

SPRÁVA O KVALITE OVZDUŠIA V SR 2023

PRÍLOHA

HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE PREŠOVSKÝ KRAJ

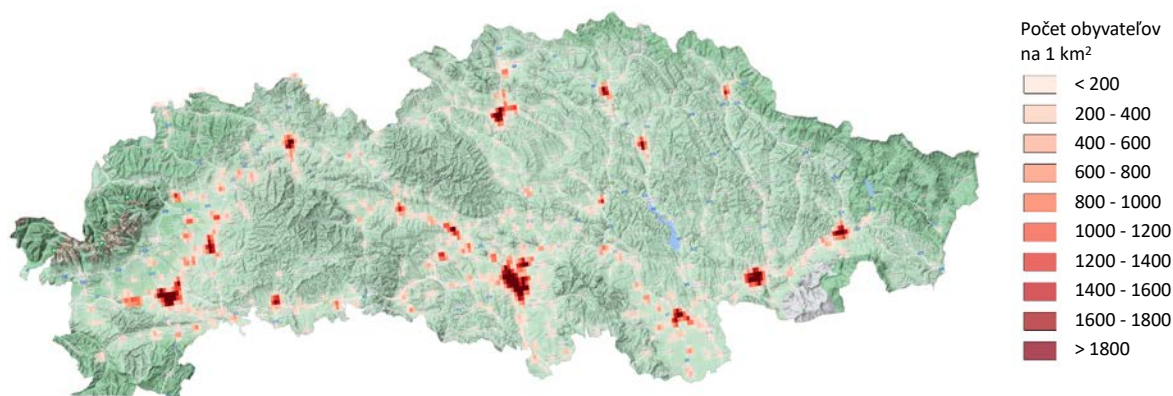
| | | |
|-----|--|----|
| 1 | POPIS ÚZEMIA PREŠOVSKÉHO KRAJA Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA | 2 |
| 2 | MONITOROVACIE STANICE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE PREŠOVSKÝ KRAJ | 4 |
| 3 | ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE PREŠOVSKÝ KRAJ | 6 |
| 3.1 | Tuhé častice PM ₁₀ a PM _{2,5} | 7 |
| 3.2 | Oxid dusičitý | 10 |
| 3.3 | Ozón | 10 |
| 3.4 | Benzo(a)pyrén | 11 |
| 3.5 | Chemické zloženie zrážok | 12 |
| 3.6 | Rizikové oblasti | 12 |
| 3.7 | Zhrnutie | 13 |

1 POPIS ÚZEMIA PREŠOVSKÉHO KRAJA Z HĽADISKA KVALITY OVZDUŠIA

Prešovský kraj sa vyznačuje prevažne hornatým reliéfom, najvyšším bodom je Gerlachovský štít – výška 2 655 m n. m., najnižší bod má nadmorskú výšku 109 m. Jeho územie zaberajú prevažne vonkajšie Karpaty (Spišská Magura, Podtatranská brázda, Spišsko-šarišské medzihorie, Levočské vrchy, Bachureň, Šarišská vrchovina, Pieniny, Ľubovnianska vrchovina, Čergov, Busov, Ondavská a Laborecká vrchovina, Beskydské predhorie a Bukovské vrchy). Vysoké Tatry, naše najvýznamnejšie pohorie, patria k vnútorným Karpatom. **Obr. 1.1** znázorňuje priestorové rozloženie hustoty osídlenia v zóne.

Celý Prešovský kraj je z hľadiska hodnotenia kvality ovzdušia jednou zónou pre SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, benzén, polycyklické aromatické uhľovodíky a CO v ovzduší.

Obr. 1.1 Rozloženie hustoty obyvateľstva v zóne Prešovský kraj (Zdroj: EUROSTAT, 2018).



Zdroje znečisťovania ovzdušia v zóne Prešovský kraj

Dominantným zdrojom znečisťovania ovzdušia v zóne Prešovský kraj je vykurovanie domácností, najmä v menších obciach v hornatej časti územia, kde je najvyšší podiel využitia palivového dreva v porovnaní s ostatnými oblasťami kraja.

Ďalším zdrojom emisií je cestná doprava. Najfrekvencovanejšie úseky ciest v Prešovskom kraji s priemerným počtom vozidiel za 24 hodín podľa Celoštátneho sčítania dopravy 2022 a 2023¹ – uvádzame dominantné cestné spojenie, mestá tvoriace významné cestné uzly kraja a časti kraja:

- dominantnou z hľadiska intenzity dopravy je **diaľnica D1** vedúca juhom kraja a spájajúca Poprad - Levoču - Prešov - Košice s maximom v Prešovskom okrese: 26 620 vozidiel (5 838 nákladných/autobusov (ďalej N/A) a 20 721 osobných áut (ďalej OA)).

Prešov

- **cesta č. 18** vedúca v severnej časti mesta zo západu na východ: 39 823 vozidiel (4 499 N/A, 35 113 OA), pred vstupom do mesta zo severozápadu: 25 513 vozidiel (3 310 N/A, 22 097 OA) a hneď za Prešovom na severovýchod: 25 101 vozidiel (5 150 N/A, 19 849 OA);
- pokračovanie **cesty č. 18** z Prešova smerom na juhovýchod do Vranova nad Topľou a Strážskeho: pred Vranovom 12 422 vozidiel (1 435 N/A, 10 949 OA), medzi Vranovom a Strážskym: 9 539 vozidiel (1 566 N/A, 7 952 OA);
- východný obchvat Prešova, **cesta č. 20**: 30 199 vozidiel (4 095 N/A, 26 011 OA);
- **cesta č. 68** v južnej časti Prešova: 27 246 vozidiel (5 906 N/A, 21 272 OA) a z Prešova na severozápad do Sabinova smer Stará Ľubovňa: pri Prešove 17 248 vozidiel (2 762 N/A, 14 416 OA), v Sabinove 15 423 vozidiel (1 842 N/A, 13 521 OA);
- juhozápadný obchvat Prešova, **cesta č. 68**: 13 298 vozidiel (2 939 N/A, 10 331 OA);
- **úsek diaľnice D1** z Prešova na juh smer Košice: 26 620 vozidiel (5 838 N/A, 20 721 OA).

¹ <https://www.ssc.sk/sk/cinnosti/rozvoj-cestnej-siete/dopravne-inzinerstvo/celostatne-scitanie-dopravy-v-roku-2022-a-2023.ssc>

Poprad

- **cesta č. 66** z Popradu na severovýchod do Kežmarku: s maximom v Poprade 23 205 vozidiel (1 540 N/A, 21 576 OA).

