

# Seminář ACTRIS-CZ 2023

Sborník abstraktů

  
Český  
hydrometeorologický  
ústav

# **Seminář ACTRIS-CZ 2023**

Sborník abstraktů

**1.–2. 11. 2023  
Váňův statek, Dubovice**

# Program semináře ACTRIS-CZ, 1.–2. 11. 2023

## Váňův statek

### 1. 11. 2023

10:00–10:15	Začátek semináře, uvítání + organizační pokyny	
10:15–10:30	Vliv odlesnění za tok látek v ekosystému malého lesního povodí u Observatoře Košetice	Holubová
10:30–10:45	Meziúseková spolupráce při tvorbě měsíčních zpravodajů	Škáchová
10:45–11:00	Informační geometrie a možnosti jejího využití	Beshir
11:00–11:20	přestávka	
11:25–11:40	Profilová měření větru a teploty vzduchu v městském prostředí pro využití v projektech ARAMIS a TURBAN	Keder
11:40–11:55	Analýza částic a identifikace zdrojů znečišťování ovzduší skenovacím elektronovým mikroskopem	Oujezdská
11:55–12:10	Spolupráce ČHMÚ, MPO a ČSÚ při zpracování statistických šetření o vytápění bytů.	Machálek
12:10– 12:25	Novinky v databázi ISKO	Novotný
12:30–13:40	oběd	
13:45–14:40	<b>Plenární přednáška: Rtut' nejen v atmosféře ČR</b>	<b>Navrátil</b>
14:40–14:55	Námraza – nezanedbatelná součást atmosférické depozice na českých horách	Hůnová
14:55–15:20	přestávka	
15:20–15:35	Ukončení sensorové měřicí kampaně v rámci projektu TURBAN – korekce, zkušenosti a výsledky měření po roce provozu sensorické sítě	Šindelářová
15:35–15:50	Laborka v Ostravě nad Labem	Böhmová
15:50–16:05	Koncepce měření jednotlivých veličin ve Státní síti imisního monitoringu	Novák
16:05–16:20	Suspended Particulate Matter Monitoring by Optical Light Scattering and Applicable QA/QC Principles	Weiß
16:20–16:40	přestávka	
16:40–16:55	Závislost VOC (isopren) na vzrůstající teplotě	Pacner
16:55–17:10	Úskalia pri príprave podkladov pre Programy na zlepšenie kvality ovzdušia v SR	Matejovičová
17:10–17:30	Obchodní činnosti ČHMÚ + open data (HVDs)	Brodáková
17:35–18:59	diskuze s kolegy / Setkání skupiny Popularizace	
19:00	večeře	

## 2. 11. 2023

9:15–9:30	Dýchat nebo kýchat	Hejkrliková
9:30–9:45	Vývoj a tvorba map znečištění ovzduší v rámci projektů ETC HE a ARAMIS	Horálek
10:00–10:15	Vývoj emisí skleníkových plynů v ČR	Rošková
10:15–10:30	Zpracování emisních dat (nejen) pro modely	Vlček
10:30–10:50	přestávka	
10:50–11:05	Měření kvality ovzduší v Čelákovících pomocí vzorkovačů	Sládeček
11:05–11:20	Pokrok v modelování kvality ovzduší v okolí ulice Legerova na Praze 2 různými typy modelů	Patino
11:20–11:35	S geology na PIZZU	Seibert
11:35–11:50	Optimalizace metody vzorkování polycyklických uhlovodíků a jejich nitrovaných derivátů z ovzduší	Rohanová
12:00–13:30	oběd	
13:30–13:45	Vliv sucha na koncentrace částic PM <sub>10</sub> v České republice	Brzezina
13:45–14:00	Benzenová Ostrava 2023	Krejčí
14:00–14:15	Vliv požáru v Národním parku České Švýcarsko na kvalitu ovzduší na Národní atmosférické observatoři Košetice	Ištok
14:20	zakočení semináře	

# Obsah

Vliv odlesnění za tok látek v ekosystému malého lesního povodí u Observatoře Košetice.....	5
Meziúseková spolupráce při hodnocení kvality ovzduší.....	6
Informační geometrie .....	7
Profilová měření větru a teploty vzduchu v městském prostředí pro využití v projektech ARAMIS a TURBAN.....	8
Analýza částic a identifikace zdrojů znečišťování ovzduší skenovacím elektronovým mikroskopem.....	9
Spolupráce ČHMÚ, MPO a ČSÚ při zpracování statistických šetření o vytápění bytů.....	10
ISK02 – novinky v databázi .....	11
Základní složky geochemického cyklu rtuti v lesních ekosystémech ČR.....	12
Námraza – nezanedbatelná součást atmosférické depozice na českých horách .....	13
Ukončení sensorové měřicí kampaně v rámci projektu TURBAN – korekce, zkušenosti a výsledky měření po roce provozu sensorické sítě .....	14
Koncepce měření jednotlivých veličin ve Státní síti imisního monitoringu.....	15
Závislost VOC (isopren) na vzrůstající teplotě .....	16
Úskalia pri príprave podkladov pre Programy na zlepšenie kvality ovzdušia v SR.....	17
Dýchat nebo kýchat .....	18
Vývoj a tvorba map znečištění ovzduší v rámci projektů ETC HE a ARAMIS .....	19
Vývoj emisí skleníkových plynů v ČR.....	20
Zpracování emisních dat (nejen) pro modely .....	21
Měření kvality ovzduší v Čelákovících pomocí vzorkovačů .....	22
Pokrok v modelování kvality ovzduší v okolí ulice Legerova na Praze 2 různými typy modelů .....	23
S geology na PIZZU .....	24
Optimalizace metody vzorkování polycyklických uhlovodíků a jejich nitrovaných derivátů z ovzduší .....	25
Vliv sucha na koncentrace částic PM <sub>10</sub> v České republice .....	26
Benzenová Ostrava 2023 .....	27
Vliv požáru v Národním parku České Švýcarsko na kvalitu ovzduší na Národní atmosférické observatoři Košetice.....	28

# Vliv odlesnění za tok látek v ekosystému malého lesního povodí u Observatoře Košetice

Adéla Houbová Šmejkalová

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Observatoř Košetice

Následky sucha, které zasáhlo v posledních letech Evropu byly pozorovatelné v rozšíření populace Lýkožrouta, zejména druhu Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*). Suché počasí působí pozitivně na rozvoj populace Lýkožrouta, navíc snižuje obranyschopnost smrkových porostů a dochází tak k výraznému poškození a úhynu stromů (Brázdil 2022; Šafařík 2022). Úhyn smrkových porostů se projevil i v České republice, kde vyústil v nutnost odtěžení kůrovcem napadeného dřeva. Po roce 2016 výrazně narostla těžba dřevní hmoty v důsledku kůrovcové kalamity. Nejvíce zasaženým regionem byla Českomoravská vrchovina (Brázdil 2022; Lukeš 2021). Nutnost těžby kůrovcem napadených smrkových porostů se dotkla i lesů, kde se nachází sledované povodní malého Lesního potoka u Observatoře Košetice. V rámci měřicího programu Observatoře Košetice je od roku 1990 sledován tok látek v ekosystému lesního povodí. Povodí je zařazeno do programu ICP IM pod Konvencí o dálkovém přenosu škodlivin (SLU 2022). Pravidelný monitoring a odběr vzorků probíhá dle pravidel stanovených v manuálu programu ICP IM (SLU 2023). Výsledky slouží mimo jiné ke zjištění látkové bilance – tedy toku látek lesním ekosystémem. Sledované povodí o rozloze 28,5 ha bylo původně zalesněno z 90 %. V současné době je plocha zalesnění asi 50 %, což výrazně mění látkové poměry. Změny v látkové bilanci jsou zaznamenány například u SO<sub>4</sub>S (síra). Na začátku pozorovaného období byl vstup síry do oběhu látek velmi vysoký (29,2 kg·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>) a většina tohoto množství byla povodí zadržována (86 %), po 10 letech následoval obrat a síra se z podloží začala uvolňovat. Po výrazných poklesech vstupů síry se periodicky střídají období, kdy docházelo k uvolňování či zadržování síry v ekosystému. Poté co došlo v roce 2020 k postupnému odlesnění plochy povodí pozorujeme nejvýraznější uvolňování síry v povrchové vodě, který tvoří 5 až 11násobek vstupních koncentrací.

## Literatura:

BRÁZDIL, R. et al. 2022. Meteorological and climatological triggers of notable past and present bark beetle outbreaks in the Czech Republic. *Climate of the Past*, Vol. 18, Issue 9, s. 2155–2180.

LUKEŠ, P., 2021. Monitoring of Bark Beetle Forest Damages. Chapter 26. In: SÖDERGÅRD, C. et al., 2021. *Big Data in Bioeconomy: Results from the European DataBio Project*. Springer Nature.

ŠAFAŘÍK, D. et al. 2022. State of the raw wood growing stocks and prediction of further development of cutting in the context of coniferous stands calamity in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*, Vol. 68, s. 10, s. 423–435.

SLU, 2023. *Manual for Integrated Monitoring*. Edition 7. The Swedish University of Agricultural Sciences. Monitoring manual [online]. [cit. 4. 9. 2023]. Dostupné z WWW: [https://archive-harvest.slu.se:8443/jspui/bitstream/20.500.12703/3989/1/IM\\_Manual\\_edition\\_7.pdf](https://archive-harvest.slu.se:8443/jspui/bitstream/20.500.12703/3989/1/IM_Manual_edition_7.pdf).

SLU, 2022. About ICP IM [online]. [cit. 4. 9. 2023]. Dostupné z WWW: <https://www.slu.se/en/Collaborative-Centres-and-Projects/integrated-monitoring/about-icp-im/>.

## Poděkování

Výzkum vedoucí k prezentovaným výsledkům byl podpořen z projektu Velké výzkumné infrastruktury ACTRIS – účast České republiky (ACTRIS-CZ – LM2023030) – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky. Autoři dále děkují za pomoc při zpracování části výsledků Bc. Gabriele Horákové, která zpracování provedla během studentské praxe na Observatoři Košetice.

# Meziúseková spolupráce při hodnocení kvality ovzduší

Hana Škáchová

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Informační systém kvality ovzduší

Kvalitu ovzduší ovlivňuje mnoho faktorů. Kromě množství emisí vypouštěného z antropogenních i přírodních zdrojů, mezi tyto faktory patří i umístění zdrojů, geografie a využití krajiny. Významný vliv na úroveň znečištění ovzduší mají meteorologické a rozptylové podmínky. Synoptická situace definuje charakter počasí, teplota vzduchu má mj. vliv na množství emisí z lokálních topenišť. Rychlost větru a vertikální stabilita atmosféry určují rozptylové podmínky a srážky napomáhají procesu samočištění atmosféry.

Při hodnocení meteorologických a rozptylových podmínek je nutná spolupráce s Úsekem předpovědní služby (Oddělení operativní služby) a Úsekem meteorologie a klimatologie (Oddělení všeobecné klimatologie). Úsek předpovědní služby zajišťuje informační výstupy z oblasti operativní meteorologie, hydrologie i kvality ovzduší (SVRS) a zabezpečuje výstražnou a informační službu na nebezpečné či limitní jevy. Úsek meteorologie a klimatologie zodpovídá mj. za měření a vyhodnocování meteorologických prvků a jevů a jejich ukládání do klimatologické databáze CLIDATA. Součástí úseku je vývoj a provoz předpovědního modelu ALADIN-CZ.

Pravidelná spolupráce s oddělením operativní služby a oddělením všeobecné klimatologie probíhá v rámci zpracování předběžných měsíčních a ročních zpráv a při tvorbě publikace Znečištění ovzduší na území České republiky neboli grafické Ročenky. Spolupráce probíhá i mimo rámec pravidelných činností, např. při vyhodnocování měřicích kampaní a projektů.

Předběžné měsíční zprávy jsou vydávány od listopadu 2014, roční zprávy od roku 2015. Jejich účelem je poskytnout veřejnosti aktuální informace o kvalitě ovzduší a hodnocení situace. Ve zprávách jsou hodnoceny suspendované částice  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ , přízemní ozon (v měsíčních zprávách pouze v letním období, tj. duben–září). Součástí hodnocení je i index kvality ovzduší. Z důvodů procesu zpracování dat jsou do těchto hodnocení zahrnuta pouze neverifikovaná data ze stanic automatizovaného imisního monitoringu (AIM). Od roku 2020 je ve druhém kvartálu vydávána druhá část předběžné roční zprávy, která zahrnuje hodnocení koncentrací benzo[*a*]pyrenu, benzenu a těžkých kovů.

