

Celkové hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech – zima 2019/2020 a vyhodnocení v kontextu předchozích měření

Zpráva o výsledcích měření a základním vyhodnocení koncentrací PM₁₀ a koncentrací BaP v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020

Zpráva o modelovém hodnocení dopadů 1. a 2. kola kotlíkových dotací na kvalitu ovzduší

Ing. Václav Novák

RNDr. Markéta Schreiberová

Bc. Hana Škáchová

RNDr. Leona Vlasáková, Ph.D.

Mgr. Ondřej Vlček

Ing. Jana Šmejdřová

RNDr. Nina Benešová, Ph.D.

V3 – Celkové hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech

Zpráva o výsledcích měření a základním vyhodnocení koncentrací PM₁₀ a koncentrací BaP v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020

Zpráva o modelovém hodnocení dopadů 1. a 2. kola kotlíkových dotací na kvalitu ovzduší

Číslo projektu: TITSMZP704

Číslo smlouvy: 2018007

Konečný uživatel výsledků:
Ministerstvo životního prostředí
Vršovická 1442/65, 110 10 Praha 10

Název projektu: Celkové hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech

Číslo projektu: TITSMZP704

Řešitel projektu: Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4

Doba řešení: 1. 4. 2018 – 31. 12. 2021

Informace o autorském týmu:

Zpráva o výsledcích měření:

Ing. Václav Novák

RNDr. Markéta Schreiberová

Bc. Hana Škáchová

RNDr. Leona Vlasáková, Ph.D.

Zpráva o modelovém hodnocení:

Mgr. Ondřej Vlček

Ing. Jana Šmejdiřová

RNDr. Nina Benešová, Ph.D.

**Další informace o projektu:**

Cílem této části projektu je hodnocení kvality ovzduší v malých sídlech ČR zaměřené zejména na problematiku stacionárních zdrojů provozovaných v domácnostech a na účinnost opáření stanovených v Programech zlepšování kvality ovzduší pod kódem D. A to v osmi konkrétních obcích, které byly vybrány na základě příslušnosti do jednotlivých kategorií dle parametrů ovlivňujících kvalitu ovzduší jako je reliéf, doprava, vliv stacionárních zdrojů. Projekt bude zahrnovat rovněž modelování scénářů vývoje kvality ovzduší vybraných opáření z Programů zlepšování kvality ovzduší.

Zpráva za 10. kvartál řešení projektu (1. 7. 2020 – 30. 9. 2020)

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Provedené měření a jeho vyhodnocení.....	5
2.1	Meteorologické a rozptylové podmínky	7
2.1.1	Zimní sezóna 2017/2018.....	7
2.1.2	Zimní sezóna 2018/2019.....	8
2.1.3	Zimní sezóna 2019/2020.....	10
2.2	Koncentrace suspendovaných částic PM ₁₀ a benzo[a]pyrenu	14
2.2.1	Koncentrace benzo[a]pyrenu, suspendovaných částic PM ₁₀ a poměrů BaP/PM ₁₀ na projektových lokalitách během zimních sezon 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020.....	15
2.2.2	Koncentrace benzo[a]pyrenu a suspendovaných částic PM ₁₀ a poměrů BaP/PM ₁₀ na projektových lokalitách během jednotlivých měřicích kampaní.....	19
2.2.3	Poměry BaP/PM ₁₀ na projektových lokalitách během jednotlivých měřicích kampaní	21
2.2.4	Vyhodnocení mezisezónních změn koncentrací BaP, suspendovaných částic PM ₁₀ a poměrů BaP/PM ₁₀ na jednotlivých lokalitách	25
3	Modelové hodnocení dopadů 1. a 2. kola kotlíkových dotací na kvalitu ovzduší	26
3.1	Metodika.....	26
3.1.1	Výpočet emisí z lokálního vytápění.....	26
3.1.2	Modelové hodnocení.....	29
3.2	Výsledky.....	34
3.2.1	Počty vyměněných kotlů a změny emisí	34
3.2.2	Změny koncentrací	42
3.3	Diskuze	48
4	Závěr	48
5	Literatura	49
6	Přílohy	49

1 Úvod

Dle požadavků Smlouvy o poskytnutí dotace Technologické agentury České republiky, číslo projektu TITSMZP704, číslo smlouvy 2018007 (dále Smlouvy) jsou v oblasti V3 „Hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech“ prováděna 30denní kampaňová měření koncentrací znečišťujících látek uvedených v příloze Smlouvy, tj. benzo[a]pyrenu (dále BaP), těžkých kovů (arsen, kadmium, nikl, olovo) a suspendovaných částic PM₁₀ (dále PM₁₀). V případě poruchy nebo výpadku proudu jsou provedeny náhradní odběry ihned po plánovaném ukončení kampaně. Měření jsou prováděna na 8 lokalitách, shodných s lokalitami uvedenými ve Smlouvě o dílo na realizaci zakázky „Monitoring kvality ovzduší v rámci specifického cíle 2.1 Operačního programu Životního prostředí“ (dále „Monitoring cíle 2.1 OPŽP“) řešené na přelomu let 2016 a 2017. Jedná se o lokality v obcích, kde byl na začátku zakázky „Monitoring cíle 2.1 OPŽP“ identifikován potenciál k výměně kotlů v budoucím období. Lokality jsou co nejlépe umístěny tak, aby zachytily předpokládané znečištění v obci způsobené lokálním vytápěním. 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. **V kapitole 2 jsou vyhodnoceny doposud provedená měření v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020.**

Hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech na základě imisních měření poskytuje velmi cenné informace, ale zároveň sebou nese jistá omezení:

1. měření v různých otopných sezónách je mj. silně ovlivněno meteorologickými podmínkami. Proto je i v lokalitách, kde je kvalita ovzduší dominantně ovlivněna lokálním vytápěním, obtížné vyvodit z těchto měření závěry, jak se v absolutních číslech měnily koncentrace znečišťujících látek pouze v důsledku změn emisí z lokálního vytápění;
2. na úrovni jednotlivé obce není možné spolehlivě kvantifikovat celkovou změnu emisí v důsledku obměny kotlů, protože informace o počtu kotlů, vyměněných mimo dotační tituly, je k dispozici pouze na celostátní úrovni a nepovedlo se ji zjistit ani dotazníkovým šetřením;
3. z měření v uvedených 8 lokalitách lze jen nepřímým dovozovat, jak se změnila kvalita ovzduší v důsledku kotlíkových dotací i v jiných částech České republiky a jaký je tedy celkový přínos kotlíkových dotací.

Z toho důvodu bylo souběžně přistoupeno ke kvantifikaci změn koncentrací na území celé ČR pomocí modelového výpočtu chemickým transportním modelem. Toto hodnocení, které je uvedeno v kapitole 3, sebou samozřejmě také nese určitá omezení, která jsou ve diskutována v kap. 3.3.

Zpráva jako celek předkládá podklady pro předběžné vyhodnocení dopadu relevantních opatření PZKO na kvalitu ovzduší v malých sídlech a pro předběžný návrh úprav těchto opatření. Je založena na vzájemně se doplňujících přístupech – imisním měření v malých sídlech a modelovém hodnocení.

2 Provedené měření a jeho vyhodnocení

Tato kapitola obsahuje zpracování výsledků měření a jejich základní vyhodnocení, tj. srovnání úrovně koncentrací suspendovaných částic PM₁₀ (dále jako PM₁₀) a benzo[a]pyrenu (dále jako BaP) resp. poměru BaP a PM₁₀ naměřených v zimní sezóně 2017/2018 (kampaně 16. 11. – 16. 12. 2017 a 2. 2. – 3. 3. 2018), 2018/2019 (kampaně 2. 11. – 2. 12. 2018 a 3. 2. – 5. 3. 2019) a 2019/2020 (kampaně 31. 10. – 9. 12. 2019 a 29. 1. – 8. 3. 2020).

Informace o počtu vyměněných kotlů z rámci dotačních programů a odpovídajících změnách emisí jsou uvedeny v kapitole 3.2.1. Měření imisí je prováděno v těchto lokalitách (Obr. 1):

Kategorie I. (vliv REZZO 1,2 – ano, doprava – ne, reliéf – rovina/vrcholová poloha, plynná paliva) – obec **Bolatice** (Moravskoslezský kraj). Měřicí místo je umístěno v areálu ZŠ a MŠ Bolatice, ul. Školní 540/9, Bolatice, GPS souřadnice 49°57'11.6"N 18°05'18.7"E. Tato lokalita byla vybrána i proto, že zde probíhalo měření ČHMÚ i ZÚ se sídlem v Ostravě již v minulosti a je možné na tuto řadu navázat a při vyhodnocení použít i výsledky těchto měření. Obsluhu stanice zajišťuje ČHMÚ, pobočka v Ostravě.

Kategorie II. (vliv REZZO 1,2 – ano, doprava – ne, reliéf – rovina/vrcholová poloha, tuhá paliva) – obec **Hřivice** (Ústecký kraj). Lokalita v Hřivicích (GPS N 50°17.33287', E 13°43.99593') byla, tak jako většina stanic, vybraná ve spolupráci se starostou a zastupitelstvem obce. Místo bylo vybráno i s ohledem na převládající směr proudění vzduchu v obci a to bylo potvrzeno i větrnou růžicí. Obsluhu stanice zajišťuje ČHMÚ, pobočka v Ústí nad Labem.

Kategorie III. (vliv REZZO 1,2 – ano, doprava – ano, reliéf – údolní, plynná paliva) – obec **Jablónné nad Orlicí** (Pardubický kraj). Lokalita Jablónné nad Orlicí (GPS 50°1,668' N, 16°36,476' E) se nachází v areálu zahrady MŠ Hradisková ve východní části města Jablónné nad Orlicí s počtem cca 3 300 obyvatel. V blízkosti mateřské školy se nachází jednak zástavba rodinných a bytových domů, směrem na SZ od MŠ je situován areál sportovního stadionu, směrem JJV areál městského koupaliště. Obsluhu stanice zajišťuje ČHMÚ, pobočka v Hradci Králové.

Kategorie IV. (vliv REZZO 1,2 – ano, doprava – ne, reliéf – údolní, tuhá paliva) – obec **Příšov** (Plzeňský kraj). Lokalita v obci Příšov (GPS N 49°48.80865', E 13°18.50880') byla vybrána nejen proto, že je zde relativně vysoký počet obměn kotlů, ale i proto, že v této lokalitě již nějakou dobu provádí pracovníci ČHMÚ měření v rámci sledování dopadů výstavby spalovny ZEVO Chotíkov na imisní situaci v oblasti. Obsluhu stanice zajišťuje ČHMÚ, pobočka v Plzni.

Kategorie V. (vliv REZZO 1,2 – ne, doprava – ne, reliéf – rovina/vrcholová poloha, plynná paliva) – obec **Kuřimská Nová Ves** (Jihomoravský kraj). Plynofikovaná lokalita, počet obyvatel 122, počet rodinných domů 47, počet potenciálních kotlů na výměnu 23, rovina (GPS N 49°20.74290', E 16°17.91342'). Jedná se o lokalitu, která je prakticky bez vlivu dopravy (silnice 2. nebo 3. třídy vede kolem vesnice, přímo ve vesnici všechny silnice končí). Lokalita odběru je před hasičskou zbrojnicí, která je součástí budovy obecního úřadu. Obsluhu stanice zajišťuje ČHMÚ, pobočka v Brně.

Kategorie VI. (vliv REZZO 1,2 – ne, doprava – ne, reliéf – rovina/vrcholová poloha, tuhá paliva) – obec **Černíny** (Středočeský kraj). Odběrové místo v obci Černíny (GPS N 49°50.30328', E 15°13.06488') bylo zvoleno tak, aby byly vzorkovače umístěny vzhledem k převládajícímu směru větru v jižní části obce mimo rekreační oblast. Obsluhu stanice zajišťuje ČHMÚ, CLI Praha Libuš.

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. Plynofikovaná lokalita, počet obyvatel 411, počet rodinných domů 151, počet potenciálních kotlů na výměnu 67, údolí (GPS N 49°9.49165', E 17°24.91523'). Jedná se o lokalitu, která je prakticky bez vlivu dopravy, silnice zde končí. Lokalita odběru je v zahradě místní školky v centru obce, ve svahu, přibližně v úrovni komínů. Obsluhu stanice zajišťuje ČHMÚ, pobočka v Brně.

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. Neplynofikovaná lokalita, počet obyvatel 153, počet rodinných domů 57, počet potenciálních kotlů na výměnu 54, údolí, GPS: (N 49°19.23398', E 15°53.83273'). Jedná se o lokalitu, kde je vliv dopravy poměrně zanedbatelný (přes obec vede velmi málo využívaná silnice 2. třídy – provoz prakticky bez nákladních automobilů a kamionů). Lokalita odběru je u budovy obecního úřadu v centru obce. Obsluhu stanice zajišťuje ČHMÚ, pobočka v Brně.

Materiál pro měření byl v předstihu předán pracovníkům ČHMÚ. Odběr i stanovení provádějí pracovníci ČHMÚ, odpovídá požadavkům uvedeným v SOP T 21 AA-022, T 21 AA-027). Pro transport vzorků byla využita logistika ČHMÚ. Vzorky byly postupně předány do laboratoří ČHMÚ (gravimetrie a PAH do pobočky ČHMÚ v Ústí nad Labem, těžké kovy do CLI v Praze) a byly zpracovány dle příslušných SOP (T 21 AA-013, T 21 AA-009, T 21 AA-015, T 21 AA-012, T 21 AA-005).



Obr. 1 Projektové lokality hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech

2.1 Meteorologické a rozptylové podmínky

2.1.1 Zimní sezóna 2017/2018

Listopad a prosinec 2017 (kampaň 16. 11. – 17. 12. 2017)

Listopad 2017 na území ČR hodnotíme jako **teplotně normální**, průměrná měsíční teplota 3,7 °C byla o 0,8 °C vyšší než normál 1981–2010. Nejtepleji ve srovnání s normálem 1981–2010 bylo ve dnech 22. – 25. 11., kdy odchylka průměrné denní teploty na území ČR od normálu 1981–2010 byla vyšší než 3 °C. **Srážkově** byl listopad na území ČR **normální**, průměrný měsíční úhrn srážek 46 mm představuje 94 % normálu 1981–2010. Srážky byly během měsíce přibližně rovnoměrně rozděleny a vyskytovaly se v podobě deště i sněhu. Nejvíce srážek spadlo v krajích Libereckém, Královéhradeckém a Zlínském (více než 60 mm srážek), zatímco v krajích Jihomoravském a Středočeském méně než 40 mm srážek. Průměrná délka **slunečního svitu** na území ČR byla pro tento měsíc 41 hodin, což činí 76 % normálu 1981–2010.

V listopadu 2017 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2016 **zlepšené rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 87 % případů, což představuje 130 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace se nepříznivé rozptylové podmínky v listopadu vyskytovaly ve všech krajích. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo v krajích Pardubickém, Olomouckém, Moravskoslezském bez aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (O/K/F-M) a v aglomeraci O/K/F-M. K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo v Jihočeském kraji a v aglomeraci Praha.