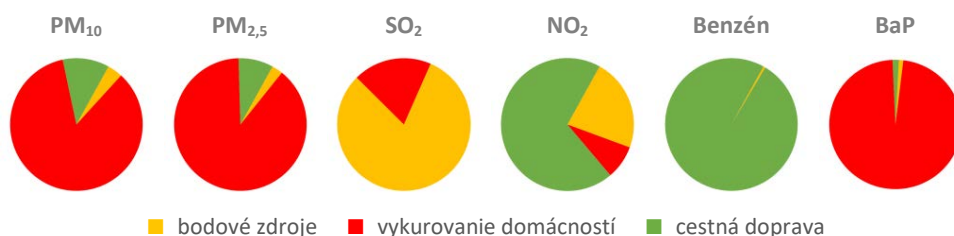
Severná časť kraja

- v Starej Ľubovni **cesta č. 68** v severnej časti mesta: 17 342 vozidiel (2 289 N/A, 14 998 OA);
- v Bardejove **cesta č. 77** vedúca východnou stranou mesta: 20 716 (2 497 N/A, 18 144 OA);
- z Prešova na sever do Bardejova **cesta č. 545**, na juhu Bardejova: 14 217 vozidiel (1 721 N/A, 12 449 OA);
- **cesta č. 21** z Prešova (po pripojení na cestu č. 18 za Prešovom) na severovýchod do Svidníka – maximum pred Giraltovcami: 11 352 vozidiel (2 774 N/A, 8 520 OA);
- **cesta č. 15** Svidník - Stropkov s maximom v Stropkove: 11 175 vozidiel (1 294 N/A, 9 814 OA).

Východná časť kraja

- **cesta č. 18** vo Vranove nad Topľou: 20 930 vozidiel (2 642 N/A, 18 218 OA);
- **cesta č. 74** zo Strážskeho na východ do Humenného a Sniny: 9 371 vozidiel (1 512 N/A, 7 828 OA);
- **cesta č. 74** v Humennom: 20 197 vozidiel (1 845 N/A, 18 297 OA);
- v Humennom **cesta č. 559** (pokračovanie cesty 74A) smer západ-východ: 18 159 vozidiel (1 545 N/A, 16 547 OA);
- v Snine **cesta č. 74**: 10 630 vozidiel (974 N/A, 9 601 OA).

Obr. 1.2 Podiel rôznych druhov zdrojov znečisťovania ovzdušia na celkových emisiách v zóne Prešovský kraj.

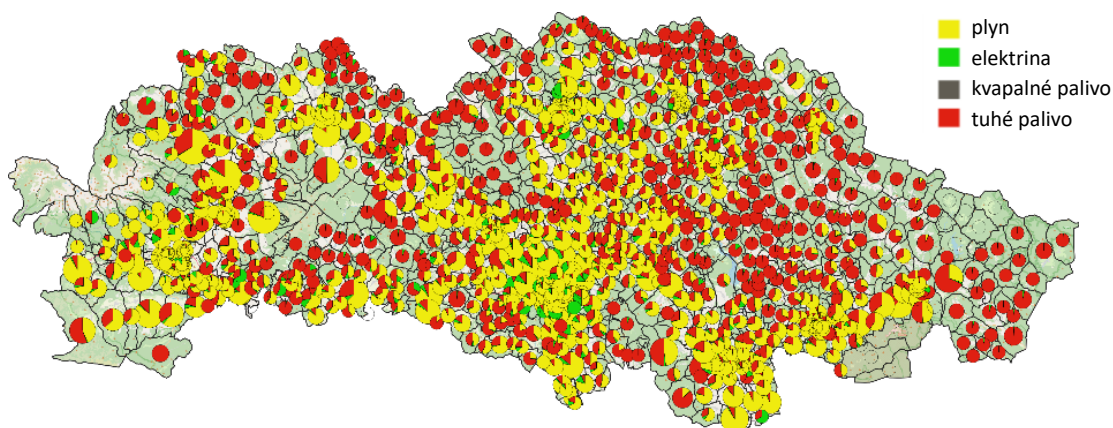


Poznámka: Stredné a veľké zdroje znečisťovania ovzdušia evidované v databáze NEIS sú označené pre tento účel ako „bodové zdroje“.

Priemyselné zdroje znečisťovania ovzdušia v zóne Prešovský kraj sú z hľadiska príspevku k lokálnemu znečisteniu ovzdušia základnými znečisťujúcimi látkami menej významné. V závislosti od meteorologických podmienok sa tu môže prejavíť vplyv drevospracujúceho priemyslu a teplární.

Obr. 1.3 ukazuje podiely druhov palív na vykurovaní rodinných a bytových domov v jednotlivých obciach (resp. základných sídelných jednotkách) Prešovského kraja, pričom vidno, že priestorové rozloženie druhov palív nie je geograficky homogénne. V oblasti Horného Zemplína prevažuje používanie tuhých palív, najmä palivového dreva (najvyšší podiel tuhých palív v zóne majú podľa SODB 2021 okresy Medzilaborce a Snina), podobne v oblasti Šariša, Spiša a v menších obciach v centrálnej a juhozápadnej časti zóny. V súčte za celú zónu v r. 2021 prevažovalo vykurovanie plynom.

Obr. 1.3 Podiel rôznych druhov palív na vykurovaní v obciach kraja².



² <https://www.scitanie.sk>

2 MONITOROVACIE STANICE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE PREŠOVSKÝ KRAJ

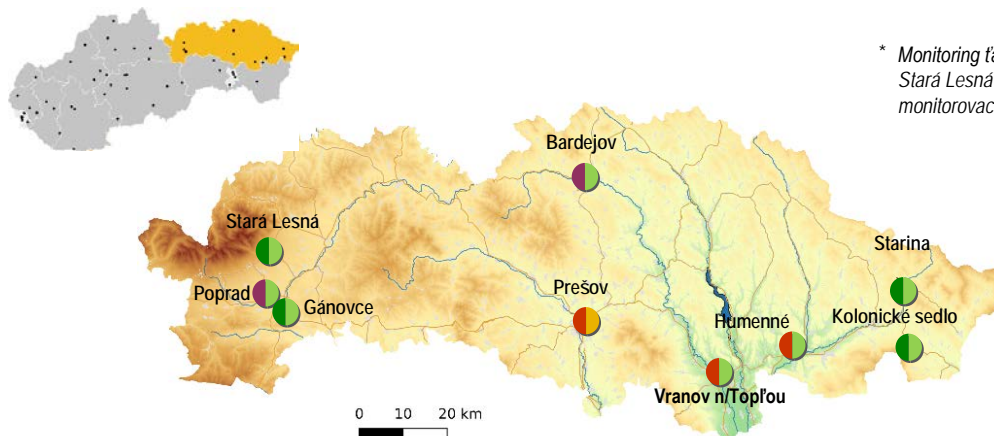
V Prešovskom kraji sa nachádza deväť monitorovacích staníc kvality ovzdušia, z toho štyri stanice (Stará Lesná, Gánovce, Starina a Kolonické sedlo) sú vidiecke pozadové. Tie monitorujú oblasti vzdialené od hlavných zdrojov znečisťovania ovzdušia a odrážajú vďaka rôznej nadmorskej výške zmenu znečistenia vo vertikálnom profile. Monitorovacie stanice v Starej Lesnej a v Starine sa riadia monitorovacím programom EMEP. Stanica na Kolonickom sedle sa nachádza pri Astronomickom observatóriu v nadmorskej výške 454 m n. m., vo východnej časti okresu Snina. Charakterizuje kvalitu ovzdušia v menej znečistenej oblasti. Monitoring kvality ovzdušia sa tu začal v roku 2009. Monitorovacia stanica v Prešove na ulici Arm. gen. L. Svobodu zachytáva vplyv cestnej dopravy na lokalite s relatívne vysokou intenzitou dopravy. Stanice v Humennom, Poprade, Vranove nad Topľou a v Bardejove reprezentujú mestské, resp. predmestské pozadové znečistenie.

