

KVALITA OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2019

Předběžné zhodnocení

II. část

Zhodnocení koncentrací benzo[a]pyrenu, benzenu těžkých
a kovů (As, Cd, Ni, Pb)

RNDr. Markéta Schreiberová, Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany

Bc. Hana Škáchová, Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany

RNDr. Leona Vlasáková, Ph.D., Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany

Obsah

Shrnutí.....	2
I. Úvod	3
II. Benzo[<i>a</i>]pyren.....	4
III. Těžké kovy.....	10
IV. Benzen.....	12
Kontakty.....	13

Shrnutí

Úsek kvality ovzduší Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), jakožto ústřední orgán České republiky pro obor ochrany čistoty ovzduší, vydává předběžnou zprávu týkající se zhodnocení úrovně znečištění ovzduší benzo[*a*]pyrenem, těžkými kovy (arsen, kadmium, nikl a olovo) a benzenem v roce 2019.

Znečištění ovzduší **benzo[*a*]pyrenem (BaP)** patří k hlavním problémům kvality ovzduší v ČR. Do ovzduší se dostává především **z lokálního vytápění domácností**, které se na emisích benzo[*a*]pyrenu podílí v celorepublikovém měřítku okolo **98 %**. V roce 2019 **překročily roční průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu imisní limit na 41 % stanic** (tj. na 19 z celkového počtu 46 stanic). **Nejvyšší roční průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu** jsou dlouhodobě zaznamenávány na území **aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek**. Oproti předchozímu roku **došlo k poklesu koncentrací BaP na 76 % stanic**. **Výrazné poklesy koncentrací BaP** byly zaznamenány **na všech stanicích v Moravskoslezském kraji** vyjma průmyslové stanice Ostrava-Radvanice ZÚ, kde byl zaznamenán nárůst průměrných ročních koncentrací benzo[*a*]pyrenu o 1 ng.m^{-3} (cca 12 %). **Roční průměrné koncentrace BaP na městských a předměstských pozad'ových stanicích ale i na regionální stanici Košetice byly v roce 2019 nejnižší za hodnocené období 2009–2019, nicméně v mnoha městech zůstávají stále na nadlimitní úrovni.**

Roční imisní limit arsenu (6 ng.m^{-3}), **kadmia** (5 ng.m^{-3}), **niklu** (20 ng.m^{-3}) a **olova** (500 ng.m^{-3}) **nebyl v roce 2019 překročen** na žádné z 54 stanic. Na žádné z 38 stanic **nebyl překročen ani roční imisní limit pro benzen** ($5 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$).

Na základě předběžné analýzy dat z manuálních měřících metod, která doplňuje předběžnou analýzu dat z automatických stanic, lze konstatovat, že **v roce 2019 došlo ke zlepšení kvality ovzduší**. Poprvé za dobu sledování nebyl překročen roční imisní limit pro PM_{10} na žádné ze 152 stanic a došlo k poklesu počtu stanic s překročením 24hodinového imisního limitu PM_{10} (IL byl překročen na 7 ze 147 stanic). Imisní limit pro $\text{PM}_{2,5}$ byl překročen pouze na 2 z 87 stanic. Výrazně poklesl počet překročení ročního imisního limitu pro BaP (19 ze 46 stanic). Nebyly překročeny výše zmíněné roční imisní limity pro arsen, nikl, kadmium, olovo a benzen. **Ke zlepšení situace přispěly dobré rozptylové podmínky**, které se vyskytují v posledních pěti letech, **nižší počet topných dnů v zimních měsících a realizovaná opatření ke zlepšení kvality ovzduší u lokálních topenišť, mj. díky probíhající dotované obnově kotlů v domácnostech.**

I přes zlepšení imisní situace však stále dochází k překračování imisních limitů pro PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ a BaP, u kterých jsou významným zdrojem emise z lokálního vytápění. 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 a vzhledem k jejich rostoucímu trendu dochází ke zvýšení koncentrací přízemního ozonu v posledních několika letech.

Více informací ke znečištění ovzduší v roce 2019 suspendovanými částicemi, NO₂ a přízemním ozonem lze nalézt v I. části předběžné zprávy, která vychází z dat naměřených pomocí automatizovaných měřících metod¹.

I. Úvod

Úsek kvality ovzduší Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), jakožto ústřední orgán České republiky pro obor ochrany čistoty ovzduší, vydává předběžnou zprávu týkající se zhodnocení úrovně znečištění ovzduší benzo[*a*]pyrenem, těžkými kovy a benzenem, které jsou sledovány na manuálních stanicích na území České republiky v roce 2019.

Z důvodů procesu zpracování dat jsou **do tohoto hodnocení zahrnuty pouze neverifikované údaje² ze stanic ČHMÚ a dalších přispěvatelů³**, dostupné v databázi ISKO ke dni 27. 4. 2020. Tato zpráva doplňuje předchozí zprávu o předběžném zhodnocení kvality ovzduší a rozptylových podmínkách na území České republiky za rok 2019, 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. Hodnocení v této zprávě se týká benzo[*a*]pyrenu, těžkých kovů (arsen, kadmium, nikl a olovo) a benzenu, které nelze sledovat pomocí automatizovaných monitorovacích metod.

Verifikované koncentrace všech škodlivin, které mají legislativou stanovený imisní limit, naměřené na stanicích MIM a AIM, budou vyhodnoceny v rámci tabelární a grafické ročenky ČHMÚ, které budou vydány během léta resp. podzimu 2020.