Oddělení operativní služby zpracovává každý měsíc synoptické hodnocení předchozího měsíce, které je podkladem pro hodnocení vývoje průměrných denních koncentrací chodu suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  a přízemního ozonu. Oddělení všeobecné klimatologie poskytuje klimatologické hodnocení uplynulého měsíce a denní hodnoty teploty vzduchu a úhrnu srážek pro ČR. Pro potřeby ročního hodnocení, a to jak pro předběžnou zprávu, tak i pro grafickou Ročenku, zpracovává Oddělení operativní služby synoptické hodnocení v průběhu vyhlášení smogových situací a Oddělení všeobecné klimatologie připravuje kromě klimatologického hodnocení uplynulého roku i měsíční průměrné teploty vzduchu a měsíční úhrny srážek.

Spolupráce probíhá i mimo rámec pravidelných činností. Příkladem je vyhodnocování projektu „Kotlíky“ (Monitoring kvality ovzduší v rámci specifického cíle 2.1 Operačního programu Životního prostředí, TAČR, projekt TITSMZP704, číslo smlouvy 2018007 oblasti V3 Hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech) nebo zpráva o požáru v NP České Švýcarsko.

# Informační geometrie

**Patrik Beshir**

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Oddělení modelování a expertiz

Cílem prezentace je seznámit posluchače s rozsáhlou a neustále se úspěšně rozvíjející oblastí informační geometrie, jejíž počátky lze datovat až k indické statistické škole a průkopnické práci Calyampudi Radhakrishny Raa „Informace a přesnost dosažitelná při odhadu statistických parametrů“ z roku 1945, v níž C. R. Rao dokázal spojit dohromady prostředky riemannovské diferenciální geometrie s Fisherovou informační maticí a definovat tak Fisherovu-Raovu informační metriku – jednoduše řečeno geodetickou vzdálenost mezi dvěma body v prostoru parametrů náhodných rozdělání (na tzv. statistické varietě), která je invariantní (tj. zachovává se) vůči jistým transformacím těchto parametrů (resp. je invariantní vzhledem k akci grupy difeomorfismů). Aby bylo možno vysvětlit smysl a dosah (praktických aplikací) informační geometrie, je nejprve nutno přiblížit si pojem informace jako takové, a pak také některé základní pojmy z oblasti diferenciální geometrie, k nimž patří např. metrický tenzor, afinní konexe, kovariantní derivace, paralelní transport, geodetika atp. O všech těchto záležitostech přednášející doufá, že je lze provést bez nároku na matematickou rigoróznost, víceméně intuitivně a – tam, kde to bude možné – přednostně graficky. Dále přejdeme k asymetrickým „vzdálenostem“ (tzv. divergencím) a dualistické struktuře na statistické varietě, konkrétně duálně ploché varietě, která je pro informační geometrii příznačná: „Je-li divergence odvozena z konvexní funkce ve formě Bregmanovy divergence, pak jsou na (statistické) varietě indukovány dvě afinní struktury. Ty jsou duálně provázány prostřednictvím Legendreovy transformace. Konvexní funkce tak, vedle z ní odvozené riemannovské metriky, navíc poskytuje varietu s duálně plochou afinní strukturou. Tato struktura, jak lze demonstrovat na zobecněné Pythagorově větě, sehrává v informační geometrii ústřední roli. Duálně plochá struktura je zvláštním případem riemannovské geometrie vybavené neplochémi duálními afinními konexemi...“ (Shun-ichi Amari, *Information Geometry and Its Applications*, Springer Tokyo 2016, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-4-431-55978-8>). Zavedení výše popsané dualistické struktury nám umožní konstrukci geometrických objektů (Bregmanových sfér, duálních geodetických trojúhelníků apod.) s unikátními vlastnostmi, které jsou přímo využitelné v aplikacích informační geometrie; významné jsou z tohoto pohledu tzv. (duální) informačně-geodetické projekce (minimalizující Bregmanovu divergenci), které často nacházejí uplatnění v algoritmech strojového učení: „Aplikace (zobecněné) Pythagorovy věty na Bregmanových varietách umožňuje pomocí jisté matematické identity ověřit, zda je dvojice duálních geodetik na sebe v daném bodě kolmá. V obecné rovině je Pythagorova věta užitečná k prokázání jedinečnosti projekcí v konkrétních podmínkách, geometrické interpretaci projekcí založených na (Bregmanově) divergenci a k navrhování derivací prostých projektivních algoritmů.“ (Frank Nielsen, *On geodesic triangles with right angles in a dually at space\**, arXiv: 1910.03935v4 [cs.CG], 11th May 2021). Konečným cílem samozřejmě není konstrukce geometrických objektů per se, ale nalezení a využití co možná nejúčinnějších nástrojů z repertoáru perspektivního a inovativního oboru informační geometrie v podmínkách ČHMÚ.



# Profilová měření větru a teploty vzduchu v městském prostředí pro využití v projektech ARAMIS a TURBAN

**Josef Keder**

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Observatoř Tušimice

V rámci realizace projektů ARAMIS a TURBAN jsou od února roku 2022 v oblasti ulic Legerova, Sokolská a Ke Karlovu (Praha 2) prováděna měření výškových profilů teploty vzduchu, směru a rychlosti větru, intenzity zpětného rozptylu světla a turbulentních charakteristik. Teplotní profily jsou měřeny pasivní mikrovlnným radiometrem MTP-5 (MWR), měření ostatních prvků se provádějí dopplerovským lidarem HALO Photonics. Měření MWR probíhá nepřetržitě, každých 5 minut je k dispozici profil do výšky 1 000 m nad terénem ve vysokém prostorovém rozlišení po 50 m. Maximální výškový dosah lidaru je 1 500 m nad terénem, reálný dosah závisí na povětrnostních podmínkách (zejména oblačnosti) a koncentraci rozptylujícího aerosolu. Časové rozlišení je jeden profil za cca 30 minut, vertikální rozlišení lepší než 10 m. Prvním krokem zpracování byla analýza kvality získaných dat. Profily teploty byly porovnány s měřeními radiosondy na observatoři Praha-Libuš a byla provedena analýza zjištěných rozdílů s ohledem na prostorovou odlehlost měřicích stanišť a markantní rozdíly v charakteru povrchu (městská zástavba versus předměstská krajina). V případě lidaru se práce soustředily především na návrh algoritmu očištění dat od šumu a odlehlých hodnot. Nepřetržitá měření MWR umožnila vytvoření kalendářů výskytu různých typů tříd stability v průběhu analyzovaného období v různých výškových hladinách. Profily směru a rychlosti větru byly analyzovány se záměrem najít typické tvary profilů nad městskou zástavbou pro různé třídy stabilitních podmínek a zjišťovat jejich odlišnosti od teoretických profilů (mocinný profil, používaný v rozptylových modelech). Zajímavé téma pro analýzu synergie měření kvality ovzduší a výškových profilů meteorologických prvků poskytlo zjištění výskytu aerosolů, transportovaných z rozsáhlého lesního požáru v Národním parku České Švýcarsko v poslední dekádě července 2022. Průběh koncentrací jednotlivých frakcí a časové změny velikostních spekter aerosolových částic byly analyzovány ve vazbě na meteorologické podmínky a vertikální profily zpětné odrazivosti (attenuated backscatter). V podstatě první dlouhodobé nasazení prostředků distanční sondáže v rozsáhlém projektu prokázalo spolehlivost pořízených zařízení a potvrdilo potenciál profilových měření pro interpretaci a validaci výsledků pokročilých modelů, použitých v projektech.

## Literatura:

ČHMÚ, 2022. Mapování přenosu aerosolových částic z požáru z Hřenska pomocí distančních optických zařízení i pozemních stanic imisního monitoringu [online]. Český hydrometeorologický ústav [cit. 31. 10. 2023]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove\\_zpravy/2022/2022-08-04\\_TZ\\_aerosoly\\_Hrensko.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2022/2022-08-04_TZ_aerosoly_Hrensko.pdf).

HALO PHOTONICS, 2023. Doppler Wind Lidar Systems. Remote Sensing Solutions [online]. [cit. 31. 10. 2023]. Dostupné z WWW: <https://halo-photonics.com/>.

RPO ATTEX, 2023. Temperature Profilers MTP-5 [online]. [cit. 31. 10. 2023]. Dostupné z WWW: <http://attex.net/EN/mtp5.php>.

# Analýza částic a identifikace zdrojů znečišťování ovzduší skenovacím elektronovým mikroskopem

**Alžběta Oujezdská**

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Brno

Analýza částic v ovzduší skenovacím elektronovým mikroskopem (SEM/EDX metoda) je doplňkovou metodou monitoringu kvality ovzduší, která sice neumožňuje získat informace o absolutních hodnotách částic v ovzduší, ale zato je díky ní možné analyzovat jednotlivé částice a zkoumat jejich morfologii (tvar a velikost) i chemické složení (váhové poměry chemických prvků).

Cílem této metody je identifikace zdrojů znečištění ovzduší na základě získaných informací, například i kombinace chemických prvků a morfologie jednotlivých částic. V současnosti se v rámci projektu ARAMIS zaměřujeme na analýzu konkrétních známých zdrojů (analýza emisí) za účelem tvorby jejich fingerprintů, které by bylo možné v budoucnu využít pro efektivnější identifikaci zdrojů v imisních vzorcích. Pro tyto účely vzniká databáze emisí, ve které jsou k dispozici, jak meta data o jednotlivých vzorcích, tak výsledky automatické analýzy částic skenovacím elektronovým mikroskopem.

Kromě samotných výsledků analýz je cílem rovněž vývoj metodiky identifikace zdrojů částic v ovzduší v České republice metodou SEM/EDX. Součástí této metodiky je například proces vzorkování, následné nastavení parametrů mikroskopické analýzy a samozřejmě také vyhodnocení získaných dat.

Za účelem hodnocení je vyvíjena interní webová aplikace AiritySEM, která napomáhá analýze surových výstupů SEM/EDX metody a poskytuje přehledné grafické, tabelární i textové vyhodnocení jednotlivých vzorků. V rámci emisních zdrojů je pozornost věnována zejména spalovacím zdrojům různého typu, protože právě vytápění představuje v současnosti nejvýznamnější zdroj znečišťování ovzduší v České republice jako celku. V případě částic PM<sub>2,5</sub> je podíl kategorie Domácnosti na celkových emisích v České republice v roce 2021 71 % (ČHMÚ 2022). Ve spolupráci s VŠB byla proto zahájena rozsáhlá analýza kotlů na tuhá paliva, ve které jsou zahrnuty vzorky emisí z kotlů různých konstrukcí v kombinaci s využíváním různých paliv. Cílem je porovnat částice z jednotlivých vzorků a odhalit případné rozdíly mezi konstrukcemi kotlů či palivy, a zároveň nadefinovat specifické typy částic, které reprezentují emise kotlů na tuhá paliva, a tím zjednodušit jejich identifikaci ve vzorcích imisí.

## Literatura:

ČHMÚ, 2022. Znečištění ovzduší na území České republiky 2021 [online]. Český hydrometeorologický ústav [cit. 31. 10. 2023]. Dostupné z WWW: <https://info.chmi.cz/rocnka/ko2021/4-1.php>.