Prosinec 2017 na území ČR hodnotíme jako **teplotně normální**, průměrná měsíční teplota 0,8 °C však byla o 1,7 °C vyšší než normál 1981–2010. Průměrná denní teplota vzduchu na území ČR během měsíce značně kolísala. Výrazně teplé bylo období 21. – 28. 12., dne 24. 12. byla průměrná teplota na území ČR o 7 °C vyšší než normál 1981–2010. **Srážkově** byl prosinec **normální**, průměrný měsíční úhrn srážek 37 mm představuje 74 % normálu 1981–2010. Srážky se vyskytovaly v průběhu celého měsíce v podobě deště i sněhu. Nižší úhrny srážek byly zaznamenány na východě republiky. Zatímco v Čechách v průměru spadlo 41 mm srážek (80 % normálu), prosincový srážkový úhrn na území Moravy a Slezska (28 mm) dosáhl pouze 58 % normálu 1981–2010. Nejnižší úhrn srážek ve srovnání s normálem byl zaznamenán v Moravskoslezském kraji (49 % normálu), naopak nejvyšší v Karlovarském kraji (103 % normálu). Průměrná délka **slunečního svitu** na území ČR byla pro tento měsíc 37 hodin, což činí 92 % normálu 1981–2010.

V prosinci 2017 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2016 **zlepšené rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 87 % případů, což představuje 130 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace, se nepříznivé rozptylové podmínky v červenci vyskytovaly zejména v Královéhradeckém, Libereckém, Ústeckém a Karlovarském kraji a dále v krajích Středočeském, Jihomoravském a Vysočina a v aglomeraci Praha. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo v krajích Jihomoravském a Moravskoslezském bez aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (O/K/F-M). K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo v Jihomoravském kraji.

Únor a březen 2018 (kampaň 2. 2. – 8. 3. 2018)

Únor 2018 byl na území ČR **teplotně podnormální**, průměrná měsíční teplota vzduchu -3,5 °C byla o 2,6 °C nižší než normál 1981–2010. V průběhu téměř celého měsíce se průměrná denní teplota na území

ČR pohybovala pod hodnotou normálu. Nejchladnější období bylo v závěru měsíce, od 25. do 28. února byla průměrná denní teplota vzduchu nižší než dlouhodobý normál o více než 10 °C a maximální teplota vzduchu zůstávala pod bodem mrazu na celém území ČR. **Srážkově** byl únor **podnormální**, průměrný měsíční srážkový úhrn pro území ČR činí 14 mm, což je 37 % srážkového normálu 1981–2010. Nejnižší srážkové úhrny byly zaznamenány v západní polovině území, nejméně srážek spadlo v kraji Libereckém (7 % normálu 1981–2010) a Ústeckém (14 % normálu 1981–2010). Více srážek spadlo na Moravě, na území Moravskoslezského kraje 60 % normálu 1981–2010 a v Jihomoravském kraji 59 % normálu 1981–2010. Průměrná délka **slunečního svitu** na území ČR byla v únoru 84,6 hodin, což je 111 % normálu 1981–2010.

V únoru 2018 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2017 **mírně zlepšené rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 82 % případů, což představuje 115 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace, se nepříznivé rozptylové podmínky vyskytovaly ve všech krajích a aglomeracích, vyjma krajů Ústeckého, Libereckého, Zlínského a Jihomoravského bez aglomerace Brno. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo ve Zlínském a Jihomoravském kraji bez aglomerace Brno. K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo v Jihočeském kraji a v Jihomoravském kraji bez aglomerace Brno.

Březen 2018 byl na území ČR **teplotně podnormální**, průměrná měsíční teplota vzduchu 0,8 °C byla o 2,1 °C nižší než normál 1981–2010. Průměrná denní teplota na území ČR se výrazněji nad hodnotami normálu vyskytla pouze v krátkém období 10. – 13. 3., jinak zůstávala po většinu měsíce pod hodnotami normálu. Výrazně chladný byl začátek měsíce 1. – 4. 3. a období v druhé polovině měsíce 17. – 22. 3., kdy průměrná denní teplota vzduchu na území ČR byla o více než 5 °C nižší než normál. **Srážkově** měsíc hodnotíme jako **normální**, průměrný měsíční úhrn srážek 32 mm však představuje pouze 67 % normálu 1981–2010. Většina srážek spadla v několika ojedinělých dnech. Nejméně srážek za březen spadlo v Kraji Vysočina (43 % srážkového normálu), nejvíce naopak v krajích Středočeském a Ústeckém (více jak 85 % normálu 1981–2010). Průměrná délka **slunečního svitu** na území ČR byla pro tento měsíc 90 hodin, což činí 79 % normálu 1981–2010.

V březnu 2018 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2017 **zlepšené rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 94 % případů, což představuje 125 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace, se nepříznivé rozptylové podmínky nevyskytovaly v žádném kraji či aglomeraci. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo ve Zlínském a Libereckém kraji, v Kraji Vysočina a Jihomoravském kraji včetně aglomerace Brno (více než 93 %). K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo v Kraji Vysočina a v Libereckém kraji.

2.1.2 Zimní sezóna 2018/2019

Listopad a prosinec 2018 (kampaň 2. 11. – 2. 12. 2018)

Listopad 2018 na území ČR byl **teplotně normální**. Průměrná měsíční teplota 4,3 °C byla o 1,4 °C vyšší než normál 1981–2010. Průměrná denní teplota na území ČR se první polovinu měsíce pohybovala nad hodnotami normálu, ve 12 dnech byla její odchylka od normálu větší než 4 °C. Následovaly dvě chladné epizody s průměrnými denními teplotami pod hranicí normálu, a to 16. – 22. 11. a 27. – 30. 11. Poslední tři dny měsíce byla odchylka od normálu -4 °C či více. **Srážkově** byl listopad na území ČR **mimořádně**

podnormální. Průměrný měsíční úhrn srážek 18 mm představuje 37 % normálu 1981–2010. Nejnižší průměrný měsíční úhrn srážek byl zaznamenán v Libereckém (10 mm) a Zlínském kraji (8 mm), což v obou případech představovalo méně než 15 % normálu 1981–2010. Naopak nejvyšší měsíční úhrny byly pozorovány v Jihočeském kraji (32 mm) a kraji Vysočina (25 mm). Průměrná délka **slunečního svitu** na našem území pro tento měsíc byla 40 hodin, což činí 75 % normálu 1981–2010.

V listopadu 2018 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2017 **zlepšené rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 80 % případů, což představuje 117 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace, se nepříznivé rozptylové podmínky vyskytovaly ve všech krajích a aglomeracích vyjma Pardubického, Olomouckého a Zlínského kraje a Jihomoravského kraje, včetně aglomerace Brno. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo ve Zlínském a Moravskoslezském kraji bez aglomerace O/K/F-M¹ (90 %). K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo v Olomouckém kraji a v aglomeraci Brno.

Prosinec 2018 na území ČR byl **teplotně nadnormální**, průměrná měsíční teplota vzduchu na území ČR 1,2 °C byla o 2,1 °C vyšší než normál 1981–2010. Průměrná denní teplota na území ČR se po většinu měsíce pohybovala nad hodnotami normálu, výrazněji pod jeho hodnotu klesla pouze v první den měsíce a v období 13. – 16. 12. Nejvýraznější kladné odchylky od normálu (vyšší než 5,5 °C) byly zaznamenány ve dne 7. 12. a 22. a 23. 12. Prosinec je prvním měsícem v roce 2018, který hodnotíme jako **srážkově nadnormální**. Průměrný měsíční úhrn srážek 69 mm představuje 138 % normálu 1981–2010. V Libereckém a Karlovarském kraji spadlo v průměru více jak 100 mm srážek. Nejnižší průměrný měsíční úhrn srážek (32 mm) byl zaznamenán v Jihomoravském kraji (89 % normálu 1981–2010). Jedná se o jediný kraj s měsíčním úhrnem pod hodnotou normálu. Průměrná délka slunečního svitu na našem území pro tento měsíc byla 22 hodin, což činí 55 % normálu 1981–2010.

V prosinci 2018 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2017 **zlepšené rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 93 % případů, což představuje 137 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace, se nepříznivé rozptylové podmínky nevyskytovaly v žádných krajích ani aglomeracích. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo v kraji Vysočina a ve Zlínském a Moravskoslezském kraji bez aglomerace O/K/F-M (93 %). K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo ve Zlínském kraji a v aglomeraci Brno.

Únor a březen 2019 (kampaň 3. 2. – 5. 3. 2019)

Únor 2019 na území ČR byl teplotně **nadnormální**, průměrná měsíční teplota vzduchu 1,7 °C byla o 2,6 °C vyšší než normál 1981–2010. Průměrná denní teplota na území ČR se po většinu měsíce pohybovala nad hodnotami normálu. Výrazně teplý byl především konec měsíce, dne 28. 2. byla odchylka od normálu větší než 7 °C. Ve dnech 27. a 28. 12. se maximální denní teplota na několika stanicích vyšplhala až nad 18 °C. Pod hodnotu normálu průměrná teplota klesla pouze ve dvou krátkých epizodách 4. – 7. 2. a 23. – 24. 2. **Srážkově** byl únor na území ČR **normální**. Průměrný měsíční úhrn srážek 30 mm představuje 79 % normálu 1981–2010. Většina z celkového měsíčního úhrnu spadla v první dekádě měsíce. Srážky se vyskytovaly ve formě deště i sněhu. Více jak 90 % normálu průměrného měsíčního srážkového úhrnu

¹ Aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek

spadlo ve Středočeském, Jihočeském a Olomouckém kraji. Méně než 60 % srážkového normálu spadlo za únor v Královohradeckém, Libereckém a Karlovarském kraji.

V únoru 2019 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2018 **normální rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 71 % případů, což představuje 99 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace se nepříznivé rozptylové podmínky během měsíce vyskytly ve všech krajích a aglomeracích, s výjimkou Moravskoslezského kraje včetně aglomerace O/K/F-M. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo právě v Moravskoslezském kraji (79 %). K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo v Jihočeském kraji a v aglomeraci O/K/F-M.

Březen byl na území ČR teplotně **silně nadnormální**, průměrná měsíční teplota vzduchu 5,6 °C byla o 2,7 °C vyšší než normál 1981–2010. Výrazně teplá byla první březnová dekáda, při níž se průměrná denní teplota vzduchu na území ČR pohybovala výrazně nad hodnotou normálu. Po zbytek měsíce teplota vzduchu značně kolísala, několik krátkých výrazně teplých období bylo spojeno s poklesem teploty lehce pod hodnoty normálu. V deseti dnech měsíce byla odchylka průměrné denní teploty od normálu vyšší než 4 °C. **Srážkově** byl březen na území ČR **normální**. Průměrný měsíční úhrn 47 mm představuje 98 % normálu 1981–2010. Větší část celkového měsíčního srážkového úhrnu spadla v první polovině měsíce. Srážky se vyskytovaly ve formě sněhu i deště. Ve většině krajů představovaly měsíční srážkové úhrny více než 90 % normálu 1981–2010. Nejnížší průměrný měsíční srážkový úhrn byl zaznamenán v Jihomoravském kraji, kde průměrný úhrn srážek (25 mm) představuje 71 % normálu.

V březnu 2019 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2018 **normální rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 84 % případů, což představuje 110 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace se nepříznivé rozptylové podmínky během měsíce vyskytly ve všech krajích a aglomeracích, s výjimkou Plzeňského a Olomouckého kraje a Moravskoslezského kraje včetně aglomerace O/K/F-M. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo v Ústeckém a Libereckém kraji (87 %). K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo v Plzeňském a Ústeckém kraji.

2.1.3 Zimní sezóna 2019/2020

Listopad a prosinec 2019 (kampaň 31. 10. – 9. 12. 2019)

Listopad 2019 byl na území ČR **teplotně silně nadnormální**. Průměrná teplota vzduchu byla 5,6 °C, což je o 2,7 °C více než normál 1981–2010. Společně s rokem 2006 se tak jedná o 4. – 5. nejteplejší listopad v období od roku 1961. Na území Čech bylo výrazně chladněji než na Moravě a ve Slezsku. Průměrná teplota v Čechách byla 5,1 °C a na území Moravy a Slezska 6,6 °C. Průměrná denní teplota na území ČR se po většinu měsíce pohybovala výrazně nad hodnotami normálu. Chladnější byla pouze třetí dekáda měsíce, kdy průměrné denní teploty klesly pod hodnoty normálu. **Srážkově** byl listopad na území ČR **normální** s průměrným měsíčním úhrnem srážek 42 mm. Tato hodnota činí 86 % normálu 1981–2010. Srážky byly prostorově nerovnoměrně rozloženy a vyskytovaly se jak ve formě sněhu, tak deště. Nejvíce srážek bylo zaznamenáno v Libereckém kraji, a to více než 60 mm. Méně než 30 mm pak v průměru spadlo v krajích Jihočeském, Plzeňském, Karlovarském a Ústeckém.

V listopadu 2019 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2018 **silně nadnormální rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 93 % případů, což představuje 135 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace se nepříznivé rozptylové podmínky během měsíce vyskytly ve Středočeském, Jihočeském, Plzeňském, Karlovarském Ústeckém a Libereckém kraji a v aglomeraci Praha. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo v Pardubickém, Olomouckém a Zlínském kraji, v Moravskoslezském kraji bez aglomerace O/K/F-M a v Jihomoravském kraji bez aglomerace Brno (97 %). K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo v Pardubickém kraji a v aglomeraci Brno.

Prosinec 2019 na území ČR byl **teplotně nadnormální**. Průměrná měsíční teplota vzduchu 1,9 °C byla o 2,8 °C vyšší než normál 1981–2010. Společně s rokem 2011 se tak jedná o 7. – 8. nejteplejší prosinec od roku 1961. Začátek prosince byl chladný. Průměrná denní teplota vzduchu byla pod hodnotami normálu. Od 7. 12. byly však kromě 3 dnů průměrné denní teploty nad normálem. Výrazně teplá epizoda se vyskytla mezi 14. – 25. 12., kdy byly odchylky od normálu +4 °C a vyšší. **Srážkově** byl prosinec na území ČR **normální**. Průměrný měsíční úhrn 37mm představuje 74 % normálu 1981–2010. Prostorové rozložení srážek bylo tento měsíc velmi nevyrovnané. Na území Čech spadlo v průměru 31 mm srážek. Naproti tomu na území Moravy a Slezska to bylo 50mm. V Praze a Středočeském kraji představoval měsíční srážkový úhrn méně než 50 % normálu 1981–2010. V krajích Moravskoslezském, Zlínském a Jihomoravském více než 100 %.

V prosinci 2019 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2018 **nadnormální rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 84 % případů, což představuje 120 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace se nepříznivé rozptylové podmínky během měsíce vyskytly v Plzeňském, Karlovarském, Ústeckém, Královéhradeckém a Pardubickém kraji a v Jihomoravském kraji včetně aglomerace Brno. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo v Moravskoslezském kraji bez aglomerace O/K/F-M a v aglomeraci O/K/F-M(93%). K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo ve Zlínském kraji a v aglomeraci O/K/F-M.

