



ČESKÝ
HYDROMETEOROLOGICKÝ
ÚSTAV

Celkové hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech

Ing. Helena Plachá, Ing. Vít Bäumelt, Mgr. Lea Baláková, Ing. Václav Novák a kolektiv
zaměstnanců oddělení kvality ovzduší (OKO) ČHMÚ

TAČR Beta

Číslo projektu: TITSMZP704

Číslo smlouvy: 2018007

Hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech – zima 2017/2018

Doba trvání 30 dní v termínech 16. 11.–16. 12. 2017 a 2. 2.–3. 3. 2018 dle harmonogramu prací.

Odběr byl proveden na osmi lokalitách. Výběr lokalit byl shodný s lokalitami vybranými v souladu s požadavky Smlouvy o dílo na realizaci zakázky „Monitoring kvality ovzduší v rámci specifického cíle 2.1 Operačního programu Životního prostředí“. Lokality se nacházejí v obcích, kde je potenciál k výměně kotlů v budoucím období.

Lokality jsou co nejlépe umístěny tak, aby zachytily předpokládané znečištění v obci před a po výměně kotlů. Výběr probíhal v souladu s certifikovanou metodikou „Hodnocení kvality ovzduší v malých sídlech podle kategorií“ č. 76860/ENV/15, která vznikla v rámci řešení projektu TAČR TA02021267.

Vybrané lokality

Kategorie I. (vliv REZZO 1,2 – ano, doprava – ne, reliéf – rovina/vrcholová poloha, plynná paliva) – obec **Bolatice** (Moravskoslezský kraj)

Kategorie II. (vliv REZZO 1,2 – ano, doprava – ne, reliéf – rovina/vrcholová poloha, tuhá paliva) – obec **Hřivice** (Ústecký kraj)

Kategorie III. (vliv REZZO 1,2 – ano, doprava – ano, reliéf – údolní, plynná paliva) – obec **Jablonné nad Orlicí** (Pardubický kraj)

Kategorie IV. (vliv REZZO 1,2 – ano, doprava – ne, reliéf – údolní, tuhá paliva) – obec **Příšov** (Plzeňský kraj)

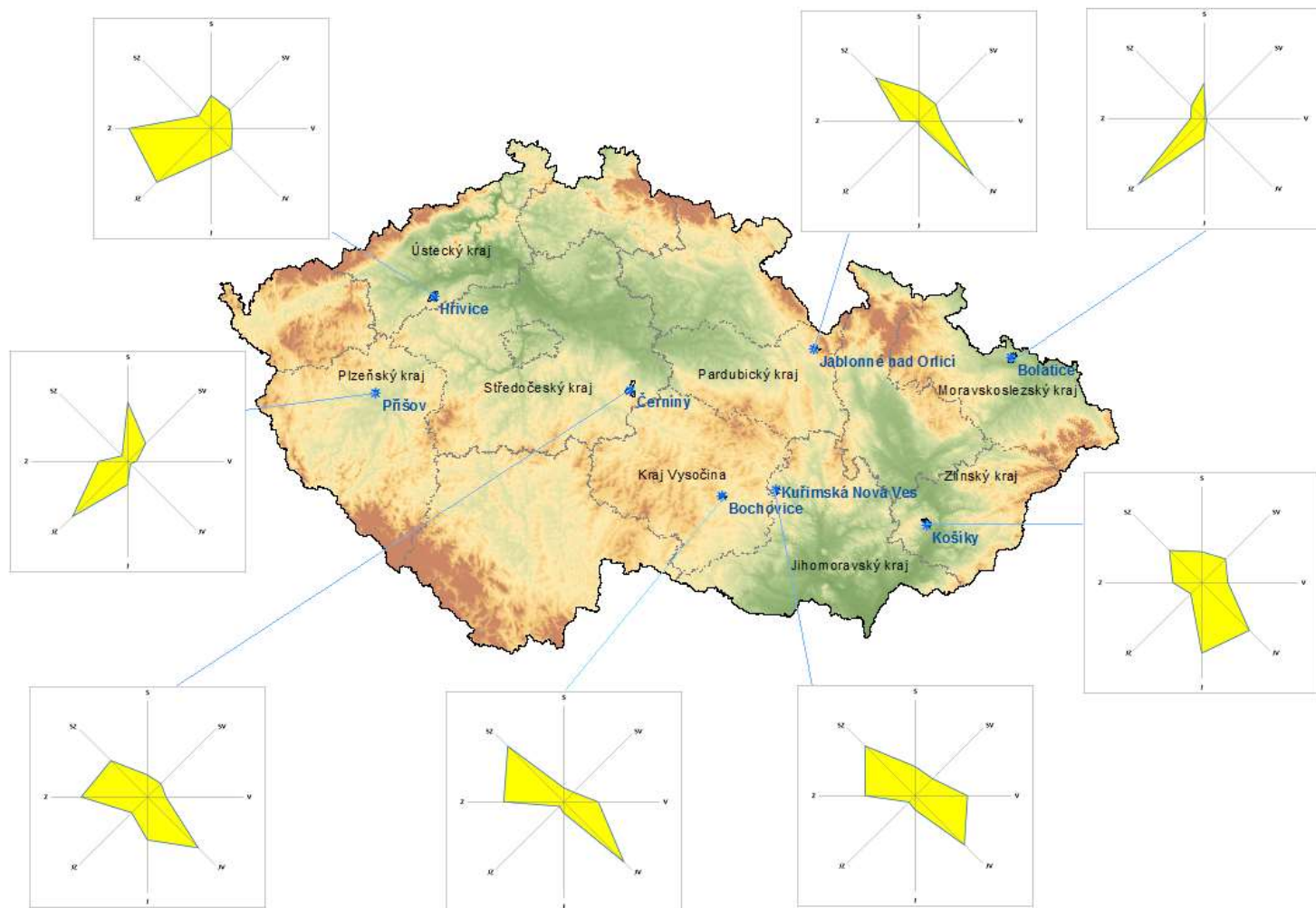
Kategorie V. (vliv REZZO 1,2 – ne, doprava – ne, reliéf – rovina/vrcholová poloha, plynná paliva) – obec **Kuřimská Nová Ves** (Jihomoravský kraj)

Kategorie VI. (vliv REZZO 1,2 – ne, doprava – ne, reliéf – rovina/vrcholová poloha, tuhá paliva) – obec **Černíny** (Středočeský kraj)

Kategorie VII. (vliv REZZO 1,2 – ne, doprava – ne, reliéf – údolní, plynná paliva) – obec **Košíky** (Zlínský kraj), obec byla na základě reálného umístění odběrového místa přeřazena z kategorie V.

