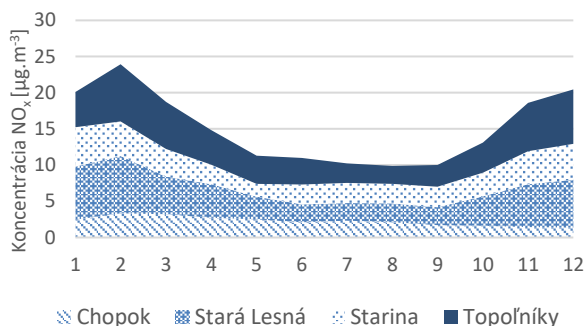
■ Oxidy dusíka, dusičnany

Pre oxidy dusíka (NO_x) je na účely ochrany vegetácie a prírodných ekosystémov stanovená kritická úroveň (norma kvality ovzdušia ekvivalentná limitnej hodnote), ktorá predstavuje súčet $\text{NO} + \text{NO}_2$ ¹⁷.

Kritická úroveň je stanovená na $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za kalendárny rok. Na základe údajov za rok 2025 boli vypočítané priemerné ročné koncentrácie na regionálnych staniciach:

- Chopok $2,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- Stará Lesná $4,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- Starina $3,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- Topoľníky $4,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

Obr. 3.15 Priemerné mesačné koncentrácie NO_x v ovzduší.



Limitná hodnota nebola prekročená. V grafe na **Obr. 3.15** sú zobrazené mesačné priemerné koncentrácie NO_x . Mesačné koncentrácie nevykazovali výrazný trend, maximum bolo dosiahnuté vo februári, a to $25 \mu\text{g} \text{NO}_x\cdot\text{m}^{-3}$ v Topoľníkoch, táto hodnota je pod kritickou úrovňou na ochranu vegetácie za kalendárny rok. Ročné priemerné koncentrácie oxidu dusičitého a dusičnanov sú uvedené v **Tab. 3.20**.

Dusičnany a kyselina dusičná patria medzi významné zlúčeniny dusíka v atmosfére a podieľajú sa na tvorbe sekundárneho anorganického aerosólu. Dusičnany boli aj v roku 2025 viac zastúpené v plynnej ako v časticovej forme ($\text{NO}_3^-(s)/\text{HNO}_3(g)$) a tvorili 6,1 % z celkového TSP na Chopku a 6,9 % z PM_{10} na Starine.

■ Amoniak, amónne ióny a ióny alkalických kovov

Podrobné kvalitatívne zloženie ovzdušia v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP prebieha od roku 2007 na regionálnej monitorovacej stanici Starina. V ovzduší sa na dennej báze sledujú koncentrácie amoniaku, amónnych kationov, iónov sodíka, draslíka, vápnika a horčíka. Priemerné koncentrácie uvedených komponentov (NH_3 a NH_4^+ prepočítané na dusík) sú uvedené v **Tab. 3.20**. Pri amónnych iónoch predstavuje ročná koncentrácia hodnotu $0,26 \mu\text{g} \text{N}\cdot\text{m}^{-3}$ a pri amoniaku $0,73 \mu\text{g} \text{N}\cdot\text{m}^{-3}$. Spolu s iónmi sodíka, draslíka, horčíka a vápnika tvorili približne 7,7 % hmotnosti PM_{10} . Z základných zložiek aerosólu bol najvýznamnejšie zastúpený amónny ión, ktorý vzniká neutralizáciou kyslých zlúčenín síry a dusíka v atmosfére.

■ Atmosférický aerosól a ťažké kovy

Hodnoty koncentrácií PM_{10} a TSP (meria sa na Chopku) a tiež detailnejšie charakteristiky zloženia tuhých častíc na EMEP staniciach, ktoré zahŕňajú podiely olova, medi, kadmia, niklu, chrómu, zinku, arzénu, elementárneho a organického uhlíka v $\text{PM}_{10}/\text{TSP}$ za rok 2025 sú uvedené v **Tab. 3.21**.

Tab. 3.21 Priemerné ročné koncentrácie PM_{10} , TSP, OC/EC [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] a ťažkých kovov [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$] v ovzduší.

	$\text{PM}_{10}/\text{TSP}^1$	Pb	Cu	Cd	Ni	Cr	Zn	As	OC/EC
Chopok ¹	7	0,67	0,59	0,03	0,65	0,62	8,24	0,10	-
Topoľníky	13	2,51	1,18	0,09	0,37	0,52	12,27	0,09	-
Starina	11	1,40	0,50	0,08	0,37	0,26	7,71	0,09	-
Stará Lesná	9	1,91	0,80	0,08	0,29	0,41	8,914	0,10	2,6/0,36

¹ TSP – celkový prach, sa meria na Chopku; výsledky PM_{10} sú z gravimetrického stanovenia

¹⁷ Limitné hodnoty stanovuje Vyhláška MŽP SR č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia v Prílohe č. 1.

■ Prchavé organické zlúčeniny

Prchavé organické zlúčeniny C₂–C₈ (tzv. ľahké uhľovodíky) sa začali odoberať na stanici Starina v roku 1994. Koncentrácie jednotlivých zlúčenín počas roka majú rozdielny charakter. Nižšie uhľovodíky (etán, etén, propán a propén) majú sezónny chod, vysoké hodnoty sa vyskytujú v zime. Naopak, najvyššie koncentrácie izoprénu meriame v letných mesiacoch. Dôvodom je skutočnosť, že sa jedná o chemickú látku, ktorej emisie majú biogénny charakter, produkujú ho rastliny. Produkcia emisií izoprénu sa zvyšuje s rastúcou teplotou. Benzén a jeho deriváty nemajú sezónny charakter a ich koncentrácie sú konštantné po celý rok.

Tab. 3.22 Priemerné ročné koncentrácie prchavých organických zlúčenín [ppb] na EMEP stanici Starina.

etán	etén	etín	propán	propén	i-bután	bután
2.08	0.98	0.02	0.74	0.15	0.32	0.42
butén	pentán	pentén	hexán	izoprén	benzén	toluén
0.06	0.12	PDL	0.15	0.03	0.25	0.27

* PDL – pod detekčný limit analytickej metódy

3.4.2 Atmosférické zrážky

Chemické zloženie atmosférických zrážok sa pravidelne monitoruje okrem EMEP staníc aj na mestskej pozaďovej stanici Bratislava, Jeséniova.

Tab. 3.23 Ročné vážené priemery koncentrácií znečisťujúcich látok v atmosférických zrážkach.

	zrážky [mm]	pH	vodivosť [μS·cm ⁻¹]	SO ₄ ²⁻ [mg·l ⁻¹]	NO ₃ ⁻ [mg·l ⁻¹]	NH ₄ ⁺ [mg·l ⁻¹]	Cl ⁻ [mg·l ⁻¹]	Na ⁺ [mg·l ⁻¹]	K ⁺ [mg·l ⁻¹]	Mg ²⁺ [mg·l ⁻¹]	Ca ²⁺ [mg·l ⁻¹]
Chopok	1060	5,41	7,0	0,237	0,176	0,367	0,161	0,212	0,174	0,042	0,279
Topoľníky	400	5,65	10,4	0,303	0,246	0,592	0,173	0,279	0,169	0,069	0,498
Starina	376	5,23	8,6	0,300	0,307	0,560	0,238	0,196	0,466	0,070	0,401
Stará Lesná	423	5,28	7,9	0,233	0,184	0,387	0,186	0,166	0,180	0,044	0,334
BA, Jeséniova	606	5,59	10,8	0,338	0,318	0,487	0,178	0,236	0,246	0,078	0,557

SO₄²⁻ – prepočítané na síru, NO₃⁻, NH₄⁺ – prepočítané na dusík

■ Hlavné ióny, pH, vodivosť

V roku 2025 bol na regionálnych staniciach zaznamenaný **priemerný ročný úhrn zrážok**, ktorý sa v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi pohyboval v štandardných hodnotách.

Reakcia zrážkovej vody (pH) bola slabso kyslá na všetkých EMEP staniciach. Namerané hodnoty pH boli na všetkých AMS s veľmi malým rozptylom. Najvyššie pH 5,65 bolo namerané v Topoľníkoch čo naznačuje **neutralizáciu kyslosti** zásaditými látkami a ovplyvnenie emisiami z antropogénnych zdrojov. V Bratislave dosiahlo pH hodnotu 5,59, čo zodpovedá zvýšenému zaťaženiu urbanizovaného územia. (Tab. 3.23, Obr. 3.15)¹⁸.

Elektrická vodivosť atmosférických zrážok ako indikátor celkového obsahu disociovaných iónov, bola najvyššia v Topoľníkoch (10,4 μS·cm⁻¹) s intenzívnejším poľnohospodárskym využívaním územia a mimo EMEP lokalít to bolo v Bratislave (10,8 μS·cm⁻¹), čo zodpovedá vysokému stupňu urbanizácie. Naopak, najnižšia vodivosť bola nameraná na Chopku (7,0 μS·cm⁻¹), v tejto oblasti zaznamenávame nízke koncentrácie iónov typické pre menej znečistené horské prostredie.

