

# Mikro častice, mega problémy

Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia a dosahovanie nových limitov kvality ovzdušia v pomeroch Slovenskej republiky

Jakub Linda

Ministerstvo  
životného prostredia  
SR

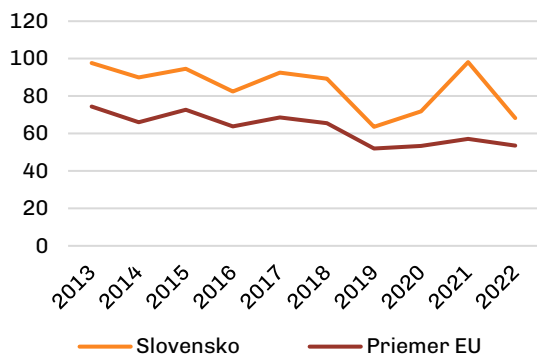
Komentár 2025/10

Kvalita ovzdušia na Slovensku sa zlepšuje, najviac v zimných mesiacoch, no jemné prachové častice PM<sub>2.5</sub> stále spôsobujú tisíce predčasných úmrtí. Najväčším problémom zostáva spaľovanie dreva v domácnostiach, ktoré významne prispieva k expozícii populácie. Od roku 2030 vstúpia do platnosti prísnejšie limity kvality ovzdušia EÚ, ktoré sú medzistupňom k cieľovým hodnotám WHO. Tie by pre PM<sub>2.5</sub> boli prekračované na väčšine územia Slovenska. Plnenie prísnejších limitov EÚ si vyžiada rýchlejšiu obnovu domov, obmedzenie spaľovania dreva a cielenejšie lokálne opatrenia, ktoré môžu zásadne prispieť k zlepšeniu zdravia obyvateľstva a k zníženiu počtu predčasných úmrtí vplyvom ovzdušia takmer o polovicu.

## Kvalita ovzdušia sa zlepšuje, stále však nedosahuje odporúčané hodnoty

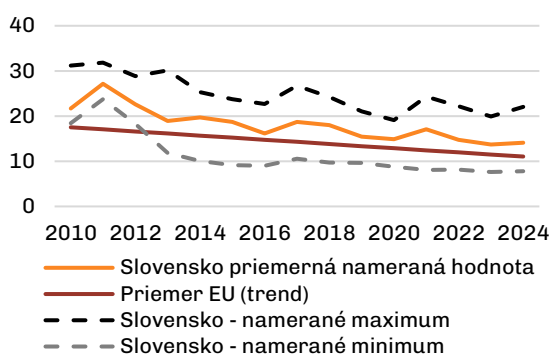
Aj keď sa kvalita ovzdušia na Slovensku postupne zlepšuje, dlhodobé vystavenie znečisteniu viedlo v roku 2022 k približne 3 700 predčasným úmrtiam. WHO považuje znečistenie ovzdušia za najvýznamnejšie environmentálne zdravotné riziko na svete. Pôvodcom znečistenia je najmä intenzívna ľudská činnosť, ktorá súvisí so spaľovaním palív pri vykurovaní a dopravou. Najproblematickejšie pre ľudské zdravie sú pevné častice (PM) a oxidy dusíka (NO<sub>2</sub>). Jemná frakcia PM menšia ako 2,5 μm (PM<sub>2.5</sub>) spôsobuje viacero srdcovocievnych a dýchacích ochorení. Pri spaľovaní tuhých palív, ako je drevo, sa na tieto častice viažu aj škodlivé látky ako benzo(a)pyrén, ktorý je karcinogén.

Graf 1: Počet úmrtí na 100-tisíc obyvateľov vplyvom vystavenia PM<sub>2.5</sub>



Zdroj: IEP podľa Eurostat

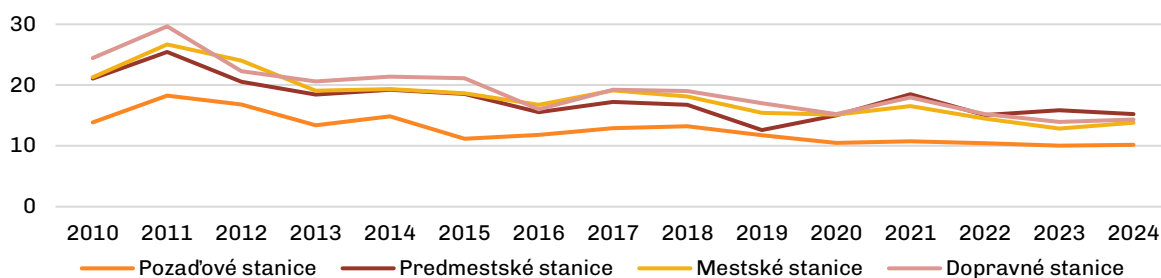
Graf 2: Priemerná koncentrácia PM<sub>2.5</sub> na Slovensku a v Európe (v μg/m<sup>3</sup>)



Zdroj: IEP podľa EEA

**Priemerný medziročný pokles koncentrácií PM2.5 na staniách s dlhodobým monitoringom (viac ako 8 rokov<sup>1</sup>) je zhruba 3 % ročne.** Pokles sa pohybuje v rozmedzí od -0,15 po -1,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  za rok s priemerom -0,54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ročne. Koncentrácie PM2.5 klesajú v dôsledku rastúcich teplôt, zníženou potrebou vykurovania, odklonu od fosílnych palív a reguláciami v priemysle a doprave. Vplyv zmien v jednotlivých zdrojoch znečistenia na kvalitu ovzdušia je ale náročné hodnotiť. Tempo poklesu závisí od lokality merania a typov zdrojov znečistenia, teda od kategórie monitorovacej stanice kvality ovzdušia.

**Graf 3: Priemerné ročné koncentrácie PM2.5 na meracích staniách podľa typu (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

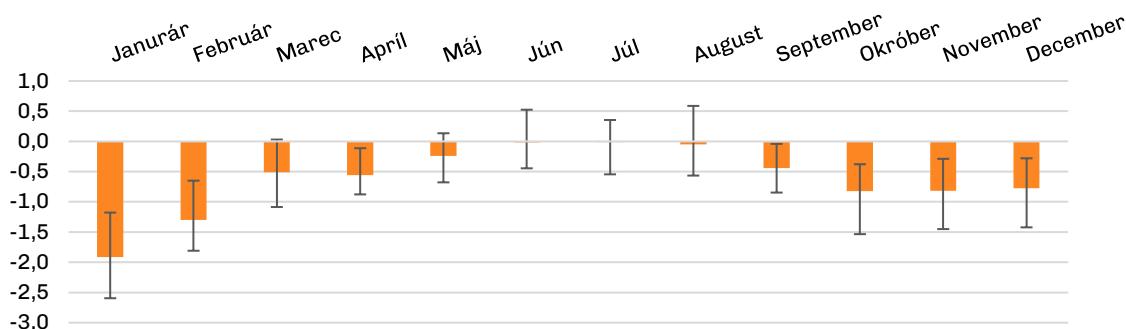


Zdroj: IEP podľa EEA

**Najvýraznejšie zmeny sú na dopravných staniách vo veľkých mestách, kde sa súčasne mení znečistenie z dopravy, priemyslu aj vykurovania.** Mestské a predmestské stanice sledujú úrovne znečistenia charakteristické pre expozíciu ľudí v obývaných oblastiach. Mestské stanice vykazujú rýchlejší pokles než predmestské stanice. Najmenej klesajú koncentrácie na pozad'ových staniách, ktoré monitorujú územie bez priameho dosahu ľudskej činnosti, ovplyvňuje ich diaľkový prenos z okolitých oblastí.

**V dlhodobom trende nie je pokles koncentrácií počas roka rovnomerný, zlepšenie je najvýraznejšie v zimných mesiacoch, kde dosahuje pokles aj o jednotky  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .** To súvisí so zdrojom PM2.5 - vykurovaním, ktoré vplyvom teplejších zím a obmenou kotlov produkuje menej emisií a dlhodobou zmenou meteorologických rozptylových podmienok. Na viac ako štvrtine staníc (13 zo 47) v letnom období koncentrácia narastá, čo súvisí s vyšším a dlhším výskytom sucha, kedy dochádza k zvýšenej prašnosti z polí či ciest (veterná erózia, resuspenzia) či menšej miere odstraňovania prachu pomocou dažďa.

**Graf 4: Priemerný dlhodobý mesačný pokles koncentrácií PM2.5<sup>2</sup> (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



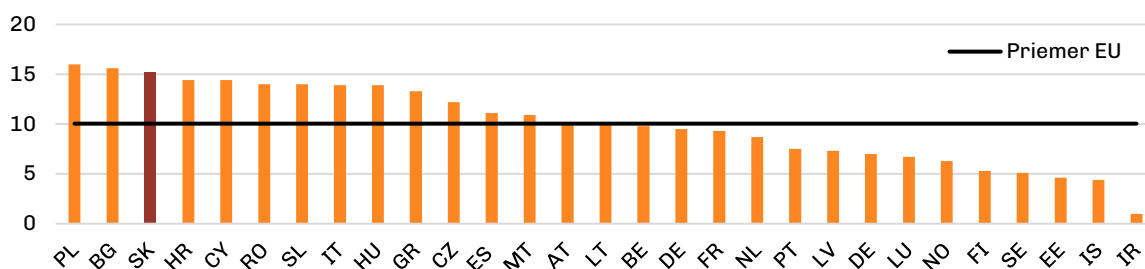
Zdroj: IEP podľa EEA

<sup>1</sup>Za dĺžku dlhodobého merania sa pri hodnotení ročných a mesačných trendov zvolilo obdobie 8 rokov, keďže mnohé stanice merajú len asi 4 roky, kým iné viac než 10. Popis staníc spolu s ich zoznamom je uvedený v prílohe. Hodnoty poklesu neboli korigované na meteorologické podmienky, kvôli čomu nie je možné sledovať vplyv zmien skutočných emisií (napríklad z vykurovania). Z dlhodobého hľadiska zmeny v počasi môžu vylepšovať situáciu znečistenia ovzdušia.

<sup>2</sup>Chybové úsečky značia rozsah hodnôt mesačného poklesu koncentrácií na všetkých staniách. Zaujímavý je tiež rozsah nameraných dlhodobých mesačných poklesov aj s extrémami, dostupný v prílohe, Graf 27.

**Slovensko patrí medzi najhoršie krajiny s najvyšším podielom populácie vystavenej vysokému znečisteniu, aj keď priemerné koncentrácie PM2.5 nepatria k najvyšším v EÚ.** To vyjadruje [indikátor expozície](#) (AEI), ktorý vychádza z údajov o znečistení z mestských oblastí. Z najväčšej časti za to môže vykurovanie domácností, ktoré produkuje častice PM2.5 priamo v obývaných oblastiach. Hoci sa priemerná koncentrácia PM2.5 od roku 2010 znížila približne o tretinu, ďalšie redukcia bude vyžadovať zvýšené úsilie. Slovensko podľa hodnotenia EEA (z roku 2022) je na ceste splniť cieľ [Akčného plánu EÚ pre nulové znečistenie](#), ktorý má znížiť vplyv znečistenia na zdravie voči roku 2005 o 55 % do roku 2030 (v roku 2022 redukcia 53 %).

