

Správa o meraní kvality ovzdušia v okolí Základnej školy na ulici Hodžova v Trenčíne

Projekt BEZDRADOŠ – Bezpečne a zdravo do školy

Týždňové meranie: 7. – 13. júna 2026



Obsah

Údaje o zákazke

Objednávateľ: Klub lídrov udržateľnosti (občianske združenie)

Inovecká 1132/3

911 01 Trenčín

Zhotoviteľ: ENVltech, s.r.o.

Janka Kráľa 16

911 01 Trenčín

1. Úvod a cieľ monitoringu

Projekt BEZDRADOŠ je iniciatíva zameraná na zlepšenie bezpečnosti a kvality prostredia v okolí škôl v Trenčíne. Hlavným problémom, na ktorý reaguje, je vysoká koncentrácia áut v ranných hodinách pred školami, čo spôsobuje rizikové dopravné situácie, ohrozuje bezpečnosť detí a zhoršuje kvalitu ovzdušia. V júni 2026 sa v rámci pilotného týždňa realizovalo prvé časovo obmedzené prieskumné meranie kvality ovzdušia nízko nákladovými senzormi pri Základnej škole na ul. Hodžova v Trenčíne. Cieľom bolo sledovanie znečistenia ovzdušia suspendovanými časticami frakcie PM_{10} a $PM_{2,5}$ vzhľadom na limitné hodnoty počas 7 dní merania v bezprostrednom okolí školy, kde sa denne pohybujú stovky detí, rodičov a zamestnancov. Toto meranie predstavuje dôležitý krok vpred – ide o pilotný projekt, ktorý testuje možnosti lokálneho monitoringu a poskytuje základné dáta pre ďalšie rozhodnutia mesta, školy a rodičovskej komunity. Výsledky majú slúžiť predovšetkým rodičom, žiakom a pedagógom, aby získali predstavu o aktuálnom stave ovzdušia a možných rizikách.

Lokality merania

Merania prebiehali na dvoch miestach:

- **Monitorovacia stanica ED-26-004: Ul. Hodžova**
 - umiestnené na strome pri ceste (elektrické pripojenie z kancelárie riaditeľa). Toto miesto reprezentuje priamu expozíciu dopravnému znečisteniu.
- **Monitorovacia stanica ED-26-003: Ul. Osvienčimská**
 - pri vstupe do školy pre prvý stupeň – konštrukcia prístrešku (elektrické pripojenie z triedy). Miesto reprezentuje prostredie, kde deti vstupujú do budovy.

Mapa areálu Základnej školy



Monitorovacie lokality



- Stanica ED-26-004 – Ul. Hodžova (pri ceste, umiestnené na strome)



- ED-26-003 – Ul. Osvienčinská (vstup do školy pre 1. stupeň)

Dôležitá technická poznámka k časovej synchronizácii:

Všetky údaje zo senzorov sú zaznamenávané v čase UTC. V období merania (jún 2026) platil letný čas SELČ (UTC + 2 hodiny). Pri interpretácii grafov zo senzorických staníc **enviDUST** je preto potrebné všetky časové údaje posunúť o dve hodiny dopredu. Napríklad hodnota o 12:00 UTC zodpovedá 14:00 SELČ.

Pre porovnanie sme využili dáta z jedinej profesionálnej stanice Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia v správe Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ) v Trenčíne na Ul. Hasičskej. Ide o mestskú, dopravnú stanicu vzdialenú približne 1 km vzdušnou čiarou od miesta merania v areáli Základnej školy. Meranie prebiehalo kontinuálne počas celého týždňa, čo umožnilo zachytiť denné cykly, vplyv dopravných špičiek aj meteorologických podmienok.

2. Metodika merania

Monitoring bol realizovaný senzorovými jednotkami **enviDUST**, ktoré umožňujú kontinuálne meranie frakcií suspendovaných častíc PM₁₀ (hrubá frakcia) a PM_{2,5} (jemná frakcia schopná preniknúť hlboko do pľúc).

enviDUST

MONITOR VZDUCHU VO VONKAJŠOM OVZDUŠÍ

Chcete poznať kvalitu ovzdušia pre občanov mesta alebo obce?