# Spolupráce ČHMÚ, MPO a ČSÚ při zpracování statistických šetření o vytápění bytů

**Pavel Machálek**

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Oddělení emisí a zdrojů

Mezi základní činnosti oddělení emisí a zdrojů ČHMÚ patří zpracování emisní inventury znečišťujících látek. V oblasti týkající se individuálně sledovaných zdrojů, spadajících do databáze REZZO 1 a 2, probíhá „spolupráce“ s mnoha tisíci ohlašovatelí, kteří každoročně poskytují údaje pro sestavení emisní inventury. V oblasti hromadně sledovaných zdrojů jsou veškeré emise vypočítávány z podkladových aktivitních dat a emisních faktorů. Nejvýznamnější součástí stacionárních hromadně sledovaných zdrojů REZZO 3 jsou spalovací zdroje pro vytápění domácností. Inventura emise z těchto zdrojů byla historicky v ČHMÚ připravována již v devadesátých letech minulého století a jejím základem byla vždy vícestranná spolupráce. Sektor označovaný v mezinárodním členění kódem 1A4bi Residential: Stationary (v české verzi je pro lepší srozumitelnost používán název Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření) produkuje emise, které jsou jako nejvýznamnější hodnoceny u devíti ze čtrnácti znečišťujících látek sledovaných v rámci protokolů k CLRTAP. Významnou pozici ale mají emise sektoru 1A4bi nejen v celorepublikovém hledisku, ale rovněž z pohledu regionálního a lokálního. Emise vypočtené modelem na úrovni jednotlivých obcí jsou využívány jako modelový vstup pro hodnocení kvality ovzduší. Rok 2021 byl rokem, ve kterém probíhala dvě zcela zásadní statistická šetření SLDB a ENERGO, a bylo zapotřebí se na převzetí a následné zpracování dat důkladně připravit. Protože výsledky obou šetření byly očekávány v souvislosti s přípravou projekce emisí pro reporting k mezinárodním závazkům a ke směrnici 2016/2284/EU o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší (s termínem reportingu 15. 3. 2023), zapojilo se OEZ společně se zástupci MPO již do samotné přípravy obou šetření formou konzultací k návrhu dotazníku ENERGO a účasti v meziresortním připomínkování návrhu zákona o SLDB 2021. Komunikace k poskytnutí výstupů probíhala již v prvním pololetí r. 2022. Z důvodu avizovaného zpoždění zpracování obou šetření (cca o 6 měsíců) byly předpokládány rozsahy výstupů a termíny jejich předání dohodnuty až na oficiální schůzce s vedením odboru informačních služeb ČSÚ 5. prosince 2022. Protože personální situace na OEZ se ukázala jako odborně nedostačující, byla již předem dohodnuta spolupráce s bývalým expertem na emise REZZO 3 Ing. Modlíkem z odboru strategie a mezinárodní spolupráce v energetice MPO. Jako zástupce státní správy měl, na rozdíl od ČHMÚ, k dispozici také detailní mikrodata šetření ENERGO, která se ve výsledku ukázala být jako rozhodující podklad. A to nejen pro sestavení očekávaného výstupu pro rok 2021, ale také pro „rekonstrukci“ celé dosavadní časové řady údajů, které tvoří základ výpočtového schéma emisí. Směr spolupráce se tentokrát obrátil a ČHMÚ poskytlo MPO výstupy z hlášení o kontrolách kotlů, které již od r. 2020 zpracovává. S ohledem na časový skluz byl ze strany ČSÚ maximálně zkrácen termín poskytnutí údajů, a proto bylo možné první výstupy ze zpracování ENERGO 2021 získat od MPO již začátkem února 2023. Do poloviny března tak byly tyto výstupy částečně zapracovány do aktualizace emisní inventury i projekce emisí. Jak se ale brzy ukázalo, zapříčinila aktualizovaná sestava podkladových dat téměř „krizovou“ situaci z pohledu požadovaného plnění snížení emisí podle výše uvedené směrnice, a to především pro NMVOC a PM<sub>2,5</sub>. Na řešení této situace se spolupodílelo také MŽP a výsledkem společných on-line schůzek a několika desítek e-mailů byla srpnová resubmise emisní inventury i projekce. Samostatnou „větev“ spolupráce tvoří zpracování údajů SLDB. Základní sadu dat poskytlo ČSÚ v únoru 2023 a bylo možné ji tak využít pro aktualizaci podkladů hodnocení kvality ovzduší v rámci přípravy ročenky 2022. Rozšířené údaje předané v květnu 2023 byly zpracovány opět na MPO a v září byl předán do ČHMÚ zcela přepracovaný model výpočtu pro spotřebu paliv a produkce emisí v jednotlivých obcích ČR, obsahující údaje za rok 2021. Pro jeho následnou aktualizaci se opět spolupráce ještě v průběhu roku 2023 „vrátí“ na stranu ČSÚ, jako poskytovatele údajů zahrnujících především údaje o nové výstavbě bytů, které tvoří základ aktualizace modelového výpočtu pro každý následující rok od konání SLDB.

Vzhledem ke kapacitní náročnosti nového Excelového modelu (tabulka vstupních dat s energiemi a palivy dosahuje do sloupce s písmenem DZ a tabulka obsahující výpočet emisí z jednotlivých paliv dokonce až do sloupce RQ), bude zapotřebí navázat další spolupráci, tentokrát ale z oboru IT.

# ISKO2 – novinky v databázi

**Petr Novotný**

IDEA-ENVI s.r.o.

Prezentace obsahuje stručné seznámení se změnami a rozšířeními v oblasti databází, uživatelských programů a dostupných výstupů za roky 2022 a 2023.

Bylo potřeba zajistit přechod na nový unixový server, který zajišťuje řadu funkcí na pozadí systému.

Dokončen byl program NILUExport určený pro export dat z imisní a srážkové databáze ve specifickém tvaru pro import dat v norské instituci NILU.

Průběžně je podle požadavků upravována tabelární ročenka generovaná z imisní a srážkové databáze.

Nahrávání dat UFP (Ultra Fine Particles) je ve stavu rutinního řešení. Automaticky se nahrávají operativní data, jež se následně přepočítají a prezentují na webu ČHMÚ. V rutinním stavu je rovněž nahrávání verifikovaných UFP dat. Průběžně je podle požadavků rozšiřována množina agregovaných údajů.

Na základě požadavků jsou aktualizovány programy v GaG, které umožňují export údajů z klimatické databáze.

Byla vytvořena specializovaná databáze pro data z nového sodaru. Řešení obsahuje importní program, exportní program a sadu GaGReportů.

Rozvinuto bylo řešení požadované pro sdílení dat z různých projektů nazvané „Projektová měření“.

Řešena je problematika zápisu výstrah do imisní databáze. Jedná se o dekodovaný zápis do příslušného subsystému v imisní databázi. Dekodován je zápis v CAP (Common Alert Protocol) v souboru typu xml.

Index kvality ovzduší byl rozšířen o data PM<sub>10</sub> počítaná z modelu.

Do samostatné databáze byla zavedena problematika ventilačního indexu. Je zajištěno nahrávání hodinových dat, rutinní výpočty agregovaných údajů a exporty požadovaných dat.

V oblasti emisí je nově vyřešena problematika denostupňů, pro které byl vytvořen nový subsystém.

Průběžně jsou aktualizovány emisní aplikace a zcela nově musela být řešena problematika stahování dat z CENIA.

# Základní složky geochemického cyklu rtuti v lesních ekosystémech ČR

Tomáš Navrátil

Geologický ústav AV ČR, Praha

Rtuť je v dnešní době považována za globální polutant. Oproti jiným kovům vykazuje četné neobvyklé vlastnosti, jako je výskyt v kapalné podobě a vysoký tlak par (schopnost tít) za laboratorní teploty, které ji předurčily k využití v mnoha aplikacích. Rtuť se používala při zpracování zlata či výrobě zrcadel, jako náplň teploměrů, součást amalgámu na zubní výplně nebo jako kapalná elektroda. Byly objeveny baktericidní a fungicidní vlastnosti jejich sloučenin, kterých bylo využíváno v lékařství a zemědělství. Později byly také odhaleny i její nežádoucí vlastnosti, jako je neurotoxicita, envirototoxicita a mimořádná schopnost bioakumulace. Proto začaly být řešeny stále naléhavější otázky environmentální a geochemické problematiky rtuti v prostředí, aby bylo získáno povědomí o biogeochemickém cyklu Hg.

Opakovaně bylo prokázáno, že v prostředí se rtuť šíří hlavně v redukované formě jako Hg<sup>0</sup>, tj. v podobě plynné. Hlavními zdroji antropogenních atmosférických emisí Hg<sup>0</sup> jsou řemeslná těžba zlata (ASGM), spalování fosilních paliv (uhlí), výroba cementu a kovů, dále chemický průmysl. Kromě ASGM, nastávající hlavně v rozvojových zemích, jsou další zdroje stejné v ČR, obecně v Evropě i Severní Americe. Antropogenní atmosférické emise rtuti kulminovaly v 60. letech 20. století. Od této doby, kdy byla plně doceněna toxicita rtuti, jsou emise rtuti do životního prostředí ve vyspělých zemích systematicky snižovány.

Emitovaná rtuť Hg<sup>0</sup> je málo reaktivní (ušlechtilý kov), a proto se vyznačuje dlouhou dobou setrvání v atmosféře 1–2 roky. Běžné koncentrace plynné Hg<sup>0</sup> v atmosféře mimo dosah zdrojů emisí jsou obvykle v rozmezí 1,5–1,6 ng·m<sup>-3</sup>, což je globální pozadřová hodnota. Dle současných měření v lesních ekosystémech na území ČR jsou koncentrace plynné Hg<sup>0</sup> nízké, průměrně 1,4 ng·m<sup>-3</sup>. Rtuť z atmosféry přechází do dalších složek prostředí, v lesních ekosystémech do srážkových vod a biomasy (listí, jehličí atd.). Koncentrace rtuti ve srážkových vodách pozadřových lokalit ČR jsou obvykle nízké na úrovni 1,3–2,3 ng·l<sup>-1</sup>, mokrá depozice rtuti pak dosahuje průměrně 1,7 μg·m<sup>-2</sup>·rok<sup>-1</sup>. Koncentrace rtuti v podkorunových srážkách smrkových porostů dosahují 3,3–11,1 ng·l<sup>-1</sup>, podkorunová depozice činí průměrně 4,5 μg·m<sup>-2</sup>·rok<sup>-1</sup>. Majoritní část rtuti je do lesních ekosystémů deponována opadem (45,3 μg·m<sup>-2</sup>·rok<sup>-1</sup>, pozadřové lokality), což je podmíněno zachycováním plynné Hg<sup>0</sup> v respiračních orgánech rostlin během fotosyntetických procesů.

Na půdním povrchu lesních ekosystémů dochází k akumulaci biomasy obsahující rtuť z depozice. Během rozkladných procesů může být část deponované rtuti re-emitována do atmosféry, ale velká většina rtuti přechází, vázána na organickou hmotu, do svrchní vrstvy lesní půdy, kde se hromadí. To je důležité zejména ve vztahu k dynamice svrchního půdního horizontu. Některé dynamické vlivy rezonují zejména v důsledku globální změny klimatu, např. častější výskyt lesních požárů nebo urychlení rozkladných procesů organické hmoty kvůli zvýšení teplot.

Akumulaci rtuti v lesních ekosystémech pak podtrhuje nízká úroveň odtoku. Průměrná koncentrace rtuti v odtoku z lesních ekosystémů na území ČR dosahuje 4,1 ng·l<sup>-1</sup> a látkový odtok průměrně 1,5 μg·m<sup>-2</sup>·rok<sup>-1</sup>. Pokud uvážíme, celkovou průměrnou depozici rtuti do lesního ekosystému 49,8 μg·m<sup>-2</sup>·rok<sup>-1</sup> a odtok 1,5 μg·m<sup>-2</sup>·rok<sup>-1</sup>, pak je téměř 97 % deponované rtuti v lesním ekosystému zadrženo.

Studium geochemie rtuti v lesních ekosystémech přispívá k detailnějšímu poznání globálního geochemického cyklu rtuti a k hlubšímu pochopení změn, které v ekosystému nastávají v důsledku vývoje klimatu. Výzkum biogeochemického cyklu rtuti v životním prostředí byl na GLÚ financován z institucionálních projektů, projektů Grantové agentury České republiky a v rámci programu Strategie AV21 – Voda pro život.

