



populair



# Znečistenie ovzdušia prachovými časticami z dopravy na Slovensku



Prírodné pozadie



Mestské pozadie



Znečistenie z dopravy

Kaare Press-Kristensen, Miloš Veverka

október 2022

# Predhovor

Predkladaná štúdia vychádza v rámci projektu LIFE: „Zlepšenie implementácie programov na zlepšenie kvality ovzdušia na Slovensku posilnením kapacít a kompetencií regionálnych a miestnych orgánov a podporou opatrení v oblasti kvality ovzdušia” (LIFE-IP SK AQ Improvement), číslo projektu: **LIFE18 IPE/SK/000010**.

Štúdiu vypracovalo Centrum pre trvaloudržateľné alternatívy (CEPTA) ako pridružený prijímateľ (partner) vyššie uvedeného projektu.

Hlavným cieľom bolo zmerať znečistenie ovzdušia (množstvo ultrajemných PM častíc) spôsobené dopravou vo vybraných mestách Slovenska.

Jednotlivé aktivity v rámci projektu prebehli v septembri a októbri 2022. Išlo o meranie kvality ovzdušia vo vybraných slovenských mestách, prezentácia, spracovanie údajov a ich analýza, vydanie správ a odporúčania politikom ako dosiahnuť zníženie znečistenia ovzdušia z dopravy. V predkladanej štúdii približujeme aj výsledky meraní vykonaných na Slovensku a v zahraničí ešte pred začatím realizácie tohto projektu, aby sme poukázali na fakt, že problematika kvality ovzdušia je na Slovensku stále relevantná.

Tento projekt by nemohol byť uskutočnený bez finančnej podpory Európskej únie, za ktorú ďakujeme.

Kaare Press-Kristensen & Miloš Veverka, október 2022

M.Sc. Kaare Press-Kristensen, Ph.D., HD(A), medzinárodný poradca pre kvalitu ovzdušia a klímu, Dánsko, [karp@env.dtu.dk](mailto:karp@env.dtu.dk)

Ing. Miloš Veverka, Ph.D., Centrum pre trvaloudržateľné alternatívy, občianske združenie (CEPTA), administrátor projektu LIFE-IP SK AQ Improvement za o. z. CEPTA, Slovensko, [milos.veverka26@gmail.com](mailto:milos.veverka26@gmail.com), [www.cepta.sk](http://www.cepta.sk)



# Obsah

Abstract .....	1
Zhrnutie .....	2
Úvod do problematiky.....	4
1. Znečisťujúce látky.....	6
2. Legislatíva EÚ.....	8
2.1 Smernica o kvalite ovzdušia.....	8
2.3 Emisné štandardy Euro.....	9
3. Merania.....	10
3.1 Lokality meraní .....	10
3.2 Pozadie v prírodnom prostredí .....	10
3.3 Pozadie v mestách .....	12
3.4 Doprava .....	14
4. Technické a administratívne riešenia .....	22
Záver a odporúčania .....	24
Zdroje .....	27

# Abstract

According to the European Commission (EEA) outdoor air pollution causes about 5,170 premature deaths in Slovakia every year. The Danish air quality impact model would result in about 50 % higher mortality, i.e. around 7,500 premature deaths in Slovakia. Both estimates make air pollution one of the main risk factors for the Slovak population. Every year about 55,000 people die in total in Slovakia. Outdoor air pollution is thereby responsible for 9-14 % of all deaths i.e. every time 100 people die in Slovakia 9-14 of these deaths are caused by air pollution.

The key purpose was to measure air pollution by ultrafine particles (particle number) from traffic in Slovak cities.

It is well recognized that the air quality limit values of the EU do not protect human health i.e. there are huge health benefits connected to the reduction of air pollution to much lower levels than the air quality limits. The goal should be to fulfil the new recommendations of the World Health Organization (WHO).

Air pollution differs from other major risk factors since they are individual decisions, e.g. to smoke, drink alcohol, not to do physical exercise etc. However, you cannot avoid air pollution. People inhale air pollution every time with every breath. Therefore, air pollution should have specific political attention.

The measurements clearly document that natural background pollution with particle number is very low in Slovakia. Thereby people would inhale much cleaner air if there were no local combustion (no dirty vehicles, no wood burning, no industrial burning etc.). However, older diesel cars, vans, trucks, and buses without particulate filters are key pollution sources to particles. People inside cars and buses/trams are at least as much exposed as pedestrians and bicyclists.

<b>Recommendations to reduce pollution from traffic in Slovakia</b>		
<b>Very efficient</b>	Low emission zones in larger cities	Vehicles (cars/vans older than 2011 and trucks/buses older than 2014) are banned in larger cities.
	More bicycle traffic	Bicycle traffic is enhanced significantly by building safe separate bicycle lanes on all larger city streets.
	Green registration taxes	The state introduces registration taxes on new vehicles so polluting vehicles become expensive.
<b>Efficient</b>	Congestion charge	Vehicles need to pay a charge for driving in larger cities (highest charge in rush hours and for most polluting cars).
	Filter control during vehicle inspection	Introduce particle number counting when controlling filter efficiency at periodic vehicle inspection.
	Differentiated parking fees	The most polluting vehicles should pay much more to park in cities than the least polluting vehicles.
	Avoid chip-tuning / modification	Prohibit sale of chip-tuning devices and get the police to control if cars are chip-tuned or modified.
<b>Less efficient</b>	Green public procurement	Public institutions should buy transport service provided only by Euro 6/VI or gas/electric vehicles.
	Retrofitting public diesel buses	Old diesel buses (Euro V and earlier) in cities should be retrofitted with wall-flow filters and city-SCR.
<b>Inefficient</b>	Scrapping payment	The state pays e.g. 1,000 € to people replacing an old diesel car with a newer and less polluting one.

Efficiency of actions is ranked according to the “real-life effects” scale, i.e. an action that potentially could have a significant effect but is difficult to enforce will not be very efficient in real life and vice versa.

# Zhrnutie

Podľa Európskej komisie na Slovensku predčasne zomrie asi 5 170 ľudí z dôvodu znečistenia ovzdušia. Podľa Dánskeho modelu dopadu kvality ovzdušia na zdravie ľudí by znečistenie ovzdušia na Slovensku malo ešte o 50 % väčší dopad, okolo 7 500 predčasných úmrtí. Obidva odhady teda zhodne označujú znečistenie ovzdušia ako jeden z najrizikovejších faktorov pre Slovákov. Každoročne umrie na Slovensku asi 55 000 ľudí, takže znečistenie ovzdušia má na svedomí 9-14 % zo všetkých úmrtí za rok. Znamená to, že z každých 100 úmrtí na Slovensku je 9-14 úmrtí spôsobených znečisteným ovzduším.

Hlavným cieľom projektu bolo meranie znečistenia ovzdušia ultrajemnými časticami z dopravy v slovenských mestách.

Vo všeobecnosti je známe, že hodnoty limitov kvality ovzdušia v EÚ nechránia dostatočne ľudské zdravie, takže ak chceme dosiahnuť významné zdravotné benefity, je potrebné znížiť znečistenie ovzdušia na podstatne nižšiu úroveň ako stanovujú tieto limity. Cieľom by malo byť splnenie nových odporúčaní Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO).

Znečistenie ovzdušia sa odlišuje od ostatných významných rizikových faktorov, ktorými sú individuálne ľudské rozhodnutia, ako napríklad fajčenie, pitie alkoholu a pod. Znečisteniu ovzdušia totiž nemôžeme uniknúť, vdychujeme ho každým nádychom. Preto si znečistenie ovzdušia zasluhuje výnimočnú pozornosť politikov.

Merania jasne ukázali, že prirodzené pozadové znečistenie ultrajemnými časticami je na Slovensku veľmi nízke. Znamená to, že ľudia by mohli vdychovať oveľa čistejší vzduch, keby nedochádzalo k lokálnemu spaľovaniu (napr. neboli by znečisťujúce vozidlá, nekúrilo by sa drevom, nespalovalo by sa v priemysle a pod.). Staršie dieselové vozidlá, ktoré nemajú filter pevných častíc, sú kľúčovými zdrojmi znečistenia ultrajemnými pevnými časticami. Ľudia v autách, autobusoch, či električkách sú rovnako vystavení znečisteniu ako chodci a cyklisti.

Odporúčania na zníženie znečistenia ovzdušia z dopravy na Slovensku		
<b>Veľmi účinné</b>	Nízkoemisné zóny vo väčších mestách	Najviac znečisťujúce staré dieselové vozidlá (osobné autá a dodávky pred r. 2011 a nákladné vozidlá a autobusy pred r. 2014) sú úplne zakázané vo všetkých väčších slovenských mestách.
	Zvýšenie využívania bicyklov v doprave	Výrazná podpora cyklistickej dopravy vybudovaním cyklochodníkov pozdĺž všetkých väčších ciest v mestách.
	Ekologické registračné dane	Štát zavádza registračné dane na nové vozidlá, a tým pádom sa znečisťujúce vozidlá stávajú drahšími.
<b>Účinné</b>	Poplatok za vjazd do centra	Vodiči musia zaplatiť poplatok za šoférovanie vo väčších mestách (najvyššie poplatky sú počas dopravných špičiek a pre najznečisťujúcejšie autá).
	Kontrola filtra počas technickej kontroly vozidla	Zavedenie merania počtu pevných častíc za účelom kontroly účinnosti filtra pri pravidelnej emisnej a technickej kontrole vozidla.
	Rôzne poplatky za parkovanie	Vozidlá, ktoré najviac znečisťujú, platia oveľa viac za parkovanie v mestách než tie, ktoré znečisťujú najmenej.

<b>Účinné</b>	Nepoužívanie čiptuningu	Zákaz predaja zariadení na čiptuning a umožniť polícií kontrolovať, či autá nie sú čiptunované alebo modifikované
<b>Menej účinné</b>	Zelené verejné obstarávanie	Verejné inštitúcie využívajú len dopravné služby poskytované euro 6/VI alebo vozidlami jazdiacimi na plyn, či elektriku.
	Prestavba verejných dieselových autobusov	Staré dieselové autobusy (Euro 5 a staršie) majú dodatočne namontované filtre pevných častíc a katalyzátory SCR.
<b>Neúčinné</b>	Príspevok na šrotovné	Štát zaplatí napr. 1000 euro ľuďom, ktorí vymenia staré dieselové auto za novšie a menej znečisťujúce.

Účinnosť jednotlivých postupov je radená podľa “vplyvu reálnom živote” t.j. postup, ktorý by potenciálne mohol mať významný vplyv, ale je ťažké ho presadiť, tým pádom nie je veľmi účinný v reálnom živote a naopak.