Únor a březen 2020 (kampaň 29. 1. – 8. 3. 2020)

Únor 2020 na území ČR byl **teplotně mimořádně nadnormální**. Průměrná měsíční teplota vzduchu 3,7 °C byla o 4,6 °C vyšší než normál 1981–2010. Společně s rokem 1966 se tak jedná o nejvyšší průměrnou únorovou teplotu na území ČR zaznamenanou od roku 1961. Průměrná denní teplota na území ČR byla kromě dne 28. 2. nad hodnotou normálu. Ve 13 dnech měsíce byla odchylka od denního normálu vyšší než +4 °C. **Srážkově** byl únor na území ČR **silně nadnormální**. Průměrný měsíční úhrn srážek na území ČR 77 mm představuje 203 % normálu 1981-2010. Více srážek za měsíc únor spadlo pouze v roce 1970, a to 87 mm. Čechy byly srážkově bohatší než Morava a Slezsko. V průměru více než 100 mm srážek spadlo za měsíc únor v krajích Karlovarském, Libereckém a Královéhradeckém. Naopak nejméně srážek spadlo v Jihomoravském kraji (35 mm).

V únoru 2020 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2019 **silně nadnormální rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 96 % případů, což představuje 134 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace se nepříznivé rozptylové podmínky během měsíce vyskytly pouze v Plzeňském kraji. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo v Libereckém kraji,

v Jihomoravském kraji včetně aglomerace Brno a v Moravskoslezském kraji bez aglomerace O/K/F-M² (100 %). K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo v Ústeckém kraji a v aglomeraci Praha.

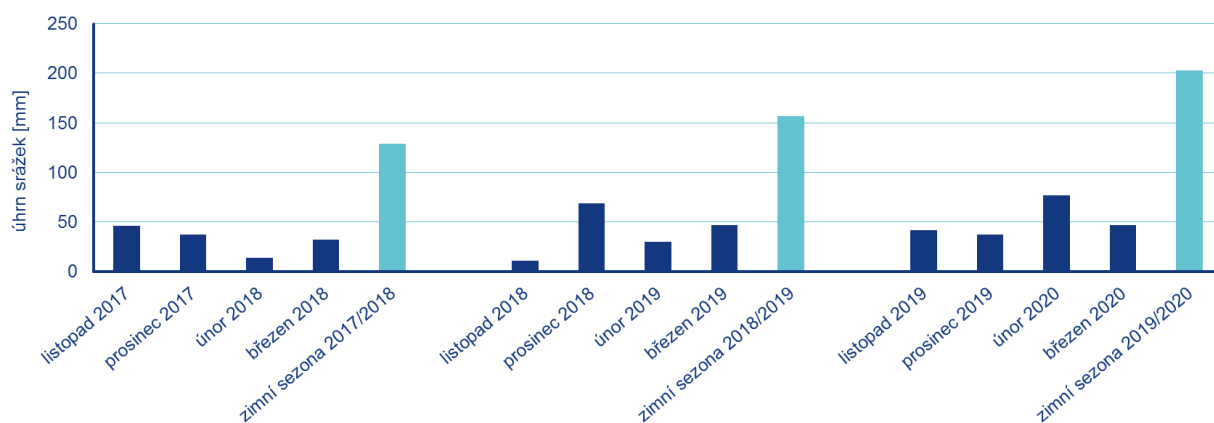
Březen byl na území ČR **teplotně normální**. Průměrná měsíční teplota vzduchu 3,9 °C byla o 1,0 °C vyšší než normál 1981–2010. Průměrná denní teplota vzduchu na území ČR se v první polovině měsíce pohybovala nad hodnotou normálu. V druhé polovině měsíce se pak střídaly teplé a chladné epizody. Výrazně chladná období nastala ve dnech 22. – 25. 3. a 30. 3. – 1. 4. V těchto dnech byla zaznamenána denní minima teploty vzduchu pod bodem mrazu na celém území ČR. Ve dnech 23. a 24. 3. klesla denní minima teploty vzduchu až pod –10 °C na více jak 20 stanicích ve správě ČHMÚ. **Srážkově** byl březen na území ČR normální. Průměrný měsíční úhrn srážek na území ČR 36 mm představuje 75 % normálu 1981–2010. Srážky se vyskytovaly ve formě sněhu i deště. Větší část měsíčního úhrnu srážek byla zaznamenána v první polovině měsíce. V průměru více než 40 mm srážek spadlo za měsíc v krajích Praha a Středočeský, Liberecký a Karlovarský. Nejméně srážek spadlo v březnu v kraji Jihomoravském (méně než 30 mm).

V březnu 2020 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2019 **silně nadnormální rozptylové podmínky**. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 90 % případů, což představuje 118 % dlouhodobého průměru. Hodnoceno na základě ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace se nepříznivé rozptylové podmínky během měsíce vyskytly pouze v Královéhradeckém kraji. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek se vyskytovalo v Karlovarském kraji (100 %) a v Ústeckém a Libereckém kraji (97 %). K nejvýraznějšímu zlepšení rozptylových podmínek oproti dlouhodobému normálu došlo v Karlovarském a Ústeckém kraji.

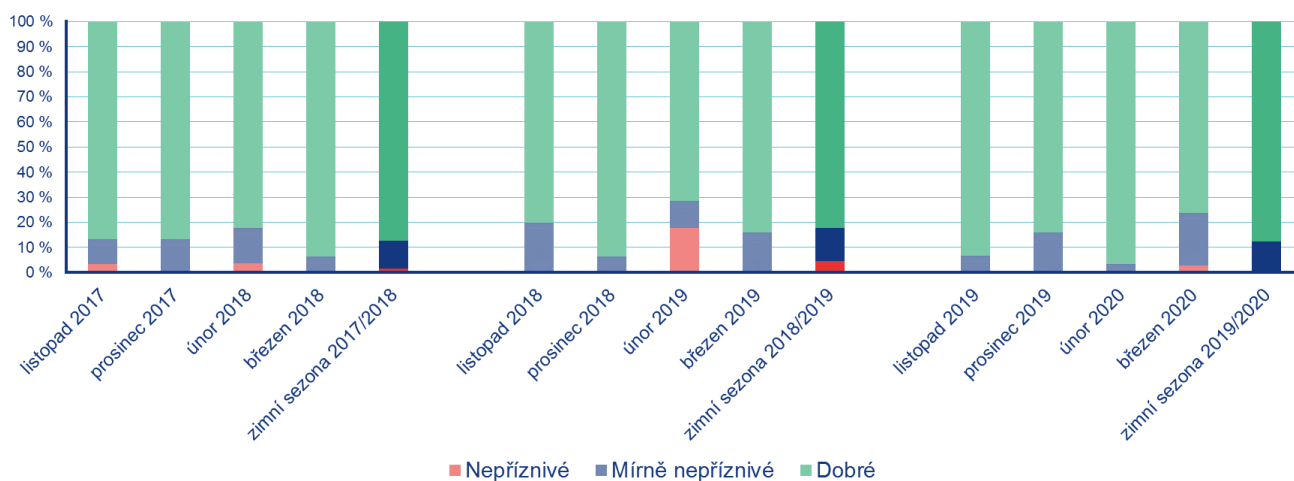
² Aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek



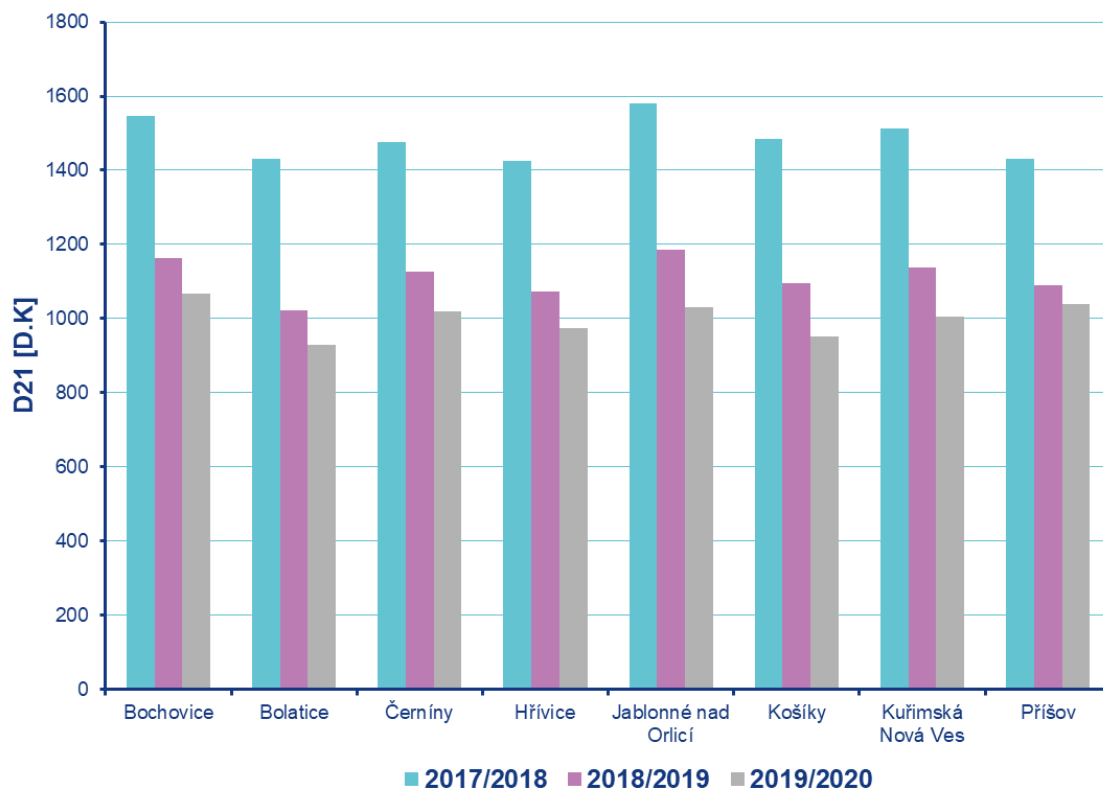
Obr. 2 Teplotní poměry během měsíců, ve kterých byly realizovány měřicí kampaně



Obr. 3 Srážkové poměry během měsíců, ve kterých byly realizovány měřicí kampaně



Obr. 4 Rozptylové podmínky během měsíců, ve kterých byly realizovány měřicí kampaně



Obr. 5 Denostupně na měřicích lokalitách za období měřicích kampaní v sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020

2.2 Koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a benzo[a]pyrenu

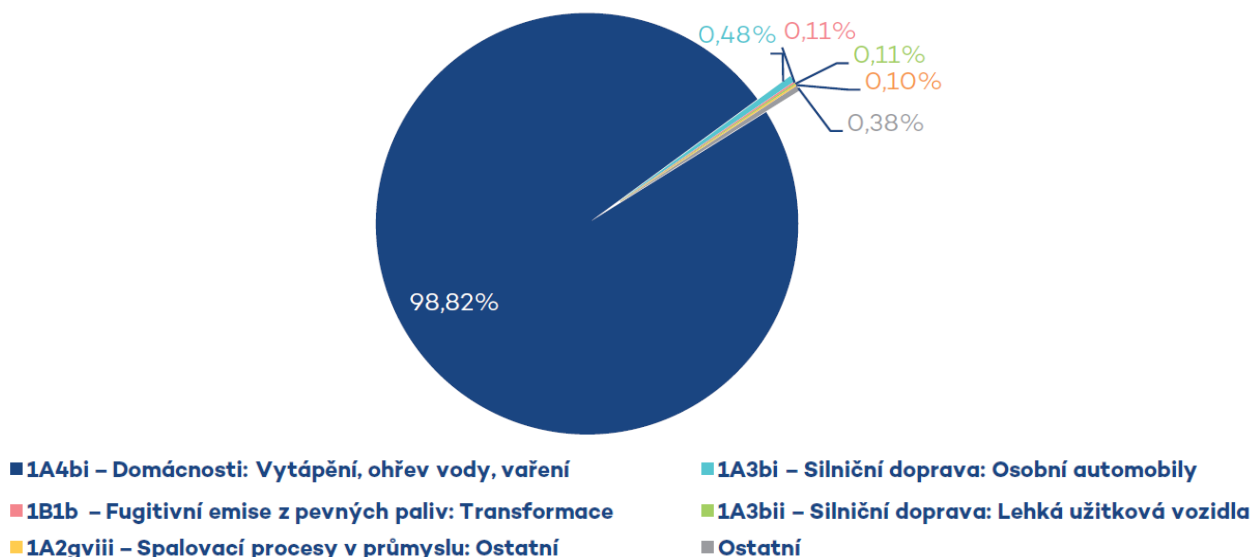
Dle aktuálního hodnocení stavu ovzduší v ČR³ lze konstatovat následující: znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem patří k hlavním problémům zajištění kvality ovzduší v ČR. Benzo[a]pyren je produktem nedokonalého spalování při teplotách 300 až 600 °C. Mezi jeho nejvýznamnější zdroje se proto řadí spalování pevných paliv v kotlích nižších výkonů, především v domácích topeništích. Sektor 1A4bi – lokální vytápění domácností se na emisích benzo[a]pyrenu v roce 2018 v celorepublikovém měřítku podílel téměř 99 %. Hlavní příčinou takto vysokého podílu je spalování pevných paliv, především uhlí, v kotlích starších typů (odhořívací a prohořívací způsob spalování).

V roce 2019 překročily roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu imisní limit ($1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) na 41 % stanic (tj. na 19 z celkového počtu 46 stanic s dostatečným počtem naměřených dat pro hodnocení. V meziročním srovnání 2018/2019 tak došlo k dalšímu poklesu, neboť v roce 2018 bylo zaznamenáno překročení na 58 % (v roce 2017 na 66 %).

V roce 2019 se zmenšila plocha s nadlimitními koncentracemi benzo[a]pyrenu a imisní limit byl překročen na 8,4 % plochy území ČR s cca 27,5 % obyvatel ČR (v roce 2018 na 12,6 % plochy území ČR s přibližně 35,5 % obyvatel; v roce 2017 na 26 % plochy území ČR s přibližně 61,8 %).

³ ČHMÚ 2020. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2019. Praha: Dostupné z WWW: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html (v přípravě).

Koncentrace benzo[*a*]pyrenu vykazují výrazný roční chod s maximy v zimním období, které souvisejí s emisemi ze sezonních antropogenních zdrojů – z lokálních topenišť a se zhoršenými rozptylovými podmínkami. Průměrné měsíční koncentrace benzo[*a*]pyrenu v létě se na pozadových stanicích nezdá pohybuje kolem meze detekce ($0,02 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$).



Obr. 6 Podíl sektorů NFR na celkových emisích benzo[*a*]pyrenu, 2018

2.2.1 Koncentrace benzo[*a*]pyrenu, suspendovaných částic PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ na projektových lokalitách během zimních sezon 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020

Na základě závěrů předešlé zprávy tohoto projektu⁴ je provedeno vyhodnocení koncentrací BaP, které lze považovat za indikátor znečištění ovzduší z lokálních topenišť. Vzhledem k tomu, že BaP se v ovzduší vyskytuje především navázan na suspendované částice, je následující analýza založena na poměru koncentrací BaP a suspendovaných částic PM₁₀. Na emisích suspendovaných částic PM₁₀ se kromě lokálních topenišť (59,1 %) významně podílí i jiné zdroje, a to sektor Doprava (11,2 %) a Polní práce (8,8 %).

