

Vyhodnocení měření na monitorovacích stanicích Bruntál-škola a Krnov- úpravna vody v roce 2019

Závěrečná zpráva projektu (1. 1. 2019–31. 12. 2019)

Ing. Daniel Hladký, Mgr. Blanka Krejčí Ph.D., RNDr. Vladimíra Volná

Úvod

V roce 2019 probíhalo měření manuálními vzorkovači suspendovaných částic v ovzduší dotované z rozpočtu Moravskoslezského kraje¹ na základě smlouvy ev. č. 01214/2019/ŽPZ, uzavřené s Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ), na dvou lokalitách Moravskoslezského kraje, v okrese Bruntál.

Pro Moravskoslezský kraj, který charakterizuje především specifické zastoupení podílů jednotlivých kategorií zdrojů emisí, jsou podrobné a konkrétní informace o složení suspendovaných částic z co nejvyššího počtu lokalit klíčovým prvkem pro uplatňování nástrojů a postupů pro zlepšování kvality ovzduší. Cílem konceptu měření, definovaného pro rok 2019 spolu se zástupci Moravskoslezského kraje, proto bylo hlavně měření koncentrací částic a obsahu vybraných škodlivých látek v částicích v oblasti mezi Opavou, Bruntálem a česko-polskou hranicí. Tuto strategii v roce 2019 naplňovala jednak měření Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě v obcích Brumovice a Horní Benešov, a dále pak monitoring v lokalitách Státní sítě imisního monitoringu ČHMÚ. Jednalo se o roční rozšíření měřicího programu v lokalitě Bruntál-škola, kde informace o složení částic dosud chyběly a o měření v lokalitě Krnov-úpravna vody, kde měření navázala na monitoring, který prakticky na stejném místě Moravskoslezský kraj podpořil z dotace už v roce 2010.

Na obou těchto dotovaných lokalitách regionálního monitoringu prováděného ČHMÚ v roce 2019 byly měřeny denní (24hodinové) průměrné koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$. Měření PM_{10} probíhala vždy během pěti dnů šestidenního cyklu, každý šestý den bylo prováděno měření polyaromatických uhlovodíků v suspendovaných částicích PM_{10} a rovněž jednou za šest dnů vyhodnocení vybraných těžkých kovů v suspendovaných částicích PM_{10} . Přibližně v polovině roku 2019 byly obě stanice nad rámec smlouvy experimentálně osazeny stožáry s měřením směru a rychlosti větru pro podporu vývoje metodik preciznějšího popisu imisně-meteorologických vztahů na pozadových manuálních lokalitách imisního monitoringu. Výsledky měření PM_{10} a $PM_{2,5}$ byly průběžně zveřejňovány na internetové stránce ČHMÚ². Výsledky všech měření jsou uloženy v Informačním systému kvality ovzduší České republiky, budou využity pro hodnocení kvality ovzduší v České republice v roce 2019 i v dalších letech a budou zveřejněny v ročenkách znečištění ovzduší.³

1. Měření

Město Bruntál se nachází na obou stranách historické zemské hranice Moravy a Slezska, v Nížkém Jeseníku, v okrese Bruntál, 51 km západoseverozápadně od Ostravy. Žije v něm přibližně 16 tisíc obyvatel.

Dotované odběrové zařízení na lokalitě Bruntál-škola (Obr. 2) bylo umístěno vedle sportovního hřiště základní školy Bruntál, na východním okraji města. Lokalita je klasifikována jako dopravní, typ zóny městská, s charakteristikou obytná.

Krnov je hornoslezské město v podhůří Nížkého Jeseníku, v okrese Bruntál. Nachází se v těsné blízkosti hranic s Polskem, 43 km severozápadně od Ostravy. Žije v něm přibližně 23 tisíc obyvatel.

Dotované odběrové zařízení na lokalitě Krnov-úpravna vody (Obr. 4) bylo umístěno na pozemku úpravny vod, ležícím severně od města, přibližně 700 m na sever od místa dočasné dřívější monitorovací stanice kvality ovzduší Krnov. Zde probíhalo měření v roce 2010, které bylo také hrazeno z rozpočtu Moravskoslezského kraje. Lokalita Krnov-úpravna vody byla klasifikována jako pozad'ová, typ zóny venkovská, s charakteristikou zemědělská, přírodní, podkategorií příměstská.

Tab. 1 Lokality s měřením

Charakteristika	Bruntál-škola	Krnov-úpravna vody
Severní zem. šířka	49° 59' 14.915"	50° 6' 18.754"
Východní zem. délka	17° 28' 10.130"	17° 41' 38.119"
Nadmořská výška	534 m	318 m
EOI klasifikace	T/U/R	B/R/AN-NCI
Reprezentativnost	Oblastní měřítko (4 – 50 km)	Mikroměřítko (několik m až 100 m)

Měření na obou lokalitách probíhalo denně v období od 0 do 0 hodin UTC (světového času) následujícího dne vzorkovači Sven Leckel MVS 6 s každodenní výměnou filtrů. Výstupem byly denní (24hodinové) průměrné koncentrace měřených škodlivin (Tab. 2). Měření probíhalo v souladu s pravidly Imisního monitoringu ČHMÚ, který je zkušební laboratoří č. L 1460 akreditovanou ČIA, o. p. s. pro zkoušky a odběry uvedené v Příloze Osvědčení o akreditaci (viz www.cai.cz v sekci Seznam akreditovaných subjektů). ČHMÚ je autorizován k měření imisí znečišťujících látek Ministerstvem životního prostředí ČR dle osvědčení o autorizaci k měření imisí osvědčení MŽP ČR o autorizaci k měření imisí č. j. 45629/ENV /14 ze dne 20. 8. 2014.

Tab. 2 Metody měření

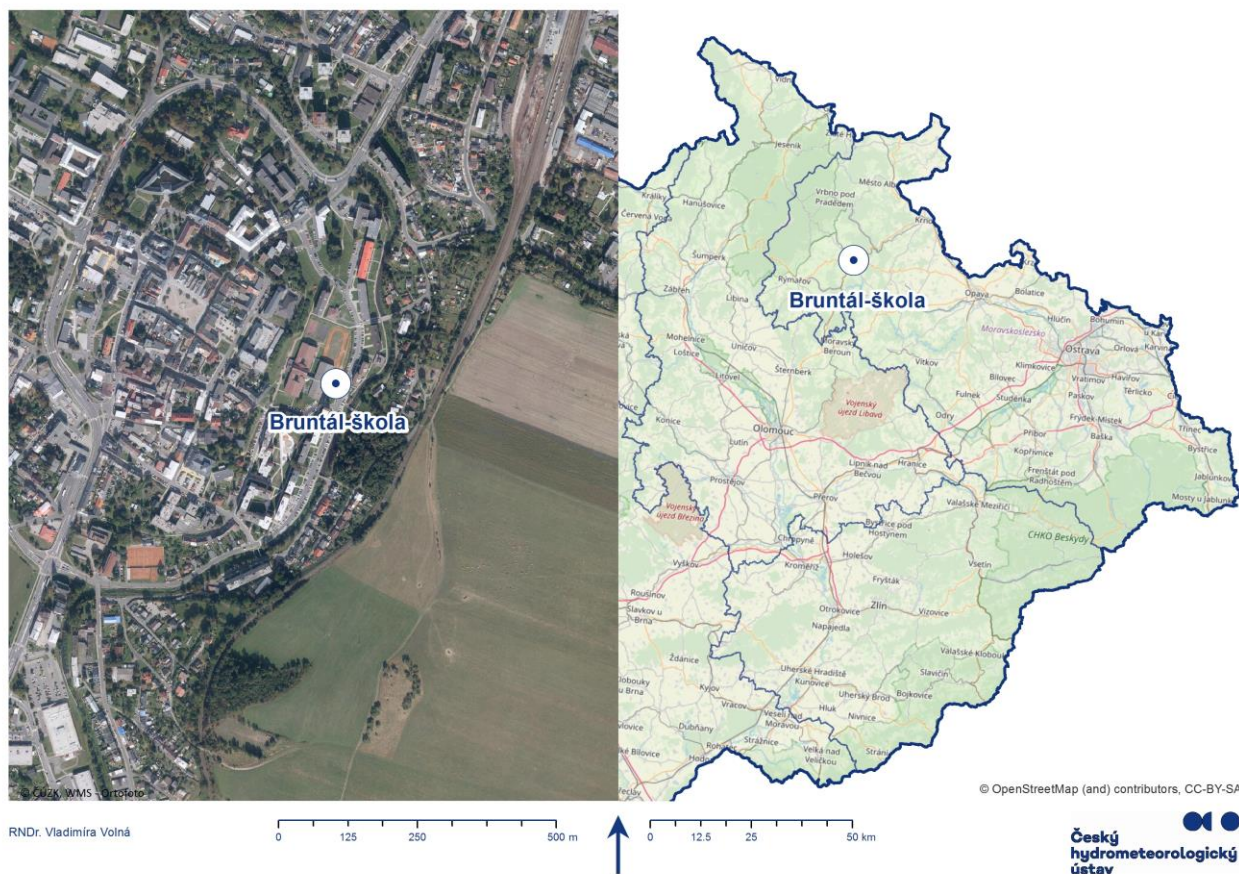
Znečišťující látka	Jednotka	Metoda měření
Suspendované částice PM ₁₀	µg.m ⁻³	Gravimetrie
Suspendované částice PM _{2,5}	µg.m ⁻³	Gravimetrie
Polyaromatické uhlovodíky v PM _{2,5}	ng.m ⁻³	Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí (pro PAH)
Těžké kovy v PM _{2,5}	ng.m ⁻³	Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou

Při hodnocení výsledků měření byly získané hodnoty porovnávány s imisními limity dle [1] (Tab. 3), vycházejícími ze směrnic Evropské Unie [2, 3] a s hodnotami stanovenými ve směrnicích Světové zdravotnické organizace (WHO) pro kvalitu vnějšího ovzduší [4]. Pro porovnání koncentrací byly využity výsledky měření kvality ovzduší ve Státní síti imisního monitoringu v Moravskoslezském kraji, i z některých lokalit sousedících krajů ČR. Dále byla použita dostupná operativní data ze stanic Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě a dalších organizací poskytujících údaje do Informačního systému kvality ovzduší.

Tab. 3 Imisní limity pro ochranu zdraví lidí a maximální počet jejich překročení v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ podle zákona 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší

Znečišťující látka	Doba průměrování			
	1 hodina	Max. denní 8hod. průměr	24 hodin	Rok
PM ₁₀	–	–	50 max. 35x za rok	40
PM _{2,5}	–	–	–	25
Benzo[a]pyren ¹⁾	–	–	–	0.001
As ¹⁾	–	–	–	0.006
Cd ¹⁾	–	–	–	0.005
Ni ¹⁾	–	–	–	0.020
Pb ¹⁾	–	–	–	0.5

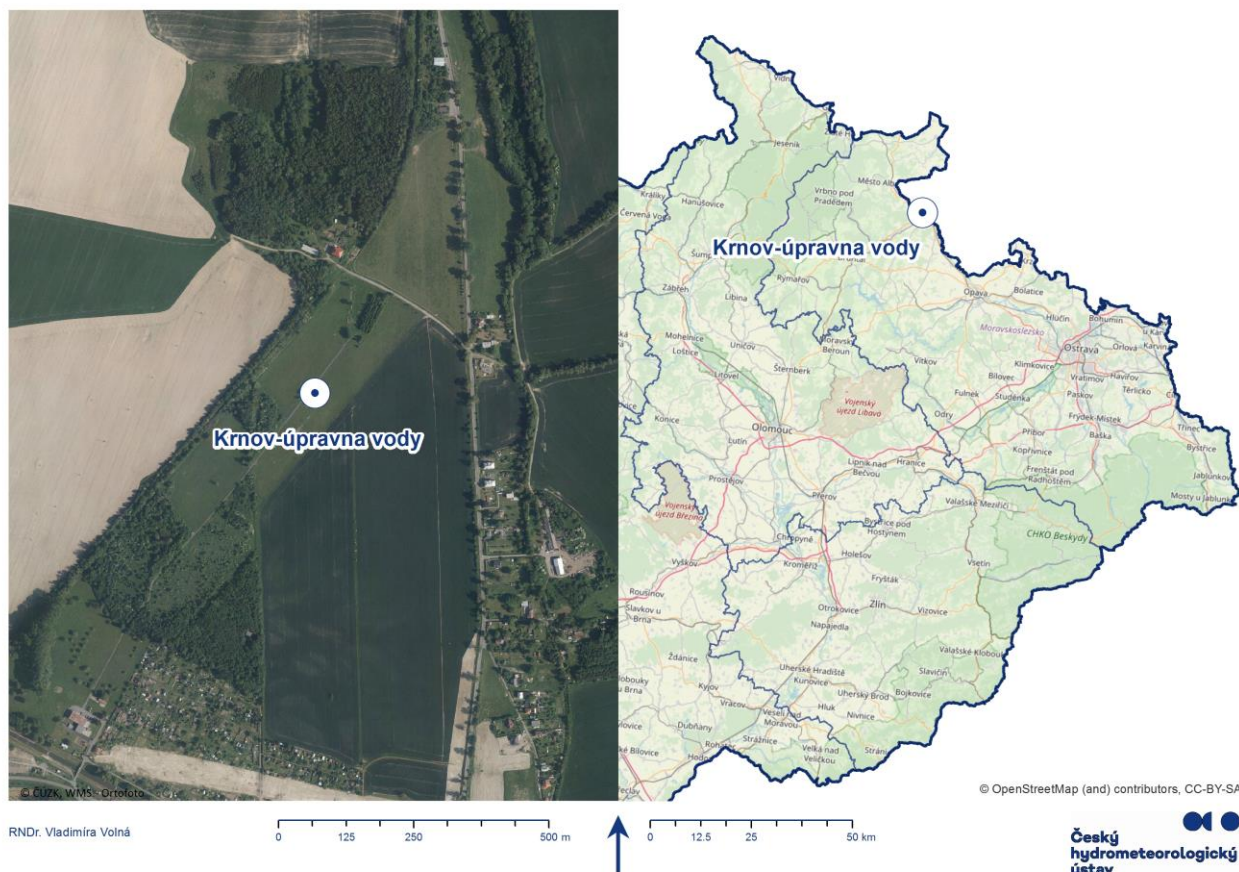
¹⁾ Celkový obsah v částicích frakce PM₁₀



