



Správa z meraní znečistenia ovzdušia ultrajemnými časticami z lokálnych kúrenísk



Kaare Press-Kristensen, Miloš Veverka
o. z. CEPTA

Február 2025

Spolufinancované Európskou úniou. Vyjadrené názory a stanoviská sú výlučne názormi autorov a nemusia nevyhnutne odrážať názory Európskej únie alebo CINEA. Európska únia ani orgán poskytujúci grant za ne nenesú zodpovednosť.

Projekt je spolufinancovaný z prostriedkov štátneho rozpočtu SR prostredníctvom Ministerstva životného prostredia SR.



Predhovor

Predkladaná správa vznikla ako súčasť projektu LIFE IP – Zlepšenie kvality ovzdušia (populair), úplný názov projektu: „Zlepšenie implementácie programov na zlepšenie kvality ovzdušia na Slovensku posilnením kapacít a kompetencií regionálnych a miestnych orgánov a podporou opatrení v oblasti kvality ovzdušia“, číslo projektu: LIFE18 IPE/SK/000010.

Správu vypracovalo Centrum pre trvaloudržiateľné alternatívy (CEPTA) ako pridružený prijímateľ (partner) vyššie uvedeného projektu.

Hlavným cieľom bolo zmerať znečistenie ovzdušia (koncentrácia ultrajemných PM častíc) spôsobené spaľovaním tuhých palív v lokálnych kúreniskách vo vybraných mestách a obciach Slovenska.

Merania boli uskutočnené **od 07.11 do 12.11.2024**.

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

Summary

This report was prepared within the LIFE IP – Air Quality Improvement (Populair) project by the Centre for Sustainable Alternatives (CEPTA). The main objective was to measure air pollution caused by the combustion of solid fuels in local household heating systems in selected towns and villages in Slovakia. The measurements focused on concentrations of ultrafine particulate matter and were conducted from 7 to 12 November 2024.

The results clearly show that heating with solid fuels significantly worsens air quality. Under poor dispersion conditions, such as calm weather and temperature inversions, pollution levels reach extremely high values, often exceeding 20,000 particles per cm³ of air (hourly average), a concentration considered harmful to health and recommended by the WHO to be avoided.

Air pollution becomes even more dangerous when inappropriate fuels are used, such as coal, wet wood, or waste materials (paper, plastics, or treated wood), as these produce not only large amounts of ultrafine particles but also various toxic chemicals. Emissions from local heating systems are particularly problematic because they occur directly in residential areas, leading to long-term and regular exposure throughout the heating season. Indoor air pollution can also be severe if smoke leaks into homes, especially when ventilation is insufficient.

The report highlights several measures to reduce harmful emissions, including using only dry wood and proper heating practices, installing modern low-emission heating devices, improving building insulation, and adopting non-combustion heating technologies such as solar collectors and heat pumps combined with photovoltaics. Implementing these measures can substantially reduce pollution from local heating, improve air quality both outdoors and indoors, and contribute to better health and quality of life for residents.

Autori/authors:

M.Sc. Kaare Press-Kristensen, Ph.D., HD(A), medzinárodný poradca pre kvalitu ovzdušia a klímu, Dánsko, kpk@greenglobalfuture.org, greenglobalfuture.org

Ing. Miloš Veverka, PhD., Centrum pre trvaloudržiateľné alternatívy, občianske združenie (CEPTA), administrátor projektu LIFE-IP SK AQ Improvement za o. z. CEPTA, Slovensko, milos.veverka26@gmail.com, www.cepta.sk

Foto na titulke: Dym z vykurovania rodinných domov drevom v obci Kozelník (okres Banská Štiavnica) je počas vykurovacej sezóny hlavným zdrojom znečistenia ovzdušia v obci, 11.11.2024.

Obsah

Predhovor.....	2
Summary.....	2
1. Úvod a metodika.....	4
2. Gemerská Poloma a Dobšiná	4
3. Kozelník a Banská Belá	8
4. Banská Štiavnica	11
5. Vnútorné znečistenie z vykurovania	14
8. Záver	16

1. Úvod a metodika

Cieľom meraní ultrajemných častíc bolo zistiť do akej miery vplýva vykurovanie tuhými palivami na znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami vo vybraných oblastiach a mestách Slovenska. Merania sme uskutočnili od 07.11 do 12.11.2024 v nasledovných mestách a obciach Slovenska:

- Gemerská Poloma (09.11.2024)
- Dobšiná (09.11.2024)
- Banská Štiavnica – vnútorné znečistenie (09.11.2024)
- Kozelník (11.11.2024)
- Banská Belá (11.11.2024)
- Banská Štiavnica (11.11.2024)

Merania boli vykonávané prístrojom P-Trak Ultrafine Particle Counter od TSI, model 8525 (obr. 1), ktorý meria ultrajemné prachové častice s priemerom 0,02 - 1 μm ako počet častíc na 1 cm^3 vzduchu. Prístroj je kompaktný, dobre prenosný a hlavnou výhodou je meranie v reálnom čase, čo umožňuje identifikovať zdroj znečistenia.

Prístroj meria v sekundových intervaloch. Vo väčšine grafov sú použité minútové priemery.

Pri meraní vnútorného znečistenia v rodinnom dome v Banskej Štiavnici boli vykonané paralelné merania 2 rovnakými prístrojmi P-Trak v rovnakom čase na rôznych stanovištiach (prízemie, poschodie).



Obr. 1: Prenosný merací prístroj P-Trak, model 8525.

2. Gemerská Poloma a Dobšiná

Znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami v obciach Gemerská Poloma a Dobšiná sme merali v sobotu 09.11.2024 podvečer až večer. Počasie bolo ustálené, jasno. Inverzný charakter a bezvetrie, resp. len slabý vietor bránili rozptylu znečisťujúcich látok.

Merali sme v uliciach obcí v zástavbách rodinných domov mimo frekventovaných ciest. V čase meraní nebola na uliciach žiadna doprava, znečistenie ultrajemnými časticami bolo spôsobené výlučne vykurovaním rodinných domov pevným palivom (väčšinou drevo). Keďže bola sobota podvečer až večer a chladno, v mnohých rodinných domoch sa kúrilo.