Tabuľka **Tab. 2.1** obsahuje informácie o monitorovacích staniciach kvality ovzdušia v zóne Prešovský kraj:

- medzinárodný Eol kód, charakteristiku stanice podľa dominantných zdrojov znečisťovania ovzdušia (dopravná, pozadová, priemyselná), typ oblasti, ktorú daná stanica monitoruje (mestská, predmestská, vidiecka/regionálna) a geografické súradnice;
- monitorovací program. Automatické prístroje kontinuálneho monitoringu poskytujú priemerné hodinové koncentrácie PM₁₀, 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.

Tab. 2.1 Monitorovací program kvality ovzdušia v zóne Prešovský kraj.

| Zóna Prešovský kraj | | | | | | | | Monitorovací program | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---------|----------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|---------------------|----------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----|----------|----|----------------|-----|--|--|
| Okres | Kód Eol | Názov stanice | Typ | | Zemepisná | | Nadmorská výška [m] | Kontinuálne | | | | | | | Manuálne | | | | | |
| | | | oblasti | stanice | dĺžka | šírka | | PM ₁₀ | PM _{2,5} | NO _x | NO ₂ | SO ₂ | O ₃ | CO | Benzén | Hg | As, Cd, Ni, Pb | BaP | | |
| Humenné | SK0037A | Humenné, Nám. Slobody | U | B | 21°54'50" | 48°55'51" | 149 | | | | | | | | | | | | | |
| Kežmarok | SK0004R | Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | R | B | 20°17'22" | 49°09'05" | 808 | | | | | | | | | | | * | | |
| Poprad | SK0041A | Gánovce, Meteo. st. | R | B | 20°19'22" | 49°02'05" | 706 | | | | | | | | | | | | | |
| Poprad | SK0069A | Poprad, Železničná | S | B | 20°17'09" | 49°03'42" | 678 | | | | | | | | | | | | | |
| Prešov | SK0266A | Prešov, Arm. gen. L. Svobodu | U | T | 21°16'00" | 48°59'33" | 252 | | | | | | | | | | | | | |
| Snina | SK0006R | Starina, Vodná nádrž, EMEP | R | B | 22°15'36" | 49°02'34" | 345 | | | | | | | | | | | * | | |
| Snina | SK0406A | Kolonické sedlo, Hvezdáreň | R | B | 22°16'26" | 48°56'06" | 454 | | | | | | | | | | | | | |
| Vranov n/Topľou | SK0031A | Vranov n/Topľou, M. R. Štefánika | U | B | 21°41'15" | 48°53'11" | 133 | | | | | | | | | | | | | |
| Bardejov | SK0074A | Bardejov, pod Vinbargom | S | B | 21°16'38" | 48°18'00" | 263 | | | | | | | | | | | | | |
| Spolu | | | | | | | | 7 | 7 | 7 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | | |



* Monitoring ťažkých kovov na staniciach Stará Lesná a Starina prebieha podľa monitorovacieho programu EMEP (Tab. 2.2)

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

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

Monitorovacie stanice Stará Lesná a Starina charakterizujú regionálnu pozadovú úroveň znečistenia. Sú zaradené do monitorovacieho programu EMEP³, ktorý okrem rozšíreného monitoringu znečistenia ovzdušia pokrýva aj analýzu atmosférických zrážok.

Monitorovací program kvality ovzdušia na EMEP stanicach v roku 2023 uvádza **Tab. 2.2**. Ťažké kovy sa analyzujú z týždenných vzoriek (odber trvá 7 dní), ostatné látky sa analyzujú z 24-hodinových odberov.

Tab. 2.2 Merací program na EMEP stanicach Starina a Stará Lesná.

| | Ozón (O ₃) | Oxid siričitý (SO ₂) | Oxidy dusíka (NO _x) | Sírany (SO ₄ ²⁻) | Dusičnany (NO ₃ ⁻) | Kyselina dusičná (HNO ₃) | Chloridy (Cl) | Amóniok, amónne ióny (NH ₃ , NH ₄ ⁺) | Alkalické ióny (K ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺) | VOC | PM ₁₀ | EC/OC | Olovo (Pb) | Arzén (As) | Kadmium (Cd) | Nikel (Ni) | Chróom (Cr) | Meď (Cu) | Zinok (Zn) |
|-------------|------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---|---|--------------------------------------|---------------|--|--|-----|------------------|-------|------------|------------|--------------|------------|-------------|----------|------------|
| Starina | 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 |

Kvalita zrážok (pH, vodivosť, sírany, dusičnany, chloridy, amónne a alkalické ióny) sa analyzuje zo vzoriek odobraných na EMEP stanicach podľa monitorovacieho programu uvedeného v **Tab. 2.3** buď na báze dennej (Starina) alebo týždennej (Stará Lesná). Výsledkom analýz sú priemerné týždenné alebo mesačné hodnoty v závislosti od odberového intervalu.

Odberovým intervalom zrážok na analýzu ťažkých kovov je kalendárny týždeň na monitorovacej stanici Starina a kalendárny mesiac v Starej Lesnej. Na odber zrážok v Starej Lesnej a na Starine slúži zrážkometer typu „wet-only“, ktorý zachytáva iba zrážky (v období, keď sa zrážky nevyskytujú, sa uzavrie). Na základe analýz takto odobraných vzoriek sa hodnotí mokrá depozícia.

Tab. 2.3 Merací program zrážok na EMEP stanicach Starina a Stará Lesná.

| | pH | Vodivosť | Sírany (SO ₄ ²⁻) | Dusičnany (NO ₃ ⁻) | Chloridy (Cl) | Amónne ióny (NH ₄ ⁺) | Alkalické ióny (K ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺) | Olovo (Pb) | Arzén (As) | Kadmium (Cd) | Nikel (Ni) | Chróom (Cr) | Meď (Cu) | Zinok (Zn) |
|-------------|----|----------|---|---|---------------|---|--|------------|------------|--------------|------------|-------------|----------|------------|
| Starina | 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 | |

³ <https://www.emep.int/>

3 ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V ZÓNE PREŠOVSKÝ KRAJ

Táto kapitola obsahuje zhodnotenie kvality ovzdušia v zóne Prešovský kraj na základe monitorovania, doplnené o výsledky matematického modelovania pre PM₁₀, PM_{2,5} a benzo(a)pyrén za rok 2023.

