KVALITA OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

V ROCE 2021

Předběžné zhodnocení

II. část

Zhodnocení koncentrací benzo[*a*]pyrenu a benzenu

RNDr. Markéta Schreiberová, Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany
Ing. Hana Škáchová, Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany
RNDr. Leona Vlasáková, Ph.D., Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany

Úsek kvality ovzduší
ČHMÚ Praha-Komořany

Český hydrometeorologický ústav

Obsah

Shrnutí 2

I. Úvod 3

II. Benzo[*a*]pyren 4

III. Benzen 10

Kontakty 11

Shrnutí

Na základě předběžné analýzy dat z manuálního měřicího monitoringu benzo[*a*]pyrenu a benzenu, která doplňuje předběžnou analýzu dat ze stanic s automatizovaným měřicím programem (AIM) ČHMÚ[1], lze konstatovat, že **rok 2021 bude zařazen mezi roky s dobrou kvalitou ovzduší**. Hodnocené koncentrace látek znečišťujících ovzduší dosáhly v roce 2021 v rámci hodnoceného období 2011–2021 nejnižších až druhých nejnižších hodnot (po roce 2020, ve kterém jsme zaznamenali historicky nejlepší kvalitu ovzduší). Ve zprávě nejsou vyhodnoceny koncentrace těžkých kovů za rok 2021, neboť z důvodu poruchy přístroje nejsou dosud k dispozici výsledky za poslední čtvrtletí roku na stanicích ČHMÚ. Nicméně se u těchto látek neočekávají nadlimitní koncentrace.

Roční imisní limit benzenu (5 $\mu g \cdot m^{-3}$) **nebyl v roce 2021 překročen** na žádné z 38 stanic.

V roce 2021 obdobně jako v předchozím roce **překročily roční průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu imisní limit na 40 % stanic**, tj. na 19 z celkového počtu 47 stanic s dostatečným počtem měření pro hodnocení. **Nejvyšší** roční průměrné **koncentrace benzo[*a*]pyrenu** jsou dlouhodobě zaznamenávány na všech typech stanic na celém území **aglomerace O/K/F-M[2]. Vysoké nadlimitní koncentrace benzo[*a*]pyrenu** se zde vyskytují ve spojitosti s nejvyšším emisním zatížením v rámci ČR (z různých typů zdrojů) a vlivu přeshraničního přenosu z Polska. Koncentrace benzo[*a*]pyrenu, které překračují imisní limit, byly naměřeny na všech stanicích monitorující koncentrace benzo[*a*]pyrenu **v Moravskoslezském, Olomouckém a Zlínském kraji**. Mimo nejzatíženější oblast benzo[*a*]pyrenu na Moravě jsou každoročně ve spojitosti s hustou zástavbou rodinných domů s lokálními topeništi v okolí měřicí stanice zaznamenávány vyšší koncentrace benzo[*a*]pyrenu na Kladensku (stanice **Kladno-Švermov** – 2,6 $ng \cdot m^{-3}$). Nadlimitní hodnoty lze však očekávat i **v dalších obcích s vyšším podílem vytápění domácností pevnými palivy**, kde se benzo[*a*]pyren rutinně neměří.

K nižší úrovni roční průměrné koncentrace **benzo[*a*]pyrenu v roce 2021** v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 **přispěl** zejména **méně častý výskyt nepříznivých podmínek v lednu a v listopadu** v porovnání s desetiletými hodnotami a také **klesající spotřeba paliv díky rostoucím teplotám v zimních měsících** v posledních letech. Na poklesu koncentrací benzo[*a*]pyrenu se také podílí již **realizovaná opatření ke zlepšení kvality ovzduší, zejména obnova kotlů v domácnostech**.

I přes zlepšení imisní situace v posledních letech však stále dochází k překračování imisních limitů pro PM_{10}, $PM_{2,5}$ a benzo[*a*]pyren, u kterých jsou významným zdrojem emise z lokálního vytápění. Při růstu cen energií lze očekávat návrat k levnějšímu způsobu vytápění, což by mohlo vést k navýšení koncentrací suspendovaných částic i benzo[*a*]pyrenu v ovzduší. V blízkosti silně frekventovaných silnic dochází k překračování imisního limitu NO_2. Každoročně je překračován imisní limit pro přízemní ozon, jehož vznik je silně ovlivňován meteorologickými podmínkami, zejména teplotou a intenzitou slunečního záření.

---

[1] https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/Rocni_zprava_2021.pdf

[2] aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek

I. Úvod

Z důvodů procesu zpracování dat jsou **do tohoto hodnocení zahrnuty pouze neverifikované údaje[3] ze stanic ČHMÚ a dalších přispěvatelů[4]**, dostupné v databázi ISKO ke dni 1. 5. 2022. Tato zpráva doplňuje předchozí zprávu o předběžném zhodnocení kvality ovzduší a rozptylových podmínkách na území České republiky za rok 2021[1], do které nebylo možné zahrnout data znečišťujících látek, jejichž koncentrace jsou měřeny manuálními metodami, které jsou časově náročné na zpracování vzorků v laboratořích ČHMÚ a ostatních přispěvatelů[3]. Hodnocení v této zprávě se týká benzo[*a*]pyrenu a benzenu, které nelze sledovat pomocí automatizovaného imisního monitoringu. Ve zprávě nejsou vyhodnoceny koncentrace těžkých kovů za rok 2021, neboť z důvodu poruchy přístroje nejsou dosud k dispozici výsledky za poslední čtvrtletí roku na stanicích ČHMÚ.