**Obr. 1:** Meranie ultrajemných častíc z dopravy na križovatke ulíc Študentská a Hospodárska v Trnave 20.09.2022

# Úvod do problematiky

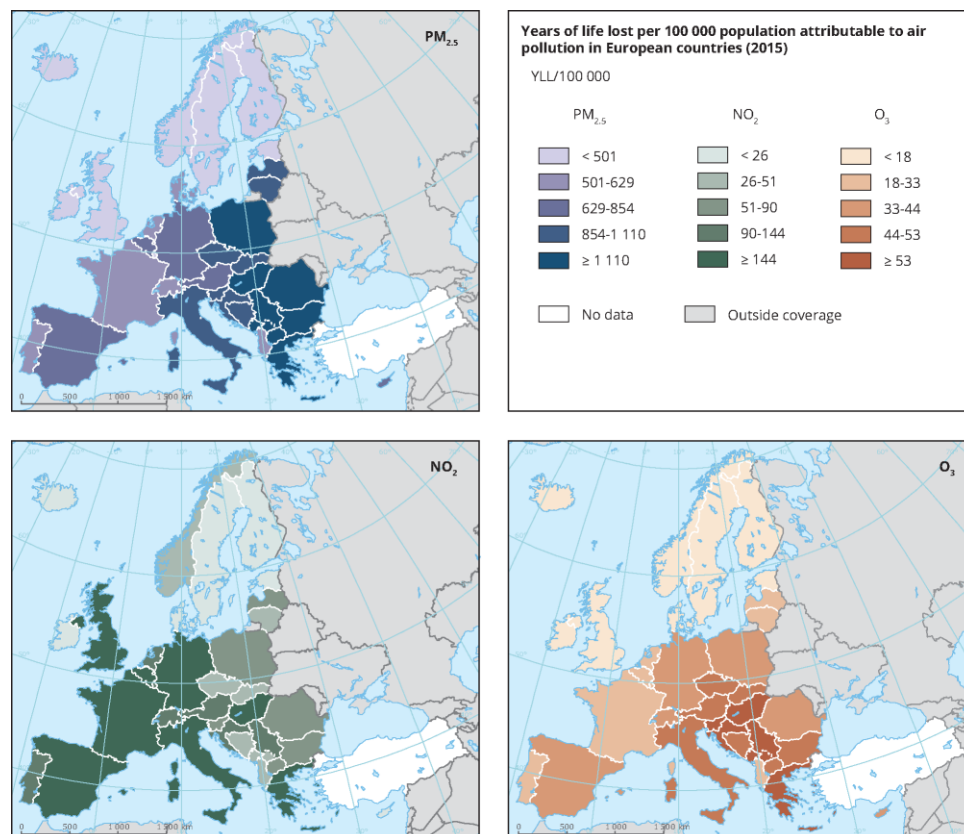
Podľa Európskej komisie znečistenie vonkajšieho ovzdušia spôsobuje v Európe každý rok približne 400 000 predčasných úmrtí (ref. 1). Okrem toho spôsobuje vážne ochorenia ďalším miliónom Európanov. WHO odhadla s tým spojené náklady na zdravotnú starostlivosť na 1 600 000 000 000 USD ročne (ref. 2). Znečistenie ovzdušia je práve kvôli tomu jedným z najvyšších a najdrahších rizikových faktorov v Európe.

Krajiny v strednej Európe, ako je napr. Slovensko, sú vo všeobecnosti najviac zasiahnuté znečistením ovzdušia (obr. 2).

Slovensko a Dánsko majú podobnú rozlohu a hustotu obyvateľstva. Avšak Európska komisia odhaduje, že na Slovensku približne až dvakrát viac ľudí predčasne zomiera práve v dôsledku znečistenia ovzdušia (ref. 1).

Podľa Európskej komisie má znečistenie ovzdušia za následok každoročne asi 5 170 predčasných úmrtí v Slovenskej republike (ref. 1). S tým spojené zdravotné náklady sú ročne takmer 5 100 miliónov amerických dolárov. Podľa dánskeho modelu dopadu kvality ovzdušia na zdravie by znečistenie ovzdušia na Slovensku malo ešte o cca 50 % väčší dopad na zdravie obyvateľstva (ref. 4), t. j. približne 7 500 predčasných úmrtí ročne a výdavky na zdravotnú starostlivosť vo výške približne 7 500 miliónov dolárov každý rok. Obidva odhady teda zhodne označujú znečistenie ovzdušia za jeden z najrizikovejších faktorov pre obyvateľov Slovenska. Každoročne zomrie na Slovensku asi 55 000 ľudí (ref. 5), takže znečistenie ovzdušia má na svedomí 9-14 % zo všetkých úmrtí ročne. Náklady na zdravotnú starostlivosť znižujú HDP Slovenska o 3-4,5 % a veľkým ekonomickým bremenom pre krajinu a jej obyvateľov.

**Obr. 2:** Stratené roky života v Európe v dôsledku znečistenia ovzdušia prachovými časticami (ref. 3)



V priemere platí, že človek, ktorý predčasne zomrie kvôli znečisteniu ovzdušia, umrie o 10,5 roka skôr ako by sa mohol dožiť (ref. 6). Navyše ešte pred smrťou ľudia roky trpia vážnymi chorobami ako sú rakovina, kardiovaskulárne ochorenia, bronchitída, astma, diabetes a pod. Preto je strata rokov, počas ktorých mohli byť ľudia zdraví, oveľa väčšia ako počet stratených rokov života. Okrem spomínaného vplyvu na zdravie, znečistené ovzdušie poškodzuje aj úrodu, ekosystémy, budovy a pod.

Doprava a lokálne kúreniská sú dva hlavné zdroje znečisťovania ovzdušia prachovými časticami, oxidmi dusíka a polycyklickými aromatickými uhl'ovodíkmi (dechtové zlúčeniny). Práve tieto znečisťujúce látky každoročne významne prispievajú k predčasným úmrtiam a mortalite v Európe a niektoré prispievajú aj ku zmene klímy (napr. čiastočky sadzí, pozri str. 7).

Vo všeobecnosti platí, -že limitné hodnoty stanovené pre znečisťujúce látky v ovzduší EÚ nechránia ľudské zdravie dostatočne. Zníženie znečistenia ovzdušia na oveľa nižšie hodnoty ako sú v súčasnosti nastavené zákonom znamená výrazné benefity pre zdravie obyvateľstva. Cieľom verejnej správy by preto malo byť zníženie vplyvu na zdravie (mortalita a morbidita) a nielen úzko zacielené plnenie stanovených hodnôt. Cieľom by malo byť splnenie aktuálnych odporúčaní WHO.

Znečistenie ovzdušia sa líši od iných významných rizikových faktorov, ktoré možno ovplyvniť vlastným rozhodnutím jednotlivca (napr. fajčenie, pitie alkoholu a pod.). Znečisteniu v ovzduší sa však nemožno vyhnúť, ľudia ho vdýchnu pri každom nádychu a nezáleží na tom, či žijú v centrách miest s množstvom dopravy alebo na vidieku, kde sú lokálne kúreniská. Znečistenie ovzdušia je teda téma, ktorá vyžaduje špeciálnu pozornosť politikov.



**Obr. 3:** Meranie ultrajemných častíc z dopravy na križovatke ulíc Mlynské Nivy, Košická ulica v Bratislave, 19.09.2022



# 1. Znečisťujúce látky

Splodiny z dopravy obsahujú veľa zdraviu škodlivých látok.

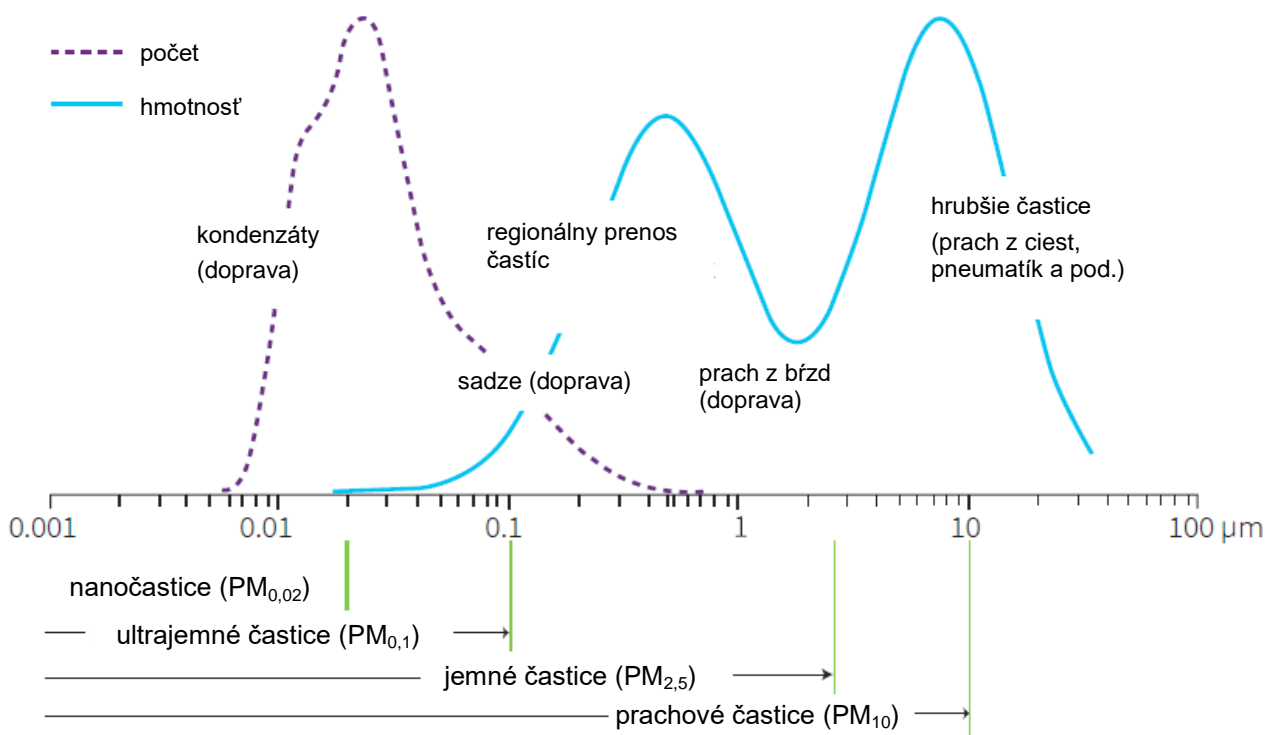
Tuhé častice v ovzduší sú rozdelené podľa veľkosti do piatich skupín: prachové častice PM<sub>10</sub>, hrubšie častice, jemné častice, ultrajemné častice a nanočastice (tab. 1).

Tab. 1: Charakteristika znečisťujúcich tuhých častíc v ovzduší (Ref. 8)

	Priemer v mikrometroch	Jednotky
Prachové častice (PM <sub>10</sub> )	< 10	μg/m <sup>3</sup>
Hrubšie častice (PM <sub>2,5-10</sub> )	2,5 - 10	μg/m <sup>3</sup>
Jemné častice (PM <sub>2,5</sub> )	< 2,5	μg/m <sup>3</sup>
Ultrajemné častice (PM <sub>0,1</sub> )	< 0,1	počet /cm <sup>3</sup>
Nanočastice (PM <sub>0,02</sub> )	< 0,02	počet /cm <sup>3</sup>

Z tabuľky vidíme, že najväčšie častice sa merajú v hmotnostných jednotkách, zatiaľ čo tie najmenšie sú merané počtom častíc na objemovú jednotku. Rozdiel v jednotkách je kvôli tomu, že najväčšie častice prevažujú hmotnosťou, zatiaľ čo najmenšie častice dominujú počtom častíc a neprispievajú významne k celkovej hmotnosti tuhých častíc (obr. 4).

Obr. 4: Distribúcia tuhých častíc podľa veľkosti (Ref 8)



## Jemné častice

Jemné častice ( $PM_{2,5}$ ) sú častice s priemerom menším ako 2,5 mikrometra ( $\mu m$ ). Sú merané hmotnostnými jednotkami, často v mikrogramoch na meter kubický vzduchu ( $\mu g/m^3$ ). Mortalita a morbidita, ktorých príčina je znečistené ovzdušie, sú najčastejšie vypočítavané zo znečistenia jemnými časticami. Lokálne kúreniská (v ktorých sa spaľuje najmä drevo) produkujú približne 70 % všetkých jemných častíc na Slovensku a sú hlavným zdrojom emisií (ref. 1). Tieto častice majú dlhú životnosť a sú prenášané na dlhé vzdialenosti. Preto veľká časť jemných častíc v slovenskom ovzduší pochádza z iných krajín – rovnako ako veľká časť časticových emisií je takto exportovaná zo Slovenska a spôsobuje zdravotné problémy v zahraničí.

## Sadze

Sadze sú organické častice, ktoré obsahujú elementárny uhlík. Sadze sú súčasťou jemných častíc, ktoré vznikajú pri procese spaľovania; rovnako ako jemné častice aj sadze sú merané v hmotnostných jednotkách ( $\mu g/m^3$ ). Sú považované za najviac zdravie ohrozujúce častice a významne prispievajú ku globálnemu otepľovaniu. Lokálne kúreniská sú hlavným zdrojom sadzí na Slovensku (Ref 1).