Tab. 3.1 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu zdravia ľudí a smogového varovného systému pre PM₁₀ v zóne Prešovský kraj – 2023.

| Znečisťujúca látka | Ochrana zdravia | | | | | | | | | IP ²⁾ | VP ²⁾ |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------|------------------|---------|-------------------|-------------------|---------|-------------------------|-------------------------|
| | SO ₂ | | NO ₂ | | PM ₁₀ | | PM _{2,5} | CO | Benzén | PM ₁₀ | PM ₁₀ |
| | 1 h | 24 h | 1 h | 1 rok | 24 h | 1 rok | 1 rok | 8 h ¹⁾ | 1 rok | 12 h | 12 h |
| Parameter | počet prekročení | počet prekročení | počet prekročení | príemer | počet prekročení | príemer | príemer | príemer | príemer | trvanie prekročenia [h] | trvanie prekročenia [h] |
| Limitná hodnota [µg·m ⁻³] | 350 | 125 | 200 | 40 | 50 | 40 | 20 | 10 000 | 5 | 100 | 150 |
| Maximálny počet prekročení | 24 | 3 | 18 | | 35 | | | | | | |
| Gánovce, Meteo. st. | | | 0 | 7 | | | | | | | |
| Humenné, Nám. slobody | | | 0 | 8 | 4 | 19 | 17 | | | 2 | 0 |
| Prešov, Arm. gen. L. Svobodu | | | 0 | 34 | 10 | 23 | 16 | 1 337 | 0,55 | 20 | 0 |
| Vranov n/T, M. R. Štefánika | 0 | 0 | | | 4 | 18 | 13 | | | 10 | 0 |
| Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | | | 0 | 4 | 0 | 11 | 8 | | | 0 | 0 |
| Starina, Vodná nádrž, EMEP | | | 0 | 3 | | | | | | | |
| Kolonické sedlo, Hvezdáreň | | | | | 0 | 14 | 10 | | | 0 | 0 |
| Poprad, Železnická | | | 0 | 14 | 1 | 16 | 12 | | | 0 | 0 |
| Bardejov, Pod Vinbargom | | | 0 | 10 | 4 | 17 | 13 | | | 0 | 0 |

≥ 90% platných meraní

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

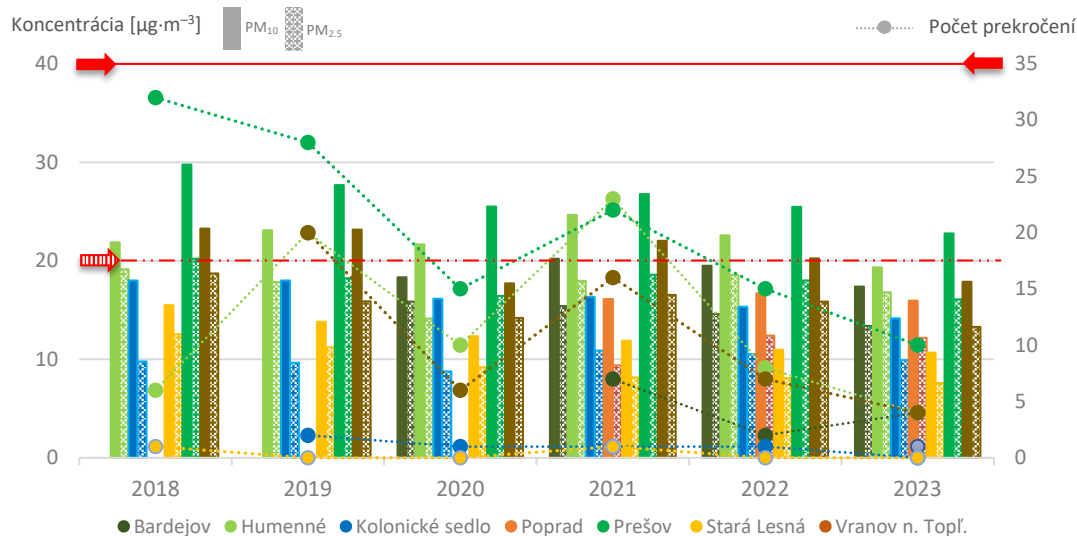
²⁾ IP, VP – trvanie prekročenia (v hodinách) informačného prahu (IP) a výstražného prahu (VP) pre PM₁₀

V súlade s Prílohou č. 1 k Vyhláške MŽP SR č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia bol na monitorovacích staniciach vyžadovaný podiel platných hodnôt dodržaný.

3.1 Tuhé častice PM₁₀ a PM_{2,5}

Obr. 3.1 zachytáva priemerné ročné koncentrácie PM₁₀, PM_{2,5} a počet dní s priemernou dennou koncentraciou PM₁₀ nad 50 µg·m⁻³ podľa výsledkov meraní na monitorovacích staniciach v zóne Prešovský kraj v rokoch 2018–2023.

Obr. 3.1 Priemerné ročné koncentrácie PM₁₀, PM_{2,5} a počet prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀.



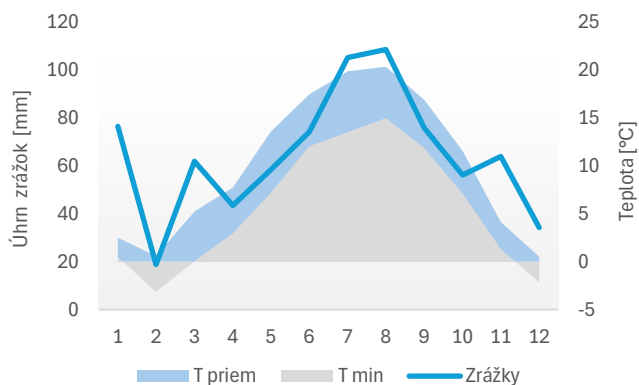
Šípky znázorňujú limitné hodnoty, **červená pružovaná** PM_{2,5} (priemerná ročná koncentrácia: 20 µg·m⁻³); **červená vľavo** PM₁₀ (priemerná ročná koncentrácia: 40 µg·m⁻³) a **červená vpravo** počet prekročení (priemerná denná koncentrácia PM₁₀ 50 µg·m⁻³ sa nesmie prekročiť viac než 35-krát za kalendárny rok).

Priemerná ročná koncentrácia PM₁₀ v zóne okrem Prešova nedosiahla na žiadnej stanici ani polovicu limitnej hodnoty 40 µg·m⁻³. Limitnú hodnotu pre počet prekročení za rok (35-krát) priemernej dennej limitnej koncentrácie PM₁₀ (50 µg·m⁻³) takisto nepresiahla žiadna monitorovacia stanica (**Obr. 3.1**). Hoci dopravná AMS v Prešove zaznamenala najvyššiu priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ 23 µg·m⁻³ a 10 denných prekročení dennej limitnej hodnoty, vidíme tu pozitívny trend a opäť medziročné zlepšenie kvality ovzdušia (r. 2022: priemerná ročná koncentrácia 25 µg·m⁻³ a 15 prekročení dennej limitnej hodnoty PM₁₀; r. 2021: 27 µg·m⁻³ a 22 prekročení). Z mestských a predmestských pozadových staníc dosiahla najvyššiu priemernú ročnú koncentráciu AMS v Humennom: 19 µg·m⁻³ (medziročný pokles o 4 µg·m⁻³) a 4 prekročenia. Aj v Humennom tak pokračovalo medziročné zlepšenie (r. 2021: priemerná ročná koncentrácia 25 µg·m⁻³ a 23 prekročení dennej limitnej hodnoty).

Podľa očakávania boli v zóne koncentrácie tuhých častíc PM₁₀ najnižšie na vidieckej pozadovej stanici v Starej lesnej, ktorá monitoruje úroveň znečistenia ovzdušia vo voľnej prírode – ročný priemer tu dosiahol rovnako ako pred rokom 11 µg·m⁻³. Táto stanica tak aj v roku 2023 spĺňala nielen nový EÚ limit pre ročný priemer PM₁₀ (20 µg·m⁻³), ktorý majú členské štáty EÚ dosiahnuť do 1. januára 2030, ale aj prísnejšie odporúčanie WHO (ročný priemer PM₁₀ do 15 µg·m⁻³).