Senzorická jednotka **enviDUST** je zariadenie slúžiace k online monitorovaniu kvality ovzdušia v určenej lokalite. K tomuto účelu využíva rôznych typov senzorov podľa požiadaviek zákazníka na monitorované veličiny.

Senzor prachu - monitorujúci veľkosť a množstvo častíc frakcie PM₁, PM_{2,5}, PM₁₀ v ug/m³ pracujúci na optickom princípe v efektívnom rozmedzí 0-500 ug/m³ (pre PM₁₀ a PM_{2,5}).



Meranie hmotnostnej koncentrácie a početnej koncentrácie aerosólových častíc v reálnom čase.

Optická metóda na princípe rozptylu svetla.

Kľúčové výhody a funkcie



Modulárna jednotka



Možnosť vytvorenia lokálnych meracích sietí.



Nízke obstarávacie náklady v porovnaní s profesionálnymi analyzátormi. Žiadny spotrebný materiál potrebný na prevádzku - nízke prevádzkové náklady.



Kompaktná jednotka s variabilnou možnosťou inštalácie.



Online zasielanie nameraných dát pomocou technológie GSM + GPS.



Napájanie - vnútorný spínavý zdroj s maximálnym výkonom 25W input 230V/0,11A, output 5V/5A.



Pracovná teplota: minimálna teplota prostredia -15 °C, maximálna teplota prostredia +40°C.



Kraba (151x125x90mm), polykarbonát, nehorľavý, samo zhášajúci, IP44 - uchytenie na stenu, vertikálne alebo horizontálnu konštrukciu (zábradlie, VO).

TECHNICKÉ PARAMETE

Princíp merania: Optický rozptyl laserových lúčov

Merané veličiny (simultánne): PM₁, PM_{2,5} a PM₁₀,

Výrobca prachového senzora: Sensirion

Životnosť senzora : 48 mesiacov

Hmotnostná koncentrácia: 0 – 500 µg/m³

Priemerovanie dát: štandardne 10/60 min.

Priemerná spotreba: 3 Wh

Prevádzková teplota: -15 až +40 °C

Napájanie: 230 V; 50/60 Hz;

Rozmery: 151 × 125 × 90 mm (V × Š × H)

Krytie: IP44, AL držiak na uchytenie stanice na stenu, vertikálnu alebo horizont. konštrukciu

Riadiaca jednotka: Mikropočítač BeagleBone



Suspendované častice a limitné hodnoty

Pri spaľovaní palív a pri ďalších priemyselných činnostiach vznikajú emisie suspendovaných častíc PM (z anglického particulate matter), vo všeobecnosti zmes rôznych častíc pevného a kvapalného skupenstva. Emitované suspendované častice majú rôzne veľkostné a chemické zloženie podľa charakteru zdroja a spôsobu vzniku. Môžu obsahovať ťažké kovy a predstavujú nosné médium pre prchavé organické látky a polyaromatické uhľovodíky. Z hľadiska limitných hodnôt sa najčastejšie sledujú veľkostné frakcie PM₁₀ a PM_{2,5}.

Na koncentráciách PM meraných v ovzduší sa okrem primárnych emisií významne podieľajú sekundárne aerosolové častice vznikajúce priamo v ovzduší zo svojich plynných prekurzorov fyzikálnochemickými reakciami.

Emisie suspendovaných častíc sú vnášané do ovzdušia jednak spaľovacími procesmi (priemyselné zdroje, lokálne kúreniská, doprava), významné množstvo emisií PM vzniká z fugitívnych zdrojov (kameňolomy, skládky prašných materiálov, manipulácia s prašnými materiálmi a pod.). Emisie suspendovaných častíc vznikajú tiež z oterov pneumatík, brzdového obloženia a abrázie vozoviek. Kvalitu ovzdušia ovplyvňuje tiež resuspenzia častíc.

Najvýznamnejším zdrojom suspendovaných častíc na Slovensku je vykurovanie domácností tuhými palivami, ktoré výrazne zhoršuje kvalitu ovzdušia, najmä v zimnom období.