Sírany (SO₄²⁻) a dusičnany (NO₃⁻), ako hlavné anorganické kyslé zložky, mali najnižšie koncentrácie na Chopku 0,237 mg·l⁻¹ a 0,176 mg·l⁻¹. Ich najvyššie hodnoty na EMEP staniciach sa vyskytli v Topoľníkoch

¹⁸ Neutrálna voda má pH 7. Dážď absorbuje oxid uhličitý z atmosféry a vytvára kyselinu uhličitú, ktorá je mierne kyslá, takže bežné pH dažďa je 5,6. Kyslý dážď má typické pH 4,2 až 4,4.

v prípade síranov $0,303 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a na Starine v prípade dusičnanov $0,307 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a v Bratislave, kde je vyššie antropogénne zaťaženie (doprava, spaľovanie palív, poľnohospodárstvo), (Tab. 3.23, Obr. 3.15).

Amónne ióny (NH_4^+), ktoré prispievajú k neutralizácii kyslých zložiek, boli najvyššie na Topoľníkoch $0,592 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, čo koreluje s väčším poľnohospodárskym využitím krajiny v okolí stanice. Na Chopku bola ich koncentrácia na úrovni $0,367 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, čo je najnižšia hodnota, ale vyššia ako v minulých rokoch.

Zásadité katióny, najmä **vápnik (Ca^{2+})** a **horčík (Mg^{2+})**, ktoré neutralizujú kyslé zložky, boli najvyššie v prípade Ca^{2+} v Topoľníkoch $0,498 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a v Bratislave $0,557 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Koncentrácie Mg^{2+} boli v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi relatívne nízke na všetkých lokalitách.

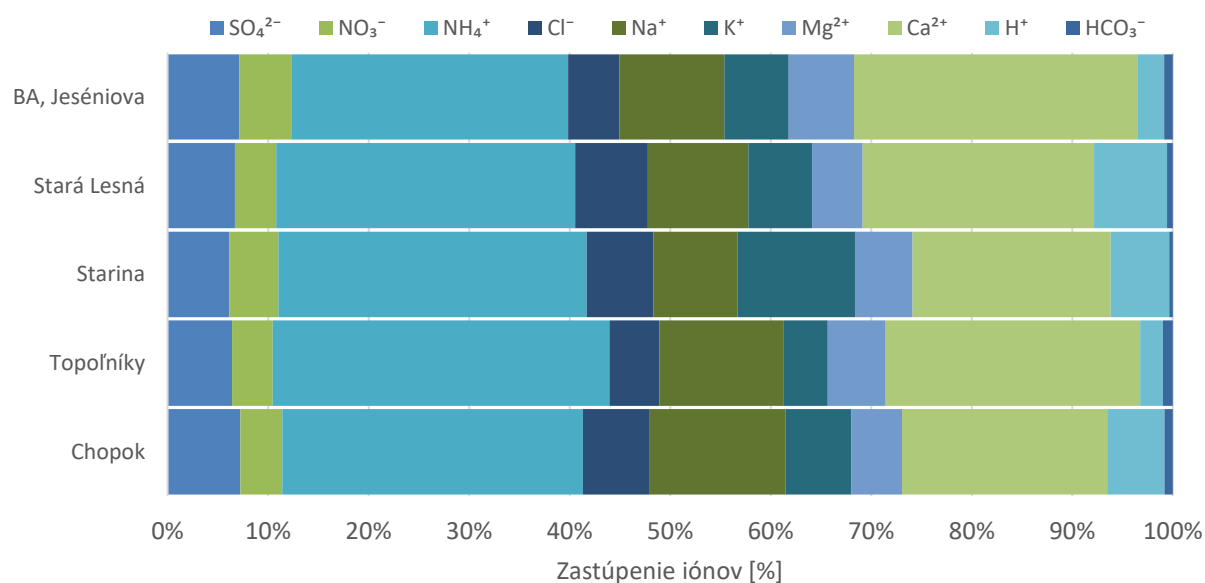
V roku 2025 boli vyššie koncentrácie draslíka (K^+) najmä na Starine $0,466 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Draslík je považovaný za indikátor spaľovania biomasy, ale jeho zdrojom môže byť aj resuspendovaný pôdny materiál a vegetácia.

Chloridy (Cl^-) a **sodík (Na^+)** patria medzi prirodzené zložky atmosférickej depozície. Ich zdrojom je najmä diaľkový prenos aerosólových častíc, k ich koncentráciám môžu prispievať aj lokálne zdroje a resuspendovaný prach. Najvyššie priemerné koncentrácie Cl^- boli zaznamenané na Starine $0,238 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, koncentrácie Na^+ dosahovali najvyššie hodnoty v Topoľníkoch $0,279 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a v Bratislave ($0,236 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

Relatívne ekvivalentné pomery iónov v zrážkach ukazujú, že dominantnú časť kationovej zložky tvorili amónne ióny spolu Ca^{2+} , zatiaľ čo medzi aniónmi prevládali sírany a dusičnany. V porovnaní s kyslými zložkami bol na všetkých lokalitách prítomný dostatok neutralizačných katiónov, čo sa prejavilo hodnotami pH vyššími ako 5.

Pri interpretácii relatívnych ekvivalentných pomerov je potrebné zohľadniť, že hodnoty H^+ a odvodené koncentrácie HCO_3^- boli vypočítané z meraní pH, ktoré nebolo k dispozícii pre všetky zrážkové vzorky. Z tohto dôvodu nemusí byť iónová bilancia úplne uzavretá a výsledné pomery predstavujú orientačné hodnotenie chemického zloženia zrážok.

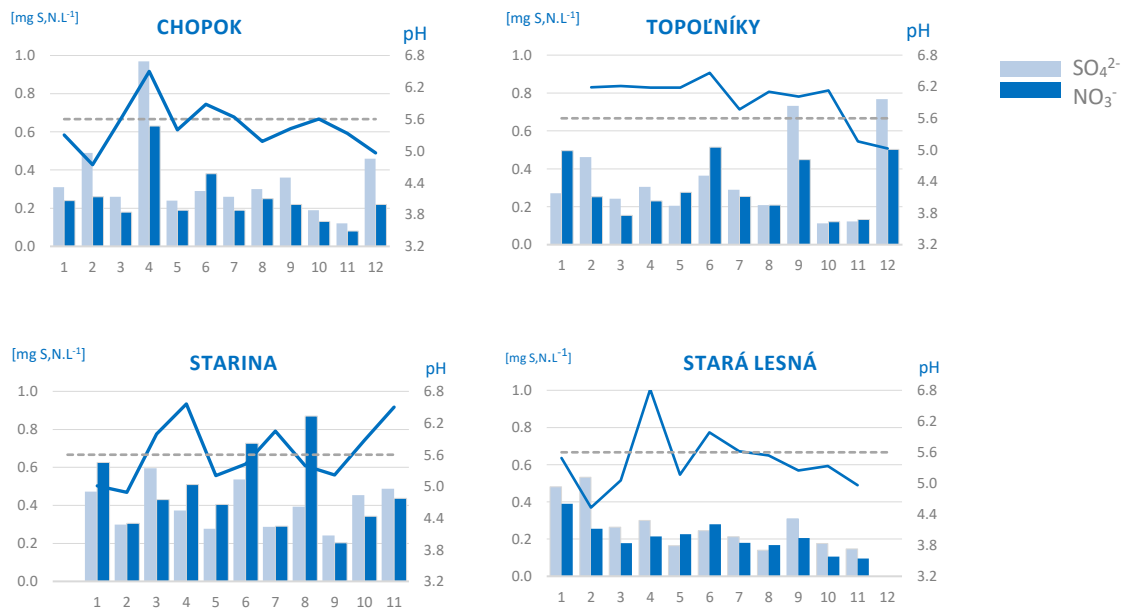
Obr. 3.16 Relatívne ekvivalentné pomery hlavných iónov v zrážkach (v %).



■ Ťažké kovy v atmosférických zrážkach

Monitoring ťažkých kovov v zrážkach sa na Slovensku vykonáva v súlade s monitorovacou stratégiou CCC EMEP (Chemical Coordinating Centre of EMEP). Na staniciach prvej úrovne sa sledujú ťažké kovy: olovo (Pb), meď (Cu), kadmium (Cd), nikel (Ni), chróm (Cr), zinok (Zn) a arzén (As). Rovnaký rozsah monitoringu sa uplatňuje aj na stanici Bratislava, Jeséniova.

Obr. 3.17 Koncentrácia síranov a dusičnanov v atmosférických zrážkach.



Výsledky ročných vážených priemerov koncentrácií ťažkých kovov v atmosférických zrážkach za rok 2025 sú uvedené v **Tab. 3.24**. Vývoj koncentrácií olova v zrážkach poukazuje na klesajúci trend aj po roku 2020, ktorý súvisí s postupným znižovaním emisií z priemyslu a energetiky vrátane útlmu alebo ukončenia prevádzky významných zdrojov, ako boli tepelné elektrárne Vojany a Nováky. Výraznejší pokles koncentrácií je pozorovateľný najmä od roku 2023. V roku 2025 boli koncentrácie olova na všetkých sledovaných staniciach nízke (0,32 – 0,89 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$).