Verifikované koncentrace všech škodlivin, které mají legislativou stanovený imisní limit, naměřené na stanicích imisního monitoringu, budou vyhodnoceny v rámci tabelární a grafické ročenky ČHMÚ, které budou vydány během léta resp. podzimu 2022.

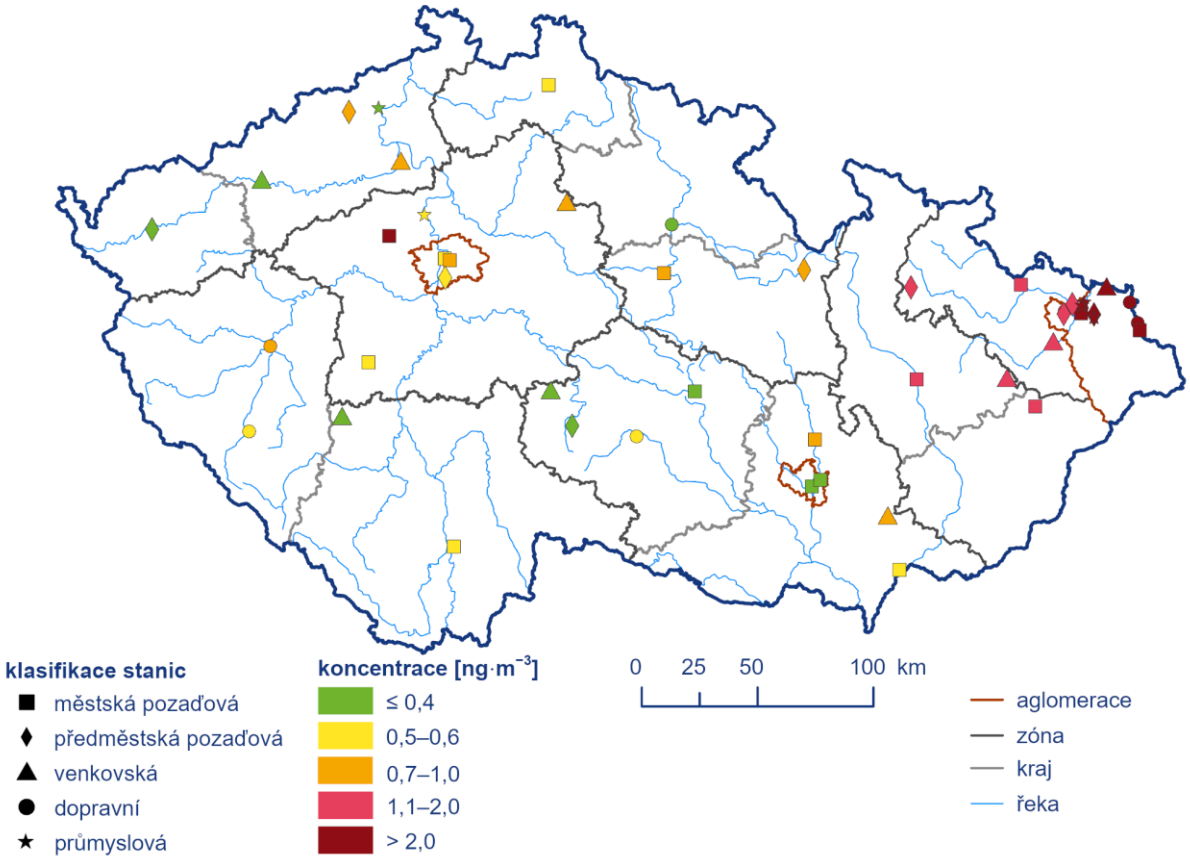
Aktuální přehled počtu překročení imisních limitů znečišťujících látek je zveřejněn na internetových stránkách ČHMÚ[5]. Další detailnější informace podají zájemcům územně příslušná pracoviště ČHMÚ (viz kontakty na konci dokumentu).

[3] Neverifikovaná data z manuálního imisního monitoringu mohou obsahovat chybné údaje a mohou být neúplná.
[4] Zdravotní ústavy a SZÚ
[5] http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/exceed/index_CZ.html

II. Benzo[*a*]pyren

Znečištění ovzduší **benzo[*a*]pyrenem** patří k hlavním problémům kvality ovzduší v ČR. Do ovzduší se tato škodlivina dostává především **z lokálního vytápění domácností**, které se na celkových emisích benzo[*a*]pyrenu v celorepublikovém měřítku **podílí více než 96 %**. Okolo 4 % emisí pochází ze spalování rostlinného materiálu, z dopravy a z průmyslových zdrojů na Ostravsku. Hlavní příčinou vysokého podílu emisí z lokálního vytápění domácností je **spalování pevných paliv**, především uhlí, v kotlích starších typů (odhořívací, prohořívací).