Aktuální přehled počtu překročení imisních limitů znečišťujících látek je zveřejněn na internetových stránkách ČHMÚ⁴. Další detailnější informace podají zájemcům územně příslušná pracoviště ČHMÚ (viz kontakty na konci dokumentu).

¹ http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/Rocni_zprava_2019.pdf

² Neverifikovaná data z manuálních monitorovacích stanic mohou obsahovat chybné údaje a mohou být neúplná.

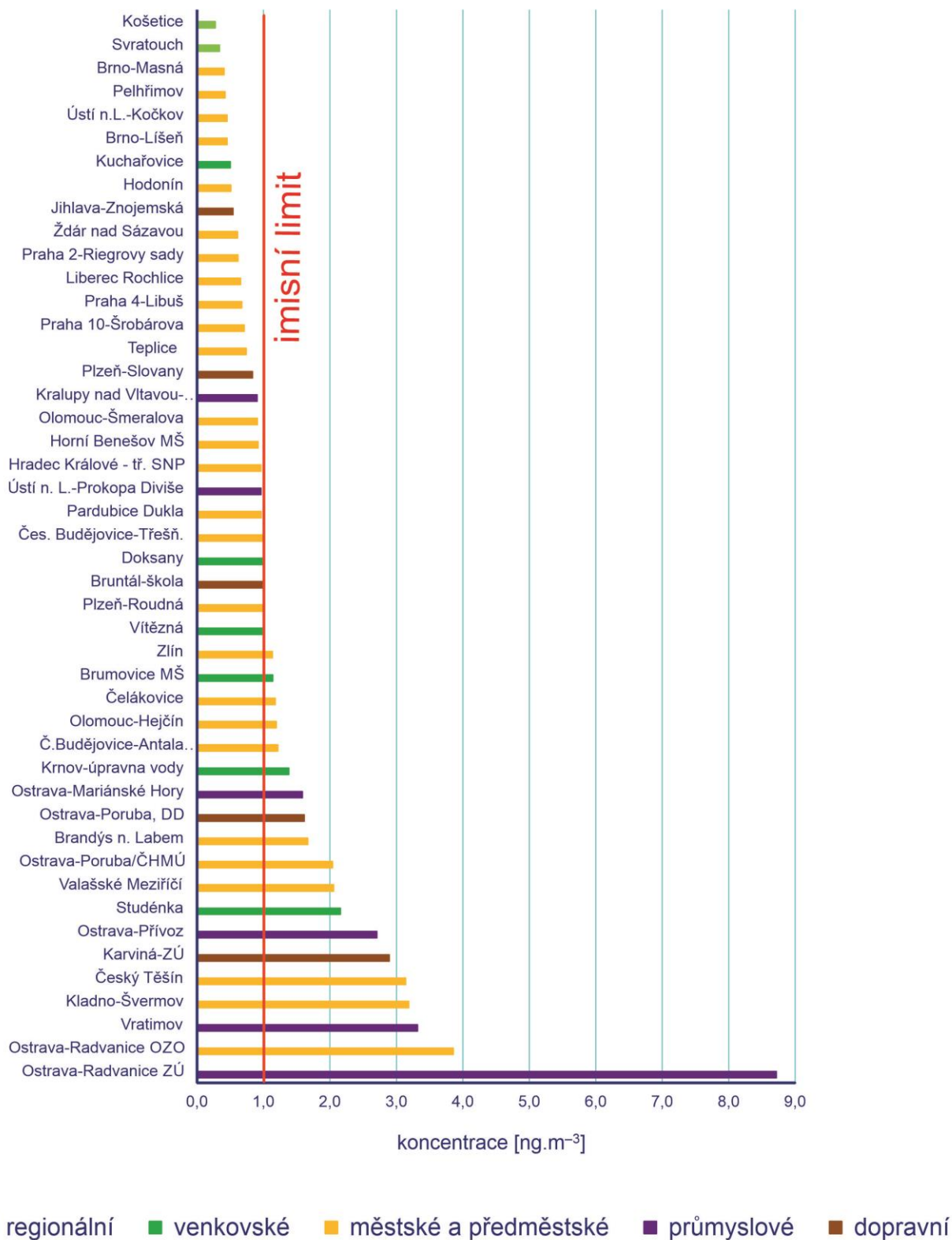
³ Zdravotní ústavy a SZÚ

⁴ http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/exceed/index_CZ.html

II. Benzo[a]pyren

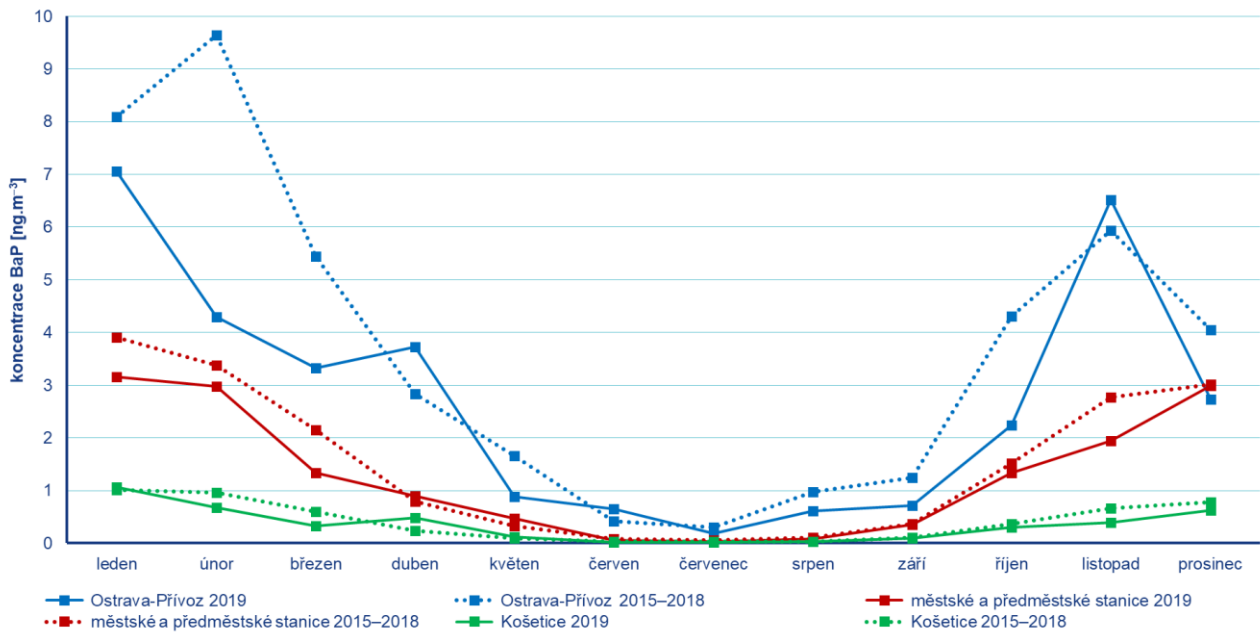
Znečištění ovzduší **benzo[a]pyrenem** patří k hlavním problémům kvality ovzduší v ČR. Do ovzduší se tato škodlivina dostává především **z lokálního vytápění domácností**, které se na celkových emisích benzo[a]pyrenu v celorepublikovém měřítku **podílí více než 98 %**. Necelé 2 % emisí pochází z dopravy 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 (odhořivací, prohořivací). Vzhledem k dominantnímu podílu sektoru 1A4bi – Lokální vytápění domácností jsou emise benzo[a]pyrenu rozloženy na území obydlené zástavby celé ČR a jejich množství je závislé především na vývoji spotřeby pevných paliv v domácnostech.

Benzo[a]pyren má prokazatelně karcinogenní účinky a jeho **roční imisní limit je 1 ng.m⁻³**. V roce 2019 **překročily roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu imisní limit na 41 % stanic**, tj. na 19 z celkového počtu 46 stanic s dostatečným počtem měření pro hodnocení, tj. 90 % pokrytí dat (Obr. 1). V meziročním srovnání 2018/2019 tak **došlo k dalšímu poklesu**, neboť