Koncentrácie zinku v zrážkach vykazujú výraznú medziročnú variabilitu. V roku 2025 došlo na väčšine sledovaných lokalít k nárastu koncentrácií v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Najvyššie hodnoty boli zaznamenané na Chopku 46,9 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a na Starine 42,5 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Ide o jedny z najvyšších koncentrácií pozorovaných v poslednom desaťročí, dlhodobo sa najvyššie hodnoty zinku vyskytujú najmä na staniciach Chopok a Starina. Mierny nárast bol pozorovaný aj pri koncentráciách niklu. Najvyššia hodnota bola zaznamenaná na stanici Starina 1,29 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, ktorá dlhodobo patrí medzi lokality s vyššími koncentraciami niklu v zrážkach. V roku 2025 bola najvyššia koncentrácia medi v zrážkach zaznamenaná na stanici Bratislava, Jeséniova 3,34 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. V porovnaní s predchádzajúcimi dvoma rokmi ide o výrazný nárast. Zvýšené koncentrácie medi v mestskom prostredí sú často spájané najmä s dopravou, predovšetkým s opotrebovaním brzdových systémov, ako aj s ďalšími antropogénnymi zdrojmi v aglomerácii. (**Tab. 3.24**).

Tab. 3.24 Ročné vážené priemery koncentrácií ťažkých kovov v atmosférických zrážkach.

	Zrážky [mm]	Pb [$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$]	Cd [$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$]	Cr [$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$]	As [$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$]	Cu [$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$]	Zn [$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$]	Ni [$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$]
Chopok	1003	0.55	0.03	0.16	0.07	1.34	46.9	0.55
Topoľníky	469	0.32	0.03	0.15	0.07	1.40	19.3	0.69
Starina	565	0.65	0.05	0.24	0.11	1.40	35.4	1.29
Stará Lesná	688	0.69	0.05	0.12	0.01	1.19	26.3	0.79
BA, Jeséniova	624	0.89	0.05	0.20	0.12	3.34	25.2	0.80

VÝSLEDKY MATEMATICKÉHO MODELOVANIA KVALITY OVZDUŠIA

Zákon o ochrane ovzdušia č. 146/2023 Z. z. stanovuje postup pre hodnotenie a kritériá kvality ovzdušia v plnom súlade so smernicami EÚ a umožňuje využiť na hodnotenie kvality ovzdušia okrem meraní pomocou monitorovacích staníc aj matematické modelovanie. Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje SHMÚ na staniciach NMSKO. V nadväznosti na merania sa pre priestorové hodnotenie kvality ovzdušia využívajú metódy matematického modelovania.

Výpočty pre hodnotenie kvality ovzdušia pomocou matematického modelovania boli uskutočnené aplikáciou upravených modelov RIO a CMAQ. Tieto modely sa používajú na hodnotenie kvality ovzdušia od roku 2020, pričom ich výstupy sú odvtedy pravidelne uvádzané v Správach o kvalite ovzdušia.

4.1 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH MODELOV

■ Chemicko-transportný model CMAQ v5.3

Modelovací systém *Community Multiscale Air Quality Modeling System* – CMAQ¹⁹, je vyvíjaný a podporovaný vo vývojovom stredisku EPA National Exposure Research Laboratory v Research Triangle Park, NC. CMAQ predstavuje model kvality ovzdušia tretej generácie, čo znamená, že dokáže modelovať viaceré znečisťujúce látky naraz na veľkých škálach, ktoré môžu pokrývať celé kontinenty. Je to trojrozmerný eulerovský chemicko-transportný model, ktorý sa používa na simulovanie ozónu, atmosférických aerosólov (PM), oxidov síry, oxidov dusíka a iných znečisťujúcich látok v troposfére. Vyjadrené matematicky, CMAQ počíta zmenu koncentrácií látok v čase pre každú bunku mriežky pomocou rovnice kontinuity. Tieto zmeny koncentrácie zahŕňajú procesy emisie, advekcie, difúzie, chemických transformácií znečisťujúcej látky a procesy odstraňovania z atmosféry, akými sú suchá a mokrá depozícia na zemský povrch. Pre hodnotenie kvality ovzdušia bola spustená simulácia s horizontálnym rozlíšením 2 x 2 km s meteorologickými údajmi z modelu ALADIN. Výpočtová doména modelu pokrýva oblasť strednej Európy.

■ Interpolačno-regresný model RIO

Model RIO²⁰ je pokročilý interpolačno-regresný model. Vstupmi sú namerané koncentrácie a rôzne pomocné priestorové polia, ktoré majú súvislosť s priestorovým rozložením danej znečisťujúcej látky - ako napríklad mapy nadmorskej výšky, intenzity dopravy, ventilačného indexu, gridovaných emisií z lokálnych kúrenísk - pričom súbor týchto tzv. driverov je špecifický pre konkrétnu znečisťujúcu látku. Ako priestorový driver môžu slúžiť aj výsledky modelov, napr. aj modelu CMAQ, družicové pozorovania atď., pričom pomocou modelu RIO môžeme získať vyššie priestorové rozlíšenie koncentrácií. V prvom kroku výpočtu model zisťuje priestorové korelácie danej znečisťujúcej látky s jednotlivými možnými priestorovými drivermi v miestach monitorovacích staníc. V ďalšom optimalizuje tzv. parameter β , ktorý získa kombináciou vybraných priestorových driverov, ktoré najlepšie korelujú s priestorovým rozložením znečisťujúcej látky. Model vypočíta taký parameter β , pomocou ktorého dosiahne najlepšiu koreláciu s nameranými dátami. Rozdiely medzi hodnotami v miestach monitorovacích staníc vypočítanými pomocou parametra β a skutočnými meraniami sa potom interpolujú metódou ordinary kriging

¹⁹ United States Environmental Protection Agency. (2020). CMAQ (Version 5.3.2) [Software]. Available from <https://doi.org/10.5281/zenodo.4081737>

²⁰ Janssen, S., Dumont, G., Fierens, F., Mensink, C., 2008: Spatial interpolation of air pollution measurements using CORINE land cover data. *Atmos. Environ.* 42, 4884–4903. doi: 10.1016/j.atmosenv.2008.02.043

a následne sa pripočítajú k dátam vypočítaným pomocou parametra β pre každý bod mriežky. Pre hodnotenie kvality ovzdušia modelom RIO sa použilo rozlíšenie 1 x 1 km.

■ IDW-R

Interpoláčny model RIO patrí medzi tzv. aproximujúce interpolačné metódy, čo znamená že pole koncentrácií vyhladzuje a v miestach monitorovacích staníc nevypočíta nutne rovnakú koncentráciu ako bola nameraná. Preto výstupy modelu RIO alebo CMAQ ešte upravujeme technikou IDW-R (inverse distance weighting - regression). V prvom kroku IDW-R sa vypočíta lineárna regresná krivka medzi nameranými údajmi a výstupmi modelu. V druhom kroku sa vykoná štandardná IDW interpolácia rozdielov medzi nameranými dátami a dátami vypočítanými pomocou lineárnej regresie, čím získame 2D mapu s interpolovanými rozdielmi. Táto sa vynásobí preškálovanými vstupnými dátami s hodnotami od 0 až 1 a následne sa pripočíta k hodnotám vypočítaným regresiou. Techniku možno opakovať niekoľkokrát po sebe pri zlepšujúcich sa štatistických ukazovateľoch. Na výsledné porovnanie modelu s meraniami bola použitá stredná kvadratická chyba (RMSE) a systematická chyba (BIAS).

4.2 VÝSLEDKY A VÝSTUPY

■ Modelovanie PM₁₀

Dominantným zdrojom emisií PM₁₀ je vykurovanie domácností hlavne tuhým palivom, ktoré predstavuje podľa reportovaných údajov z posledného reportovaného roku 2024²¹ okolo 48 % celkových emisií PM₁₀. Významným zdrojom je aj poľnohospodárstvo, ktoré predstavuje približne 21 % celkových emisií PM₁₀. Veľké a stredné priemyselné zdroje a systémová energetika tvoria približne 10 % emisií PM₁₀, menšou mierou sa podieľa spaľovanie a nakladanie s odpadmi cca 6%. Emisie PM₁₀ z cestnej prepravy predstavujú okolo 10%, napriek tomu je ich vplyv na kvalitu ovzdušia v blízkosti vyťažených cestných komunikácií nezanedbateľný. Problematika modelovania PM chemicko-transportným, či rozptylovým modelom je komplikovaná aj relatívne výrazným, aj keď časovo obmedzeným vplyvom aktivít, ktorých emisie je zložité vyčíslit' a aspoň približne lokalizovať v priestore a čase – napríklad stavebné a búracie práce, poľnohospodárske práce ako napríklad orba, či žatva a nedovolené spaľovanie poľnohospodárskych zvyškov aj odpadu.

Priestorové rozloženie koncentrácií PM₁₀ na Slovensku bolo vypočítané modelom RIO, pričom ako pomocné priestorové dáta boli použité výstupy z gaussovského modelu AtmoStreet²² (18 %), ventilačný index z modelu Aladin s 1 km rozlíšením²³ (14 %), nadmorská výška (68 %). Po následnej úprave výsledkov metódou IDW-R a porovnaní s meraniami dostávame RMSE = 0,3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a BIAS = 0,0 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Výsledné priemerné ročné koncentrácie PM₁₀ sú na Obr. 4.1. Ako vidno, limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu (40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nebola v tomto priestorovom rozlíšení modelu nikde prekročená. Najvyššie koncentrácie PM₁₀ sa vyskytujú v dolinách stredného a severozápadného Slovenska, Gemera, Šariša, Spiša a v okolí Košíc.