## Ultrajemné častice

Ultrajemné častice ( $PM_{0,1}$ ) sú častice s priemerom menším ako 0,1 mikrometra ( $\mu m$ ), t. j. menším ako 100 nanometrov (nm). Ultrajemné častice sú merané (rátané) ako počet, najčastejšie ide o počet častíc na  $cm^3$  vzduchu. Dokážu preniknúť do jemných častí pľúc a do krvi a spôsobiť vážne komplikácie. Ich životnosť je krátka a viažu sa na lokálne zdroje znečisťovania. Aj naše merania potvrdili, že na Slovensku sú zásadným zdrojom ultrajemných častíc spaľovacie procesy ako napr. doprava (spaľovacie motory) alebo lokálne kúreniská.

## Oxidy dusíka

Oxidy dusíka ( $NO_x$ ) sú plyny (najmä NO a  $NO_2$ ).  $NO_x$  sú merané hmotnostnými jednotkami, často v mikrogramoch na meter kubický vzduchu ( $\mu g/m^3$ ). Doprava produkuje približne 35 % oxidov dusíka na Slovensku a je ich hlavným zdrojom v mestách. Priamo škodlivým pre ľudské zdravie je len  $NO_2$ , avšak keď NO reaguje s ozónom vzniká  $NO_2$ . Na regionálnej úrovni je hlavný dopad  $NO_x$  na zdravie spôsobený atmosférickým vznikom sekundárnych jemných častíc z  $NO_x$  a iných plynov.  $NO_x$  navyše prispieva k tvorbe kyslých dažďov a eutrofizácií ekosystémov.

## Dechtové zlúčeniny

Dechtové zlúčeniny (PAH: polycyklické aromatické uhľovodíky) sú skupinou organických látok, ktoré sú tvorené polycyklickými aromatickými jadrami. Viaceré z nich sú karcinogénne. Pozornosť si zasluhuje najmä benz(a)pyrén, keďže je karcinogénny už pri nízkych dávkach. V osídlených oblastiach, v ktorých sa často kúri drevom je koncentrácia dechtových zlúčenín vyššia než v najznečistenejších uliciach.

## Zápach

Ľudia sa často sťažujú na zápach z dymu pri spaľovaní dreva. Tento zápach spôsobujú prchavé organické zlúčeniny, ktoré sa vyskytujú v dyme spolu s ostatnými znečisťujúcimi látkami. Neexistuje jednoznačná definícia zápachu. Ide najmä o estetický problém a ako taký nepredstavuje hrozbu. Na druhej strane zápach môže byť jasný indikátor toho, že v dyme sa nachádzajú znečisťujúce látky v škodlivých koncentráciách. Prchavé organické zlúčeniny prispievajú k tvorbe škodlivého prízemného ozónu a smogu

## 2. Legislatíva EÚ

Pre problematiku znečistenia ovzdušia z dopravy sú kľúčové tri smernice Európskej Únie: Smernica o kvalite ovzdušia, Smernica o národných emisných stropoch a Emisné štandardy Euro.

### 2.1 Smernica o kvalite ovzdušia

Smernica EÚ o kvalite ovzdušia definuje limity pre viacero znečisťujúcich látok, týkajúcich sa dopravy. Ide najmä o hodnoty pre častice, NO<sub>2</sub> and benz(a)pyrén. V tab. 2 uvádzame pre porovnanie usmernenia Svetovej zdravotníckej organizácie

**Tab. 2:** Hraničné hodnoty pre hlavné znečisťujúce látky zahrnuté v Smernici o kvalite ovzdušia

	Merané ako	Hraničná hodnota	Usmernenia WHO
Pevné častice (PM <sub>10</sub> )	Denný priemer	50 µg/m <sup>3</sup> <sup>a)</sup>	45 µg/m <sup>3</sup>
	Ročný priemer	40 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>
Jemné častice (PM <sub>2,5</sub> )	Denný priemer	žiadne	15 µg/m <sup>3</sup>
	Ročný priemer	25 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>
Oxid dusičitý (NO <sub>2</sub> )	Hodinový priemer	200 µg/m <sup>3</sup> <sup>b)</sup>	žiadne
	Denný priemer	žiadne	25 µg/m <sup>3</sup>
	Ročný priemer	40 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
Benz(a)pyrén <sup>c)</sup>	Ročný priemer	0,001 µg/m <sup>3</sup>	0,00012

a) Nesmie byť presiahnutá viac než 35-krát za kalendárny rok.

b) Nesmie byť presiahnutá viac než 18-krát za kalendárny rok.

c) Merané ako súčasť PM<sub>10</sub> (cieľová hodnota od roku 2010).

V tabuľke vidíme, že hraničné hodnoty pre veľmi toxické sadze alebo ultrajemné častice ešte neboli stanovené. Napriek tomu ich odborníci z oblasti zdravotníctva neodporúčajú vdychovať. Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) má navyše oveľa prísnejšie usmernenia pre kvalitu ovzdušia ako sú limitné hodnoty Európskej únie. Jednoznačne sa teda odporúča riadiť sa usmerneniami WHO, ak chceme znížiť negatívny vplyv znečistenia ovzdušia na ľudské zdravie. EÚ však už spustila proces prepracovania nariadení za účelom priblíženia limitných hodnôt k tým, ktoré má WHO v svojich nariadeniach.

### 2.2 Smernica o národných emisných stropoch

Európska únia implementovala ciele pre r. 2020 Göteborgského protokolu OSN (Protokol o znížení acidifikácie, eutrofizácie a prízemného ozónu) a pridala ciele pre r. 2030 prostredníctvom Smernice o národných emisných stropoch, ktorá obsahuje národné emisné stropy pre 5 kľúčových znečisťujúcich látok. Dve z týchto látok sa výrazne týkajú dopravy a lokálnych kúrenísk: oxidy dusíka (NO<sub>x</sub>) a jemné častice (PM) - so zameraním sa na zníženie množstva sadzí.

**Tab. 3:** Slovenské emisné štandardy (limity) pre NO<sub>x</sub> a PM<sub>2,5</sub> v Smernici o národných emisných stropoch

Zníženie v % v porovnaní s emisiami v r. 2005 na Slovensku	NO <sub>x</sub>		PM <sub>2,5</sub>	
	2020	2030	2020	2030
	36 %	50 %	36 %	49 %

Pri súčasných opatreniach Slovensko nesplní cieľ pre rok 2030 týkajúci sa oxidov dusíka. Je potrebné zamerať sa na redukciiu NO<sub>x</sub> z dopravy, čo povedie k zníženiu aj ďalších znečisťujúcich látok v ovzduší (pozri odporúčania nižšie).

Podľa poslednej správy Európskej únie, Slovensko splnilo ciele týkajúce sa jemných častíc pre rok 2020 a zrejme splní aj pre rok 2030 (ref. 9). Keďže sa však spaľovanie dreva v uplynulom roku výrazne zvýšilo a ide o zďaleka najväčší zdroj emisií jemných častíc na Slovensku (ref. 10) je otáznne, či Slovensko splní svoj cieľ z roku 2020 týkajúci sa emisií častíc aj v roku 2022 a neskôr.

## 2.3 Emisné štandardy Euro

Emisné štandardy Euro vyžadujú predaj menej znečisťujúcich vozidiel v Európskej únii (tab. 4).

**Tab. 4:** Emisné štandardy Euro pre cestné vozidlá v EÚ

	Vozidlo	Dátum účinnosti Výroba/Predaj	Hodnoty emisných limitov		
			NO <sub>x</sub>	Pevné častice PM <sub>10</sub>	Počet častíc (ultra jemné č.)
<b>Euro 3</b>	Osobné auto - benzín	2000/2001	150 mg/km	---	---
	Osobné auto - diesel	2000/2001	500 mg/km	50 mg/km	---
	Dodávka (1,3-1,76 t)	2001/2002	650 mg/km	70 mg/km	---
	Dodávka (> 1,76 t)	2001/2002	780 mg/km	100 mg/km	---
	Kamión/Autobus (> 3,5 t)	2000/2001	5 g/kWh	100 mg/kWh	---
<b>Euro 4</b>	Osobné auto - benzín	2005/2006	80 mg/km	---	---
	Osobné auto - diesel	2005/2006	250 mg/km	25 mg/km	---
	Dodávka (1,3-1,76 t)	2006/2007	330 mg/km	40 mg/km	---
	Dodávka (> 1,76 t)	2006/2007	390 mg/km	60 mg/km	---
	Kamión/Autobus (> 3,5 t)	2005/2006	3,5 g/kWh	20 mg/kWh	---
<b>Euro 5</b>	Osobné auto - benzín	2009/2010	60 mg/km	5 mg/km <sup>a)</sup>	---
	Osobné auto - diesel	2009/2010	180 mg/km	5 mg/km	6 · 10 <sup>11</sup> častíc/km
	Dodávka (1,3-1,76 t)	2010/2011	235 mg/km	5 mg/km	6 · 10 <sup>11</sup> častíc/km
	Dodávka (> 1,76 t)	2010/2011	280 mg/km	5 mg/km	6 · 10 <sup>11</sup> častíc/km
	Kamión/Autobus (> 3,5 t)	2009/2010	2 g/kWh	20 mg/kWh	---
<b>Euro 6</b>	Osobné auto - benzín	2014/2015	60 mg/km	5 mg/km <sup>a)</sup>	6 · 10 <sup>11</sup> častíc/km <sup>a)</sup>
	Osobné auto - diesel	2014/2015	80 mg/km	5 mg/km	6 · 10 <sup>11</sup> častíc/km
	Dodávka (1,3-1,76 t)	2015/2016	105 mg/km	5 mg/km	6 · 10 <sup>11</sup> častíc/km
	Dodávka (> 1,76 t)	2015/2016	125 mg/km	5 mg/km	6 · 10 <sup>11</sup> častíc/km
	Kamión/Autobus (> 3,5 t)	2013/2014	0,4 g/kWh	10 mg/kWh	8 · 10 <sup>11</sup> častíc/kWh

Pre ľahké nákladné automobily pod 1,3 tony platia rovnaké limity ako pre osobné dieselové autá. Limity pre benzínové dodávky nie sú zahrnuté, keďže tieto tvoria veľmi malú časť dodávok (ich limity sa blížia k limitom pre osobné benzínové autá).

a) Iba pre benzínové autá s priamym vstrekaním.

V spojitosti s tabuľkou 4 treba spomenúť, že nové testovacie podmienky EÚ sa oveľa viac približujú skutočným jazdným podmienkam, a tým pádom sú pri nových dieslových autách rozdiely medzi emisnými štandardami Euro a skutočnými hodnotami emisií menšie. Avšak viac emisií stále vzniká v dôsledku úprav vozidiel (čiptuning, odstránenie filtra, regenerácia filtra a pod.) alebo kvôli korózií filtrov a katalyzátorov. V tabuľke 4 vidíme, že emisné štandardy Euro (Euro 5 a 6) stanovujú limit pre počet častíc a teda aj hraničné hodnoty pre ultrajemné častice.

### 3. Merania

Hlavným účelom meraní bolo zistiť znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami z dopravy vo vybraných mestách na Slovensku v roku 2022.

Ultrajemné častice boli merané pomocou prístroja P-Trak (Model 8525, merač počtu ultrajemných častíc) od TSI. Prístroj bol kalibrovaný vždy pred meraniami a kontrolne kalibrovaný po meraniach. Kalibrácia ukázala, že prístroj fungoval počas meraní správne. Každú sekundu prebehlo jedno meranie. V grafoch sú však použité minútové priemery. Priemerné hodnoty z jednotlivých sekvencií meraní sú uvedené v tabuľkách. Keďže merania boli uskutočnené v rozličných časoch, hodnoty na x-ovej osi boli štandardizované a nie sú uvedené v grafoch zobrazujúcich merania v rôznom čase.

Merania boli vykonané od 18. do 21. septembra 2022 na Slovensku. Aby sme však lepšie vykreslili pretrvávajúci problém kvality ovzdušia, použili sme aj údaje z predošlých meraní a fotografie zo Slovenska i zo zahraničia (2015-2020).