Poměr BaP/PM₁₀⁵ udává množství BaP v PM₁₀ a je využíván jako indikátor intenzity emisních zdrojů BaP (Gianelle 2013). Vyšší hodnoty poměru BaP/PM₁₀ jsou očekávány v místech s intenzivními emisními zdroji BaP v dané oblasti. S obnovou kotlů dochází k poklesu emisí BaP v PM₁₀ v důsledku nižších emisních faktorů moderních zdrojů tepla (automatizovaných kotlů)⁶. Následně dochází také k poklesu koncentrací BaP v PM₁₀ ve venkovním ovzduší, který lze indikovat nižšími hodnotami poměru BaP/PM₁₀. Použití tohoto poměru umožňuje částečně vyloučit z analýzy vliv akumulace znečišťujících látek v nižších částech

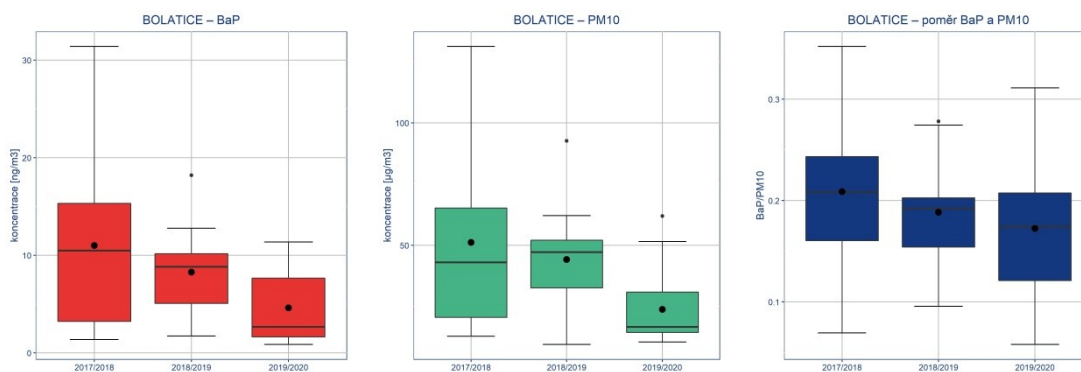
⁴ V3 – Celkové hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech. Zpráva o výsledcích měření a základním vyhodnocení adjustovaných koncentrací PM₁₀ v zimních sezónách 2016/2017 a 2017/2018

⁵ Poměr koncentrací (BaP /PM₁₀ *10⁻³)

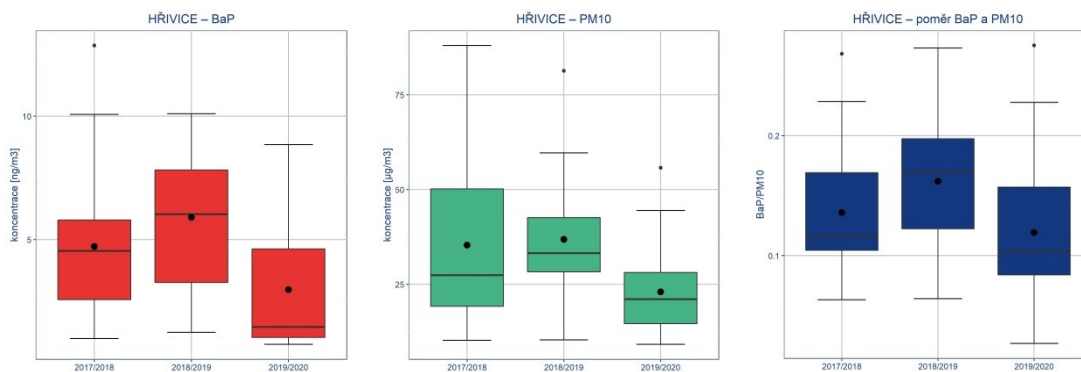
⁶ <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/dokumentyEMEP.html>

atmosféry během chladného období v důsledku omezeného rozptylu v atmosféře. Během tohoto období se očekává, že budou ovlivněny jak koncentrace BaP, tak PM₁₀ podobným způsobem. Na druhou stranu je potřeba uvažovat, že poměr bude ovlivněn sekundární tvorbou PM.

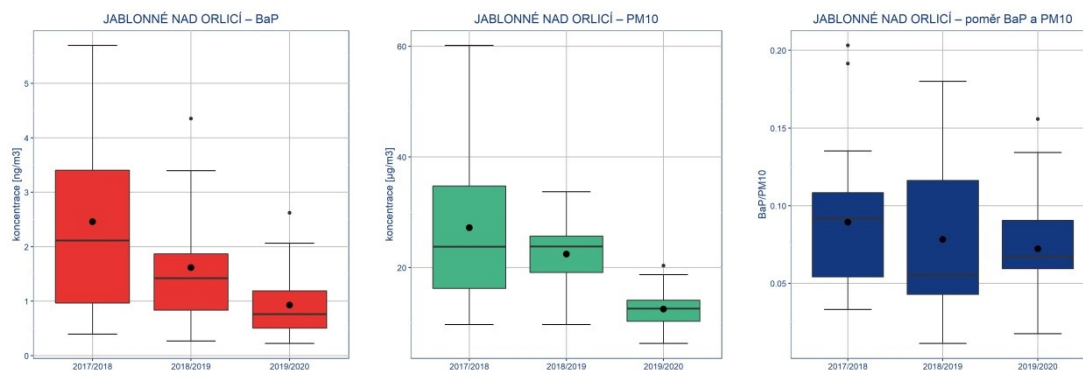
Na Obr. 7 – Obr. 14 je znázorněno porovnání koncentrací BaP a PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ na všech lokalitách během zimních sezón 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020. V případě průměrných koncentrací BaP a PM₁₀ jsou změny koncentrací poměrně výrazné a dochází k jejich poklesu. Nejnižší průměrné koncentrace BaP a PM₁₀ byly zaznamenány na všech lokalitách během poslední zimní sezóny 2019/2020. Změny průměrných hodnot poměru BaP/PM₁₀ jsou méně výrazné, ale i zde je vidět pokles během hodnotícího období (2017/2018–2019/2020). Nejnižší průměrná hodnota poměru BaP/PM₁₀ byla zaznamenána na všech lokalitách vyjma lokality Bochovice v zimní sezóně 2019/2020. Nicméně i v Bochovicích byla hodnota poměru BaP/PM₁₀ v poslední kampani nižší než v první kampani 2017/2018.



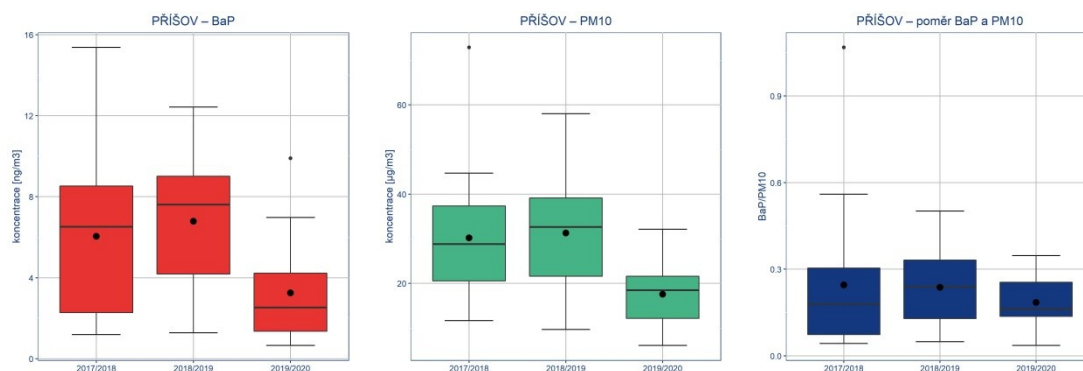
Obr. 7 Bolatice – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020



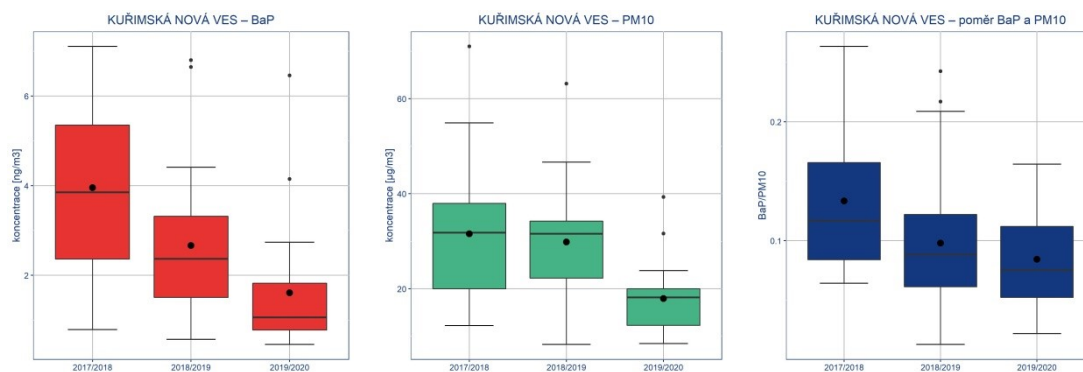
Obr. 8 Hřivice – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020



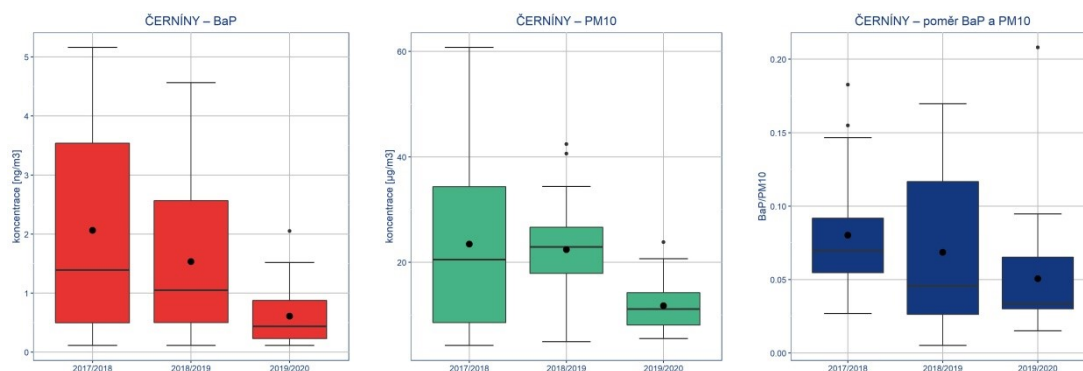
Obr. 9 Jablonné nad Orlicí – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020



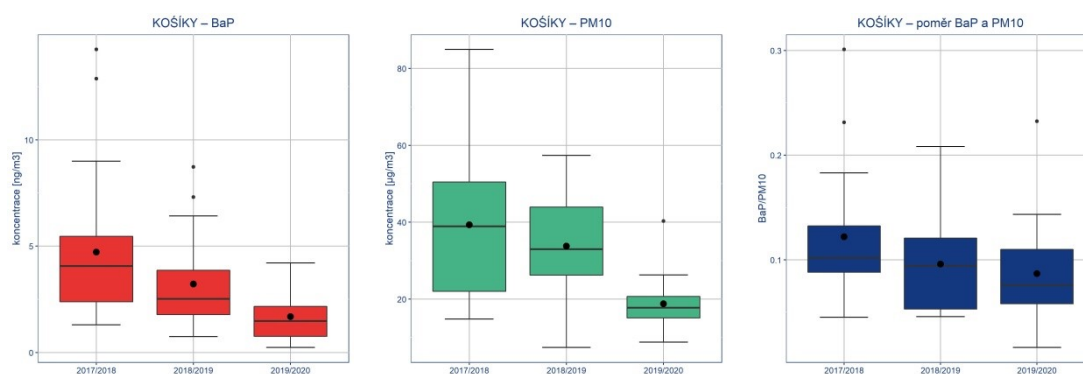
Obr. 10 Příšov – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020



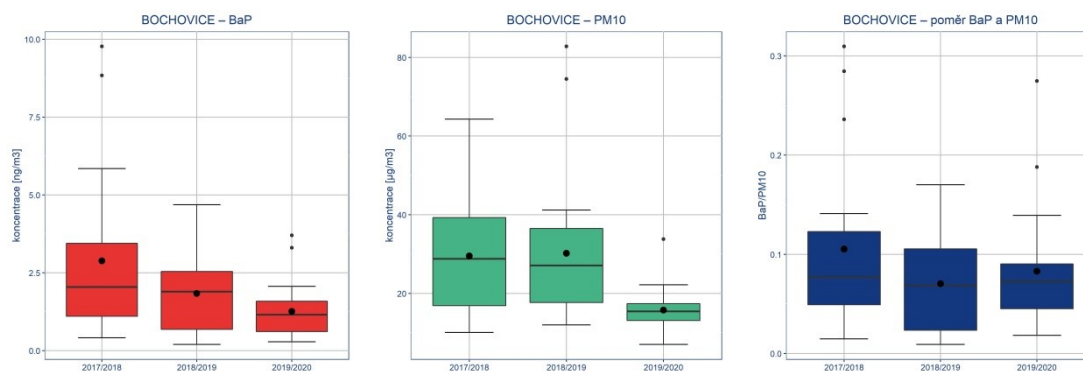
Obr. 11 Kuřimská Nová Ves – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020



Obr. 12 Černíný – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020



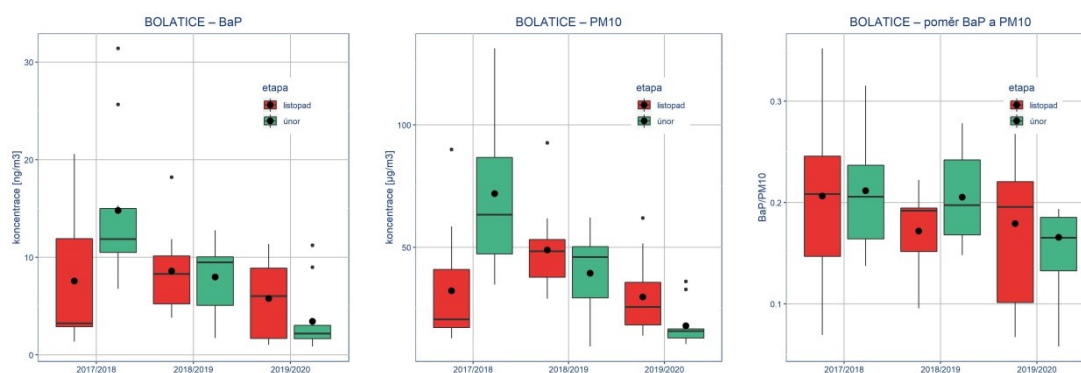
Obr. 13 Košíky – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020



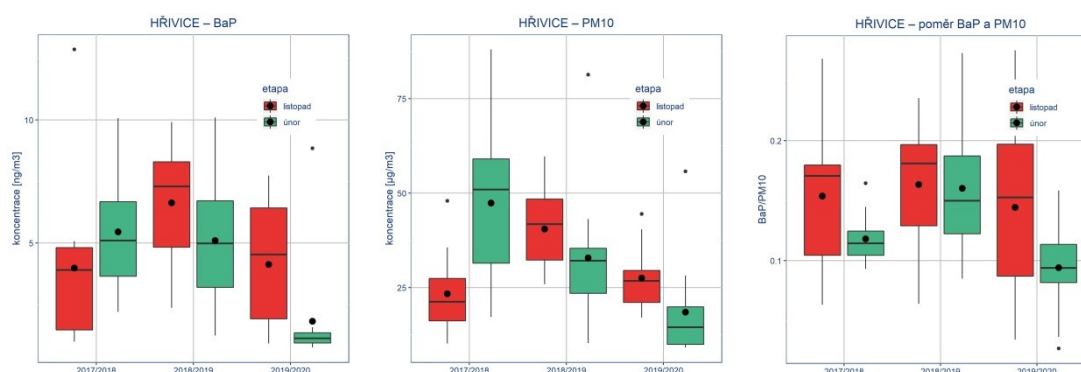
Obr. 14 Bochovice – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020