Obr. 3.2 zachytáva mesačné úhrny zrážok, priemerné a minimálne teploty v jednotlivých mesiacoch v Prešove.

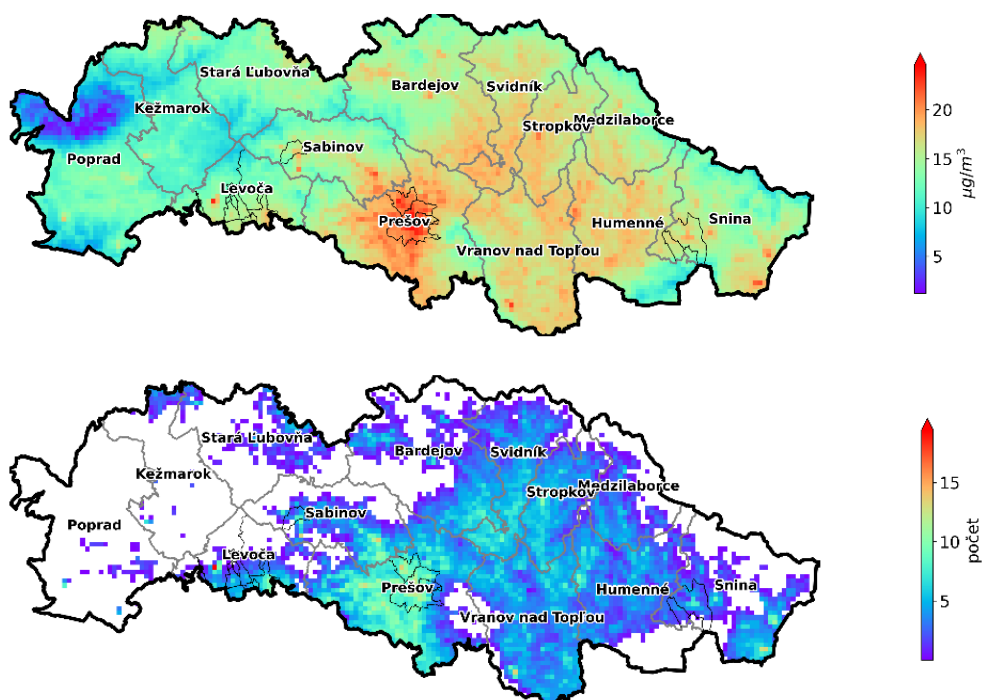
Obr. 3.2 Mesačné úhrny zrážok, priemerné a minimálne teploty (údaje pochádzajú z klimatologickej stanice Prešov).



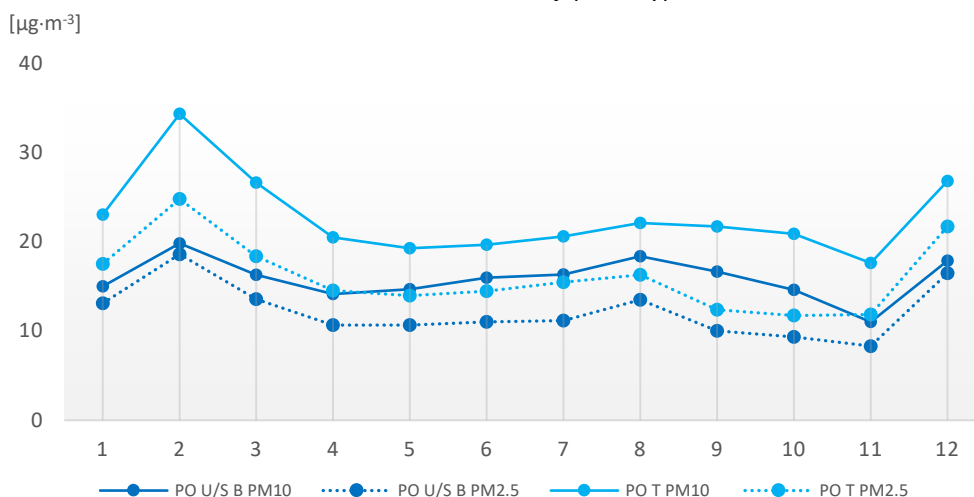
Hodnoty vyšších koncentrácií PM v zimných mesiacoch tu korelujú s obdobím nízkych teplôt a so zvýšeným nárokom na vykurovanie domácností. Výskyt nízkych teplôt pokračoval vo februári iba niekoľko dní, situáciu však komplikoval aj dlhodobý vplyv tlakových výší s nepriaznivými rozptylovými podmienkami.

Na **Obr. 3.3** a **Obr. 3.6** sú výsledky modelovania pre PM₁₀ a PM_{2,5}, vypočítané pre rok 2023 pomocou modelu RIO následne upraveného pomocou regresnej IDW-R metódy (podrobnejšie v 4. kapitole *Správa o kvalite ovzdušia v SR za rok 2023*).

Obr. 3.3 Priemerná ročná koncentrácia PM₁₀ (hore) a počet prekročení limitnej dennej hodnoty PM₁₀ (dolu) v roku 2023.



Obr. 3.4 Priemerné mesačné koncentrácie PM₁₀ a PM_{2,5} v kraji podľa typu stanice.



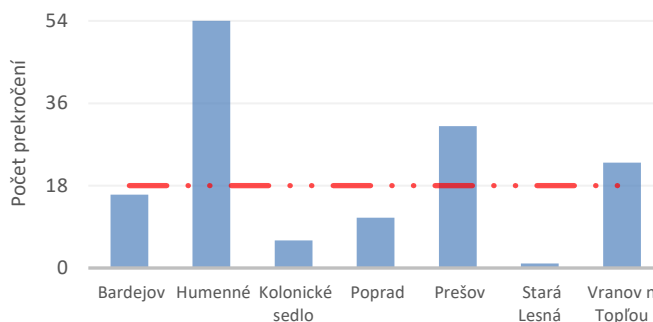
T PM₁₀ a T PM_{2,5} – priemerná mesačná koncentrácia na dopravnej stanici Prešov; **U/S B PM₁₀ a U/S B PM_{2,5}** – priemer mesačných koncentrácií PM₁₀ a PM_{2,5} na mestských/predmestských pozadových staniciach Humenné, Vranov n/T, Bardejov a Poprad;

Z **Obr. 3.4** je zrejmé, že v teplých mesiacoch roka (okrem augusta) sú koncentrácie PM_{10} na nižšej úrovni a začínajú sa zvyšovať až v chladnejších mesiacoch. Je tomu tak preto, že za znečistením ovzdušia časticami PM_{10} stojí pravdepodobne vykurovanie domácností tuhým palivom (nedostatočne vysušeným drevom, prípadne v kombinácii s rôznymi druhmi odpadových materiálov) v starších vykurovacích zariadeniach.