Kategorie VIII. (vliv REZZO 1,2 – ne, doprava – ne, reliéf – údolní, tuhá paliva) – obec **Bochovice** (kraj Vysočina), obec byla na základě reálného umístění odběrového místa přeřazena z kategorie VI.₃

Vybrané lokality



Harmonogram prací

Vzorkovač	Bolatice		Hřivice		Jablonné nad Orlicí		Příšov		Kuřimská Nová Ves		Černíny		Košíky		Bochovice	
	PM ₁₀ CD	PM ₁₀	PM ₁₀ CD	PM ₁₀	PM ₁₀ CD	PM ₁₀	PM ₁₀ CD	PM ₁₀	PM ₁₀ CD	PM ₁₀	PM ₁₀ CD	PM ₁₀	PM ₁₀ CD	PM ₁₀	PM ₁₀ CD	PM ₁₀
1. den	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK
2. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
3. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
4. den	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK
5. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
6. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
7. den	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK
8. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
9. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
10. den	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK
11. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
12. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
13. den	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK
14. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
15. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
16. den	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK
17. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
18. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
19. den	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK
20. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
21. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
22. den	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK
23. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
24. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
25. den	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK
26. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
27. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
28. den	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK
29. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
30. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR
31. den	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK	BaP	TK
32. den		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR		GR

Měření vybraných znečišťujících látek projektu

Měřené znečišťující látky:

- benzo[*a*]pyren
- těžké kovy - arsen, kadmium, nikl a olovo
- prašný aerosol frakce PM₁₀

Vzorkování probíhalo na sekvenčních vzorkovačích Leckel

– pro odběr vzorků pro stanovení BaP vždy chlazený

Laboratoře IM ČHMÚ mají pro všechna stanovení včetně odběrů autorizaci MŽP i akreditaci dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 u ČIA .

Veškeré postupy při odběru, logistice, skladování, zpracování, stanovení, verifikaci a zpracování dat odpovídaly postupům používaným v Státní síti imisního monitoringu.

Statistické vyhodnocení naměřených dat

Pro jednotlivé znečišťující látky byly spočteny základní statistické parametry

průměrné denní koncentrace

minima

maxima

mediány

směrodatné odchylky

PM₁₀ i benzo[a]pyren - nejvyšší průměrné koncentrace byly naměřeny v lokalitě **Bolatice** následované lokalitami **Košíky, Hřivice a Příšov**, nejnižší průměrné koncentrace byly naměřeny v lokalitě **Černíny**.

Arsen - nejvyšší koncentrace byly naměřeny v lokalitě **Hřivice**, následuje lokalita **Příšov**, dále pak lokalita **Bolatice**.

Kadmium, nikl a olovo - průměrné naměřené hodnoty se na žádné lokalitě nepřibližují hodnotě dolní meze pro posuzování stanovené pro roční průměr

Porovnání výsledků se stanicemi ČHMÚ

Při výběru stanic byl kladen důraz především na geografickou blízkost daného místa, podobnou velikost sídla a dostupnost měřených veličin. Byl zohledněn i typ měřicího programu na lokalitě.

Stanice projekt	Kraj	Popis umístění	Počet obyv.	Stanice relativně podobně umístěné	Kraj	Popis umístění	Počet obyv.	Měřicí program
Bolatice	Moravskosl.	Vých. okraj obce	4400	Studénka	Moravskosl.	Vých. okr. města	9700	AIM+MAN
				Bělotín	Olomoucký	JV část obce	1700	MAN
Hřivice	Ústecký	Blíže k vých. okr.	600	Doksany	Ústecký	Samota v polích	380	MAN+PAH+TK
				Lom	Ústecký	Na vých. od obce	3700	AIM
Jablonné nad Orlicí	Pardubický	Vých. okraj obce	3100	Svratouch	Pardubický	Na vých. od obce	870	MAN+TK
				Rychnov nad Kněžnou	Královéhrad.	SZ část města	11000	MAN (jen PM ₁₀)
Příšov	Plzeňský	Vých. okraj obce	300	Kamenný Újezd	Plzeňský	Blíže k již. okr.	750	AIM
				Staňkov	Plzeňský	Blíže k záp. okr.	3300	MAN (jen PM ₁₀)
Kuřimská Nová Ves	Jihomor.	Vých. okraj obce	120	Kuchařovice	Jihomor.	Na sv. od obce	960	MAN+PAH+TK
				Lovčice	Jihomor.	SV část obce	700	MAN (jen PM ₁₀)
Černíny	Středočeský	Blíže k záp. okr.	390	Rožďalovice	Středočeský	Vých. okraj obce	1600	AIM+MAN
				Brandýs nad Labem	Středočeský	Zahrada ve městě	17 000	MAN+PAH
Košíky	Zlínský	Blíže k sev. okr.	400	Těšnovice	Zlínský	Na záp. od obce	400	MAN
				Dolní Studénky	Olomoucký	Záp. okraj obce	1300	MAN
Bochovice	Vysočina	Střed obce	150	Křižanov	Vysočina	Záp. okraj obce	1900	MAN
				Jeseník	Olomoucký	SV cíp města	11500	AIM (jen PM ₁₀)