2.2.2 Koncentrace benzo[a]pyrenu a suspendovaných částic PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ na projektových lokalitách během jednotlivých měřicích kampaní

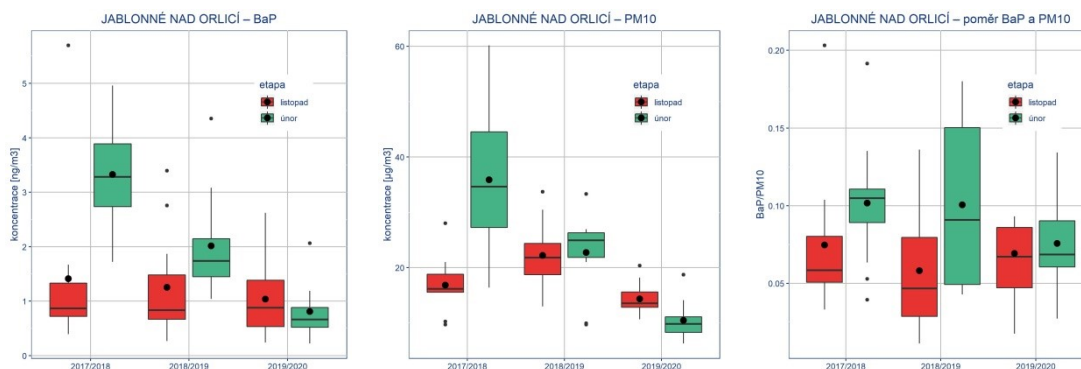
Na Obr. 15 – Obr. 22 je znázorněno porovnání koncentrací BaP a PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ na všech lokalitách během jednotlivých kampaní v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020. V případě průměrných koncentrací BaP a PM₁₀ jsou změny koncentrací poměrně výrazné zejména během únorových kampaní a dochází k jejich poklesu. Nejnížší průměrné koncentrace BaP a PM₁₀ byly zaznamenány na všech lokalitách během poslední únorové kampaně 2019/2020, které souvisejí s extrémně příznivými meteorologickými a rozptylovými podmínkami v únoru 2020. Změny průměrných hodnot poměru BaP/PM₁₀ jsou méně výrazné a rozkolísané během hodnotícího období (2017/2018–2019/2020). Nejnížší průměrná únorová hodnota poměru BaP/PM₁₀ byla zaznamenána na všech lokalitách vyjma lokalit Bochovice a Příšov v kampani 2019/2020. Změny průměrných listopadových hodnot poměru BaP/PM₁₀ jsou méně výrazné, ale i zde je vidět nepatrný pokles na lokalitách Bolatice, Příšov, Kuřimská Nová Ves, Černíny, Košíky a Bochovice.



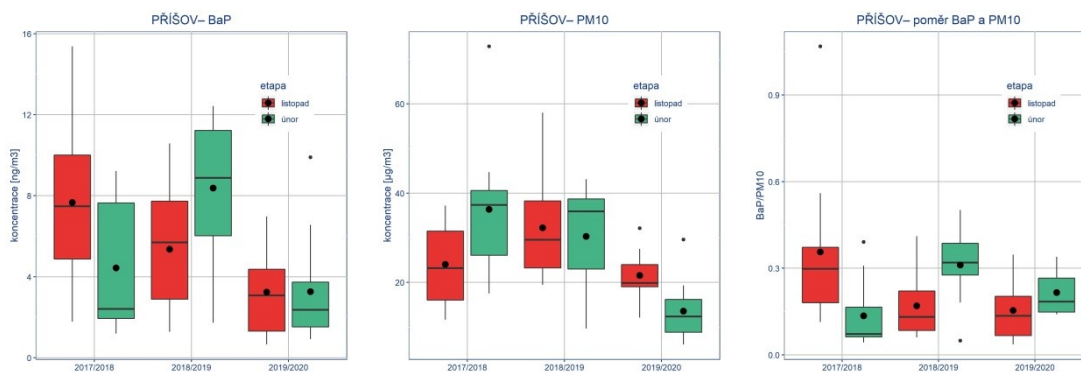
Obr. 15 Bolatice – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ během jednotlivých měřicích kampaní



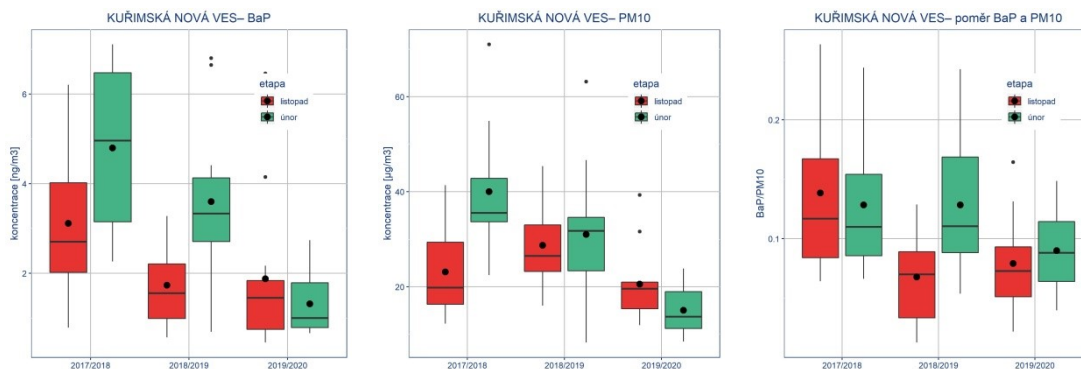
Obr. 16 Hřivice – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ během jednotlivých měřicích kampaní



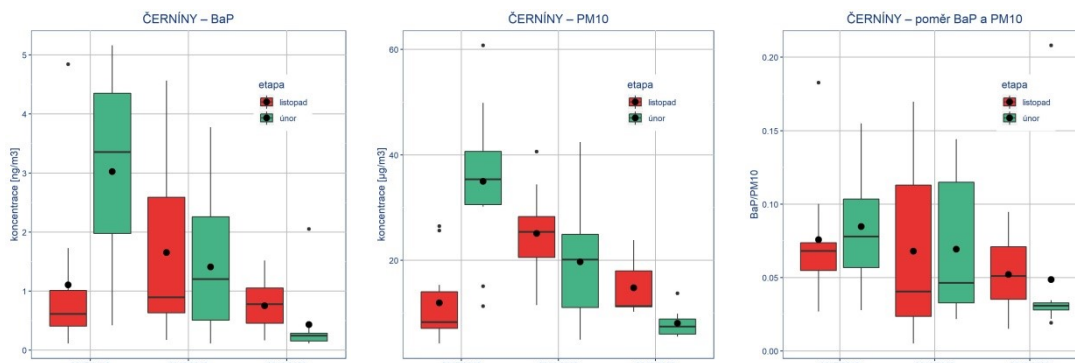
Obr. 17 Jablonné nad Orlicí – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ během jednotlivých měřicích kampaní



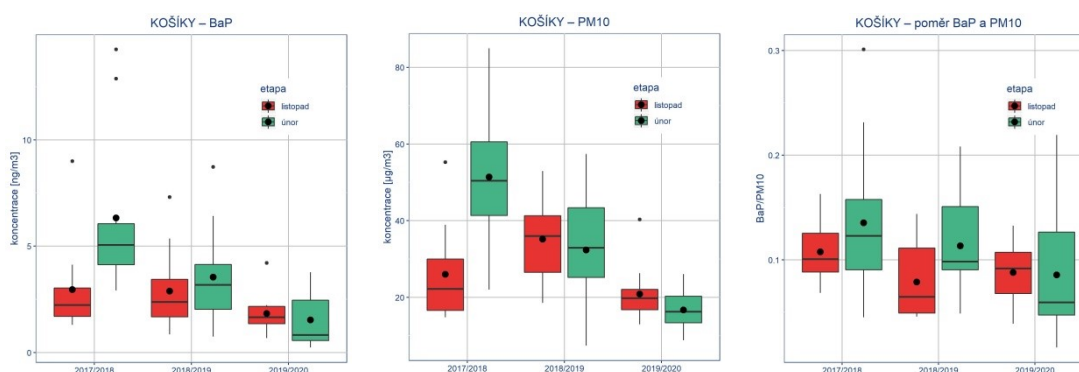
Obr. 18 Příšov – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ během jednotlivých měřicích kampaní



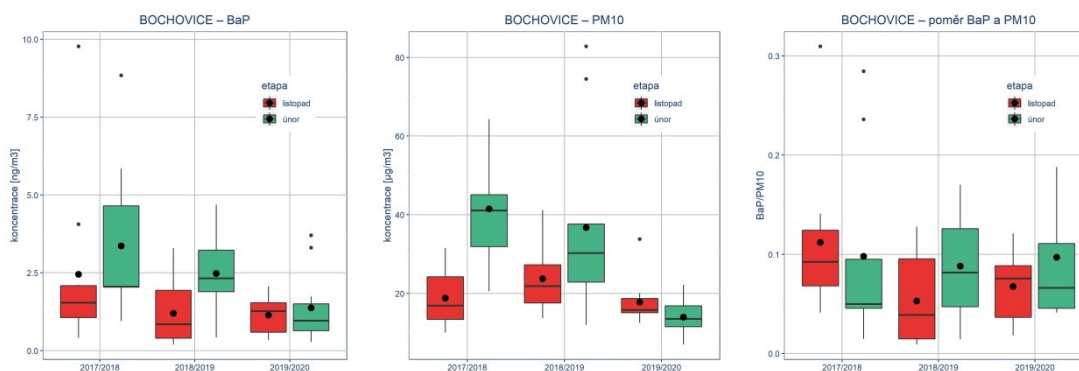
Obr. 19 Kuřimská Nová Ves – srovnání koncentrací BaP, PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ během jednotlivých měřicích kampaní



Obr. 20 Černýny – srovnání koncentrací BaP, PM_{10} a poměrů BaP/ PM_{10} během jednotlivých měřících kampaní



Obr. 21 Košíky – srovnání koncentrací BaP, PM_{10} a poměrů BaP/ PM_{10} během jednotlivých měřících kampaní

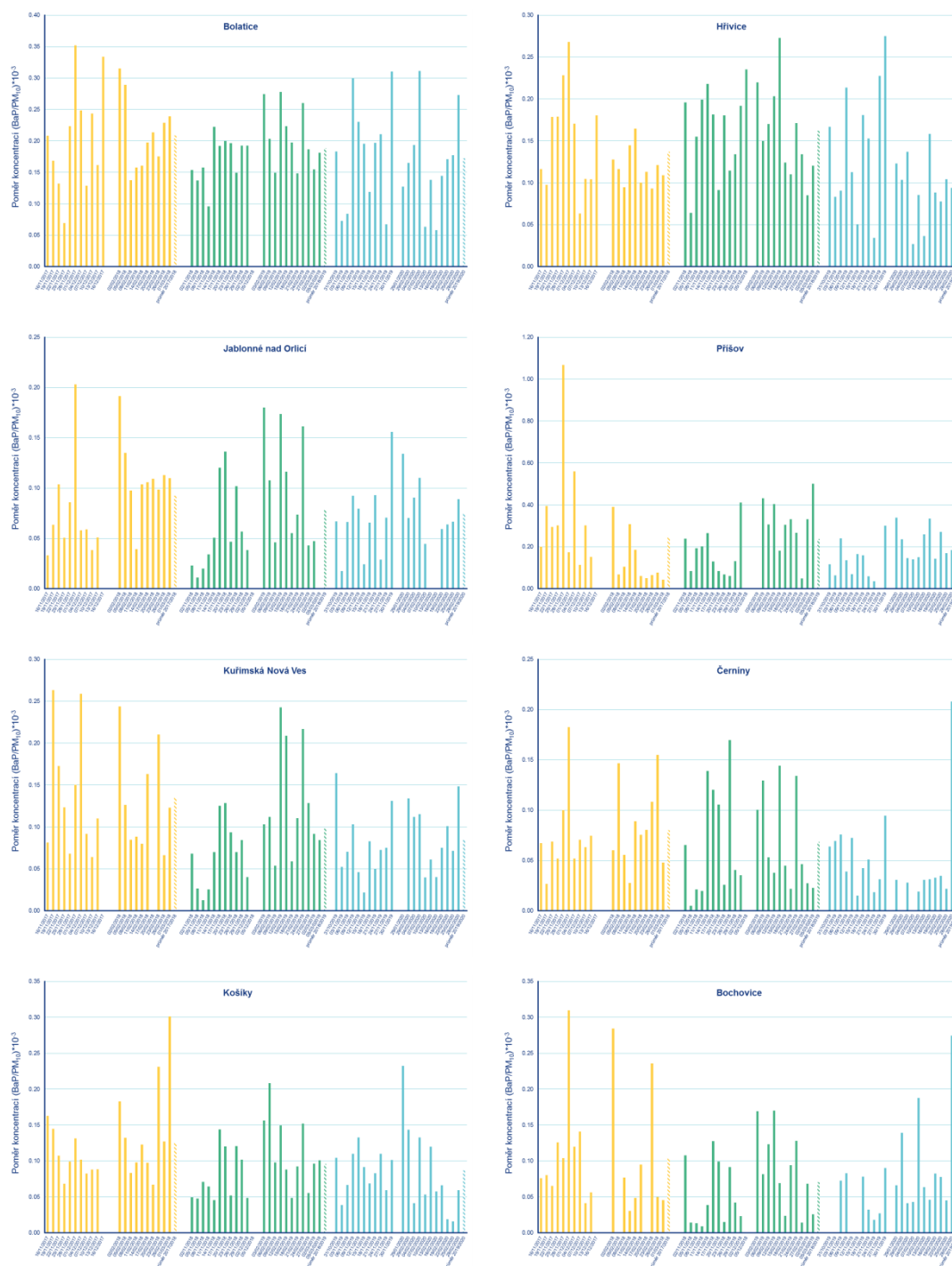


Obr. 22 Bochovice – srovnání koncentrací BaP, PM_{10} a poměrů BaP/ PM_{10} během jednotlivých měřících kampaní