v roce 2018 bylo zaznamenáno překročení na 58 % (v roce 2017 na 66 %). **Nejvyšší roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu** jsou dlouhodobě zaznamenávány na celém území **aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (O/K/F-M)** v důsledku nejvyššího emisního zatížení v rámci ČR (z různých typů zdrojů) a vlivu přeshraničního přenosu z Polska. Stejně jako v minulých letech, i v roce 2019 byla nejvyšší hodnota roční průměrné koncentrace BaP (8,7 ng.m⁻³) zaznamenána na průmyslové lokalitě Ostrava-Radvanice ZÚ. Mimo aglomeraci O/K/F-M jsou ve spojitosti s hustou zástavbou rodinných domů s lokálními topeništi v okolí měřicí lokality zaznamenávány vyšší koncentrace BaP na Kladensku (stanice **Kladno-Švermov**). Nadlimitní hodnoty lze očekávat **i v dalších obcích s vyšším podílem vytápění domácností pevnými palivy**, kde se BaP rutinně neměří. Naopak **nejnižší roční průměrné koncentrace BaP** lze očekávat v místech vzdálených od přímého působení emisních zdrojů a na dobře provětrávaných lokalitách (přírodní horské oblasti). Nejnižší průměrné roční koncentrace BaP byly naměřeny na regionálních lokalitách **Košetice a Svratouch (0,3 ng.m⁻³)**, tedy na stanicích, které monitorují pozad'ové koncentrace znečišťujících látek v České republice. Tyto stanice nejsou přímo ovlivněny lokálními emisními zdroji, ale jsou ovlivňovány pouze dálkovým transportem znečišťujících látek v kombinaci s meteorologickými a rozptylovými podmínkami. Podlimitní hodnoty koncentrací BaP jsou zaznamenávány **i ve velkých městech (Praha, Brno)**, tedy ve městech s **vysokým podílem dálkového centrálního vytápění**.