*(Zdroj údajov: Grafická ročenka „Znečistení ovzduší na území České republiky v roce 2017“, Český hydrometeorologický ústav

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/Obsah_CZ.html;

Znečisťujúce látky a ovzdušie, Informácie pre laickú verejnosť web SHMÚ

<https://www.shmu.sk/sk/?page=229>)

Limitné hodnoty pre vybrané znečisťujúce látky na ochranu zdravia ľudí, príloha č. 1 k vyhláske č. 250/2023 Z. z. o kvalite ovzdušia.

Tabuľka : Limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí

Znečisťujúca látka	Priemerované obdobie	Limitná hodnota
Častice PM ₁₀	1 deň	50 µg/m ³ sa nesmie prekročiť viac ako 35-krát za kalendárny rok
	Kalendárny rok	40 µg/m ³
Častice PM _{2,5}	Kalendárny rok	20 µg/m ³

3. Zdravotné aspekty

V prípade tzv. citlivých skupín obyvateľstva je väčšia pravdepodobnosť výskytu zdravotných príznakov spôsobených zhoršenou kvalitou ovzdušia. Medzi tieto skupiny patria napr. deti, tehotné ženy a ich plody, podvyživení a chronicky chorí ľudia a seniori.

Deti sú voči znečisteniu ovzdušia citlivejšie ako dospelí. Ich dýchací systém je ešte vo vývoji, dýchajú rýchlejšie a trávajú viac času vonku. Kvôli nízkemu vzrastu majú nižšie položenú dýchaciu zónu (bližšie k zemi sú vyššie koncentrácie znečisťujúcich látok) a navyše častejšie dýchajú ústami, čím môže zo znečisteného ovzdušia preniknúť do organizmu viac škodlivín.

Dlhodobá expozícia aj nízkym koncentráciám PM môže prispievať k:

- častejším respiračným ochoreniam,
- zhoršeniu alergií a astmy,
- rozvoju srdcovocievnych ochorení,
- ovplyvneniu kognitívneho vývoja,
- zvýšenému riziku chronických ochorení v dospelosti.

Častice PM môžu samy o sebe pôsobiť dráždivo. Okrem veľkosti zohráva úlohu aj ich morfológia a chemické zloženie. Neexistuje bezpečná dolná hranica a negatívne zdravotné účinky sa môžu prejavíť aj pri veľmi nízkych koncentráciách.

Zdroj údajov: Vplyv znečistenia ovzdušia na verejné zdravie, Príloha č.4 k metodickému pokynu k riadeniu kvality ovzdušia, november 2023, Verzia 2, web MŽP SR

https://www.minzp.sk/files/oblasti/ovzdušie/ochrana-ovzdušia/dokumenty/strategia-ochrany-ovzdušia/prio4-4_vplyv-znecistenia-ovzdušia-verejne-zdravie_verzia-2.pdf; Odborná zpráva ČHMÚ, oddělení kvality ovzduší, Bystrc, Vejrostova vyhodnocení měřicí kampaně 2020)

4. Výsledky merania

Celkový stav kvality ovzdušia

Počas celého monitorovacieho obdobia boli priemerné denné koncentrácie častíc PM₁₀ výrazne pod 24 hodinovou limitnou hodnotou 50 µg/m³. Priemerné denné koncentrácie PM₁₀ sa na oboch lokalitách pohybovali v rozmedzí 2 – 8 µg/m³.

Tabuľka hodnôt priemerných denných koncentrácií PM₁₀ a PM_{2,5} na ul. Hodžova a ul. Osvienčinská

Hodžova	7.6.2026	8.6.2026	9.6.2026	10.6.2026	11.6.2026	12.6.2026	13.6.2026
PM ₁₀ - 24h [µg/m ³]	3	3	5	4	1	1	3
PM _{2,5} - 24h [µg/m ³]	2	2	4	3	1	1	2