#### 3.1 Lokality meraní

Merania pozadia v prírodnom prostredí boli realizované na Štrbskom Plese v roku 2020.

Mestské pozadie bolo merané vo večerných hodinách a v tichých mestských častiach, ako sú napríklad parky.

Znečistenie z dopravy sme merali v blízkosti veľkých ciest a križovatiek v centrách miest a v interiéri áut.

#### 3.2 Pozadie v prírodnom prostredí

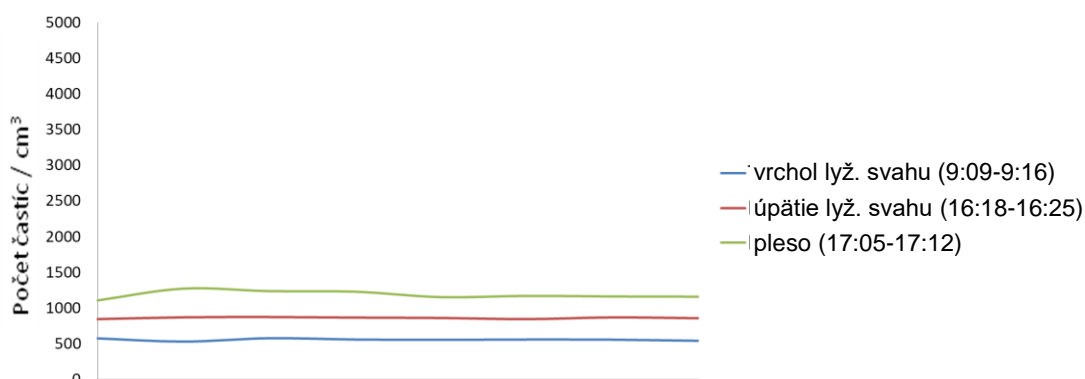
Úroveň pozadového znečistenia ovzdušia v prírodnom prostredí sme nemerali v rámci tohto LIFE projektu, keďže sme ho už zmerali v rámci projektu [PreOvzdušieSk](#). Zmieňujeme sa tu o ňom, aby sme lepšie priblížili hodnoty ultrajemných častíc v prostredí s nízkou ľudskou činnosťou (bez prítomnosti lokálnych zdrojov ultrajemných častíc). Merali sme na zamrznutom povrchu Štrbského plesa, pri úpätí blízkeho lyžiarskeho svahu, ako aj na jeho vrchole v dňoch 6. a 7. marca 2020 (obr. 5). Vrchol lyžiarskeho svahu bol pri chate pod Soliskom, 1 850 m n. m.

**Obr. 5:** Lokality meraní prírodného pozadia, 6.-7.3.2020.



Na každom stanovišti boli koncentrácie pozadia v prírodnom prostredí stabilné (takmer bez akýchkoľvek výkyvov) a neindikovali žiadny významný zdroj miestneho znečistenia (obr. 6). Na ľade uprostred plesa sme namerali vyššie koncentrácie prachových častíc, ktoré mohli byť zapríčinené slabým znečistením zo spaľovania dreva v oblasti a cigaretovým dymom ľudí prechádzajúcich sa okolo plesa. Priemerné koncentrácie sú zobrazené v tabuľke 5.

**Obr. 6:** Pozadové znečistenie ultrajemnými časticami v prírodnom prostredí – Štrbské pleso

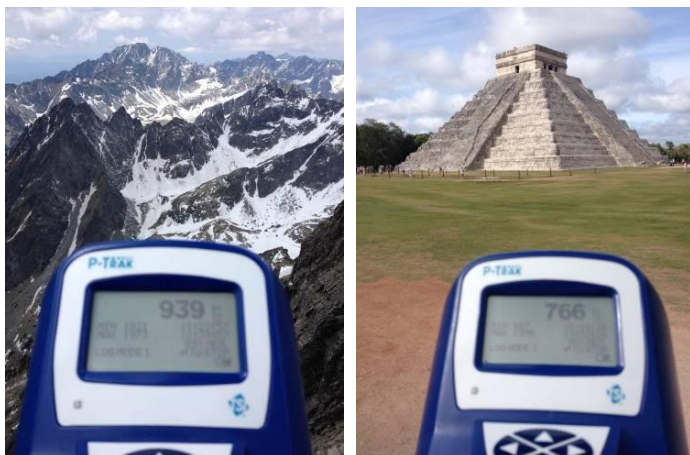


**Tab. 5:** Pozadové koncentrácie ultrajemných častíc v prírodnom prostredí

	Lokalita	Dátum merania	Počet meraní	Priemer. znečistenie (počet častíc na cm <sup>3</sup> )
Štrbské Pleso	Štrbské pleso	6.3.2020	1 080	1 175
	Úpätie lyžiarskeho svahu	6.3.2020	480	850
	Vrchol lyžiarskeho svahu	7.3.2020	720	550

Merania, ktoré sme spravili na zamrznutom plese ukázali rovnaké hodnoty ako merania z okolia plesa, ktoré sme realizovali ešte v roku 2015. Vtedy sme namerali priemerné koncentrácie približne 1 300 častíc/cm<sup>3</sup>. V roku 2015 sme tiež namerali koncentráciu 1 000 častíc na cm<sup>3</sup> na vrchole Lomnického štítu (obr. 7).

Záverom konštatujeme, že pozadové hodnoty ultrajemných častíc v prírodnom prostredí na Slovensku sú v rozsahu 500 - 1 000 častíc na cm<sup>3</sup> v závislosti od poveternostných podmienok. To znamená, že obyvatelia Slovenska by vdychovali 750 častíc na cm<sup>3</sup> vzduchu, ak by nebolo žiadne spaľovanie (iba elektrické autá, nekúrilo by sa drevom, nespalovalo by sa v priemysle a pod.). To sú podobné hodnoty ako boli namerané v Chichen Itza v džungli v Mexiku (obr. 7).



**Obr. 7:** Meranie pozadového znečistenia ultrajemnými časticami v prírodnom prostredí:

vľavo: vrchol Lomnického štítu, r. 2015  
vpravo: Chichen Itza, Mexiko, r. 2015

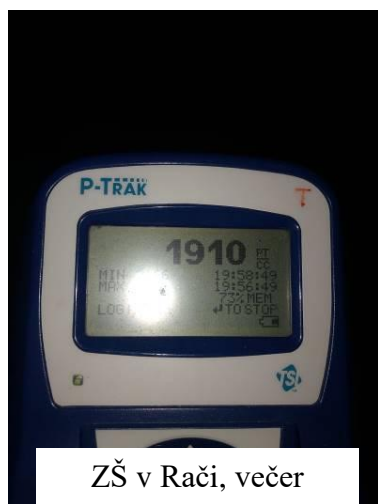
### 3.3 Pozadie v mestách

Úroveň pozad'ového znečistenia ovzdušia v mestách bola meraná vo večerných hodinách a v tichých mestských častiach, akými sú napríklad mestské parky:

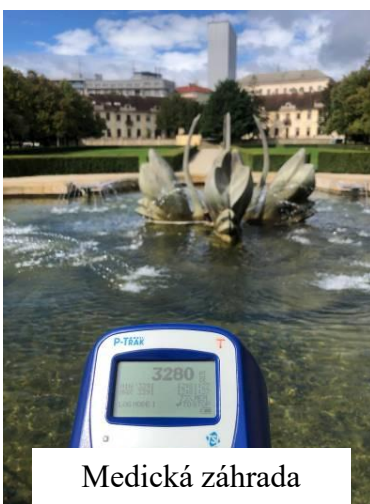
- 1) v blízkosti základnej školy Tbiliská v Rači v Bratislave (18.9.2022 o 18:00 h).
- 2) v parku Medická záhrada v centre Bratislavy (19.9.2022 o 12:00 h).
- 3) v Horskom parku v Bratislave z ulice Bohúňova (19.9.2022 popoludní).
- 4) v historickom centre Trnavy, na križovatke ulíc Divadelná a Františkánska, ktorá je súčasťou pešej zóny (20.9.2022 ráno).
- 5) meranie počas chôdze v historickom centre Trnavy – od Trojičného námestia k hotelu na okraji historického centra (20.9.2022 ráno).
- 6) v aute pri jazde ulicami Trnavy (20.9.2022 popoludní).
- 7) most pre chodcov ponad rieku v Trenčíne počas inverzie (bezvetrie) a v blízkosti lokálnych kúrenísk (21.9.2022 ráno).
- 8) v centre Trenčína - Mierové námestie (21.9.2022 ráno).
- 9) v parku M. R. Štefánika v Trenčíne (21.9.2022 12:00 h).

Pozad'ové znečistenie v mestách indikuje, aké množstvo znečistenia ľudia vdychujú počas pracovných dní, keď žijú alebo pracujú v mestách a nie sú v blízkosti veľkých ciest.

**Obr. 8:** Niektoré merania mestského pozadia



ZŠ v Rači, večer



Medická záhrada



Horský Park



centrum Trnavy

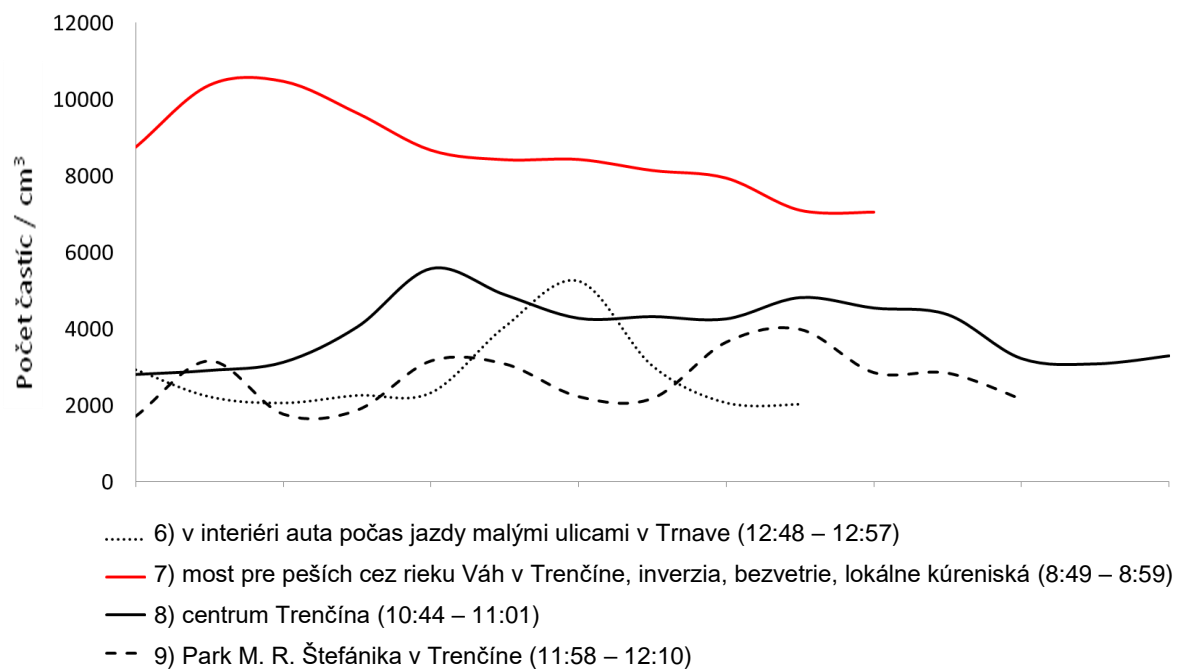
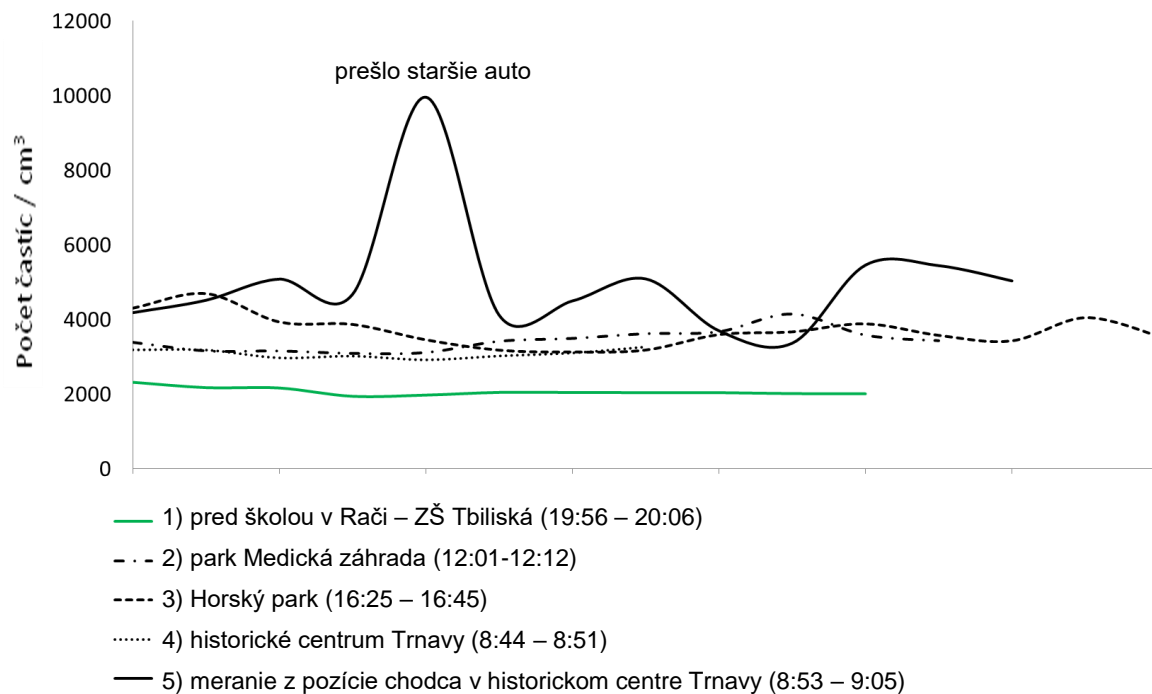