V obci Gemerská Poloma sme sa zastavili cestou do Dobšinej, keďže znečistenie z kúrenia bolo zrejme už na prvý pohľad – v rámci obce sa vznášala vrstva dymu (obr. 2). Hodnoty, ktoré ukázal merací prístroj hneď na začiatku meraní nás však prekvapili (obr. 3). Trasa meraní je zobrazená modrou a oranžovou krivkou na mapke obr. 4, namerané hodnoty sú v grafe na obr. 5.

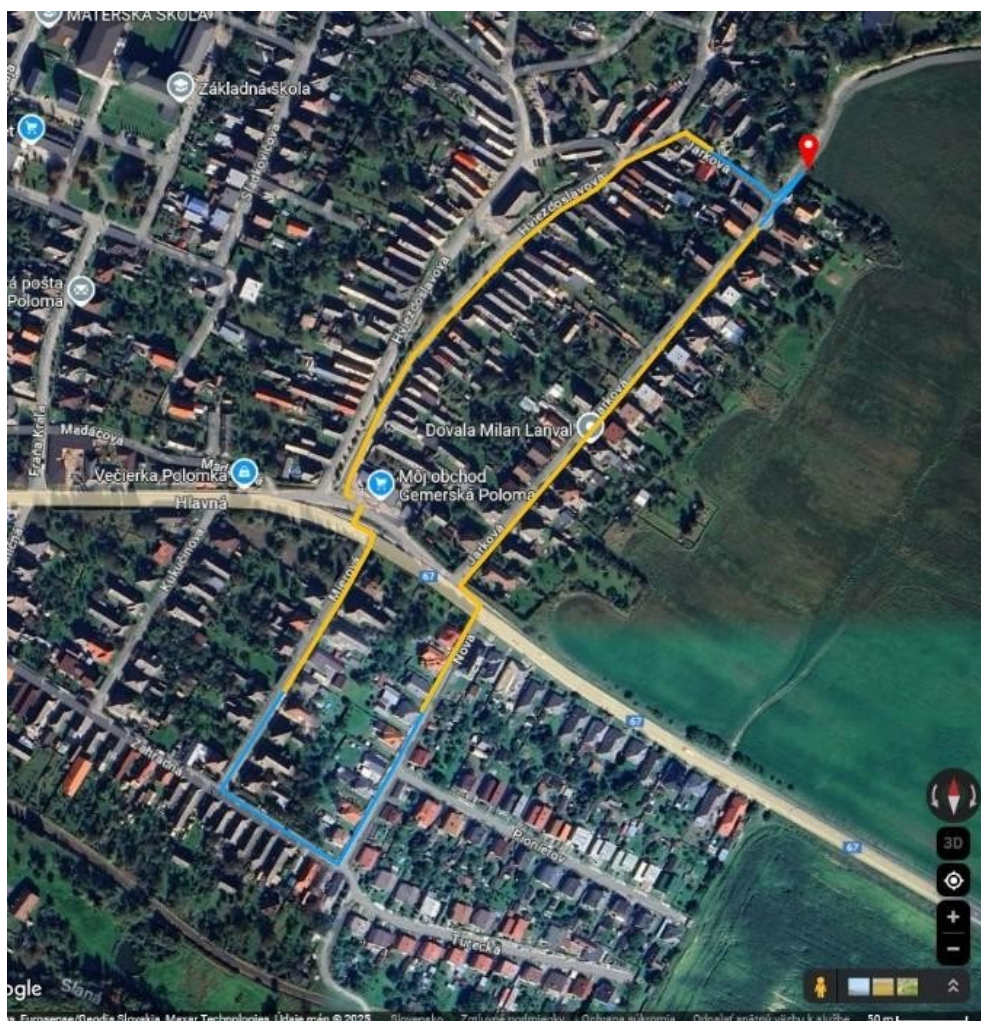
Obr. 2: Dymová vrstva z vykurovania rodinných domov v obci Gemerská Poloma.



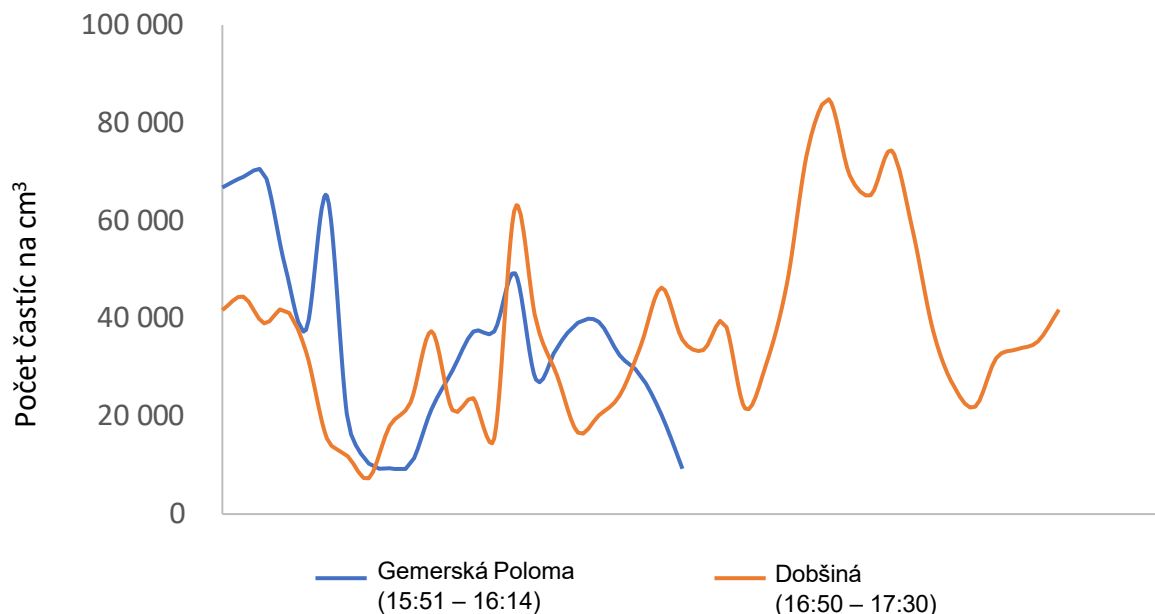
Obr. 3: Začiatok meraní v obci Gemerská Poloma pred miestnym supermarketom (fotka vľavo), pokračujeme do nižšie položenej časti obce po ul. Mierová (fotka vpravo).



