

ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE JAKO MOŽNÝ ZDROJ ZNEČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Mgr. Silvie Semerádová, VÚV TGM, v.v.i.
(Konference ODPADOVÉ VODY 2022;19.-21.10.2022, Štrbské Pleso)



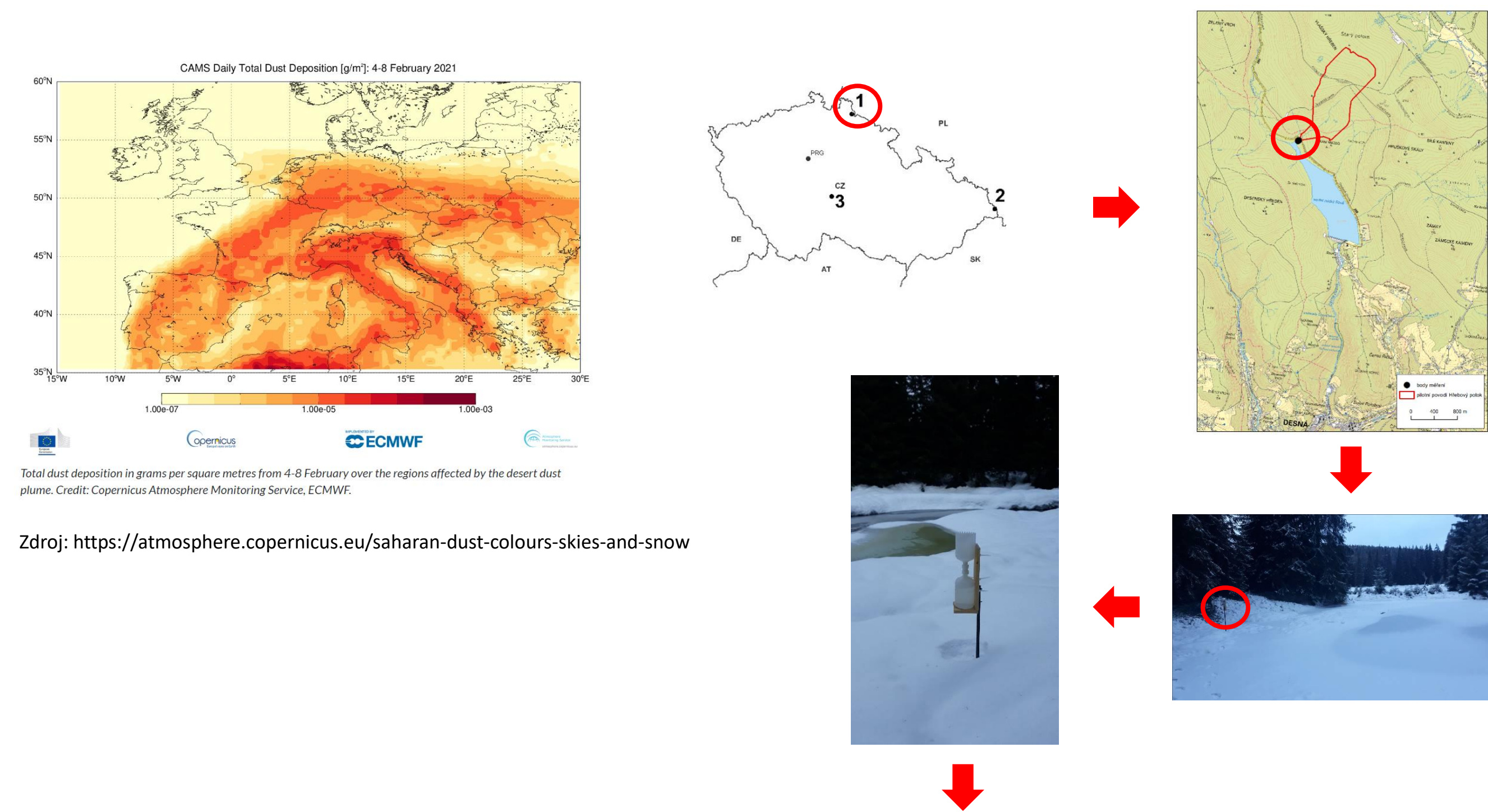
Český
hydrometeorologický
ústav

Úvod

Data shromážděná v rámci projektu TAČR SS01010231 „Dopady atmosférické depozice na vodní prostředí se zohledněním klimatických podmínek“ ukazují, že u některých polutantů je zatížení atmosférických srážek výrazně vyšší než zatížení povrchových vod. Přirozené přírodní prostředí tak funguje jako bariéra prostupu znečišťujících látek a ochrana před kontaminací vod. Narušení přírodního prostředí ať už intenzivním zemědělským využíváním, těžbou dřeva pomocí těžké techniky nebo rozšiřováním zastavěných ploch bez přiměřeného čištění tak přináší nejen nové zdroje znečištění, ale i zrychlení přenosu znečištění již existujícího. Činnosti v rámci projektu zahrnovaly jak měření na vybraných pilotních lokalitách, tak modelování na základě dostupných dat. Postup a výsledky projektu jsou shrnuty v několika publikacích a výstupech dostupných na stránkách projektu (1), účelem posteru je ukázat možné aplikace dosažených výsledků a případně načrtnout další směry výzkumu.

Příklad 1 – depozice rtuti na hladinu vodárenské nádrže při mimořádné události