centrum Trenčína



park M. R. Štefánika

**Obr. 9:** Pozadové znečistenie ultrajemnými časticami v mestskom prostredí





**Tab. 6:** Priemerné pozad'ové koncentrácie ultrajemných častíc v mestách

	<b>Lokalita</b>	<b>Počet meraní</b>	<b>Priemer. znečistenie</b> (počet častíc na cm <sup>3</sup> )
<b>Bratislava</b>	1) ZŠ Tbiliská v Rači	1 200	<b>2 275</b>
	2) Medická záhrada	720	<b>3 450</b>
	3) Horský park	1 200	<b>3 975</b>
<b>Trnava</b>	4) Historické centrum	480	<b>3 075</b>
	5) chodec v historickom centre	780	<b>5 425</b>
	6) jazda autom ulicami	600	<b>2 825</b>
<b>Trenčín</b>	7) most pre peších (v blízkosti lokálnych kúrenísk a počas inverzie)	660	<b>8 650</b>
	8) centrum mesta (Mierové námestie)	960	<b>4 257</b>
	9) Park M. R. Štefánika	780	<b>2 675</b>

V porovnaní s prírodným prostredím (pozri podkapitolu 3.2), pozadie v mestách je viac premenlivé (obr. 9) v závislosti od premenlivých zdrojov znečistenia v mestách. Navyše sú tu koncentrácie výrazne vyššie, t.j. aj ľudia, ktorí žijú alebo pracujú vo v relatívne pokojných častiach slovenských miest vdychujú približne 5-krát viac znečistenia v ovzduší ako ľudia v horských oblastiach, vzdialených od zdrojov znečistenia. Vdýchnu ešte viac znečisteného ovzdušia ak sú v oblastiach s lokálnymi kúreniskami a počas atmosférických inverzií (bezvetrie).

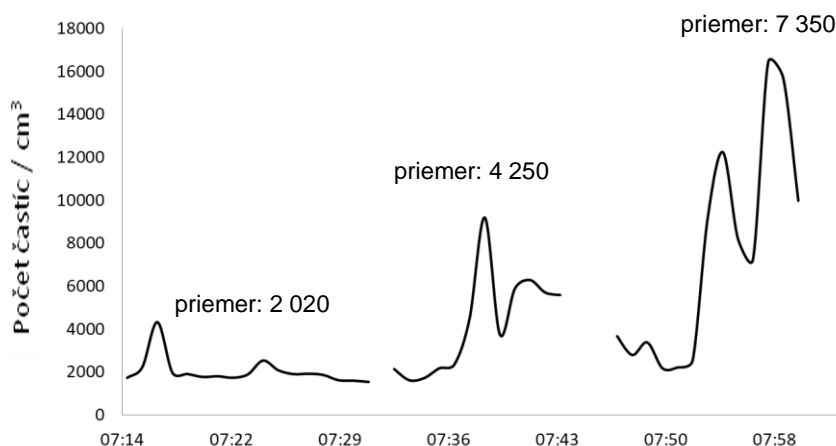
### 3.4 Doprava

Znečistenie z dopravy sme merali v blízkosti križovatiek a rušných ciest v centrách miest a aj vnútri auta počas jazdy:

- 1) pri základnej škole Tbiliská v Rači v Bratislave (19.9.2022 ráno).
- 2) rušná križovatka Mlynské Nivy, Košická ulica, pri gymnáziu (19.9.2022 12:00 h).
- 3) kľudnejšia križovatka Americké námestie (19.9.2022 krátko po 12:00 h).
- 4) križovatka v blízkosti monitorovacej stanice kvality ovzdušia (MS) pri Trnavskom Mýte (19.9.2022 začiatkom popoludnia).
- 5) vnútri auta počas jazdy ulicami Bratislavy (19.9.2022 popoludní).
- 6) rušnejšia ulica pri ZŠ J. Bottu v Trnave (20.9.2022 ráno).
- 7) tri veľké križovatky: I (ulice Študentská a Hospodárska), II (ulice Hlboká a Rybníková), III (ulice Hospodárska a Kollárova v blízkosti monitorovacej stanice) v Trnave (20.9.2022).
- 8) Dohnányho ulica pred nemocnicou, pri autobusovej zastávke v Trnave (20.9.2022).
- 9) kľudnejšia ulica blízko parkoviska pred úradom Trnavského samosprávneho kraja (TSK, 20.9.2022 poobede).
- 10) vnútri auta počas jazdy na diaľnici z Trnavy do Trenčína pri malej hustote dopravy (20.9.2022)
- 11) pri základnej škole Veľkomoravská v Trenčíne (21.9.2022 ráno).
- 12) rušná ulica (Bratislavská, pred mostom, na križovatke s ul. Veľkomoravská) a na kľudnejšej križovatke ulíc Hasičská a M. Rázusa, pri parku v Trenčíne (21.9.2022).

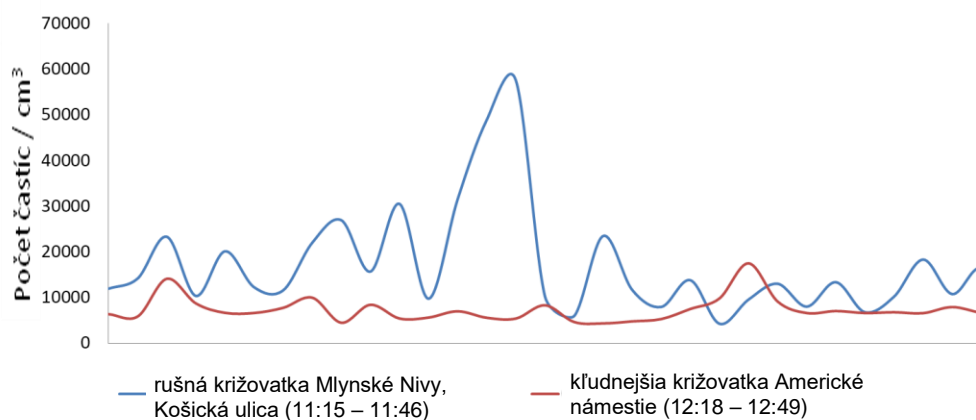
Jednotlivé merania sú znázornené v obrázkoch nižšie.

**Obr. 10:** Znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami z dopravy v blízkosti ZŠ Tbiliská v Rači



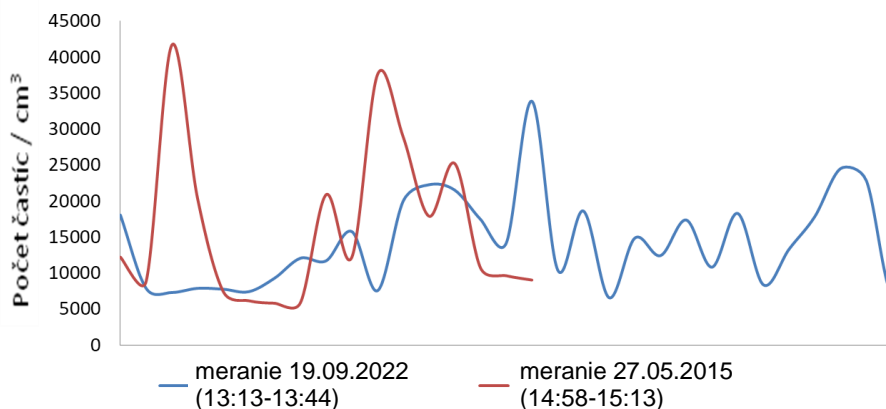
Z grafu na obr. 10 vidíme, že priemerná koncentrácia ultrajemných častíc stúpala so zvyšujúcou sa intenzitou premávky až do 8:00 h (začiatok vyučovania), keďže veľa ľudí privážalo svoje deti do školy autami. Znečistenie ovzdušia by sa mohlo výrazne znížiť (a tiež aj zápchy a nehodovosť), keby deti šli do školy na bicykloch alebo peši. Na obrázku vidíme, že druhé merania ukázali takmer až 50 000 častíc na  $\text{cm}^3$  (v grafoch sme použili len minútové priemery).

**Obr. 11:** Meranie znečistenia ovzdušia ultrajemnými časticami z dopravy na križovatkách v Bratislave. Dopravne výrazne zaťažená križovatka: Mlynské Nivy, Košická ulica. Dopravne málo zaťažená križovatka: Americké námestie.



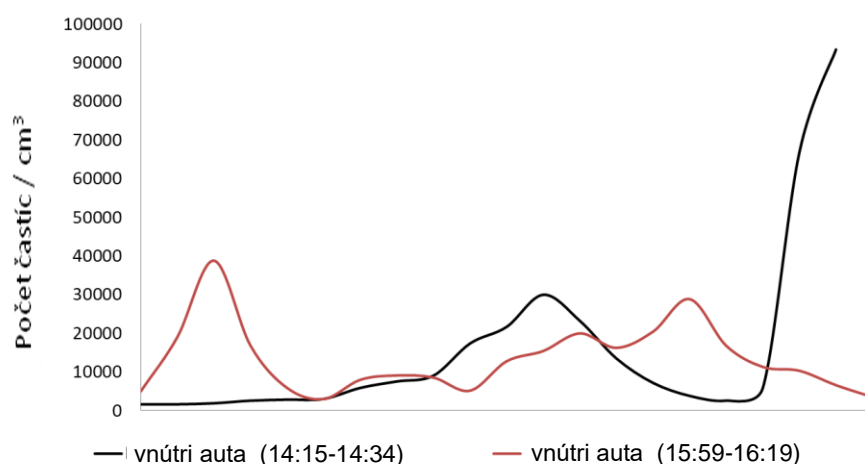
Z grafu na obr. 11 vyplýva, že priemerné koncentrácie (a výkyvy) ultrajemných častíc z výfukových plynov sú výrazne vyššie na križovatke s veľkou premávkou. Znečistenie je mnohonásobne vyššie ako pozadové znečistenie v mestskom prostredí. To nám len potvrdzuje, že miestna doprava je hlavným zdrojom znečistenia ovzdušia ultrajemnými časticami.