Obr. 1 Poloha stanice Bruntál-škola



Obr. 2 lokalita Bruntál-škola



Obr. 3 Poloha stanice Krnov-úpravna vody



Obr. 4 lokalita Krnov-úpravna vody

2. Hodnocení

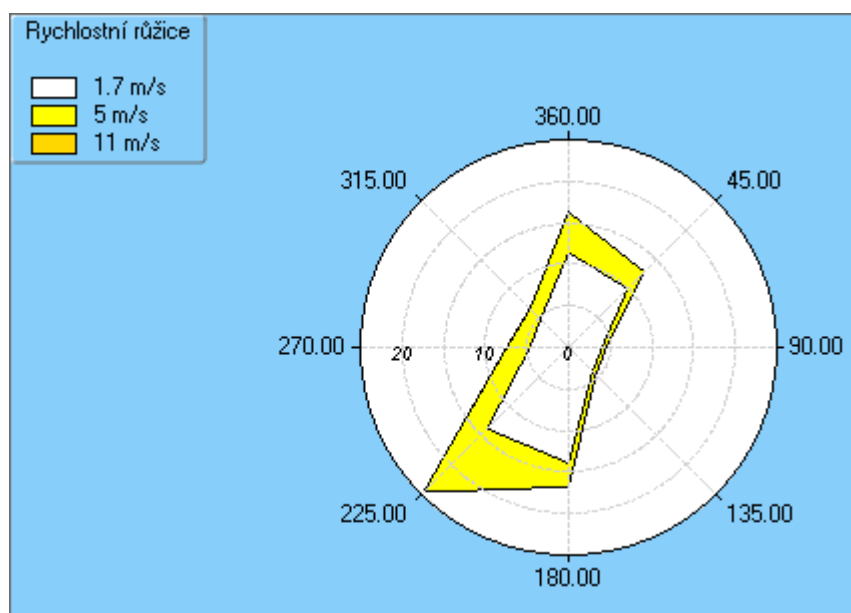
Meziročně došlo v Moravskoslezském kraji v roce 2019 ve vnějším ovzduší na všech lokalitách ke snížení koncentrací škodlivin s maximy dosahovanými v chladné části roku. Rok 2019 byl na území ČR ve srovnání s normálem 1981–2010 teplotně mimořádně nadnormální, průměrná roční teplota 11 °C byla o 3,3 °C vyšší než normál. Všechny měsíce roku vykazovaly kladnou odchylku průměrné měsíční teploty od normálu 1981–2010. Srážkově byl rok 2019 silně podnormální.

Kvalitu ovzduší ovlivňují, kromě vlastních zdrojů znečištění, také rozptylové podmínky. Jednou z možností, jak je číselně vyjádřit, je tzv. ventilační index, který odpovídá součinu výšky mezní vrstvy atmosféry a průměrné rychlosti větru v ní. V ČR dosahuje ventilační index hodnot zpravidla od stovek do desetitisíců $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, přičemž hodnoty pod $1100 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ označujeme jako nepříznivé, hodnoty mezi $1100 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a $3000 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ jako mírně nepříznivé a nad $3000 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ jako dobré rozptylové podmínky. Špatné rozptylové podmínky neznamenaají nutně vysoké koncentrace škodlivin, ale naopak vysoké koncentrace nastávají zpravidla za nepříznivých rozptylových podmínek a při spolupůsobení dalších faktorů, jako je například nízká teplota vzduchu. V roce 2019 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2018 silně nadnormální rozptylové podmínky. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 88 % případů, což představuje 115 % dlouhodobého průměru. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo v Moravskoslezském kraji bez aglomerace O/K/F-M (89 %)⁴

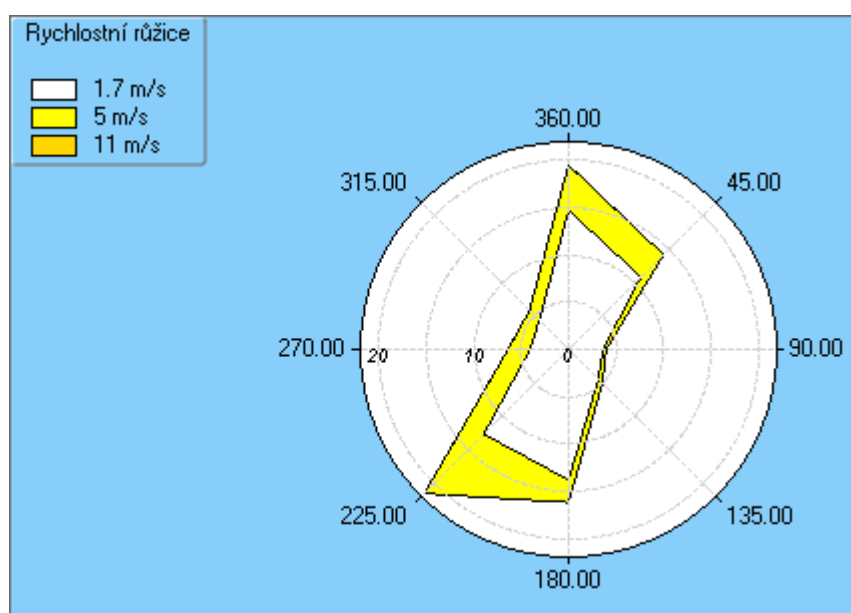
Charakter proudění větru na lokalitách je zobrazen prostřednictvím rychlostních větrných růžic, které byly zpracovány pomocí programu CalmetIntegrátor (Obr. 5–Obr. 8)⁵. Ze změn podílů proudění z jednotlivých směrů při různých rychlostech větru lze usuzovat na změny podílů imisní zátěže z různých typů zdrojů znečišťování ovzduší (vysoká vs. nízká emise apod.) na lokalitě za různých meteorologických podmínek. Porovnáním průměrných růžic za rok 2019 a za desetileté období (2010–2019) lze hodnotit, zda proudění na lokalitě v hodnoceném roce mělo obvyklý charakter. V případě, že směr a rychlost proudění, ovlivňující výsledné hodnoty znečištění, byly pro lokalitu typické, lze naměřené výsledky zevšeobecnit a charakteristiky z nich odvozené využívat pro hodnocení kvality ovzduší i v dalších letech.

⁴ http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/Rocni_zprava_2019.pdf

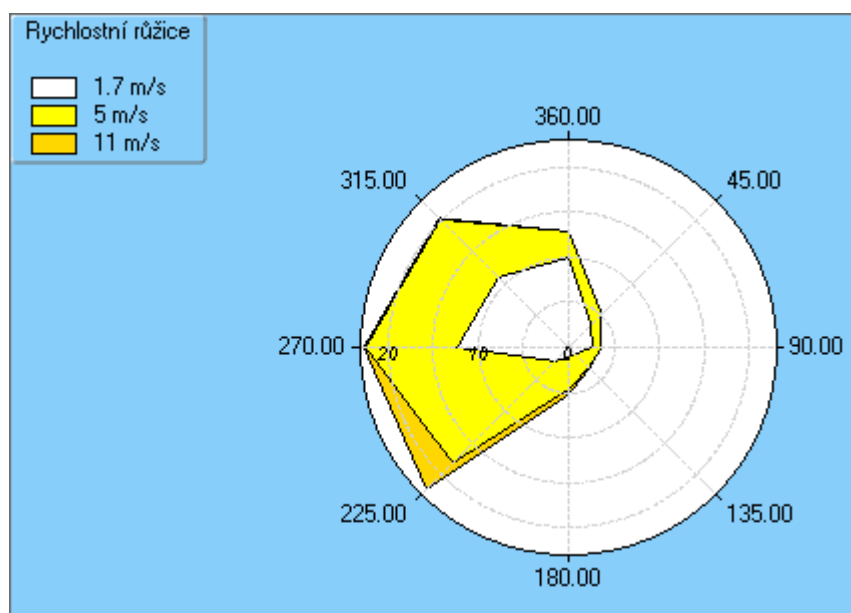
⁵ CALMET Integrátor je uživatelské rozhraní pro výpočet stabilně členěných větrných růžic podle klasifikace Bubník – Koldovský. Výpočet větrné růžice se provádí pomocí meteorologického modelu CALMET, který je součástí systému pro disperzní modelování – CALPUFF1. Model CALMET obsahuje diagnostický modul pro pole proudění, který na zvolené doméně počítá hodinová, vertikálně členěná pole směru a rychlosti větru a je schopen vypočítat mikrometeorologické charakteristiky mezní vrstvy nad zemským a vodním povrchem. Do modelu vstupují tři základní typy dat: geografická data (matice orografie a land coveru), hodinová meteorologická data z pozemních stanic v blízkém okolí místa výpočtu větrné růžice a sondážní měření.



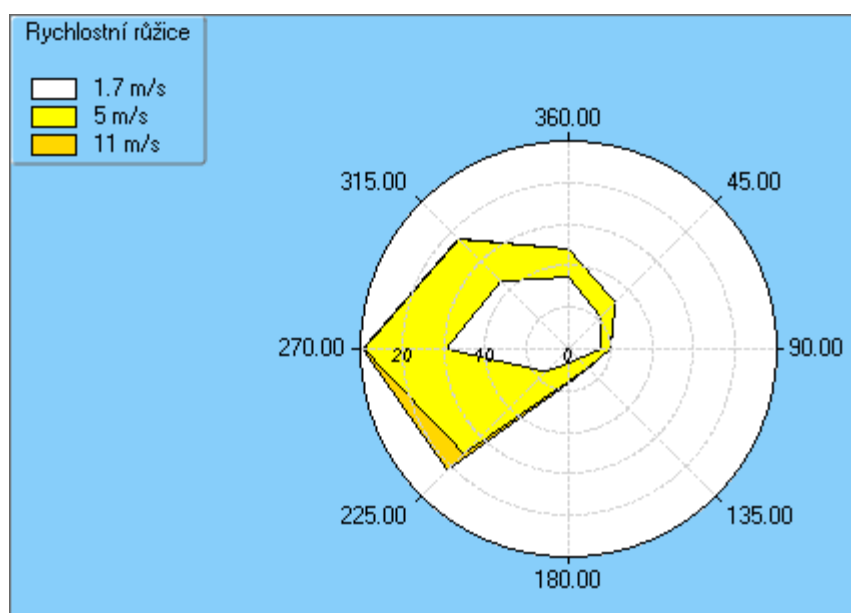
Obr. 5 Bruntál-škola - větrná růžice rozdělená dle směru a rychlosti větru za rok 2019



Obr. 6 Bruntál-škola - větrná růžice rozdělená dle směru a rychlosti větru za období 2010–2019



Obr. 7 Krnov-úpravna vody - větrná růžice rozdělená dle směru a rychlosti větru za rok 2019



Obr. 8 Krnov-úpravna vody - větrná růžice rozdělená dle směru a rychlosti větru za období 2010–2019

2.1. Suspendované částice PM₁₀

Limitní průměrná roční koncentrace $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nebyla překročena ani na jedné z hodnocených lokalit (46 % hodnoty ročního imisního limitu bylo dosaženo na stanici Bruntál-škola, 45 % na stanici Krnov-úpravna vody). Roční průměrné koncentrace PM₁₀ na lokalitách Bruntál-škola a Krnov-úpravna vody dosáhly podprůměrných hodnot vzhledem k průměrné roční koncentraci Moravskoslezského kraje v roce 2019 se zahrnutím všech typů lokalit (77 % na stanici Bruntál-škola, 76 % na stanici Krnov-úpravna vody). Doporučená limitní hodnota roční průměrné koncentrace $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro suspendované částice PM₁₀ dle WHO [4] nebyla překročena ani na jedné z hodnocených lokalit (Obr. 16).

Počet dnů s překročením hodnoty denního imisního limitu $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (přičemž přípustný počet překročení je 35 v kalendářním roce dle [1]) byl na stanici Bruntál-škola 6, na stanici Krnov-úpravna

vody 5. Na obou lokalitách tedy nedošlo k překročení tohoto imisního limitu. Nadlimitní denní průměrné koncentrace se vyskytovaly pouze v chladné polovině roku (Obr. 11, Obr. 13).