Benzo[*a*]pyren má prokazatelně karcinogenní účinky a jeho roční imisní limit pro ochranu zdraví byl stanoven 1 ng·m^{-3}. **V roce 2021** obdobně jako v předchozím roce **překročily roční průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu imisní limit na 40 % stanic**, tj. na 19 z celkového počtu 47 stanic s dostatečným počtem měření pro hodnocení, tj. 90% pokrytím daty (Obr. 1).

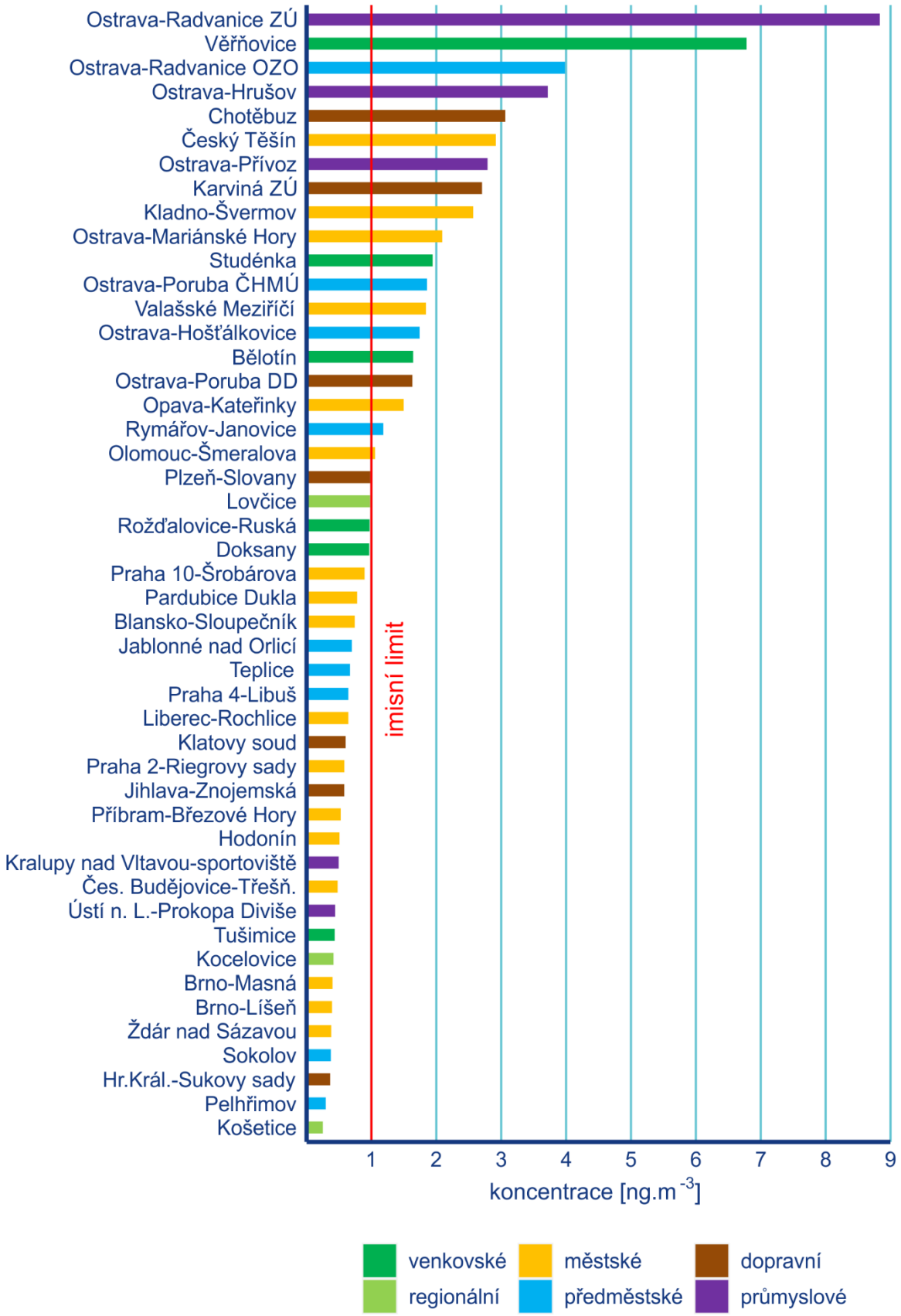


Obr. 1 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu v ČR, 2021

Nejvyšší roční průměrné **koncentrace benzo[*a*]pyren** jsou dlouhodobě zaznamenávány na všech typech stanic na celém území **aglomerace O/K/F-M. Vysoké nadlimitní koncentrace benzo[*a*]pyrenu** se zde vyskytují ve spojitosti s nejvyšším emisním zatížením v rámci ČR (z různých typů zdrojů) a vlivu přeshraničního přenosu z Polska. Stejně jako v minulých letech, i v roce 2021 byla nejvyšší hodnota roční průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu (8,8 ng·m^{-3}) zaznamenána na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ, kde byl roční imisní limit benzo[*a*]pyrenu překročen téměř devítinásobně (Obr. 2). Druhá nejvyšší hodnota roční průměrné