V rámci sledování složení srážek na vybraných lokalitách v letech 2020-2021 byly stanovovány mimo jiné koncentrace rtuti v povrchové vodě a ve srážkách. V povrchové vodě se koncentrace rtuti držely pod mezí stanovitelnosti nebo ji jen mírně překonaly. Koncentrace ve srážkách, ačkoli po většinu období také nepřesahovaly mez stanovitelnosti, v jednom případě dosáhly extrémně vysokých hodnot a to ve všech třech sledovaných lokalitách, a v obou typech sledované depozice (srážkách s prašným spadem, zvaných bulk a podkorunová depozice). Konkrétně byla naměřena koncentrace rtuti ve srážkách typu bulk $15 \mu\text{g l}^{-1}$ na lokalitě v Jizerských horách, $280 \mu\text{g l}^{-1}$ na lokalitě v Moravskoslezských Beskydech a $0,35 \mu\text{g l}^{-1}$ na lokalitě na Českomoravské vrchovině, kde ovšem kvůli nedostatečnému množství srážek bylo potřeba vzít dvouměsíční vzorek. Šlo o kampaň realizovanou od února 2021 do března 2021 (dubna 2021), V tomto období byl v části Evropy včetně České republiky zaznamenán přechod vzduchu obsahujícího písek ze Saharské pouště. Vzhledem k tomu, že první z lokalit se nachází v těsné blízkosti vodárenské nádrže Souš, pokusili jsme se přepočítat spad rtuti při této srážkové události na plochu vodní nádrže a na plochu jejího povodí. Výchozí údaje jsou shrnuty v tabulce 1.



	Koncentrace ve srážkách ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Množství srážek ve sled. období (mm)	Rozloha území (ha)	Množství rtuti z atm. dep. (g)
Vodní nádrž	15	24,8	85,89	319,5
Povodí v. n.	15	24,8	1396,0	5193,1