Obr. 4: Trasa meraní v obci Gemerská Poloma (modrá a oranžová krivka). Oranžová časť označuje úseky v dymovej vrstve s koncentráciou cez 30 000 častíc na cm^3 vzduchu. Červený bod je meranie pozadia na hornom konci obce nad dymovou vrstvou.



Obr. 5: Znečistenie ultrajemnými časticami z lokálnych kúrenísk v obciach Gemerská Poloma a Dobšiná 09.11.2024



Gemerská Poloma – priemer: 35 340 častíc na cm³

Dobšiná – priemer: 36 780 častíc na cm³



Obr. 6: Pod dymovou vrstvou – dolný koniec ul. Mierová, Gemerská Poloma. 9 490 č./cm³.



Obr. 7: V dymovej vrstve – ul. Jarková, Gemerská Poloma. 33 800 častíc/cm³.



Obr. 8: Tesne nad dymovou vrstvou – horný koniec ul. Jarková. 10 000 č./cm³.



Obr. 9: Nad dymovou vrstvou – pozadie - horný koniec ul. Jarková. 4 510 č./cm³.

V Gemerskej Polome sme začali merať pred miestnym supermarketom, kde prístroj ukázal cez 60 000 častíc na cm³ (obr. 3), následne sme kráčali po ul. Mierová na dolný koniec obce k ul. Záhradná (obr. 4). Keď sme sa dostali pod sivú dymovú vrstvu, hodnoty znečistenia klesli z 60 000 až 40 000 častíc na cm³ na úroveň okolo 8 500 až 9 500 častíc na cm³ – prvý výrazný pokles na modrej krivke grafu na obr. 5, obr. 6. Kráčajúc hore kopcom po ul. Nová sme sa opäť dostali do dymovej vrstvy a boli sme v nej počas meraní na ul. Jarková (oranžová časť trasy meraní, obr. 4). Hodnoty znečistenia sa pohybovali okolo 30 000 – 50 000 častíc na cm³ (obr. 7). Na hornom konci ul. Jarková sme sa dostali nad dymovú vrstvu pri poslednom dome (modrá

časť krivky, obr. 4) a znečistenie sa znížilo na 10 000 častíc na cm^3 – pokles modrej krivky na grafe na obr. 5 na konci meraní. Kúsok odtiaľ (červený bod na obr. 4) sme mohli zmerať pozadie obce, pretože veľmi slabý vietor fúkal zo severozápadu od polí a vzduch nebol ovplyvnený lokálnymi kúreniskami obce – prvé cca 3 minúty krivky na obr. 10.

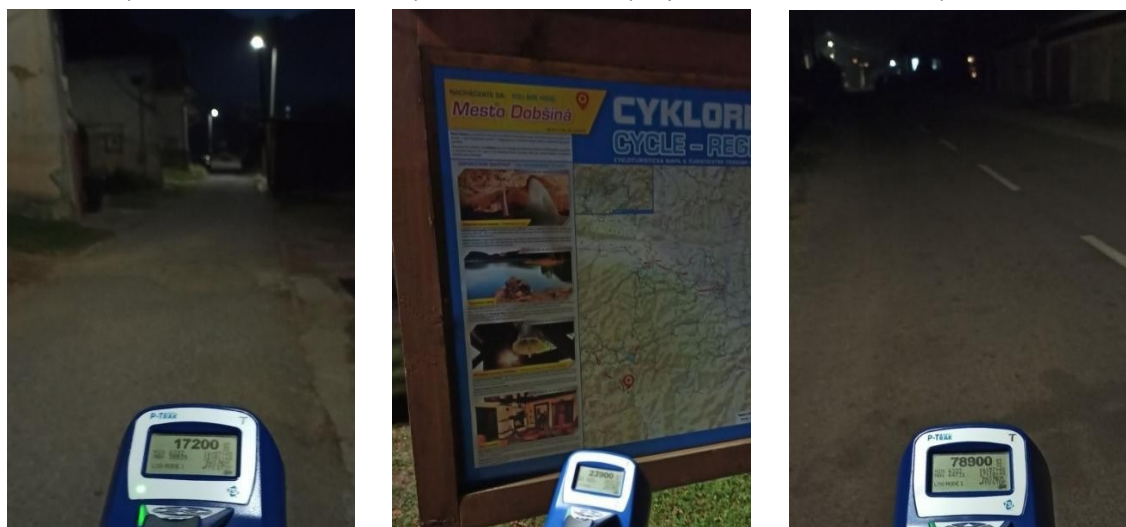
Obr. 10: Znečistenie ultrajemnými časticami z lokálnych kúrenísk v Gemerskej Polome – najprv pozadové znečistenie (horný koniec ul. Jarková), potom cesta po ul. Hviezdoslavovej k východnému bodu pri supermarkete.



Z grafu na obr. 10 je zrejmé, že pozadové znečistenie na okraji obce (červený bod na obr. 4), keď meriame vzduch neovplyvnený lokálnymi kúreniskami z rodinných domov, je podstatne nižšie – okolo 5 000 častíc na cm^3 vzduchu, ako znečistenie vnútri dymovej vrstvy v obci namerané aj cestou po Hviezdoslavovej ul. k východnému bodu pri supermarkete Jarková (oranžová časť trasy meraní, obr. 4). Podobne ako na ul. Jarková, aj tu hodnoty dosahovali 20 000 až 30 000 častíc na cm^3 vzduchu. V grafe sú použité sekundové merania, čo robí krivku kostrbatou.