# Námraza – nezanedbatelná součást atmosférické depozice na českých horách

Iva Hůnová<sup>1</sup>, Martin Novák<sup>2</sup>, Pavel Kurfürst<sup>1</sup>, Hana Škáchová<sup>1</sup>, Markéta Štěpánová<sup>2</sup>, Arnošt Komárek<sup>3</sup>, Jan Čuřík<sup>2</sup>, František Veselovský<sup>2</sup>, Eva Přečková<sup>2</sup>, Leona Bohdálková<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Praha, ČR

<sup>2</sup> Česká geologická služba, Praha, ČR

<sup>3</sup> Matematicko-fyzikální fakulta, Karlova Univerzita, Praha, ČR

Horizontální depozice je vzhledem k obtížnému měření a následnému nedostatku dat a informací všeobecně opomíjenou součástí celkové atmosférické depozice látek. To platí nejen o depozičním příspěvku z mlhy, ale ještě mnohem více o příspěvku z námrazy (Hůnová 2023). V rámci řešení projektu TAČR ARAMIS jsme ve společném řešitelském týmu ČHMÚ – ČGS provedli odhad příspěvku námrazy k atmosférické depozici síry a dusíku na deseti lokalitách situovaných ve vrcholových partiích pohraničních českých pohoří, v oblastech relativně vzdálených od emisních zdrojů. Pro analýzu byly využity odběry námrazy a sněhu provedené ČGS ve třech po sobě následujících zimách 2009–2011, depoziční mapy pro jednotlivé kalendářní roky v prostorovém měřítku 1 × 1 km připravované v ČHMÚ (Hůnová et al. 2016) pak umožnily odhad příspěvku k atmosférické depozici S–SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> a N–NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Základní poznatky naší práce je možné shrnout v následujících bodech (Hůnová et al. 2022; 2023):

- Námraza obsahuje významně vyšší koncentrace S–SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> a N–NO<sub>3</sub><sup>-</sup> než sníh odebraný na stejných lokalitách, což platí pro všechny lokality a všechny sledované zimy.
- Zatímco nejvyšší koncentrace S–SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> byly nalezeny ve vzorcích z průmyslového severu, nejvyšší koncentrace N–NO<sub>3</sub><sup>-</sup> byly v rozporu s očekáváním měřeny na relativně neznečištěném jihu ČR.
- Navzdory velmi nízkému hydrologickému podílu přispěla námraza významně k celkové atmosférické depozici síry a dusíku: (i) Na devíti z deseti lokalit zimní depozice námrazou odpovídala 5–13 % roční mokré depozice síry, na sírou nejvíce znečištěné lokalitě Tetřevce v Orlických horách pak činila plných 25 %. (ii) Průměrná zimní depozice námrazou odpovídala 6–25 % roční mokré depozice N–NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, průměrná zimní depozice sněhem pak činila 25–72,5 % průměrné roční mokré depozice na jednotlivých lokalitách. Mokrý depozice je celoročním fenoménem, zatímco depozice námrazou se v našich podmínkách týká pouhých 2–3 měsíců v zimě. Je tedy zřejmé, že depozice námrazou je v horách středních nadmořských výšek nezanedbatelná, a rozhodně by tedy měla být zohledňována při kvantifikaci reálného ročního depozičního toku látek.

## Literatura:

HŮNOVÁ, I., 2023. Námraza jako relevantní součást atmosférické depozice v horských oblastech. *Chemické Listy*, Vol. 117, č. 6, s. 352–357.

HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., VLČEK, O., STRÁNÍK, V., STOKLASOVÁ, P., SCHOVÁNKOVÁ, J., SRBOVÁ, D., 2016. Towards a Better Spatial Quantification of Nitrogen Deposition: A Case Study for Czech Forests. *Environmental Pollution*, Vol. 213, s. 1028–1041.

HŮNOVÁ, I., NOVÁK, M., KURFÜRST, P. et al., 2022. Contribution of rime to atmospheric sulphur deposition in Central Europe: A combined empirical and modelling approach. *Atmospheric Environment*, Vol. 270, No. 118877.

HŮNOVÁ, I., NOVÁK, M., KURFÜRST, P. et al., 2023. Comparison of vertical and horizontal atmospheric deposition of nitrate at Central European mountain-top sites during three consecutive winters. *Science of the Total Environment*, Vol. 869, No. 161697.

# Ukončení senzorové měřicí kampaně v rámci projektu TURBAN – korekce, zkušenosti a výsledky měření po roce provozu senzorické sítě

Petra Bauerová<sup>1</sup>, Josef Keder<sup>1</sup>, William Patiño<sup>1</sup>, Adriana Šindelářová<sup>1</sup>, Ondřej Vlček<sup>1</sup>, Pavel Krč<sup>2</sup>, Jaroslav Resler<sup>2</sup>, Jan Geletič<sup>2</sup>, Hynek Řezníček<sup>2,4</sup>, Martin Bureš<sup>2,4</sup>, Kryštof Eben<sup>2</sup>, Michal Belda<sup>3</sup>, Jelena Radović<sup>3,4</sup>, Vladimír Fuka<sup>3</sup>, Radek Jareš<sup>4</sup>, Matthias Sühling<sup>5</sup>, Igor Esau<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4, petra.bauerova@chmi.cz

<sup>2</sup> Ústav informatiky AV ČR, Pod Vodárenskou věží 271/2, 182 00 Praha 8

<sup>3</sup> Univerzita Karlova v Praze, Katedra fyziky atmosféry, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8

<sup>4</sup> ATEM - Ateliér ekologických modelů, s. r. o., Roztylská 1860/1, 148 00 Praha 4

<sup>5</sup> Leibniz Universität Hannover, Institut für Meteorologie und Klimatologie, Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover, Germany

<sup>6</sup> Nansen Environmental and Remote Sensing Center, Jahnebakken 3, N-5007 Bergen, Norway

V rámci probíhajícího projektu TURBAN (modelování kvality ovzduší a tepelného komfortu s rozlišenou turbulencí v městském prostředí) byla od května 2022 do března 2023 instalována síť 20 nízkonákladových senzorů pro měření PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>-NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> v dopravně zatížené oblasti ulic Legerova, Sokolská, Rumunská a okolí.

Cílem tohoto měření bylo pomocí specializovaných nereferenčních měření získat, pokud možno co nejrelevantnější data pro podporu a validaci rozvíjených mikroměřítkových modelových softwarových nástrojů pro městské prostředí, které by mohly sloužit mimo jiné jako nástroj pro orgány veřejné správy při rozhodování v oblastech souvisejících s kvalitou ovzduší.

Největší problém představovala nízká přesnost a spolehlivost senzorových měření, případně také životnost senzorů, která se pohybuje okolo 1 roku až 2 let, nebo datový posun (tzv. drift).

V rámci příspěvku budou prezentovány nejen zkušenosti s provozem a údržbou doplňkové měřicí sítě, ale také výsledky finálního srovnávacího měření senzorů na referenční stanici Praha Libuš bezmála po roce měření v terénu, detailní pohled do možnosti korekce metodou vícerozměrné adaptivní spline regrese (tzv. MARS) a též výsledky samotné měřicí kampaně v terénu.

## Poděkování

*Děkujeme Norway grants a Technologické agentuře ČR (TA ČR) za finanční podporu projektu TO01000219 a dále Technologické agentuře ČR (TA ČR) a Ministerstvu životního prostředí za finanční podporu projektu ARAMIS (SS02030031). Poděkování patří též všem spoluřešitelům a dále organizacím, které s námi spolupracovaly při realizaci měřicí kampaně.*

# Koncepce měření jednotlivých veličin ve Státní síti imisního monitoringu

Václav Novák

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Informační systém kvality ovzduší

V roce 2020 byl dokončena Koncepce Státní sítě imisního monitoringu. Nyní navazujeme na tento materiál a rozpracováváme jej pro jednotlivé veličiny. Pracujeme jak se současnou legislativou, tak i s návrhem nové směrnice a jeho modifikacemi. Nyní má návrh již tři modifikace. Do tvorby konceptu jsou zapojeny pracovníci oddělení Informačního systému kvality ovzduší, kteří navzájem spolupracují. Část pracuje s legislativou, část navrhuje počty stanic vzhledem k procesu plošného mapování koncentrací a část pracovníků materiály kompletuje. Pracujeme jak se současnými veličinami, majícími imisní limity, tak i s veličinami novými, objevujícími se v návrzích nové legislativy. V prezentaci se objevují finální počty požadovaných měření, ke kterým jsme během naší práce dospěli. Co se týká legislativní části, tak hlavními nástroji ochrany a zlepšení kvality ovzduší v rámci EU jsou Směrnice 2008/50/ES, o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu, Směrnice 2004/107/ES, o obsahu arsenu, kadmia, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší, Směrnice 2016/2284/EU, o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, a Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU, o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezení znečištění). Z evropské legislativy vychází i národní legislativa, upravující hodnocení kvality ovzduší v ČR. Základní právní normou v ČR je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění. Podrobnosti pak dále specifikuje vyhláška č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích. Evropské komise (dále jen „Komise“) předložila dne 26. 10. 2022 návrh nové evropské Směrnice o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu. Tento návrh upravil Výbor pro životní prostředí, veřejné zdraví a bezpečnost potravin (dále jen „Výbor“) a předložil dne 23. 2. 2023. V průběhu švédského předsednictví EU bylo vypracováno dílčí kompromisní znění k návrhu nové směrnice (dále jen „Švédské předsednictví“), předloženo bylo dne 31. 5. 2023. V průběhu španělského předsednictví EU bylo vypracována další varianta kompromisní znění k návrhu nové směrnice (dále jen „Španělské předsednictví“), předloženo bylo dne 12. 9. 2023. Legislativní část doplňuje tzv. páteří síť, kde definujeme nezbytné lokality z pohledu hodnocení kvality ovzduší v ČR. A na závěr počty navyšujeme dle potřeb skupiny tvořící plošné mapy, abychom pracovali s mapami, které nemají vysokou míru nejistoty.



# Závislost VOC (isopren) na vzrůstající teplotě

Jan Pacner, Michal Sanetrník, Adéla Holubová Šmejkalová

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Observatoř Košetice

Isopren, je jeden z hlavních zástupců biogenních organických látek volatilních sloučenin (BVOC). Hraje klíčovou roli v interakci mezi biosférou a atmosférou. Koncentrace Isoprenu se zvyšují s vyššími teplotami, dokud není dosaženo maxima při teplotě kolem 40 °C, poté emise rychle klesají (Guenther 1993). Isopren je produkován zejména rostlinami, chemickou výrobou a isopren nachází i v lidském těle. Má tedy významný dopad na atmosférickou chemii a kvalitu ovzduší (Sharkey1996). Koncentrace isoprenu a teploty vzduchu byly měřeny na Observatoři Košetice (49°34' 24" s. š., 15°04' 49" v. d., 534 m n. m., pozad'ová stanice). Koncentrace isoprenu a dalších VOC jsou měřena v rámci zapojení ČR do programu EMEP na stanici Libuš a Košetice (výsledky měření ze stanice Libuš nejsou součástí této práce). Odběr vzorků vzduchu se provádí dle návodu v manuálu EMEP (EMEP 1996) a to do speciálních evakuovaných ocelových kanystrů v pondělí a čtvrtek každý týden ve 12.00 UTC v intervalu 10 minut. Vzorky jsou analyzovány metodou plynové chromatografie (GCH). Vzorky z transportních kanystrů se před GCH analýzou upraví kryogenní koncentrací (ČHMÚ 2022). Teplota je naměřena automatickým čidlem Vaisala HMP 155 nacházejícím se v areálu observatoře. Dlouhodobé výsledky měření ukazují, že mezi dvěma posledními normálovými obdobími vzrostla teplota o 1,1 °C (1961–1990 = průměrná teplota vzduchu 7,1 °C, 1991–2020 = průměrná teplota vzduchu 8,2 °C. Zároveň se koncentrace isoprenu zvýšila od začátku měření. Isopren se na Observatoři Košetice měří od roku 1995. V prvním roce měření byla průměrná roční koncentrace 0,14  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . V roce 2022 byla průměrná roční koncentrace Isoprenu 0,37  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

## Literatura:

SHARKEY, T. D., 1996. Isoprene synthesis by plants and animals. *Endeavour*, Vol. 20, Issue 2, s. 74–78 [cit. 2023-09-14]. ISSN 01609327. Dostupné z: doi:10.1016/0160-9327(96)10014-4.

WENBERG, P., 2009. Organic Carbon Compounds Emitted by Trees Affect Air Quality [online]. [cit. 2023-09-14] Dostupné z WWW: [www.sciencedaily.com/releases/2009/08/090806141518.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2009/08/090806141518.htm).

ČHMÚ, 2022. Komentář k tabelární ročence [online]. [citováno 2023-09-14]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab\\_roc/2022\\_enh/pdf/CZ\\_2022\\_kom.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2022_enh/pdf/CZ_2022_kom.pdf).