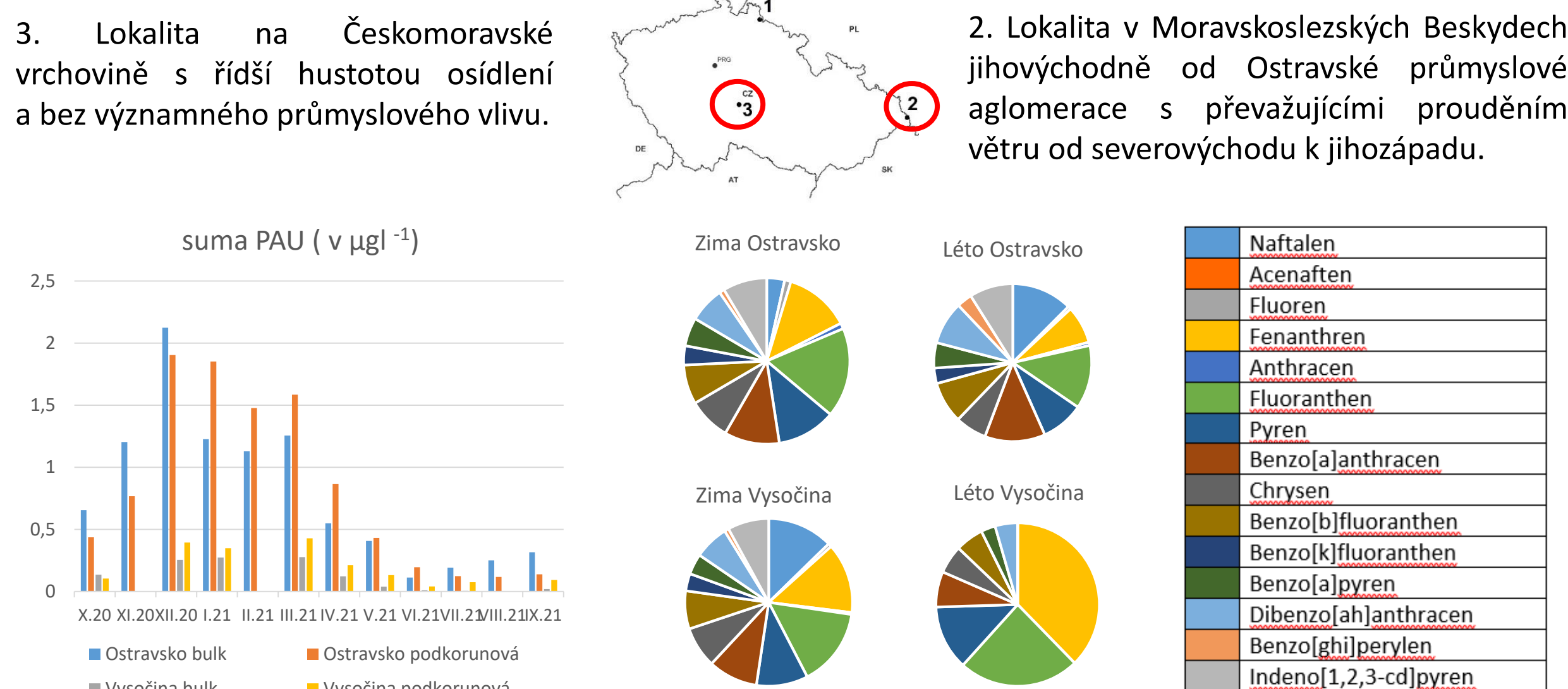
Při této události by teoreticky vypočtený spad dosahoval na jednotku plochy přibližně $372 \mu\text{g.m}^{-2}$. Vzhledem k tomu, že se jednalo o jedinou epizodu v průběhu roku můžeme tuto hodnotu považovat za hodnotu roční. V porovnání s literaturou, kde např. Fitzgerald & Lamborg uvádí odhad celosvětově $5,6 \mu\text{g.m}^{-2}\text{rok}^{-1}$ (4) jde o významně vyšší hodnoty, je ale zároveň zřejmé, že jde o ojedinělou událost možná i v rámci let.

Literatura

1. Webové stránky projektu Atmosférická depozice <https://heis.vuv.cz/projekty/atmosferickadepozice>, cit.30.9.2022
2. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020, Zpráva ČHMÚ, dostupné online: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/20_09_depozice_v3.pdf, cit.30.9.2022, 2021
3. Semerádová, S., Sucharová, J., Mičaník, T., Sýkora, F. a Jašíková, L. Atmosférická depozice jako možný zdroj znečištění povrchových vod (Předběžné výsledky projektu, část 1. – těžké kovy). *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, roč. 64, č. 4, str. 20–31. ISSN 0322-8916. (2022)
4. Fitzgerald, W. F., Lamborg, C. H.: Geochemistry of mercury in the environment. In: B. S. LOLLAR, ed. *Environmental geochemistry*. Oxford: Elsevier, Treatise on geochemistry, pp.107-148 (2003)
5. Hůnová, I.; Kurfürst, P.; Vlasáková, L.; Schreiberová, M.; Škáchová, H. Atmospheric Deposition of Benzo[a]pyrene: Developing a Spatial Pattern at a National Scale. *Atmosphere* **2022**, *13*, 712. <https://doi.org/10.3390/atmos13050712>
6. Proposal for a simplified method for the quantification of emissions to water. EEA, Kodaň (dosud v připomínkovém řízení)

Příklad 2 – rozdíl dálkového přenosu PAU ve více a méně zatíženém prostředí

Druhým příkladem je porovnání atmosférické depozice ve dvou lokalitách, které nejsou ovlivněny blízkými antropogenními vlivy. Porovnávány byly sumy hodnot polycyklických aromatických uhlovodíků a jejich poměr v zimním (listopad až březen) a letním (květen až srpen) období.



Suma 15 sledovaných PAU dosahuje maxima v topné sezóně, kdy na začátku převažuje výskyt ve srážkách typu bulk, zatímco podkorunová depozice je nižší z důvodu sněhové pokrývky na stromech. V druhé polovině zimy a s lokálním táním začíná naopak podkorunová depozice převládat. Zatímco v průmyslové lokalitě jsou letní koncentrace PAU výrazně nižší, ale stále přítomné, na méně ovlivněné lokalitě se v měřitelných koncentracích takřka nevyskytují. Rozdíly mezi lokalitami a obdobími se objevují také v poměru jednotlivých látek.