Osvienčinská	7.6.2026	8.6.2026	9.6.2026	10.6.2026	11.6.2026	12.6.2026	13.6.2026
PM ₁₀ - 24h [µg/m ³]	3	3	4	4	1	1	2
PM _{2,5} - 24h [µg/m ³]	2	2	3	3	1	1	2

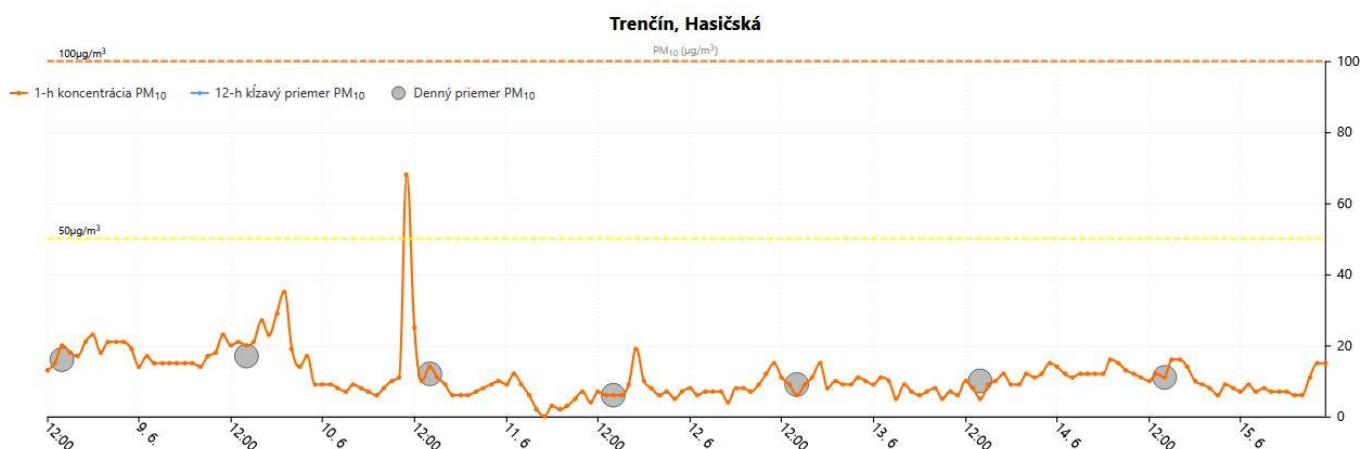
Porovnanie s SHMÚ stanicou

Stanica imisného monitoringu SHMÚ na Hasičskej ulici v Trenčíne namerala počas týždňa priemerné denné koncentrácie PM₁₀ od 6 do 17 µg/m³. Naše lokálne merania korelovali s týmito hodnotami, ale ukázali aj lokálne špičky spôsobené priamou dopravou pred školou.

Tabuľka denných priemerov PM₁₀ na vybraných staniciach SHMÚ (8.–12. 6. 2026):

Stanica	8.6.	9.6.	10.6.	11.6.	12.6.
Trenčín, Hasičská	16	17	12	6	9
Bratislava (priemer)	17-18	18-22	7-14	4-8	4-9
Ostatné stanice (okres)	10-22	11-28	7-17	4-7	5-11