GUENTHER, A. B., ZIMMERMAN, P. R., HARLEY, P. C., MONSON R. K., FALL, R., 1993. Isoprene and monoterpene emission rate variability: Model evaluations and sensitivity analyses. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 98, D7, s. 12609–12617. ISSN 0148-0227. Dostupné z doi:10.1029/93JD00527.

EMEP, 1996. EMEP Manual for Sampling and Analysis [online]. [citováno 2023-09-20]. ISBN 4763898000. Dostupné z WWW: <https://projects.nilu.no/ccc/manual/index.html>.

## Poděkování

Výzkum vedoucí k prezentovaným výsledkům byl podpořen z projektu Velké výzkumné infrastruktury ACTRIS – účast České republiky (ACTRIS-CZ – LM2023030) – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

# Úskalia pri príprave podkladov pre Programy na zlepšenie kvality ovzdušia v SR

Jana Matejovičová<sup>1</sup>, Jana Krajčovičová<sup>1</sup>, Katarína Belohorcová<sup>2</sup>, Juraj Beňa<sup>1</sup>, Vladimír Nemček<sup>1</sup>, Dušan Štefánik<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, Odbor Monitorovanie kvality ovzdušia

<sup>2</sup>Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava

Dlhodobým problémom z hľadiska znečistenia ovzdušia na Slovensku sú vysoké koncentrácie PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a najmä benzo[*a*]pyrénu. Prekročenie limitnej hodnoty pre NO<sub>2</sub> nebolo v posledných rokoch namerané, na základe modelovania s vysokým rozlíšením je však možné predpokladať, že limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu NO<sub>2</sub> je prekračovaná prinajmenšom pri cestách s vysokou intenzitou dopravy v Bratislave (SHMÚ 2020) a pravdepodobne aj v ďalších väčších mestách. Limitná hodnota pre prízemný ozón je prekračovaná vo vysokohorských polohách (Chopok) a na predmestí Bratislavy (SHMÚ 2022). Regionálny program na zlepšenie kvality ovzdušia pre prízemný ozón bol vypracovaný pred dlhším časom (Minzp 2010) a kvôli nízkej možnosti opatreniami na zlepšenie kvality ovzdušia situáciu zmeniť nebol zatiaľ aktualizovaný. Programy na zlepšenie kvality ovzdušia pre PM a benzo[*a*]pyrén sa v SR pripravujú pre jednotlivé kraje, ak bolo na území kraja namerané prekročenie limitnej alebo cieľovej hodnoty pre niektorú znečisťujúcu látku v posledných 3 rokoch (2020–2022). Prekročenia boli namerané, či modelované v 7 krajoch z celkového počtu 8. Súčasťou podkladov pre Programy na zlepšenie kvality ovzdušia sú mapy koncentrácií PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a benzo[*a*]pyrénu z interpolačného modelu RIO (Janssen et al. 2008) s rozlíšením 1 × 1 km pre rok 2022; mapy rizikových oblastí ohrozených zhoršenou kvalitou ovzdušia (<https://www.shmu.sk/sk/?page=2768>) vymedzené podľa aktualizovanej metodiky (SHMÚ 2023), ktorá je navrhnutá s dôrazom na vplyv vykurovania domácností; výstupy modelovania s vysokým rozlíšením (250 × 250 m) modelom CALPUFF (Scire et al. 2023) pre vybrané oblasti s nameranou alebo predpokladanou zhoršenou kvalitou ovzdušia (rok 2021). Podklady pre jednotlivé kraje sú v rôznom stupni rozpracovanosti, postupne ich uverejňujeme na web stránke SHMÚ (PZKO 2023).

Problémy a zdroje neistôt: Nedostatočné informácie o priestorovom rozložení palív a vykurovacích zariadení používaných na vykurovanie domácností; údaje zo Sčítania osôb, domov a bytov sú neopravené o neobývanosť, napriek tomu sú pravdepodobne podhodnotené emisie z vykurovania domácností. Podobne podhodnotené sa javia aj emisie z veľkých zdrojov. Požadované koncentrácie sú vysoké, čo znižuje motiváciu obcí pri navrhovaní a prijímaní opatrení na zlepšenie kvality ovzdušia. Výstupy modelovania s vysokým rozlíšením sú väčšinou v porovnaní s meraním podhodnotené, z čoho vyplýva relatívne vysoká neistota pri určení podielu rôznych druhov zdrojov na znečistení. Metodologickým problémom pri modelovaní účinku opatrení ostáva variabilita meteorologických podmienok.

## Literatúra:

JANSSEN, S., DUMONT, G., FIERENS, F., MENSINK, C., 2008. Spatial interpolation of air pollution measurements using CORINE land cover data. *Atmospheric Environment*, Vol. 42, Issue 20, s. 4884–4903. ISSN 1352-2310. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.02.043>.

MINZP, 2010. Regionálny program na zlepšenie kvality ovzdušia pre prízemný ozón, September 2010 [online]. [citované 2023-09-20]. Dostupné z WWW: <https://www.minzp.sk/ovzdušie/ochrana-ovzdušia/kvalita-ovzdušia/riadenie-kvality-ovzdušia/programy-integrované-programy-zlepšenie-kvality-ovzdušia/>.

PZKO, 2323. Podklady pre Programy na zlepšenie kvality ovzdušia [online]. [citované 2023-09-20]. Dostupné z WWW: <https://www.shmu.sk/sk/?page=2699>.

SCIRE, J. S., STRIMAITIS, D. G., YAMARTINO, R. J., 2023. A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model [online]. [citované 2023-09-20]. Earth Tech, Inc. Concord, MA. Dostupné z WWW: <http://www.src.com/>.

SHMÚ, 2020. Štúdia kvality ovzdušia v aglomerácii [online]. Bratislava: SHMÚ [citované 2023-09-20]. Dostupné z WWW: [https://www.shmu.sk/File/oko/studie\\_analyzy/Studia\\_BA\\_2020.pdf](https://www.shmu.sk/File/oko/studie_analyzy/Studia_BA_2020.pdf).

SHMÚ, 2022. Správa o kvalite ovzdušia v Slovenskej republike [online]. Bratislava: SHMÚ [citované 2023-09-20]. Dostupné z WWW: [https://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko\\_roc\\_s](https://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko_roc_s).

SHMÚ, 2023. Metóda integrovaného posúdenia obcí vzhľadom na riziko nepriaznivej kvality ovzdušia [online]. Bratislava: SHMÚ. [https://www.shmu.sk/File/oko/studie\\_analyzy/Metodika\\_final\\_v2a.pdf](https://www.shmu.sk/File/oko/studie_analyzy/Metodika_final_v2a.pdf).

# Dýchat nebo kýchat

**Marcela Hejkrliková**

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Ústí nad Labem

Porozumění problematiky expozice u vývoje dětského respiračního systému pro zdraví dítěte vyžaduje zohlednění skutečnosti, že vývoj plic je víceúrovňový proces a nemůže být založen na studiích dospělých. Děti jsou citlivou populací vůči jemným aerosolovým částicím ( $PM_{2.5}$ ) a asociované příznaky jsou citlivými ukazateli nemoci. Na toto téma nebylo provedeno mnoho studií a při tom studie, které se týkají expozic zdravých dětí a které jsou cílené na buněčnou úroveň imunity, prokazují vyšší zátěž u dětí žijících ve znečištěném prostředí. Expozice aerosolovým částicím způsobuje dětskou respirační nemocnost a úmrtnost, ale úloha ultrajemných částic s aerodynamickým průměrem menším než 100 nm u astmatu a infekcí dýchacích cest není jasná a existují pouze omezené informace o vlivu ultrajemných částic na mechanismus rozvoje astmatu u dětí a o citlivosti k dětským respiračním infekcím.

Od doby, kdy bylo zahájeno ve světě měření ultrajemných částic, probíhají studie, které se týkají zdravotních dopadů inhalace těchto škodlivin. Problémem je různá definice částic, modelování namísto měření a různé způsoby měření ultrajemných částic včetně rozdílných výstupů sledování. Ve studiích často chybí účast confounderů, bias, které pouze ze statistik a bez znalosti místa nelze zjistit. Expozice znečištění ovzduší může způsobovat absence v mateřské škole, ačkoli tento efekt je velmi obtížné odloučit od působení různých jiných faktorů. Pro náš výzkum – „Časově sériová analýza znečištění venkovního ovzduší a absence dětí ve školce pro respirační onemocnění“, vedeného pod projektem ARAMIS, bylo zejména důležité zajistit data, která by vypovídala o inhalační expozici v místě školky a bydliště a o absenci pro dýchací onemocnění. Podmínky, které mohou být při zpracování matoucími faktory, zjišťujeme současně při sběru dat (absence z jiného důvodu, jiná onemocnění, karanténa). Důležitá je znalost lokality, ve které je umístěna mateřská školka a znalost umístění měřicích stanic. Proto je pro každou školku a měřicí stanici prováděna pasportizace. Je důležité říci, že i ostatní měřené škodliviny budou proměnnou a tím jsou pro zpracování dat důležité.

Pro účely hodnocení dopadu znečištění ovzduší jsou nejčastěji používána data ze zdravotnických registrů (úmrtnost, hospitalizace, Národní onkologický registr). Dostupnost dat závisí na velikosti sledované populace, možnosti splnit požadavky GDPR, rozhodnutí ÚZIS o uvolnění dat, určitém prodloužení v dodávce dat, která jsou také validována a jsou dostupná až k určitému datu. Konkrétní data o onemocnění dětí předškolního věku respiracemi v dané lokalitě, kde jsou měřeny ultrajemné částice, k dispozici nejsou. Absence dětí v mateřských školkách sledována jsou, ale vždy jde pouze o absenci celkovou ze všech důvodů, nikoli pro onemocnění.

# Vývoj a tvorba map znečištění ovzduší v rámci projektů ETC HE a ARAMIS

Jan Horálek

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Informační systém kvality ovzduší

V rámci evropského konsorcia ETC HE a českého projektu ARAMIS dochází ke vzájemné plodné spolupráci, pokud jde o vývoj (a následnou tvorbu) map znečištění ovzduší. Příkladem takové spolupráce je rozvoj mapování benzo[*a*]pyrenu, vývoj tvorby map fyto toxické dávky ozonu (POD) a v posledním roce testování metod statistického downscalingu.

Mapy koncentrací znečišťujících látek jsou v rámci České republiky běžně konstruovány v rozlišení 1 km (ČHMÚ 2021). V rámci tohoto plošného rozlišení nutně dochází k prostorovému shlazení znečištěné ovzduší v dopravou ovlivněných lokalitách. Toto shlazení je významné zejména v případě NO<sub>2</sub>, ale i v případě PM. V těchto případech znečištění z dopravy hraje velkou roli, nicméně gradient ve směru od dopravních komunikací je dosti strmý. Zřetelně je to vidět při porovnání koncentrací naměřených na dopravních a pozadových lokalitách. Proto jsou testovány mapy znečištění ovzduší v jemném rozlišení, se zohledněním dopravní vrstvy. Za zvolené cílové prostorové rozlišení bylo zvoleno rozlišení 100 m. Pro přípravu map v jemném rozlišení bylo zvoleno použití metody statistického downscalingu, kdy dochází ke zjemnění prostorového rozlišení vstupní mapy pomocí doplňkových (proxy) dat, které jsou k dispozici v rozlišení jemném. Za vstupní mapu v hrubém rozlišení byla použita mapa rutinně spočtená v rozlišení 1 km pro grafickou ročenku, za doplňkový vstup v jemném rozlišení byl použit výstup z rozptylového modelu v rozlišení 100 m (šlo o sloučení modelů

CAMx a SYMOS). Pro konstrukci výsledné mapy byl využit statistický downscaling pomocí lineární regrese s interpolací jejích reziduí (Stebel a kol. 2021). Základní downscalingovou interpolační metodou reziduí byl area-to-point kriging (Kyriakidis 2004). Z důvodu výpočetní náročnosti této metodiky jsme provedli porovnání, kdy rezidua byla interpolována jednak pomocí této metody, jednak pomocí výpočetně méně náročné metody bilinéární interpolace. Výsledky byly porovnány na základě měřících stanic (Horálek a kol. 2023). Vzhledem ke srovnatelným výsledkům obou metod je následně pro downscaling reziduí doporučena metoda bilinéární interpolace, což umožňuje počítat mapu v jemném rozlišení 100 m pro celou Českou republiku.