Příklad 3 – výpočet depozice na nepropustné plochy v obci

Na základě informací o atmosférické depozici jsme se pokusili o kvantifikaci látkového toku, který se dostává z nepropustných povrchů sídel s dešťovou vodou do stokové sítě. Jde o odhad dálkového přenosu, který nezahrnuje bezprostřední splachy např. z intenzivně dopravně využívaných komunikací. Pro výpočet byla zvolena mapa suché depozice benzo[a]pyrenu, kterou sestavil ČHMÚ (4), přepočítaná na plochu vodního mezipovodí vodního útvaru.

Pro porovnání možného modelovaného splachu byly vybrány dvě aglomerace – pražská a ostravská. Celkový vstup BaP do stokové sítě byl vypočten podle vzorce navrhovaného EEA v technické zprávě (6):

$$LO = AD * koef * \sum PLO_i * PROP_i$$

LO – látkové množství vstupující do stokové sítě z atmosférické depozice

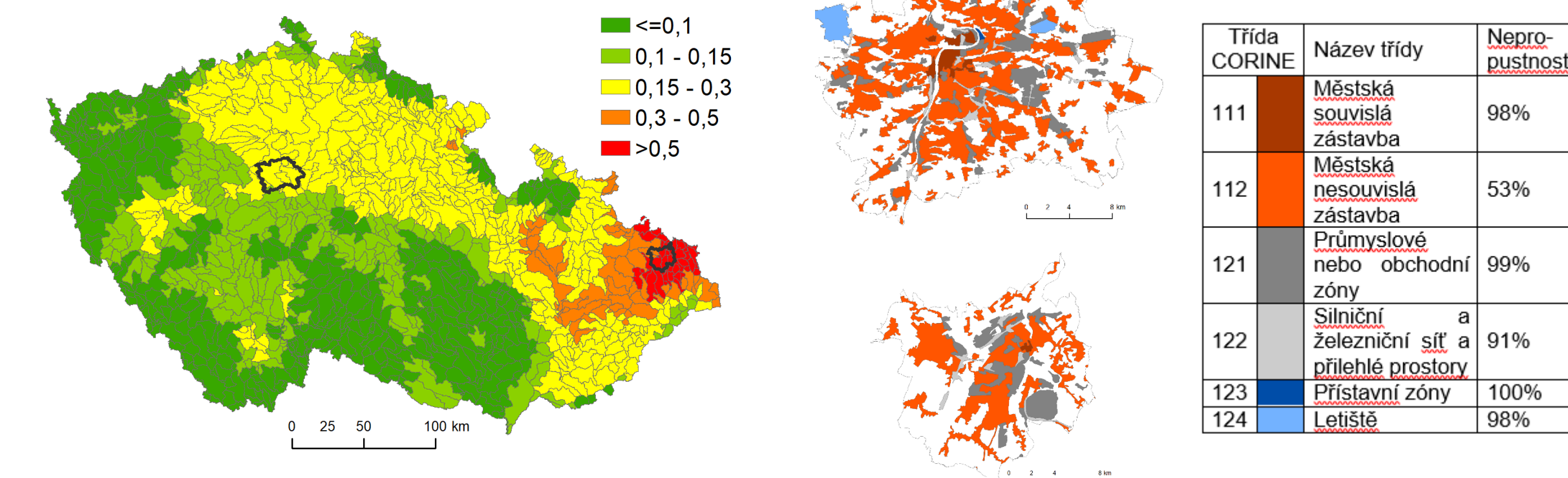
AD – atmosférická depozice v $\text{mg.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$

PLO_i – nepropustná plocha i-tého typu (v modelovém výpočtu použity třídy LU podle CORINE 2018)

$PROP_i$ – koeficient nepropustnosti i-tého typu (v modelovém případě převzaty z technické zprávy EEA pro třídy CORINE 2018 – viz tabulka)

Koef – koeficient odtoku převzat z technické zprávy 0,6

Průměrná hodnota suché depozice benzo[a]pyrenu v mezipovodí $\text{mg.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$



	Celková rozloha (ha)	Rozloha zastavěných území (ha)	Průměrná modelovaná depozice BaP ($\text{mg.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$)	Modelovaný vstup do stokové sítě (kg)
Ostrava	214	93	0,692	26
Praha	496	238	0,187	18

Ačkoli uvedené výpočty jsou zatíženy obrovskou mírou nepřesnosti, potvrzují, že i dálkový přenos ovzduším může být zdrojem PAU v odpadních vodách.

KONTAKT: Mgr. Silvie Semerádová,
+420 220 197 346 | silvie.semeradova@vuv.cz