Průměrné roční koncentrace suspendovaných částic v kraji se na všech stanicích meziročně snížily. Výslednou imisní situaci pozitivně ovlivnily zejména lepší meteorologické podmínky, zvláště v zimních měsících. V zóně Moravskoslezsko přesto byla z důvodu vysokých koncentrací suspendovaných částic PM₁₀ v lednu 2019 vyhlášena jedna smogová situace trvající 75 hodin. Na stanici Bruntál-škola byla maximální roční 24hodinová koncentrace 71 µg.m⁻³ naměřena 22. ledna, na stanici Krnov-úpravna vody byla maximální roční 24hodinová koncentrace 69 µg.m⁻³ naměřena 21. ledna, tedy v době trvání smogové situace. K překročení hodnot denních průměrných koncentrací odpovídajících informativní (100 µg.m⁻³) a regulační (150 µg.m⁻³) prahové hodnotě PM₁₀ pro posuzování podmínek vzniku smogových situací [1] nedošlo ani na jedné stanici (Obr. 9, Obr. 11).

V porovnání s jednotlivými lokalitami Státní sítě imisního monitoringu ČHMÚ, resp. stanicemi dalších organizací monitorujícími kvalitu ovzduší na území severní Moravy a Slezska, byla průměrná roční koncentrace PM₁₀ na lokalitě Bruntál-škola porovnatelná s lokalitou Krnov-úpravna vody. Průměrná roční koncentrace PM₁₀ na obou lokalitách patřila mezi nejnižší v celém kraji (Obr. 16).

Průměrné měsíční koncentrace na stanicích Bruntál-škola a Krnov-úpravna vody byly nižší, než průměrné oblastní koncentrace Moravskoslezského kraje, rozdíl byl výraznější v chladnějších měsících roku. Roční chod znečištění PM₁₀ neměl v roce 2019 zcela typický průběh, maximální měsíční průměrné koncentrace byly naměřeny v dubnu (Obr. 14).

2.2. Suspendované částice PM_{2,5}

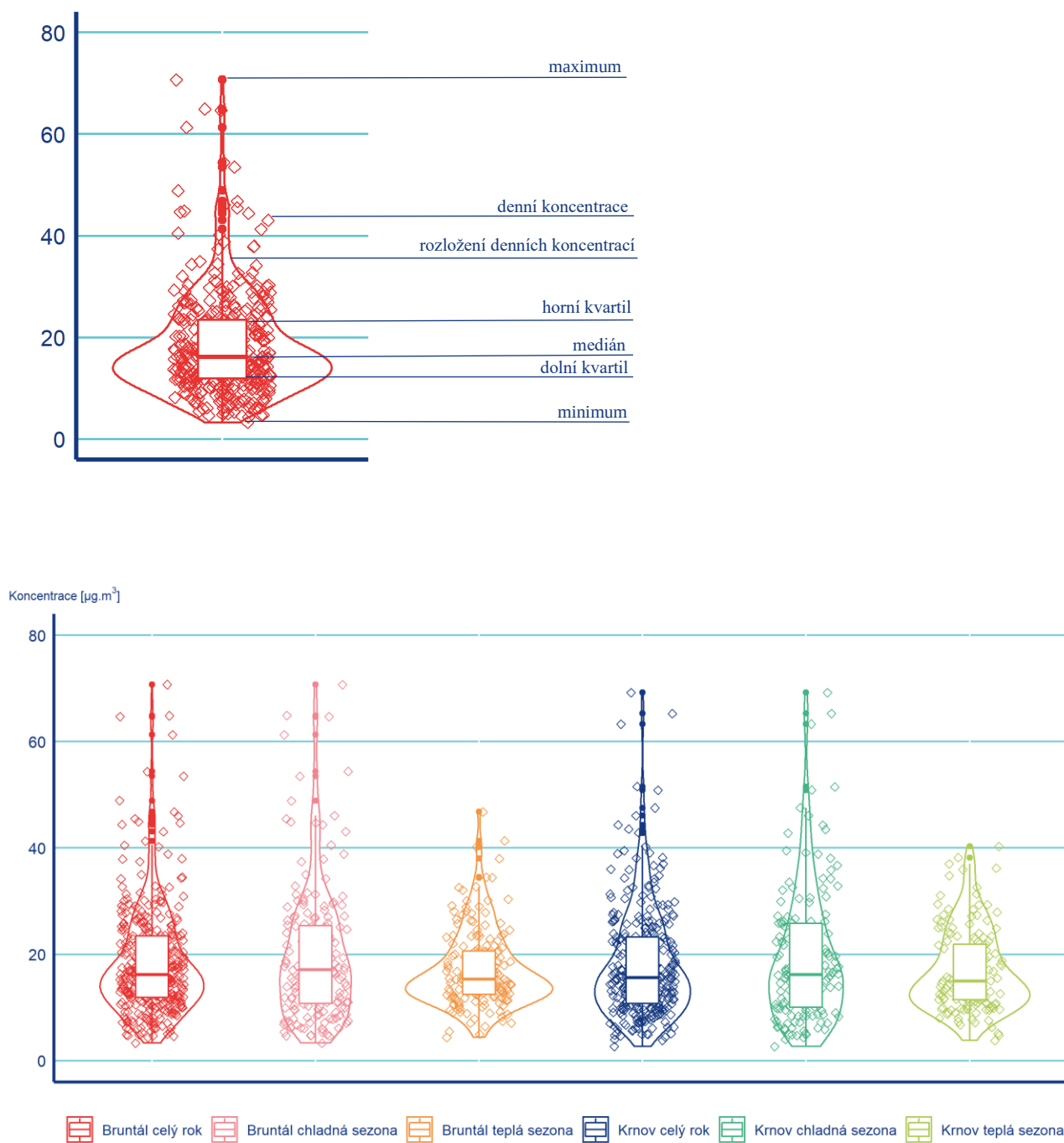
V roce 2019⁶ platila pro průměrnou roční koncentraci PM_{2,5} limitní hodnota 25 µg.m⁻³. K jejímu překročení nedošlo ani na jedné z hodnocených lokalit (Obr. 17). Průměrná roční koncentrace na stanici Bruntál-škola (18,5 µg.m⁻³) dosáhla úrovně 74 % platného imisního limitu, na stanici Krnov-úpravna vody (18,1 µg.m⁻³) 72 %. V porovnání s ročním imisním limitem platným od roku 2020 by roční průměrná koncentrace nepřekročila nově stanovenou limitní hodnotu ani na jedné z hodnocených lokalit. Doporučená limitní hodnota roční průměrné koncentrace 10 µg.m⁻³ pro suspendované částice PM_{2,5} dle WHO [4] by byla překročena na obou lokalitách (Obr. 17).

V porovnání průměrných ročních koncentrací s lokalitami stacionárního imisního monitoringu (Obr. 15) byly průměrné roční koncentrace PM_{2,5} na lokalitách Bruntál-škola a Krnov-úpravna vody srovnatelné mezi sebou. Průměrná roční koncentrace PM_{2,5} na obou lokalitách patřila mezi nejnižší v celém kraji.

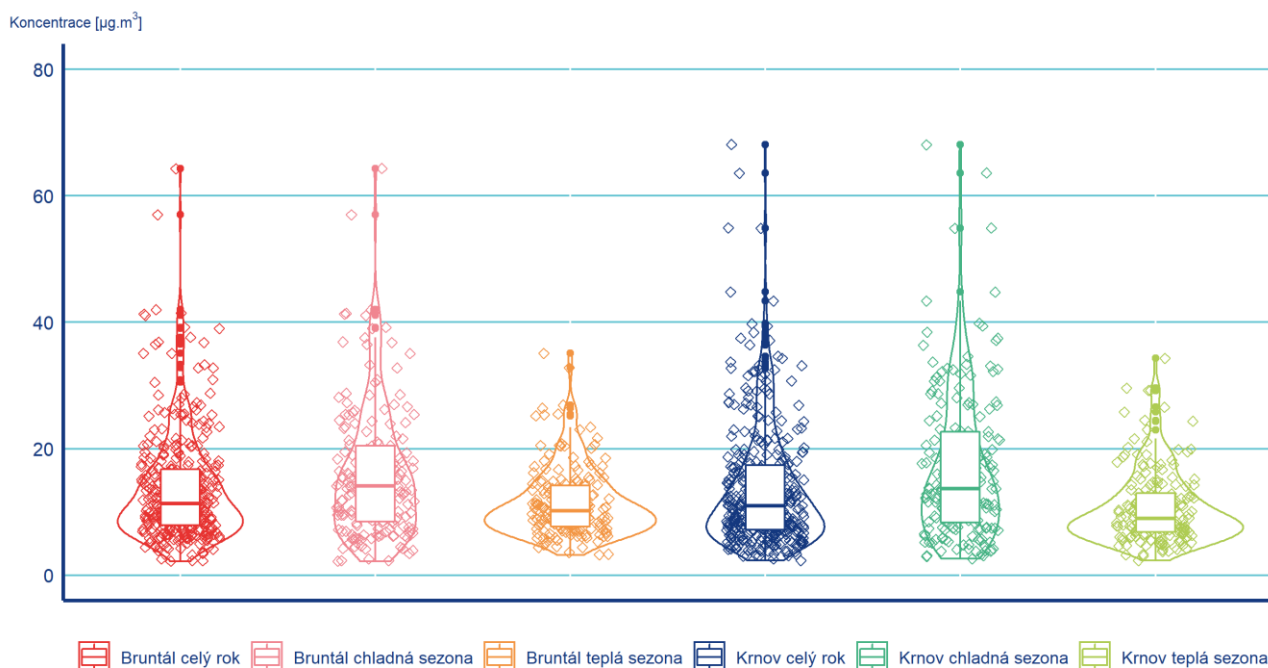
Souhrnné statistické vyhodnocení naměřených denních koncentrací je zpracováno grafickou formou.

⁶ Od 1. 1. 2020 se hodnota ročního imisního limitu PM_{2,5} mění na 20 µg.m⁻³

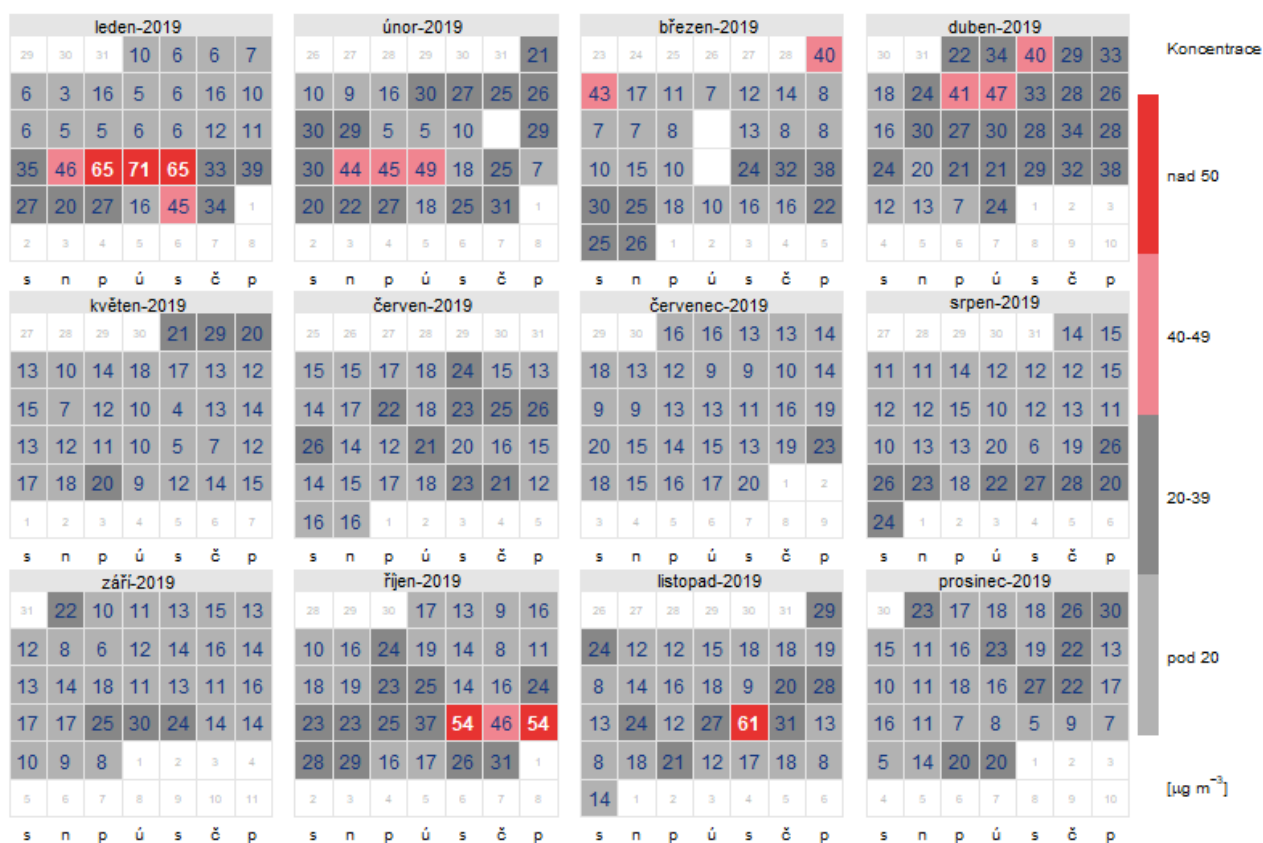
Legenda ke statistickým charakteristikám a rozložení koncentrací:



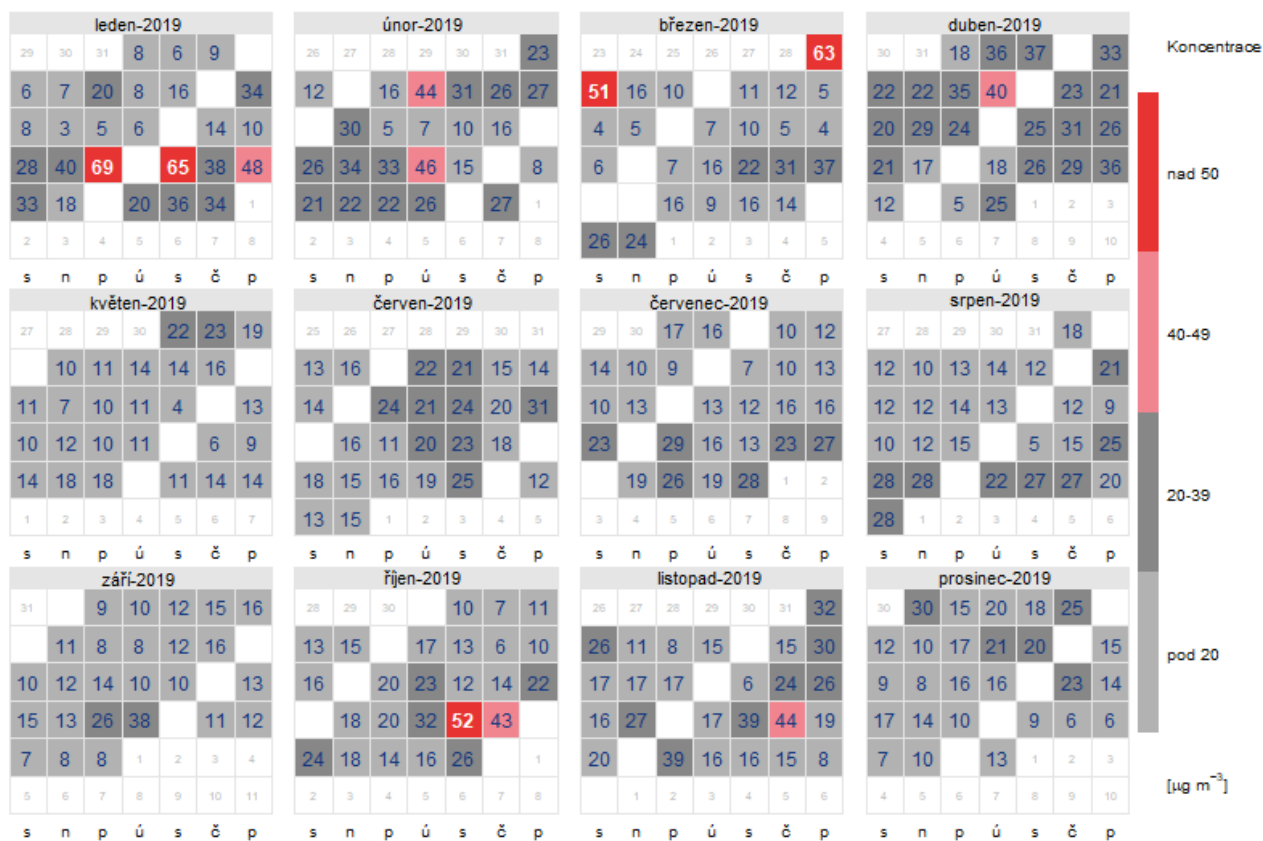
Obr. 9 Statistické charakteristiky a rozložení denních koncentrací PM₁₀, 2019



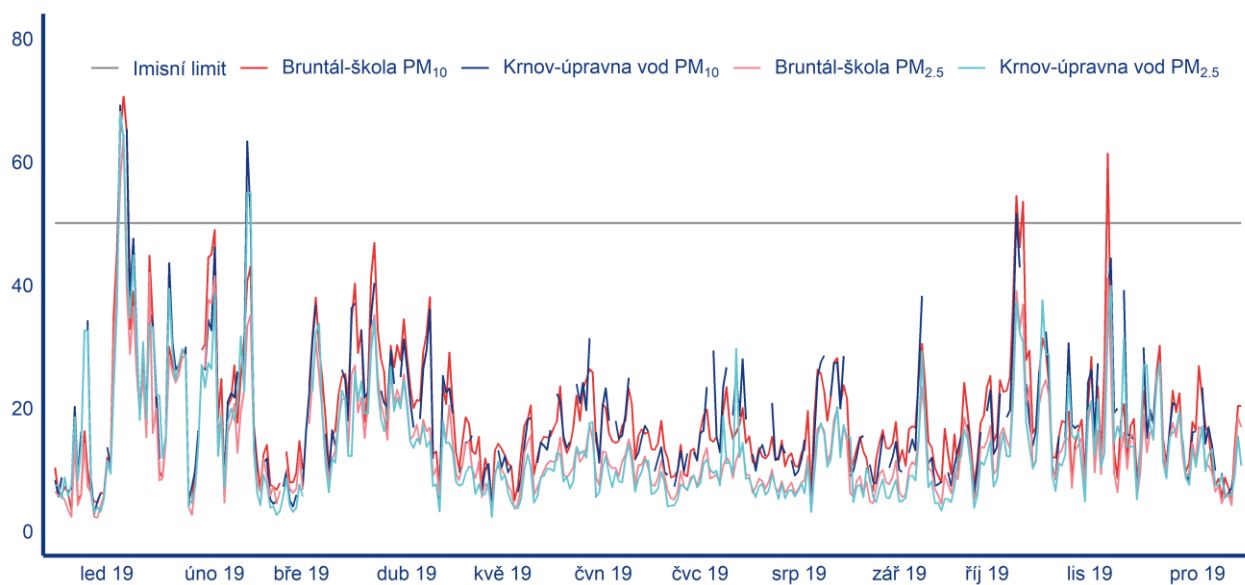
Obr. 10 Statistické charakteristiky a rozložení denních koncentrací $\text{PM}_{2.5}$, 2019



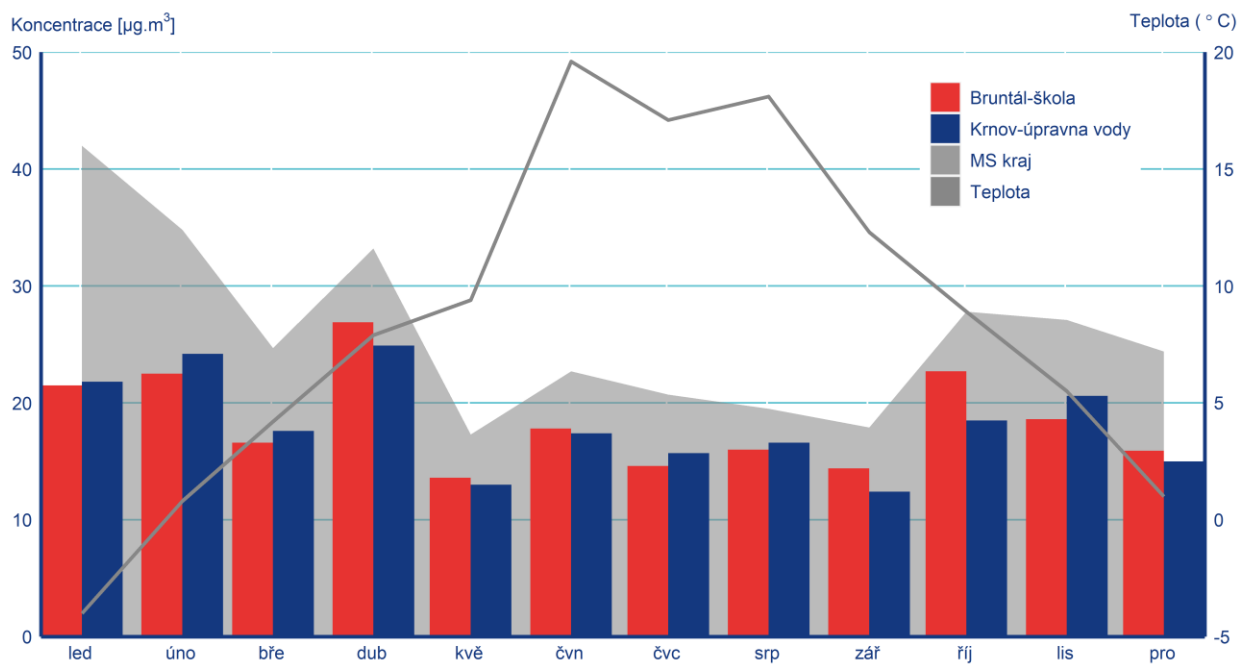
Obr. 11 Denní koncentrace PM_{10} , Bruntál-škola, 2019



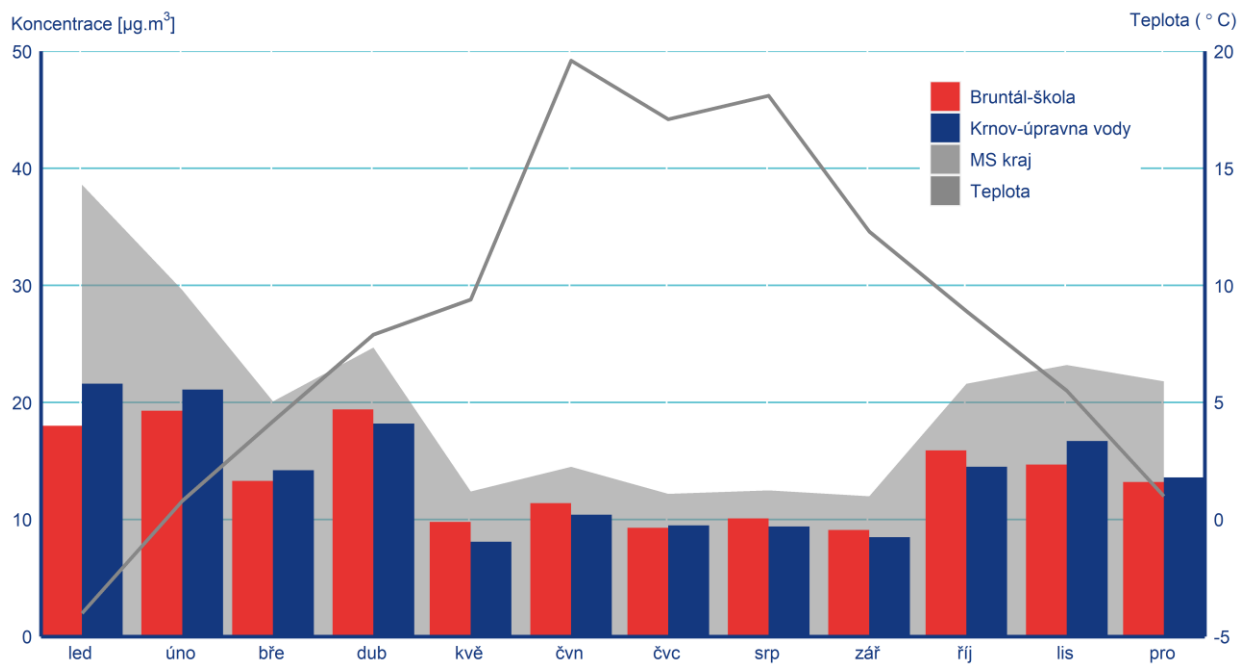
Obr. 12 Denní koncentrace PM_{10} , Krnov-úpravna vody, 2019



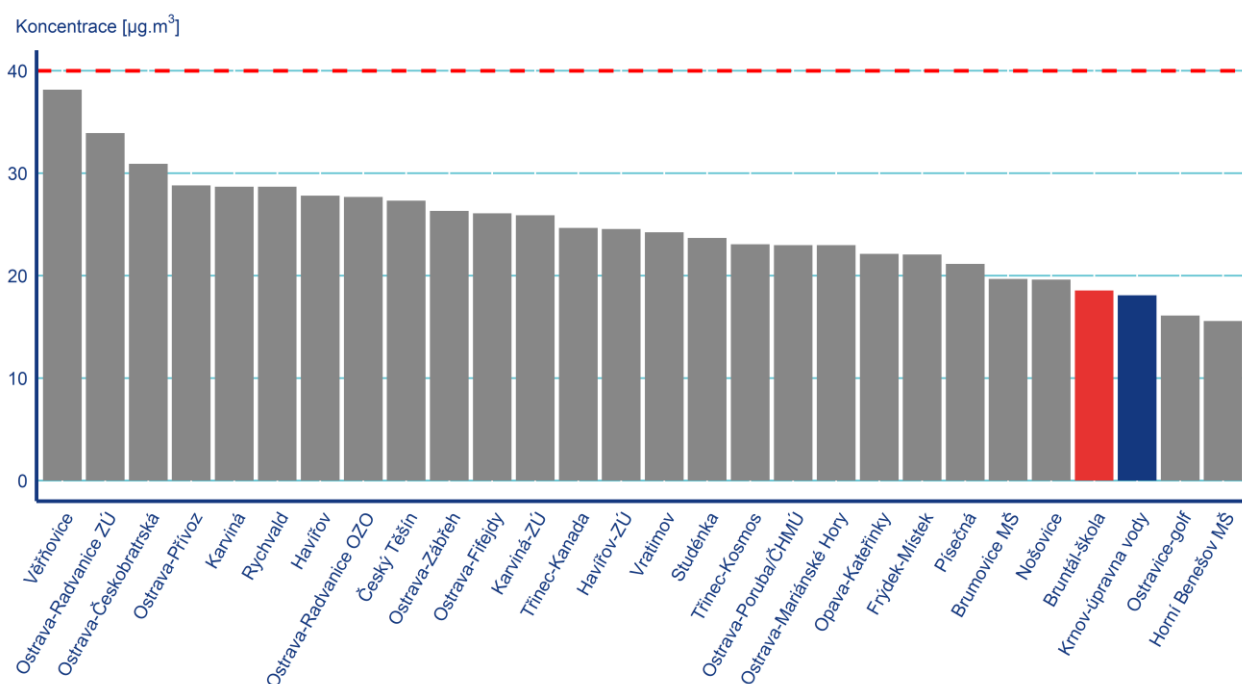
Obr. 13 Denní koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$ v roce 2019, v $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$