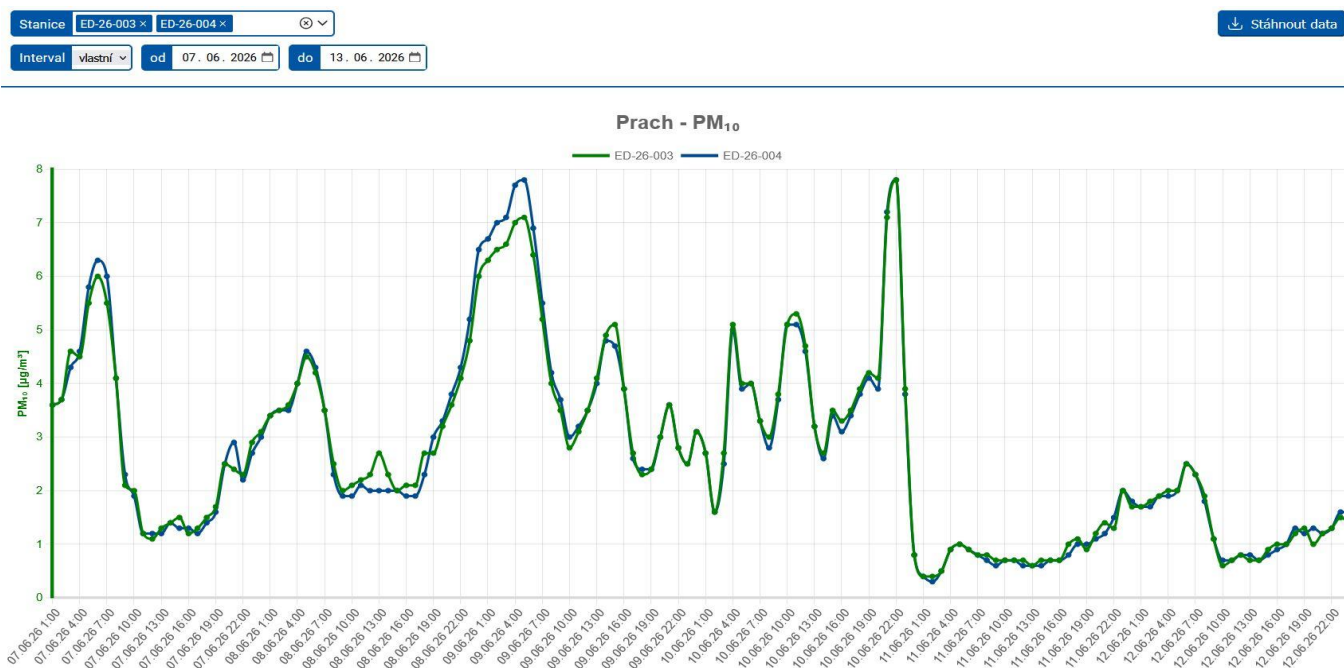
Graf denných priemerov PM₁₀ na monitorovacej stanici SHMÚ Trenčín (8.–14. 6. 2026):



Detailná analýza grafov

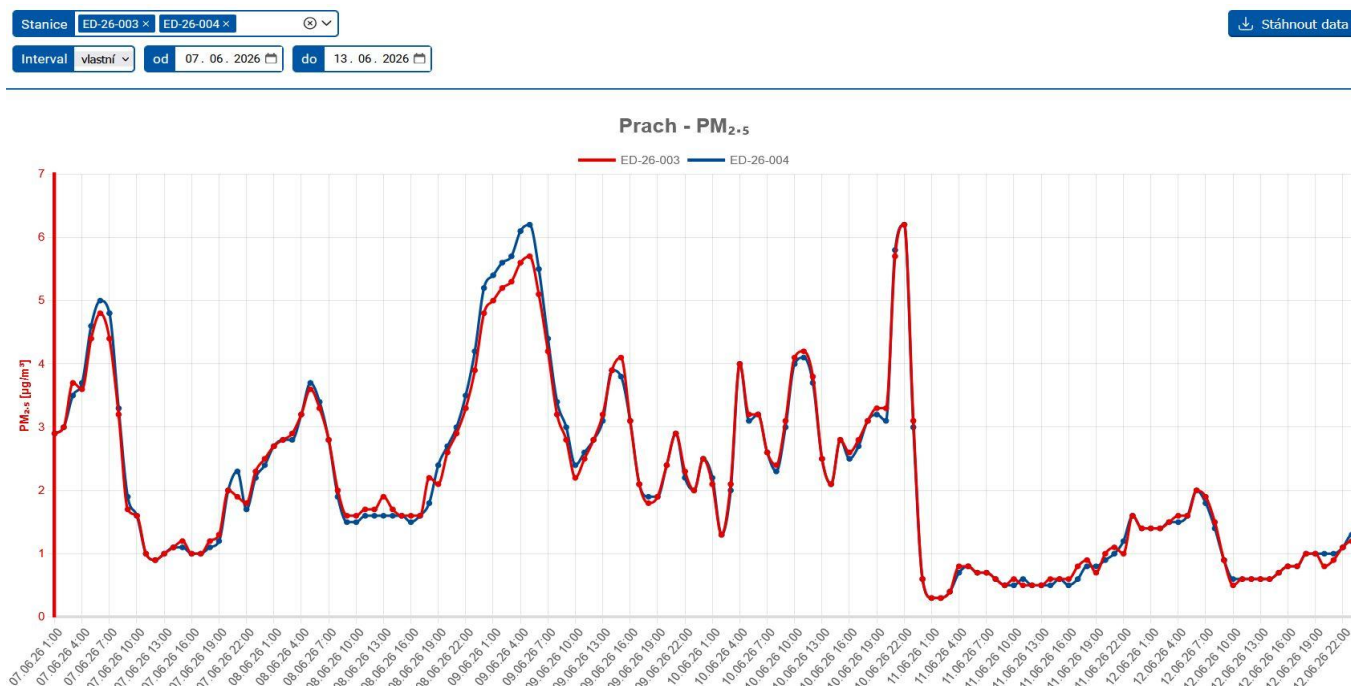
Porovnávacie graf PM₁₀ (ED-26-003 vs. ED-26-004):