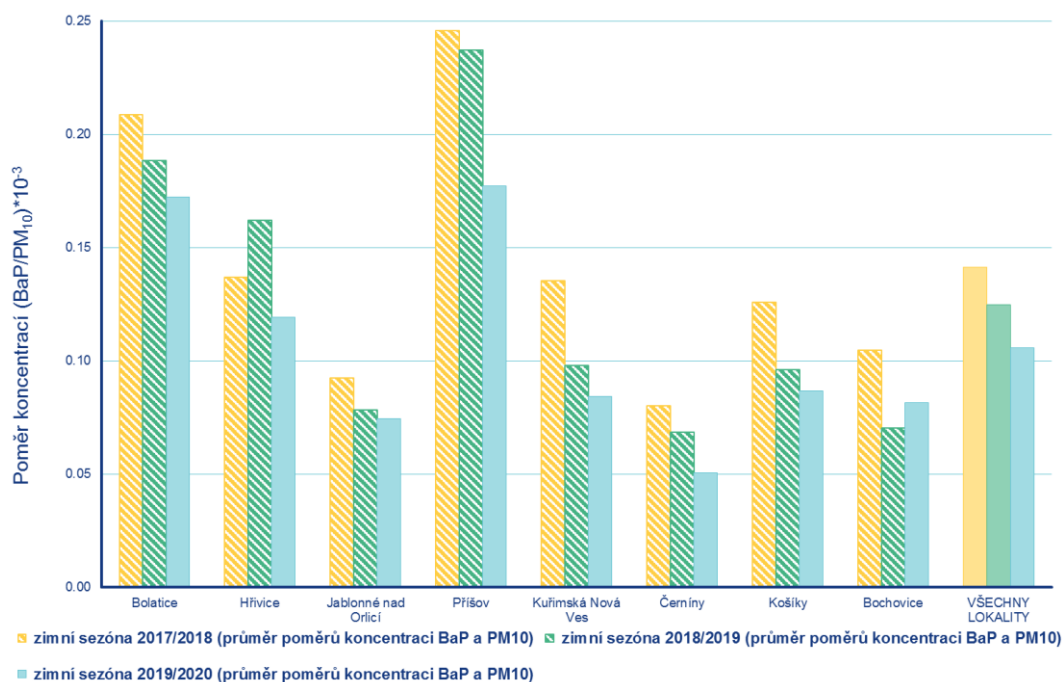
2.2.3 Poměry BaP/ PM_{10} na projektových lokalitách během jednotlivých měřících kampaní

Na Obr. 23 jsou znázorněny hodnoty poměru BaP/ PM_{10} na všech lokalitách během jednotlivých dnů v zimních sezónách 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020. I zde je patrný postupný pokles během období

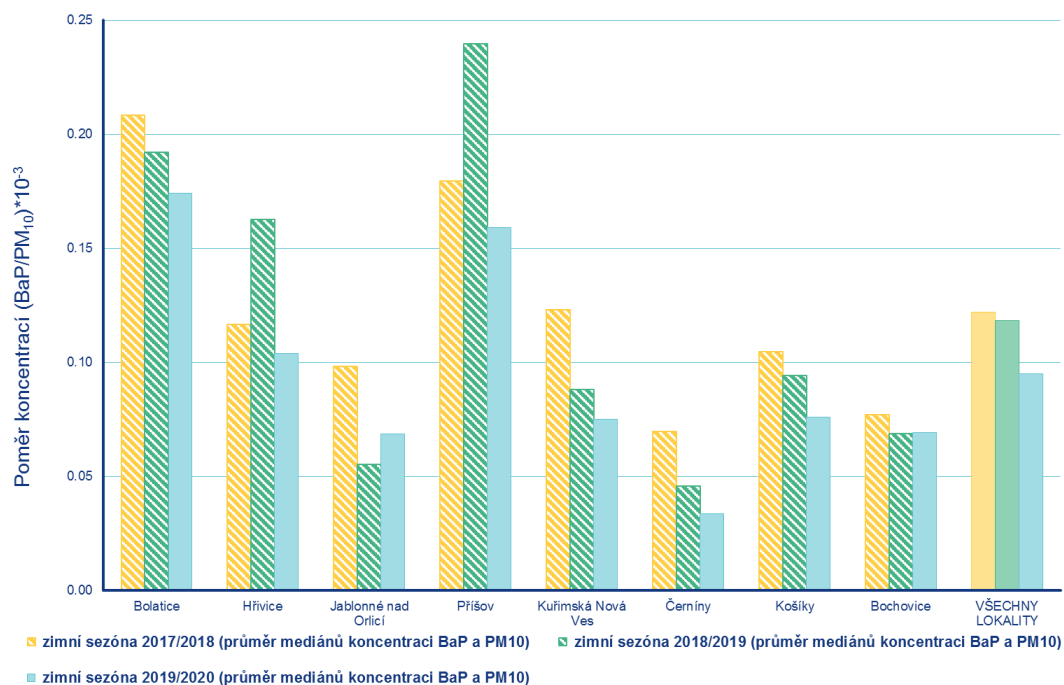
hodnocení (2017/2018–2019/2020). Vyšší denní hodnoty poměru BaP/PM₁₀ indikují zvýšenou intenzitu emisního zdroje a navýšení koncentrace BaP v ovzduší během nejchladnějších dnů kampaní. Nicméně pokles maximálních hodnot poměru během jednotlivých zimních sezon 2017/2018–2019/2020 indikuje nižší emise BaP z lokálního vytápění v nejbližším okolí. Na Obr. 24 a Obr. 25 jsou znázorněny průměrné hodnoty a mediány poměru BaP/PM₁₀ na projektových lokalitách a v průměru pro všechny lokality.



Obr. 23 Poměry koncentrací benzo[a]pyrenu a suspendovaných částic PM₁₀ na projektových lokalitách během zimních sezón 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020



Obr. 24 Poměry koncentrací (průměry) suspendovaných částic PM₁₀ a BaP na jednotlivých lokalitách během zimních sezón 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020



Obr. 25 Poměry koncentrací (mediány) suspendovaných částic PM₁₀ a BaP na jednotlivých lokalitách během zimních sezón 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020

2.2.4 Vyhodnocení mezisezónních změn koncentrací BaP, suspendovaných částic PM₁₀ a poměrů BaP/PM₁₀ na jednotlivých lokalitách

Pro koncentrace BaP, PM₁₀ a poměry BaP/PM₁₀ byly spočteny základní statistické parametry⁷ (Tab. 1 – Tab. 3) a poměry BaP/PM₁₀ (Obr. 7 – Obr. 22), a to pro zimní sezóny 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020.

Na všech projektových lokalitách byly v zimní sezoně 2019/2020 naměřeny nejnižší koncentrace PM₁₀ i BaP. V průměru pro všechny stanice poklesla koncentrace BaP v zimní sezoně 2019/2020 o 55 % v porovnání se zimní sezonou 2017/2018 a o téměř 48 % v porovnání se zimní sezonou 2018/2019.

Koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ v průměru pro všechny stanice poklesla v zimní sezoně 2019/2020 o cca 45 % v porovnání se zimními sezonami 2018/2019 a 2017/2018.

V případě mediánu (tj. střední hodnoty – 50% kvantilu) koncentrací BaP, PM₁₀ i poměrů BaP/PM₁₀ byly zaznamenány nejnižší hodnoty v zimní sezoně 2019/2020.

Tab. 1 Základní statistické charakteristiky hodnot koncentrací BaP během zimních sezón 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020

Koncentrace BaP	aritmetický průměr			směrodatná odchylka			medián		
	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Bolatice	11.0	8.3	4.6	8.4	3.7	3.8	10.5	8.8	2.65
Hřivice	4.5	5.9	3.0	2.8	2.8	2.7	4.3	6.0	1.46
Jablonné nad Orlicí	2.4	1.6	0.9	1.7	1.1	0.6	2.0	1.4	0.74
Příšov	6.0	6.8	3.2	4.0	3.5	2.4	6.5	7.1	2.45
Kuřimská Nová Ves	4.0	2.7	1.6	1.9	1.7	1.4	3.9	2.4	1.06
Černýn	2.1	1.5	0.6	1.8	1.3	0.5	1.4	1.0	0.44
Košíky	4.8	3.2	1.7	3.6	2.1	1.1	4.1	2.5	1.47
Bochovice	3.1	1.8	1.2	2.7	1.3	1.1	2.0	1.9	0.93
VŠECHNY STANICE	4.7	4.0	2.1	3.4	2.2	1.7	4.3	3.9	1.4

Tab. 2 Základní statistické charakteristiky hodnot koncentrací PM₁₀ během zimních sezón 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020

Koncentrace PM ₁₀	aritmetický průměr			směrodatná odchylka			medián		
	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Bolatice	51.1	44.1	23.8	35.0	17.4	13.5	43.0	47.1	16.6
Hřivice	32.8	36.8	23.0	17.5	15.2	12.1	26.7	33.2	21.1
Jablonné nad Orlicí	25.4	22.5	12.7	12.3	6.6	3.7	20.3	23.8	12.8
Příšov	30.2	31.3	17.8	14.0	11.9	7.2	28.8	32.7	18.8
Kuřimská Nová Ves	29.5	29.9	17.9	11.4	12.3	7.3	30.7	31.6	18.2
Černýn	23.5	22.4	11.6	16.5	9.7	5.3	20.5	22.9	11.1
Košíky	37.1	33.8	18.8	19.3	13.0	6.6	35.2	33.0	17.7
Bochovice	27.6	30.2	14.7	13.8	18.0	3.6	27.5	27.1	15.2
VŠECHNY STANICE	32.1	31.4	17.5	17.5	13.0	7.4	29.1	31.4	16.4

Tab. 3 Základní statistické charakteristiky hodnot poměrů koncentrací BaP a PM₁₀ během zimních sezón 2017/2018, 2018/2019 a 2019/2020

Poměry BaP / PM ₁₀	aritmetický průměr			směrodatná odchylka			medián		
	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Bolatice	0.21	0.19	0.17	0.07	0.07	0.08	0.21	0.19	0.17
Hřivice	0.14	0.16	0.12	0.05	0.05	0.06	0.12	0.16	0.10
Jablonné nad Orlicí	0.09	0.08	0.07	0.05	0.05	0.03	0.10	0.06	0.07
Příšov	0.25	0.24	0.18	0.24	0.24	0.09	0.18	0.24	0.16
Kuřimská Nová Ves	0.14	0.10	0.08	0.07	0.07	0.04	0.12	0.09	0.08
Černýn	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.05	0.03
Košíky	0.13	0.10	0.09	0.06	0.06	0.05	0.10	0.09	0.08
Bochovice	0.10	0.07	0.08	0.08	0.08	0.06	0.08	0.07	0.07
VŠECHNY STANICE	0.14	0.13	0.11	0.08	0.08	0.06	0.12	0.12	0.09

⁷ Základní statistické charakteristiky jsou spočteny ze dnů, ve kterých byly měřeny jak koncentrace BaP, tak suspendovaných částic PM₁₀, přičemž koncentrace BaP jsou měřeny v třídním intervalu.

3 Modelové hodnocení dopadů 1. a 2. kola kotlíkových dotací na kvalitu ovzduší

3.1 Metodika

3.1.1 Výpočet emisí z lokálního vytápění

3.1.1.1 Výchozí stav - rok 2015

Pro výpočet a vyhodnocení dopadu kotlíkových dotací byl zvolen rok 2015 jako referenční rok. V tomto roce se spustila první vlna kotlíkových dotací, při kterých bylo možné provést výměnu starého neekologického kotle za nový, který splňoval přísnější parametry emisních limitů a účinnosti, případně za jiný zdroj energie.

Emise za rok 2015 byly vypočítány modelem využívaným k inventarizaci emisí z domácností pro celou ČR na úrovni základních územních jednotek (ZÚJ). Základní podkladová data tvoří výsledky ze sčítání lidu, domů a bytů (SLDB) 2011 a šetření ENERGO 2015 (ČSÚ 2017). Každý rok se aktualizují údaje o počtu bytů a jejich způsobu vytápění, parametry paliv, podíl spotřebovaného paliva dle typu konstrukce kotle a klimatické podmínky za daný rok vyjádřené počtem denostupňů.

Model je založen na bottom-up principu, ve kterém se ze vstupních údajů (počet bytů, způsob vytápění, zateplení bytu, měrná potřeba tepla na byt, počet denostupňů) počítá spotřeba tepla a konkrétního druhu paliva na jeden průměrný byt. Následně se za použití emisních faktorů pro daný typ paliva a konstrukci spalovacího zařízení vypočítají emise znečišťujících látek (ZL) po palivech. Podrobný popis metodiky výpočtu včetně použitých emisních faktorů a účinnosti kotlů je dostupný Modlík et al. (2017). Pro výpočet emisí byly použity emisní faktory při jmenovitém a sníženém tepelném výkonu kotle v poměru 15/85, které reflektují odhadovaný provoz kotlů v průběhu roku (tj. 85 % času jsou provozovány na snížený výkon, ve zbylém čase na jmenovitý). Tento předpoklad je v souladu se Směrnicí o Ekodesignu 2009/125/ES (Ekodesign 2009).

3.1.1.2 Změny emisí v důsledku kotlíkových dotací

Pro vyčíslení efektu výměny kotlů v rámci dotačního programu kotlíkové dotace byla použita anonymizovaná data z první a druhé výzvy reprezentující stav k 17. 1. 2020. V době zpracování nebyly podklady ze třetí výzvy k dispozici.

Efekt výměny kotlů byl počítán pro každou žádost zvlášť jako rozdíl emisí před a po výměně v dané lokalitě. Aby mohly být výsledky aplikovány a porovnány s emisemi z modelového výpočtu za rok 2015, byla potřeba tepla na jednotku bytu počítána z podkladů z modelu za rok 2015. Z anonymizovaných dat byly pro vyhodnocení využity údaje o lokaci, kde proběhla výměna (ZÚJ), konstrukci nahrazovaného kotle, používaném palivu a podílu na pokrytí tepelné potřeby budovy, případně o dalším zdroji vytápění a o novém zdroji tepla. Do vyhodnocení byly zahrnuty všechny žádosti mimo ty, které byly ke dni aktualizace dat vyřazeny nebo vráceny (zařazeny žádosti se stavem administrace projektu: ukončena realizace, vydána smlouva o podpoře, zásobník projektů, žádost podána). Je tedy možné, že některé žádosti mohou být ještě z dotačního programu vyřazeny a jeho efekt tak bude nepatrně nižší.

Roční potřeba tepla

Pro vyhodnocení byla nejdříve u každé žádosti vypočtena roční potřeba tepla na byt. Parametry bytů (měrná potřeba tepla na vytápění bytů, podíl zateplených a nezateplených bytů, průměrná podlahová plocha bytu

v ZÚJ) byly převzaty z modelu pro výpočet emisí za rok 2015. Údaje o počtu denostupňů pro jednotlivé ZÚJ byly rovněž použity za rok 2015.

$$Q_{a,sf,j} = 0,0036 \cdot \sum_b (q_{m1,k} \cdot K_1 + q_{m2,k} \cdot K_2) \cdot P_j \cdot \frac{D21_{2015,j}}{D21N} \quad (1)$$

$Q_{a,sf,j}$	roční potřeba tepla na vytápění bytu při převažujícím způsobu vytápění pevnými palivy sf v ZÚJ j [GJ·rok ⁻¹]
$q_{m1,k}$	měrná potřeba tepla na vytápění nezateplených bytů v rodinných domech v kraji k [kWh·m ⁻² ·rok ⁻¹]
$q_{m2,k}$	měrná potřeba tepla na vytápění zateplených bytů v rodinných domech v kraji k [kWh·m ⁻² ·rok ⁻¹]
K_1	podíl nezateplených bytů při převažujícím způsobu vytápění pevnými palivy
K_2	podíl zateplených bytů při převažujícím způsobu vytápění pevnými palivy
P_j	průměrná podlahová plocha bytu v rodinných domech v ZÚJ j [m ²]
j	index základní územní jednotky
k	index krajů ČR
$D21_{2015,j}$	počet denostupňů v ZÚJ j v roce 2015 při vnitřní teplotě vzduchu 21 °C [D·K]
$D21N$	normál denostupňů [D·K]

Příprava dat - první výzva

V podkladech první výzvy kotlíkových dotací se u každé žádosti uváděla konstrukce nahrazovaného kotle (prohořivací, odhořivací, zplyňovací) a typ používaného paliva (černé uhlí, hnědé uhlí, biomasa). Dále mohl žadatel uvést i druhý a třetí zdroj vytápění (černé/hnědé uhlí, biomasa, zemní plyn, LPG, elektřina, solární energie), přičemž u každého z těchto zdrojů byl uveden podíl na pokrytí tepelné potřeby budovy.