koncentrace benzo[*a*]pyrenu byla zjištěna na venkovské stanici Věřňovice (6,8 ng·m^{-3}), kde se projevuje kombinace vlivu znečištění ovzduší z jižního Polska a specifické vesnické zástavby na české straně hranice spolu se specifickými meteorologickými podmínkami v údolí Olše. Nadlimitní hodnoty benzo[*a*]pyrenu byly naměřeny i na stanicích s nejnižšími koncentracemi benzo[*a*]pyrenu v aglomeraci O/K/F-M (Ostrava-Hošťálkovice a Ostrava-Poruba DD s hodnotami 1,7 resp. 1,6 ng·m^{-3}). Koncentrace benzo[*a*]pyrenu, které překračují imisní limit, byly naměřeny **na všech stanicích monitorující koncentrace benzo[*a*]pyrenu v Moravskoslezském, Olomouckém a Zlínském kraji**.

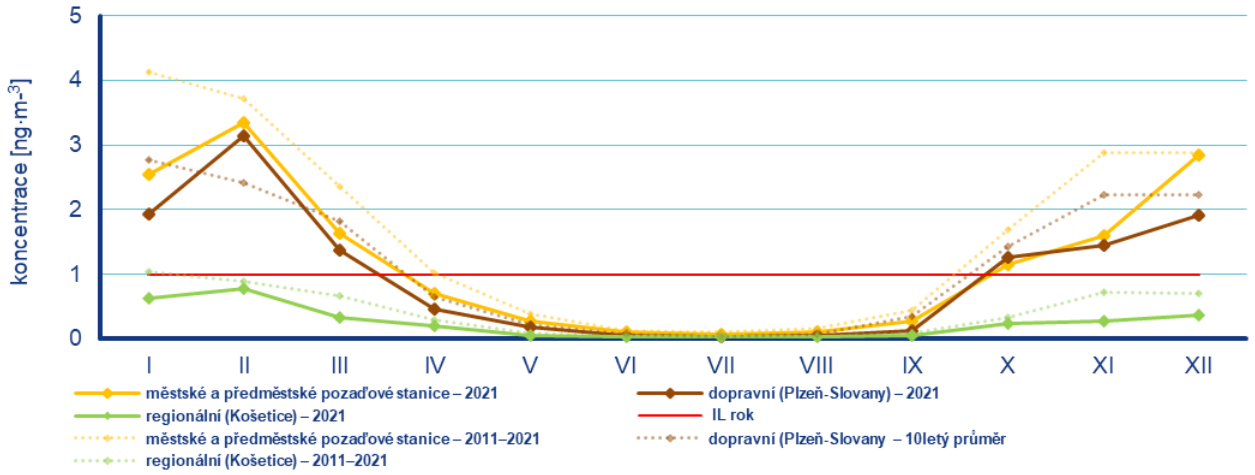
Mimo nejzatíženější oblast na Moravě jsou každoročně zaznamenávány vyšší koncentrace benzo[*a*]pyrenu na Kladensku (stanice Kladno-Švermov – 2,6 ng·m^{-3}) ve spojitosti s hustou zástavbou rodinných domů s lokálními topeništi v okolí měřicí stanice. Nadlimitní hodnoty lze však očekávat i **v dalších obcích s vyšším podílem vytápění domácností pevnými palivy**, kde se benzo[*a*]pyren rutinně neměří. Naopak **nízké** roční průměrné **koncentrace benzo[*a*]pyrenu** byly zjištěny v aglomeraci Brno a v krajích Jihočeském a Karlovarském a v kraji Vysočina. Podlimitní hodnoty koncentrací benzo[*a*]pyrenu jsou zaznamenávány i **ve velkých městech** (Praha, Brno, Plzeň), tedy ve městech s **vysokým podílem dálkového centrálního vytápění**. Nejnižší průměrná roční koncentrace benzo[*a*]pyrenu byla naměřena na regionální stanici Košetice (0,3 ng·m^{-3}), která monitoruje pozaďové koncentrace znečišťujících látek v ČR. Regionální lokality nejsou přímo ovlivněny místními emisními zdroji, ale jsou ovlivňovány pouze dálkovým transportem znečišťujících látek v kombinaci s meteorologickými a rozptylovými podmínkami. Nízké koncentrace benzo[*a*]pyrenu lze tedy očekávat i v místech vzdálených od přímého působení emisních zdrojů a na dobře provětrávaných lokalitách (např. přírodní horské oblasti).