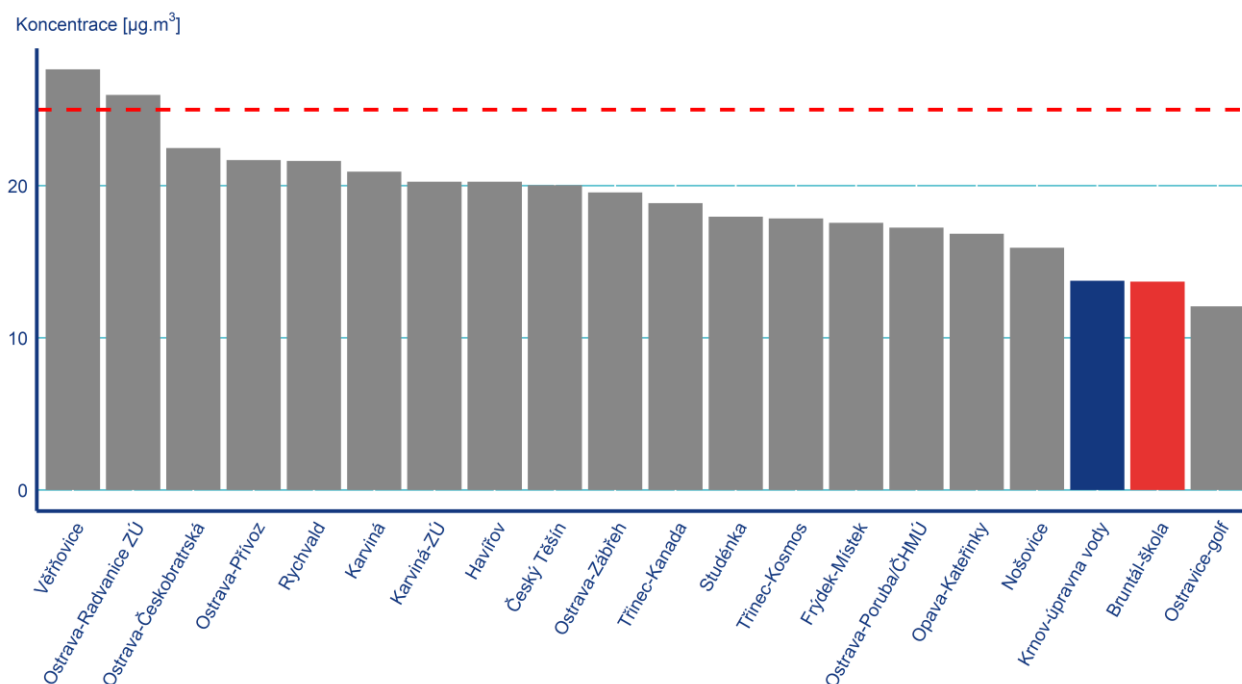
Obr. 14 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM_{10} a teploty v Moravskoslezském kraji ze SSIM v roce 2019



Obr. 15 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací $PM_{2.5}$ a teploty v Moravskoslezském kraji ze SSIM v roce 2019



Obr. 16 Průměrná roční koncentrace PM_{10} v roce 2019 (přerušovanou čarou zobrazena hodnota ročního imisního limitu)



Obr. 17 Průměrná roční koncentrace $PM_{2.5}$ v roce 2019 (přerušovanou čarou zobrazena hodnota ročního imisního limitu)

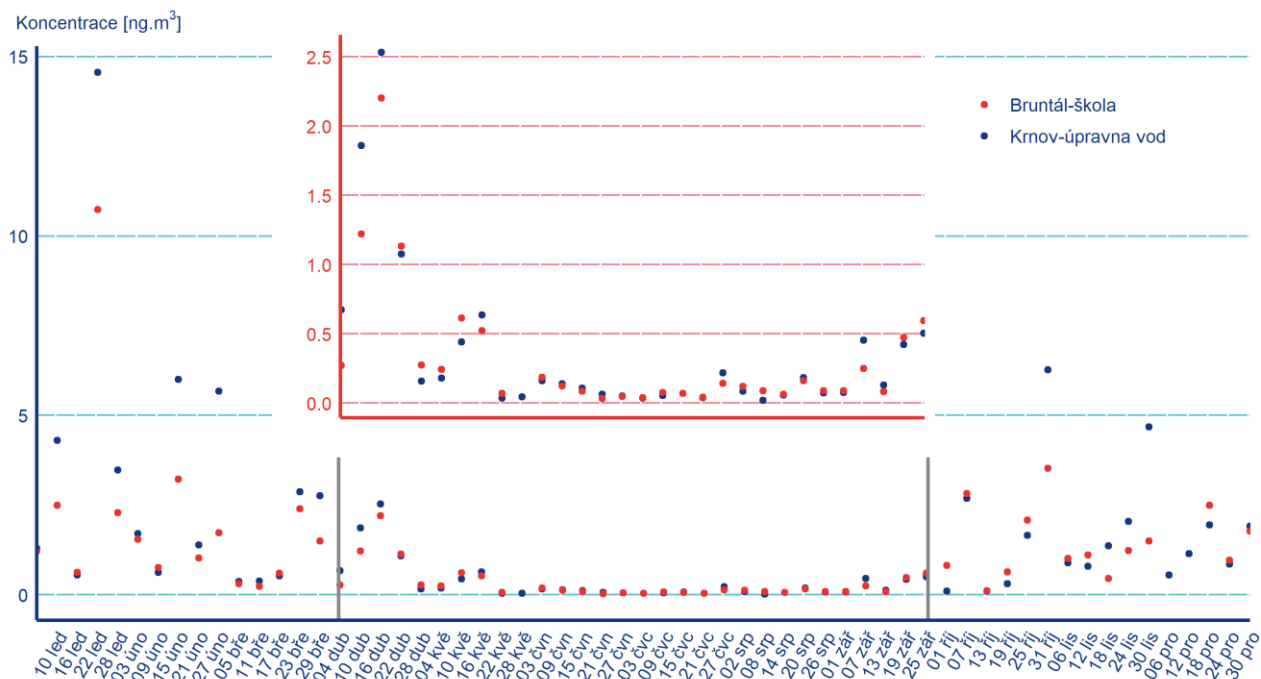
2.3. Polyaromatické uhlovodíky

Na obou lokalitách bylo v roce 2019 v šestidenním cyklu prováděno měření polyaromatických uhlovodíků (PAH) v suspendovaných částicích PM₁₀. U většiny stanovovaných polyaromátů se projevuje výrazný roční chod velkým rozdílem mezi koncentracemi měřenými v teplé a chladné polovině roku (Obr. 18). Podíl průměrných koncentrací jednotlivých stanovovaných látek naměřených v teplém období tvořil v průměrech za chladné období roku 10 až 21 % na stanici Bruntál-škola, 11 až 22 %, na stanici Krnov-úpravna vody. Mezi stanicemi nebyly významnější rozdíly v poměrném zastoupení jednotlivých polyaromátů (Obr. 19–Obr. 21, Tab. 5).

Hodnota ročního imisního limitu pro celkový obsah benzo[a]pyrenu v částicích PM₁₀ pro ochranu lidského zdraví 1 ng.m⁻³ byla velmi mírně překročena na lokalitě Bruntál-škola (1,04 ng.m⁻³ v PM₁₀), o necelou polovinu na lokalitě Krnov-úpravna vody (1,4 ng.m⁻³ v PM₁₀). Pro srovnání, roce 2010 byla v Krnově naměřena průměrná roční koncentrace benzo[a]pyrenu v částicích PM₁₀ 1,57 ng.m⁻³. Na obou hodnocených lokalitách přibližně třetina všech denních vzorků překračovala koncentrační úroveň 1 ng.m⁻³ (Bruntál-škola 39 %, Krnov-úpravna vody 36 %). K překročení ročního limitu došlo i na všech ostatních stacionárních lokalitách Státní sítě imisního monitoringu (SSIM) v Moravskoslezském a Olomouckém kraji, kde je benzo[a]pyren rutinně stanovován v PM₁₀ (Tab. 4). Průměrná roční koncentrace benzo[a]pyrenu na stanici Krnov-úpravna vody byla čtvrtou nejnížší krajskou hodnotou. Koncentrace na stanici Bruntál-škola byla druhá nejnížší ze všech sledovaný lokalit. Stejně jako v případě PM₁₀, došlo u benzo[a]pyrenu na lokalitách s dlouhodobým monitoringem v Moravskoslezském kraji k meziročnímu poklesu koncentrací.

Tab. 4 Porovnání koncentrací benzo[a]pyrenu s hodnotami na vybraných lokalitách stacionárního imisního monitoringu

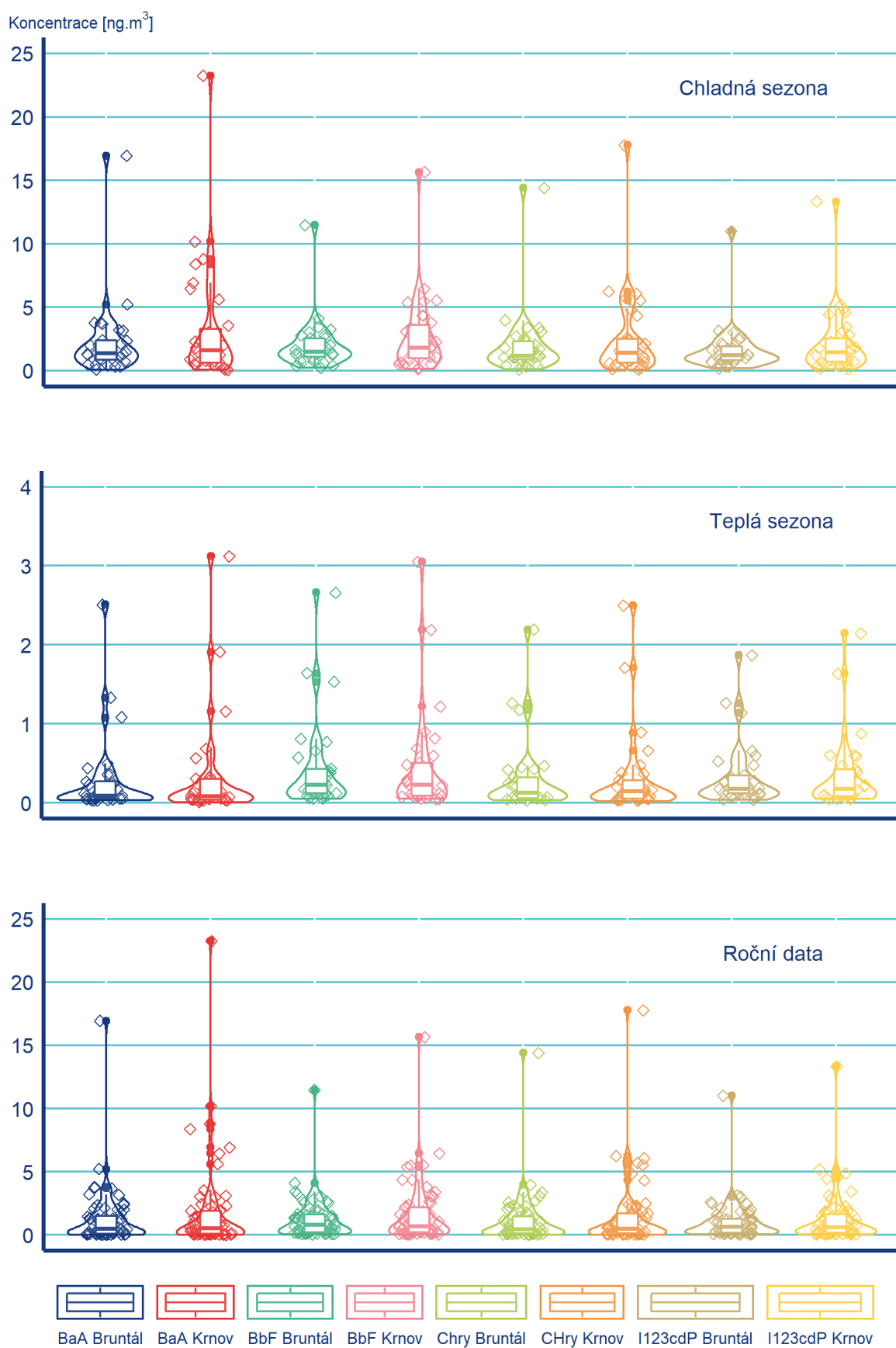
2019	Průměrná roční koncentrace [ng.m ⁻³]
Bruntál-škola	1.04
Krnov-úpravna vody	1.38
Brumovice MŠ	1.14
Horní Benešov MŠ	0.92
Olomouc-Hejčín	1.19
Český Těšín	3.14
Ostrava-Poruba/ČHMÚ	2.02
Ostrava-Přívoz	2.71
Studénka	2.16