**Graf 5: Priemerný indikátor expozície v roku 2023 pre PM2.5 v krajinách EÚ (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



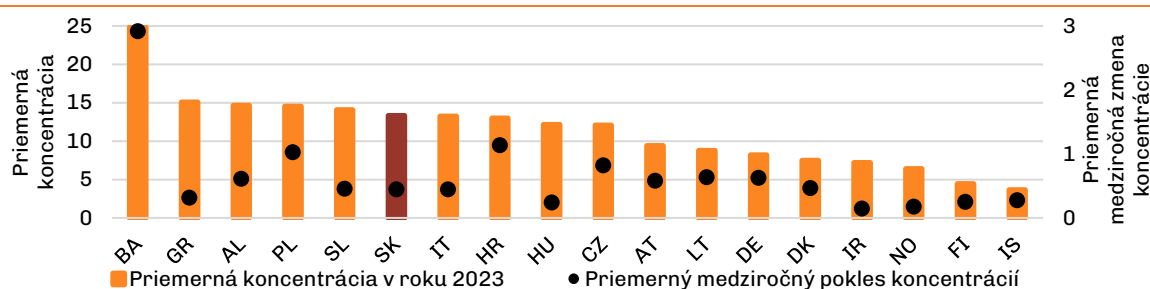
Zdroj: IEP podľa EEA

## Dosiahnuť nové limity bude pre Slovensko výzvou

Od 2030 sa v EÚ sprísnia limitné hodnoty kvality ovzdušia, tie predstavujú medzistupeň na ceste k postupnému priblíženiu sa odporúčaniam WHO s horizontom do 2050. Znížia sa povolené ročné koncentrácie viacerých znečisťujúcich látok vrátane PM2.5 a PM10, a zároveň sa aj obmedzí počet dní a hodín, kedy môžu byť limity prekročené. Ak by sa nové limity podarilo plniť, mohli by sme každoročne predísť až [1 600 predčasným úmrtiam](#), čo je o polovicu menej než dnes. Pre analýzu plnenia limitov sme zvolili prístup predbežného hodnotenia, v rámci ktorého porovnávame súčasné koncentrácie PM2.5 s limitnými hodnotami platnými od roku 2030. Takto vieme určiť, do akej miery by dnešný stav vyhovoval budúcim požiadavkám.

**Na ich dosiahnutie je potrebné vo väčšine lokalít znížiť priemerné koncentrácie PM2.5 o 3 – 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .** Najväčšie znečistenie vykazujú lokality Plášťovce, Veľká Ida, Jelšava a väčšina veľkých miest. Slovensko zaostáva za ostatnými krajinami v relevantných ukazovateľoch – koncentracii v roku 2023 a priemernom medziročnom poklese koncentrácie, z čoho vyplýva, že na splnenie limitov bude v porovnaní s ostatnými krajinami potrebovať viac času alebo ambicióznejšie opatrenia.

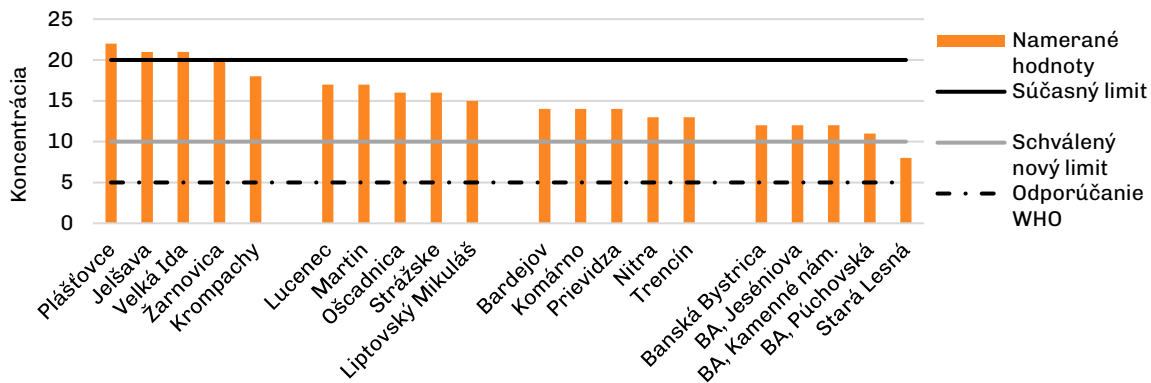
**Graf 6: Priemerná ročná koncentrácia PM2.5 v 2023 a dlhodobý trend poklesu v EÚ (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



Zdroj: IEP podľa EEA

**Nový ročný imisný limit pre PM2.5 by podľa meraní v priemere za roky 2021 – 2024 splnili len požadové stanice Stará Lesná a Kolonické sedlo.** Pri PM10 je situácia relatívne priaznivá. Takmer polovica staníc spĺňa navrhovaný limit (od 2030) 20 µg/m<sup>3</sup> alebo sa od neho odchyľuje najčastejšie len o 10 až 20 %. Skutočne problémových je len 5 staníc, kde sú hodnoty výrazne vyššie, medzi nimi dlhodobé problémové lokality ako Veľká Ida, Jelšava a Plášťovce. Pri PM2.5 je obraz podstatne horší. Len 9 z 47 staníc je blízko limitu 10 µg/m<sup>3</sup>, do 20 %. Väčšina, 31 staníc, je nad limitom výraznejšie v rozsahu približne +25 až +70 %. Navyše, 4 stanice prekračujú limit až dvojnásobne, pričom ide opätovne o lokality ako Plášťovce, Jelšava, Veľká Ida a Žarnovica<sup>3</sup>.

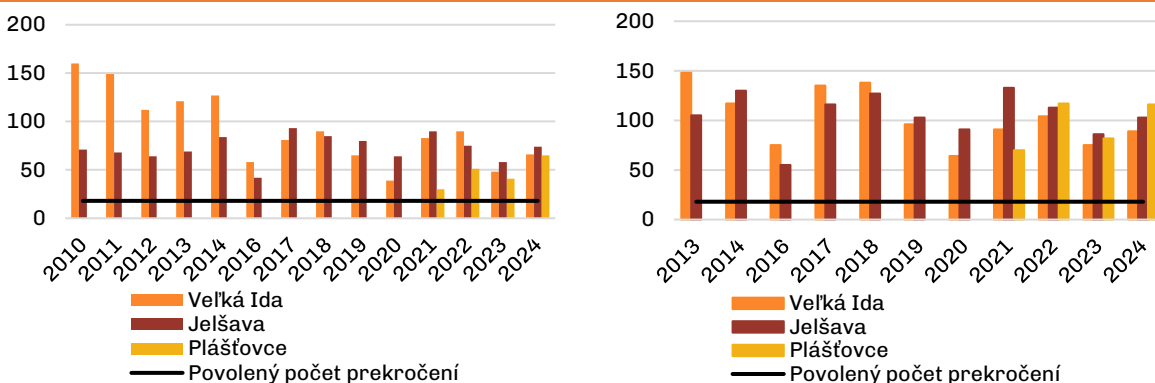
**Graf 7: Priemerné ročné koncentrácie (2021 – 2024) PM2.5 na vybraných staniciach porovnané so súčasnými a budúcimi limitmi<sup>4</sup> (v µg/m<sup>3</sup>)**



Zdroj: IEP podľa EEA

**Sprísnenie sa dotkne aj denných limitov, keďže sa zníži prípustná koncentrácia a aj povolený počet prekročení tejto úrovne znečistenia.** Od roku 2010 sa počet prekročení denného limitu PM10 znížil v priemere o dve tretiny. Povolených je v súčasnosti 35 prekročení, v novej legislatíve je tento počet pre obe PM10 a PM2.5 znížený na 18. Denný limit pre PM2.5 doposiaľ neexistoval a po jeho zavedení by ho splnilo len osem staníc. Stanice v lokalitách s najhoršou kvalitou ovzdušia by ho prekračovali aj desaťnásobne. Dlhodobé merania (viac ako 8 rokov) potvrdzujú, že počet prekročení pri novom dennom limite pre PM2.5 klesá veľmi pomaly, v priemere len o 3,2 prekročení ročne.

**Graf 8: Počet prekročení nového denného limitu pre PM10 (vľavo) a PM2.5 (vpravo) v najkritickejších meracích staniciach na Slovensku**



Zdroj: IEP podľa EEA

<sup>3</sup>Monitoring v Žarnovici začal na konci roku 2023, preto sa tento rok nevyhodnocuje. V roku 2024 bola ale priemerná koncentrácia 20 µg/m<sup>3</sup>, čo indikuje, že koncentrácie v predošlých rokoch sa mohli hýbať na podobných úrovniach.

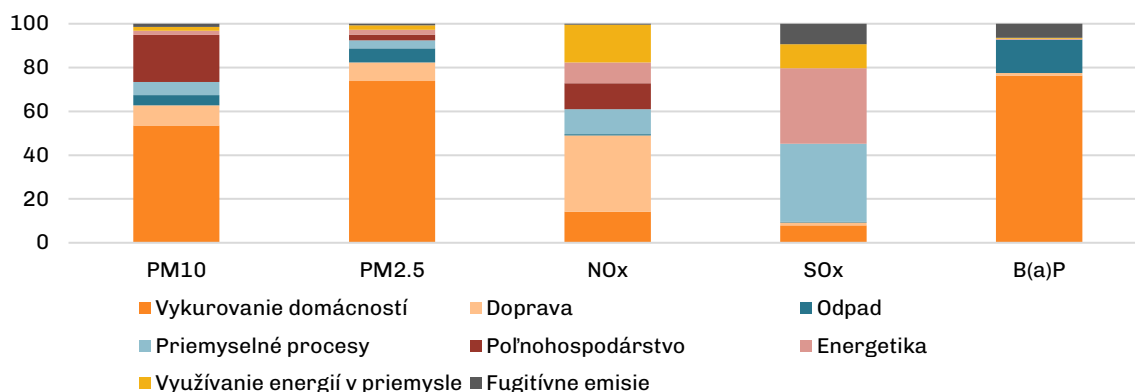
<sup>4</sup>Keďže koncentrácie častíc podliehajú výrazným medziročným zmenám, hodnotila sa priemerná ročná koncentrácia za posledné štyri roky. Prehľad všetkých staníc je uvedený v prílohe.

**Zdravotne riziková znečisťujúca látka NO<sub>2</sub> nepredstavuje tak výrazný problém na celom území ako PM<sub>2.5</sub> a PM<sub>10</sub>.** Nový limit pre NO<sub>2</sub> by nespĺnilo len 7 lokalít, pričom najviac vyčnievajú lokality Prešova, Bratislavy a Trnavy. Vysoké koncentrácie NO<sub>2</sub> sa vyskytujú najmä pri cestách, mimo ciest sú hodnoty výrazne menšie, čo odlišuje plošné rozloženie NO<sub>2</sub> od PM. Hodnoty SO<sub>2</sub> sa spĺňali aj pri starom limite. Samostatným problémom sú koncentrácie benzo(a)pyrénu (B(a)P), kde bola doteraz platná len cieľová hodnota, ktorá sa v novej legislatíve stáva limitom a na Slovensku sa dlhodobo prekračuje najmä v oblastiach, kde sa vykuruje pomocou tuhých palív<sup>5</sup>.

**Vysoké krátkodobé koncentrácie však nemusia znamenať porušenie legislatívy, a to kvôli prírodným zdrojom častíc.** Aj v letnom období koncentrácie PM<sub>2.5</sub> prekračujú limitnú hodnotu 10 µg/m<sup>3</sup>. Vplyv vykurovania je v lete zanedbateľný a zdrojom PM je často prašnosť z polí a ciest, požiare, Saharský prach či iné prírodné zdroje. Príspevok prírodných zdrojov legislatíva umožňuje z celkových koncentrácií odpočítať, a až následne hodnotiť prekročenie limitu. Príspevok cezhraničného prenosu nie je možné odpočítať, je ale možné za určitých podmienok žiadať odklad termínov dosiahnutia limitov.