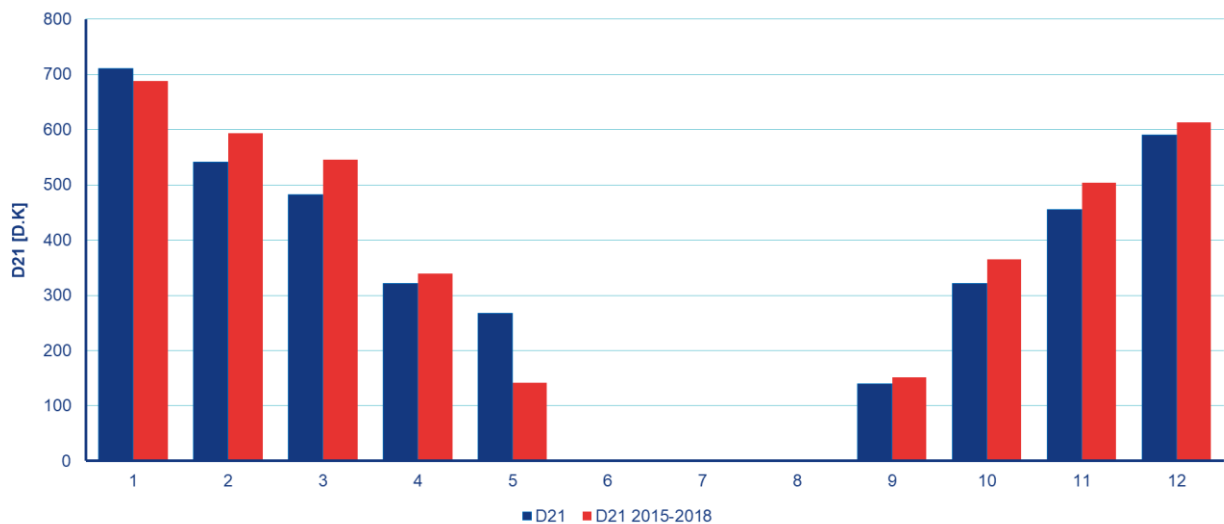


Obr. 1 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na stanicích, 2019

Koncentrace benzo[a]pyrenu vykazují výrazný roční chod s maximy v zimním období (Obr. 2), které souvisejí zejména s emisemi ze sezónních antropogenních zdrojů – z lokálních topenišť a se zhoršenými rozptylovými podmínkami. Roční chod měsíčních koncentrací BaP jasně kopíruje působení emisí z lokálního vytápění, jejichž míru (nebo intenzitu) ovlivňuje zejména počet topných dnů během topné sezóny, který určuje spotřebu paliv a lze ho vyjádřit pomocí tzv. denostupňů (Obr. 3). **V letním období**, kdy nedochází k emisím z lokálních topenišť, se koncentrace BaP na pozadových stanicích nezdá pohybovat kolem meze detekce měřicí metody ($0,02 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$), naopak **na průmyslových lokalitách v aglomeraci O/K/F-M se vyskytují i denní koncentrace vyšší než $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$, což dokládá celoroční vliv emisí v těchto oblastech.** Od roku 2015 došlo k významnému nárůstu četnosti výskytu dobrých rozptylových podmínek, které příznivě ovlivňují výsledné koncentrace BaP, proto bylo pro porovnání koncentrací vybráno čtyřleté období 2015–2018, ve kterém byly četnosti dobrých rozptylových podmínek obdobné. Kromě rozptylových podmínek ovlivňují koncentrace samozřejmě i emise BaP. Z porovnání počtu denostupňů, tj. indikátoru délky topné sezony, je vidět, že v roce 2019 bylo více denostupňů pouze v lednu a zejména v květnu oproti průměru za hodnocené období 2015–2018. Z porovnání měsíčních průměrů koncentrací BaP se čtyřletým průměrem (2015–2018) lze říci, že průměrné měsíční koncentrace na městských a předměstských pozadových stanicích byly nižší ve všech měsících roku vyjma dubna a května. **Výrazný pokles koncentrací BaP na městských a předměstských pozadových stanicích byl zejména v zimních měsících (o cca 10–30 %) na počátku roku a v listopadu. Pokles koncentrací lze přisoudit poklesu emisí BaP z lokálních topenišť, díky poklesu počtu topných dnů v jednotlivých měsících, ale také díky již realizovaným opatřením (výměně kotlů).** Vyhodnocení vlivu realizovaných opatření je zkoumáno v rámci projektu TITSMZP704 – Měření a analýza znečištění ovzduší s důrazem na vyhodnocení podílu jednotlivých skupin zdrojů – financovaném se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu BETA2, jehož výsledky budou k dispozici na konci roku 2021. Naopak mírný nárůst koncentrací v květnu odráží výrazně zvýšený počet topných dnů v důsledku ochlazení v tomto měsíci (Obr. 3). Roční chod měsíčních koncentrací na regionální stanici Košetice je podobný jako na předměstských a městských stanicích, ale s výrazně nižšími hodnotami koncentrací BaP. Na průmyslové stanici Ostrava-Přívoz, 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, byl zaznamenán výrazný propad měsíčních koncentrací v zimních měsících na počátku roku.