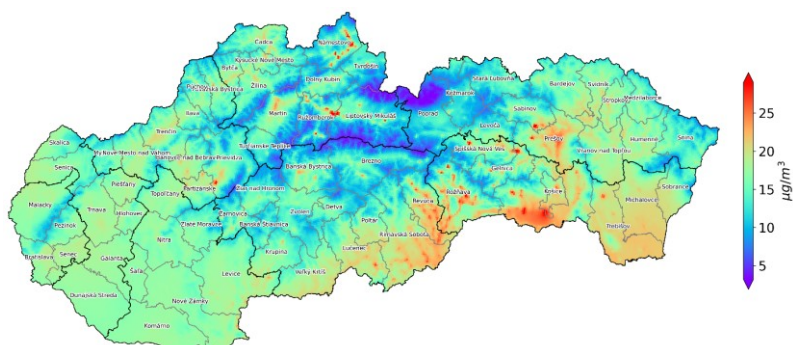
Na Obr. 4.2 je zobrazený počet dní, počas ktorých bola prekročená priemerná denná limitná hodnota koncentrácií PM₁₀ rovnajúca sa 50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Takýchto dní nesmie byť viac ako 35 v roku. Z obrázku vidíme, že podľa modelovania túto podmienku nemusia spĺňať doliny a kotliny na Gemeri, v okolí Jelšavy a Rožňavy, okolie Veľkej Idy, južné Slovensko v okolí Plášťoviec a menšie údolné oblasti na severozápadnom a strednom Slovensku, najmä na Orave a dolnom Liptove. Vyšší počet prekročení majú spravidla slabšie vetrané kotlinové oblasti Slovenska s vysokým podielom tuhých palív na lokálnom vykurovaní.

²¹ <https://www.ceip.at/status-of-reporting-and-review-results - IIR po jednotlivých rokoch a krajinách>

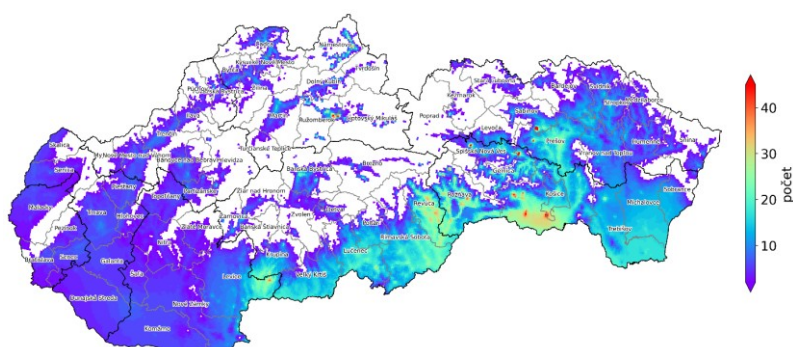
²² Tento model obsahoval emisie z lokálnych kúrenísk bez uvažovania požadových koncentrácií.

²³ Výška premiešavania vynásobená priemernou rýchlosťou vetra vo vrstve pod touto výškou.

Obr. 4.1 Priemerné ročné koncentrácie PM_{10} [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$].



Obr. 4.2 Počet dní s prekročením limitnej hodnoty pre 24-hodinovú koncentráciu PM_{10} [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]. Zobrazené sú len oblasti s nenulovým počtom prekročení.



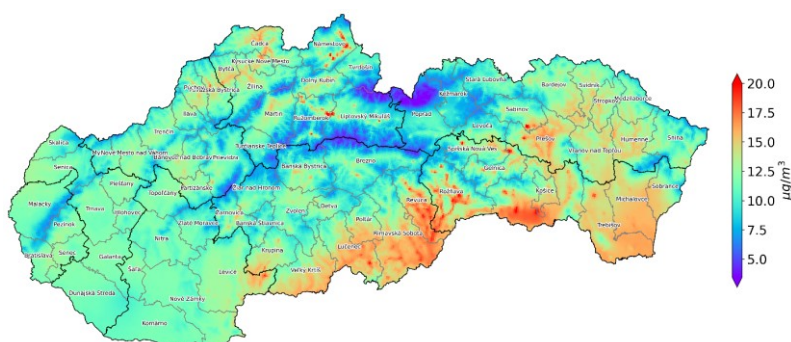
■ Modelovanie $PM_{2,5}$

Dominantným zdrojom emisií $PM_{2,5}$ je vykurovanie domácností prevažne tuhým palivom, ktoré dosahuje pre $PM_{2,5}$ podľa oficiálnych reportovaných dát 67 % celkových emisií²⁴. Viac ako 9 % emisií $PM_{2,5}$ je z dopravy, významné sú aj emisie z spaľovania a s nakladania odpadov – 8 % a veľké a stredné priemyselné zdroje a systémová energetika – 8 %.

Priestorové rozloženie koncentrácií $PM_{2,5}$ na Slovensku bolo vypočítané modelom RIO, pričom ako pomocné priestorové dáta boli použité výstupy z modelu AtmoStreet (14 %), ventilačný index (23 %), a nadmorská výška (63 %). Po následnej úprave výstupu modelu RIO metódou IDW-R dostávame pri porovnaní s meraniami $RMSE = 0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a $BIAS = 0,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Výsledné priemerné ročné koncentrácie $PM_{2,5}$ sú na **Obr. 4.3**. Priemerná ročná limitná hodnota $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v roku 2025 v tomto priestorovom rozlíšení nebola presiahnutá. Najvyššie koncentrácie $PM_{2,5}$ podľa modelovania boli v údoliach na Gemeri, v okolí Veľkej Idy na Above, v okolí Prešova, na Orave, Kysuciach a v dolnom Liptove. Najvyššie koncentrácie sú obdobne ako v prípade PM_{10} v lokalitách s veľkým počtom lokálnych kúrenísk na tuhé palivo, v uzavretých horských dolinách.

²⁴ <https://www.ceip.at/status-of-reporting-and-review-results> - - IIR po jednotlivých rokoch a krajinách

Obr. 4.3 Priemerné ročné koncentrácie $PM_{2,5}$ [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v roku 2025.

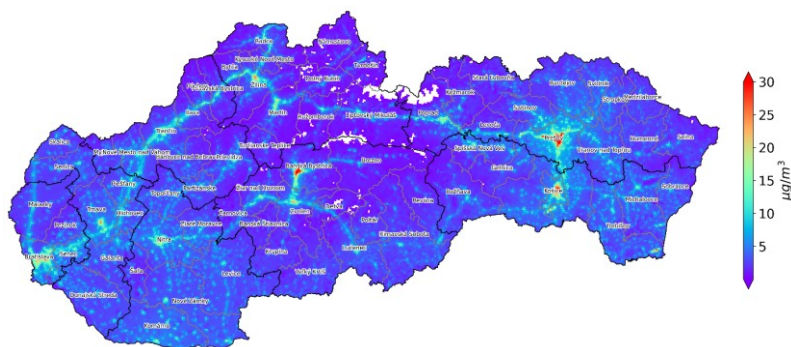


■ Modelovanie NO_2

Hoci podiel emisií z cestnej dopravy predstavuje okolo 33 % celkových emisií NO_x , vplyv cestnej dopravy v blízkosti vyťažených cestných komunikácií na koncentrácie NO_2 je podstatne významnejší ako vplyv ostatných druhov zdrojov, ktorých spaliny vypustené z komínov vo vyššej výške sa za obvyklých meteorologických podmienok efektívne rozptýlia.

Priestorové rozloženie koncentrácií NO_2 na Slovensku bolo vypočítané modelom RIO, pričom boli použité tieto pomocné priestorové dáta: výstupy z modelu AtmoStreet pre dopravu (43%), teplota vo výške 2 m z modelu ALADIN s 1 km horizontálnym rozlíšením (13 %) a využitie krajiny²⁵ (44 %). Po následnej úprave modelu metódou IDW-R a porovnaní s meraniami dostávame $\text{RMSE} = 1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a $\text{BIAS} = 0,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Výsledné priemerné ročné koncentrácie NO_2 sú na **Obr. 4.4**. Najvyššie koncentrácie sa vyskytujú v okolí veľkých miest, teda v miestach so zvýšenou intenzitou cestnej dopravy. Z obrázku možno vidieť, že v skúmanom rozlíšení nebola limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) v roku 2025 prekročená. Taktiež limitná hodnota pre priemernú hodinovú koncentráciu ($200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ - táto hodnota nesmie byť prekročená viac ako 18-krát za kalendárny rok) nebola prekročená ani podľa nameraných ani modelovaných hodnôt koncentrácií.

Obr. 4.4 Priemerné ročné koncentrácie NO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$].