V Dobšinej bola situácia veľmi podobná, priemerné znečistenie tu bolo len o málo vyššie, ako v Gemerskej Polome (obr. 5). Na obr. 11 sú fotky z meraní, obr. 12 ukazuje mapu s trasou meraní.

Obr. 11: Meranie znečistenia ultrajemnými časticami v uliciach Dobšinej. Vľavo -ulicou Skalná (17 200 častíc/ cm^3), stred – centrum obce (23 900 častíc/ cm^3), vpravo – ul. Železničná (78 900 častíc/ cm^3).



Obr. 12: Trasa meraní v obci Dobšiná (modrá krivka). Oranžová časť označuje úsek s extrémne znečisteným ovzduším s koncentráciou 60 000 až 80 000 častíc na cm^3 vzduchu.



Aj v Dobšinej prevládalo inverzné chladné bezveterné počasie a keďže bola sobota večer, v rodinných domoch sa intenzívne kúrilo. Vzduch bol extrémne znečistený najmä na dolnom konci obce na ul. Železničná, kde znečistenie dosahovalo 60 000 – 80 000 častíc na cm^3 vzduchu. Na trase meraní (obr. 12) je táto časť znázornená oranžovo.

3. Kozelník a Banská Belá

Znečistenie ovzdušia ultrajemnými časticami v obciach Kozelník a Banská Belá sme merali v pondelok 11.11.2024 podvečer. Počasie bolo ustálené, jasno. Inverzný charakter a bezvetrie, resp. len slabý vietor bránili rozptylu znečisťujúcich látok.

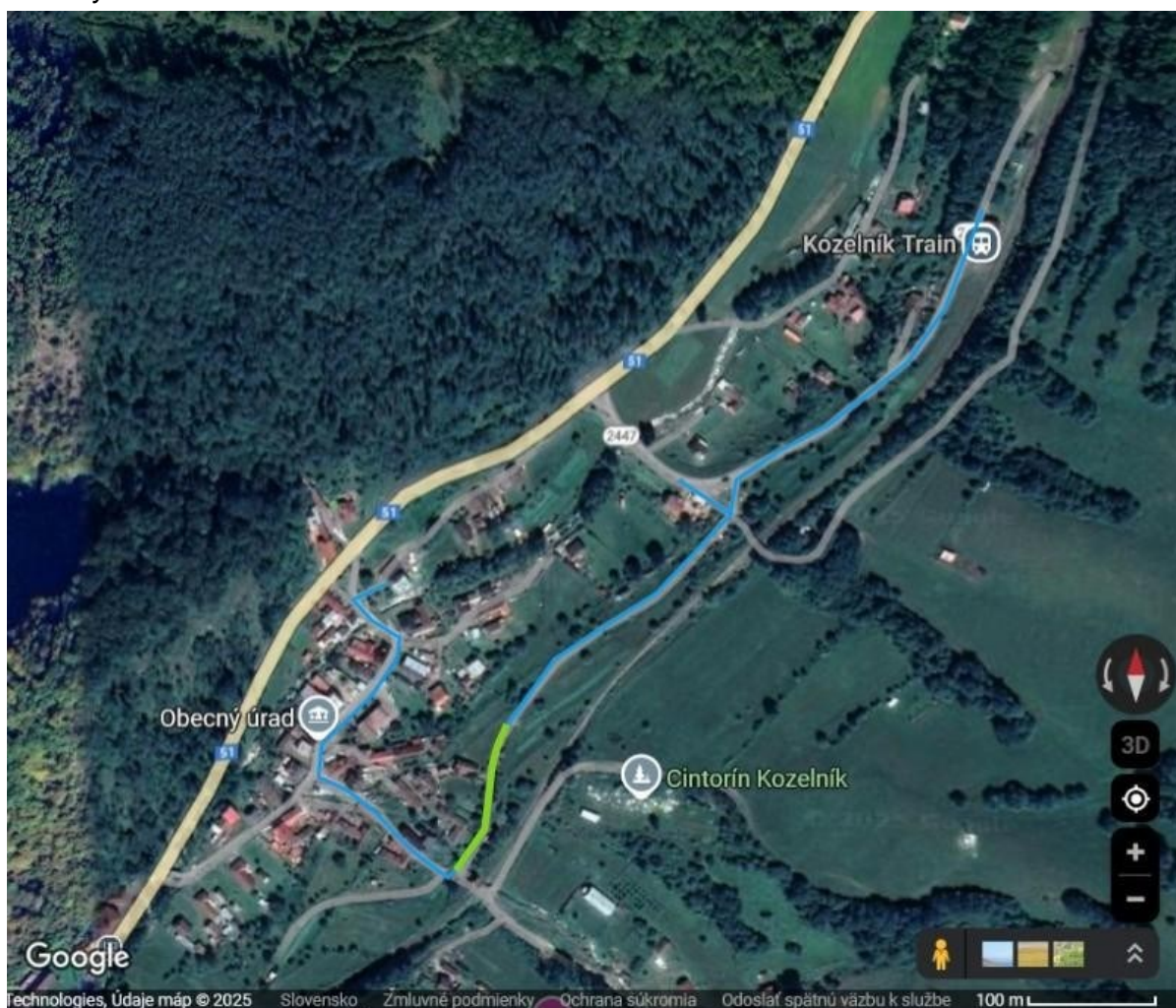
Merali sme v uliciach obcí v zástavbách rodinných domov mimo frekventovaných ciest. V čase meraní nebola na uliciach žiadna doprava, znečistenie ultrajemnými časticami bolo spôsobené výlučne vykurovaním rodinných domov pevným palivom (väčšinou drevo).

Obec Kozelník je malá obec v úzkom údolí zhruba na pol ceste medzi Hronskou Breznicou a Banskou Štiavnicou. Rodinné domy sú vykurované takmer výučne drevom. Keďže bolo poobede/podvečer, mnohé domy u kúrili a nad obcou sa vytvárala dymová vrstva (obr. 13). Trasu meraní v obci Kozelník znázorňuje obr. 14, namerané hodnoty sú v grafe na obr. 15.