**Plnenie limitov si žiada modernizáciu v sektoroch s najväčším podielom na znečistení<sup>6</sup>.** Slovensko síce spĺňa emisné stropy pre rok 2030 pre každú znečisťujúcu látku (ZL) okrem emisií amoniaku, no problém s emisiami PM<sub>2.5</sub> sa presunul z veľkých na malé a slabo regulované zdroje znečisťovania. Prísnej regulácii totiž podliehajú len technológie s výkonom nad 1 MW. Domácnosti sú regulované len čiastočne, nové domáce kotly však musia spĺňať takzvaný „ekodizajn“<sup>7</sup>. Problémom domácností je využívanie dreva, ktoré tvorí až 80 % množstva obstaraného paliva v domácnostiach, ktoré nie sú vykurované plynom. Vo výsledku sú tak emisie z domáceho vykurovania slabo regulované a zodpovedné za väčšinu emisií PM<sub>2.5</sub>.

**Graf 9: Podiel jednotlivých zdrojov na emisiách znečisťujúcej látky v roku 2023 (v %)**



Zdroj: IEP podľa OEAB

### Box 1 Vzťah medzi emisiami a kvalitou ovzdušia a limitmi kvality ovzdušia

**Emisie nevytvádzajú o kvalite ovzdušia, dôležitá je hodnota koncentrácie látky rozptýlená v ovzduší v konkrétnom mieste, teda imisia.** Vzťah medzi oboma premennými je daný takzvanými rozptylovými podmienkami, teda mierou šírenia znečistenia do voľného okolia. Najnepriaznivejšiu situáciu pre rozptyl ZL predstavujú teplotné inverzie, ktoré zabraňujú

<sup>5</sup> Keďže B(a)P veľmi úzko súvisí s PM<sub>2.5</sub> (koncentrácie B(a)P sa určujú zo vzoriek odobratých častíc), nebude sa téma B(a)P, riešiť samostatne v tomto komentári. Opatrenia zamerané na vykurovanie domácnosti by mali synergicky pôsobiť na problémové častice a aj benzo(a)pyrén. Vyhodnotenie plnenia nových limitov všetkých ostatných látok je uvedené v prílohe.

<sup>6</sup> Trendy množstva emisií jednotlivých ZL sú uvedené v prílohe.

<sup>7</sup> Zo zákona č. 146/2023 Z. z. o ochrane ovzdušia a nariadenia Európskej komisie 2015/1185 a 2015/1189 stanovujúcu emisné normy pre domáce kotly spaľujúce tuhé palivo.

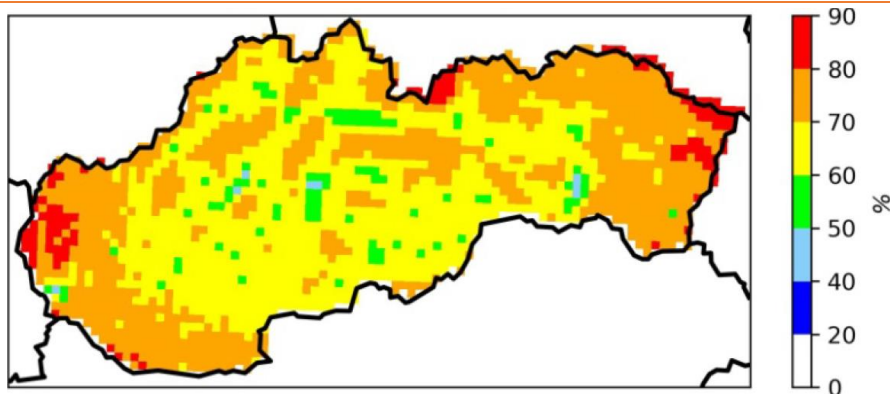
prenosu ZL smerom nahor. Napríklad Jelšava (a mnoho ďalších miest), ktorá je obklopená horami, je náchylná na účinky inverzií. Naopak Bratislava, ktorá má vyššie emisie ZL kvôli priemyslu a doprave, má pre zvýšenú veternosť, pri ktorej rýchlo dochádza k rozptylu znečisťujúcich látok, lepšiu kvalitu ovzdušia. Kvalita ovzdušia sa meria na staniciach kvality ovzdušia a hodnoty koncentrácií sa štandardne priemerujú do hodinových hodnôt.

**Kvalita ovzdušia sa hodnotí pomocou limitov.** Vplyv na zdravie sa vyjadruje z hľadiska expozície, teda na základe hodnoty koncentrácie na konkrétnom mieste (imisiou) a trvania jej vystaveniu. Preto majú limity kvality ovzdušia tvar hodnoty koncentrácie spriemerovanej za isté obdobie. Hodnotia sa ročné, denné (pre PM10 a PM2.5) a hodinové (pre SO2) úrovne znečistenia ovzdušia. Okrem priemerných ročných hodnôt sa v prípade denných či hodinových limitov hodnotí aj počet prekročení. Hodnoty nových limitov sú uvedené v prílohe. Ich cieľom je priblíženie úrovni znečistenia ovzdušia odporúčaniam WHO, tie reprezentujú najnižšie úrovne znečistenia, kedy boli stále pozorované negatívne účinky na zdravie.

## Prísnejšia legislatíva nezaručí čistejšie ovzdušie na celom území

**V pohraničných oblastiach môže viac ako 70 % koncentrácie PM2.5 tvoriť príspevok zdrojov zo zahraničia, vo vnútrozemí sa podiel pohybuje okolo 50 %.** Malé pevné častice, ako PM2.5, sa v ovzduší udržia dlhý čas, môžu sa prenášať na veľké vzdialenosti a zároveň často vznikajú sekundárnymi reakciami v atmosfére. Na Slovensku prevláda západné až severozápadné prúdenie vzduchu, to znamená, že sa k nám dostáva vzduch, ktorý si so sebou nesie istú úroveň znečistenia z okolitých štátov, ktorú nie je možné ovplyvniť. Cezhraničný prenos zahŕňa prírodné aj ľudmi vytvorené znečistenie a môže dosahovať jednotky či až desiatky  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hodnoty cezhraničného prenosu sa odhadujú pomocou modelov, a keďže sa na Slovensku odhadli len jednorazovo, nedá sa vyhodnotiť trend príspevku cezhraničného prenosu. Krátkodobé nárasty koncentrácií a prekračovanie limitných hodnôt však vo väčšine prípadov spôsobujú miestne zdroje znečistenia.

**Graf 10: Podiel cezhraničného prenosu na celkových koncentráciách PM2.5**

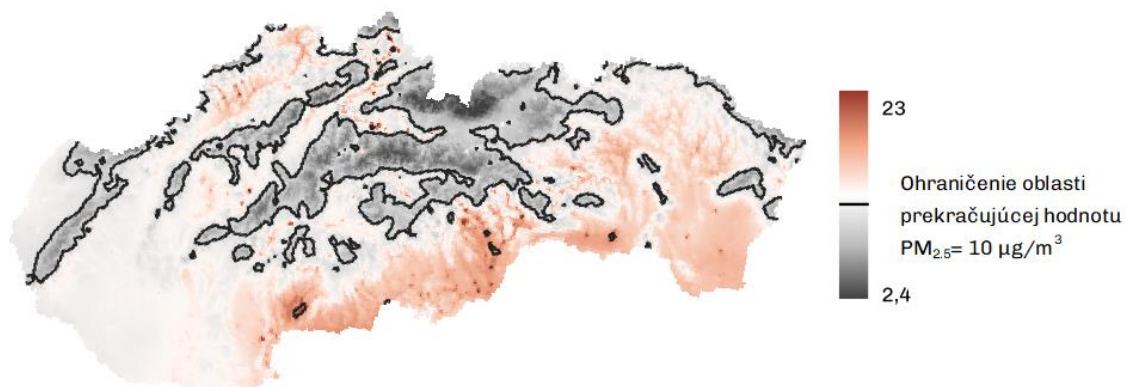


Zdroj: Štefánik (2019)

**Lokalít so zhoršenou kvalitou ovzdušia je na Slovensku oveľa viac ako ukazuje 53 monitorovacích staníc.** Kontinuálny monitoring kvality ovzdušia vyžaduje nemalé investičné, prevádzkové, servisné či administratívne náklady. Preto nie je možné umiestniť meraciu stanicu do každej lokality so zhoršenou kvalitou ovzdušia. Aj keď sa do budúcnosti predpokladá rozšírenie monitoringu, kritické lokality sa dajú identifikovať aj pomocou pokročilých matematických modelov, ktoré pomocou výpočtov a porovnávaní s údajmi z meracích staníc ukazujú koncentrácie na celom území SR, teda aj tam, kde sa znečistenie ovzdušia priamo nemeria. Modely do istej miery nahrádzajú monitoring, no nesú so sebou neistotu, ktorá vyplýva z limitov výpočtov a jeho vstupov.

**Výsledky matematických modelov poukazujú na zhoršenú kvalitu ovzdušia v obciach v okresoch Levice (Šalov, Ipeľský Sokolec) či Nové Zámky (Salka), ale aj na Orave (Námestovo) či na Liptove (Liptovský Ján, Hybe). Problémové sú tiež obce na Považí (Udiča) či mestá v širšom okolí Jelšavy ako Rožňava či Revúca. Nový ročný limit pre PM10 nespĺňa viacero miest, ale takmer celé územie Slovenska nespĺňa limit pre PM2.5 s výnimkou horských oblastí. Koncentrácie častíc sú na celom území Slovenska plošne vysoké a prekračujú nové limitné hodnoty, čo poukazuje na rozsiahly a vážny vplyv na zdravie obyvateľstva.**

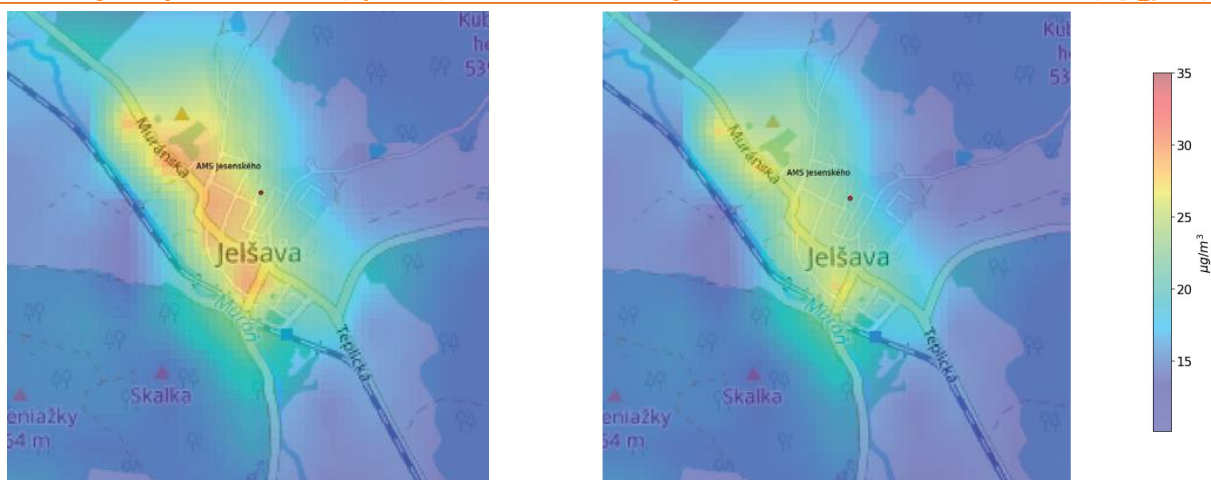
**Graf 11: Priemerné ročné koncentrácie PM2.5 v roku 2024 – modelované hodnoty (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



Zdroj: IEP podľa SHMÚ

**Aj pri zvýšených snahách môže stále lokálne dochádzať k prekračovaniu limitov kvality ovzdušia.** SHMÚ pre oblasti vytvára detailné matematické modely rozptylu ZL na lokálnej úrovni, ktoré boli vymedzené ako oblasti riadenia kvality ovzdušia. V niektorých lokalitách sa v modeli počíta aj s opatreniami zameranými na kvalitu ovzdušia. V prípade mesta Jelšava sa jedná o náhradu súčasných kotlov na biomasu za najlepšie dostupné. Keďže aj tie stále produkujú znečistenie, ich výmena nemusí stačiť na splnenie nového limitu pre PM10 na celom území mesta. Výsledky podrobných modelov poukazujú na vysokú heterogenitu koncentrácií aj v rámci jednej obce, meracia stanica tak nemusí nutne odhaliť maximum koncentrácie. Jej umiestnenie musí rešpektovať rozmery stanice, vlastnícke práva pozemkov či možnosť pripojky elektrickej energie.