V porovnaní s PM_{10} majú výrazne negatívnejší vplyv na ľudské zdravie jemné častice $PM_{2,5}$. Na **Obr. 3.1** sú priemerné ročné koncentrácie jemných častíc znázornené prerušovanou čiarou. Vysoké hodnoty $PM_{2,5}$ sme zaznamenali v chladných mesiacoch roka, čo je rovnako ako pri PM_{10} pravdepodobne spôsobené emisiami z vykurovania domácností tuhým palivom. Najvyššie priemerné ročné koncentrácie $PM_{2,5}$ boli namerané v Humennom ($17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ – čo znamená medziročné zlepšenie o $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a Prešove ($16 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ – aj tu prišlo medziročne k poklesu o $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Rovnako ako pred rokom bola v r. 2023 na všetkých staniciach, vrátane regionálnych pozadových (merajú znečistenie ovzdušia vo voľnej prírode), priemerná ročná koncentrácia $PM_{2,5}$ vyššia ako je úroveň, ktorú odporúča WHO ($5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Aj priemerné mesačné hodnoty jemných tuhých častíc sú relatívne vysoké, a to nielen v zimnom období, ale dokonca aj v letných mesiacoch, keď bývajú koncentrácie $PM_{2,5}$ najnižšie.

Obr. 3.5 znázorňuje koncentrácie $PM_{2,5}$ vzhľadom na nový EÚ limit a výhľadový cieľ, ktorý majú členské štáty EÚ dosiahnuť (neprekročiť) do 1. januára 2030 (schválený bol v apríli 2024). V tomto prípade novo zavedený EÚ limit určuje, že denná priemerná koncentrácia $PM_{2,5}$ ($25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) sa nemá prekročiť viac ako 18-krát za kalendárny rok. Keď tento záväzok k 1.1.2030 aplikujeme na výsledky v r. 2023, vidíme, že nový EÚ limit prekročili mestské pozadové stanice v Humennom (55 prekročení) a vo Vranove nad Topľou (23 prekročení), a dopravná stanica v Prešove (31 prekročení). Zaujímavosťou je takmer dvojnásobný počet prekročení v Humennom (mestské pozadie) v porovnaní s AMS v Prešove, ktorá meria znečistenie dopravou. Bardejov a dve vidiecke pozadové stanice (Kolonické sedlo a Stará Lesná) by tento limit splnili už v r. 2023.

Obr. 3.5 Počet dní s priemernou dennou koncentraciou $PM_{2,5} > 25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v r. 2023 - vyhodnotenie vzhľadom na novo zavedený EÚ limit*.

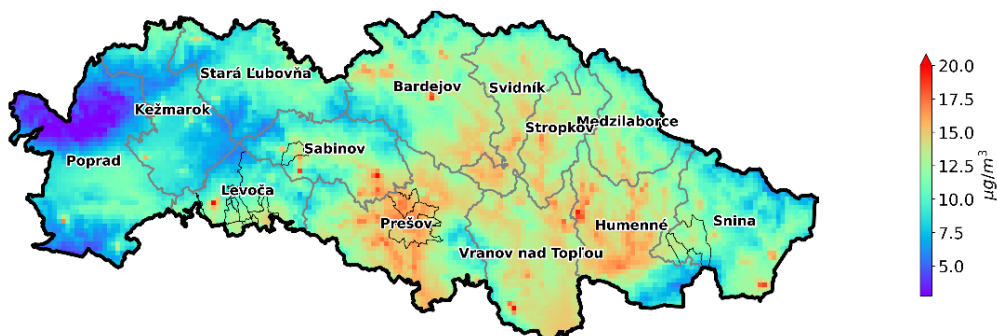


* Podľa nového EÚ limitu, ktorý začne platiť 1. 1. 2030, priemerná denná koncentrácia $PM_{2,5}$ nesmie prekročiť $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ viac ako 18 krát za rok.

Novú EÚ limitnú hodnotu $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ – čo sa má dosiahnuť do 1. 1. 2030 – pre priemernú ročnú koncentráciu $PM_{2,5}$ splnila v r. 2023 len AMS Stará Lesná a Kolonické sedlo.

Mapa na **Obr. 3.6** znázorňuje priestorové rozloženie priemernej ročnej koncentrácie $PM_{2,5}$ podľa výstupu modelu RIO, IDW-R.

Obr. 3.6 Priemerné ročné koncentrácie $PM_{2,5}$.

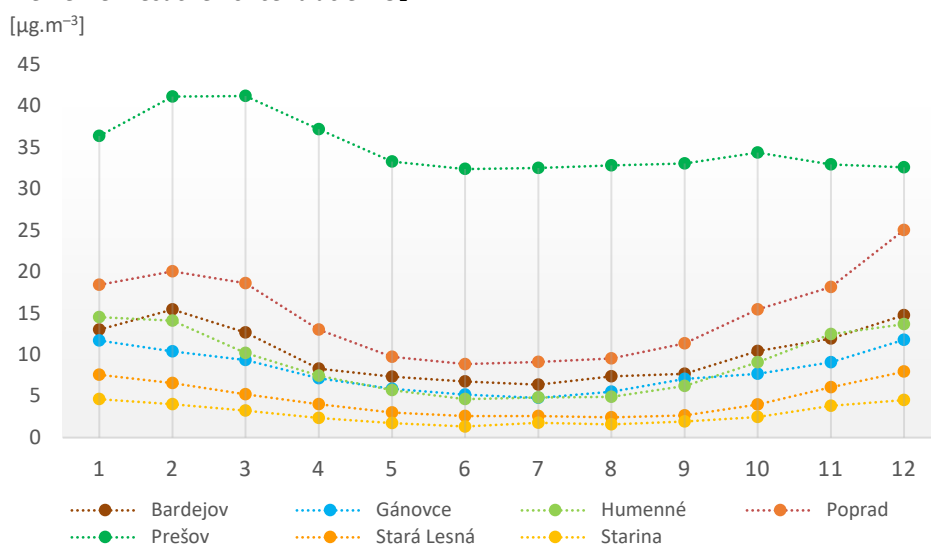


3.2 Oxid dusičitý

Monitoring oxidu dusičitého prebieha v zóne na siedmich staniciach, priemerné mesačné koncentrácie pre jednotlivé stanice sa nachádzajú na **Obr. 3.7**.

Hlavným zdrojom emisií NO₂ je cestná doprava. Najvyššie koncentrácie z tohto dôvodu zaznamenávame na dopravnej stanici Prešov, Arm. gen. L. Svobodu, kde bola nameraná najvyššia priemerná ročná koncentrácia na Slovensku: 34 µg·m⁻³ (čo predstavuje medziročný nárast o 2 µg·m⁻³). Ani tá však neprekračuje limitnú hodnotu (40 µg·m⁻³). Namerané koncentrácie NO₂ si celý rok udržiavajú relatívne konštantnú úroveň bez sezónnych výkyvov (**Obr. 3.7**). Maximálna 1h koncentrácia NO₂ na dopravnej stanici v Poprade bola 96 µg·m⁻³, na predmestskej požadovej stanici v Poprade 99 µg·m⁻³. Celkovo je znečistenie ovzdušia touto látkou v Prešovskom kraji na relatívne nízkej úrovni. Na piatich staniciach boli priemerné koncentrácie NO₂ v roku 2023 nižšie alebo rovné ako odporúčanie WHO (10 µg·m⁻³), ktoré je dvakrát prísnejšie ako nový limit EÚ, platný od 1. 1. 2030.

Obr. 3.7 Priemerné mesačné koncentrácie NO₂.