Obr. 2 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na měřicích stanicích, 2021

Koncentrace benzo[*a*]pyrenu vykazují výrazný roční chod s nejvyššími hodnotami v zimním období (Obr. 4). Důvodem vysokých koncentrací benzo[*a*]pyrenu v chladné části roku jsou emise ze sezónních antropogenních zdrojů – z lokálních topenišť, které jsou navíc umocněny působením nepříznivých meteorologických podmínek v tomto období. Roční chod měsíčních koncentrací benzo[*a*]pyrenu jasně kopíruje působení emisí z lokálního vytápění, jejichž míru (nebo intenzitu) ovlivňuje počet topných dnů během topné sezóny (Obr. 5), který určuje spotřebu paliv. Topné dny lze vyjádřit pomocí tzv. denostupňů. Na hodnotu roční průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu na všech stanicích vyjma průmyslových stanic v aglomeraci O/K/F-M, která má stanovený imisní limit, mají zásadní vliv úrovně koncentrací v měsících během chladného období roku, jelikož v letních měsících jsou koncentrace benzo[*a*]pyrenu minimální. V letním období dochází k poklesu koncentrací díky zlepšení rozptylových podmínek, zvýšení chemického a fotochemického rozkladu PAH za vyšší intenzity slunečního záření a vysokých teplot a samozřejmě hlavně díky razantnímu poklesu emisí z antropogenních zdrojů.

V roce 2021 byly nejvyšší měsíční průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu na městských a předměstských lokalitách zaznamenány ve spojitosti se zhoršenými rozptylovými podmínkami v únoru a v prosinci, kdy se navíc hodnoty blížily k hodnotám desetiletého průměru (2011–2020) a na některých stanicích s dlouhou řadou měření došlo i k jejich překonání. Naopak výrazně nižší koncentrace benzo[*a*]pyrenu oproti desetiletému průměru 2011–2020 na městských a předměstských pozaďových stanicích byly zjištěny v lednu a v listopadu (téměř o 1,6 ng·m^{-3}, tj. 38 % respektive o 1,3 ng·m^{-3}, tj. 44 %). Roční chod měsíčních koncentrací benzo[*a*]pyrenu na regionální stanici Košetice je podobný jako na předměstských a městských stanicích, ale s výrazně nižšími hodnotami koncentrací benzo[*a*]pyrenu.



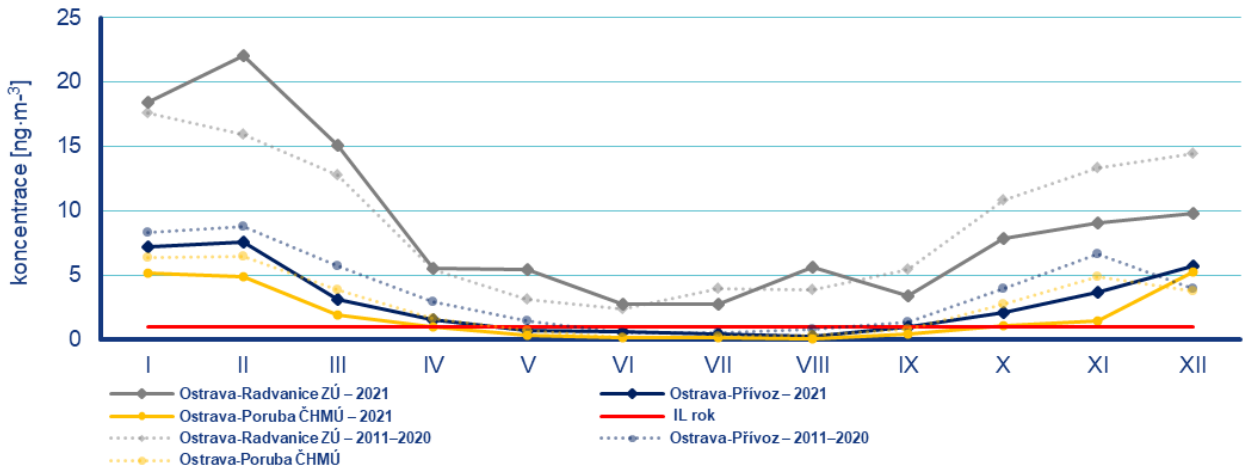
Obr. 3 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu (průměry pro daný typ stanice), 2021 a v průměru let 2011–2020

Na Obr. 4 je znázorněn roční chod na průmyslových stanicích Ostrava-Přívoz a Ostrava-Radvanice, kde se kromě přeshraničního přenosu znečištění, typického pro celou oblast Ostravsko-Karvinska, projevuje enormní emisní zátěž kombinace emisních zdrojů pocházejících z lokálního vytápění a z průmyslu. Pro porovnání je v grafu také uvedena pozaďová městská stanice Ostrava-Poruba ČHMÚ, která monitoruje úrovně pozaďových koncentrací ve městě Ostrava. Na stanici Ostrava-Přívoz byly měsíční koncentrace benzo[*a*]pyrenu oproti dlouhodobému průměru ve všech měsících, vyjma prosince, nižší. Oproti městské pozaďové stanici Ostrava-Poruba ČHMÚ jsou hodnoty na stanici