**Graf 12: Priemerná ročná koncentrácia PM10 pre referenčný scenár (vľavo) a scenár zahŕňajúci výmenu kotlov (vpravo). Meracia stanica je zobrazená ako červená bodka (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



Zdroj: SHMÚ

## Stále dostupné riešenia

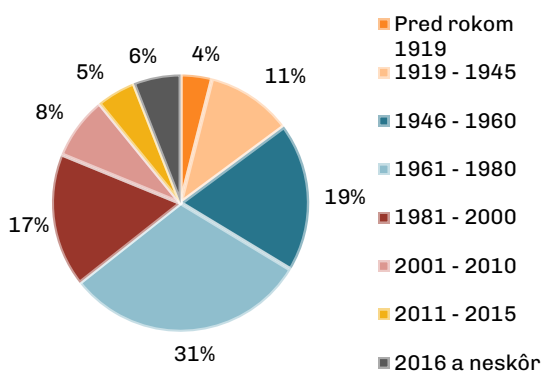
Slovensku už dnes kvôli kvalite ovzdušia čelí procesu infringementu a s novými pravidlami sa problém môže prehĺbiť. Bude potrebné sa zamerať na dlhodobé problematické zdroje znečistenia a lokálne opatrenia. Voči Slovensku vedie Európska komisia infringementové konanie najmä z dôvodu prekročovania imisných limitov v Jelšave a Veľkej Ide a nedostatočnej kvality programov na zlepšenie kvality ovzdušia. Od vynesenia prvého rozsudku bolo na zlepšenie stavu prijatých viacero opatrení<sup>8</sup>.

V budúcnosti bude potrebné sa zamerať na opatrenia lokálneho charakteru. Niektoré oblasti sú viac zaťažené priemyslom, niektoré viac vykurovaním, poľnohospodárske lokality môžu mať napríklad problém s prašnosťou z polí. Nie každé opatrenie bude mať všade rovnaký efekt. Z tohto dôvodu bude nutné pracovať na komplexných opatreniach, pričom ich nástup by mal byť čo najrýchlejší. Členské štáty môžu získať viac času na splnenie nových štandardov, ak predložia dôkladnú analýzu a plán zlepšenia kvality ovzdušia a musia zároveň prijať opatrenia na ich najskoršie dosiahnutie.

## Domácnosti

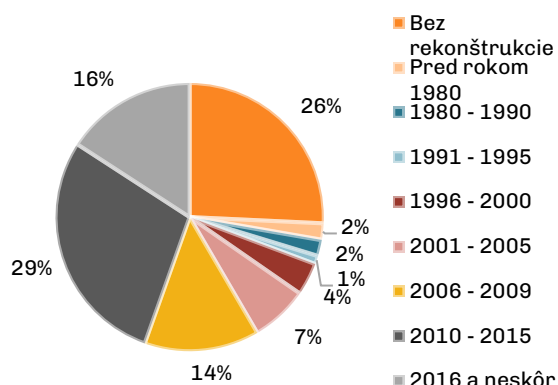
Na Slovensku je veľký potenciál pre obnovu domov, ktorá môže ušetriť až štvrtinu energetických nákladov a významne znížiť emisie z vykurovania. Až 80 % podlahovej plochy rodinných domov (RD) bolo postavené pred rokom 2000, pričom na štvrtine z tejto plochy nebola realizovaná žiadna obnova. Najviac domov sa postavilo v rozmedzí rokov 1961 až 1980. Významnou obnovou, teda výmenou okien, zateplením plášťa a strechy prešla len tretina plochy domov. Obnova môže ušetriť až štvrtinu energetických nákladov na vykurovanie, a zlepšiť tak kvalitu ovzdušia. Podľa prieskumu vlastníkov rodinných domov až 67 % plánuje renováciu, najčastejšie formou zateplenia fasády. Obnova domov je navyše významne podporovaná cez schémy Zelená domácnostiam a Obnov dom<sup>9</sup>.

Graf 13: Plocha RD doby podľa obdobia výstavby



Zdroj: IHA

Graf 14: Plocha RD postavených pred rokom 2000 podľa obdobia obnovy



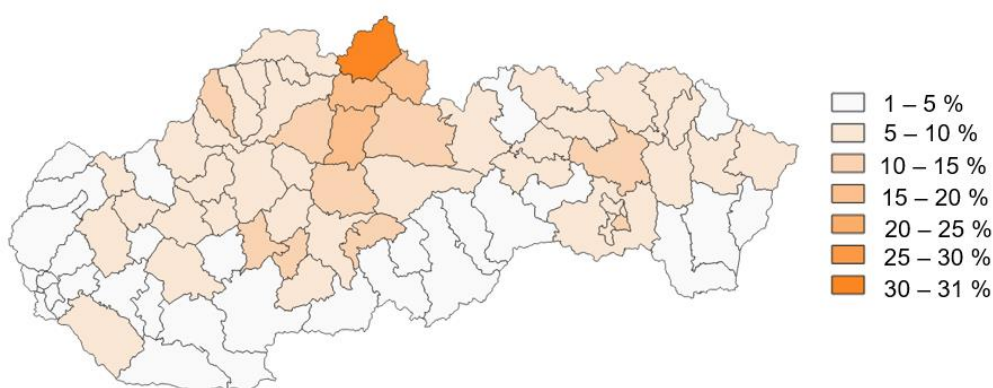
Zdroj: IHA

<sup>8</sup> Prijal sa zákon o ochrane ovzdušia č. 146/2023, implementovali sa dotačné schémy Obnov dom mini a schémy zamerané na podporu dekarbonizácie priemyslu a energetiky. Okrem toho sú v rizikových oblastiach vypracované nové programy na zlepšenie kvality ovzdušia. Tieto opatrenia však nie sú dostatočné na splnenie záväzkov a riziko sankcií ostáva.

<sup>9</sup> Domácnosti môžu získať podporu cez schémy Zelená domácnostiam a Obnov dom. Prvá podporuje aj novostavby, čo vysvetľuje rastúci dopyt po tepelných čerpadlách a fotovoltike, zatiaľ čo druhá sa zameriava na komplexné rekonštrukcie so znižovaním energetických nárokov. V dátach zo Sčítania domov 2021 sa nachádza údaj o obnove domov, v týchto dátach je myslená rekonštrukcia domu, bez výmeny vykurovacieho zariadenia. Naopak, napríklad schéma Zelená domácnostiam môže výhradne podporiť výmenu vykurovacieho zariadenia. Tieto štatistiky sa tak nedajú medzi sebou kombinovať.

V oblastiach s kriticky zhoršenou kvalitou ovzdušia, ako sú napr. okresy Rimavská Sobota, Lučenec, Poltár, Rožňava a Revúca, dosahuje miera renovácií domov pomocou oboch schém len približne 4 % (2300 domov z 68 tisíc). Naopak v okrese Námestovo sa podarilo podporiť viac ako 30 % všetkých rodinných domov (viac ako 5 000 renovácií). Najnovšia verzia schémy Obnov dom mini cieľi na domácnosti ohrozené energetickou chudobou v ohrozených regiónoch na základe zhoršenej miery kvality ovzdušia v obciach v Banskobystrickom, Prešovskom, Žilinskom a Košickom kraji. Pre uľahčenie postupu pri spracovaní žiadosti je vlastníkom k dispozícii poradenstvo v regionálnych kanceláriách, výjazdy odborných pracovníkov do obcí či terénni pracovníci priamo v obciach. Počet domov v obci vhodných na rekonštrukciu možno odhadnúť podľa údajov zo Sčítania domov 2021. Počet obnovených domov v oblastiach so zlou kvalitou ovzdušia sa tak má potenciál zvýšiť.

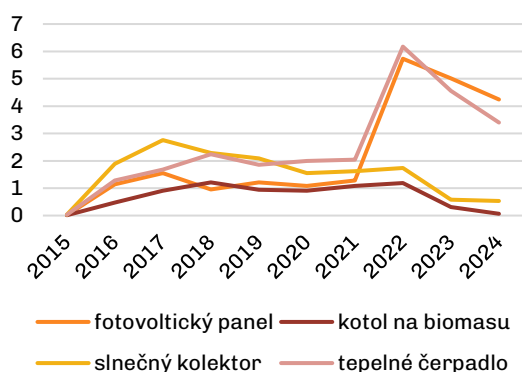
**Graf 15: Počet renovácií cez schémy Zelená domácnostiam a Obnov dom relatívne k počtu domov v okresoch**



Zdroj: IEP podľa SIEA a SAŽP

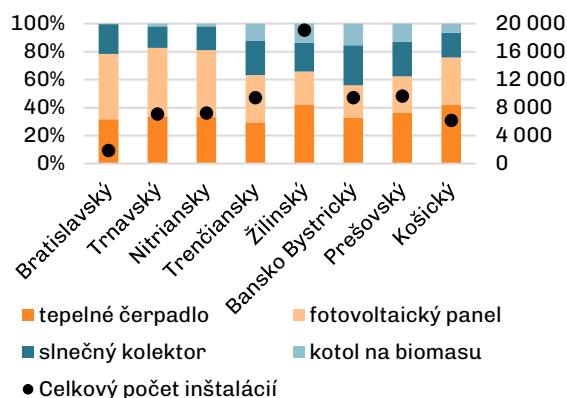
**Celkovo pomocou schém Zelená domácnostiam a Obnov dom prešlo obnovou už viac ako 84 000 domov.** V krajoch stredného a severného Slovenska sa okrem fotovoltaických panelov a tepelných čerpadiel inštalujú aj kotly na biomasu a slnečné kolektory. Problémom údajov z oboch výziev je to, že neuvádzajú typ vykurovacieho zariadenia používaného v domácnosti pred výmenou. Nedá sa tak vyhodnotiť vplyv na znižovanie emisií. Kvôli vysokému záujmu o podporu a efektívite čerpania peňazí v oboch výzvach budú obe do budúcnosti pokračovať.