Obidve krivky (zelená – Osvienčimská, modrá – Hodžova) vykazujú podobný priebeh s výraznými dennými cyklami. Najvyššie hodnoty sa pravidelne objavovali v ranných hodinách (7:00 – 9:00 SELČ) a popoludňajších hodinách (14:00 – 16:00 SELČ), čo priamo koreluje s príchodom a odchodom detí a rodičov autom. Detailný graf zo stanice SHMÚ Hasičská ukazuje jeden výrazný peak (pravdepodobne lokálneho charakteru), ale celkovo potvrdzuje nízku úroveň znečistenia v meste počas tohto obdobia.



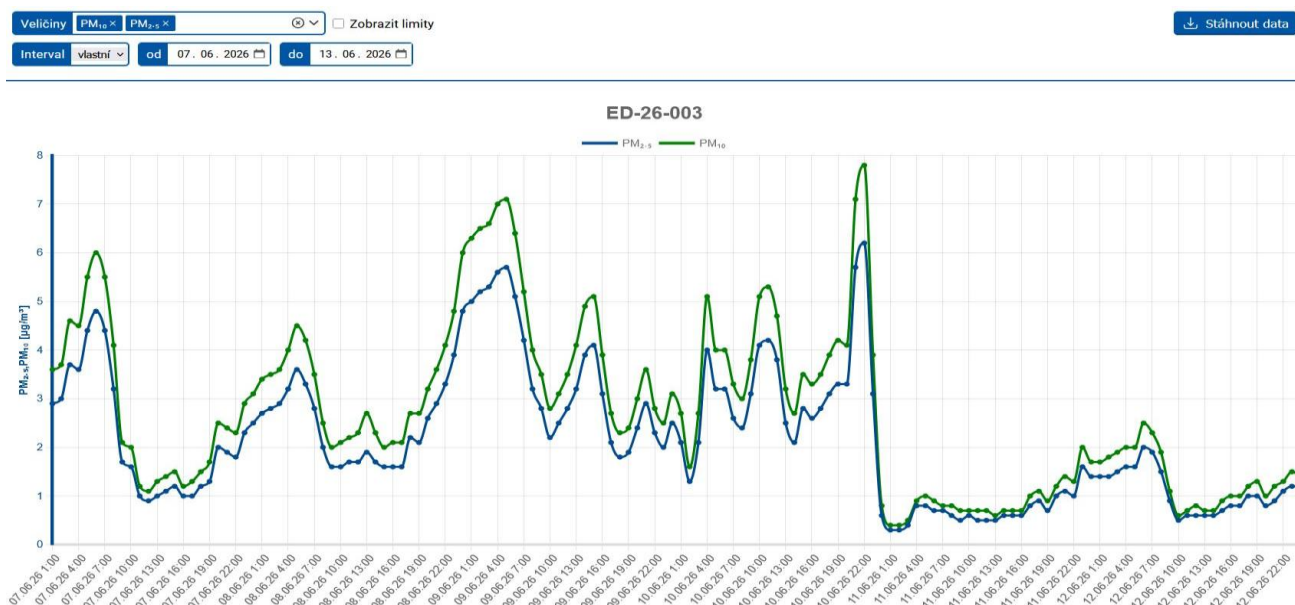
Porovnávací graf $PM_{2,5}$:

Pomer $PM_{2,5}/PM_{10}$ bol počas týždňa relatívne vysoký, čo zvyšuje potenciálne zdravotné riziká.