## Literatura:

ČHMÚ, 2021. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-7653-023-2.

HORÁLEK, J., DAMAŠKOVÁ, D., SCHNEIDER, P., KURFÜRST, P., SCHREIBEROVÁ, M., VLČEK, O., 2023. City-level mapping of air quality at fine spatial resolution – the Prague case study. NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> maps on a 100 m spatial grid [online]. Eionet Report ETC HE 2022/24 [citováno 2023-09-20]. Dostupné na WWW: <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-he/products/etc-he-products/etc-he-reports/etc-he-report-2022-24-city-level-mapping-of-air-quality-at-fine-spatial-resolution-2013-the-prague-case-study-no2-pm10-and-pm2-5-maps-on-a-100-m-spatial-grid>.

KYRIAKIDIS, P. C., 2004. A geostatistical framework for area-to-point spatial interpolation. *Geographical Analysis*, Vol. 36, s. 259–289. Dostupné z doi: 10.1111/j.1538-4632.2004.tb01135.x.

STEBEL, K., STACHLEWSKA, I. S., NEMUC, A., HORÁLEK, J., SCHNEIDER, P. a kol., 2021. SAMIRA-Satellite Based Monitoring Initiative for Regional Air Quality. *Remote Sensing*, Vol. 13, Issue 11, 2219. Dostupné z doi: 10.3390/rs13112219.

# Vývoj emisí skleníkových plynů v ČR

Zuzana Rošková

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Oddělení národního inventarizačního systému

Príspevek je členen do 4 základných celků. V prvních částech se věnuje legislativním změnám, a jaký měly vliv na aktuální výstupy. Dále příspěvek pojednává o inventarizaci skleníkových plynů, která je každoročně již od roku 2000 shrnuta v národní inventarizační zprávě o emisích a propadech skleníkových plynů v České republice (NIR). Další část se věnuje aproximativní inventuře. Nakonec i projekcí emisí skleníkových plynů, která, jakožto zpráva, je vydávána každé dva roky. Legislativní změny v reportingu v roce 2023 se týkaly jak inventarizace, aproximativní inventury, tak projekcí, kdy nejdůležitější změnou byl přechod ze 4. hodnotící zprávy (4<sup>th</sup> Assessment report, AR4) na 5. hodnotící zprávu IPCC. Tento přechod znamenal změnu používaných hodnot GWP ať už pro CH<sub>4</sub> z původních 25 na 28, pro N<sub>2</sub>O z 298 na 265.

Největším oříškem byl přepočítání u F-plynů. K minulému reportingu v roce 2022 skončil Kjótský protokol, proto reporting v roce 2023 je brán jako „přechodné období“ a v příštím roce už bude spadat pod Pařížskou dohodu. Poslední národní inventarizační zpráva z roku 2023 prezentuje úroveň emisí skleníkových plynů pro časovou řadu 1990 až 2021 s důrazem na poslední vykazovaný rok, tedy 2021. V tomto roce byla celková suma emisí skleníkových plynů včetně LULUCF a nepřímých emisí 127 393,65 kt CO<sub>2</sub> eq., což znamená, že ve srovnání s rokem 1990 klesly emise o 33,70 %. Nejvyšší podíl s 82,9 % celkových emisí je tvořeno CO<sub>2</sub>, následuje CH<sub>4</sub> s 10,4 % a N<sub>2</sub>O 3,7 %. PFCs, HFCs, SF<sub>6</sub> a NF<sub>3</sub> přispívají 3 % k celkovému součtu emisí skleníkových plynů (ČHMÚ 2023a). Z hlediska jednotlivých kategorií převažují emise z energetiky s 69,96 %, přičemž 97,05 % pochází ze spalovacích procesů. Průmyslové procesy tvoří 12,75 % celkových emisí, zemědělství 6,18 % a odpady 4,5 % (ČHMÚ 2023a). Aproximativní inventura se připravuje každý rok v rámci plnění našich povinností jakožto členského státu EU. Jedná se o předběžné odhady emisí skleníkových plynů za rok, které ukazují, jak by mohla vypadat situace v příští NIR. Projekce skleníkových plynů probíhá jednou za dva roky, poslední zpráva z letošního roku odhaduje emise do roku 2050, přičemž poslední reportovaný rok je 2020. Celkový roční odhad emisí skleníkových plynů v ČR v roce 2050 je 52,56 Mt CO<sub>2</sub> eq., což představuje 72 % pokles emisí v porovnání s rokem 1990 s hodnotou 188,02 Mt CO<sub>2</sub> eq. Celkové projekce emisí skleníkových plynů díky přechodu z AR4 na AR5 poklesly v průměru o 0,65 Mt CO<sub>2</sub> eq. (ČHMÚ 2023b).

## Literatura:

ČHMÚ, 2023a. National Greenhouse Gas Inventory Report of the Czech Republic: Submission Under Unfccc Reported Inventories 1990–2021, ISBN 978-80-7653-052-2.

ČHMÚ, 2023b. Integrated reporting on greenhouse gas policies and measures and on projections in the Czech Republic: Reporting under the Art. 18 of the Regulation EU No. 2018/1999, ISBN 978-80-7653-055-3.

# Zpracování emisních dat (nejen) pro modely

Nina Benešová<sup>1</sup>, Ondřej Viček<sup>1</sup>, Jaroslav Resler<sup>2</sup>, Kryštof Eben<sup>2</sup>, Pavel Juruš<sup>2</sup>, Pavel Krč<sup>2</sup>, Michal Belda<sup>3</sup>, Peter Huszár<sup>3</sup>, Jan Karlický<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4 – Komořany

<sup>2</sup>Ústav informatiky, AV ČR, Pod Vodárenskou věží 271/2, Prague 8, Czech Republic

<sup>3</sup>Katedra fyziky atmosféry, MFF UK, V Holešovičkách 2, 18000, Praha 8

Chemické transportní modely (CTM) se v současnosti hojně využívají k mnoha účelům: pravidelnému hodnocení kvality ovzduší, nebo její předpovědi, posuzování dopadu emisních scénářů na kvalitu ovzduší, určování podílů zdrojů apod. CTM potřebují různé vstupy, přičemž k nejdůležitějším patří meteorologie a emise. Zatímco příprava meteorologie je v reálné aplikaci relativně snadná (typicky se hodinová meteorologie na 3D síti přebírá z numerického modelu předpovědi počasí), příprava emisí může být náročným úkolem, zejména pokud je třeba kombinovat emise různého původu. Vstupní soubory mají obvykle různé formáty, jednotky, geometrie a rozlišení, emise je třeba prostorově rozčlenit na modelovou síť, některé ze základních znečišťujících látek (typicky tuhé znečišťující látky, těžké organické sloučeniny, nebo oxidy dusíku) musí být chemicky specifikovány a celkové roční emise musí být rozpočítány na hodinové údaje. Některé z těchto rozpočtů být navíc místně závislé. Proto musí být software pro zpracování emisí dostatečně flexibilní, aby minimalizoval ruční přípravu dat co nejvíce, musí být také schopen efektivně zpracovávat velké množství dat a poskytovat je v rozumně krátkém čase. Vzhledem k tomu, že žádný z volně dostupných software neposkytoval v roce 2014 potřebnou funkčnost a obecnost, rozhodli jsme se tehdy, že ve spolupráci s kolegy z Ústavu informatiky AV ČR a Matematicko-fyzikální fakulty UK vyvineme vlastní software, který bude splňovat výše uvedené požadavky a bude zároveň volně a open-source distribuovaný. Vznikl tak emisní procesor FUME (<http://fume-ep.org/>), který je již několik let využíván k pravidelným činnostem nejen na ČHMÚ.

## Poděkování

*Vývoj emisního procesoru FUME byl financován grantem TA ČR č. TA04020797 “Emisní procesor nové generace využívající nově dostupné zdroje dat”, projektem LIFE-IP MAŁOPOLSKA č. LIFE14 IPE/PL/000021 “Małopolska Region – Implementation of air quality plan for Małopolska Region - Małopolska in a healthy atmosphere”, projektem URBI PRAGENSI č. CZ.07.1.02/0.0/0.0/16\_040/0000383 financovaným operačním programem Praha – pól růstu ČR, projektem ARAMIS (grant TA ČR č. SS02030031) „Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší“ a projektem TURBAN (grant TA ČR č. TO01000219) „Modelování kvality ovzduší a tepelného komfortu s rozlišenou turbulencí v městském prostředí“.*

# Měření kvality ovzduší v Čelákovících pomocí vzorkovačů

Jan Sládeček

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Informační systém kvality ovzduší

Imisní stanice Čelákovice byla zavedena k 1. 1. 2019 ve spolupráci se Středočeským krajem dle projektu na 1 rok. Středočeský kraj byl vlastníkem stanice v roce 2019.

Od 1. 1. 2020 byla stanice převzata do vlastnictví ČHMÚ pod jiným kódem. Je umístěna ve městě na zahradě mateřské školy u místní komunikace J. A. Komenského, asi 100 m od středně frekventované komunikace Stankovského. Stanice je klasifikovaná jako městská pozadřová, je bez přímého vlivu dopravy a je reprezentativní pro poměrně velkou část města.

Na lokalitě Čelákovice byly v roce 2019 a 2022 umístěny dva vzorkovače. Na prvním se měřily v 24hodinovém režimu koncentrace částic  $PM_{10}$  a na druhém každý 6. den 24hodinové koncentrace skupiny perzistentních organických látek (PAHs). Největším karcinogenem této skupiny PAHs je benzo[a]pyren (dále BaP), který má stanoven v legislativě imisní limit.

Po převedení stanice na ČHMÚ se v roce 2020 a 2021 měřily pouze částice  $PM_{10}$ . Měření PAHs bylo obnoveno na 1 rok 2022 v rámci systému rotujících stanic, měřily se také těžké kovy (TK).

Shrnující údaje za rok 2022 jsou uvedeny v tab. 1. Naměřené koncentrace  $PM_{10}$  a BaP na stanici Čelákovice jsou porovnány s imisními limity pro ochranu zdraví lidí dle zákona o ovzduší č. 201/2012 Sb., v platném znění.

Tab. 1 Znečišťující látky  $PM_{10}$  [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] a BaP [ $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ] vztažené k imisním limitům

Rok 2022	$PM_{10}$					BaP		
	n24k	den	36n24k	p.p.	x	n24k	den	x
Čelákovice	1. 77,0 2. 76,5	11.3. 15.12.	41,0	19	23,8	1. 7,2 2. 5,0	20.11. 8.12.	0,94
Imisní limit	–		50	–	40	–		1
Povolovaný počet překročení	–		–	35	–	–		–

n24k 1. a 2. nejvyšší 24hodinová koncentrace  $PM_{10}$  a BaP (v případě BaP měřená každý 6. den)

36n24k 36. nejvyšší 24hodinová koncentrace  $PM_{10}$

p.p. počet překročení hodnoty imisního limitu  $PM_{10}$

x roční průměrná koncentrace  $PM_{10}$  a BaP

Na imisní stanici Čelákovice koncentrace  $PM_{10}$  nepřekročily za rok 2022 platný imisní limit.

Hodnota 36. nejvyšší 24hodinové koncentrace  $PM_{10}$  ( $41 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) zůstala pod imisním limitem (tab. 1). Hodnota limitu byla sice překročena v 19 případech, ale v povoleném počtu. K překročení imisního limitu by bylo třeba 36 případů za rok. Roční průměrná koncentrace  $PM_{10}$  ( $23,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byla rovněž pod imisním limitem (tab. 1). Maximální 24hodinová koncentrace  $PM_{10}$  ( $77,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byla naměřena dne 11. 3. 2022. Druhá nejvyšší 24hod. koncentrace  $PM_{10}$  dosahovala dne 15. 12. 2022 hodnoty  $76,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (tab. 1).

Roční průměrná koncentrace BaP ( $0,94 \text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ), zůstala těsně pod imisním limitem (tab. 1).

Nejvyšší 24hodinová koncentrace BaP byla dosažena v listopadu, druhá nejvyšší v prosinci 2022. Hodnoty BaP bývají zvýšené v zimním období, kdy dochází k vytápění objektů. BaP je zejména produktem nedokonalého spalování.