**Graf 16: Vývoj počtu inštalácií dotačnou schémou Zelená domácnostiam (v tis.)**



Zdroj: IEP podľa SIEA

**Graf 17: Percentuálny podiel typov inštalovaných zariadení a ich celkový počet**

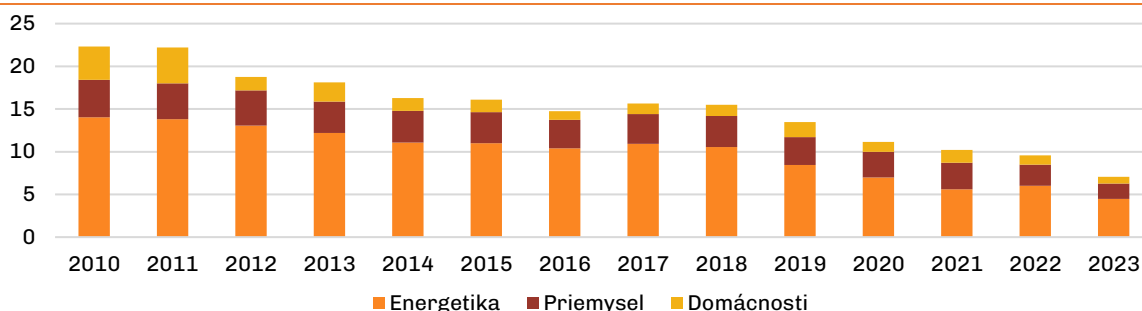


Zdroj: IEP podľa SIEA

## Energetika a doprava

**Spaľovanie tuhých fosílnych palív, najmä uhlia pre energetické účely, je na Slovensku na dlhodobom ústupe.** Od roku 2024 je väčšina veľkých energetických zdrojov na uhlie uzavretých alebo obmedzených. Uhlie sa však stále vo veľkom využíva v technologických procesoch v priemysle. Národný energetický a klimatický plán predpokladá ďalší významný odklon od využívania uhlia v energetickom sektore. V roku 2023 došlo k uzavretiu elektrárne Nováky a tiež sa obmedzilo využívanie uhlia v teplárňach Žilina a Košice. K úplnému odklonu v týchto teplárňach by malo dôjsť v roku 2025, čo ďalej pomôže znižovaniu emisií ZL v tomto odvetví. Využívanie uhlia či iných tuhých palív na energetické účely nie je primárnym problémom kvality ovzdušia, nakoľko sú tieto technológie z pohľadu emisií ZL významne regulované.

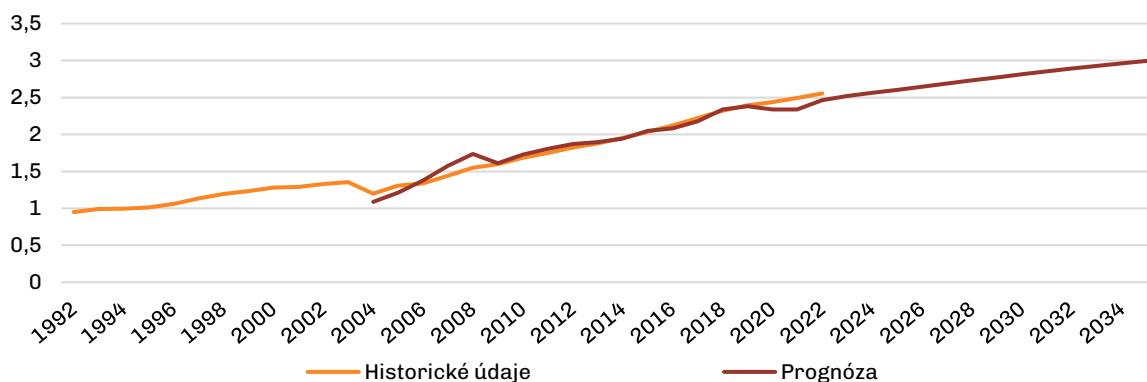
**Graf 18: Energetická spotreba uhlia v rôznych sektoroch ekonomiky (v TWh)**



Zdroj: IEP podľa Eurostat

**Hoci sa očakáva nárast počtu vozidiel, prísne normy a opatrenia by mali zabrániť zhoršeniu kvality ovzdušia.** Najvýznamnejší podiel na znečisťovaní z dopravy má ťažká kamiónová doprava, odporúčania v tomto smere smerujú na presun z kamiónovej dopravy na železničnú. Okrem toho sa očakáva nárast počtu automobilov s alternatívnym pohonom, ktoré generujú nižšie emisie. Vplyvom čoraz prísnejších európskych emisných noriem prejde vozový park do budúcnosti obmenou. Časť zdrojov emisií v doprave, ako napríklad častice generované pri otere brzd alebo pneumatík či cesty, nie je možné plne eliminovať opatreniami. Okrem priamych opatrení v doprave zlepši kvalitu ovzdušia v mestách a v obciach aj rozvoj dopravnej infraštruktúry, výstavba obchvatov, diaľnic a rýchlostných ciest. Konkrétny vplyv jednotlivých opatrení v doprave na kvalitu ovzdušia však nie je možné spoľahlivo predpovedať, najmä z dôvodu neznámeho priestorového rozloženia zmien v doprave na území SR.

**Graf 19: Prognóza počtu osobných vozidiel do roku 2035 (v mil.)**



Zdroj: IEP podľa PZ SR, OECD

## Čo hovorí veda, najlepšia dostupná prax a stratégia zlepšovania kvality ovzdušia?

**Vedecké štúdie sa zhodujú, že limity WHO pre PM2.5 bude problematické splniť a do roku 2050 sa to podarí väčšine krajín EÚ len pri veľmi ambiciózných scenároch.** Tieto zahŕňajú drastické znížovanie emisií, v kontexte Slovenska ide najmä o obmedzenie využívania dreva ako paliva v domácnostiach, ale aj aplikáciu BAT, rýchlu dekarbonizáciu a medzinárodnú spoluprácu. Pri menej ambiciózných scenároch síce dôjde k zlepšeniu, to ale nemusí stačiť ani na splnenie nových Európskych limitov. Štúdie sa zhodujú, že najväčším problémom a výzvou pre krajiny ako Slovensko, Poľsko, Česko a Maďarsko je najmä vykurovanie domácností tuhým palivom. Západnejšie krajiny trápia viac priemysel, doprava, ale aj prírodné zdroje častíc.

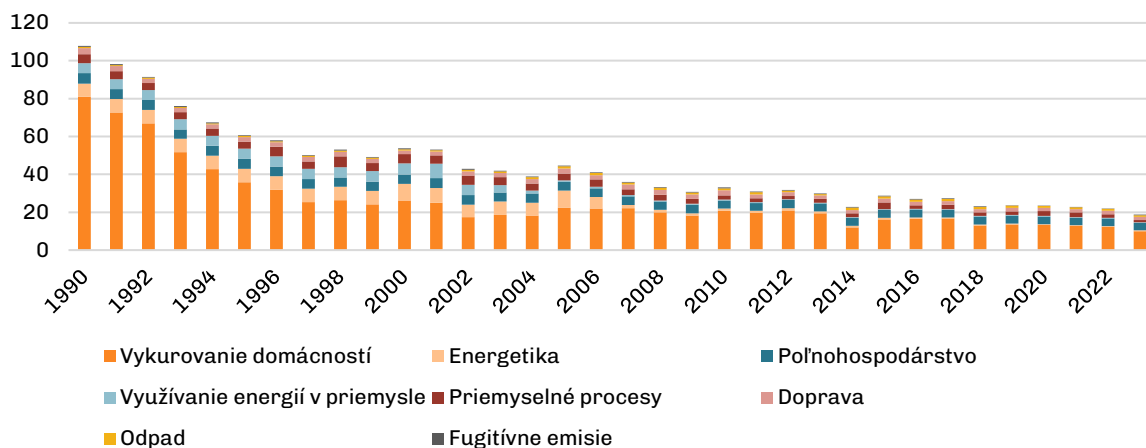
**V zahraničí sa v súvislosti so spaľovaním biomasy v domácnostiach zavádzajú inovácie v podobe moderných technológií a digitálnych nástrojov na zlepšenie kvality ovzdušia.** Švajčiarsko testuje elektrostatické filtre (ESP) pre malé kotly a kachle, čím sa výrazne znižujú emisie jemných prachových častíc už priamo v domácnostiach. Holandsko vyvinulo systém Stookalert, ktorý prostredníctvom mobilnej aplikácie a SMS varovaní informuje obyvateľov o nevhodných poveternostných podmienkach na kúrenie drevom. V Nemecku a Rakúsku sa uplatňuje dynamický zákaz používania krbov a kotlov pri zhoršenej kvalite ovzdušia, napríklad v Stuttgarte alebo v rakúskom Štajersku, kde sa kúrenie drevom obmedzuje pri prekročení stanovených hodnôt PM10. Mnohé krajiny tiež vyžadujú pravidelné emisné kontroly domácich kotlov, nevyhovujúce zariadenia môžu pritom byť úplne odstavené.

**Národný program znižovania emisií navrhuje široké spektrum opatrení, majú však svoje slabiny.** Opatrenia pokrývajú oblasti od rozvoja obnoviteľných zdrojov energie a zvyšovania energetickej efektívnosti až po podporu nízkoemisnej dopravy a kontrolu malých spaľovacích zariadení. Na prvý pohľad pôsobia komplexne a pokrývajú všetky významné sektory, ktoré prispievajú k emisiám PM2.5. Ich slabinou však je, že im chýba detailné kvantifikovanie očakávaného prínosu pre zníženie koncentrácií – nie je zrejmé, ktoré opatrenia dokážu priniesť najväčší efekt, v akom časovom horizonte a za aké náklady. Zároveň podpora smerujúca k domácnostiam, ktoré patria medzi hlavné zdroje znečistenia jemnými časticami, nie je dostatočne cielená na najviac zasiahnuté a sociálne zraniteľné skupiny. Tieto faktory oslabujú celkovú účinnosť stratégie.

## Príloha

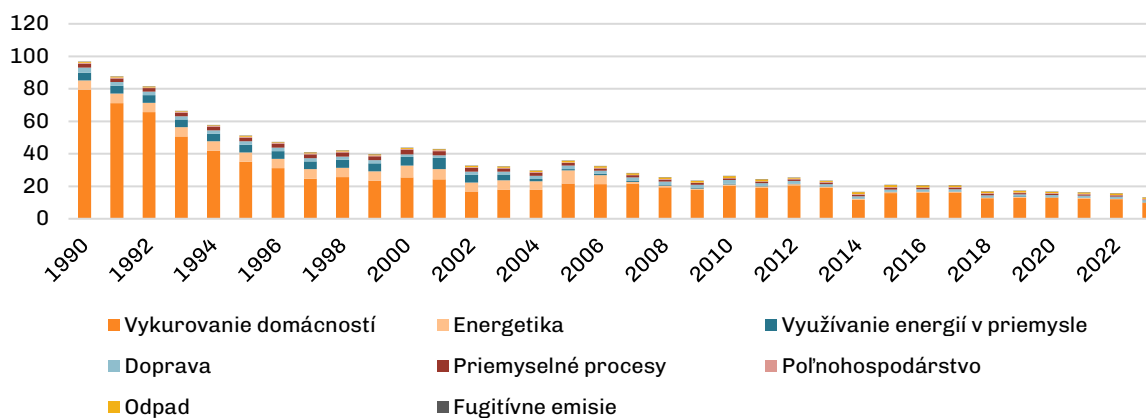
### Emisie znečisťujúcich látok do ovzdušia:

Graf 20: Emisie PM10 podľa sektorov (v kt)