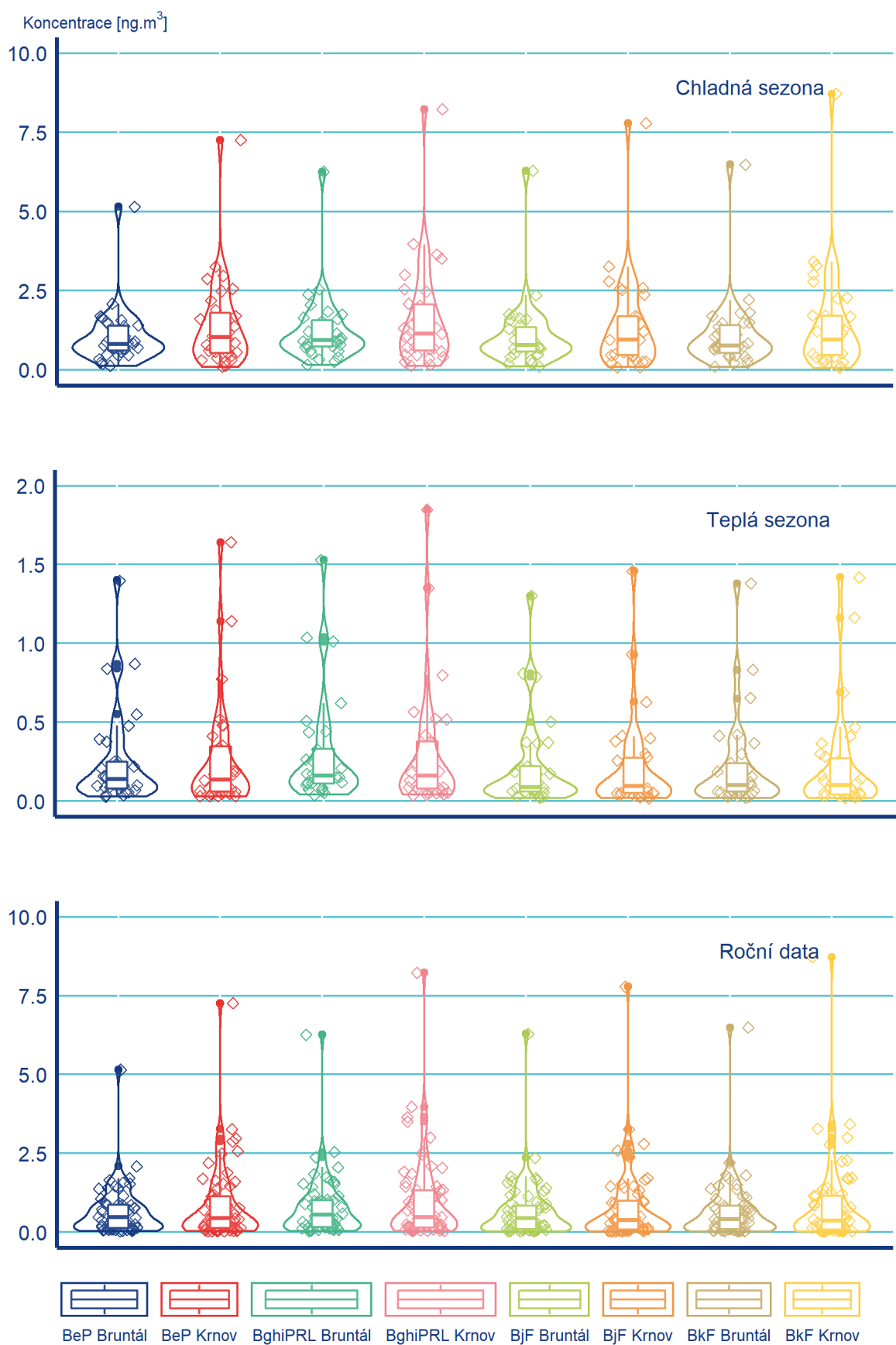
Obr. 18 Denní koncentrace benzo[a]pyrenu v roce 2019, v červeném výřezu jsou přiblíženy koncentrace benzo[a]pyrenu v teplé polovině roku

Tab. 5 Průměrné koncentrace polyaromatických uhlovodíků za celý rok, v chladné a teplé sezoně v ng.m^{-3} , 2019

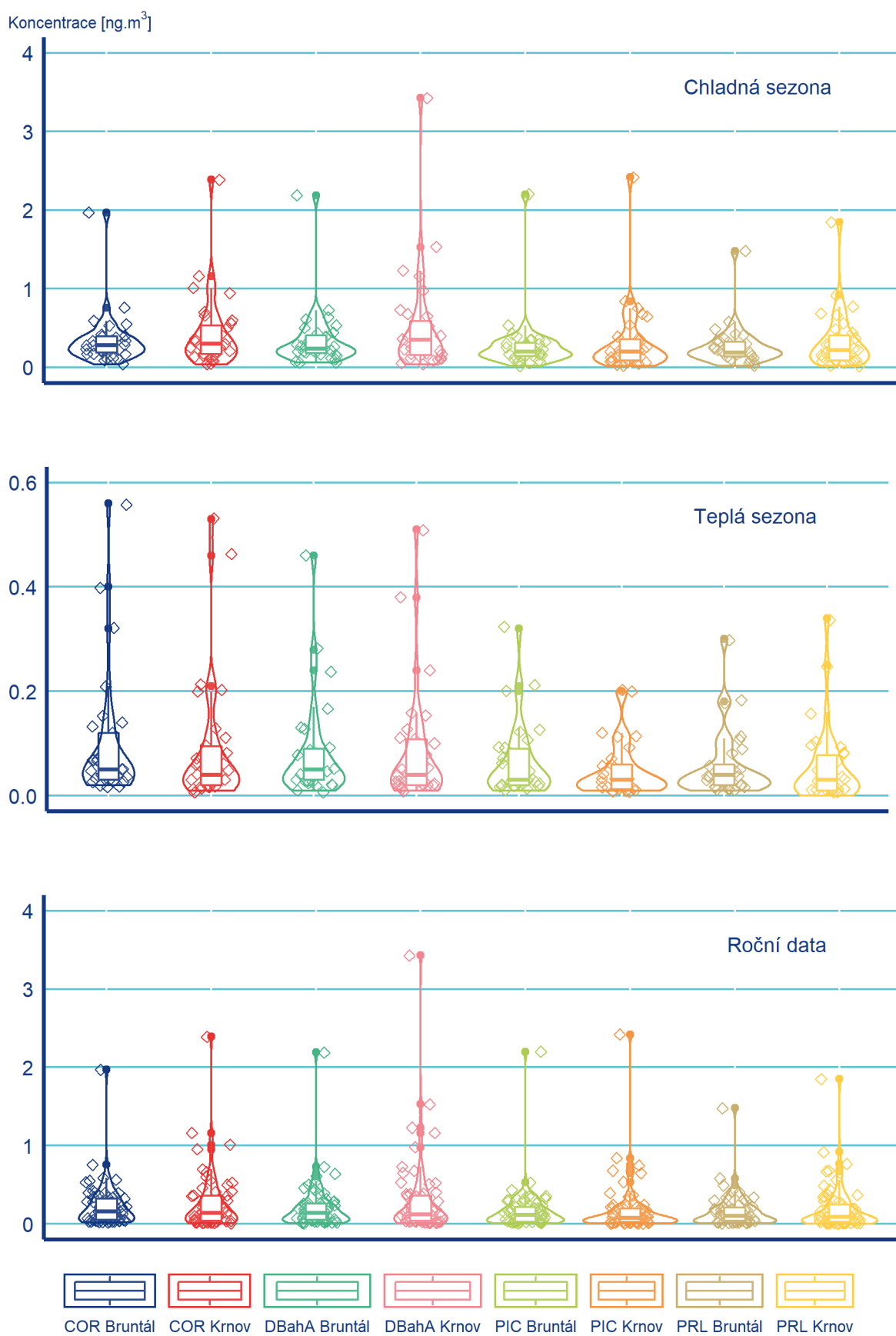
PAH	BaA	Chry	BbF	BkF	BjF	BeP	BaP	PRL	I123cdP	DBahA	PIC	BghiPRL	COR
Bruntál-škola													
Roč. prm.	1,30	1,16	1,26	0,67	0,67	0,67	1,04	0,17	1,03	0,22	0,18	0,79	0,23
Ch. sezona	2,24	1,97	2,02	1,10	1,09	1,05	1,72	0,27	1,67	0,35	0,29	1,25	0,35
T. sezona	0,30	0,31	0,44	0,22	0,23	0,26	0,32	0,06	0,34	0,08	0,07	0,30	0,10
Krnov-úpravná vody													
Roč. prm.	1,84	1,44	1,61	0,85	0,81	0,85	1,38	0,20	1,27	0,30	0,19	0,98	0,26
Ch. sezona	3,29	2,53	2,73	1,44	1,39	1,42	2,38	0,34	2,16	0,51	0,32	1,63	0,43
T. sezona	0,34	0,32	0,46	0,23	0,22	0,27	0,35	0,06	0,35	0,09	0,05	0,30	0,09



Obr. 19 Statistické charakteristiky a rozložení koncentrací BaA, BbF, Chry a I123cdP v ng.m⁻³, 2019



Obr. 20 Statistické charakteristiky a rozložení koncentrací BeP, BghiPRL, BjF a BkF v ng.m^{-3} , 2019



Obr. 21 Statistické charakteristiky a rozložení koncentrací COR, DBahA, PIC a PRL v ng.m^{-3} , 2019

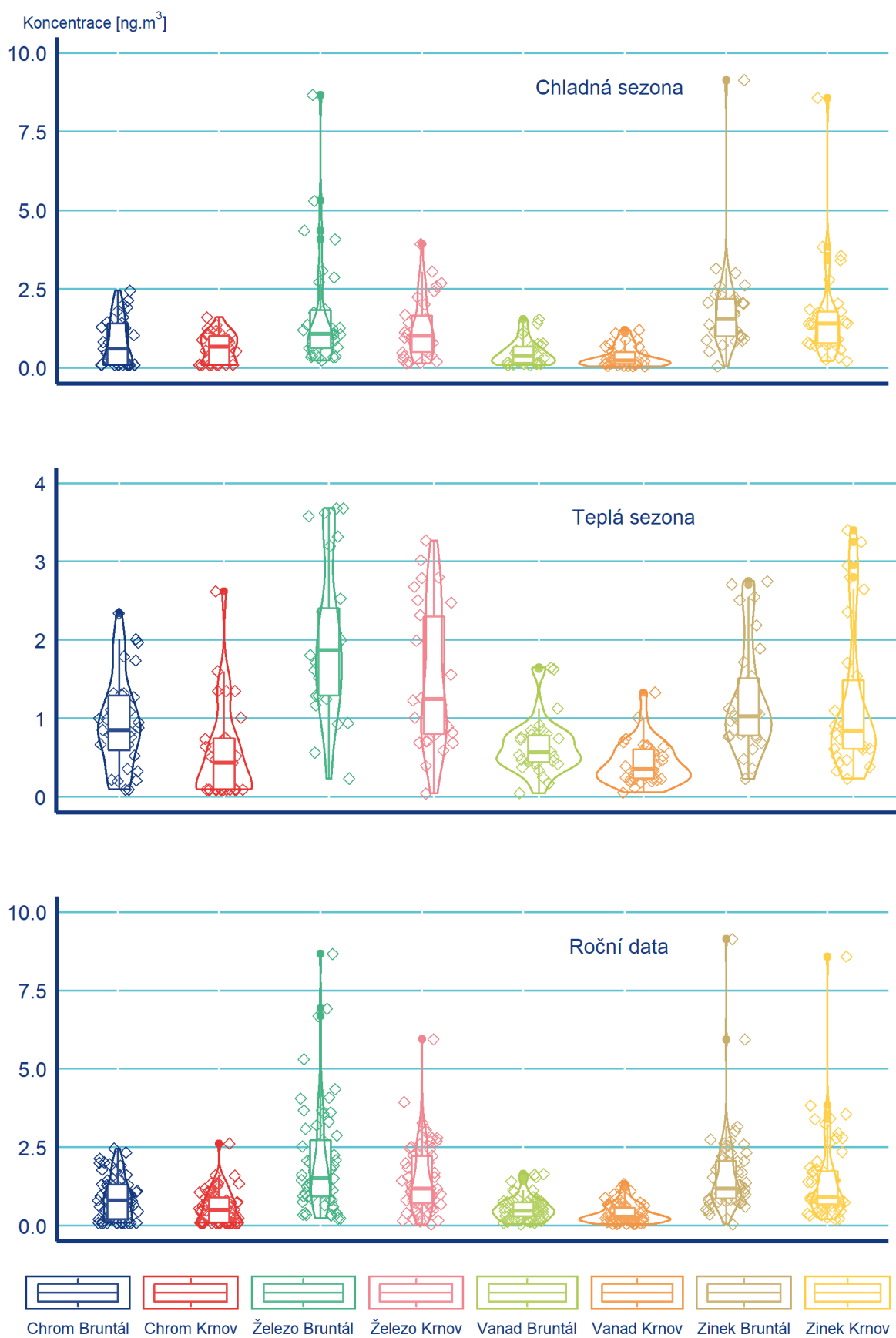
2.4. Těžké kovy

V roce 2019 probíhalo měření obsahu těžkých (toxických) kovů v suspendovaných částicích PM₁₀ každý 6. den na lokalitách Bruntál-škola i Krnov-úpravna vody⁷. Výsledné koncentrace těžkých kovů, byly na obou posuzovaných lokalitách výrazně podlimitní. (Obr. 22–25, tab. 6).