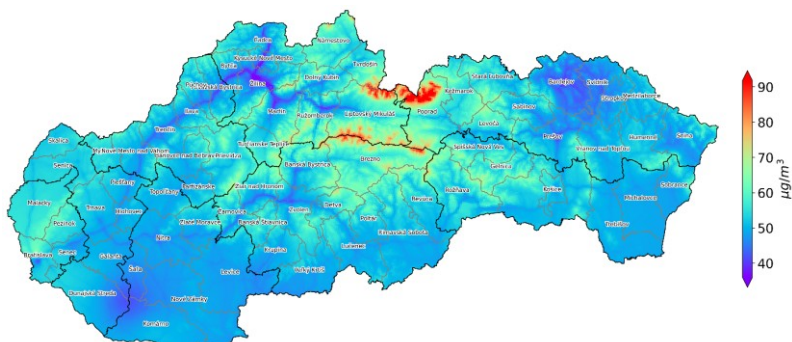
■ Modelovanie O_3

Priestorové rozloženie koncentrácií ozónu na Slovensku bolo vypočítané modelom RIO, pričom ako pomocné priestorové polia boli použité výstupy z modelu AtmoStreet s uvažovaním len dopravných zdrojov (36 %) a nadmorská výška (64 %). Po následnej úprave vypočítaných koncentrácií metódou IDW-R a porovnaní s meraniami dostávame $\text{RMSE} = 1,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a $\text{BIAS} = 0,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Výsledné priemerné ročné koncentrácie ozónu sú na **Obr. 4.5**. **Obr. 4.6** ilustruje počet dní, v ktorých priemerná osemhodinová koncentrácia prízemného ozónu prekročila hodnotu $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (t.j. cieľovú hodnotu pre ochranu ľudského zdravia), pričom sa zobrazuje priemerný počet dní za obdobie 2023–2025. (Tento priemerný

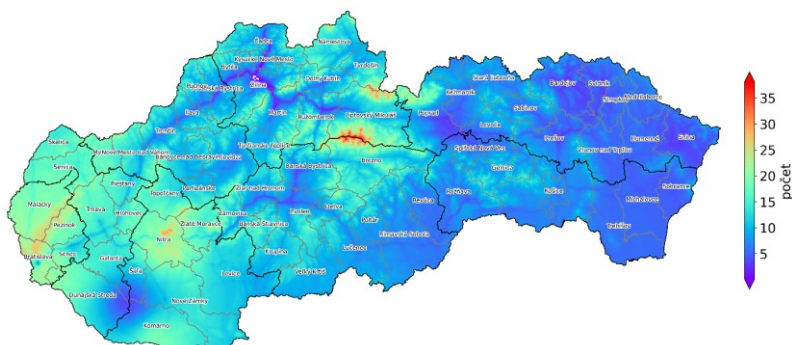
²⁵ <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

počet dní nemôže prekročiť hodnotu 25). Z obrázku vidíme, že viac ako 25 prekročení v priemere za obdobie 2023–2025 majú vysoko položené horské oblasti a oblasti na západnom Slovensku. **Obr. 4.7** zachytáva priemerné hodnoty AOT40 pre ochranu vegetácie za obdobie 2021–2025 (podľa Vyhlášky MŽP SR č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia). Cieľová hodnota 18 000 sa taktiež prekračuje vo vysoko-horských polohách a na západnom Slovensku.

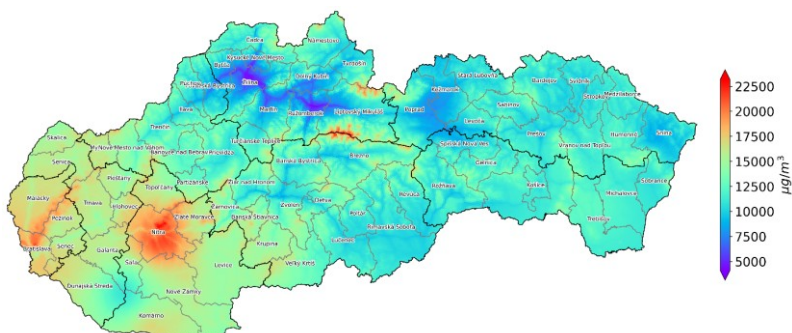
Obr. 4.5 Priemerné ročné koncentrácie ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$].



Obr. 4.6 Počet dní, v ktorých priemerná osem hodinová koncentrácia prízemného ozónu prekročila hodnotu $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (priemer počas rokov 2023 – 2025).



Obr. 4.7 Priemerné hodnoty AOT40 za obdobie piatich rokov (2021 – 2025).



Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu vo všeobecnosti narastajú s nadmorskou výškou, čo je spôsobené prenikaním stratosférického ozónu do vrchných vrstiev troposféry. V roku 2025, podobne ako v predchádzajúcich rokoch, boli maximálne hodnoty namerané na najvyššie položených miestach a minimálne hodnoty na staniciach v centrách miest, kde je ozón odbúravaný vysokými koncentraciami

NO. Zvýšené hodnoty ozónu sú aj v okrajových oblastiach väčších mestských aglomerácií, resp. v priemyselných zónach, kde ozón vzniká najmä fotochemickými reakciami oxidov dusíka s VOC a CO. Na podrobnejšie skúmanie priestorového rozloženia troposférického ozónu by bolo potrebné použiť chemicko-transportný model s vysokým rozlíšením a kvalitnými emisnými vstupmi prekursorov ozónu. Kvôli lepšej kalibrácii modelu by bolo potrebné pokryť územie hustejšou sieťou staníc, či vykonať sériu indikatívnych meraní, ktoré by charakterizovali viacero typov prostredí (lokality bezprostredne ovplyvnené cestnou dopravou, lokality v rôznych vzdialenostiach od centra aglomerácie, či od zdrojov prekursorov ozónu). Mapy na **Obr. 4.5** až **Obr. 4.7** nezachytávajú preto skutočnosť dostatočne presne.

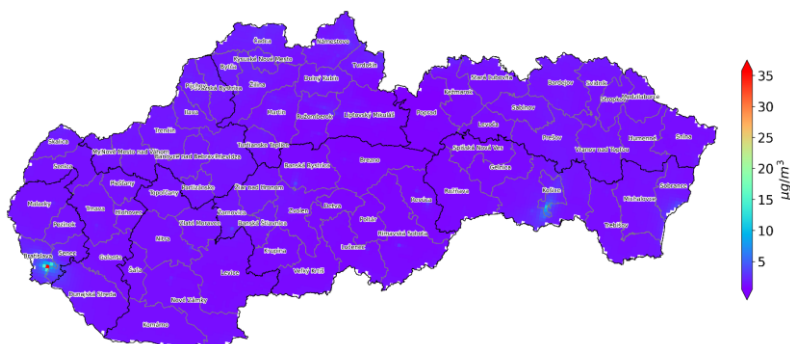
■ Modelovanie SO₂

Na rozdiel od PM a benzo(a)pyrénu sa na emisiách SO₂ podieľajú najmä veľké priemyselné zdroje a energetika. Výškové zdroje (komíny priemyselných alebo energetických prevádzok) prispievajú v súčasnosti okolo 75% k celkovým emisiám oxidov síry, okolo 15 % tvoria fugitívne emisie z priemyslu. Podiel vykurovania domácností na celkových emisiách je okolo 8 %. Lokálne sa vplyv malých zdrojov môže výraznejšie prejavovať v oblastiach, kde sa na vykurovanie domácností používa vo väčšej miere uhlie.

Emisie oxidov síry majú výrazne klesajúci trend. Posledné reportované údaje 9,7 kton v roku 2024, sú výrazne nižšie oproti 45,7 kton uvádzaných v roku 2014 (V roku 1990 boli reportované emisie až 140 kton). Za výrazným znížením v poslednej dekáde je utlmenie, resp. zrušenie prevádzky v minulosti dvoch významných producentov emisií SO₂, a to hlinikárne Slovalco, a.s. (Žiar nad Hronom) a elektrárne Nováky.

Priestorové rozloženie koncentrácií SO₂ na Slovensku bolo vypočítané modelom CMAQ, pričom boli použité meteorologické údaje z modelu ALADIN. Výškové zdroje boli pre územie SR získané z databázy NEIS (Národný emisný informačný systém). Do výpočtu boli zahrnuté emisie SO₂ z 892 najvýznamnejších zdrojov evidovaných v databáze NEIS. Najvýznamnejšie zdroje SO₂ v roku 2025 boli U. S. Steel Košice, s.r.o. a SLOVNAFT, a.s. (Bratislava). Ďalej boli do simulácie zahrnuté emisie SO₂ z lokálneho vykurovania a emisie z cestnej dopravy (ktoré v prípade SO₂ predstavujú menej ako 1 % z celkových emisií). Mimo územia SR boli použité emisie z databázy TNO-MAC III²⁶. Ďalšou potrebnou charakteristikou pre modelovanie kvality ovzdušia sú zmeny emisií počas roka, ktoré boli určené na základe charakteru a typu zdroja (celoročná prevádzka, sezónna prevádzka, energetika, lokálne vykurovanie atď.). Tieto zmeny sú však v prípade veľkých zdrojov často náhle a veľké, a nedajú sa s potrebnou presnosťou späťne zrekonštruovať, čo prispieva k zdrojom neurčitosti v modelovaných koncentráciách.

Obr. 4.8 Priemerné ročné koncentrácie SO₂ [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$].