AIM – automatizovaný imisní monitoring

MAN - manuální měření

PAH - manuální měření s analýzou polycyklických aromatických uhlovodíků

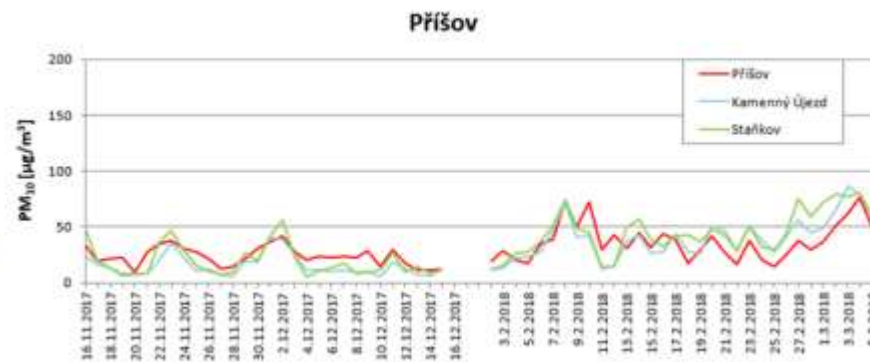
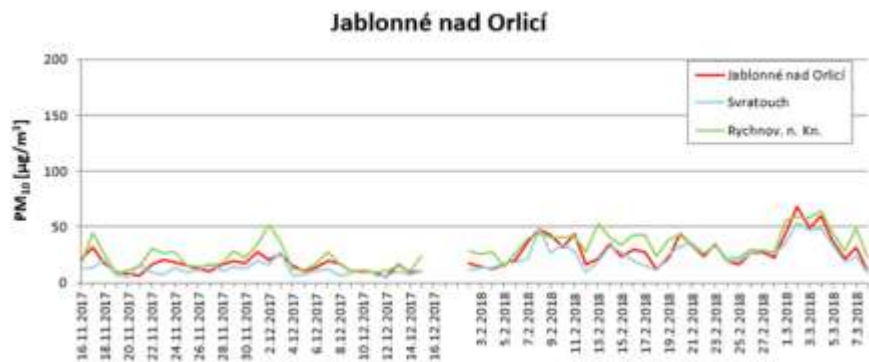
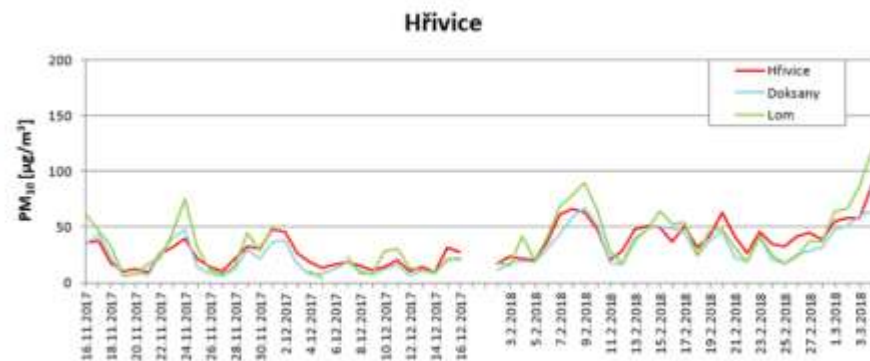
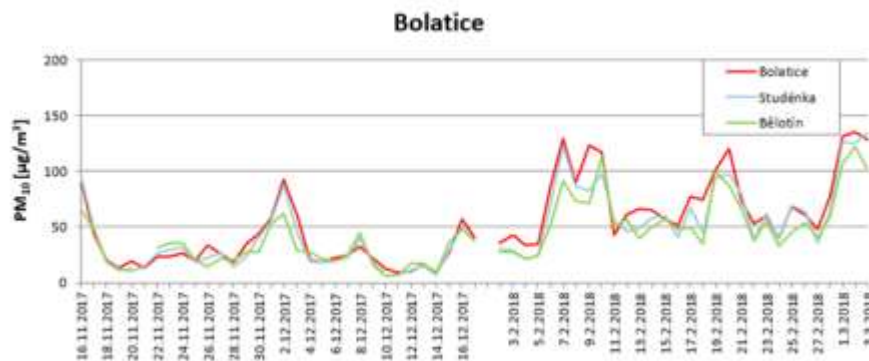
TK - manuální měření s analýzou látek ze skupiny těžkých kovů.