**Obr. 12:** Meranie znečistenia ovzdušia ultrajemnými časticami z dopravy v blízkosti monitorovacej stanice kvality ovzdušia na Trnavskom Mýte a porovnanie s meraním na rovnakom mieste v 2015



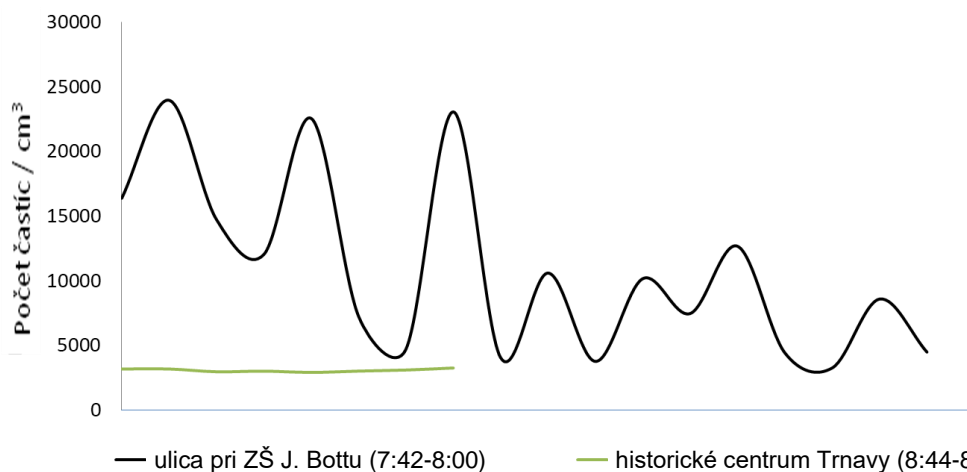
Z grafu na obrázku 12 je zrejmé, že koncentrácie ultrajemných častíc v ovzduší v blízkosti monitorovacej stanice sú vysoké a kolíšu, čo potvrdzuje, že miestna doprava je hlavným zdrojom znečistenia. To isté platilo aj počas meraní na rovnakom mieste v roku 2015. Pri porovnaní rokov 2015 a 2022 neboli zaznamenané žiadne významné rozdiely v koncentráciách. Na zistenie rozdielov medzi týmito dvomi rokmi sú však potrebné dlhšie merania (týždne) za porovnateľných poveternostných podmienok. Merania z roku 2022 však jasne ukazujú, že znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami z dopravy ostáva v Bratislave stále veľkým problémom.

**Obr. 13:** Meranie znečistenia ovzdušia ultrajemnými časticami vnútri auta počas jazdy v uliciach Bratislavy



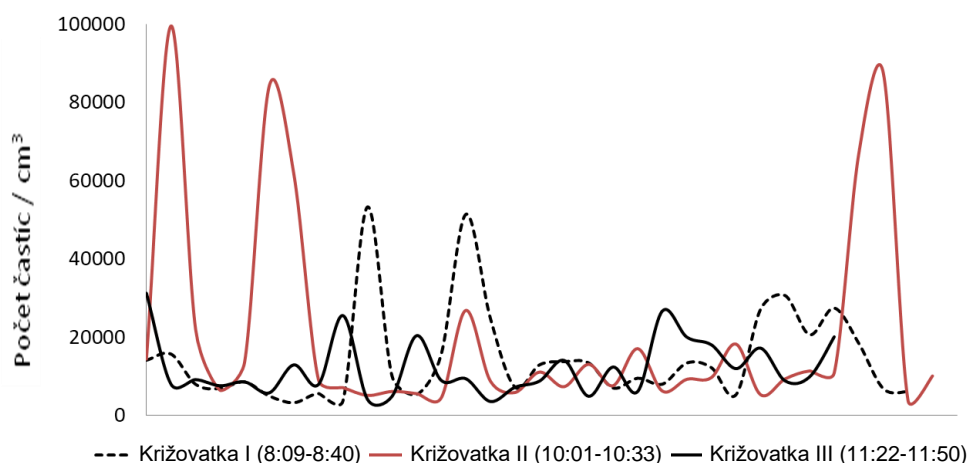
Koncentrácie ultrajemných častíc v ovzduší v interiéri auta (obr. 13) môžu byť vysoké v prípade, že sa auto pohybuje okolo iného znečisťujúceho vozidla, keďže výfukové plyny prenikajú do auta a len pomaly sa odvetrajú. Z grafu vidíme, že sme počas prvého merania namerali približne 150 000 častíc na  $\text{cm}^3$  pri jazde za starším autobusom (v grafoch sú použité len minútové priemery). Vodiči sú takto priamo vystavení značnému znečisteniu z dopravy. Rovnako to platí aj pre cestujúcich v autobusoch a pod.

**Obr. 14:** Znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami na rušnejšej ulici pri ZŠ J. Bottu v Trnave v porovnaní so znečistením v tichom historickom centre Trnavy



Z obrázku 14 je zrejmé, že priemerná koncentrácia ultrajemných častíc pozdĺž rušnejšej ulice smerom ku škole je oveľa vyššia ako v tichom historickom centre. V 2. píku sme krátkodobo namerali až nad 65 000 častíc na cm<sup>3</sup> (v grafoch sú použité len minútové priemery). Výkyvy odrážajú najmä rozdiely v znečistení rôznymi typmi vozidiel (najmä dieselové autá bez účinných filtrov sú zdrojom znečistenia ovzdušia ultrajemnými časticami) a kolísavý dopravný tok.

**Obr. 15:** Znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami v blízkosti troch križovatiek v Trnave

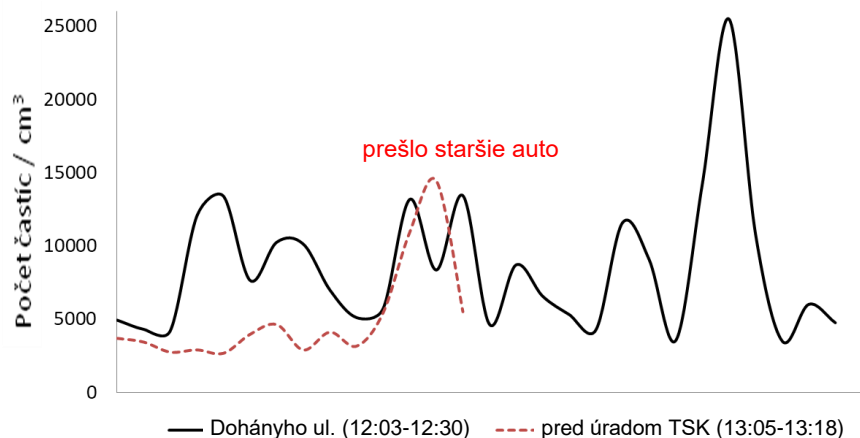


V blízkosti križovatiek je koncentrácia ultrajemných častíc veľmi vysoká. Výkyvy v grafe odrážajú najmä rozdiely v znečistení rôznymi typmi vozidiel (najmä dieselové autá bez účinných filtrov sú zdrojom znečistenia ovzdušia ultrajemnými časticami) a kolísavý dopravný tok spôsobovaný semaformi. Počas meraní na križovatke II sme krátkodobo namerali až vyše 350 000 častíc na cm<sup>3</sup> (obr. 15, križovatka ulíc Hlboká a Rybníková), v grafe sú použité minútové priemery.

Krátke video z meraní ukazuje aké znečistenie spôsobí staré nákladné auto bez filtra pevných častíc:

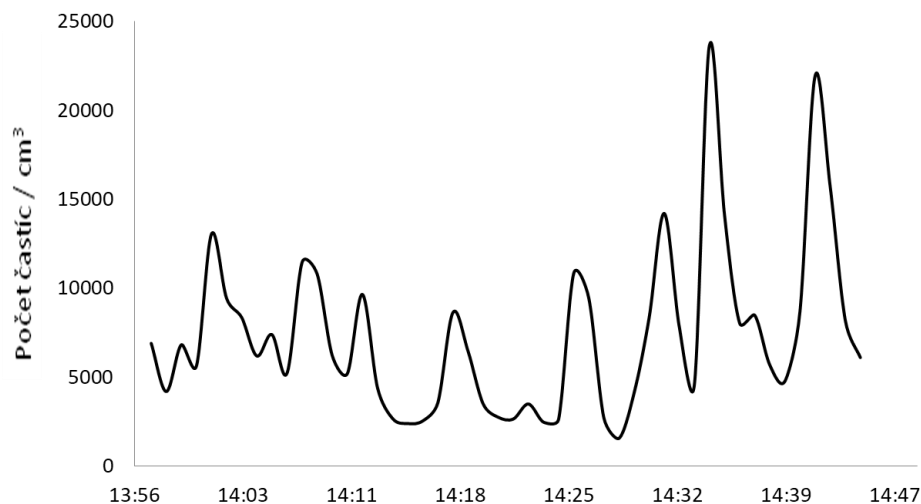
<https://cepta.sk/wp-content/uploads/2022/11/Mov-KrizHlboka-Rybn-TT-220920-KPK.mov>

**Obr. 16:** Znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami na Dohányho ulici pred nemocnicou pri autobusovej zastávke v Trnave a na málo frekventovanej ulici blízko parkoviska oproti úradu Trnavského samosprávneho kraja (20.9.2022)



Ako je zrejmé z grafu (obr. 16), znečistenie ultrajemnými časticami je na Dohányho ulici pred nemocnicou pri autobusovej zastávke pomerne vysoké a kolíše v závislosti od dopravy (staré diesle). Koncentrácie by mohli byť ešte vyššie počas dopravnej špičky. Namerané hodnoty v pokojnejšej ulici oproti úradu Trnavského samosprávneho kraja boli pomerne stabilne nízke a výrazne sa zvýšili len keď prešlo okolo staré dieselové auto (pozri výkyv v grafe).

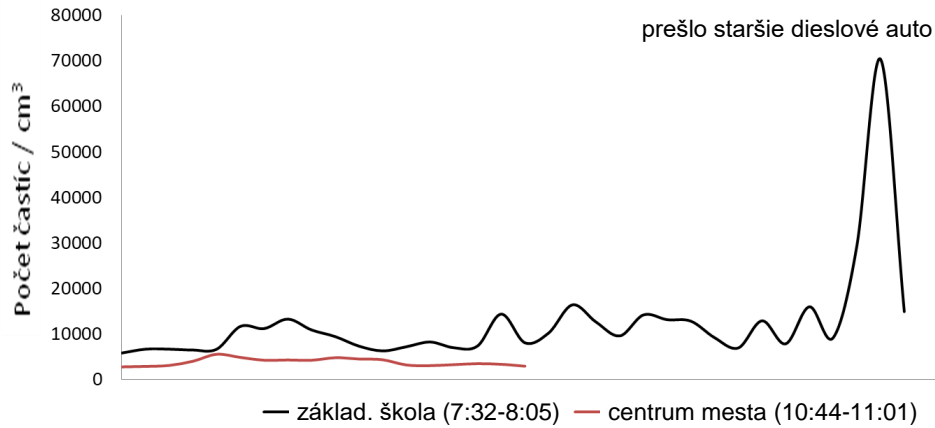
**Obr. 17:** Znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami vo vnútri auta na diaľnici z Trnavy do Trenčína (nízka hustota dopravy, 20.09.2022)



V grafe (obr. 17) pozorujeme, že aj na diaľnici s obmedzenou premávkou a vysokým riedením (vysoká rýchlosť a dobré rozptyľové podmienky – voľná krajina) môžu koncentrácie ultrajemných častíc z výfukových plynov dosiahnuť pomerne vysoké úrovne aj vo vnútri automobilov, keď autá