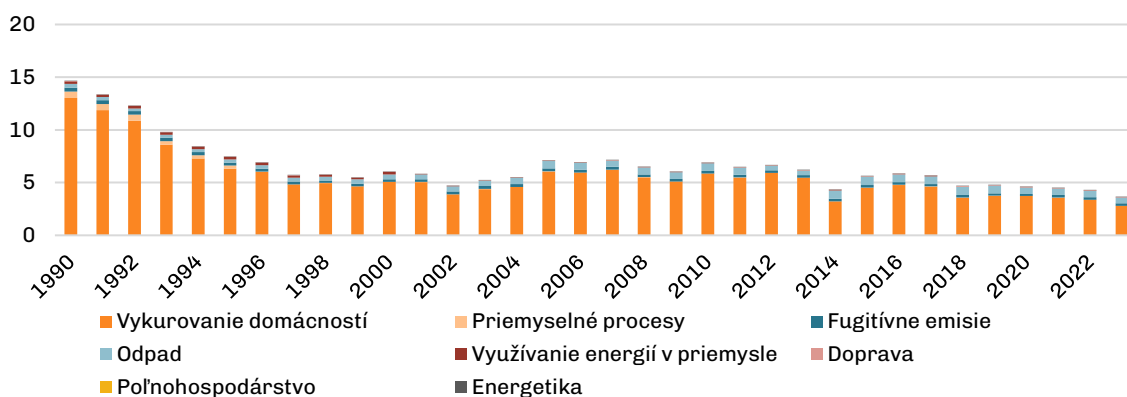
Zdroj: IEP podľa OEAB

Graf 21: Emisie PM2.5 podľa sektorov (v kt)



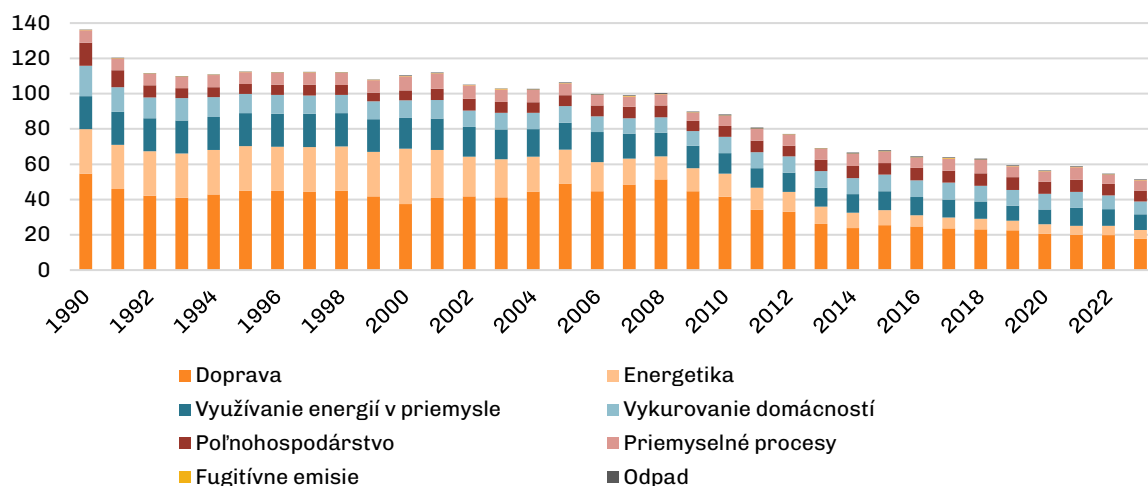
Zdroj: IEP podľa OEAB

Graf 22: Emisie Benzo(a)pyrénu (v t)



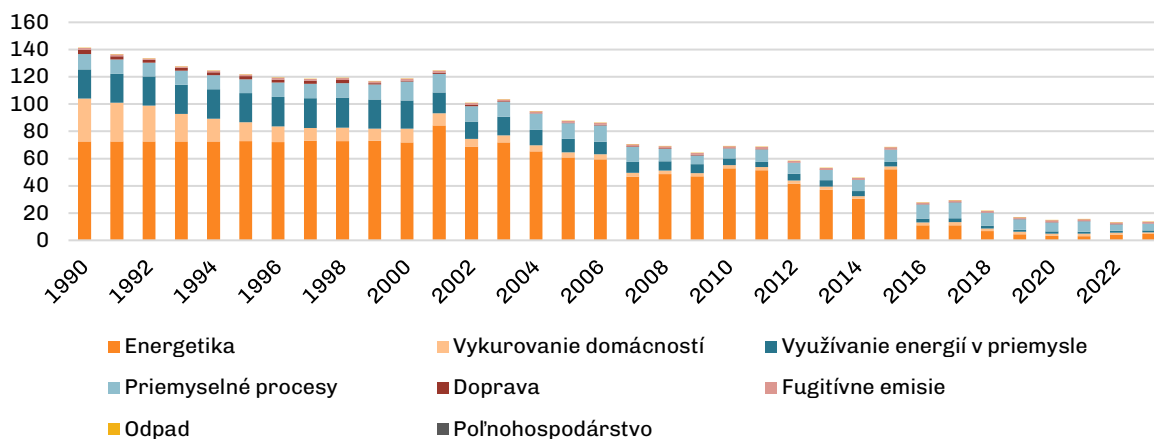
Zdroj: IEP podľa OEAB

Graf 23: Sektorové emisie NOx (v kt)



Zdroj: IEP podľa OEAB

Graf 24: Sektorové emisie SOx (v kt)

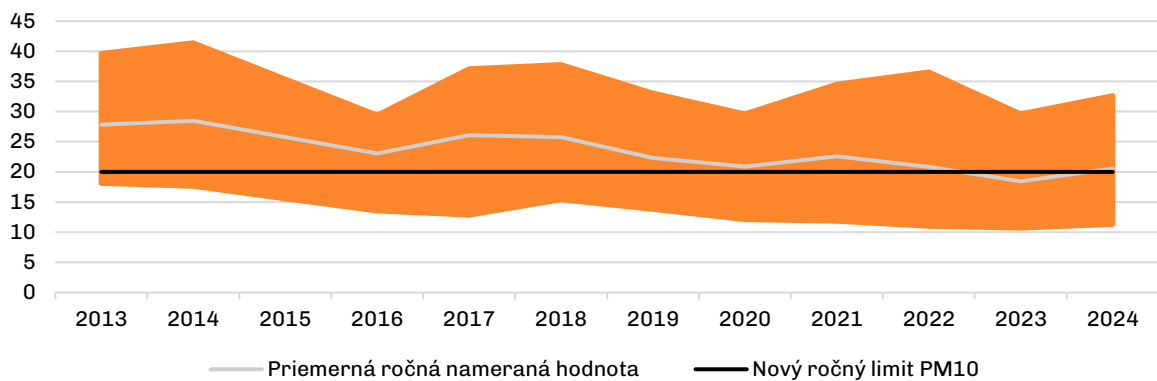


Zdroj: IEP podľa OEAB

### Rozsah nameraných hodnôt koncentrácií znečisťujúcich látok a meracie stanice:

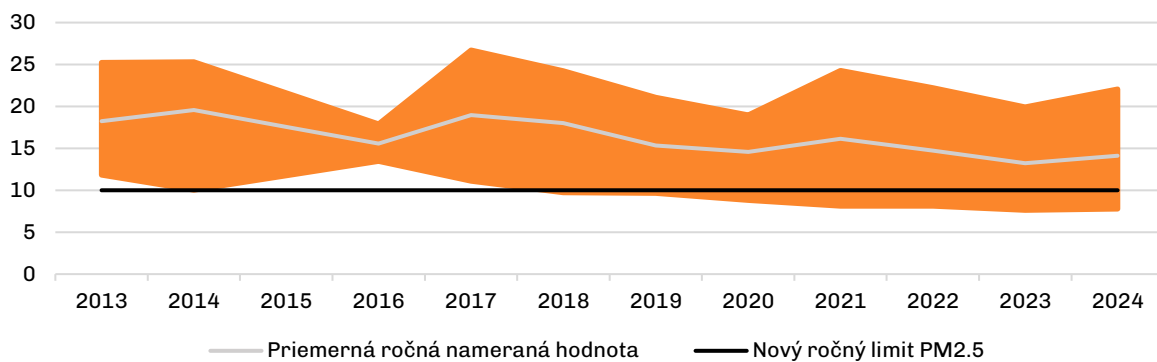
Na nasledujúcich grafoch sú zobrazené namerané priemerné ročné koncentrácie znečisťujúcich látok v ovzduší. Spodná línia grafu zobrazuje minimálnu nameranú hodnotu, horná maximálnu nameranú hodnotu. V mnohých prípadoch sa nemusí vždy jednať o rovnakú stanicu, ktorá tvorí minimum, alebo maximum a stanica, ktorá tvorí extrém sa môže v rokoch meniť. Okrem toho dochádza tiež k výrazným skokom v prípade, že sa počet staníc rozširuje. V dátach od EEA sú dostupné koncentrácie pre PM2.5 pre väčšie množstvo staníc od roku 2013. Doplnená je tiež priemerná ročná hodnota na meracích staniciach, ktorá vypovedá o celkovom trende. Toto je špeciálne dôležité pri trende B(a)P, z ktorého by sa javilo, pokiaľ by sa bralo do úvahy len maximum a minimum, že koncentrácie rastú, priemerná hodnota však poukazuje na pokles.

**Graf 25: Rozsah hodnôt nameraných koncentrácií PM10 na meracích staniciach (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



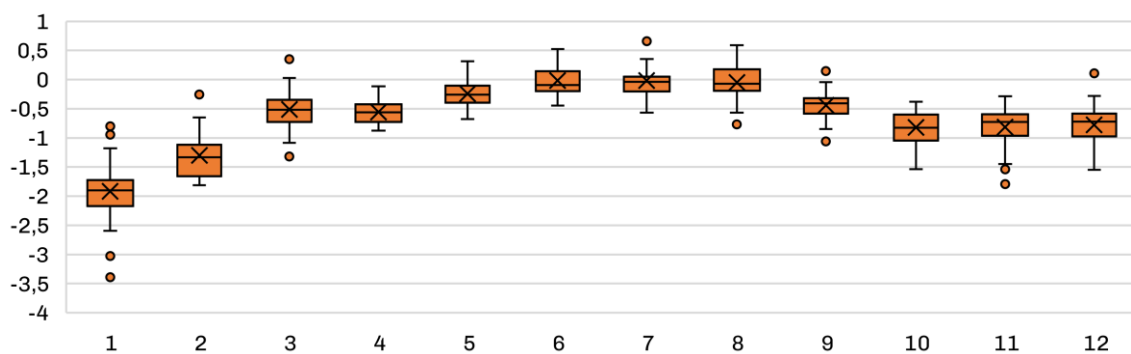
Zdroj: IEP podľa EEA

**Graf 26: Rozsah hodnôt nameraných koncentrácií PM2.5 na meracích staniciach (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



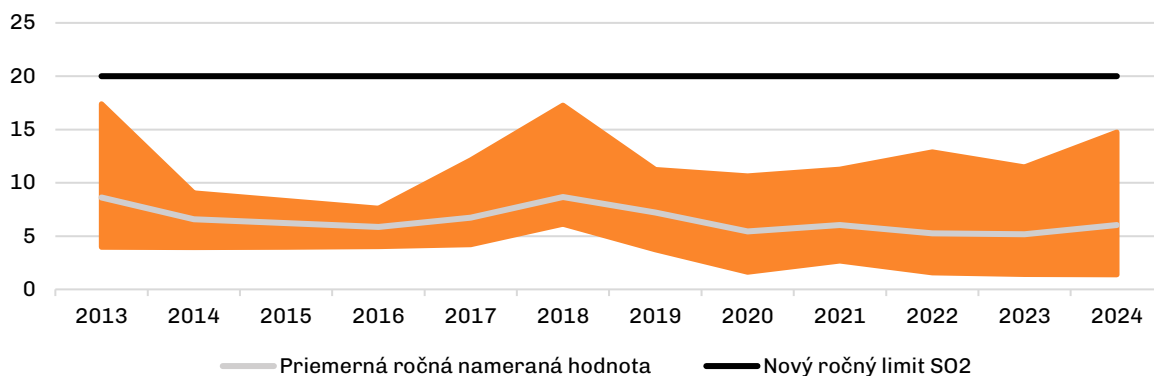
Zdroj: IEP podľa EEA

**Graf 27: Rozsah nameraných mesačných poklesov koncentrácií PM2.5 (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