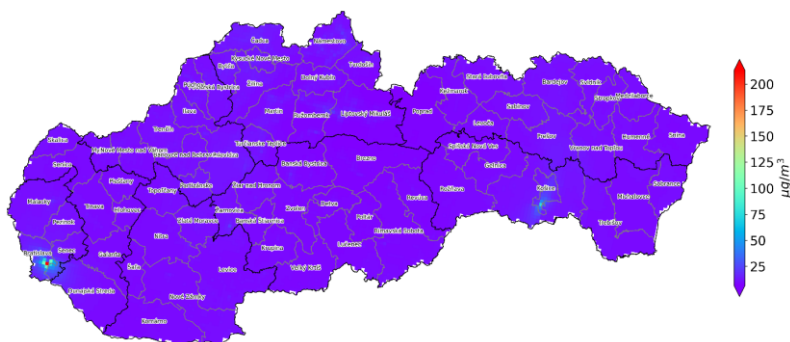
Namerané priemerné ročné koncentrácie SO₂ sú v posledných rokoch nízke. Pri takýchto nízkych hodnotách sme dosiahli úroveň senzitivity meracích zariadení (analyzátorov) SO₂, preto v prípade priemerných ročných koncentrácií SO₂ model nekalibrujeme na hodnoty nameraných koncentrácií. Na

²⁶ Kuenen, J.J.P., Visschedijk, A.J.H., Jozwicka, M., Denier van der Gon, H.A.C., 2014. TNOMACC_ II emission inventory; a multi-year (2003-2009) consistent high-resolution European emission inventory for air quality modelling. *Atmos. Chem. Phys.* 14, 10963–10976. <https://doi.org/10.5194/acp-14-10963-2014>

výslednej mape priemerných ročných koncentrácií SO_2 z modelovania (**Obr. 4.8**) možno vidieť, že najvyššie koncentrácie sú na lokalitách s priamym dosahom významných bodových zdrojov. Koncentrácie sú vyššie aj v oblastiach, kde sa ešte stále využíva na lokálne vykurovanie uhlie, najmä v oblasti severozápadného Slovenska.

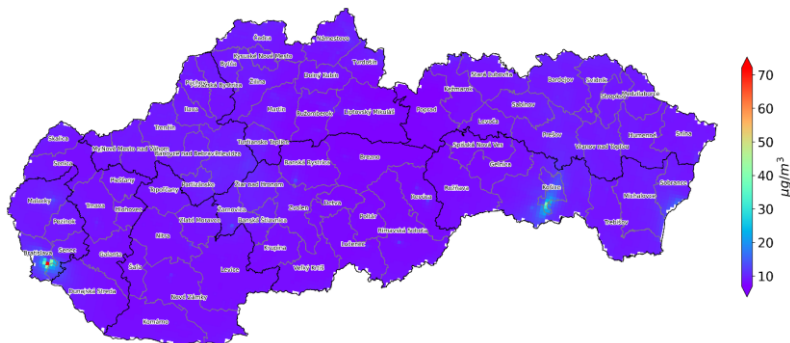
Priemerné hodinové koncentrácie SO_2 by nemali prekročiť $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ viac ako 24-krát v kalendárnom roku. Preto sa počíta 99,7 percentil z hodinových hodnôt (tento percentil zodpovedá zhruba 25. najvyššej hodinovej koncentrácii). Zaujímavosťou je, že v prípade 99,7 hodinového percentilu nám výsledky z meraní korelujú s modelom CMAQ pomerne dobre ($r=0,77$). Možno sa domnievať, že merania pomerne dobre zachytávajú maximá koncentrácií. Koncentrácie vypočítané modelom CMAQ boli následne spracované metódou IDW-R pre dosiahnutie čo najlepšej zhody s meraniami ($\text{RMSE} = 3,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a $\text{BIAS} = 0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Výsledný 99,7 hodinový percentil koncentrácií SO_2 je na **Obr. 4.9**, z ktorého možno vidieť, že 25. najvyššia hodinová koncentrácia bola hlboko pod limitnou hodnotou $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Obr. 4.9 99,7 hodinový percentil [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] koncentrácií SO_2 .



Priemerná denná koncentrácia SO_2 by nemala prekročiť $125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ viac ako 3-krát v kalendárnom roku. Toto je reprezentované 99,2 percentilom z priemerných denných hodnôt, ktorého hodnota zodpovedá zhruba 4. najvyššej dennej koncentrácii. Podobne ako v predchádzajúcom prípade boli výsledky modelu CMAQ ešte spracované metódou IDW-R ($\text{RMSE} = 2,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a $\text{BIAS} = -0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Výsledný 99,2 percentil z priemerných denných hodnôt koncentrácií SO_2 je na **Obr. 4.10**, z ktorého možno vidieť, že 4. najvyššia priemerná denná koncentrácia bola hlboko pod limitnou hodnotou $125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Obr. 4.10 99,2 percentil [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] z priemerných denných hodnôt koncentrácií SO_2 .



■ Modelovanie CO

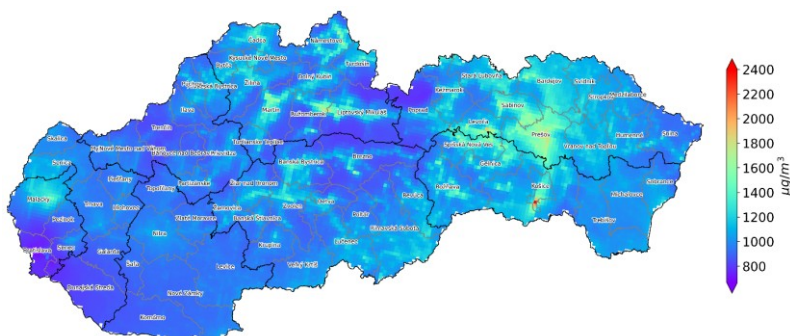
Priestorové rozloženie koncentrácií CO na Slovensku bolo vypočítané modelom CMAQ, pričom boli použité meteorologické údaje z modelu ALADIN.

Najdôležitejšími zdrojmi emisií CO sú lokálne kúreniská (približne 41 % celkových emisií) a priemyselné bodové zdroje (viac ako 43 % celkových emisií). Do výpočtu bolo zaradených vyše 1200 najvýznamnejších

zdrojov evidovaných v databáze NEIS. Do simulácie boli tiež zahrnuté emisie z cestnej dopravy (približne 20 % z celkových emisných vstupov) a poľnohospodárstva (približne 5 % z celkových emisných vstupov). Mimo územia SR boli použité emisie z databázy TNO-MAC III. Maximálne 8-hodinové kľzavé koncentrácie CO v roku 2025 na Obr. 4.11 boli získané z modelu CMAQ a následne spracované použitím metódy IDW-R. Limitná hodnota $10\ 000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nebola prekročená. Pri porovnaní modelu s meraním dostávame $\text{RMSE} = 108\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a $\text{BIAS} = -2\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Z obrázku vidíme, že najvyššie koncentrácie CO sú v okolí významných bodových zdrojov, v oblastiach významných ciest a v blízkosti lokálnych kúrenísk. Keďže CO sa meria prakticky len na dopravných a priemyselných staniách, je ťažké zistiť skutočnú pozadovú koncentráciu, aj kvôli tomu, že CO je relatívne chemicky stabilný a ostáva v atmosfére pomerne dlho.

Táto znečisťujúca látka nepredstavuje problém z hľadiska prekračovania limitnej hodnoty na ochranu ľudského zdravia.

Obr. 4.11 Maximálne 8-hodinové kľzavé koncentrácie CO [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$].



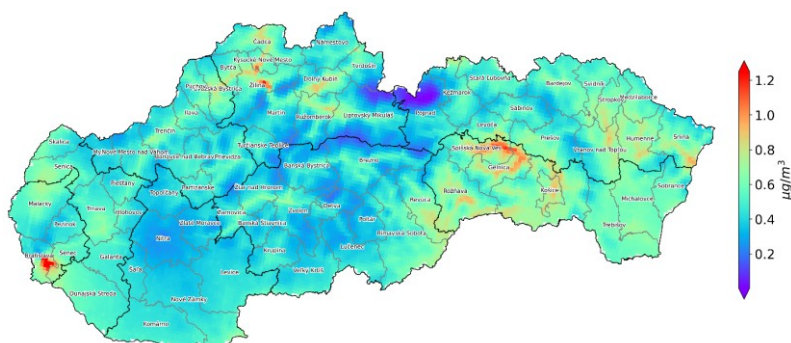
■ Modelovanie benzénu

Priestorové rozloženie koncentrácií benzénu na Slovensku bolo vypočítané modelom CMAQ, pričom ako meteorologické vstupy boli použité údaje z modelu ALADIN.

Najvyšší podiel na emisných vstupoch pre modelovanie benzénu má cestná doprava (približne 66 %), lokálne kúreniská (viac než 19 %) a priemyselné zdroje (viac než 16 %) pričom najvýznamnejšími zdrojmi sú SLOVNAFT, a.s. Bratislava a U. S. Steel Košice, s.r.o. Mimo územia SR boli použité emisie z databázy TNO-MAC III²⁷. Priemerné ročné koncentrácie benzénu v roku 2025 na Obr. 4.12 boli získané z modelu CMAQ. Z Obr. 4.12 vidíme, že najvyššie koncentrácie benzénu sú v okolí významných ciest, najmä v oblastiach so zhoršenými rozptylovými podmienkami a v oblastiach v dosahu dvoch spomenutých priemyselných zdrojov. Celkovo sú však koncentrácie benzénu pod limitnou hodnotou $5\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ aj v okolí najvýznamnejších zdrojov.