U nahrazovaného kotle (hlavní zdroj vytápění) mohly být uvedeny dva typy používaného paliva, v těchto případech nebyl uveden poměr spotřeby paliv v nahrazovaném kotli. Pro výpočet spotřeby tepla bylo nutné znát podíl spotřeby jednotlivých typů paliv. Proto byl tento poměr pro účely výpočtu stanoven na základě žádosti o nový zdroj (A1–C), který měl nahradit původní kotel. Vycházelo se z předpokladu, že žadatel v žádosti o nový kotel na pevná paliva rozhoduje dle toho, jaký typ paliva převážně používal před výměnou. V případě, že žadatel uváděl jako používané palivo v nahrazovaném kotli biomasu a uhlí a zároveň žádal o nový zdroj typu A1 (kotel na uhlí), bylo stanoveno, že vytápěl z 80 % uhlím a z 20 % biomasou. Pokud žádal ve stejném případě o kotel na biomasu (A3), bylo stanoveno vytápění uhlím z 20 % a biomasou z 80 %. U ostatních žádostí (A2, B, C) byl poměr uhlí a biomasy stanoven na 1:1.

Tab. 4 Přehledová tabulka stanovení podílu spotřeby uhlí a biomasy v případě uvedení dvou typů paliv v nahrazovaném kotli, první výzva

označení	nový zdroj	uhlí [%]	biomasa [%]
A1	kotel na uhlí	80	20
A2	kotel na uhlí a biomasu	50	50
A3	kotel na biomasu	20	80
B	tepelné čerpadlo	50	50
C	plynový kotel	50	50

U všech výměn se počítalo se 100% pokrytím na tepelné potřeby budovy novým zdrojem, doplňkové zdroje vytápění nebyly uvažovány. V případě nového zdroje typu A1 (kotel na uhlí) byla veškerá potřeba tepla

na vytápění pokryta spalováním uhlí (černé a hnědé uhlí ve stejném poměru jako v uvedené žádosti), u zdroje typu A3 spalováním biomasou. Tepelná čerpadla byla ve výpočtu nahrazena nulovými emisemi a u plynových kotlů se počítalo s vytápěním zemním plynem. V případě nového zdroje typu A2 (kotel na uhlí a biomasu) byl ponechán původní poměr pevných paliv. Pokud žadatel uvedl, že před výměnou za kotel na uhlí a biomasu vytápěl pouze uhlím, bylo po výměně stanoveno vytápění z 80 % uhlím a z 20 % biomasou.

Příprava dat - druhá výzva

V podkladech druhé výzvy byla rovněž uvedena v každé žádosti konstrukce nahrazovaného kotle a nový zdroj vytápění. Údaje o používaných palivech byly v žádostech uvedeny v kategoriích palivové dřevo, černé uhlí, hnědé uhlí, zemní plyn, elektřina a jiné jako podíl na celkové spotřebě paliv. V případě kategorie paliva jiné byl pro účely výpočtu uvedený podíl paliva nahrazen jako mix dřevní biomasy a hnědouhelných briket (pro Moravskoslezský kraj koks) v poměru 1:1. Z takto doplněného mixu paliv se vypočítala spotřeba tepla na byt podle vzorce 2.

Spotřeba tepla dle typu paliva po výměně se počítala obdobně jako u první výzvy, tedy že nový zdroj pokrýval stejně jako v první výzvě 100 % tepelné potřeby budovy. Při výměně za kotel na biomasu a uhlí (A2) byly podíly pevných paliv ponechány, přičemž do spotřeby uhlí se sečetly podíly černého a hnědého uhlí, do biomasy se přičetly podíly ostatních uvedených typů paliv (palivové dřevo, zemní plyn, elektřina a jiné).

Spotřeba tepla

Spotřeba tepla se počítala na základě podílu spotřeby jednotlivých druhů paliv, roční potřeby tepla na vytápění bytu a průměrné tepelné účinnosti spalovacího zařízení.

$$M_{a,f} = \frac{P_f \cdot Q_{a,sf,j}}{\eta_{t,f}} \quad (2)$$

$M_{a,f}$	roční spotřeba tepla paliva f na vytápění bytu [GJ·rok ⁻¹]
P_f	podíl spotřeby paliva f na pokrytí tepelné potřeby budovy
$Q_{a,sf,j}$	roční potřeba tepla na vytápění bytu [GJ·rok ⁻¹]
f	index typu paliva
$\eta_{t,f}$	průměrná tepelná účinnost spalovacího zařízení t při spalování paliva f [%]

Výpočet emisí

Výsledné emise se počítaly jako součin vypočtené spotřeby paliva a příslušného emisního faktoru pro daný typ spalovacího zařízení pro každou znečišťující látku (ZL).

$$E_{ZL,j} = \frac{\sum_f M_{a,f} \cdot EF_{ZL,f,c}}{1000} \quad (3)$$

$E_{ZL,j}$	emise ZL na ZÚJ j [kg·rok ⁻¹]
$M_{a,f}$	roční spotřeba tepla paliva f na vytápění bytu [GJ·rok ⁻¹]
$EF_{ZL,f,c}$	emisní faktor ZL pro daný typ paliva f a konstrukci spalovacího zařízení c [g·GJ ⁻¹]

Pro výpočet emisí byly stejně jako u výchozího roku 2015 použity emisní faktory zohledňující předpoklad, že kotle budou v průběhu roku provozovány po 85 % času na snížený výkon a ve zbylém čase na jmenovitý výkon.

Celková změna emisí

Efekt výměny kotlů v rámci kotlíkových dotací byl vyčíslen jako množství emisí ZL, o které byly sníženy celkové emise těchto ZL v dané lokalitě na základě výměny kotlů z první a druhé výzvy.

$$E_{\text{efekt ZL},j} = \sum_f E_{\text{po ZL},f,j} - E_{\text{před ZL},f,j} \quad (4)$$

$E_{\text{efekt ZL},j}$	změna emisí dané ZL na ZÚJ j
$E_{\text{po ZL},f,j}$	emise po výměně kotle/zdroje pro danou ZL a typ paliva f na ZÚJ j
$E_{\text{před ZL},f,j}$	emise před výměnou kotle/zdroje pro danou ZL a typ paliva f na ZÚJ j

Pro vyhodnocení dopadu výměny kotlů v rámci kotlíkových dotací z první a druhé výzvy se výsledný efekt změny emisí daných ZL pro každou ZÚJ přičetl k emisím z roku 2015.

$$E_{\text{dopad ZL},j} = E_{2015 \text{ ZL},j} + E_{\text{efekt ZL},j} \quad (5)$$

Porovnáním s rokem 2015 se získal předpokládaný dopad kotlíkových dotací na snížení emisí jednotlivých ZL.

Emise pro výchozí stav nejsou s vyhodnoceným efektem výměn kotlů zcela korektně srovnatelné. Efektivita výměn kotlů se počítala z údajů pro každou žádost – bytovou jednotku – zvláště, zatímco vstupní data v modelu byly většinou průměrné údaje na byt na krajské, případně celorepublikové úrovni, vycházející z jiných podkladových materiálů.

3.1.2 Modelové hodnocení

Pro výpočet změn kvality ovzduší v důsledku 1. a 2. výzvy kotlíkových dotací byl použit chemický transportní model CAMx v5.4.1 (Ramnoll Environ, 2018), kterým byl namodelován výchozí stav pro referenční rok 2015 a následně stav se změněnými emisemi z lokálního vytápění (v1a2). Výsledné koncentrace byly stanoveny kombinací modelových výstupů a mapového hodnocení kvality ovzduší v roce 2015 uvedeného v grafické ročence ČHMÚ (ČHMÚ 2016) podle vzorce (6).

$$C_{\text{scénář}} = \frac{CAMx_{\text{scénář}}}{CAMx_{\text{ref}}} \cdot C_{\text{ref}} \quad (6)$$

kde C_{ref} je mapovaná imisní charakteristika (roční průměr, 36. nejvyšší denní koncentrace atd.) dle ročenky ČHMÚ (označovaná v obrázcích též jako ISKO) a $CAMx_{\text{scénář}}$, popř. $CAMx_{\text{ref}}$ je ta samá charakteristika spočtená modelem CAMx pro referenční rok, případně scénář (výhled 2025).

3.1.2.1 Parametry modelového výpočtu

Výpočetní oblast

Výpočet modelem CAMx napojeným na model ALADIN byl proveden na dvou výpočetních doménách: d01 zahrnovala oblast širší střední Evropy v rozlišení 14,1 x 14,1 km, d02 území České a Slovenské republiky v rozlišení 4,7 x 4,7 km.

Vstupní data - výchozí stav

Pro Českou republiku byly použity národní emise z databáze REZZO pro rok 2015 a dále emise ze silniční dopavy vycházející ze sčítání ŘSD v roce 2016 (aktualizace údajů o dopravě nejbližší roku 2015). Emise ze silniční dopavy připravila na základě smlouvy s ČHMÚ společnost ATEM - Ateliér ekologických

modelů, s. r. o. a zahrnují v sobě i resuspenzi prachu usazeného na vozovce, která činí naprostou většinu celkových emisí primárních částic. Byly zahrnuty i fugitivní emise z povrchové těžby (celá ČR), výroby koku, železa a oceli a jiných zdrojů (aglomerace CZ08A) a sléváren (celá ČR). Pro území Polska byly pro rok 2015 k dispozici detailní emisní vstupy poskytnuté úřady GIOS (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska) a KOBiZE (Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami) v rámci projektu LIFE-IP MAŁOPOLSKA získané v projektu LIFE-IP MAŁOPOLSKA. Pro Slovensko byly k dispozici detailní emise z lokálního vytápění. Emise z lokálního vytápění pro Českou republiku a Slovensko byly spočteny za předpokladu, že kotle jsou po 15 % času provozovány na jmenovitý výkon a po zbytek času na snížený výkon, znamenající nedokonalé spalování a zvýšené emise. Mimo výše uvedené oblasti a pro ostatní sektory, než SNAP 2 na území Slovenska byl využit inventář CAMS European anthropogenic emissions v1.1 – Air pollutants pro rok 2015 (Kuenen et al. 2014; Granier et al. 2012). Evropské emise benzo[a]pyrenu byly připraveny J. Bieserem v rámci projektu LIFE-IP MAŁOPOLSKA. Biogenní emise byly vypočteny modelem MEGAN v2.1 (Guenther et al. 2012). Emise byly zpracovány procesorem FUME (Benešová et al. 2018). Okrajové podmínky převzaty z globální předpovědi ECMWF CAMS IFS (ECMWF 2020).

Meteorologické vstupy odpovídaly roku 2015 a byly připraveny 6hodinovým asimilačním cyklem modelu ALADIN (analýza situace v 0, 6, 12 a 18 UTC následovaná předpovědí na nejbližších 6 hodin). Horizontální rozlišení modelu ALADIN je 4,7 x 4,7 km.

3.1.2.2 Validace modelu pro referenční rok

Legislativní požadavky na přesnost modelových výstupů jsou uvedeny v příloze č. 1 vyhlášky 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích (dále Vyhláška). V případě průměrných ročních koncentrací je povolena maximální nejistota 50 % u částic PM₁₀ a PM_{2,5}, 30 % u NO₂ a 60 % u benzo[a]pyrenu. Maximální nejistota průměrných denních koncentrací PM₁₀ není stanovena. Tato nejistota je definována jako „maximální odchylka naměřených a vypočítaných úrovní koncentrace na 90 % jednotlivých měřicích míst za příslušné období ve vztahu k imisnímu limitu, přičemž se nebere v úvahu časové rozvržení událostí. Nejistota u modelování se považuje za platnou v oblasti příslušného imisního limitu. Stacionární měření, jež je třeba zvolit pro porovnání s výsledky modelování, musí být reprezentativní pro rozsah modelované situace“. Vyhláška ani směrnice 50/2008/EC neobsahuje vzorec pro výpočet takto definované nejistoty. V technické zprávě Evropské agentury pro životní prostředí (EEA Technical report No 10/2011)⁸ byl proto navržen vztah pro její výpočet:

$$RDE = |C_{model} - C_{měření}| / LV \cdot 100, \quad (7)$$

kde C je modelovaná, resp. naměřená průměrná roční koncentrace a LV je hodnota ročního imisního limitu. Jak bylo řečeno výše, tato nejistota musí být menší, než požadovaná mez, na 90 % stanic.

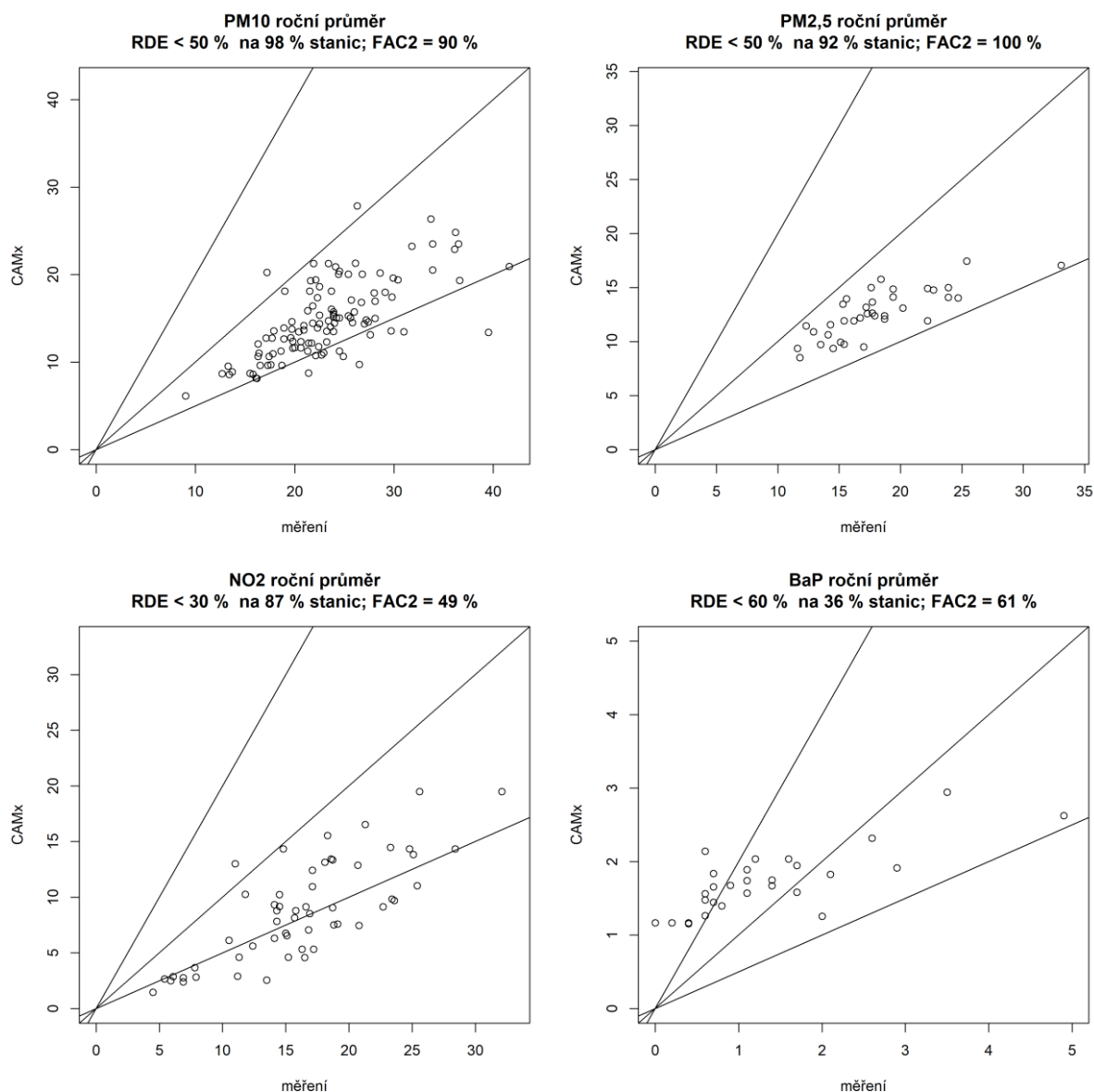
Níže uvedené srovnání je provedeno pro výstupy modelu CAMx v doméně d02. Modelované koncentrace tedy odpovídají průměrné koncentraci v buňce o horizontálních rozměrech 4,7 x 4,7 km a s výšce cca 50 m. V Tab. 5 shrnujeme, kolik stanic splňuje požadavek na RDE a také kolik modelových hodnot se nachází v rámci faktoru dvou ($FAC2$) od měřených hodnot (tj. v rozmezí poloviny a dvojnásobku měření). Vzhledem k horizontálnímu rozlišení modelu CAMx (4,7 km) je směřodlatné jeho srovnání s hodnotami naměřenými na pozadových stanicích. Pro úplnost ale uvádíme i výsledky při zahrnutí všech stanic s platným ročním průměrem v roce 2015. Legislativní požadavek je splněn u průměrných ročních