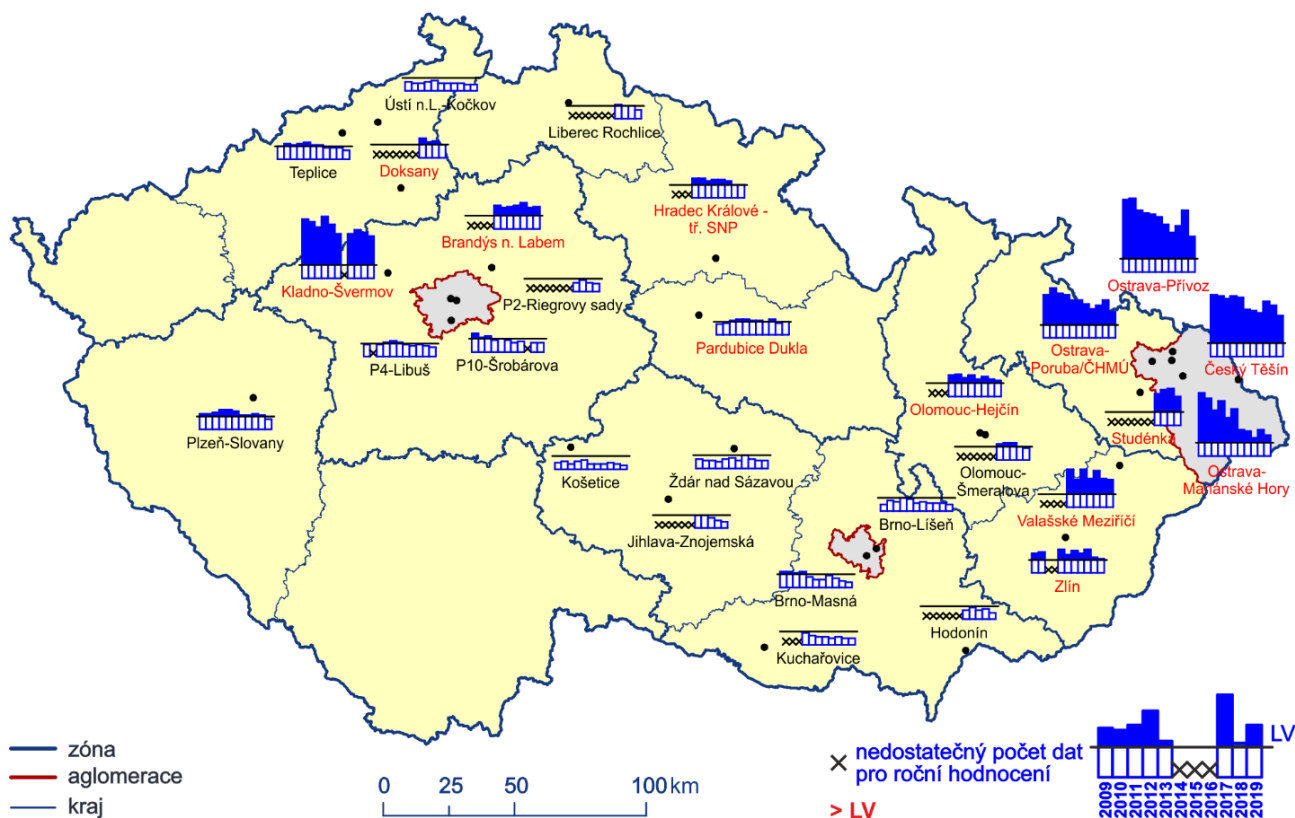


Obr. 2 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu, 2019 a v letech 2015–2018

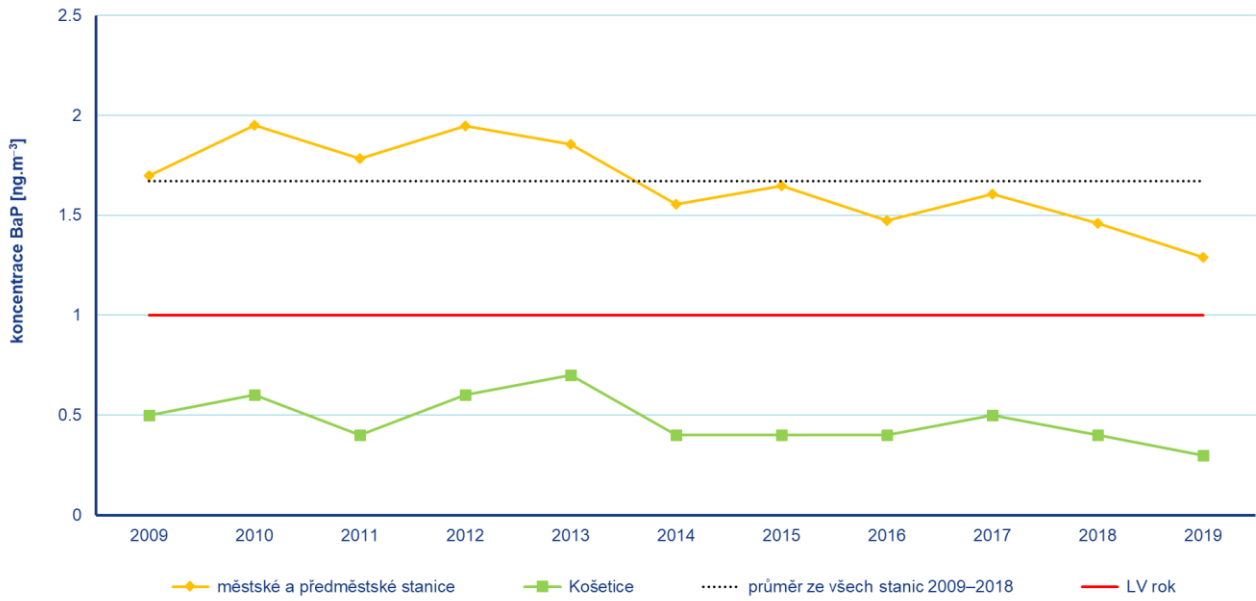


Obr. 3 Roční chod denostupňů na území ČR v topné sezoně 2019 (I–V, IX–XII) v porovnání s průměrem 2015–2018