Detailné grafy z jednotlivých lokalít (Osvienčimská a Hodžova) :

Viditeľné sú opakujúce sa denné rytmy. Najvyššie namerané priemerné hodinové hodnoty koncentrácií dosiahli 7–8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

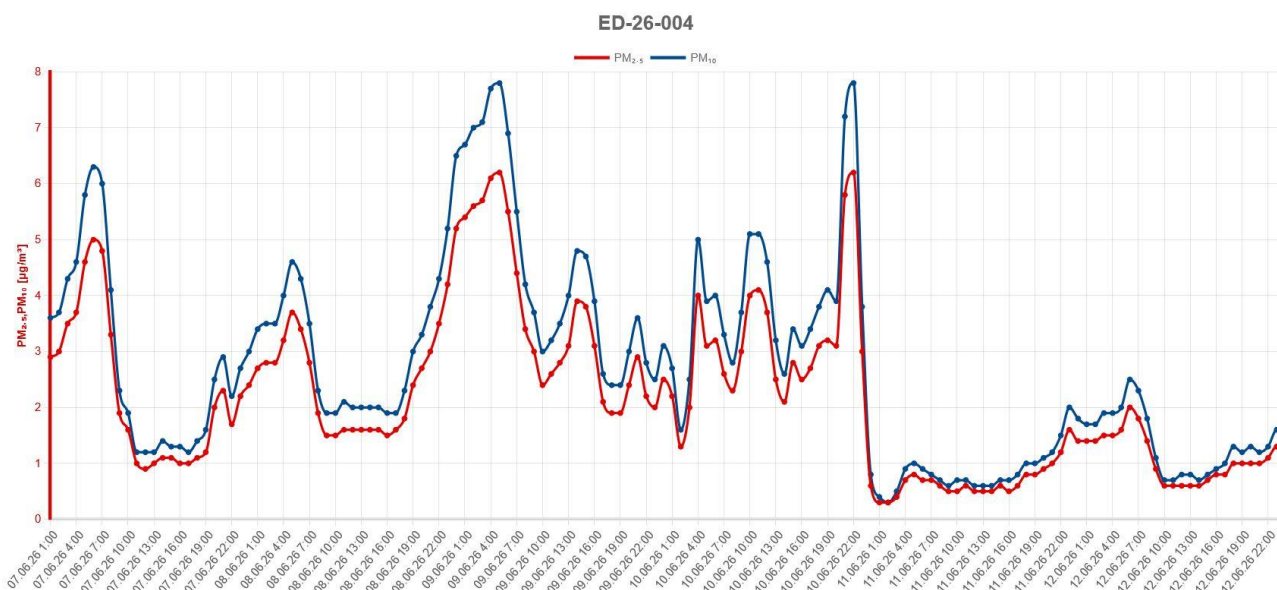


- Graf koncentrácií $PM_{2,5}$ a PM_{10} - stanica Osvienčimská

Veličiny: ☐ Zobrazit limity

Interval: od: do:

[Stáhnout data](#)



- Graf koncentrácií PM_{2,5} a PM₁₀ - stanica Hodžova

5. Meteorologické podmienky

Jún 2026 priniesol priaznivé rozptyľové podmienky – vyššie teploty, slnečné počasie a pravidelné vetranie. Z verejne dostupných informácií a dát SHMÚ vieme, že v dňoch 09.06.2026 na západnom Slovensku pršalo +/- niekde aj 30 mm, 10.06.2026 doznievali zrážky a 11.06.2026 padlo v niektorých lokalitách trenčianskeho okresu +/- 10 mm čo ovplyvnilo a znížilo koncentrácie PM. Tieto faktory pomáhali rýchlo rozptyľovať znečistenie. Koncentrácie boli preto nižšie, ako by sme očakávali v jesenných alebo zimných mesiacoch, keď dochádza k teplotným inverziám a kumulácii škodlivín. Tento fakt podčiarkuje dôležitosť dlhodobého monitoringu – jednorazové letné meranie nemôže plne reprezentovať situáciu počas celého roka.