²⁷ Kuenen, J.J.P., Visschedijk, A.J.H., Jozwicka, M., Denier van der Gon, H.A.C., 2014. TNOMACC_II emission inventory; a multi-year (2003-2009) consistent high-resolution European emission inventory for air quality modelling. *Atmos. Chem. Phys.* 14, 10963–10976. <https://doi.org/10.5194/acp-14-10963-2014>

Obr. 4.12 Priemerné ročné koncentrácie benzénu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v roku 2025.



■ Modelovanie benzo(a)pyrénu [B(a)P]

Najvýznamnejším zdrojom emisií B(a)P je podobne ako v prípade $\text{PM}_{2,5}$ vykurovanie domácností tuhým palivom. Podiel vykurovania domácností na celkových emisiách B(a)P bol podľa najnovších reportovaných údajov z roku 2024 vyše 70%²⁸, významné sú aj emisie zo spaľovania odpadu – 19 %. Z priemyselných zdrojov sa najvýraznejšie prejavuje výroba koksu, ktorej vplyv je vidno na vysokých koncentráciách z meraní na priemyselnej monitorovacej stanici Veľká Ida, Letná. V roku 2025 tu bola opätovne zaznamenaná najvyššia priemerná ročná koncentrácia B(a)P spomedzi monitorovacích staníc na Slovensku, a to $5,8 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Poznamenajme, že táto stanica je tiež v obci s lokálnymi kúreniskami. Vykurovanie domácností sa takmer výlučne prejavuje na zhoršených koncentráciách B(a)P v horských dolinách s dobrou dostupnosťou palivového dreva a častým výskytom nepriaznivých rozptylových podmienok a teplotných inverzií, najmä počas zimných mesiacov. Príkladom monitorovacej stanice umiestnenej v takejto oblasti je Jelšava, Jesenského. Priemerná ročná koncentrácia B(a)P v roku 2025 dosiahla na tejto stanici hodnotu $2,4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$, pričom cieľová hodnota je $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$.

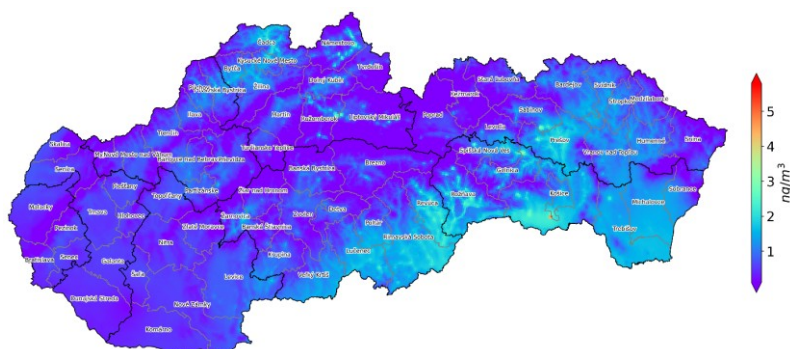
Pri hodnotení priestorového rozloženia bol použitý interpolačný model RIO a IDW-R, keďže použitie chemicko-transportného modelu je v prípade B(a)P spojené s veľkou neurčitostou v priestorovom a časovom rozložení emisií a situáciu komplikujú aj zložité chemické reakcie, ktoré sú ešte stále predmetom výskumu²⁹. Kvôli relatívne malému počtu staníc, ktorých monitorovací program zahŕňa túto látku je však tiež dosť problematické vykonať kvalitnú regresiu a interpoláciu modelom RIO. Keďže korelácia nameraných koncentrácií B(a)P a hodnôt priemerných ročných koncentrácií $\text{PM}_{2,5}$ vypočítaných v miestach monitorovacích staníc kombináciou RIO a IDW-R je pomerne vysoká (korelačný koeficient $r = 0,8$), použili sme ako vstup do modelu IDW-R už vypočítané hodnoty priemerných ročných koncentrácií $\text{PM}_{2,5}$. Takto vypočítané priestorové rozloženie priemerných ročných hodnôt B(a)P na území Slovenska je zobrazené na Obr. 4.13.

Pri porovnaní s meraniami dostávame $\text{RMSE} = 0,1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ a $\text{BIAS} = 0 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Limitná hodnota priemernej ročnej koncentrácie B(a)P $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ bola prekročená na mnohých meracích miestach. Najnižšie koncentrácie sú na pozadových staniciach: Stará Lesná a Starina, ako aj v mestách v Podunajskej nížine. Túto skutočnosť odrážajú aj výsledky modelovania, pričom na východe krajiny sú koncentrácie najvyššie. Model môže koncentrácie B(a)P nadhodnocovať najmä v okolí Košíc, Východoslovenskej nížiny a východnej časti Juhoslovenskej kotliny, pretože je silne ovplyvnený vysokou priemernou ročnou koncentraciou nameranou vo Veľkej Ide, ktorá je spolu s Krompachmi len jednou z dvoch staníc v Košickom kraji, kde sa monitoruje B(a)P.

²⁸ <https://www.ceip.at/status-of-reporting-and-review-results> - - IIR po jednotlivých rokoch a krajinách

²⁹ Fernández, Israel. (2020). Understanding the reactivity of polycyclic aromatic hydrocarbons and related compounds. *Chemical Science*. 11. 10.1039/D0SC00222D.

Obr. 4.13 Priemerné ročné koncentrácie benzo(a)pyrénu [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$] v roku 2025.



4.3 ZÁVER

Matematické modely, nech sú akokoľvek sofistikované, sú iba priblížením reality a ich výsledky sú spojené s pomerne vysokou mierou neurčitosti, ktorá je značne závislá na kvalite vstupných dát. Najdôležitejšie vstupné dáta sú meteorologické polia a priestorové rozloženie emisií. V súčasnosti môžeme považovať z hľadiska ročného hodnotenia meteorologické dáta za omnoho spoľahlivejšie ako emisné dáta, preto sa dá povedať, že emisné dáta sú primárnym zdrojom neistôt vo výstupoch z matematických modelov kvality ovzdušia. Ďalším faktorom, ktorý treba mať na pamäti pri hodnotení priestorového rozloženia koncentrácií pomocou modelov na regionálnej úrovni je ich priestorové rozlíšenie. Modely používané v našej analýze majú horizontálne priestorové rozlíšenie 1 alebo 2 km. Koncentrácia, ktorá je vypočítaná by mala reprezentovať priemernú koncentráciu na území 1×1 km (resp. 2×2 km). Na takomto území je však obvyčajne priestorová premenlivosť koncentrácií, hlavne v zastavaných, resp. človekom ovplyvnených oblastiach pomerne veľká. Model s rozlíšením 1×1 km preto nevyhnutne vedie k zhladzovaniu lokálnych maxím a nadhodnocovaniu lokálnych miním. Toto sa obzvlášť týka oblastí, kde sa vyskytuje veľká koncentrácia lokálnych kúrenísk alebo frekventované cesty vo vnútri zastavaných oblastí, pretože tieto zdroje sa nachádzajú v malej výške nad zemským povrchom a spôsobujú obvyčajne najvýraznejšie silne lokalizované koncentrácie PM a B(a)P.

Na presnejšie rozloženie koncentrácií v jednotlivých mestách a určenie lokálnych maxím je preto potrebné použiť lokálne modely s vysokým rozlíšením. Presnosť týchto modelov však tiež silne závisí od presnosti vstupných emisných dát a ich optimálne využitie predpokladá upresnenie lokálnych emisných inventúr (lokálne kúreniská, doprava). Výstupy lokálnych modelov s vysokým rozlíšením sa využívajú hlavne v programoch na zlepšenie kvality ovzdušia, ktoré sa robia pre jednotlivé zóny a aglomerácie vrátane oblastí riadenia kvality ovzdušia.

Podobne ako v posledných rokoch aj v roku 2025 najvýraznejším problémom znečistenia ovzdušia sú vysoké koncentrácie PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ a B(a)P, najmä počas chladnejšej časti roka (október – marec). Podstatný vplyv na tieto vysoké koncentrácie má vykurovanie domácností tuhým palivom. Situácia je najkomplikovanejšia v horských údoliach, v oblastiach s dobrou dostupnosťou palivového dreva a častým výskytom nepriaznivých rozptylových podmienok, najmä počas vykurovacej sezóny. Finančné podmienky miestnemu obyvateľstvu často neumožňujú používať na vykurovanie zemný plyn ani nákup moderných nízko emisných vykurovacích zariadení. Aj táto skutočnosť má vplyv na kvalitu ovzdušia vo vyššie uvedených oblastiach.