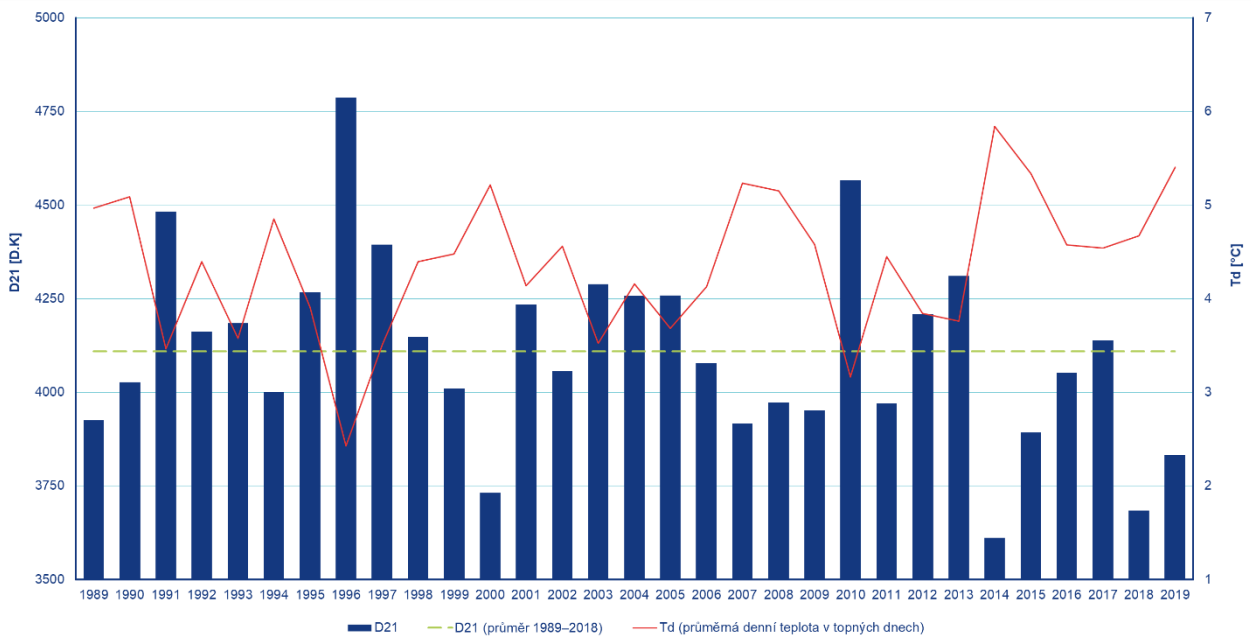
Průměrné roční koncentrace BaP v posledních jedenácti letech kolísají a vykazují lehce klesající trend (Obr. 4 a Obr. 5). Ačkoliv v **meziročním srovnání 2018/2019 došlo k nárůstu počtu topných dnů, koncentrace BaP poklesly na 25 ze 33 stanic (tj. na 76 %)**, které měly data pro oba porovnávané roky. Nejvýraznější pokles byl zaznamenán na průmyslové lokalitě Ostrava-Přívoz, a to o $2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ (60 %). Výrazné poklesy koncentrací BaP byly zaznamenány na všech stanicích v Moravskoslezském kraji vyjma průmyslové stanice Ostrava-Radvanice ZÚ, kde byl zaznamenán nárůst průměrných ročních koncentrací benzo[*a*]pyrenu o $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ (cca 12 %). Velmi nízký nárůst byl i na stanicích Brandýs nad Labem a Pardubice Dukla, kde se roční průměrná koncentrace zvedla jen nepatrně o $0,1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ (cca 10 %). **Roční průměrné koncentrace BaP na městských a předměstských pozadových stanicích a na regionální stanici Košetice byly v roce 2019 nejnižší za hodnocené období 2009–2019 (Obr. 5), nicméně v mnoha městech zůstávají stále na nadlimitní úrovni.** Oproti desetiletému průměru 2009–2018 došlo v roce 2019 na městských a předměstských pozadových lokalitách k poklesu koncentrací BaP v průměru o cca 20 %. **Ke zlepšení situace přispěly dobré rozptylové podmínky, které se v České republice vyskytují v posledních pěti letech, nižší počet topných dnů v zimních měsících a realizovaná opatření ke zlepšení kvality ovzduší, zejména obnova kotlů v domácnostech.**



Obr. 4 Roční průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu v ovzduší na vybraných stanicích, 2009–2019



Obr. 5 Trend roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu v České republice, 2009–2019