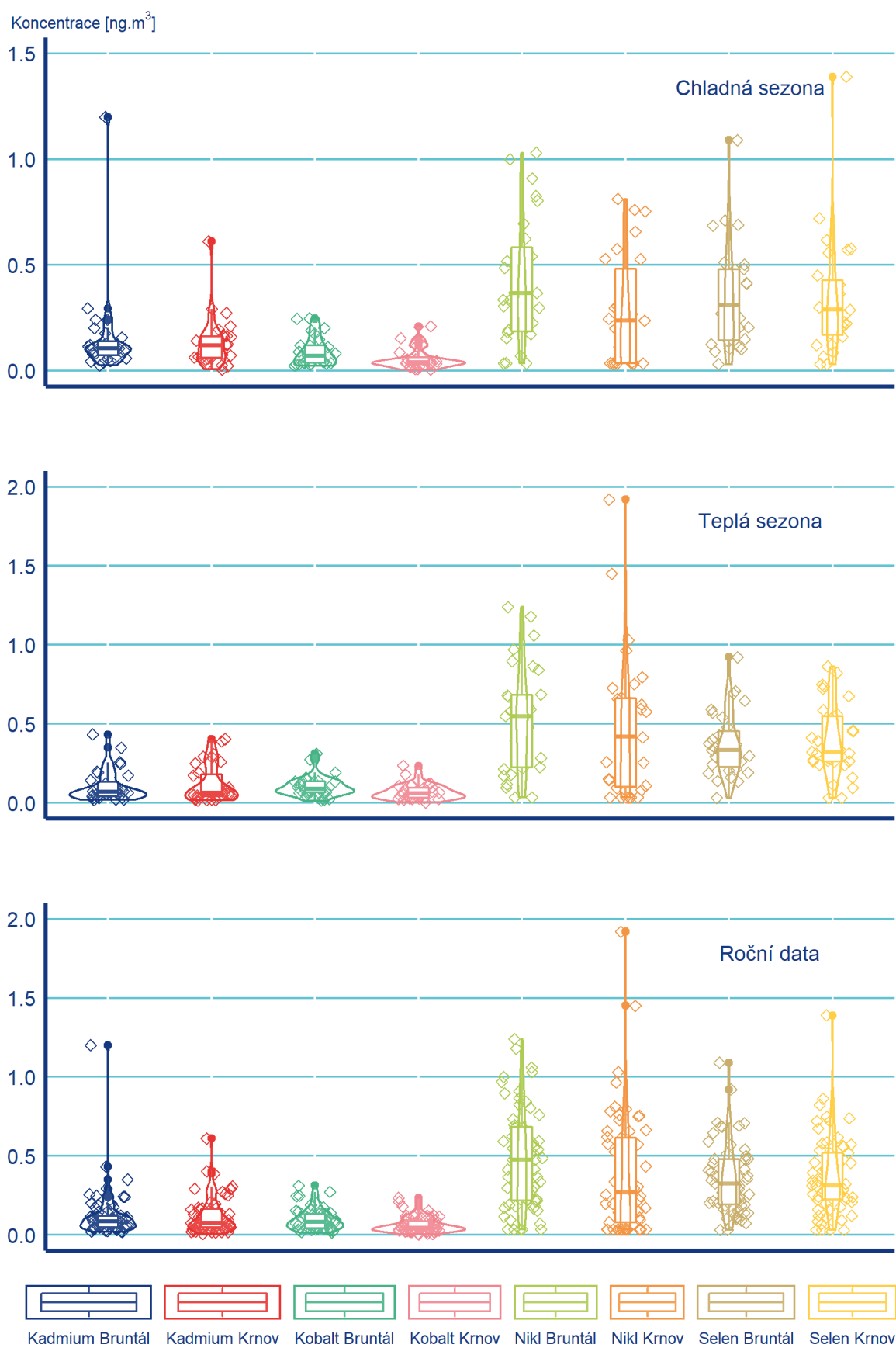
Tab. 6 Průměrné koncentrace těžkých kovů za celý rok, v chladné a teplé sezoně v ng.m⁻³, 2019

TK	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Cd	V
Bruntál-škola												
Roč. prm.	0,56	0,88	5,24	204,42	0,10	0,48	3,25	16,15	2,50	0,35	0,13	4,11
Ch. sezona	0,48	0,82	4,36	170,75	0,09	0,44	3,04	18,47	3,43	0,34	0,15	4,92
T. sezona	0,65	0,94	6,08	237,01	0,11	0,53	3,46	13,90	1,59	0,37	0,11	3,32
Krnov-úpravna vody												
Roč. prm.	0,40	0,59	4,45	147,33	0,06	0,39	2,31	14,32	1,20	0,37	0,12	4,24
Ch. sezona	0,36	0,64	3,78	125,21	0,06	0,31	2,38	16,77	1,21	0,35	0,13	4,93
T. sezona	0,44	0,54	5,10	168,74	0,07	0,47	2,24	11,96	1,19	0,39	0,12	3,58

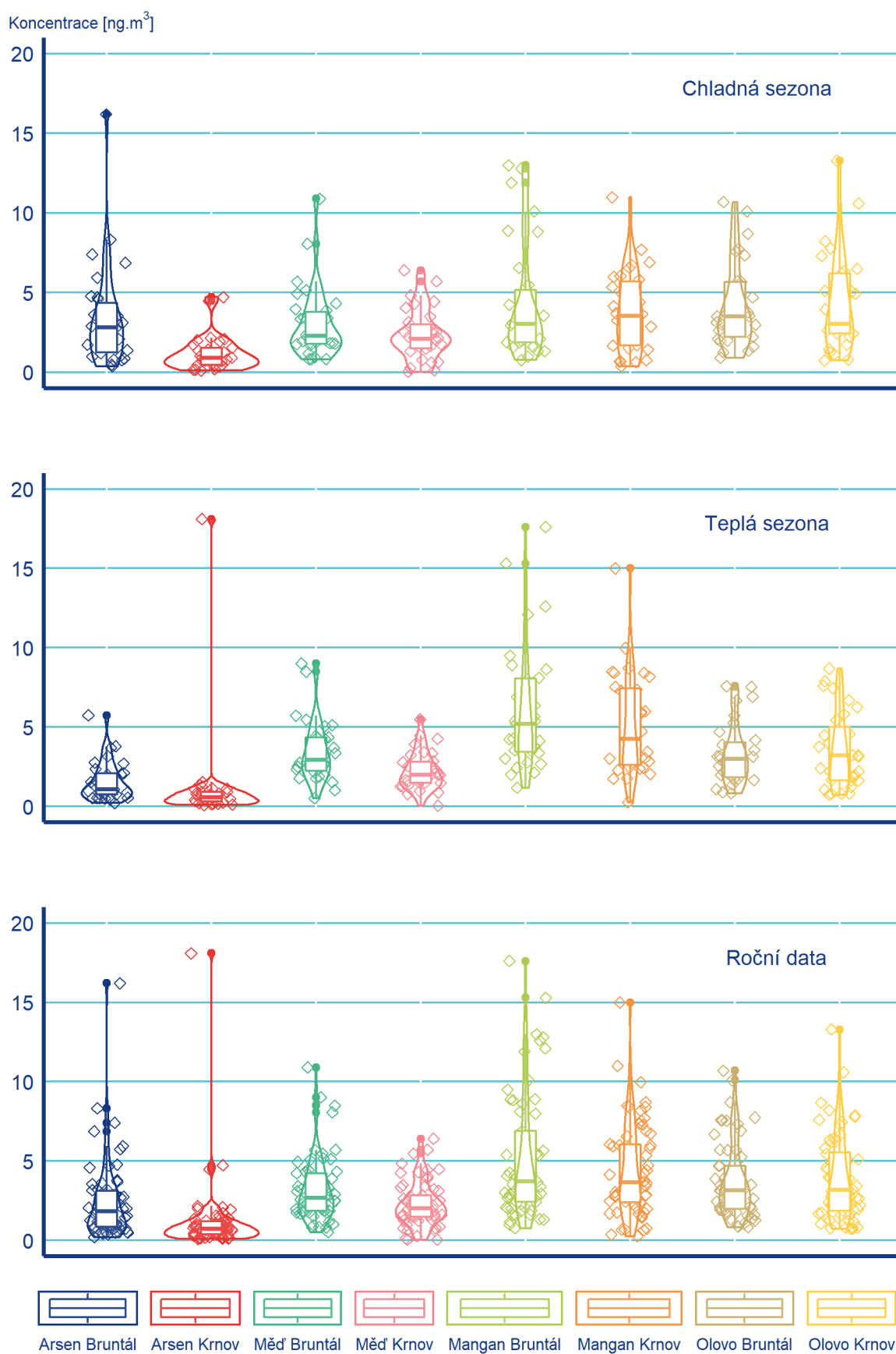
⁷ Verifikovaná data budou k dispozici přibližně v polovině roku 2019 a budou zveřejněna v ročence znečištění ovzduší v ČR (www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/tab_roc_CZ.html).



Obr. 22 Statistické charakteristiky a rozložení koncentrací chromu, železa, vanadu a zinku v PM_{10} v ng.m^{-3} , 2019



Obr. 23 Statistické charakteristiky a rozložení koncentrací kadmia, kobaltu, niklu a selenu v PM_{10} v ng.m^{-3} , 2019

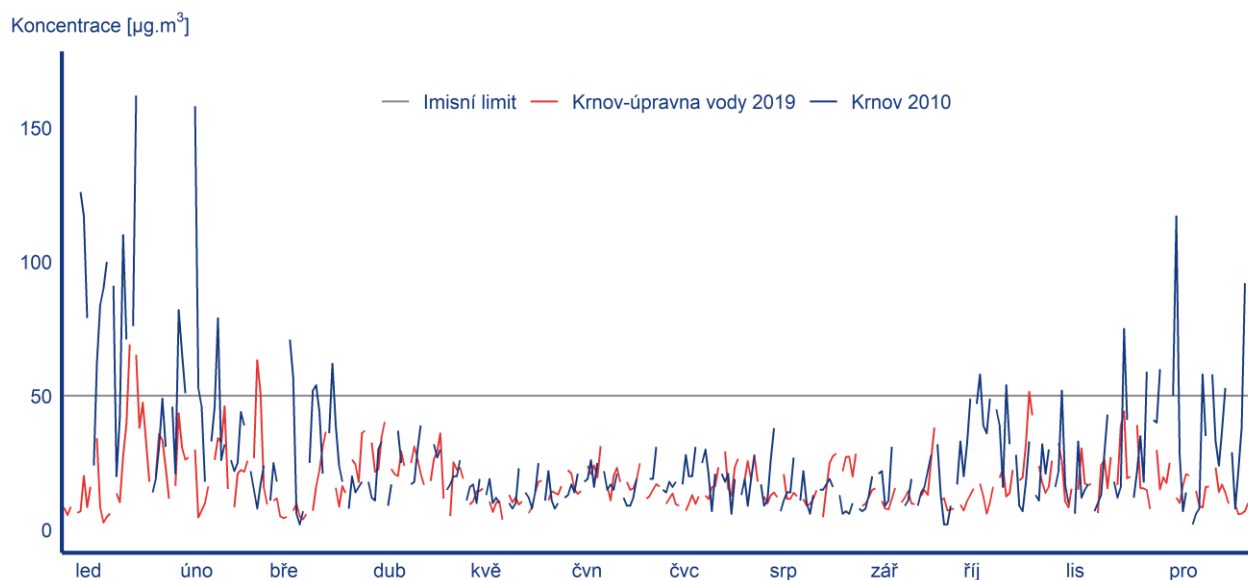


Obr. 24 Statistické charakteristiky a rozložení koncentrací arsenu, mědi, manganu a olova v PM₁₀ v ng.m⁻³, 2019

2.5. Porovnání ročních průměrných koncentrací v Krnově v roce 2010 a 2019

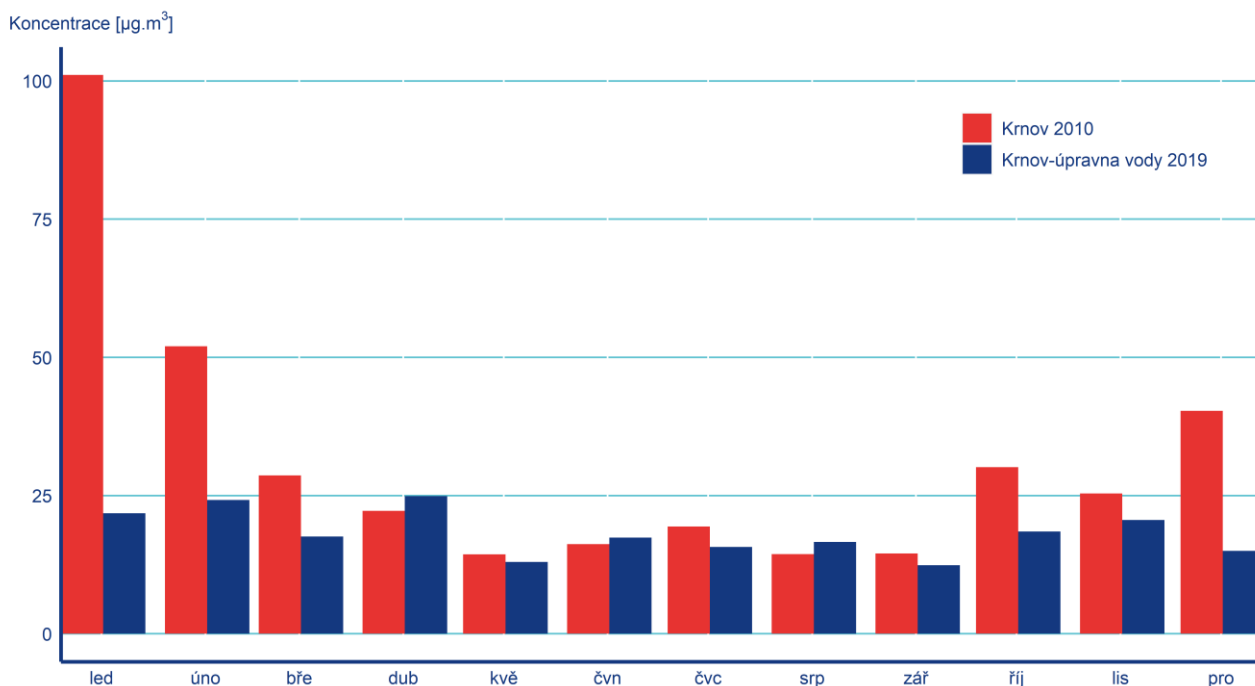
V roce 2010 proběhlo v Krnově měření manuálními vzorkovači suspendovaných částic v ovzduší financované z rozpočtu Krajského úřadu Moravskoslezského kraje. Stanice byla umístěna přibližně o 600 m jižněji, než stanice Krnov-úpravna vody, ale charakter lokality umožňuje srovnání minimálně ročních průměrných koncentrací těžkých kovů a PAH, které byly měřeny v letech 2010 i 2019 a denních, měsíčních a ročních průměrných koncentrací PM_{10} . Více o lokalitě Krnov a výsledcích měření bylo popsáno ve zprávě Vyhodnocení měření na MMS Krnov a Zbyslavice v roce 2010⁸.