Porovnání naměřených hodnot PM₁₀

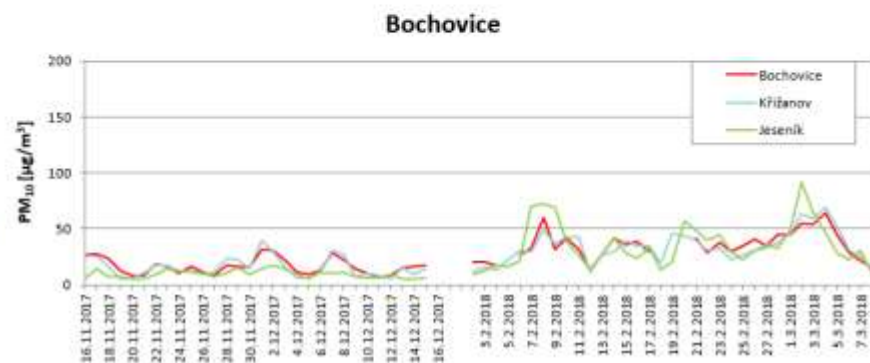
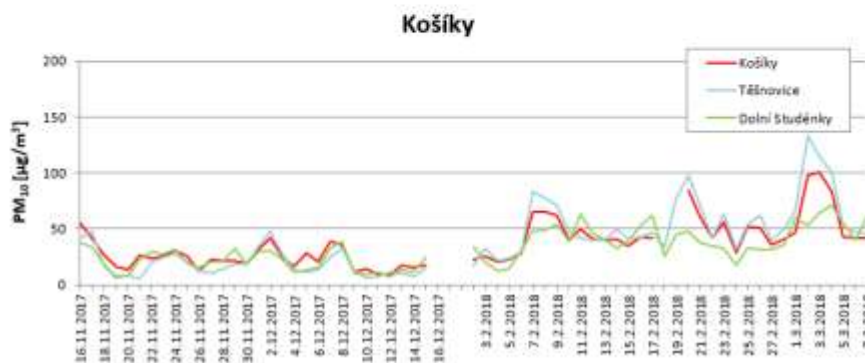
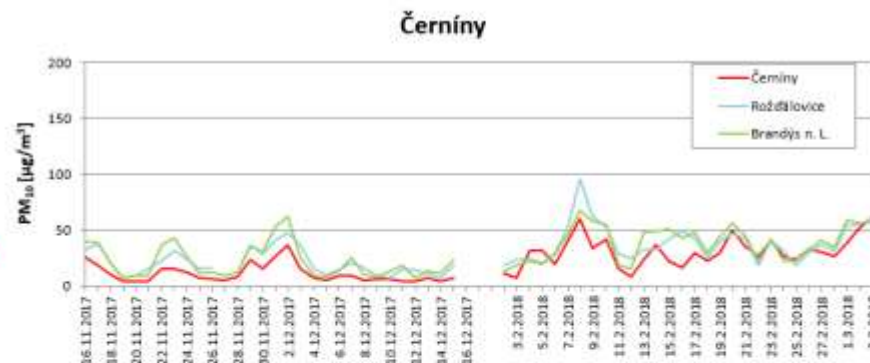
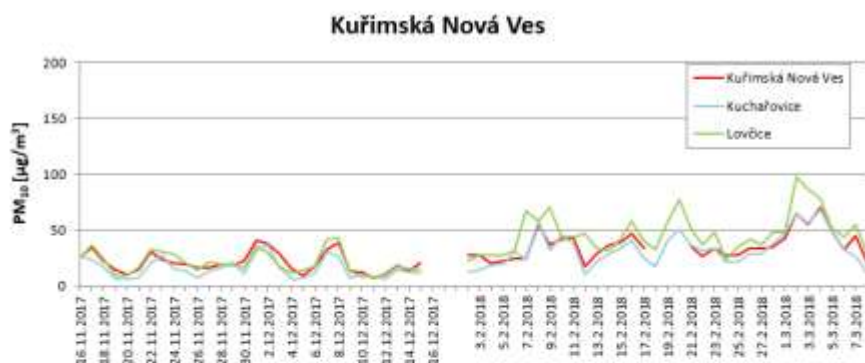
Tab. 1 Průměrné denní koncentrace, minima, maxima, mediány a směrodatné odchylky PM₁₀ [μg.m⁻³] a příslušné počty měření na jednotlivých lokalitách za I. a II. etapu a za celé období

lokalita	aritm. průměr			minimum			maximum			medián			sm. odch.			počet měř.		
	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše
Bochovice	16,5	35,1	26,0	6,0	13,0	6,0	31,6	64,3	64,3	15,9	34,7	23,9	7,1	12,5	13,8	30	31	61
Bolatice	30,9	76,2	52,8	9,1	33,5	9,1	92,9	135,7	135,7	23,8	67,1	43,4	20,7	32,0	35,1	32	30	62
Černíny	11,2	31,1	21,1	4,2	7,5	4,2	37,2	61,0	61,0	7,7	30,4	18,0	8,0	13,4	14,8	30	30	60
Hřivice	22,4	43,5	33,0	9,0	17,2	9,0	47,9	88,0	88,0	18,7	42,0	31,5	11,1	16,0	17,3	31	31	62
Jablonné n/O.	15,5	29,8	23,2	5,4	10,0	5,4	31,4	68,6	68,6	15,9	27,4	19,9	6,2	13,7	13,0	30	35	65
Košíky	23,7	48,4	36,4	9,1	20,4	9,1	55,2	101,2	101,2	21,8	41,8	32,8	10,5	20,2	20,4	30	32	62
Kuřim. N. Ves	21,1	36,5	29,0	7,7	17,2	7,7	41,4	71,0	71,0	19,1	34,0	27,6	9,0	12,5	13,4	30	32	62
Příšov	23,6	37,2	30,6	9,1	14,5	9,1	42,2	76,5	76,5	22,8	35,6	28,6	8,5	16,3	14,8	30	32	62

Porovnání naměřených hodnot PM₁₀



Porovnání naměřených hodnot PM₁₀



Z grafů PM₁₀ je patrné, že porovnávané stanice ze sítě imisního monitoringu ČHMÚ věrohodně vystihují trendy projektových stanic. Naměřené hodnoty peaků jsou velmi závislé na konkrétní lokalitě a meteorologické situaci v lokalitě. Porovnávané stanice ČHMÚ se nacházejí většinou ve stejném kraji jako projektové stanice, jejich vzdálenost tak může být i přes 50 km. Proto se peaky projektových stanic a stanic ČHMÚ mohou v některých situacích více lišit.