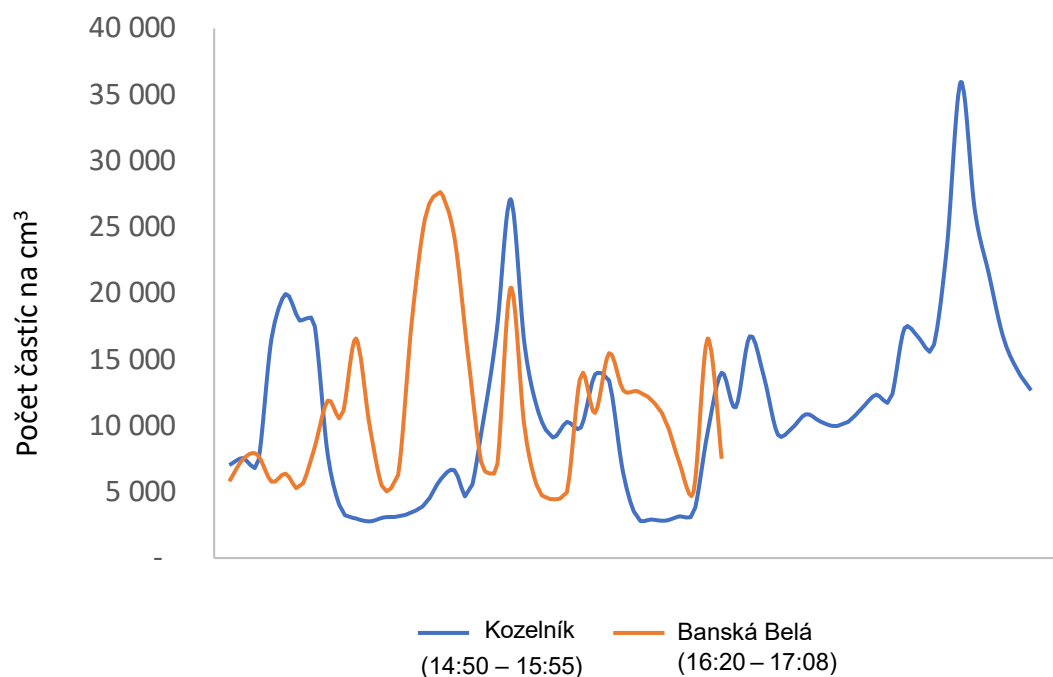
Obr. 13: Dymová vrstva v obci Kozelník 11.11.2024, 15:23



Obr. 14: Trasa meraní v obci Kozelník (modrá krivka). Zelená časť označuje úsek s čistým ovzduším mimo dymu z kúrenísk s koncentráciou okolo 3 000 častíc na cm^3 vzduchu.



Obr. 15: Znečistenie ultrajemnými časticami z lokálnych kúrenísk v obciach Kozelník a Banská Belá 11.11.2024



Kozelník – priemer: 11 430 častíc na cm³

Banská Belá – priemer: 11 300 častíc na cm³

Ako je zrejmá z grafu na obr. 15, znečistenie z lokálnych kúrenísk v obci Kozelník (modrá krivka) na viacerých miestach presiahlo hodnotu 20 000 častíc na cm³ vzduchu. Takéto znečistenie považuje WHO zdraviu škodlivé a ľudia by sa mu mali vyhýbať. Ľudia v obci Kozelník však v takomto znečistení žijú (obr. 16). Namerali sme tu však aj čistý vzduch, ak sme sa nachádzali mimo dymu z lokálnych kúrenísk (zelená časť trasy meraní na obr. 14).

Obr. 16: Meranie znečistenia ultrajemnými časticami v obci Kozelník. V úseku neovplyvnenom dymom z vykurovania na okraji obce sme namerali hodnoty okolo 3 000 častíc na cm³ (fotka vľavo), medzi domami hodnoty často presahovali 20 000 častíc na cm³ (fotka v strede), fotka vľavo – pri železničnej stanici, pohľad na zadymené údolie.



V obci Banská Belá sme namerali veľmi podobné znečistenie ako v Kozelníku – obr. 15, červená krivka. Priemerné hodnoty oboch obcí sú takmer rovnaké. Podvečer aj v Banskej Belej veľa domácností kúrilo, obec bola zadymená. Koncentrácia 20 000 častíc na cm^3 bola však významne prekročená len raz.

Na obr. 17 je meranie v Banskej Belej v pozadí s kostolom, dominantou obce. Trasa meraní je na obr. 18. Merania popri ceste I. triedy č. 51 (na mape znázornená žltou) boli prerušené, aby hodnoty neboli ovplyvnené ultrajemnými časticami z dopravy.



Obr. 17: Meranie znečistenia ultrajemnými časticami v obci Banská Belá.

Obr. 18: Trasa meraní v obci Banská Belá (modrá krivka).