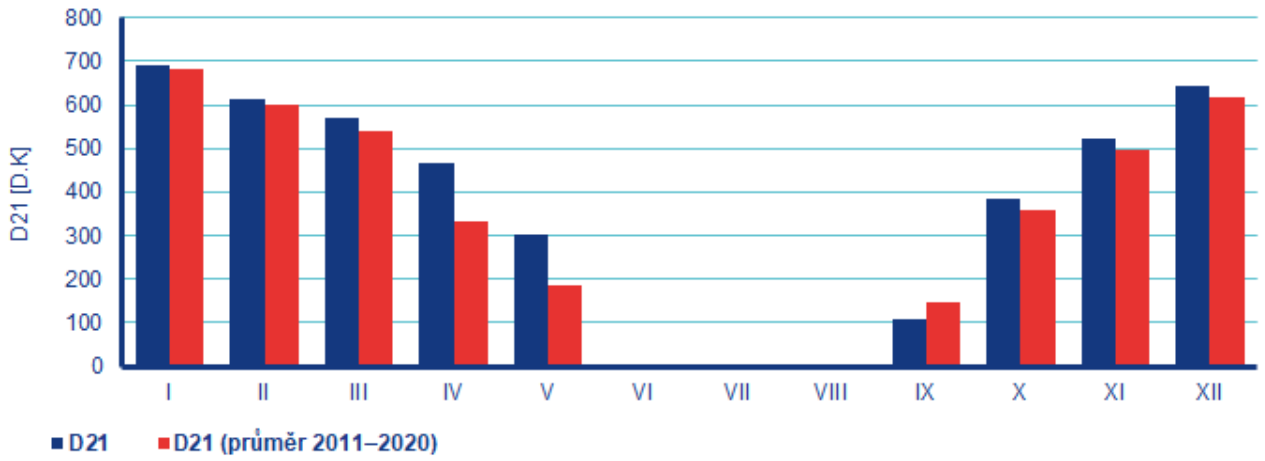
Ostrava-Přívoz nepatrně vyšší, nicméně roční chod je na obou stanicích obdobný. Hodnoty měsíčních koncentrací benzo[*a*]pyrenu na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ jsou několikanásobně vyšší než na stanici Ostrava-Přívoz i Ostrava-Poruba ČHMÚ a mají odlišný roční průběh. Oproti dlouhodobému průměru 2011–2020 koncentrace benzo[*a*]pyrenu na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ kolísají. Největší pokles koncentrací benzo[*a*]pyrenu oproti dlouhodobému průměru 2011–2020 na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ byl zaznamenán v prosinci (4,6 ng·m^{-3}, tj. o 32 % nižší) a v listopadu (4,2 ng·m^{-3}, tj. 32 %). Naopak největší nárůst koncentrací byl zaznamenán v únoru (o 6,1 ng·m^{-3}, tj. 38 %) a v květnu (2,3 ng·m^{-3}, tj. 73 %).

Koncentrace nad 1 ng·m^{-3} se na průmyslových stanicích v aglomeraci O/K/F-M vyskytují v průběhu celého roku, včetně letních měsíců, což dokládá celoroční vliv emisí z průmyslu v těchto lokalitách.

V prosinci byly stejně jako v předchozím roce na stanicích Ostrava-Poruba a Ostrava-Přívoz zaznamenány vyšší průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu oproti dlouhodobému průměru. Na zvýšených prosincových koncentracích benzo[*a*]pyrenu se podílely zhoršené rozptylové a meteorologické podmínky v závěru roku, které zapříčinily nárůst koncentrací znečišťujících látek v ovzduší a došlo také k vyhlášení jediné smogové situace v roce 2021.

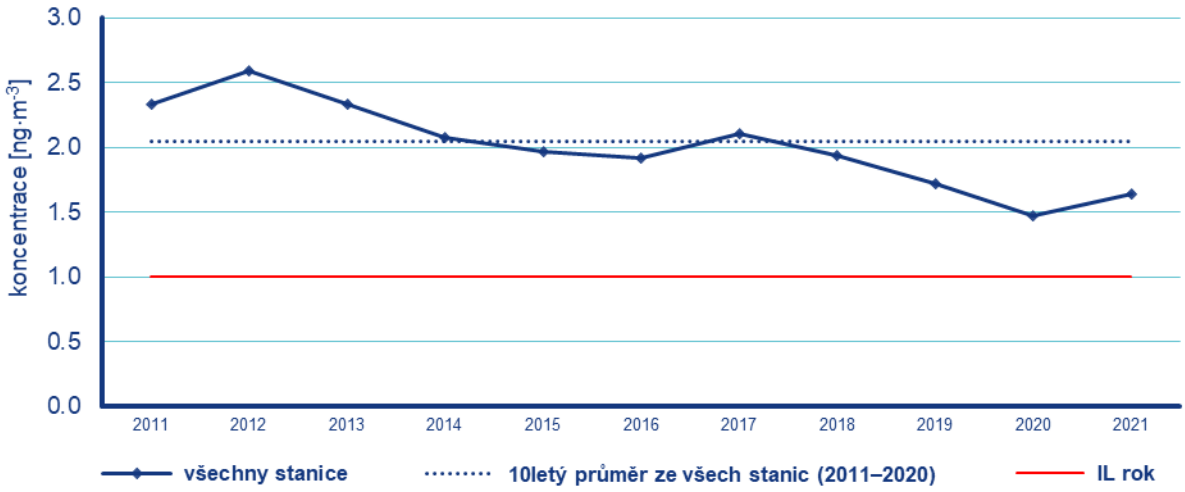


Obr. 4 *Roční chod průměrných měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu na Ostrava-Poruba ČHMÚ a na průmyslových stanicích v aglomeraci O/K/F-M, 2021 a v průměru let 2011–2020*