6. Diskusia a obmedzenia pilotného projektu

Toto meranie bolo prvým v lokalite a prinieslo cenné informácie. Ukázalo však aj limity:

- Jednotýždňové meranie nedokáže zachytiť sezónne variácie.
- Senzorické merania dopĺňajú, ale nenahrádzajú referenčné prístroje monitoringu kvality ovzdušia.
- V Trenčíne funguje len jedna profesionálna stanica – to je nedostatočné pre mesto s hustejšou zástavbou a viacerými školami.

Preto je nevyhnutné vykonávať monitoring pravidelne a kontinuálne počas celého roka, aby sme pochopili reálne trendy a riziká.

7. Odporúčania a ďalšie kroky

Na základe výsledkov navrhujeme:

1. Zavedenie pravidelného monitoringu na viacerých školách v Trenčíne.
2. Realizáciu dopravných opatrení (bezpečné pešie zóny, regulácia zastavovania áut priamo pred školou).
3. Zvýšenie podielu pešej, cyklo a MHD dopravy.
4. Vytvorenie zelených bariér (stromy, kríky) medzi cestou a školským areálom.
5. Zapojenie žiakov do environmentálnej výchovy a občianskej vedy (napr. vlastné merania).
6. Spoluprácu mesta, školy, rodičov a firiem na systematickom zlepšovaní.

Záver

Pilotný monitoring v rámci projektu BEZDRADOŠ potvrdil, že kvalita ovzdušia v okolí ZŠ Hodžova bola počas týždňovej monitorovacej kampane 2026 dobrá a výrazne pod rizikovými hodnotami. Zároveň však ukázal význam lokálnych meraní a potrebu dlhodobého sledovania.

Je však potrebné vziať do úvahy, že na hodnoty zo senzorov sa v žiadnom prípade nemôže nahliadať ako na presne namerané koncentrácie znečisťujúcich látok (nejde o certifikované referenčné senzory). Údaje sú teda využiteľné iba na detekciu trendov (t. j. zmien) v ovzduší, prípadne na hrubý odhad úrovni koncentrácií podľa dobre zváženeho indexu kvality ovzdušia (napr. zlé, stredné, dobré atď.; takýto index však pre senzory zatiaľ nebol stanovený).

Platí teda, že merania senzorickými snímačmi nemožno využívať na vyhodnocovanie plnenia požiadaviek vyplývajúcich z environmentálnej legislatívy ani ako podklady na hodnotenie zdravotných dopadov alebo iné rozhodnutia, ktoré by zasahovali do života občanov a prípadne obmedzovali ich práva, vrátane prípadov, keď by takéto rozhodnutia mali za následok výrazné ekonomické náklady alebo straty.

Nízkonákladové senzory však rovnako ako v tomto projekte môžu byť využité ako doplnok existujúceho monitoringu národnej monitorovacej siete, na dočasné meracie kampane za účelom prvého prieskumu nových potenciálne problémových lokalít (hotspotov), za účelom vykonávania diferenčného merania na rôznych lokalitách, vrátane možnosti využitia dát na edukatívne a výskumné účely.

Prílohy (Všetky grafy v plnom rozlíšení)

- Graf SHMÚ Trenčín – Hasičská (PM₁₀)
- Porovnanie PM₁₀ medzi stanicami enviDUST
- Porovnanie PM_{2,5} medzi stanicami enviDUST
- Detailný graf ED-26-004 (Hodžova)
- Detailný graf ED-26-003 (Osvienčinská)
- Tabuľka SHMÚ denných priemerov

V Trenčíne, 20.6.2026

kolektív ENVitech s.r.o.