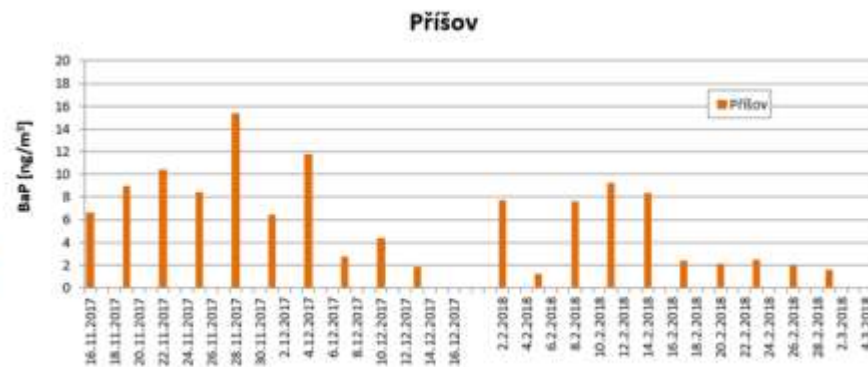
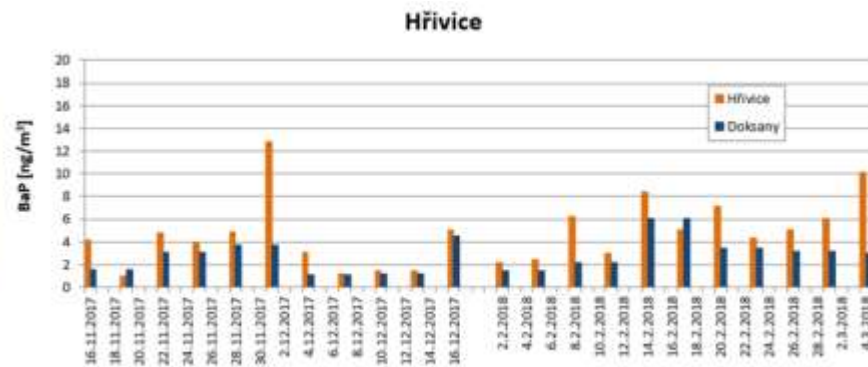
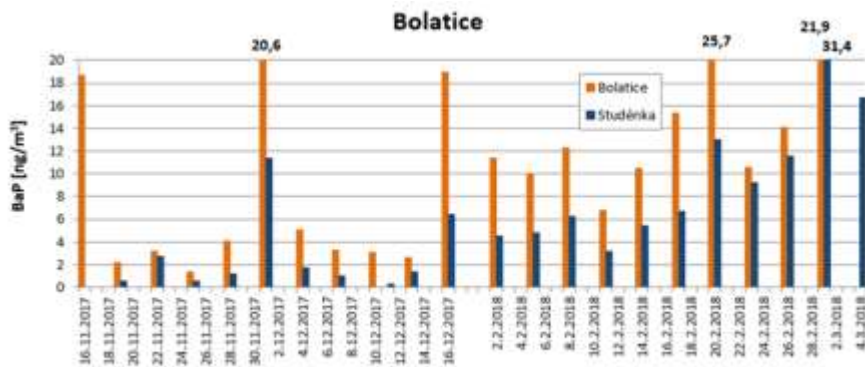
Na všech 8 stanicích došlo alespoň jednou k překročení denního limitu 50 µg m⁻³. Nejčastěji na stanici Bolatice – 28 krát v součtu za obě měřicí kampaně, kde byl zároveň naměřen 2. 3. 2018 nejvyšší denní průměr 136 µg m⁻³. 11

Porovnání naměřených hodnot BaP

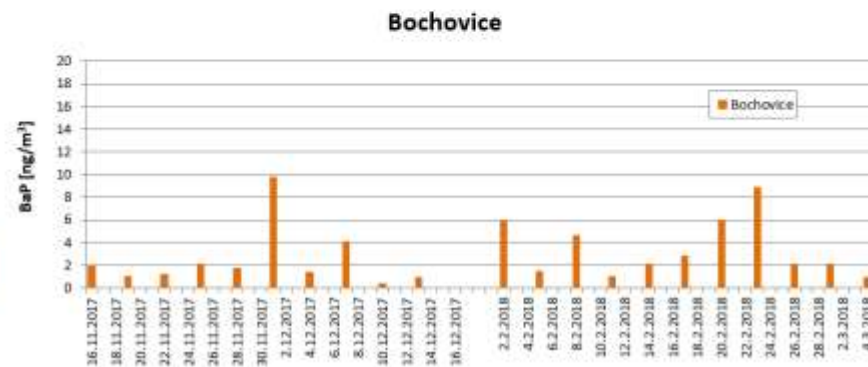
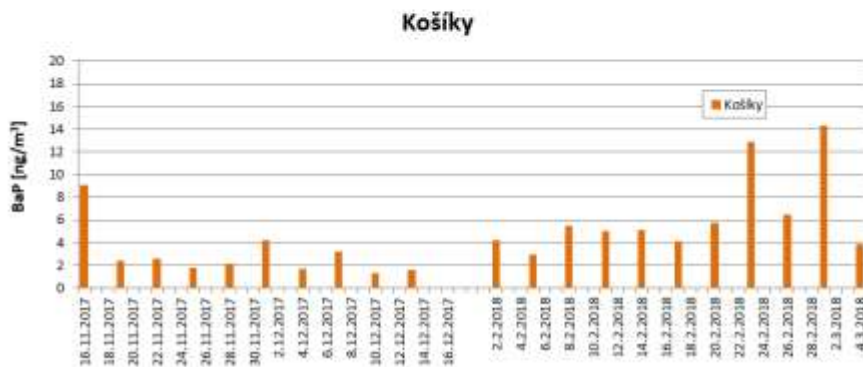
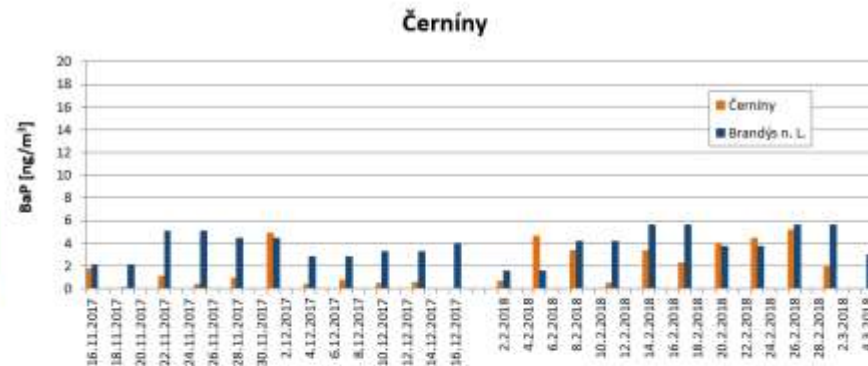
Tab. 2 Průměrné denní koncentrace, minima, maxima, mediány a směrodatné odchylky BaP [ng.m⁻³] a příslušné počty měření na jednotlivých lokalitách za I. a II. etapu a za celé období