# Pokrok v modelování kvality ovzduší v okolí ulice Legerova na Praze 2 různými typy modelů

## Progress in air quality modeling using two different models in surrounding of Legerova street, Prague 2

**William Patino**

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Oddělení modelování a expertíz

The implementation of models to predict the impact of buildings and street configuration on the dispersion of pollutants is a field of study that attracts current attention due to the difficulty of simulating turbulent flow under such conditions. Furthermore, it is still unclear the level of model complexity required to obtain reasonable estimations balanced with an appropriate computational effort. Under the framework of ARAMIS/TURBAN projects, the pollution in the surroundings of Legerova street in Prague 2 was studied using a measurement campaign composed by permanent meteorological and air quality monitoring stations operated by the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI), a network of low-cost sensors, a Doppler LIDAR, and a microwave radiometer. The aim of this research was to compare the capabilities of three models with different degree of sophistication, i.e. Gaussian dispersion model ATEM, Graz Lagrangian model (GRAL) and PALM LES model. Given the restrictions of computational time, it was decided to model six episodes lasting around 3–4 days, covering summer and winter conditions and selected according to high concentrations of pollutants and prolonged temperature inversions.

### **Acknowledgement**

The contribution was financially supported by the Technology Agency of the Czech Republic through the programs Environment for Life (project SS02030031 ARAMIS), and KAPPA (project TO01000219 TURBAN).



# S geology na PIZZU

**Radim Seibert**

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Ostrava

Vzorky ovzduší odebrané na filtry jsou po provedení navazujících laboratorních analýz většinou bez dalšího užítu likvidovány, a to i v případě nedestruktivních nebo částečně destruktivních analýz. Protože odběrové kampaně představují časově, technicky i finančně náročnou část výzkumu atmosféry, je škoda nevyužít získaný materiál pro více výzkumných úkolů současně. Příspěvek informuje o úspěšném propojení výzkumných aktivit ČHMÚ a ČGS. Díky němu již téměř zapomenuté archivované filtry našly svůj další smysl a přispěly k meziústavní výměně know-how v oblasti identifikace zdrojů.

V rámci projektu ARAMIS byly využity teflonové a křemenné filtry z ukončeného projektu TAČR TITSMZP704, získané během kampaňového měření v Brně, Olomouci a Hradci Králové. Předmětem výzkumu ČGS byla identifikace zdrojů znečištění na základě izotopových řad vybraných kovů a uhlíku. Po dořešení metody zpracování filtrů ČHMÚ, které nebyly předtím z důvodu nedostatečné navážky zachyceného aerosolu pro izotopové analýzy ČGS využívány, byl společný výzkum zmíněných institucí rozvinut v navazující etapě projektu ARAMIS, zaměřené na identifikaci zdrojů znečišťování na Ostravsku. Společně byla provedena odběrová kampaň s odběry vzorků jak pro model PMF ČHMÚ, tak pro identifikaci zdrojů na základě časových řad koncentrací izotopů kovů a uhlíku, provedenou ČGS.

Výsledky obou přístupů byly zahrnuty do souhrnné zprávy z identifikace zdrojů v Ostravě, zpracované v rámci projektu ARAMIS. Protože identifikace zdrojů metodou ČHMÚ a ČGS jsou založeny na odlišném časovém rozlišení vzorků, poskytují odlišnou informaci. Z hlediska používaného časového rozlišení se identifikace zdrojů prováděná ČHMÚ nachází uprostřed mezi vysokým rozlišením používaným většinou vědeckých institucí v ČR a nízkým rozlišením ČGS. Oproti metodě ČHMÚ jsou výsledky identifikace ČGS méně detailní, ale vhodnější pro sledování dlouhodobých trendů. Imisní zátěž ovlivňuje izotopové poměry na desítky let, takže lze tímto způsobem monitorovat, jak se historicky vyvíjel vliv zdrojů znečišťování v různých matricích životního prostředí. Kromě dlouhodobých posunů izotopových poměrů v horizontu desítek let lze metodou ČGS identifikovat i sezonní změny způsobené některými typy zdrojů znečišťování ovzduší, a to i v případě prvků s velmi komplexním původem. Dokládají to výsledky identifikace zdrojů, provedené na základě izotopové řady olova ze vzorků odebraných ČHMÚ na dopravních lokalitách v Brně, Olomouci a Hradci Králové. Publikovány byly ve společném článku obou institucí „Winter-time pollution in Central European cities shifts the 208Pb/207Pb isotope ratio of atmospheric PM<sub>2.5</sub> to higher values: Implications for lead source apportionment” (Atmospheric Environment, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.119941>).

Společný výzkum na Ostravsku ukázal, že v případě krátkodobých kampaňových měření lze izotopovou metodou identifikovat původ znečištění pouze u podílově nejvýznamnějších zdrojů. V konkrétním případě Ostravska se jednalo o vliv vytápění domácností, který bylo možno sledovat posuny v izotopovém složení uhlíkatých částic. Popisovaná spolupráce mezi výzkumnými institucemi vedla k publikaci článku „Tracking sources of PM<sub>10</sub> emissions and deposition in the industrial city of Ostrava, Czech Republic: A carbonaceous  $\delta^{13}\text{C}$ -based approach” (Atmospheric Environment, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119556>).

Metody identifikace zdrojů používané ČHMÚ a ČGS nejsou přímo srovnatelné. Každá je vhodná pro jiné účely. Jedná se o kvalitativně odlišné informace, které se vzájemně doplňují.

# Optimalizace metody vzorkování polycyklických uhlovodíků a jejich nitrovaných derivátů z ovzduší

Zdeňka Rohanová<sup>1</sup>, Irina Nikolova<sup>1</sup>, Bohumil Kotlík<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Ústí nad Labem

<sup>2</sup> Státní zdravotní ústav Praha

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH) jsou velkou skupinou organických sloučenin se dvěma nebo více aromatickými (benzenovými) kruhy. PAH vázané na částice jsou považovány za velmi nebezpečné pro lidské zdraví. Vznikají zejména jako následek nedokonalého spalování přírodních nebo syntetických organických látek.

Nitrované polycyklické aromatické uhlovodíky (NPAH) jsou deriváty PAH s alespoň jednou funkční nitroskupinou ( $-\text{NO}_2$ ) na aromatickém kruhu. Mohou vznikat reakcemi PAH s oxidy dusíku v atmosféře anebo jsou do atmosféry přímo emitovány ze spalovacích procesů. Patří mezi vysoce nebezpečné mutagenní látky a mají vyšší karcinogenní potenciál než PAH. Avšak znalosti o jejich biologických vlastnostech a koncentracích v různých maticích životního prostředí je stále základní. Je to způsobeno nižšími koncentracemi (o 2 řády) ve srovnání s jejich mateřskými PAH. Emise z automobilové dopravy je jedním z hlavních zdrojů polycyklických aromatických uhlovodíků, včetně jejich nitrovaných derivátů, v městském prostředí. Proto bylo ve spolupráci se SZÚ Praha uskutečněno vzorkování pro optimalizaci odběrů a optimalizaci analytické metody pro stanovení NPAH v reálných vzorcích. Odběr probíhal v období 27. 6. až 4. 7. 2022 a odběrová zařízení byla umístěna na odstavné komunikaci severního portálu Strahovského tunelu, kde se intenzita dopravy pohybuje mezi 80 až 100 tisíci vozidel za 24 hod. Vzorkování probíhalo na 4 odběrových zařízeních (2 systémy HVS Digital s průtokem vzduchu  $30 \text{ m}^3$  za hod. a 2 systémy LVS Leckel s průtokem vzduchu  $2,3 \text{ m}^3$  za hod.). Odebírána byla plynná frakce na PUF filtry a frakce aerosolových částic  $\text{PM}_{10}$  na quartzové filtry.

Nejvíce zastoupeným nízkomolekulárním PAH (dva a tři kruhy) vyskytující se v atmosféře v plynné fázi byl Phenantren (FEN), jehož koncentrace se pohybovaly v rozmezí od  $33 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  do  $77 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ . Dominantními PAH se střední molekulovou hmotností (čtyři kruhy), které jsou rozděleny mezi plynnou fázi a fázi částic v závislosti na atmosférických podmínkách, byly Fluoranthene (FLU) a Pyrene (PYR), jejichž koncentrace se pohybovaly v rozmezí od  $12 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  do  $23 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ . Převládající sloučeninou vysokomolekulárních PAH (pět nebo více kruhů), které jsou vázány na částice, byl Benzo[ghi]perylene, jehož koncentrace byly v rozmezí  $0,9 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  až  $1,9 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ . Průměrná hodnota diagnostického poměru Benzo[a]pyrene (BaP) ku Benzo[e]pyrene (BeP), který lze využít pro identifikaci částic pocházející z primárních emisí ( $>0,4$ ) a nebo částic pocházející ze sekundárních emisí ( $<0,4$ ), byla 0,50 a 0,53 na LVS resp. na HVS. Průměrná hodnota hmotnostního zlomku Benzo[a]anthracenu (BaA) ve směsi s Chrysenem (Cry) byla 0,45 a 0,46 na LVS resp. na HVS, což poukazuje na částice pocházející z automobilové dopravy.

V rámci této kampaně bylo proměřeno 15 nitrovaných PAH, z toho 4 NPAH nebyly detekovány vůbec (1,3-Dinitropyrene, 1,6-Dinitropyrene, 1,8-Dinitropyrene, 6-Nitrobenzo[a]pyrene) a přítomnost 7-Nitrobenzo[a]anthracene, 6-Nitrochrysene, 2-Nitropyrene byla detekována jen v určité dny. Nejvíce zastoupenými NPAH byly 9-Nitrophenantrene (av. LVS  $334 \text{ pg}\cdot\text{m}^{-3}$ , av. HVS  $168 \text{ pg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), 9-Nitroanthracene (av. LVS  $300 \text{ pg}\cdot\text{m}^{-3}$ , av. HVS  $125 \text{ pg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a 1-Nitropyrene (av. LVS  $253 \text{ pg}\cdot\text{m}^{-3}$ , av. HVS  $236 \text{ pg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). 1-Nitropyrene vzniká výhradně z emisí spalování, zatímco 2-Nitropyrene nebyl objeven v emisích výfukových plynech a je považován za marker vzniku NPAH sekundární formací mateřských PAH s atmosférickými radikály.

# Vliv sucha na koncentrace částic PM<sub>10</sub> v České republice

Jáchym Brzezina<sup>1</sup>, Adéla Holubová Šmejkalová<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Brno

<sup>2</sup>Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Observatoř Košetice

Meteorologické a rozptylové podmínky mohou velmi výrazně ovlivňovat kvalitu ovzduší. V některých letech poslední dekády se Česká republika potýkala s velmi silným až extrémním suchem. S ohledem na předpokládaný budoucí vývoj podnebí v České republice je navíc možné, že bude sucho na našem území častější. Cílem studie bylo zjistit, zda a pokud ano, v jaké míře, se projevuje sucho na kvalitě ovzduší. Hodnoceny byly v tomto případě koncentrace částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>. Základním hodnotícím parametrem bylo dále množství srážek, z meteorologických parametrů ale byla použita i teplota a vlhkost půdy. Analýza byla provedena na celkem 21 stanicích imisního monitoringu s dostatečně dlouhou a úplnou časovou řadou dat, které se nachází v blízkosti srážkoměrné stanice na základě dat z 10letého období 2010 až 2019. Do hodnocení bylo zahrnuto pouze období od dubna do září, tedy období mimo topnou sezónu. Sucho bylo hodnoceno podle spadlého množství srážek. Jako začátek suché periody byl označen moment, kdy bylo v dané lokalitě zaznamenáno pět po sobě jdoucích dní bez srážek (srážkový úhrn  $\leq 0,2$  mm). V rámci hodnocení bylo zjištěno, že koncentrace částic PM<sub>10</sub> byly o 26,7 až 46,7 % vyšší během suchých period a tento rozdíl je statisticky významný. Byla také zjištěna výrazná korelace mezi koncentracemi částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> a teplotou a vlhkostí půdy, a to zejména teplotou a vlhkostí půdy v nejsvrchnější vrstvě do hloubky 10 cm. Vlhkost půdy nad 36 % vytváří nepříznivé podmínky pro resuspenzi a erozi, a to i v případech, kdy teplota půdy překročí 20 °C. Výsledky také ukazují vliv stavu vegetace. Vyšší míra znečištění se projevuje při holé půdě nebo nízkém porostu. Nejméně se suché periody na koncentracích částic PM<sub>10</sub> projevovaly v červenci, tedy v měsíci, kdy je vegetace výrazně vzrostlá. Naopak největší rozdíl byl zaznamenán v srpnu, kdy probíhá často sklizeň, půda může být holá a teploty mohou být velmi vysoké. Prokázán byl také vliv rostoucího vlivu sucha na koncentrace částic PM<sub>10</sub> s tím, jak se prodlužovala délka trvání bezsrážkové periody. Na začátku vegetačního období byl pozorován vyšší podíl částic PM<sub>10</sub> ve srovnání s částicemi PM<sub>2,5</sub>. V pozdější fázi vegetačního období (přibližně od června) byl poměr koncentrací částic PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> vyšší. To je pravděpodobně způsobeno vznikem sekundárních částic a dalších antropogenních vlivů (např. letních táboráků), které jsou zdrojem zejména menších částic PM<sub>2,5</sub>.