Obr. 6 Roční topné sezony v ČR vyjádřené v denostupních (D21) v letech 1989–2019

III. Těžké kovy

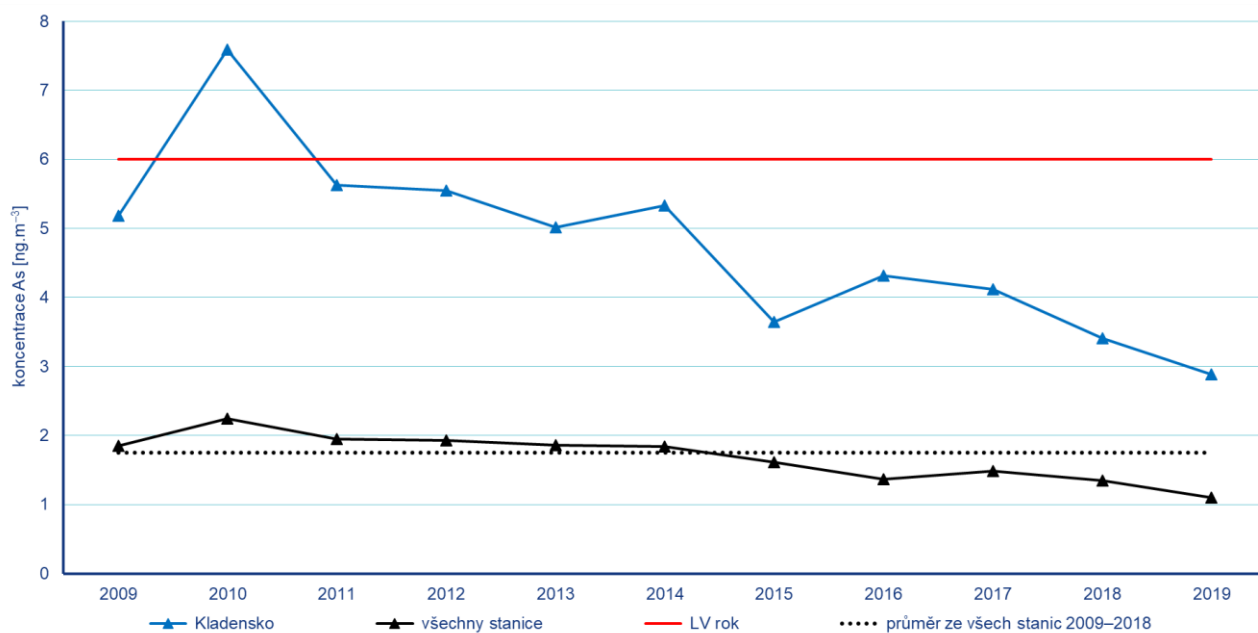
Roční imisní limit **arsenu** As (6 ng.m^{-3}) nebyl v roce 2019 překročen na žádné z 54 stanic, kde probíhá jeho měření. Nejvyšší roční průměr byl naměřen na stanici Kladno-Švermov ($3,3 \text{ ng.m}^{-3}$). Oproti roku 2018 ($3,9 \text{ ng.m}^{-3}$) se jedná o pokles o 17 %. Stanice Kladno-Švermov je hodnocena jako městská pozadřová stanice v obytné a průmyslové zóně s reprezentativností okresního měřítka s vysokým podílem lokálního vytápění. Stanice je umístěna ve vilové zástavbě na okraji parku, od průmyslové zóny je vzdálena cca 1 km. Koncentrace arsenu se na Kladensku pohybovaly do roku 2014 kolem hodnoty imisního limitu, od roku 2015 je pak zaznamenán pokles hodnot (Obr. 7). Kladensko je jednou z oblastí, kde probíhalo kampaňové měření koncentrací těžkých kovů v rámci projektu TAČR (č. TITSMZP704). Předběžné výsledky ukazují na lokální vytápění jako na zdroj vysokých koncentrací arsenu v tomto regionu. Problematika je předmětem dalšího zkoumání.

Roční imisní limit **kadmia** Cd (5 ng.m^{-3}) nebyl v roce 2019 překročen na žádné z 54 stanic. Nejvyšší roční průměr byl naměřen na stanici Tanvald-školka (4 ng.m^{-3}). Oproti roku 2018 ($3,2 \text{ ng.m}^{-3}$) se jedná o nárůst o 20 %. V letech 2009–2015 byly na Tanvaldsku zaznamenány vysoké až nadlimitní koncentrace kadmia (Obr. 8). Oblast Tanvaldu je charakteristická vysokým zastoupením sklářského průmyslu, který je významným zdrojem emisí kadmia z používaných barev a tavidel. V letech 2015 a 2016 proběhla ekologizace provozu místních sklářských závodů, což vedlo ke snížení ročních průměrných koncentrací pod hodnotu imisního limitu. V roce 2016 proběhlo na Tanvaldsku mapování koncentrací kadmia a ostatních těžkých kovů v rámci interního projektu ČHMÚ. Výsledky studie lze nalézt na webu ČHMÚ⁵.

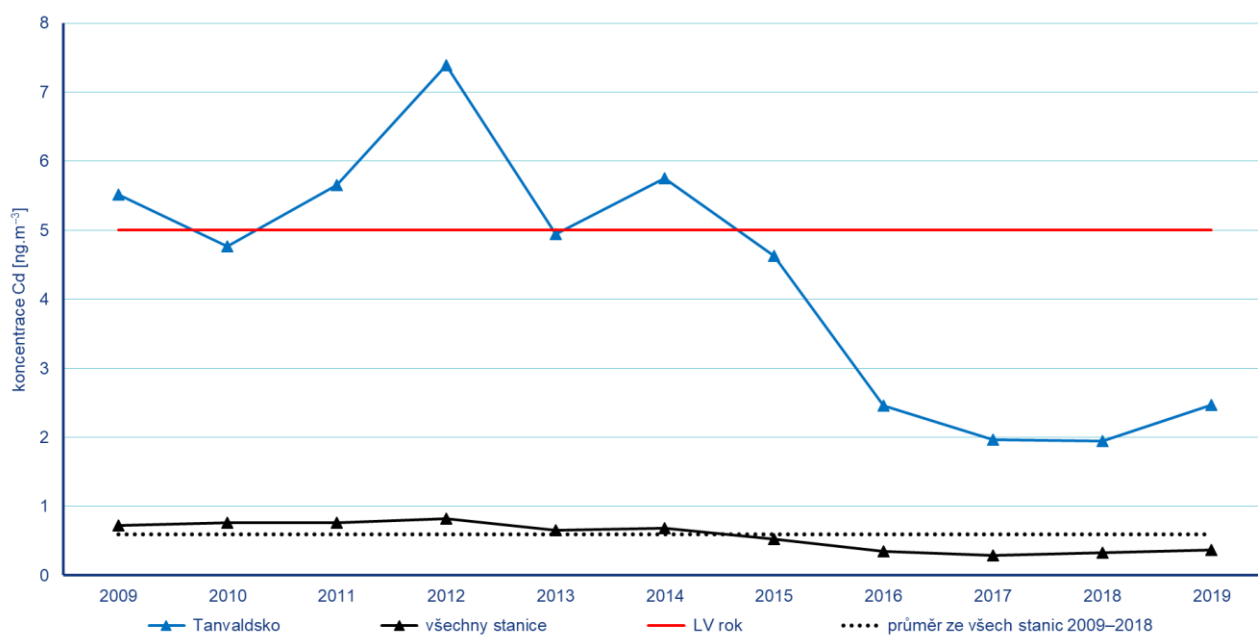
Roční imisní limit **niklu** Ni (20 ng.m^{-3}) nebyl v roce 2019 překročen na žádné ze 47 stanic. Nejvyšší roční průměr byl naměřen na stanici Ostrava-Mariánské Hory (4 ng.m^{-3}). Koncentrace niklu se dlouhodobě pohybují hluboko pod imisním limitem.