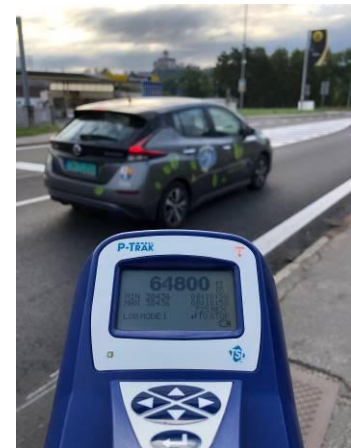
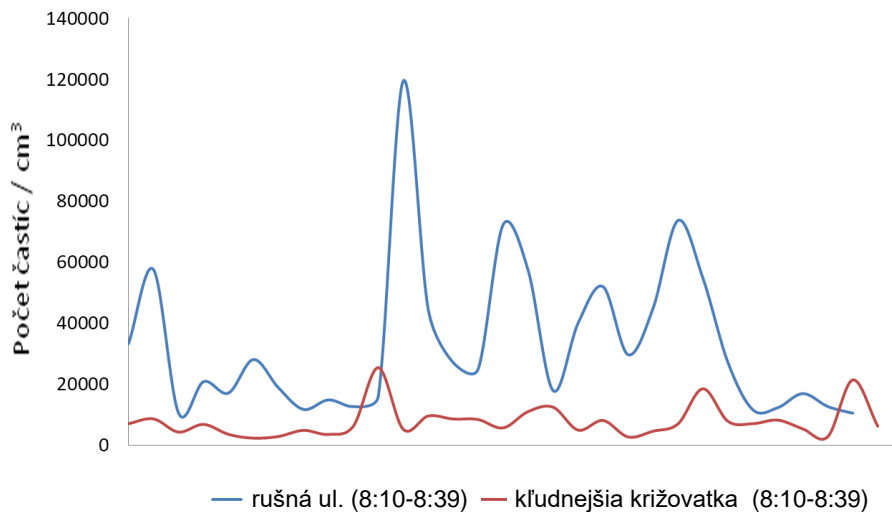
jazdia za inými znečisťujúcimi vozidlami. Koncentrácia by mohla byť oveľa vyššia počas dopravnej špičky, keď sa vzdialenosť medzi vozidlami skracuje a idú pomalšou rýchlosťou.

**Obr. 18:** Znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami v blízkosti základnej školy Veľkomoravská (prispôbené pre atypicky vysoké požadované hodnoty mestského prostredia v dôsledku inverzie, pozri kap. 3.3) v porovnaní s centrom Trenčína (21.9.2022)



Koncentrácia ultrajemných častíc z výfukových plynov v blízkosti základnej školy (obr. 18) bola kvôli veľmi obmedzenej premávke takmer rovnaká ako v tichom centre mesta. Vysoký pík na konci meraní pri škole bol spôsobený jedným starým dieslovým vozidlom, ktoré prechádzalo okolo a výrazne znečistilo ovzdušie.

**Obr. 19:** Znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami pozdĺž rušnej ulice (ul. Bratislavská, pred mostom, na križovatke s ul. Veľkomoravská) a na križovatke (ulice Hasičská a M. Rázusa, blízko parku) v Trenčíne, 21.09.2022 (prispôbené pre atypicky vysoké požadované hodnoty mestského prostredia v dôsledku inverzie, pozri kap. 3.3)



Koncentrácie ultrajemných častíc boli veľmi vysoké v rannej špičke na rušnej ulici (ul. Bratislavská) a oveľa nižšie na križovatke ulíc Hasičská a M. Rázusa vo vnútri mesta, na obed, s oveľa nižšou premávkou (obr. 19). Doprava je preto kľúčovým zdrojom ultrajemných častíc v ovzduší.

Tabuľka 7 ukazuje namerané priemerné hodnoty znečistenia z dopravy v porovnaní s pozadovými hodnotami mestského a prírodného prostredia na Slovensku.

**Tab. 7:** Znečistenie ovzdušia z dopravy v porovnaní s pozadovými hodnotami mestského a prírodného prostredia na Slovensku

	Lokalita	Počet meraní	Priemer. znečistenie (počet častíc na cm <sup>3</sup> )
<b>Bratislava</b>	1) pri ZŠ Tbiliská v Rači (7:47-7:59 h)	780	<b>7 350</b>
	2) rušná križovatka Mlynské Nivy	1 920	<b>16 750</b>
	3) kľudnejšia križovatka Americké nám.	1 920	<b>7 275</b>
	4a) križovatka Trnavské mýto pri monitor. stanici 2022	1 920	<b>14 375</b>
	4b) križovatka Trnavské mýto pri monitor. stanici 2015	1 020	<b>16 500</b>
	5a) vnútri auta ulicami BA I (14:15-14:34)	1 200	<b>16 075</b>
	5b) vnútri auta ulicami BAII (15:59-16:19)	1 280	<b>13 400</b>
<b>Trnava</b>	6) rušnejšia ulica pri ZŠ J. Bottu v Trnave	1 080	<b>10 800</b>
	7a) Križovatka I	1 920	<b>14 775</b>
	7b) Križovatka II	1 980	<b>20 825</b>
	7c) Križovatka III	1 740	<b>12 250</b>
	8) Dohnányho ulica pred nemocnicou	1 680	<b>8 500</b>
	9) kľudnejšia ulica pred úradom TSK	840	<b>5 050</b>
<b>Diaľnica</b>	10) vnútri auta z Trnavy do Trenčína	2 880	<b>7 375</b>
<b>Trenčín</b>	11) pri ZŠ Veľkomoravská, Trenčín	2 040	<b>12 400*</b>
	12a) rušná ulica Bratislavská, Trenčín	1 800	<b>33 050*</b>
	12b) kľudnejšia križovatka, pri parku, TN	1 860	<b>7 775</b>
<b>Priemer mestského pozadia</b> (kap. 3.3 vyššie)			<b>3 250</b>
<b>Priemer prírodného pozadia</b> (kap. 3.2 vyššie)			<b>750</b>

\* Prispôsobené pre atypicky vysoké pozadové hodnoty mestského prostredia v dôsledku inverzie, (porovn. podkapitolu 3.3), t.j. 5 100 častíc/cm<sup>3</sup> bolo odčítaných z výsledkov meraní.

V porovnaní s prírodným prostredím ľudia v premávke v slovenských mestách zvyčajne vdychujú 10 až 30-krát viac zdraviu škodlivých častíc z výfukových plynov. Najmä ľudia, ktorí žijú pozdĺž veľkých ulíc alebo trávajú veľa času v premávke, sú týmto časticiam výrazne vystavení, a preto majú väčšie riziko choroby a predčasnej smrti.

Z meraní je úplne zrejmé, že doprava je stále kľúčovým zdrojom znečistenia v rámci slovenských miest. Kvalita ovzdušia v týchto mestách sa tak môže zlepšiť politickými rozhodnutiami a lepšou verejnou správou na Slovensku (nasledujúca kapitola). Tým by sa znížilo znečistenie ultrajemnými časticami a inými hlavnými znečisťujúcimi látkami z dopravy a výrazne by sa zlepšilo zdravie obyvateľov Slovenska.



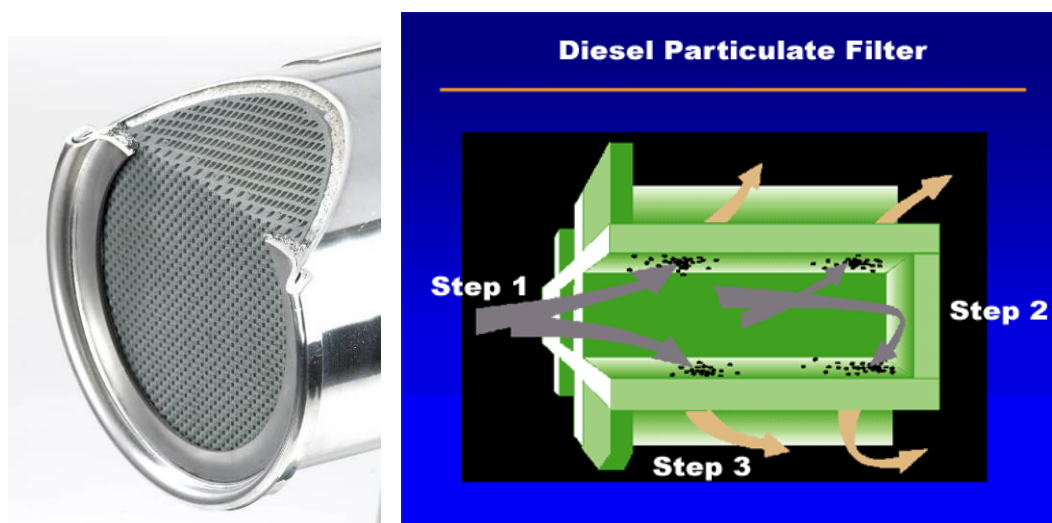
**Obr. 20:** Meranie znečistenia ultrajemnými časticami z dopravy na rušnej ulici Bratislavská, pred mostom, na križovatke s ul. Veľkomoravská v Trenčíne 21.09.2022



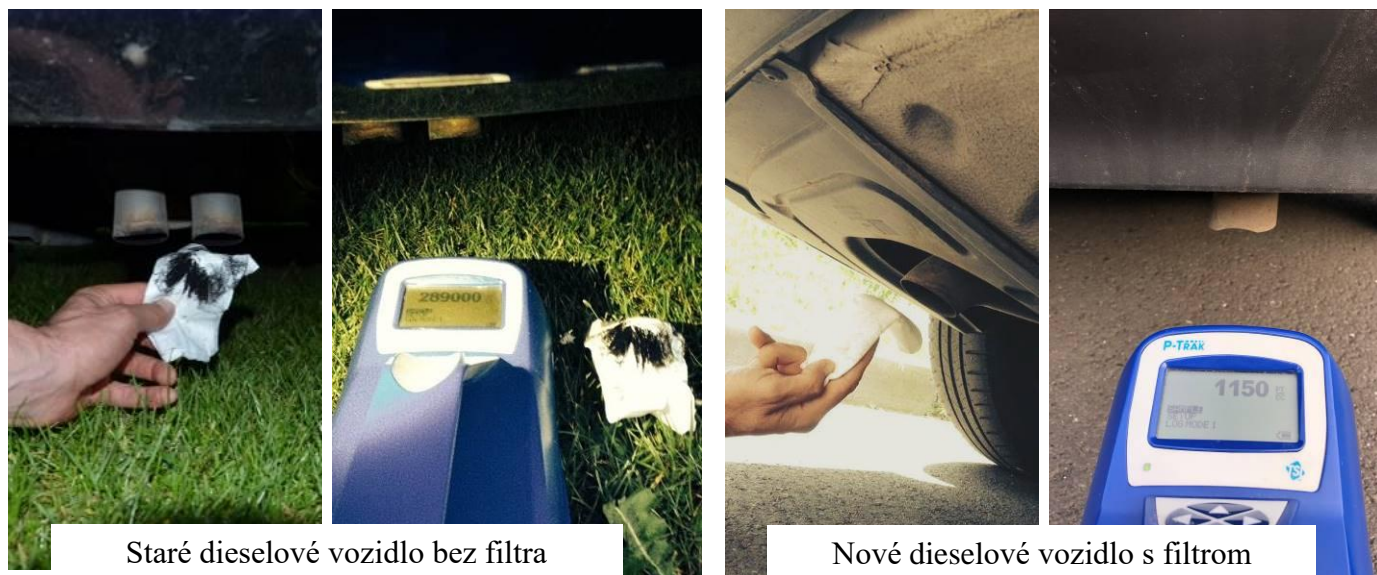
## 4. Technické a administratívne riešenia

Znečistenie jemnými časticami, sadzami a ultrajemnými časticami z výfukových plynov dieselových vozidiel môže byť takmer úplne eliminované pomocou uzavretých filtrov pevných častíc. Tieto filtre majú zabudované všetky nové vozidlá do hmotnosti 3,5 tony podľa emisného štandardu Euro 5 a všetky nové vozidlá nad 3,5 tony podľa emisného štandardu Euro 6, keďže tieto štandardy zahŕňajú nariadenie o počte častíc (tab. 4, kap. 2.3). Ak sú filtre nové, miera zachytených častíc je viac než 99 % (obr. 21 a 22).