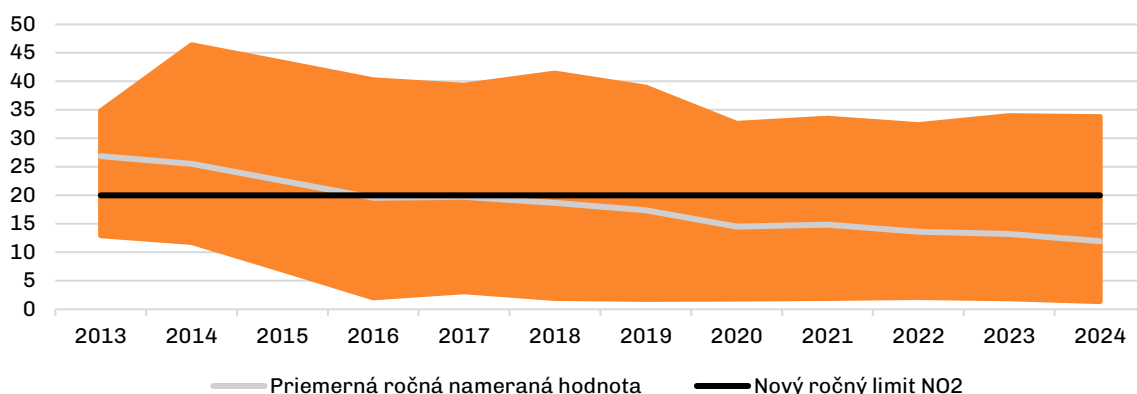
Zdroj: IEP podľa EEA

**Graf 28: Rozsah hodnôt nameraných koncentrácií SO<sub>2</sub> na meracích staniciach (v µg/m<sup>3</sup>)**



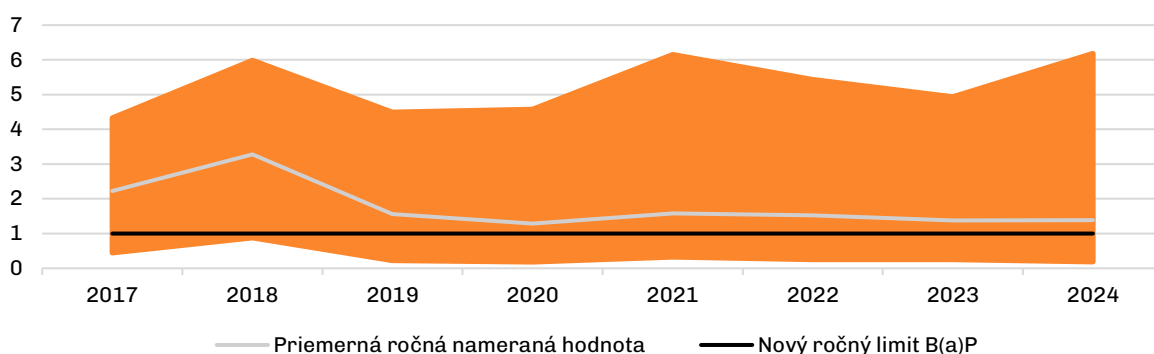
Zdroj: IEP podľa EEA

**Graf 29: Rozsah hodnôt nameraných koncentrácií NO<sub>2</sub> na meracích staniciach (v µg/m<sup>3</sup>)**



Zdroj: IEP podľa EEA

**Graf 30: Rozsah hodnôt nameraných koncentrácií B(a)P na meracích staniciach (v ng/m<sup>3</sup>)**



Zdroj: IEP podľa EEA

**Monitorovacie stanice na Slovensku sú klasifikované do rôznych kategórií podľa dominantného zdroja, neznamená to však, že vplyv iných zdrojov je pri meraní zanedbateľný.** Pri klasifikácii je dôležitý vplyv dominantného zdroja a charakteru okolia. Dopravné stanice sú umiestnené pri hlavných cestách, priemyselne v blízkosti

priemyselných zdrojov a pozadové stanice zachytávajú priemerné znečistenie ovzdušia, ktorému je vystavená populácia alebo vegetácia. Okolie stanice sa delí na mestské (súvisle zastavané), prímestské (čiastočne zastavané) a vidiecke (málo zastavané alebo prírodné). Na Slovensku sa nachádza 20 staníc klasifikovaných ako “urban background”, 11 staníc “urban traffic”, 3 stanice “rural background”, 10 staníc “suburban background”, a jedna stanica “industrial”.

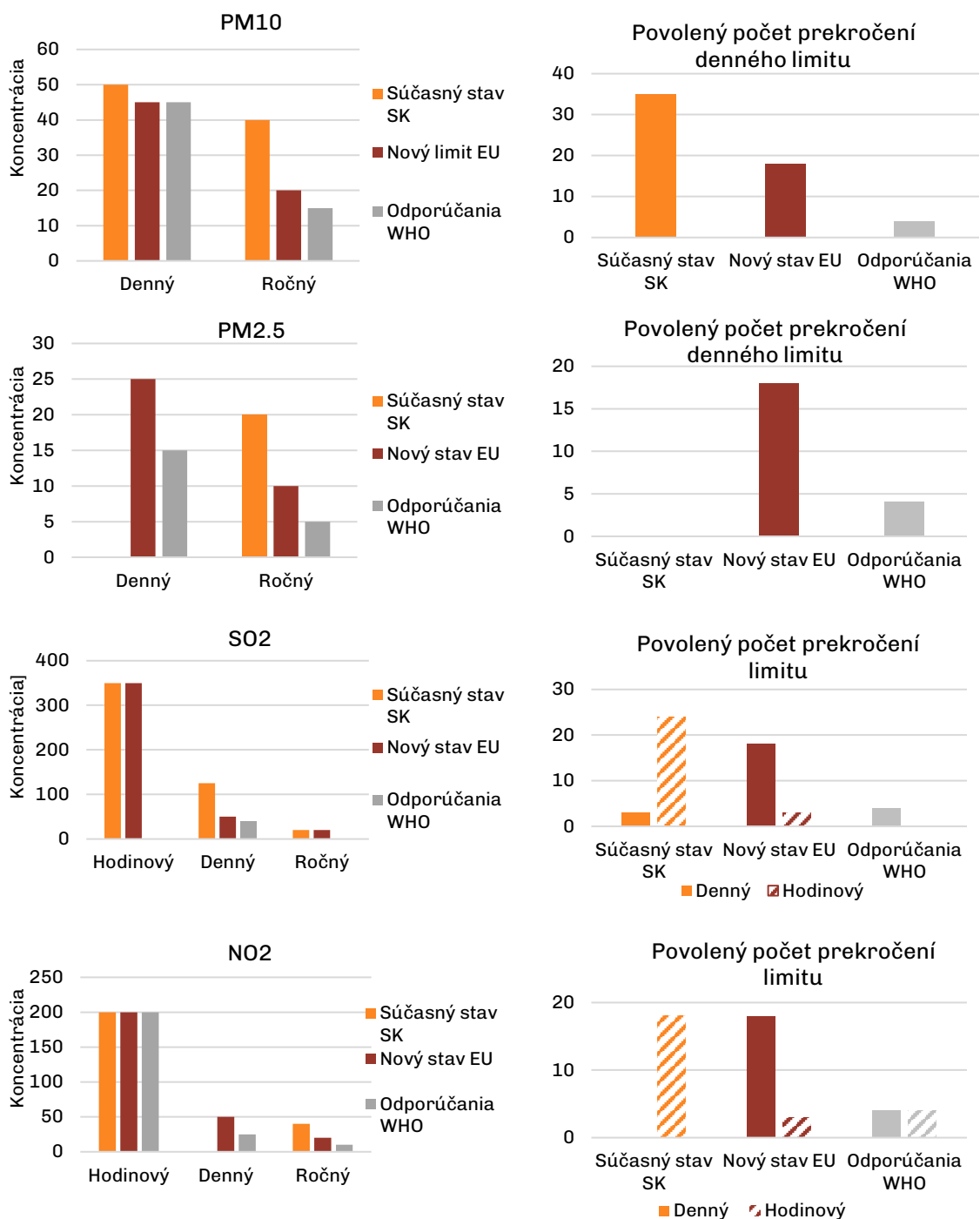
**Tabuľka 1: Monitorovacie stanice kvality ovzdušia na Slovensku (všetky, ktoré merajú PM2.5) k 2025<sup>10</sup>**

Stanica	Typ oblasti/stanice	Dominantné zdroje znečistenia
Banská Bystrica, Zelená	U/B	mestské pozadie
Banská Bystrica, Štefánik. náb.	U/T	cestná doprava, lokálne vykurovanie domácností
Bratislava, Jeséniova	S/B	lokálne vykurovanie domácností
Bratislava, Mamateyova	U/B	mestské pozadie
Bystričany, Rozvodňa SSE	S/B	lokálne vykurovanie domácností, priemysel/energetika
Handlová, Morovianska cesta	U/B	lokálne vykurovanie domácností
Hnúšťa, Hlavná	U/B	lokálne vykurovanie domácností
Humenné, Nám. Slobody	U/B	lokálne vykurovanie domácností
Jelšava, Jesenského	U/B	lokálne vykurovanie domácností
Kolonické sedlo	R/B	regionálne pozadie
Košice, Amurská	U/B	mestské pozadie, cestná doprava
Košice, Štefánikova	U/T	cestná doprava, lokálne vykurovanie domácností
Krompachy, SNP	U/T	cestná doprava, lokálne vykurovanie domácností, priemysel
Malacky, Mierové námestie	U/T	cestná doprava
Martin, Jesenského	U/T	cestná doprava, lokálne vykurovanie domácností
Nitra, Janíkovce	U/B	lokálne vykurovanie domácností, poľnohospodárstvo
Nitra, Štúrova	U/T	cestná doprava
Prešov, arm. gen. L. Svobodu	U/T	cestná doprava
Prievidza, Malonecpalská	U/B	lokálne vykurovanie domácností
Ružomberok, Riadok	U/B	lokálne vykurovanie domácností
Senica, Hviezdoslavova	U/T	cestná doprava
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	R/B	regionálne pozadie
Strážske, Mierová	U/B	lokálne vykurovanie domácností, priemysel
Topoľníky, Aszód, EMEP	R/B	regionálne pozadie, poľnohospodárstvo
Trenčín, Hasičská	U/T	cestná doprava
Trnava, Kollárova	U/T	cestná doprava
Veľká Ida, Letná	S/I	priemysel, lokálne vykurovanie domácností
Vranov nad Top., M. R. Štefánika	U/B	lokálne vykurovanie domácností, cestná doprava
Zvolen, J. Alexyho	U/B	lokálne vykurovanie domácností
Žiar nad Hronom, Jilemnického	U/B	mestské pozadie
Žilina, Obežná	U/B	cestná doprava, lokálne vykurovanie domácností