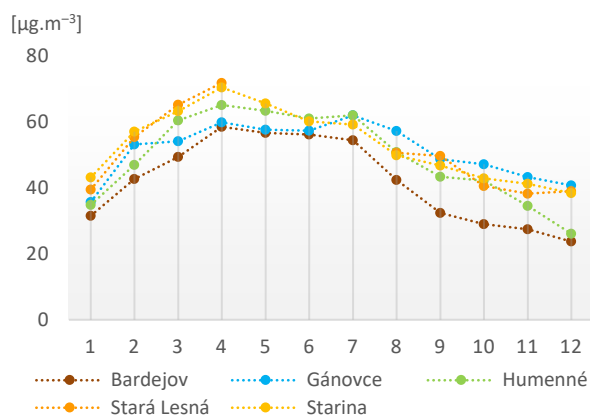
3.3 Ozón

Monitoring ozónu prebieha v tomto kraji na piatich monitorovacích staniciach – v Starej Lesnej a Gánovciach v podhorí Vysokých Tatier, na Starine, situovanej na severovýchodnej hranici Slovenska a v dvoch okresných mestách Bardejov a Humenné.

Najvyššie koncentrácie prízemného ozónu sa vyskytujú spravidla v teplých mesiacoch s vysokou intenzitou slnečného svitu (**Obr. 3.8**). Rastú s východom slnka, vrchol dosahujú okolo poludnia s postupným poklesom vo večerných hodinách až na minimum vyskytujúce sa nadržanom. Veľké rozdiely v koncentráciách prízemného ozónu zaznamenávame tiež v teplom a chladnom období.

Na žiadnej stanici sme v roku 2023 nezaznamenali prekročenia informačného ani výstražného prahu O₃.

Obr. 3.8 Priemerné mesačné koncentrácie O₃ v r. 2023.



3.4 Benzo(a)pyrén

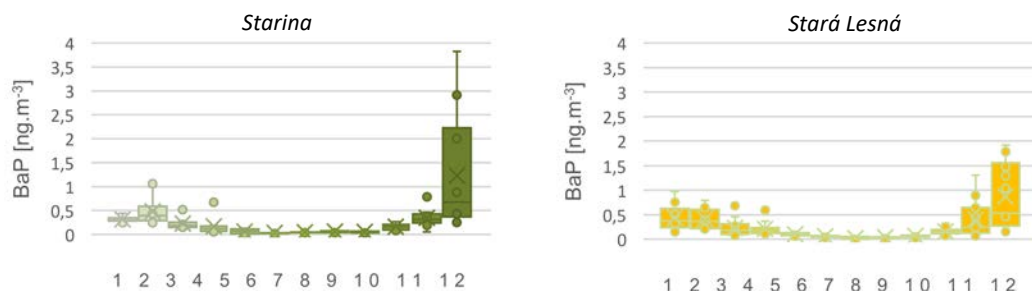
Benzo(a)pyrén sa v Prešovskom kraji monitoruje na dvoch monitorovacích stanicích – na Starine a v Starej Lesnej. Cieľová hodnota pre benzo(a)pyrén ($1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) na nich prekročená nebola (**Tab. 3.2**). Ide však o vidiecke pozadové stanice a tie nie sú priamo ovplyvnené emisiami z vykurovania domácností tuhým palivom, preto tu nízke koncentrácie BaP možno očakávať. Užitočným nástrojom pre posúdenie znečistenia ovzdušia BaP v kraji sú aj v tomto prípade výsledky matematického modelovania. Na **Obr. 3.10** vidíme priestorové rozloženie BaP podľa výsledkov modelu RIO/IDW-R. Bližšie informácie o použitej metóde sú v 4. kapitole *Správy o kvalite ovzdušia v SR za rok 2023*.

Tab. 3.2 Priemerné ročné koncentrácie benzo(a)pyrénu v rokoch 2018–2023.

| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| Cieľová hodnota [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$] | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Starina, Vodná nádrž, EMEP | 1,2 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,3 |
| Stará Lesná, EMEP | | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |

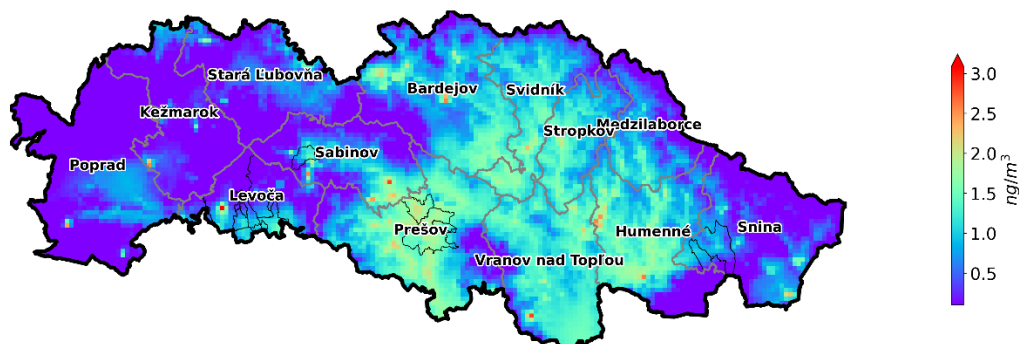
≥ 90 % platných meraní

Obr. 3.9 Priemerné mesačné koncentrácie benzo(a)pyrénu v roku 2023 na MS Starina a Stará Lesná.



Obr. 3.9 znázorňuje priemerné mesačné koncentrácie benzo(a)pyrénu na vidieckych pozadových stanicích. Hoci cieľová hodnota nebola prekročená, hodnoty sú v zimnom období relatívne vysoké, čo môže byť dôsledkom regionálneho prenosu alebo lokálneho vplyvu. **Obr. 3.10** znázorňuje priemernú ročnú koncentráciu vypočítanú na základe výstupov matematického modelovania. Keďže model vychádza z nameraných údajov (a pomocných polí), výstupy sú na rozľahlom území Prešovského kraja zaťažené značnou neistotou. Je preto potrebné si všímať skôr relatívne rozdiely medzi oblasťami, ako sa spoliehať na absolútne hodnoty. Najvyššie koncentrácie sa podľa výstupov modelu RIO vyskytujú v obciach okresov Levoča, Vranov nad Topľou, Prešov, Svidník, Sabinov a Stropkov. Na získanie detailnejšej predstavy o priestorovom rozložení je potrebné modelovanie s vysokým rozlíšením s použitím detailných údajov o emisiách (t. j. o množstve a druhu palív, i druhu zariadení používaných pri vykurovaní domácností, a pod.). Najvýraznejším zdrojom benzo(a)pyrénu je vykurovanie domácností tuhým palivom, najmä nedostatočne vysušeným drevom, resp. nevhodným palivom (rôzne druhy odpadu).

Obr. 3.10 Priemerná ročná koncentrácia benzo(a)pyrénu podľa výstupu modelu RIO, IDW-R (2023).