**Obr. 21:** Fotografia a základný princíp uzavretých filtrov pevných častíc.



**Obr. 22:** Porovnanie znečistenia ultrajemnými časticami z výfuku starého dieselového vozidla bez filtra ( $289\,000$  častíc/cm<sup>3</sup>) a nového vozidla s filtrom ( $1150$  častíc/cm<sup>3</sup>)



Staré dieselové vozidlo bez filtra

Nové dieselové vozidlo s filtrom

Nové dieselové vozidlá s filtermi produkujú výfukové plyny prakticky bez ultrajemných častíc v porovnaní s vozidlami jazdiacimi na iný typ paliva. Napriek tomu niektoré novšie dieselové vozidlá stále produkujú veľa oxidov dusíka (NO<sub>x</sub>).

Elektromobily neprodukujú výfukové plyny, ale aj tak tvoria v menšej miere emisie prachových častíc z brzdových platničiek a taktiež z oderu pneumatík. Bicykle (vrátane elektrických bicyklov) sú najčistejším spôsobom cestnej dopravy. Navyše cyklo doprava nespôsobuje žiadny hluk, na cestách i parkoviskách bicykle nezaberajú veľa miesta a ich používanie je zdraviu prospešné. V Kodani až 40 % cestujúcich volí ako dopravný prostriedok práve bicykel. Väčšina obyvateľov Kodane jazdí na bicykli každý deň. Mestská samospráva sa stará o údržbu cyklotrás aj v zime, keď z nich zabezpečuje promptné odpratávanie snehu.

**Obr. 23:** Bicykle sú v Dánsku široko používané na každodennú dopravu



*Bicykle pred budovou dánskeho parlamentu. Veľa politikov používa každý deň na cestu do práce práve bicykel.*

*Zaparkované bicykle zaberú približne 10-krát menej miesta ako autá a sú prospešné pre zdravie ľudí.*

Politici môžu znížiť znečistenie ovzdušia z dopravy nasledovnými administratívnymi opatreniami:

1. Zavedenie nízkoemisných zón v mestách, v ktorých môžu jazdiť dieselové vozidlá len s filtrom.
2. Podpora cyklo dopravy vybudovaním cyklotrás popri všetkých väčších cestách v mestách.
3. Zavedenie poplatkov za vjazd do centra a iných finančných stimulov na podporu čistejšej dopravy.
4. Kontroly funkčnosti filtrov počas emisných kontrol áut a požadovanie výmeny poškodených filtrov.
5. Zvýšenie informovanosti verejnosti o znečistení ovzdušia dieselovými vozidlami a o vplyve znečistenia na zdravie.

Podrobnejšie informácie k zníženiu znečistenia ovzdušia z dopravy uvádzame v nasledujúcej kapitole Závěry a odporúčania.

# Závery a odporúčania

Znečistenie ovzdušia pevnými časticami predstavuje vážny zdravotný problém vo všetkých väčších mestách na Slovensku. Naše merania ukázali, že staršie dieselové osobné a nákladné vozidlá, kamióny a autobusy bez zabudovaných filtrov pevných častíc sú hlavnými zdrojmi znečisťovania ovzdušia. Z pohľadu verejnej správy je možné znížiť znečistenie ovzdušia z dopravy pomocou 10 hlavných opatrení. V nasledujúcich riadkoch sú tieto opatrenia zoradené podľa ich „vplyvu v reálnom živote“. Znamená to, že napríklad určité opatrenie by mohlo potenciálne mať veľký vplyv, ale je zložité ho presadiť, a tým pádom nie je efektívne v skutočnom živote a naopak.

Na základe poznatkov, ktoré sme získali prostredníctvom tohto projektu, odporúčame zníženie znečistenia ovzdušia z dopravy nasledovnými opatreniami:

## **1. Nízkoemisné zóny vo väčších mestách: veľmi účinné**

Princíp: Najviac znečisťujúce staré dieselové vozidlá sú úplne zakázané vo všetkých väčších slovenských mestách v rámci nízkoemisných zón.

Požiadavky na diesel: Min. Euro 5 v 2022 / Min. Euro 6 v 2025 v mestách ( $\geq 25\,000$  obyvateľov).

Úskalie: Politicky ťažšie presaditeľné, ale realizovateľné, ak by sa do úvahy brali len staré a najviac znečisťujúce vozidlá.

Záver: Nízkoemisné zóny sú veľmi účinným nástrojom na zníženie miery znečistenia ovzdušia z lokálnej dopravy v mestách.

Príklady: Približne 250 miest v rámci EÚ má vytvorené nízkoemisné zóny za účelom zníženia znečistenia ovzdušia v mestách.

## **2. Zvýšenie podielu využívania bicyklov v doprave: veľmi účinné**

Princíp: Výrazná podpora cyklistickej dopravy vybudovaním cyklotrás pozdĺž všetkých väčších ciest v mestách.

Ďalšie výhody: Zlepšuje zdravie obyvateľov, nehlučné, preprava zadarmo, nenáročné na priestor pri parkovaní i preprave, menej dopravných zápch.

Úskalie: Politicky ťažšie presadiť v prechodnom období, počas ktorého by sa budovali cyklotrasy pozdĺž ulíc vo väčších mestách.

Záver: Cyklistická doprava je veľmi účinná v znižovaní znečisťovania ovzdušia a poskytuje veľa ďalších výhod.

Príklady: všetky väčšie mestá v Dánsku a Holandsku; niekoľko väčších miest v Nemecku.

## **3. Ekologické registračné dane: veľmi účinné**

Princíp: Štát zavádza registračné dane na nové vozidlá podľa znečistenia vozidlom, a tým pádom sa znečisťujúce vozidlá stávajú drahšími.

Dane: Vyššie dane na dieselové vozidlá, nižšie dane na vozidlá jazdiace na benzín alebo plyn a nulové dane na elektrické vozidlá.

Ďalšie výhody: Ziskanie peňazí pre podporu ekologickejšej dopravy a zlepšenie stavu klímy, ak by dane záviseli od množstva CO<sub>2</sub>/km.

Problém: Z politického hľadiska môže byť zložité rozhodnúť sa pre ekologické registračné dane, ktoré zvýšia ceny niektorých áut.

Záver: Ekologické registračné dane môžu byť pri znižovaní znečistenia ovzdušia veľmi účinné, ale týkajú sa len nových vozidiel.

Príklady: Dánsko.

#### **4. Poplatok za vjazd do centra: účinné**

Princíp: Vodiči musia zaplatiť poplatok za šoférovanie v centrách väčších miest (najvyššie poplatky sú počas dopravných špičiek).

Ďalšie výhody: Peniaze z poplatkov môžu byť použité na budovanie cyklotrás a zlepšenie hromadnej dopravy.

Úskalie: Z politického hľadiska môže byť náročné toto opatrenie presadiť (najprv treba získať podporu väčšiny obyvateľov mesta, a potom až zavádzať poplatok).

Záver: Poplatok síce zníži znečistenie ovzdušia, ale ovplyvní najmä súkromných majiteľov áut.

Príklady: Londýn, Štokholm, Göteborg, Miláno, Durham a Valletta.

#### **5. Revízia filtra počas pravidelných kontrol vozidla: účinné**

Princíp: Zavedenie merania počtu ultrajemných častíc v spalinách za účelom kontroly účinnosti filtra pri pravidelných emisných kontrolách vozidla.

Záver: Odhalenie poškodených filtrov je nutnou podmienkou na to, aby boli vymenené a kvalita ovzdušia sa zlepšila.

#### **6. Rôzne poplatky za parkovanie: účinné**

Princíp: Vozidlá, ktoré najviac znečisťujú, platia oveľa viac za parkovanie v mestách než tie, ktoré znečisťujú najmenej.

Poplatky: Vysoké pre dieselové vozidlá (pred Euro 6), nižšie pre vozidlá jazdiace na benzín a bez poplatkov pre autá jazdiace na plyn a elektrinu.

Ďalšie výhody: Zdroj financií pre mestá, ktoré investuje do cyklotrás a lepšej verejnej dopravy.

Úskalie: Problém môže nastať na súkromných parkoviskách.

Záver: Rôzne poplatky za parkovanie by mohli byť účinné v znižovaní znečistenia ovzdušia v centrách miest.

### **7. Nepoužívanie čiptuningu: účinné**

Princíp: Zákaz predaja zariadení na čiptuning a kontrolovanie čiptuningu políciou.

Ďalšie výhody: Bez čiptuningu dochádza k menšiemu počtu dopravných nehôd. Spolupráca s poisťovňami.

Úskalie: Náročné na policajné zdroje a kontroly, či majú autá čiptuning.

Záver: Obmedzenie čiptuningu a modifikácií (napr. odstránenie filtra) je účinné pre zníženie znečistenia ovzdušia.

Príklady: Dánsko zakázalo predaj čiptuningových zariadení, ktoré zvyšujú znečistenie ovzdušia.

### **8. Zelené verejné obstarávanie: menej účinné**

Princíp: Verejné inštitúcie využívajú len dopravné služby poskytované vozidlami s normou Euro 6 alebo vozidlami jazdiacimi na plyn, či elektrinu.

Úskalie: Politicky ťažšie presaditeľné pre niektoré služby, napr. autobusy a vozidlá na zber odpadu sa obstarávajú na dlhšie obdobie.

Záver: Zelené verejné obstarávanie znižuje znečistenie ovzdušia, ale ovplyvňuje len malú časť dopravy.

Príklady: Kodaň plánuje zaviesť tento typ zelených verejných obstarávaní v doprave.

### **9. Prestavba verejných dieselových autobusov: menej účinné**

Princíp: Staré dieselové autobusy (Euro 5 a staršie) majú dodatočne namontované filtre (DPF) a katalyzátory SCR.

Úskalie: Vyčlenenie peňazí na prerobenie autobusov môže byť politicky náročné.

Záver: Prerobenie dieselových autobusov zníži znečistenie ovzdušia, ale len z verejnej dopravy.

Príklady: Kodaň a Londýn.

### **10. Príspevok na šrotovné: neúčinné**

Princíp: Štát zaplatí napr. 400 eur ľuďom, ktorí vymenia staré dieselové auto za novšie a menej znečisťujúce.

Úskalie: Príspevok dostanú najmä ľudia, ktorí by si nové auto aj tak kúpili → bez efektu.

Záver: Príspevok na šrotovné je finančne nákladný pre štát a nezníži výrazne znečistenie ovzdušia.

# Zdroje

- Ref 1: [https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report/at\\_download/file](https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report/at_download/file)
- Ref 2: <https://www.who.int/europe/news/item/28-04-2015-air-pollution-costs-european-economies-us-1-6-trillion-a-year-in-diseases-and-deaths-new-who-study-says>
- Ref 3: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/years-of-life-lost-per>
- Ref 4: <https://xn--miljtilstand-yjb.nu/temaer/miljoe-og-sundhed/sundhedsskader-som-foelge-af-luftforurening/> (v dánštine)
- Ref 5: <https://www.google.com/search?q=annual+deaths+in+Slovakia&og=annual+deaths+in+Slovakia&ags=chrome.0.69i59j0i22i30i2.4986j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Ref 6: <https://dce.au.dk/udgivelser/vr/nr-251-300/abstracts/no-254-mapping-the-health-and-environmental-impact-of-air-pollution-in-the-capital-region-of-denmark>
- Ref 7: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_22\\_6278](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_6278)
- Ref 8: <https://rgo.dk/wp-content/uploads/2020/02/Clean-air-Cph-2014.pdf>
- Ref 9: <https://www.eea.europa.eu/downloads/bfdf45215d4f4dc8bbbb02a73b9c77ab/1657026390/national-emission-reduction-commitments-directive.pdf>
- Ref 10: [https://rgo.dk/wp-content/uploads/GTD\\_Pollution-from-wood-burning\\_2022-1.pdf](https://rgo.dk/wp-content/uploads/GTD_Pollution-from-wood-burning_2022-1.pdf)