# Benzenová Ostrava 2023

**Blanka Krejčí, Daniel Hladký, Radim Seibert, Vladimíra Volná**

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Ostrava

Severovýchodní část města Ostravy je vzhledem ke svému průmyslovému charakteru historicky zatížena vysokými koncentracemi benzenu. Ty v lokalitě Ostrava-Přívoz soustavně až do roku 2012 a znovu v roce 2018 překračovaly hodnoty platného ročního imisního limitu ( $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Screeningovými měřeními byla v letech 2011–2012 potvrzena známá poloha nejvýznamnějších velkých zdrojů stále produkujících emise benzenu na území města Ostravy (chemická výroba v BorsodChem MCHZ, s. r. o. a koksárenské provozy OKK Koksovny, a. s.), které zároveň leží v ose převažujícího proudění vzhledem k monitorovací stanici ČHMÚ. Od roku 2003 probíhají v různé intenzitě sanační práce v areálu bývalého podniku OSTRAMO, kam byl od konce 19. století ukládán odpad z rafinerské výroby a regenerace použitých olejů. Do roku 2020 byly odtěženy kaly z ropných lagun v blízkosti sídliště Ostrava-Fifejdy. Při těchto činnostech dochází rovněž k emisi vysokých koncentrací benzenu a dalších znečišťujících látek. V letech 2022–2023 se sanační práce týkaly kontaminovaného podloží nejen v této lokalitě, zároveň byly prováděny sanace i v blízkém v areálu zrušené koksozny Jan Šverma. Na základě výskytu vysokých špičkových koncentrací benzenu naměřených v roce 2022 na stálých monitorovacích stanicích v Ostravě, které znovu vyvolaly obavy ohledně možných zdravotních dopadů na obyvatele, byla ve spolupráci s Magistrátem města Ostravy a Ministerstvem životního prostředí provedena v období od března do června 2023 mimořádná screeningová měřicí kampaň benzenu podpořená z projektu TA ČR SS02030031: Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší (ARAMIS). Měření dvěma mobilními měřicími vozy, a také pasivními dozimetry benzenu, byla prováděna s cílem identifikovat a zhodnotit zdroje vysokých koncentrací této škodliviny. Zvolená kombinace metod spolu s vyhodnocením meteorologicko-imisních vztahů umožnila detailní analýzu prostorové distribuce koncentrací benzenu a identifikaci jeho hlavních zdrojů. Výsledky měření naznačily, že největší vliv na lokální zhoršení kvality ovzduší v blízkosti průmyslového areálu bývalého dolu a koksozny Jan Šverma mělo stáčiště chemických látek podniku BorsodChem MCHZ, s. r. o. V jeho bezprostřední blízkosti bylo zaznamenáno více než dvojnásobné překročení imisního limitu pro benzen. Nicméně, příspěvek tohoto zdroje k celkové koncentraci benzenu v Ostravě-Přívozu byl relativně nízký, cca  $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Ve větší vzdálenosti, v oblasti bývalých lagun OSTRAMO, byly naměřeny koncentrace benzenu ve výši 0,5 až  $0,75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . OKK Koksovny, a. s. – Koksovna Svoboda se rovněž ukázala jako významný zdroj benzenu, s příspěvkem cca 6 až  $7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v lokalitě Ostrava-Přívoz. Na ostatních místech kampaně však nebyl vliv emisí z koksozny na koncentrace benzenu průkazný. Příspěvky ze sanovaných areálů byly zaznamenávány spíše krátkodobě, a to jak z prostoru laguny OSTRAMO R0 ( $3\text{--}5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), tak z areálu koksozny Jan Šverma. Výsledky studie ukazují, že emisní zátěž z bývalých i současných průmyslových areálů v Ostravě má stále významný vliv na kvalitu ovzduší ve městě, proto by měly být pečlivě monitorovány a regulovány. Zároveň zdůrazňuje nutnost podrobného monitorování imisních koncentrací benzenu v Ostravě, aby bylo možné lépe chránit zdraví obyvatel a životní prostředí.

## Literatura:

ČHMÚ et al., 2013. Ověření zdrojů benzenu v severovýchodní části města Ostrava. Odborná zpráva pro MŽP, zpracovaná společně s E-expert, spol. s r. o. a Zdravotním ústavem se sídlem v Ostravě.

# Vliv požáru v Národním parku České Švýcarsko na kvalitu ovzduší na Národní atmosférické observatoři Košetice

Tomáš Ištok, Adéla Holubová Šmejkalová

Český hydrometeorologický ústav, Úsek kvality ovzduší, Observatoř Košetice

V roce 2022 zaznamenala Česká republika 20 813 požárů, což je meziroční nárůst požárů o 29 % (Kociánová 2023). Mezi ně se řadí jeden z největších požárů v historii České republiky, který zasáhl plochu o velikosti přibližně 1 000 hektarů v Národním parku České Švýcarsko. Tato mimořádná událost, která byla způsobena lidskou činností – žhářstvím (Děčínský deník 2022) a k jejíž rychlému šíření požáru přispělo extrémní horko a suché podmínky ovlivnila v jeden den

také kvalitu a čistotu ovzduší na velkém území České republiky (Hruška et. al. 2022). Důsledky šíření kouře byly měřeny i na Národní atmosférické observatoři Košetice (NAOK, 49°34' 24" s. š., 15°04' 49" v. d.; 534 m n. m.), která je vzdálená více než 150 kilometrů od ohniska požáru. I přes to, že požár trval několik týdnů, tato studie se zabývá pouze obdobím 25.–27. července 2022. Výsledky z měření dne 26. 7. 2023 v rámci Státní sítě imisního monitoringu provozované Českým hydrometeorologickým ústavem ukázaly postupné zvyšování koncentrací PM<sub>10</sub> v severní polovině ČR (ČHMÚ 2022). Tato situace nastala díky nízké oblačnosti, která v ranních hodinách pokryla část republiky a neumožňovala tak rozptýlení kouře do vyšších vrstev atmosféry. Pokles oblačnosti byl zaznamenán nejen přístroji měřící výšku oblačnosti (Ceilometr, CL51, Vaisala), ale i přístrojem pro měření vertikálního profilu aerosolu v atmosféře (Lidar, LR211-D300). Tato data ukázala postupně klesající oblačnost z výšky 5 km do 1 km až 500 m nad zemí v čase od 0:00 do 7:00 UTC. Přítomnost kouřové vrstvy se projevila na výsledcích koeficientu zpětného rozptylu  $\beta(z, \lambda)$ , měřeným přístrojem Lidar. Hodnoty  $\beta(z, \lambda)$  kolem 7:00 UTC dosahovaly  $0,5 \cdot 10^{-5} \text{ sr}^{-1} \text{ m}^{-1}$ . Koncentrace PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a CO prudce stouply v 6:00 (CO – 395,0  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ) a v 8:00 UTC (PM<sub>10</sub> – 48,0  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ , PM<sub>2,5</sub> – 38,0  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ). Přičemž, průměrné hodnoty dosahují u PM<sub>10</sub> 20,5  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ , PM<sub>2,5</sub> – 12,0  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  a CO 285,0  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ . Ještě téhož dne po poledni došlo k rozpadu oblačnosti, to mělo významný vliv na situaci se znečišťujícími látkami v ovzduší. Tento rozpad oblačnosti umožnil postupný rozptyl znečišťujících látek, což následně vedlo k poklesu jejich koncentrace na průměrné hodnoty.

## Literatura:

ČHMÚ, 2022. Výhled počasí s ohledem na rozsáhlé požáry v Hřensku. Rizika spojená se zhoršenou kvalitou ovzduší v důsledku požárů [online]. [citováno 2023-09-18]. Dostupné z WWW:

[https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove\\_zpravy/2022/TZ\\_2022-07-26\\_pozary\\_hrensko.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2022/TZ_2022-07-26_pozary_hrensko.pdf).

DĚČÍNSKÝ DENÍK, 2023. Policisté mají viníka obřího lesního požáru v Českém Švýcarsku. Žhář je ve vazbě [online]. [citováno 2023-06-16]. Dostupné z WWW: <https://decinsky.denik.cz/zlociny-a-soudy/vinik-lesni-pozar-ceske-svycarsko-police-vazba-20230526.html>.

HRUŠKA, J. et. al., 2022. Studie pro MŽP: Jaké faktory ovlivnily vznik a šíření požáru v NP České Švýcarsko [online]. [citováno 2023-06-16]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news\\_20220106-Vedci-zmapovali-pozar-v-Ceskem-Svycarsku-Majitele-lesu-se-z-nej-musi-ponaucit-Pro-prirodu-ale-znamena-probihajici-obnova-velkou-sanci/\\$FILE/Studie\\_faktoru\\_pozaru\\_Narodni\\_park\\_Ceske\\_Svycarsko.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20220106-Vedci-zmapovali-pozar-v-Ceskem-Svycarsku-Majitele-lesu-se-z-nej-musi-ponaucit-Pro-prirodu-ale-znamena-probihajici-obnova-velkou-sanci/$FILE/Studie_faktoru_pozaru_Narodni_park_Ceske_Svycarsko.pdf).

KOCINOVÁ, M., NEDĚLNÍKOVÁ, H. et al., 2023. Statistická ročenka HZS ČR 2022 [online]. [citováno 2023-06-16] Dostupné z WWW: <https://www.hzscr.cz/hasicien/ViewFile.aspx?docid=22362713>.

## Poděkování

*Výzkum vedoucí k těmto výsledkům získal finanční prostředky z projektu na podporu Velké výzkumné infrastruktury ACTRIS – účast České republiky (ACTRIS-CZ – LM2023030) – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.*



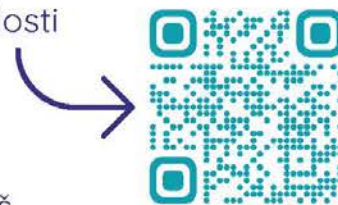
# Věnovat se kvalitě ovzduší dává smysl!

**Potřebuješ data** pro svůj výzkum v rámci bakalářské, diplomové nebo dizertační práce, nebo hledáš studentskou stáž? Zkus web **projektu ACTRIS-CZ** ([www.actris.cz](http://www.actris.cz)), který se věnuje právě kvalitě ovzduší.

**Vyplň jednoduchý formulář** a napiš nám, co je cílem Tvého projektu. Data o kvalitě ovzduší i fyzický přístup na Národní atmosférickou observatoř v Košeticích **poskytneme zdarma**.

## Jak to funguje?

1. Na webu [actris.cz](http://actris.cz) najdeš formulář žádosti o Open Access.
2. Vyplněný formulář pošli na adresu [info@actris.cz](mailto:info@actris.cz).
3. Jakmile bude žádost schválena, můžeš začít data používat.



Více informací o projektu najdeš na [www.actris.cz](http://www.actris.cz).



## **Seminář ACTRIS-CZ 2023**

Sborník abstraktů

Vydalo nakladatelství Českého hydrometeorologického ústavu

Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany

Praha 2023, 1. vydání

Publikace neprošla jazykovou úpravou, za obsah příspěvků odpovídají autoři.

ISBN 978-80-7653-062-1 (pdf)