lokalita	aritm. průměr			minimum			maximum			medián			sm. odch.			počet měř.		
	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše
Bochovice	2,5	3,4	3,0	0,4	0,9	0,4	9,8	8,8	9,8	1,5	2,1	2,0	2,6	2,4	2,6	10	11	21
Bolatice	7,6	14,8	11,0	1,4	6,8	1,4	20,6	31,4	31,4	3,2	11,9	10,5	7,3	7,3	8,2	11	10	21
Černíny	1,1	3,0	2,1	0,1	0,4	0,1	4,8	5,2	5,2	0,6	3,4	1,4	1,3	1,6	1,7	10	10	20
Hřivice	4,0	5,5	4,7	1,0	2,2	1,0	12,9	10,1	12,9	3,9	5,1	4,5	3,2	2,4	2,9	11	11	22
Jablonné n/O.	1,4	3,3	2,5	0,4	1,7	0,4	5,7	5,0	5,7	0,9	3,3	2,1	1,5	1,0	1,6	10	12	22
Košíky	3,0	6,3	4,7	1,3	2,9	1,3	9,0	14,2	14,2	2,2	5,1	4,1	2,2	3,5	3,4	10	11	21
Kuřim. N. Ves	3,1	5,0	4,1	0,8	2,3	0,8	6,2	7,1	7,1	2,7	5,3	3,9	1,6	1,7	1,9	10	11	21
Příšov	7,7	4,4	6,0	1,8	1,2	1,2	15,4	9,2	15,4	7,5	2,4	6,5	4,0	3,1	3,9	10	10	20

Porovnání naměřených hodnot BaP



Porovnání naměřených hodnot BaP



Porovnání naměřených hodnot BaP

Porovnání projektových stanic a stanic ČHMÚ, na kterých měříme koncentrace benzo[*a*]pyrenu, není příliš možné. Z vybraných stanic ČHMÚ jsou dostupná data pouze ze 4 stanic (Studénka, Doksany, Kuchařovice a Brandýs n. Labem). Z tohoto malého vzorku dat je patrná určitá podobnost chodů koncentrací BaP u stanic ČHMÚ s projektovými stanicemi. Tuto shodu ověří další kampaně. Za uvedené měřicí kampaně jsou si nejpodobnější naměřené koncentrace na stanicích Bolatice a Studénka.

K překročení ročního limitu BaP 1 ng m^{-3} docházelo na všech stanicích téměř po všechny dny měření obou kampaní. Nejnižší průměr za první měřicí kampaň byl naměřen na stanici Černíny $1,1 \text{ ng m}^{-3}$. Během druhé měřicí kampaně byl nejnižší průměr naměřen rovněž na stanici Černíny $3,0 \text{ ng m}^{-3}$. V součtu za obě měřicí kampaně byl nejnižší průměr naměřen na stanici Černíny s průměrnou koncentrací $2,1 \text{ ng m}^{-3}$.

Nejvyšší průměr za první měřicí kampaň byl naměřen na stanici Příšov $7,7 \text{ ng m}^{-3}$. Během druhé měřicí kampaně byl nejvyšší průměr naměřen na stanici Bolatice $14,8 \text{ ng m}^{-3}$. V součtu za obě měřicí kampaně byl nejvyšší průměr naměřen na stanici Bolatice s průměrnou koncentrací $11,0 \text{ ng m}^{-3}$.