Průměrná roční koncentrace PM_{10} byla v Krnově v roce 2019 o více než 40 % nižší než v roce 2010, k čemuž přispěly zejména vysoké koncentrace PM_{10} v chladných měsících roku 2010. Tento rok patřil historicky mezi roky s nejnepříznivějšími rozptylovými podmínkami a imisními situacemi. Naopak v roce 2019 byly tyto parametry celkově výjimečně příznivé. Tato skutečnost se projevila obdobně i na jiných stanicích SSIM, které měřily PM_{10} v letech 2010 i 2019. Průměrné roční koncentrace PM_{10} byly na všech výše zmíněných stanicích v roce 2019 o 40–52 % nižší, než v roce 2010. V teplých měsících byly denní i průměrné měsíční koncentrace PM_{10} srovnatelné (Obr. 25–Obr. 26).



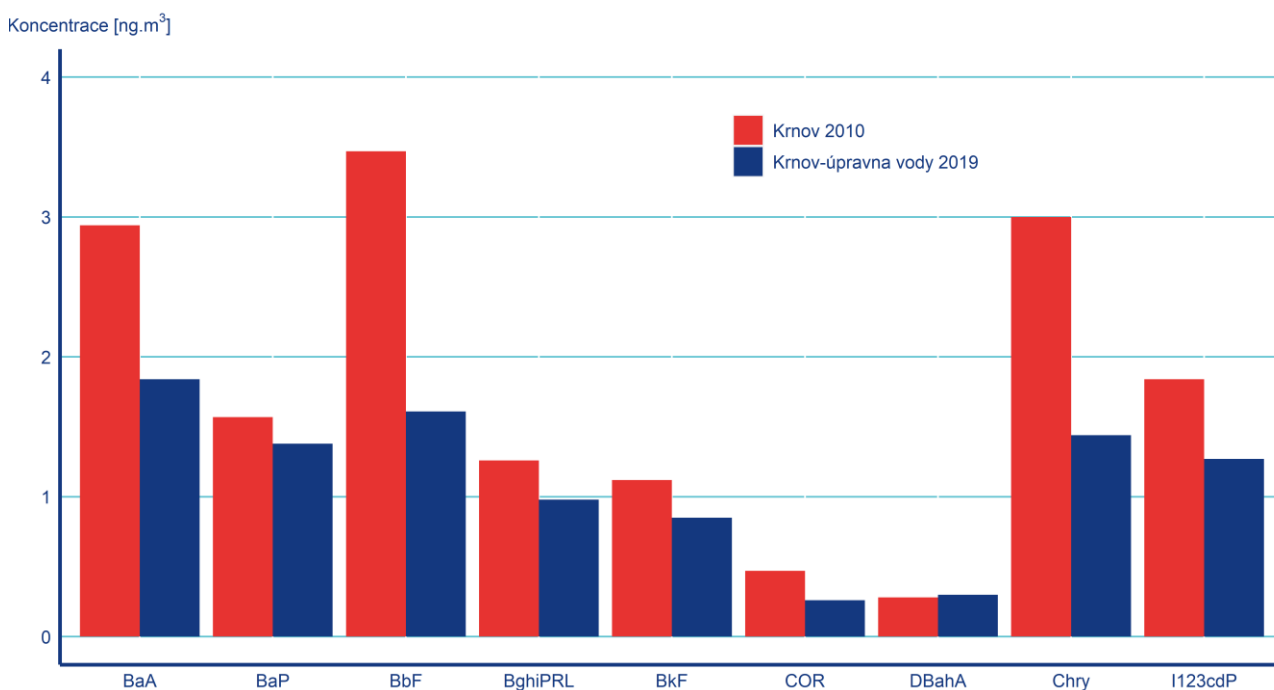
Obr. 25 Denní koncentrace PM_{10} v roce 2010 a 2019 v Krnově

⁸ http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/OCO/prehledy/krnov_zbyslavice/KrnZbys2010.pdf



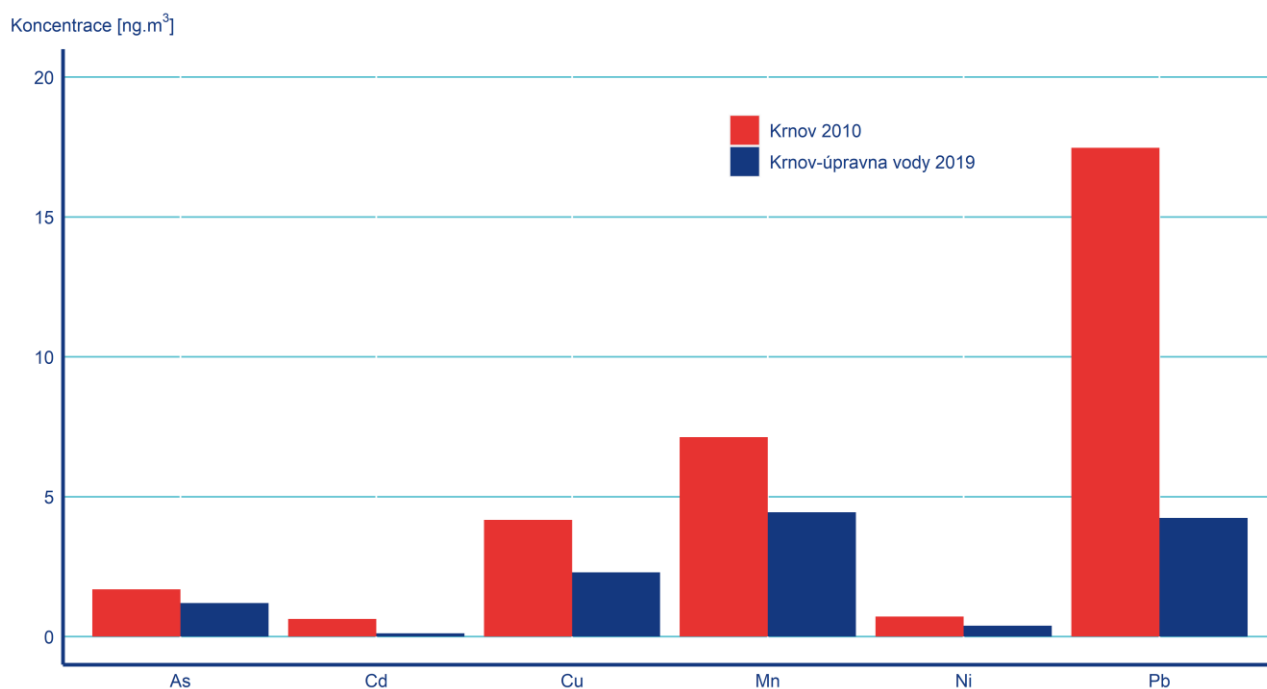
Obr. 26 Průměrné měsíční koncentrace PM_{10} v roce 2010 a 2019 v Krnově

Průměrné roční koncentrace polyaromátů byly v roce 2019, kromě DBahA, nižší a to o 11–35 % (Obr. 27). V případě benzo[a]pyrenu došlo mezi lety 2010 a 2019 k poklesu o 11 %, přičemž na stanicích SSIM na Ostravsku a Karvinsku, které měřily PAH v letech 2010 i 2019, byly koncentrace benzo[a]pyrenu v roce 2019 o 31–52 % nižší než v roce 2010. Je však třeba poukázat i na to, že koncentrace benzo[a]pyrenu v roce 2010 i 2019 byly na ostatních stanicích významně vyšší než v Krnově, proto není pokles v Krnově tak výrazný.



Obr. 27 Průměrné roční koncentrace PAH v roce 2010 a 2019 v Krnově

Průměrné roční koncentrace těžkých kovů byly v roce 2019 ve všech případech nižší, a to o 29–76 % (Obr. 28). Pro porovnání těžkých kovů i s jinými stanicemi SSIM, které měřily těžké kovy v letech 2010 i 2019, nebyly v době vydání této zprávy k dispozici výsledky za rok 2019.



Obr. 28 Průměrné roční koncentrace těžkých kovů v roce 2010 a 2019 v Krnově

Shrnutí

Výsledky naměřené na dvou vybraných lokalitách Moravskoslezského kraje, Bruntál-škola a Krnov-úpravna vody v roce 2019 doplnily popis imisní situace v kontextu celého kraje, ale přispěly zvláště k upřesnění poznatků v oblasti mezi Opavou, Bruntálem a česko-polskou hranicí. Umístění jedné ze stanic v Krnově umožnilo srovnání koncentračních úrovní zájmových znečišťujících látek měřených v současnosti se situací roku 2010, protože měření navázalo na monitoring, který prakticky na stejném místě Moravskoslezský kraj podpořil z dotace už ve výše zmíněném roce.

Limitní průměrná roční koncentrace PM_{10} nebyla překročena ani na jedné z hodnocených lokalit (46 % hodnoty ročního imisního limitu bylo dosaženo na stanici Bruntál-škola, 45 % na stanici Krnov-úpravna vody). Roční průměrné koncentrace PM_{10} na lokalitách Bruntál-škola a Krnov-úpravna vody dosáhly podprůměrných hodnot vzhledem k průměrné roční koncentraci Moravskoslezského kraje v roce 2019 se zahrnutím všech typů lokalit (77 % na stanici Bruntál-škola, 76 % na stanici Krnov-úpravna vody). Ani na jedné z lokalit nedošlo k překročení tolerovaného počtu dnů v kalendářním roce (35) s nadlimitní denní průměrnou hodnotou PM_{10} $50 \mu g \cdot m^{-3}$. K překročení limitní průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$ nedošlo ani na jedné z hodnocených lokalit. Průměrná roční koncentrace na stanici Bruntál-škola ($18,5 \mu g \cdot m^{-3}$) dosáhla úrovně 74 % platného imisního limitu, na stanici Krnov-úpravna vody ($18,1 \mu g \cdot m^{-3}$) 72 %.

Hodnota ročního imisního limitu pro celkový obsah benzo[a]pyrenu v částicích PM_{10} pro ochranu lidského zdraví $1 ng \cdot m^{-3}$ byla překročena na lokalitě Bruntál-škola ($1,04 ng \cdot m^{-3}$), stejně tak jako na lokalitě Krnov-úpravna vody ($1,4 ng \cdot m^{-3}$).

Výsledné koncentrace těžkých kovů, měřené ve frakci PM_{10} , byly na obou posuzovaných lokalitách výrazně podlimitní.

Díky dlouholeté spolupráci a dotační podpoře Moravskoslezského kraje byly získány důležité poznatky o kvalitě ovzduší vázané na částice na různých lokalitách. Do budoucna by bylo vhodné rozšířit či modifikovat koncepci krajského monitoringu, klást větší důraz na informace o směrovosti a složení znečištění a zaměřit se na specifických lokalitách na identifikování zdrojů znečišťování ovzduší.

Literatura

- [1] ČR, 2012. Zákon č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší.
- [2] EC, 2004. Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. OJ L 23, 26. 1. 2005, page 3–16.
- [3] EC, 2008. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. OJ L 152, 11. 6. 2008, page 1–44
- [4] WHO, 2006. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. World Health Organization 2006. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02

Vysvětlivky (použité zkratky)

I – XII	měsíce v roce
A	antracen
BaA	benzo[a]antracen
BaP	benzo[a]pyren
BbF	benzo[b]fluoranten
BghiPRL	benzo[g,h,i]perylene
BjF	benzo[j]fluoranten
BkF	benzo[k]fluoranten
COR	koronen
CRY	chrysen
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DBahA	dibenzo[a,h]antracen
I123cdP	indeno[1,2,3-cd]pyren
PAH	polyaromatické uhlovodíky
PM ₁₀ /PM _{2,5}	suspendované částice PM ₁₀ /PM _{2,5}
PYR	pyren
SSIM	Státní síť imisního monitoringu
TK	těžké kovy
WHO	Světová zdravotnická organizace