VRH VYMEDZENIA OBLASTÍ RIADENIA KVALITY OVZDUŠIA V ROKU 2025

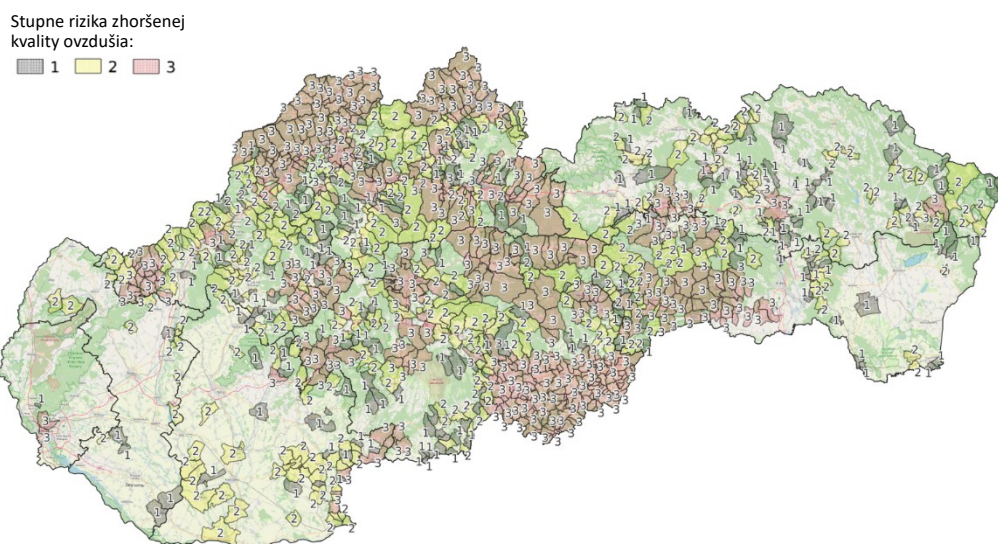
Úlohou SHMÚ je na základe hodnotenia kvality ovzdušia v zónach a aglomeráciách v rokoch 2022 – 2025, podľa § 8 ods. 3 Zákona č. 146/2023 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov navrhnúť aktualizáciu vymedzenia oblastí riadenia kvality ovzdušia SR na rok 2026.

Rozhodujúcu úlohu pri hodnotení kvality ovzdušia majú výsledky monitorovania. Už od roku 2021 sa pri návrhu oblastí riadenia kvality ovzdušia (ORKO) zohľadňujú aj výsledky matematického modelovania, keďže členitosť terénu znižuje oblasti reprezentatívnosti jednotlivých monitorovacích staníc a preto nie je možné pokryť celé územie Slovenska meraním. Metodika na určenie obcí ohrozených zhoršenou kvalitou ovzdušia z vykurovania domácností, ktorá vychádzala z článku *Stanovenie rizikových oblastí kvality ovzdušia ohrozených časticami PM₁₀ z lokálneho vykurovania na Slovensku*³⁰, bola navrhnutá v roku 2021 a aktualizovaná v roku 2022³¹ na základe výsledkov Sčítania obyvateľov, domov a bytov 2021.

V roku 2023 bola vykonaná ďalšia aktualizácia metodiky³² na základe výsledkov modelovania s vysokým rozlíšením modelom CALPUFF vo vybraných doménach s predpokladom zhoršenej kvality ovzdušia (**Obr. 5.1**).

Obciam sú na základe zhodnotenia spomínaných podkladov podľa aktuálnej metodiky priradené rizikové stupne od 0 do 3, pričom rizikový stupeň 3 označuje najvyššie riziko zhoršenej kvality ovzdušia. Obciam, v ktorých vyšlo prekročenie limitnej hodnoty niektorej znečisťujúcej látky na základe modelovania s vysokým rozlíšením a obciam, v ktorých bolo zistené prekročenie limitnej hodnoty meraním, je automaticky priradený rizikový stupeň 3.

Obr. 5.1 Rizikové obce určené metódou integrovaného posúdenia pre rok 2025.



Čiernou farbou sú označené vybrané domény pre modelovanie s vysokým rozlíšením.

³⁰ Nemček V., Krajčovičová J., Štefánik, D. 2020, *Stanovenie rizikových oblastí kvality ovzdušia ohrozených časticami PM₁₀ z lokálneho vykurovania na Slovensku*, *Meteorologický časopis*, Ročník 23, číslo 1, ISSN 1335-339X, dostupné: <http://www.shmu.sk/sk/?page=31>, posledný prístup 14.6.24.

³¹ D. Štefánik: *Určenie rizikových obcí s kvalitou ovzdušia ohrozenou lokálnym vykurovaním a zhoršenými rozptylovými podmienkami*. SHMÚ, Bratislava, október 2022.

³² Štefánik, D., Krajčovičová, J.: *Metóda integrovaného posúdenia obcí vzhľadom na riziko nepriaznivej kvality ovzdušia*, *Slovenský hydrometeorologický ústav*, 2023. https://www.shmu.sk/File/oko/studie_analyzy/Metodika_final_v2ab.pdf.

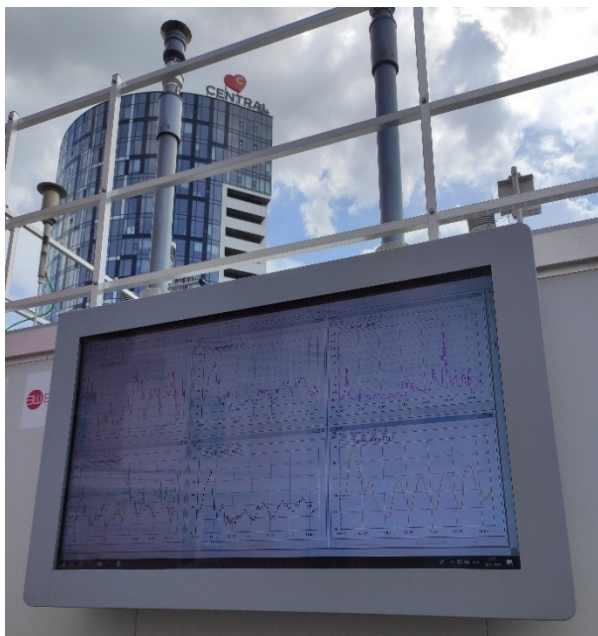
Zóny a aglomerácie, ktoré obsahujú aspoň jednu obec s rizikovým stupňom 3, vypracujú Program na zlepšenie kvality ovzdušia. V tomto zmysle zodpovedajú obce s rizikovým stupňom 3 oblastiam riadenia kvality ovzdušia. Opatrenia na zníženie emisií však musia byť vykonané v takto vyčlenenej zóne vo všetkých obciach, ktorých rizikový stupeň je 2 alebo 3, v ideálnom prípade aj v obciach s rizikovým stupňom 1.

Obr. 5.1 a [webová stránka](#) obsahujú obce s priradenými rizikovými stupňami a polohu domén, v ktorých bola kvalita ovzdušia modelovaná s vysokým rozlíšením.

Zoznam rizikových obcí sa bude aktualizovať v prípade, že príde k upresneniu vstupných dát, či už celoplošne, alebo za jednotlivé regióny, alebo obce. Aktualizácie budú vykonávané najviac raz ročne, najmenej však raz za 5 rokov. V prípade potreby môže byť aktualizovaná aj metodika samotná.

V zozname aktuálne navrhnutých ORKO nedošlo oproti roku 2025 k zmene.

ZHRNUTIE



Hodnotenie kvality ovzdušia za rok 2025 potvrdzuje pokračovanie dlhodobého trendu postupného zlepšovania vo väčšine hodnotených zón Slovenska. Na viacerých monitorovacích staniciach boli v roku 2025 zaznamenané jedny z najnižších koncentrácií od začiatku monitorovania.

K oblastiam s dlhodobou najpriaznivejšou kvalitou ovzdušia naďalej patria Bratislavský a Trnavský kraj, kde sa limitné hodnoty väčšiny sledovaných znečisťujúcich látok dlhodobu neprekráčajú a úroveň znečistenia vykazuje klesajúci trend. Pozitívny vývoj pokračuje aj v Banskobystrickom kraji, kde boli v roku 2025 na viacerých monitorovacích staniciach zaznamenané historicky najnižšie koncentrácie tuhých častíc a benzo(a)pyrénu. Napriek tomu juhovýchodná časť kraja naďalej patrí medzi oblasti s pretrvávajúcimi problémami spôsobenými lokálnym vykurovaním.

Naopak, v niektorých zónach je zlepšovanie pomalšie alebo sa prejavuje stagnácia. V aglomerácii Košice zostáva najvýznamnejším problémom vysoké znečistenie benzo(a)pyrénom a tuhými časticami v južnej časti aglomerácie, kde kvalitu ovzdušia významne ovplyvňuje priemyselná činnosť. V prípade koncentrácií PM_{10} bol na väčšine monitorovacích staníc zaznamenaný skôr stagnujúci vývoj, zatiaľ čo koncentrácie oxidu dusičitého na dopravných staniciach dlhodobu klesajú.

Matematické modelovanie vhodne dopĺňa informácie získané z monitorovacej siete a naznačuje, že zvýšené koncentrácie tuhých častíc a benzo(a)pyrénu sa môžu vyskytovať aj v lokalitách mimo pokrytia monitorovacou sieťou.

Napriek priaznivému vývoju z pohľadu súčasnej legislatívy bude splnenie požiadaviek novej európskej smernice o kvalite ovzdušia predstavovať významnú výzvu vo všetkých zónach Slovenska. Najväčšie problémy možno očakávať pri plnení nových limitných hodnôt pre $PM_{2,5}$ a lokálne aj pre oxid dusičitý a benzo(a)pyrén. Ďalšie zlepšovanie kvality ovzdušia si preto bude vyžadovať pokračovanie opatrení zameraných na modernizáciu vykurovania domácností, znižovanie emisií z dopravy a priemyslu, ako aj podporu opatrení v regiónoch, kde zlepšenie spomaľujú nepriaznivé rozptylové podmienky a sociálno-ekonomická situácia obyvateľstva.