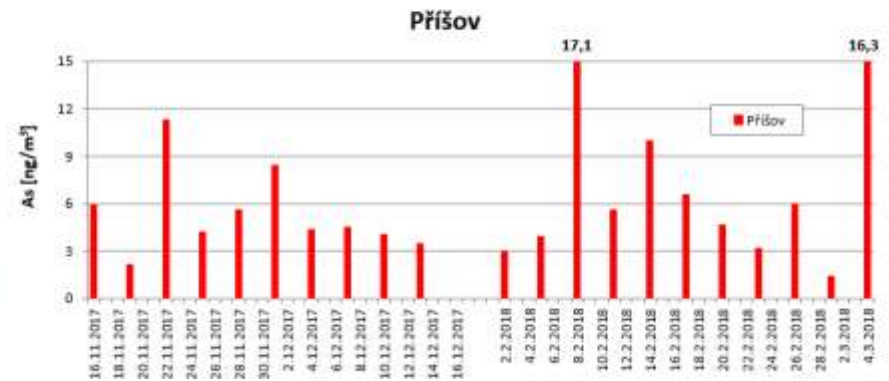
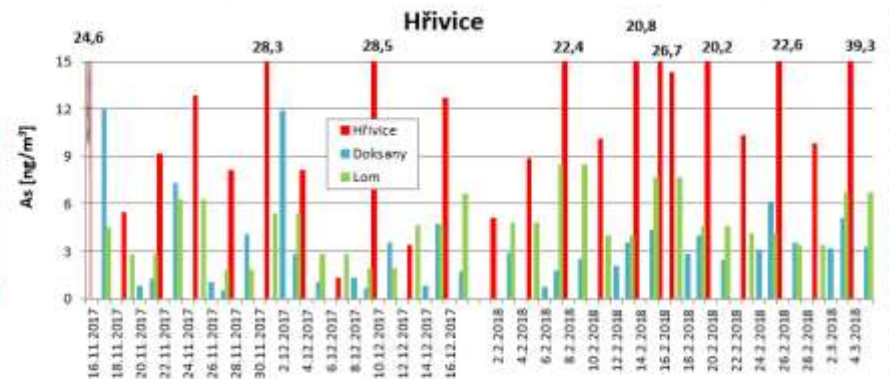
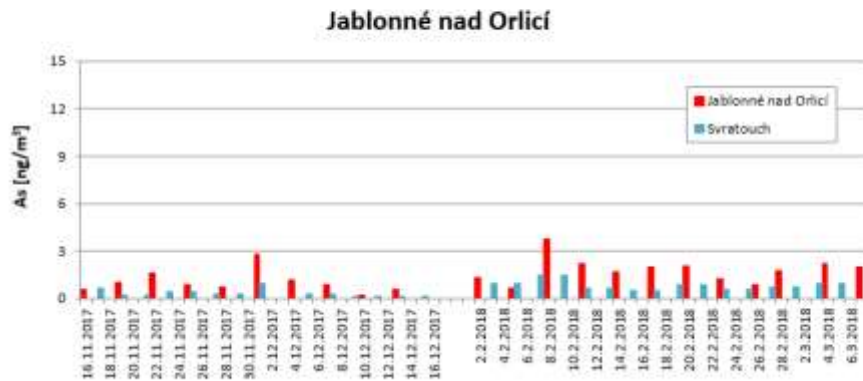
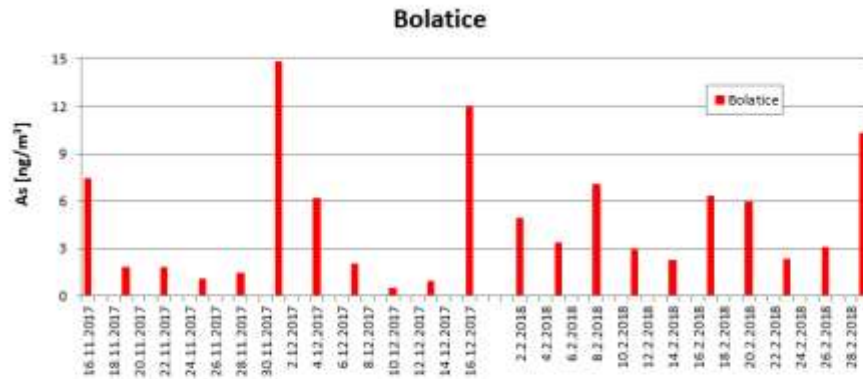
Na stanici **Bolatice** byl **také 1. 3. 2018 naměřen nejvyšší denní průměr s hodnotou $31,4 \text{ ng m}^{-3}$.**

Porovnání naměřených hodnot As

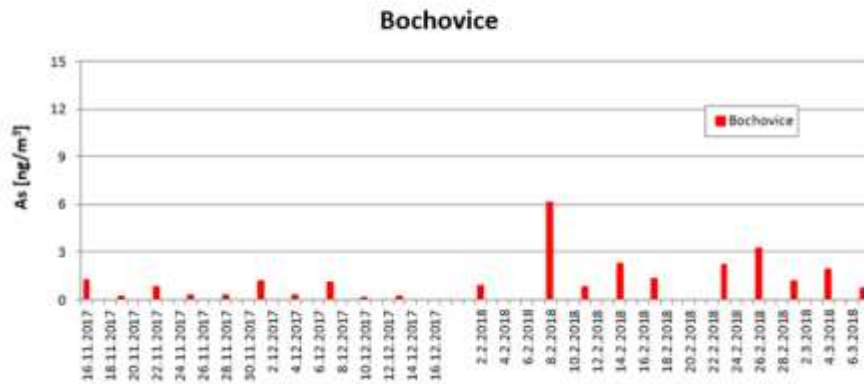
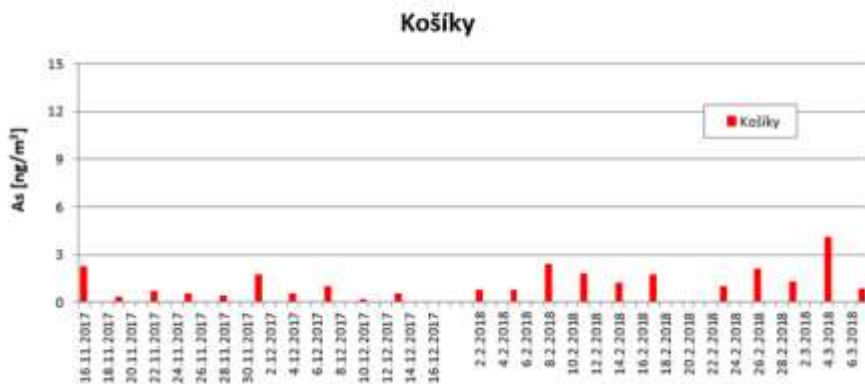
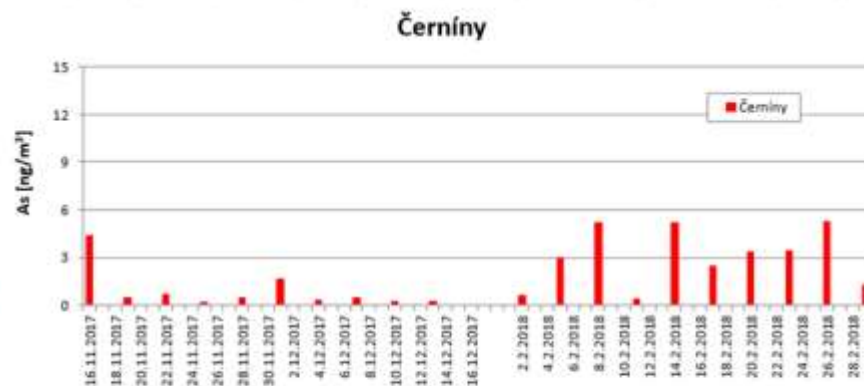
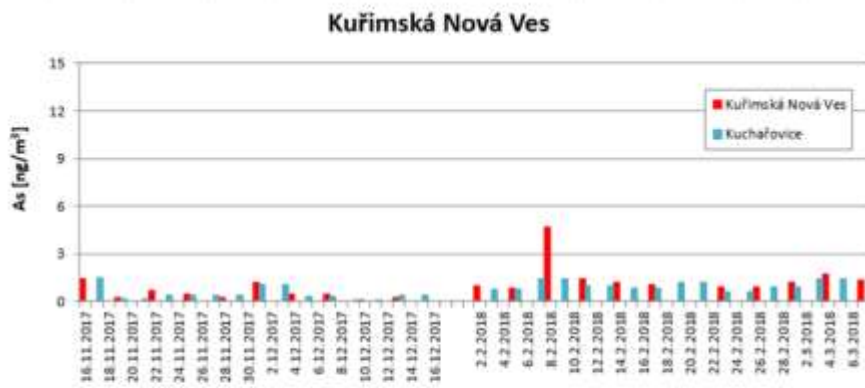
Tab. 3 Průměrné denní koncentrace, minima, maxima, mediány a směrodatné odchylky As [ng.m⁻³] a příslušné počty měření na jednotlivých lokalitách za I. a II. etapu a za celé období