Obr. 5 Roční chod denostupňů na území ČR v topné sezoně 2021 (I–V, IX–XII) v porovnání s průměrem 2011–2020

Vývoj průměrných ročních koncentrací benzo[*a*]pyrenu na všech stanicích je hodnocen za období posledních 11 let, tj. 2011–2021. Průměrné roční koncentrace benzo[*a*]pyrenu v hodnoceném období kolísají a mírně klesají (Obr. 6) a jsou ovlivněny zejména meteorologickými podmínkami v chladné části roku. **Roční průměrná koncentrace benzo[*a*]pyrenu v průměru pro všechny stanice v roce 2021 byla druhá nejnižší za hodnocené období 2011–2021, nicméně v mnoha městech a obcích zůstávají stále na nadlimitní úrovni.** Po rekordně příznivém roce 2020 z pohledu kvality ovzduší byly koncentrace BaP v roce 2021 nepatrně vyšší, nicméně i přesto byly koncentrace BaP v roce 2021 v průměru o cca 20 % nižší (0,4 ng·m^{-3}) oproti desetiletému průměru 2011–2020. K nižší úrovni roční průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu v roce 2021 v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 přispěl zejména méně častý výskyt nepříznivých podmínek v lednu a v listopadu v porovnání s desetiletými hodnotami a také klesající spotřeba paliv díky rostoucím teplotám v zimních měsících v posledních letech. Na poklesu koncentrací benzo[*a*]pyrenu se také podílí realizovaná opatření ke zlepšení kvality ovzduší, zejména obnova kotlů v domácnostech[6].

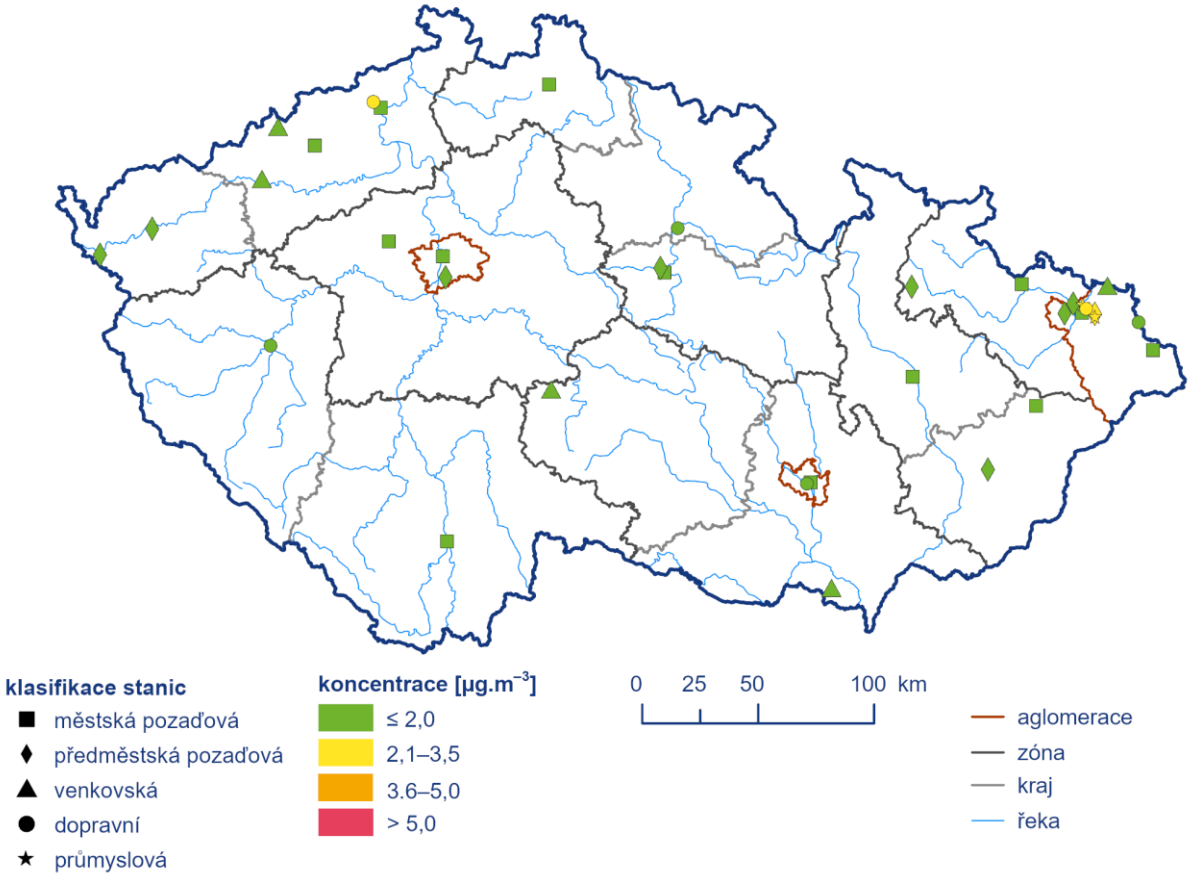


Obr. 6 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu v České republice, 2011–2021