<sup>10</sup> U – urban, S –, R – rural, B – background, T – traffic, I – industrial

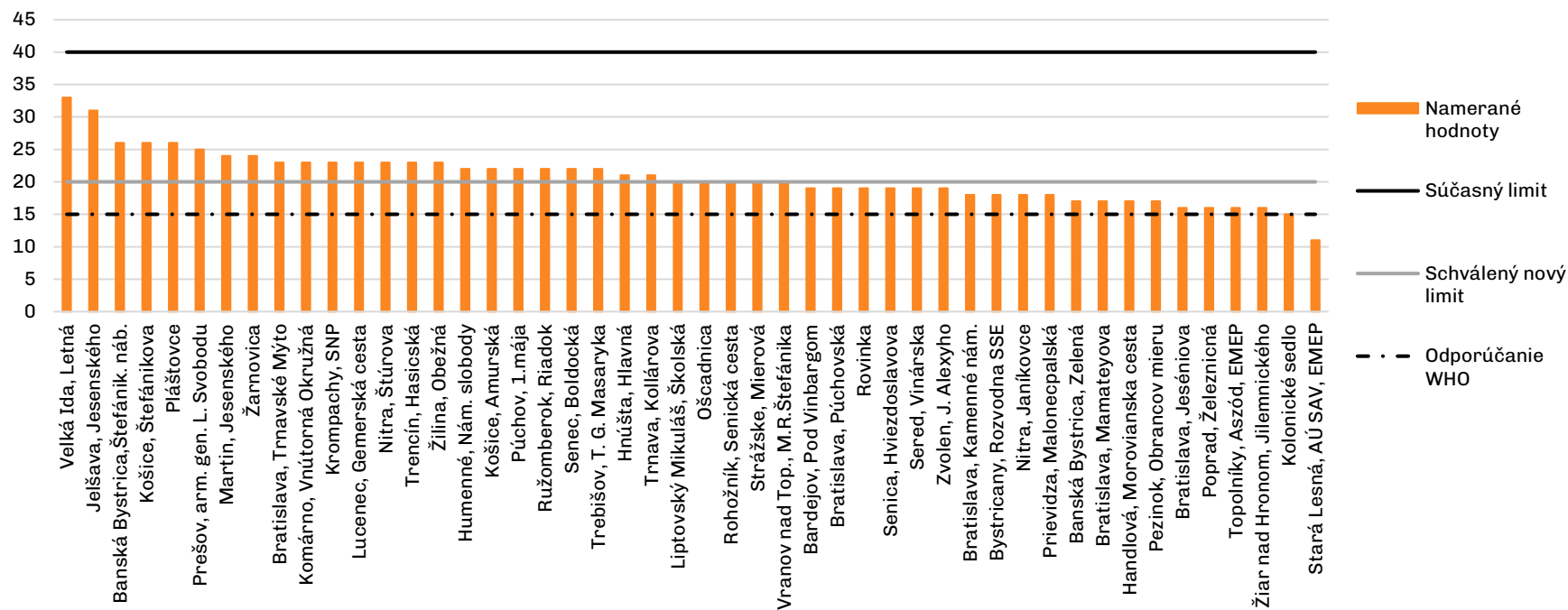
## Hodnoty nových limitov a ich dopad na súčasné namerané úrovne koncentrácií na Slovensku:

Graf 31: Imisné limity pre vybrané znečisťujúce látky v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

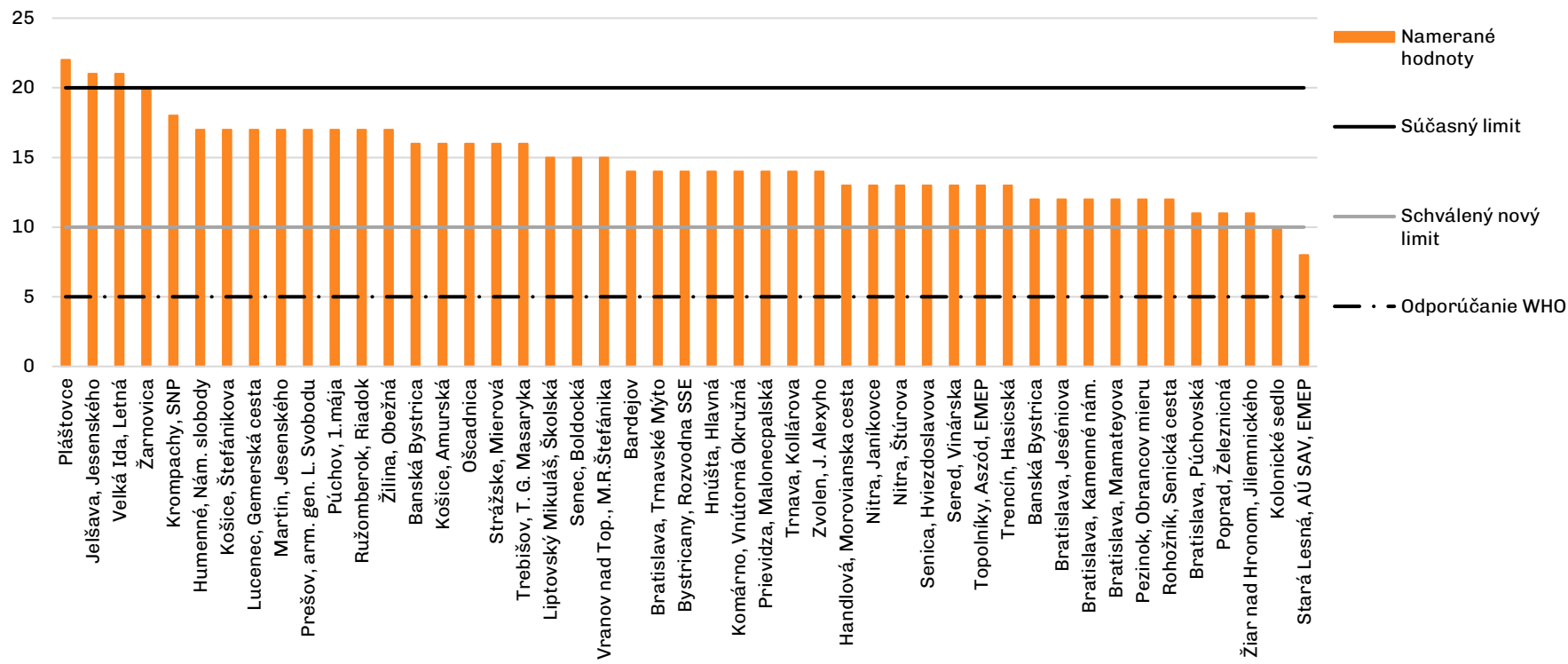


Zdroj: IEP podľa EK a WHO

Graf 32: Priemerné ročné koncentrácie (2021 – 2024) PM10 hore a PM2.5 dole porovnané so súčasnými a budúcimi limitmi<sup>11</sup> (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

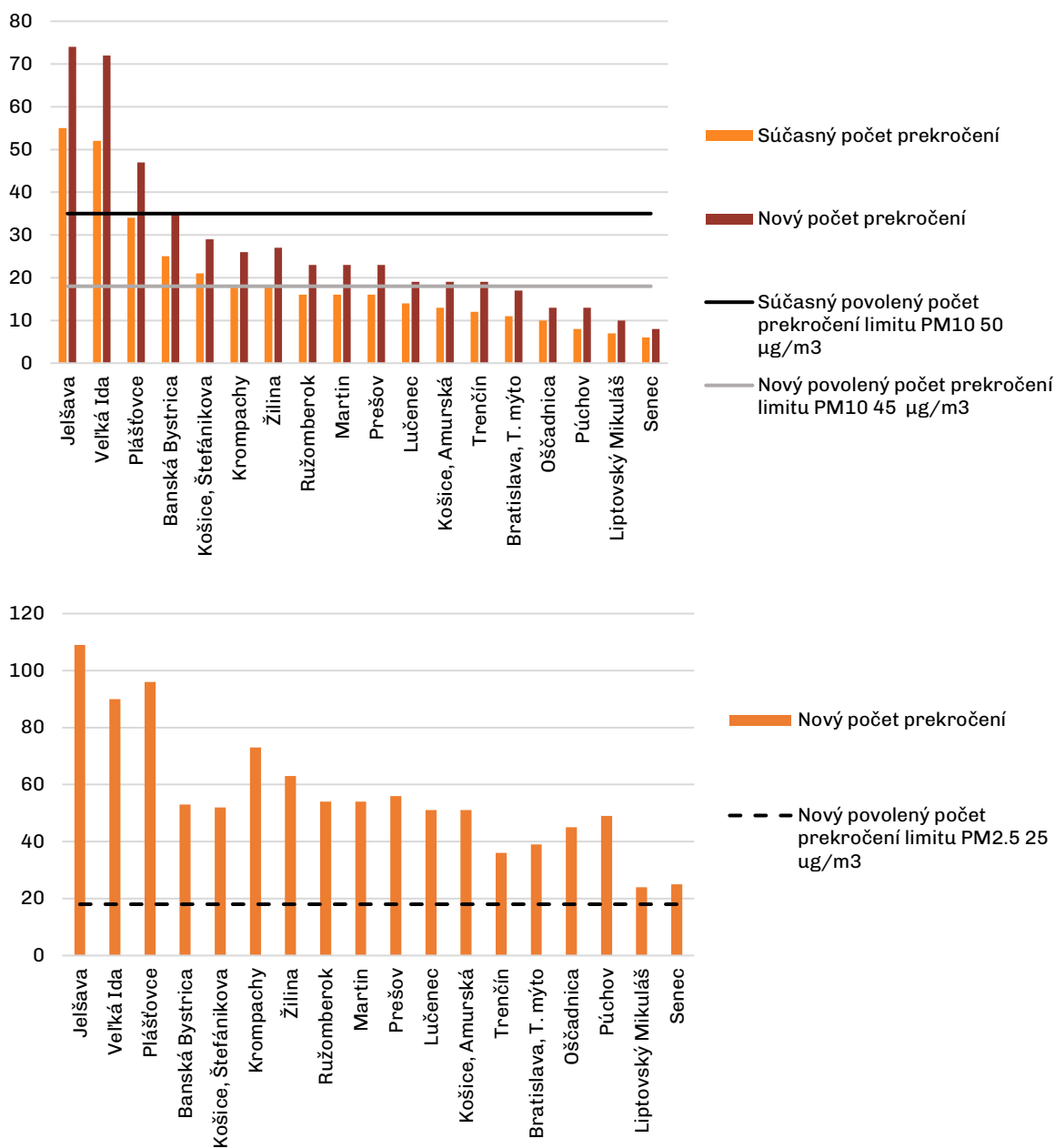


<sup>11</sup>Kedže koncentrácie častíc podliehajú výrazným medziročným zmenám, hodnotila sa priemerná ročná koncentrácia za posledné štyri roky. Hodnoty ročných koncentrácií sa vždy zaokrúhľujú na celé číslo a až následne sa hodnotia voči limitu.



Zdroj: IEP podľa EEA

**Graf 33: Vplyv zavedenia nového denného limitu na počet prekročení (priemer za roky 2021 až 2024) na vybraných staniciach pre PM10, hore a PM2.5, dole<sup>12</sup>**



Zdroj: IEP podľa EEA

<sup>12</sup>Kedže koncentrácie častíc podliehajú výrazným medziročným zmenám hodnotila sa priemerná ročná koncentrácia za posledné štyri roky.