lokalita	aritm. průměr			minimum			maximum			medián			sm. odch.			počet měř.		
	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše	I	II	vše
Bochovice	0,6	2,1	1,3	0,2	0,7	0,2	1,2	6,1	6,1	0,3	1,6	1,0	0,4	1,5	1,4	10	10	20
Bolatice	4,5	4,8	4,7	0,5	2,3	0,5	14,8	10,3	14,8	1,8	4,1	3,0	4,7	2,5	3,8	11	10	21
Černíný	0,9	3,0	2,0	0,2	0,4	0,2	4,4	5,3	5,3	0,5	3,2	1,0	1,2	1,7	1,8	10	10	20
Hřivice	12,9	17,5	15,3	1,3	5,1	1,3	28,5	39,3	39,3	9,2	17,3	12,7	9,3	9,3	9,6	11	12	23
Jablonné n/O.	1,0	1,8	1,5	0,2	0,7	0,2	2,8	3,8	3,8	0,9	1,9	1,3	0,7	0,8	0,8	10	12	22
Košíky	0,8	1,6	1,2	0,2	0,8	0,2	2,2	4,1	4,1	0,5	1,3	1,0	0,6	0,9	0,9	10	11	21
Kuřim. N. Ves	0,6	1,5	1,1	0,1	0,8	0,1	1,5	4,7	4,7	0,5	1,2	0,9	0,4	1,0	0,9	10	11	21
Příšov	5,4	7,0	6,3	2,1	1,4	1,4	11,3	17,1	17,1	4,4	5,6	4,7	2,5	5,0	4,1	10	11	21

Porovnání naměřených hodnot As



Porovnání naměřených hodnot As



Porovnání projektových stanic a stanic ČHMÚ, na kterých měříme koncentrace arsenu, není příliš možné. Z vybraných stanic ČHMÚ jsou dostupná data pouze ze 4 stanic (Doksany, Lom, Svatouch a Kuchařovice). Z tohoto malého vzorku dat je patrná určitá podobnost chodů koncentrací arsenu u stanic ČHMÚ s projektovými stanicemi. V rámci měřicích kampaní si jsou nejpodobnější naměřené koncentrace na stanicích Jablonné nad Orlicí a Svatouch.

K překročení ročního limitu arsenu 6 ng m^{-3} došlo v několika případech na stanicích Bolatice, Hřivice a Příšov a v jednom případě i na stanici Bochovice. Aritmetické průměry za v součtu za třetí a čtvrtou kampaň dosahují hodnot od $1,1 \text{ ng m}^{-3}$ na stanici Kuřimská Nová Ves po $15,3 \text{ ng m}^{-3}$ na stanici Hřivice **Nejvyšší denní koncentrace $39,3 \text{ ng m}^{-3}$ byla naměřena 4. 3. 2018 na stanici Hřivice.**

Předběžné vyhodnocení dopadu relevantních opatření PZKO na kvalitu ovzduší

Vyhodnocení dopadů relevantních opatření PZKO na kvalitu ovzduší bude probíhat postupně dle ukončovaných jednotlivých kampaní.

Aby bylo možné provést srovnání jednotlivých kampaní, je potřebné očistit data od meteorologických podmínek. Jinak by nebylo možné provést porovnání jednotlivých kampaní.

Ve V3/1 byla navržena metodika pro očištění dat od meteorologie.

V rámci třetího kvartálu projektu provede OME praktickou realizaci, kdy očistí od meteorologie naměřené koncentrace na projektových stanicích. Jelikož meteorologie není přímo na projektových stanicích měřena, provede simulaci výsledků pomocí virtuálních meteorologických stanic.

Provede srovnání a hodnocení získaných výsledků. Pokusí se je dát do vztahu k již provedeným opatřením.

Praktická realizace bude provedena na všech osmi stanicích projektu.



Další měření začalo
dne 2. 11. 2018.

Závěr

Každou zimu po dobu dalších tří let proměřit znečištění ovzduší na všech 8 lokalitách.

Snažit se udržet vybrané lokality pro měření a každou změnu případně konzultovat s MŽP.

Průběžně zpracovávat výsledky a sledovat jejich vývoj.

Zpracovat výsledky očištěné od meteorologie a využít je pro:

- Hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech
- Využití při vyhodnocení dopadu relevantních opatření PZKO na kvalitu ovzduší

Děkuji za vaši pozornost