4. Banská Štiavnica

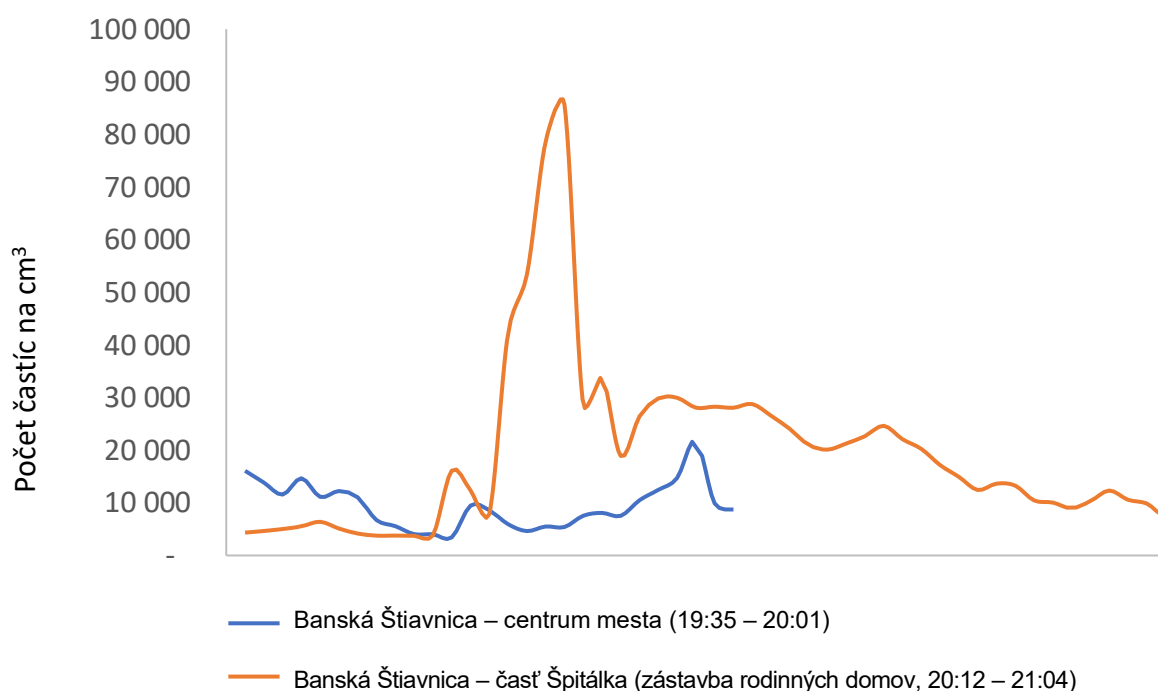
Meranie znečistenia ovzdušia ultrajemnými časticami z lokálnych kúrenísk v meste Banská Štiavnica bolo vykonané v pondelok 11.11.2024 večer. Počasie bolo ustálené, jasno. Inverzný charakter a bezvetrie, resp. len slabý vietor bránili rozptylu znečisťujúcich látok.

Merali sme mimo frekventovaných ciest v centre mesta na uliciach A. Pécha a Dolná Resla (obr. 19, 22) v čase 19:35 – 20:01 a v zástavbe rodinných domov v časti Špitálka na uliciach SNP, Ľ. Štúra, M. Hattalu, Slovanská a J. Matušku (obr. 21, 23) v čase 20:12 – 21:04. Počas meraní nebola na uliciach žiadna doprava, znečistenie ultrajemnými časticami bolo spôsobené výlučne vykurovaním rodinných domov pevným palivom (väčšinou drevo).

Obr. 19: Trasa meraní v centre mesta Banská Štiavnica (modrá krivka).



Obr. 20: Znečistenie ultrajemnými časticami z lokálnych kúrenísk v Banskej Štiavnici 11.11.2024



Z grafu na obr. 20 je zrejmé, že ovzdušie v časti Špitálka bolo oveľa viac znečistené ako ovzdušie v centre mesta. Možno to vysvetliť jednak tým, že centrum mesta (ulice A. Pécha a Dolná Resla) sú v strmom kopcovitom teréne, pomerne vysoko a znečistený chladný vzduch stekal nižšie. Na druhej strane časť Špitálka je nižšie položená a je tvorená výlučne rodinnými domami, z ktorých väčšina kúri pevným palivom (drevo, uhlie, prípadne aj odpady – podľa zápachu). Veľmi výrazný pík s minútovým priemerom takmer 90 000 častíc na cm³ vzduchu bol nameraný na ul. Ľ. Štúra v úseku znázornenom na obr. 21 oranžovou čiarou.