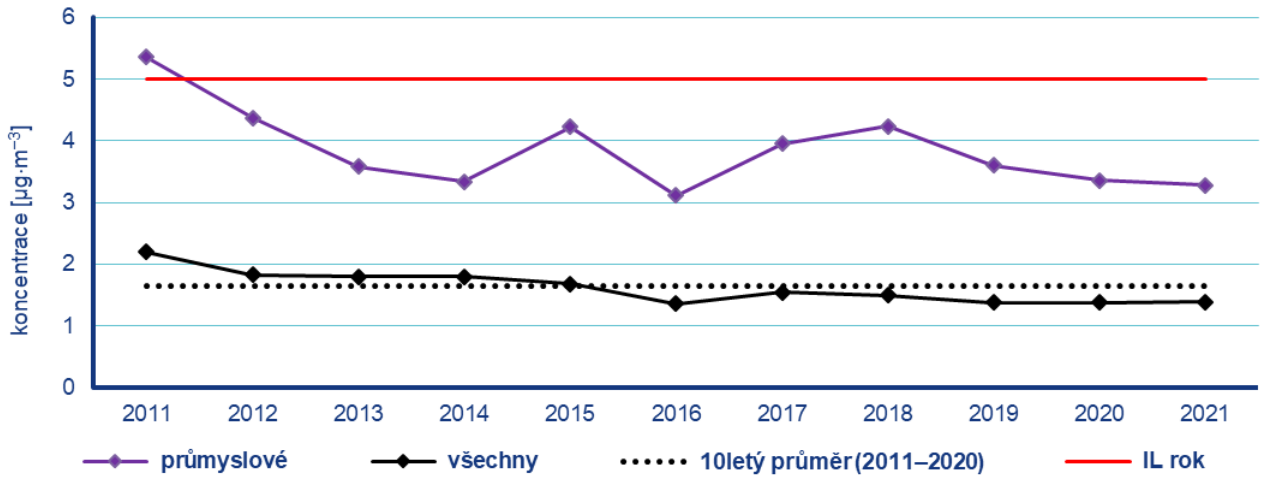
[6] https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/td_000152.pdf

III. Benzen

Hodnota ročního imisního limitu pro benzen C_6H_6 (5 µg·m^{-3}) nebyla v roce 2021 překročena na žádné z 38 stanic (Obr. 7). Nejvyšších koncentrací bylo dosaženo stejně jako v předešlých letech na stanicích v aglomeraci O/K/F-M. Nejzatíženější stanicí byla Ostrava-Přívoz (3,5 µg·m^{-3}), stejně jako v roce 2020. Dlouhodobě vyšší koncentrace C_6H_6 v aglomeraci O/K/F-M souvisejí především s průmyslovou činností, a to s výrobou koksu a se zpracováním chemických produktů (Obr. 8).



Obr. 7 Roční průměrné koncentrace benzenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2021



Obr. 8 Roční průměrné koncentrace benzenu, 2011–2021

Kontakty

Dotazy na hodnocení kvality ovzduší za ČR

Ing. Václav Novák, e-mail: vaclav.novak@chmi.cz, tel.: 244 032 402

Dotazy na smogové situace

Mgr. Ondřej Vlček, e-mail: ondrej.vlcek@chmi.cz, tel.: 244 032 488

Dotazy na měření a laboratoře

Mgr. Štěpán Rychlík, Ph.D., e-mail: stepan.rychlik@chmi.cz, tel.: 606 477 218

Dotazy na regionální hodnocení kvality ovzduší

Kraj Moravskoslezský a Olomoucký
Mgr. Blanka Krejčí, Ph.D., e-mail: blanka.krejci@chmi.cz, tel.: 603 511 908

Kraj Jihomoravský, Zlínský a Vysočina
Mgr. Jáchym Brzezina, e-mail: jachym.brzezina@chmi.cz, tel.: 737 387 741

Kraj Královéhradecký a Pardubický
Mgr. Jan Komárek, e-mail: jan.komarek@chmi.cz, tel.: 605 228 142

Kraj Jihočeský a Plzeňský
Ing. Tomáš Fory, e-mail: tomas.fory@chmi.cz, tel.: 604 221 364

Kraj Ústecký, Liberecký a Karlovarský
Ing. Helena Plachá, e-mail: helena.placha@chmi.cz, tel.: 724 522 390

Kraj Středočeský a Praha
Ing. Václav Novák, e-mail: vaclav.novak@chmi.cz, tel.: 244 032 402