Roční imisní limit **olova** Pb (500 ng.m^{-3}) nebyl v roce 2019 překročen na žádné z 54 stanic. Nejvyšší roční průměr byl naměřen na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ (51 ng.m^{-3}). Koncentrace olova se dlouhodobě pohybují hluboko pod imisním limitem.

⁵ <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/101.pdf>



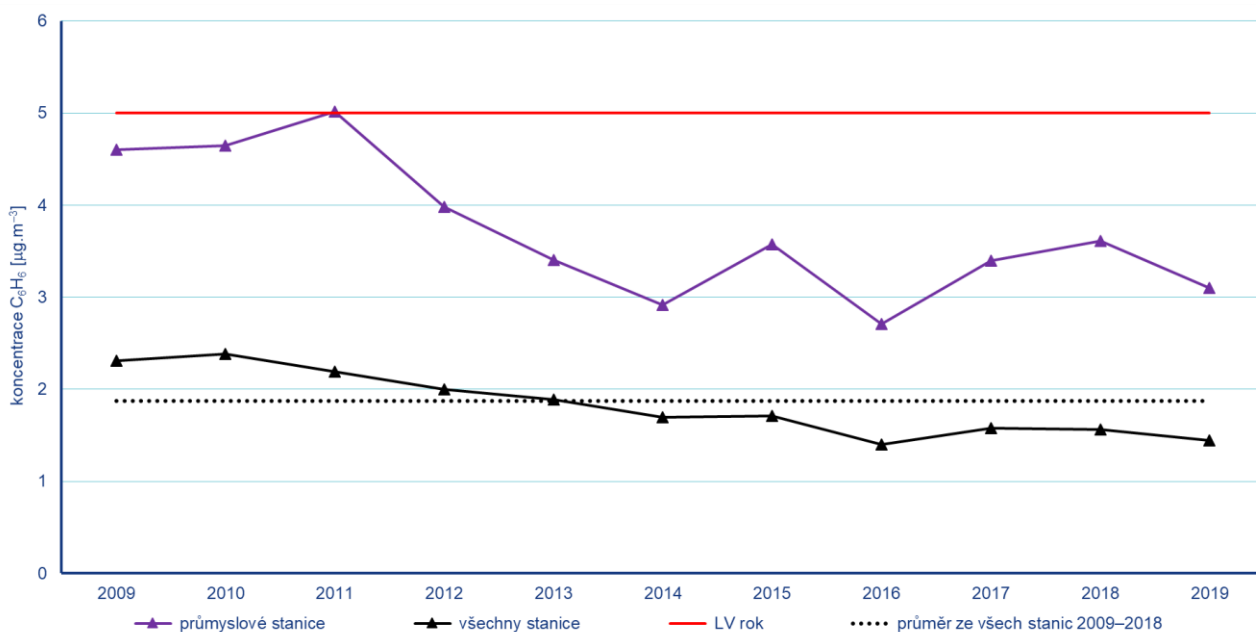
Obr. 7 Trendy ročních charakteristik arsenu v České republice, 2009–2019



Obr. 8 Trendy ročních charakteristik kadmia v České republice, 2009–2019

IV. Benzen

Hodnota ročního imisního limitu pro benzen C_6H_6 ($5 \mu g \cdot m^{-3}$) nebyla v roce 2019 překročena na žádné z 38 stanic. Nejvyšších koncentrací bylo dosaženo stejně jako v předešlých letech na stanicích v aglomeraci O/K/F-M. Nejzatíženějšími stanicemi byly Ostrava-Přívoz ($4,1 \mu g \cdot m^{-3}$) a Ostrava-Radvanice ZÚ ($3,1 \mu g \cdot m^{-3}$). Na obou stanicích se jedná o mírný pokles oproti roku 2018. 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. 9).



Obr. 9 Trendy ročních charakteristik benzenu v České republice, 2009–2019

Kontakty

ČHMÚ Praha-Komořany

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

ČHMÚ Praha-Komořany (pro smogové situace)

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

ČHMÚ Praha-Libuš (Centrální laboratoře imisí)

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

ČHMÚ Ostrava

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

ČHMÚ Brno

Mgr. Jáchym Brzezina, e-mail: jachym.brzezina@chmi.cz, tel.: 737 387 741

ČHMÚ Hradec Králové

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

ČHMÚ Plzeň

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

ČHMÚ Ústí nad Labem

Ing. Helena Plachá, e-mail: helena.placha@chmi.cz, tel.: 724 522 390