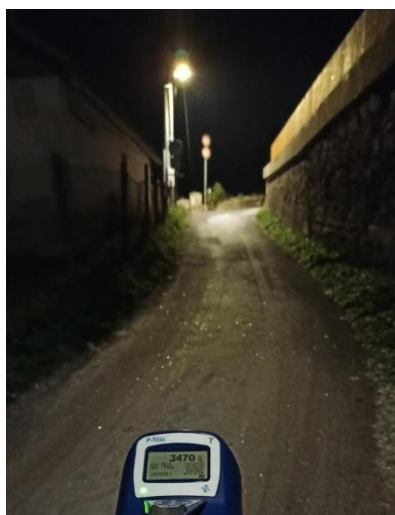
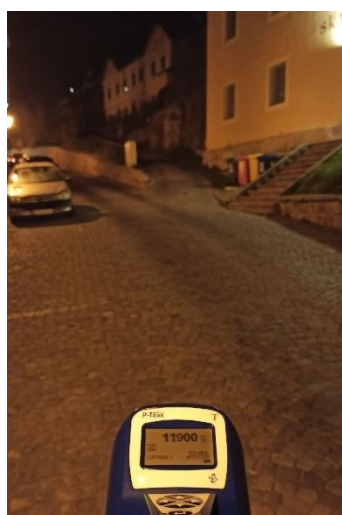
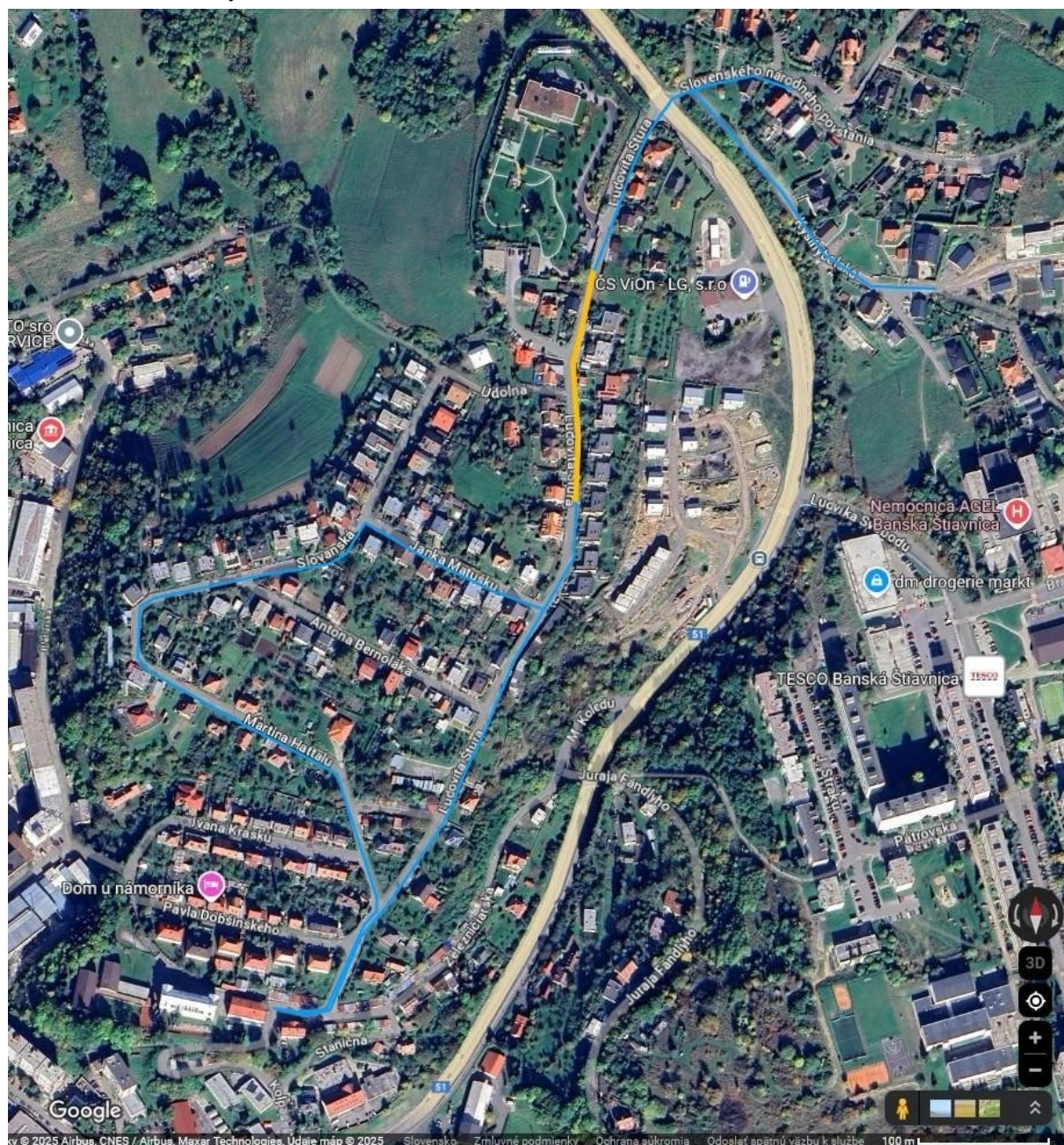
Banská Štiavnica – centrum mesta – priemer:

9 460 častíc na cm³

Banská Štiavnica – Špitálka – priemer:

19 120 častíc na cm³

Obr. 21: Trasa meraní v Banskej Štiavnici, časť Špitálka (modrá krivka). Oranžová časť označuje úsek s extrémne znečisteným ovzduším s koncentráciou 60 000 až takmer 90 000 častíc na cm^3 vzduchu.



Obr. 22: Meranie znečistenia ultrajemnými časticami v centre Banskej Štiavnice. Vľavo ul. A. Pécha (11 900 častíc/ cm^3), vpravo Dolná Resla (3 470 častíc/ cm^3).



Obr. 23: Meranie znečistenia ultrajemnými časticami v Banskej Štiavnici, časť Špitálka. Vľavo ul. Ľ. Štúra (63 600 častíc/cm³), vpravo ul. I. Krasku (23 200 častíc/cm³).

5. Vnútorne znečistenie z vykurovania

Vykurovanie tuhými palivami znečisťuje nielen vonkajšie ovzdušie, ale môže výrazne zhoršiť kvalitu vnútorného vzduchu v dome. Z našich predošlých meraní vieme, že k zhoršeniu vnútorného ovzdušia dochádza najmä, keď je vykurovacie zariadenie súčasťou interiéru domu a:

1. pri prikladaní do pece/krbu unikne časť dymu do interiéru domu,
2. na rozhorúčenom povrchu vykurovacieho telesa – najmä pri teplovzdušných krboch a sporákoch dochádza k páleniu prachu, ktorý je bežne súčasťou interiérovom vzduchu,
3. pri zlom odťahu spalín prenikajú spaliny rôznymi netesnosťami do interiéru – najmä pri rozkurovaní.

Pri každom z týchto spomenutých prípadoch vnútorný vzduch v dome obsahuje vysoké koncentrácie škodlivých ultrajemných častíc a je nutné zabezpečiť vyvetranie.

Merali sme znečistenie vnútorného ovzdušia v dome, ktorý má prízemie a poschodie a kde je zdrojom tepla moderná krbová pec s teplovodným výmenníkom umiestnená v obývačke (obr. 24). Pec nemá horúci povrch, na ktorom by dochádzalo k páleniu prachu ani dym neunikal netesnosťami do interiéru, ale pri prikladaní dreva do pece časť dymu vždy unikne do interiéru (možnosť č. 1). V peci sa rozkuruje zvrchu a kúri sa výlučne suchým drevom.