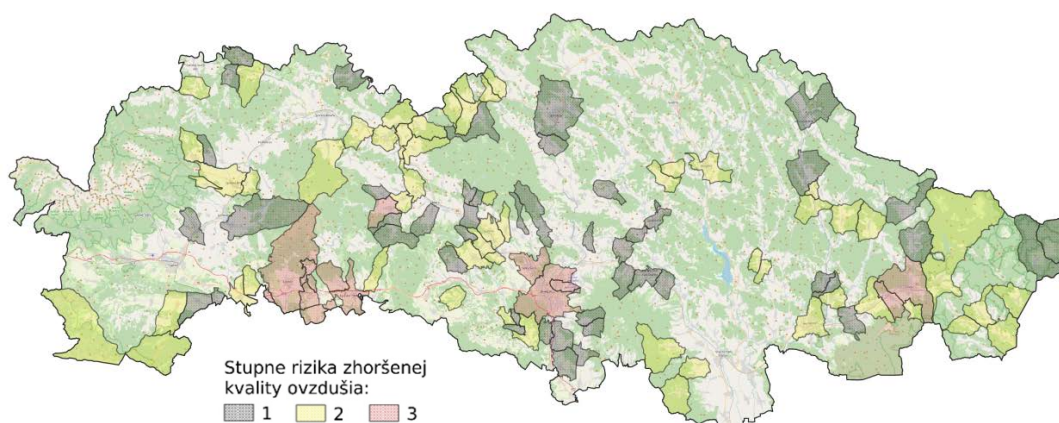


3.5 Chemické zloženie zrážok

Na vidieckej požadovej stanici Starina sa monitoruje na dennej báze kvalita zrážok. Sleduje sa kvalitatívne zloženie základných iónov, parametre pH a vodivosť. Ročná priemerná hodnota pH bola 5,37 a ani mesačné priemery neklesli pod hodnotu pH 5. Môžeme preto konštatovať, že v zóne Prešovský kraj nedochádza k nadmernej acidifikácii prostredia. Podrobné výsledky monitoringu sú uvedené v kapitole 3.4 Regionálny monitoring v hlavnej časti *Správy o kvalite ovzdušia v SR za rok 2023*.

3.6 Rizikové oblasti

Obr. 3.11 Rizikové oblasti v Prešovskom kraji.



Obr. 3.11 zobrazuje obce ohrozené zhoršenou kvalitou ovzdušia, určené Metódou integrovaného posúdenia obcí⁴. Stupeň 3 zodpovedá najvyššej pravdepodobnosti ohrozenia znečistením ovzdušia. Metodika zahŕňa mieru vykurovania domácností tuhým palivom, vplyv zhoršených rozptylových podmienok z krátkodobého aj dlhodobého hľadiska, výsledky chemicko-transportného modelu CMAQ, interpolačného modelu RIO a výsledky modelovania s vysokým rozlíšením modelom CALPUFF na vybraných doménach s predpokladom zhoršenej kvality ovzdušia.

Obciam, na území ktorých bola podľa modelovania s vysokým priestorovým rozlíšením prekročená limitná hodnota pre PM, NO₂ alebo cieľová hodnota pre BaP, bol automaticky priradený rizikový stupeň 3, podobne ako obciam, kde bolo prekročenie limitnej či cieľovej hodnoty zistené meraním. Zoznam obcí a ich rizikových stupňov je na web stránke SHMÚ⁵.

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.

Hodnotenie pomocou Metódy integrovaného posúdenia má za cieľ vymedziť oblasti, kde je potrebné zamerať opatrenia na zlepšenie kvality ovzdušia. Vzhľadom na rozmiestnenie zdrojov znečisťovania vzdušia a s ohľadom na mikroklimatické charakteristiky územia je pravdepodobné, že v rizikovej oblasti sa miera znečistenia na rôznych lokalitách líši. Predstavu o priestorovom rozložení znečistenia ovzdušia poskytujú výsledky modelovania s vysokým rozlíšením, ktoré sú postupne dopĺňané na web stránke SHMÚ⁶.

⁴ Štefánik, D., Krajčovičová, J.: *Metóda integrovaného posúdenia obcí vzhľadom na riziko nepriaznivej kvality ovzdušia*, Slovenský hydrometeorologický ústav, 2023, dostupné na <https://www.shmu.sk/sk/?page=996>

⁵ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2873>

⁶ <https://www.shmu.sk/sk/?page=2699>

3.7 Zhrnutie

V roku 2023 prišlo na všetkých AMS v Prešovskom kraji medziročne k zlepšeniu kvality ovzdušia meranej ročnými priemermi PM s výnimkou Starej Lesnej (rovnaká úroveň ako v r. 2022) a Popradu (rovnaká úroveň pre PM_{2,5}). Najvýraznejší pokles ročných koncentrácií PM₁₀, resp. PM_{2,5} sme zaznamenali v Humennom a Bardejove, resp. vo Vranove nad Topľou. K najväčšiemu medziročnému poklesu počtu prekročení denného limitu PM₁₀ prišlo v Prešove, nárast zaznamenal len Bardejov. Trend znečistenia časticami PM má v zóne za posledné tri roky klesajúci charakter. Koncentrácie NO₂ v Prešove sú najvyššie z meraní AMS na Slovensku a mierne rastú, ostatné stanice si udržiavajú podobnú, nízku úroveň tejto znečisťujúcej látky v ovzduší.

V Prešovskom kraji nebolo v posledných štyroch rokoch namerané prekročenie limitnej ani cieľovej hodnoty pre žiadnu znečisťujúcu látku. Najvyššie hodnoty PM₁₀ boli pozorované v Prešove a Humennom. Obe lokality však zaznamenali medziročné zníženie koncentrácií tejto znečisťujúcej látky, hoci sme na nich evidovali nárast trvania prekročenia informačného prahu, rovnako ako vo Vranove nad Topľou.

Na základe výsledkov matematického modelovania môžeme predpokladať, že v niektorých oblastiach sa vyššie hodnoty PM a benzo(a)pyrénu môžu vyskytovať najmä v zimných mesiacoch v lokalitách s vyšším podielom tuhých palív na vykurovaní domácností, a to najmä pri zhoršených rozptylových podmienkach.

Ak by sme hodnotili plnenie požiadaviek vyplývajúcich z novej smernice o kvalite ovzdušia prijatej Európskym parlamentom v apríli 2024 (stanovuje prísnejšie limitné hodnoty platné od 1. januára 2030), v zóne Prešovský kraj by najväčším problémom bolo splnenie nových limitných hodnôt pre PM_{2,5}. Ročné priemery PM₁₀ by cieľ pre rok 2030 splnili na všetkých staniciach (okrem AMS Prešov, Arm. gen. L. Svobodu) už v roku 2023, ročné priemery PM_{2,5} len na vidieckych požadových staniciach Stará Lesná, EMEP a Kolonické sedlo. Napriek tomu, že úroveň znečistenia v kraji vykazuje klesajúci trend (okrem NO₂ v Prešove), pre splnenie požiadaviek novej smernice bude potrebné vykonať dodatočné opatrenia, ktoré pomôžu znečistenie znížiť na požadovanú úroveň.

Ak by sme hodnotili kvalitu ovzdušia v zóne podľa odporúčaní WHO⁷, len výnimočne by ukazovatele pre znečisťujúce látky spĺňali odporúčané koncentrácie (ročný priemer NO₂ by splnili všetky AMS už v r. 2023, okrem Prešova a Popradu). Ambíciou Akčného plánu nulového znečistenia⁸ je dosiahnuť kvalitu ovzdušia podľa týchto odporúčaní do roku 2050.

⁷ WHO GLOBAL AIR QUALITY GUIDELINES, 2021. Recommendations on classical air pollutants, str. 4. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345334/9789240034433-eng.pdf>

⁸ <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/>