Dom je zároveň vybavený nútenou ventiláciou s rekuperáciou tepla, takže pri

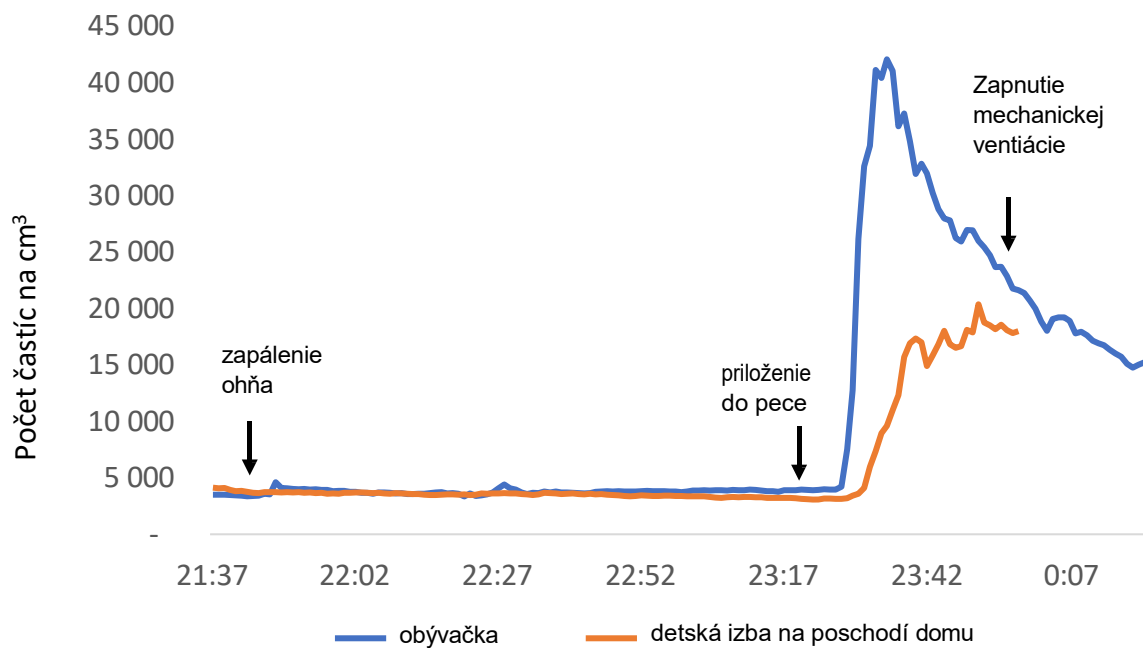


Obr. 24: Moderná krbová pec s teplovodným výmenníkom ako súčasť obývačky domu.

vetraní odpadový vzduch z interiéru ohrieva prichádzajúci čerstvý vzduch z vonku, čím sa minimalizuje strata tepla vetraním.

Meranie sme vykonali 09.11.2024 večer súčasne 2 prístrojmi P-Trak. Jeden prístroj meral ultrajemné častice na prízemí pri krbe v obývačke, druhý prístroj bol v detskej izbe na poschodí domu. Namerané hodnoty sú v grafe na obr. 25.

Obr. 25: Znečistenie vnútorného vzduchu v dome vykurovanom modernou krbovou pecou s teplovodným výmenníkom. Pec je umiestnená v obývačke.



Z nameraných hodnôt vyplýva, že zapálenie ohňa (obr. 26) nepredstavuje pre vnútorné prostredie domu znečistenie. K zhoršeniu kvality vzduchu dôjde až po zhorení prvej dávky paliva a priložení ďalšieho dreva. Pri prikladaní unikla časť dymu do vnútorného prostredia, čo spôsobilo cca 10 násobný nárast koncentrácie ultrajemných častíc v interiéri obývačky. Znečistenie sa s niekoľkokminútovým oneskorením prejavilo aj v detskej izbe na poschodí, bolo už výrazne zriedené. Zapnutie mechanickej ventilácie určite zlepší kvalitu vnútorného ovzdušia, znečistenie však klesá pomaly a vyžadovalo by si dlhšie meranie.

Obr. 26: Zapálenie ohňa (vľavo), ohnisko 5 min. po zapálení (stred) a ohnisko nejaký čas po priložení druhej dávky dreva.



8. Záver

Naše merania jednoznačne preukázali, že vykurovanie tuhými palivami výrazne zhoršuje kvalitu ovzdušia. Počas zlých rozptylových podmienok, keď prevláda bezvetrie a počasie inverzného charakteru, dosahuje znečistenie veľmi vysokých hodnôt, ktoré násobne prekračujú 20 000 častíc na cm³ vzduchu, čo je koncentrácia (hodinový priemer), ktorej sa WHO odporúča vyhnúť a považuje ju za zdravie škodlivú.

Znečistenie je ešte nebezpečnejšie vtedy, keď sa kúri nevhodnými palivami – uhlím, mokrým drevom, alebo odpadmi (papier, plasty, nábytkové dosky a pod.). Vtedy okrem veľkého množstva ultrajemných častíc vzniká aj veľa druhov škodlivých chemikálií.

Znečisťovanie z lokálnych kúrenísk je závažným problémom tým, že sa vyskytuje v obytných zónach priamo v okolí obydí a v miestach, kde sa dlhodobo zdržujú ľudia. Znečistenie je dlhodobé a pravidelné počas celej vykurovacej sezóny. Expozícia ultrajemným časticiam a iným škodlivým chemickým látkam z kúrenia je tak enormná najmä počas zlých rozptylových podmienok.

Pokiaľ je pec alebo krb v interiéri domu, môže dochádzať aj k veľmi silnému znečisteniu vnútorného ovzdušia v dome, najmä ak časť dymu unikne do interiéru. Pokiaľ sa dom nedostatočne vetrá, jeho obyvatelia sú dlhodobo vystavení vysokým koncentráciám škodlivých ultrajemných častíc.

Znížiť škodlivé emisie ultrajemných častíc z lokálneho vykurovania je možné nasledovne:

- kúriť výlučne len suchým drevom, nespáľovať odpady ani mokré drevo, dodržiavať zásady správneho kúrenia,
- na vykurovanie používať moderné vykurovacie zariadenia, ktoré majú nízky emisný faktor,
- kvalitne zateplíť dom, čím sa podstatne zníži potreba vykurovania,
- uplatňovať nespáľovacie spôsoby vykurovania ako sú solárne kolektory, tepelné čerpadlá optimálne v kombinácii s fotovoltikou.

Implementácia vyššie uvedených opatrení podstatne zníži znečistenie z lokálnych kúrenísk a zabezpečí čistejšie ovzdušie v obytných zónach aj v interiéroch domov, čo zlepší zdravie a kvalitu života ich obyvateľov.