⁸ The application of models under the European Union's Air Quality Directive: A technical reference guide. EEA Technical report No 10/2011. ISBN 978-92-9213-223-1, ISSN Technical report series 1725-2237, doi:10.2800/80600. WWW: <https://www.eea.europa.eu/publications/fairmode>

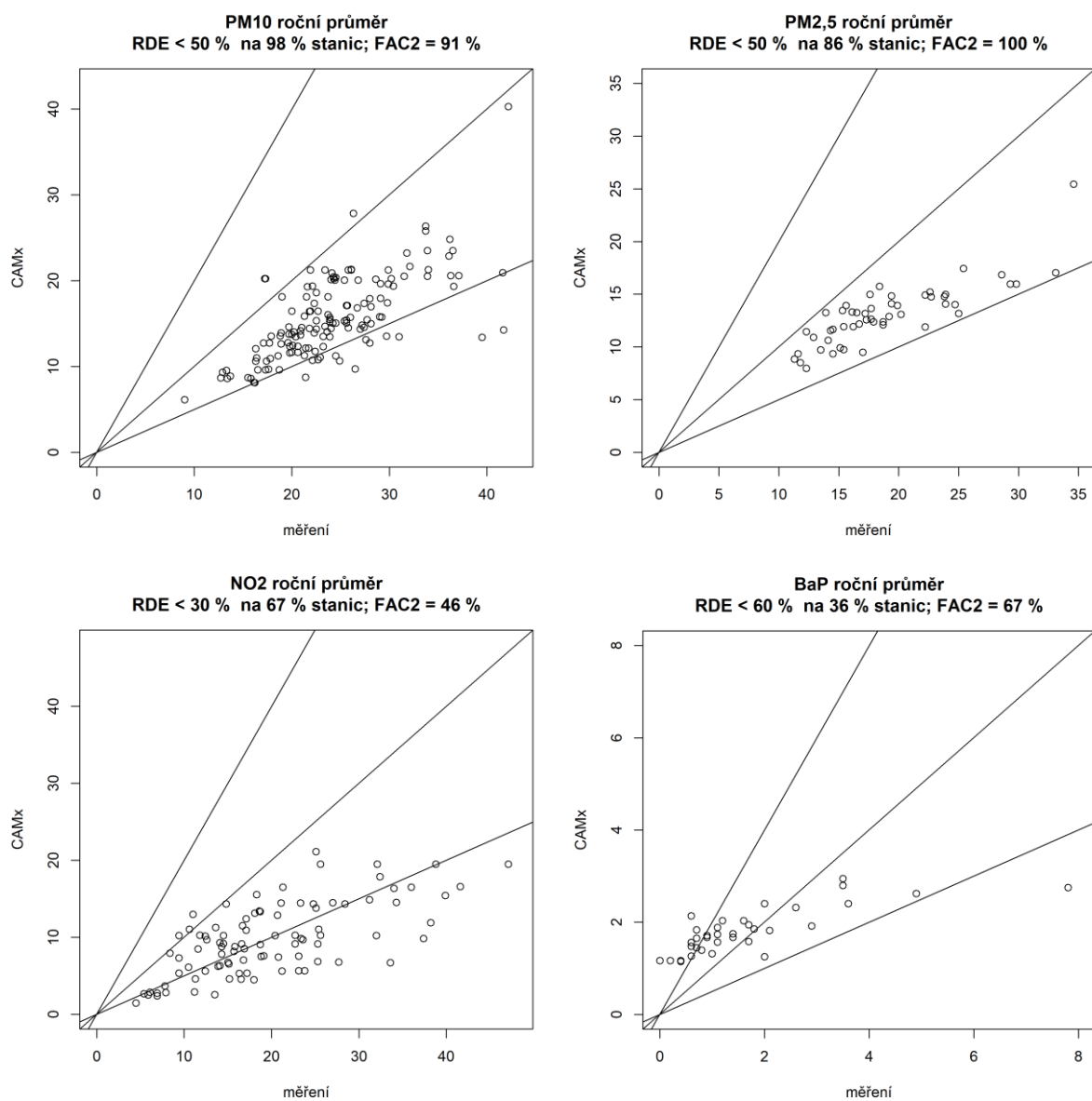
koncentrací PM₁₀ (požad'ové i všechny typy), PM_{2,5} (požad'ové). Téměř je splněn u průměrných ročních koncentrací NO₂ na požad'ových stanicích. Splněn není u benzo[a]pyrenu, jehož koncentrace jsou nadhodnocovány (viz obrázky níže). To vyplývá ze zahrnutí benzo[a]pyrenu jako pasivní znečišťující látky, ale i z velké nejistoty na straně emisí. U výpočtu RDE u PM_{2,5} byla použita hodnota imisního limitu 20 μg·m⁻³. Rozptylové diagramy jsou na Obr. 26 a Obr. 27.

Tab. 5 Průměrné roční koncentrace PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ a benzo[a]pyrenu v roce 2015 - srovnání modelu CAMx s hodnotami naměřenými na stanicích v databázi ISKO ČHÚ.

Typ stanice	PM ₁₀		PM _{2,5}		NO ₂		B[a]P	
	požad'ové	všechny	požad'ové	všechny	požad'ové	všechny	požad'ové	všechny
RDE < mez [% stanic]	98	98	92	86	87	67	36	36
FAC2 [% stanic]	90	91	100	100	49	46	61	67



Obr. 26 Rozptylové grafy (scatterploty) pro průměrné roční koncentrace na pozadových českých stanicích v databázi ISKO v roce 2015. Měření na horizontální, model na vertikální ose. Jednotky $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (u benzo[a]pyrenu $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$). Vykresleny jsou čáry vymežující faktor dvou (tj. oblast mezi polovinou a dvojnásobkem měřených hodnot).



Obr. 27 Rozptylové grafy (scatterploty) pro průměrné roční koncentrace na všech českých stanicích v databázi ISKO v roce 2015. Měření na horizontální, model na vertikální ose. Jednotky $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (u benzo[a]pyrenu $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$). Vykresleny jsou čáry vymežující faktor dvou (tj. oblast mezi polovinou a dvojnásobkem měřených hodnot).

3.2 Výsledky

3.2.1 Počty vyměněných kotlů a změny emisí

Celkové počty výměn kotlů financovaných z dotačních titulů jsou uvedeny v Tab. 6 a pro projektové lokality v Tab. 7. Obr. 28 pak dává informaci o prostorovém rozložení výměn během 1. a 2. výzvy. Změny celorepublikových emisí z lokálního vytápění ve vztahu k výchozímu roku 2015 jsou uvedeny v Tab. 8. Informaci o tom, v jakém rozmezí se pohybovaly počty výměn a relativní změny emisí na úrovni ZUJ dává Tab. 9. Celkové počty výměn z dotačních titulů a relativní změny emisí z lokálního vytápění v projektových lokalitách jsou uvedeny v Tab. 10. Na Obr. 29 – Obr. 31 jsou pak v mapě uvedeny relativní změny emisí po 1. a 2. výzvě v jednotlivých ZUJ.

Tab. 6 Celkový počet výměn zahrnutých do hodnocení a počet ZUJ s alespoň jednou výměnou (data platná k 17. 1. 2020)

	1. výzva	2. výzva	1. a 2. výzva
počet výměn	27 283	34 271	61 554
počet ZUJ z celkových 6 385 s alespoň jednou výměnou	4 850	4 987	5 687

Tab. 7 Počet vyměněných kotlů v rámci kotlíkových dotací v projektových lokalitách

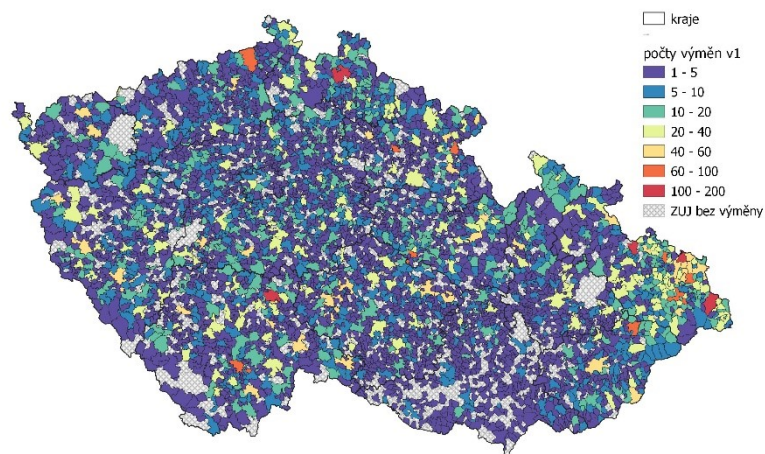
obec	počet výměn kotlů							Počet kotlů**	% výměn 2015–2020
	2015	2016	2017	2018	2019	2020*	celkem		
Bochovice (kraj Vysočina)	0	3	2	1	1	0	7	42	17
Bolatice (Moravskoslezský kraj)	0	18	21	39	41	31	150	1 405	11
Černíny (Středočeský kraj)	0	3	2	3	1	0	10	55	18
Hřivice (Ústecký kraj)	1	6	7	3	0	4	21	143	15
Jablonné nad Orlicí (Pardubický kraj)	1	17	17	20	8	2	65	1 209	5
Košíky (Zlínský kraj)	0	0	2	0	0	0	2	152	1
Kuřimská Nová Ves (Jihomoravský kraj)	0	0	0	1	0	0	1	46	2
Příšov (Plzeňský kraj)	0	4	1	3	1	1	10	135	7
Celkem	2	51	52	65	20	38	265	---	---

* neúplná data k 1. 9. 2020

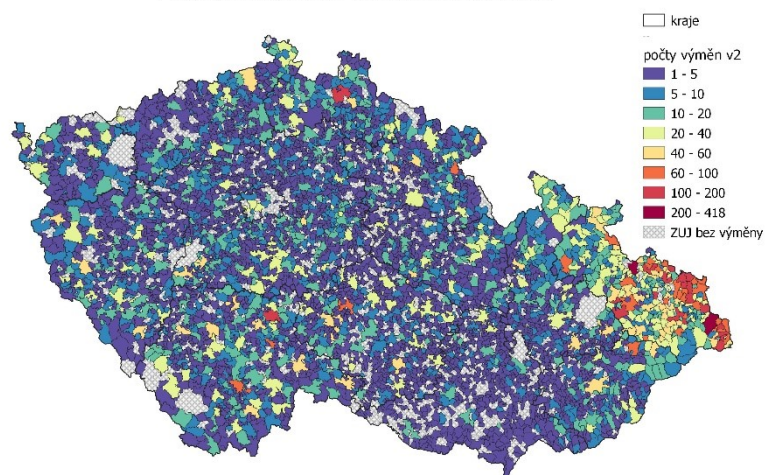
zdroj dat: MŽP

** počet adresních míst s nenulovým počtem bytů a vytápěných lokálním kotlem nevidovaným v REZZO 1 a 2 podle databáze adresních míst platné k 1. 1. 2019 (Adresní místa (MIDAS). WWW: https://www.czso.cz/csu/rso/vrstva_adresnich_mist)

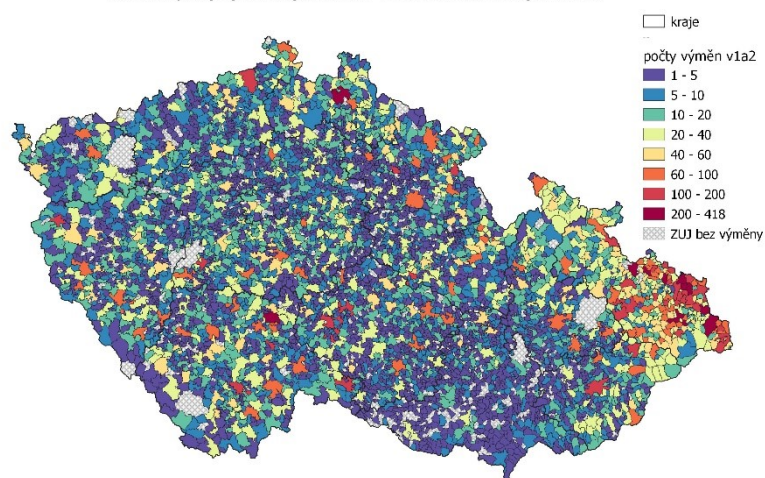
Počty vyměněných kotlů v 1. kole kotlíkových dotací



Počty vyměněných kotlů v 2. kole kotlíkových dotací



Celkové počty vyměněných kotlů v 1. a 2. kole kotlíkových dotací



Obr. 28 Počty vyměněných kotlů v ZUJ v 1. a 2. kole kotlíkových dotací

Tab. 8 Změny emisí z lokálního vytápění (celá ČR) v důsledku 1. a 2. výzvy kotlíkových dotací

	výchozí stav 2015 [t] nebo [kg]	změna po 1. kole výměn [t] nebo [kg]	změna po 2. kole výměn [t] nebo [kg]	celková změna po 1. a 2. kole [t] nebo [kg]	relativní změna po 1. kole výměn [%]	relativní změna po 2. kole výměn [%]	relativní celková změna po 1. a 2. kole [%]	celkové emise po 1. kole [t] nebo [kg]	celkové emise po 2. kole [t] nebo [kg]
As [kg]	361	- 1	- 9	- 10	-0,3	-2,4	-2,7	360	351
BaP [kg]	15 589	- 409	- 639	-1 048	-2,6	-4,1	-6,7	15 180	14 541
BC [t]	4 896	- 144	- 207	- 351	-2,9	-4,2	-7,2	4 752	4 545
BENZ [t]	256	- 7	- 12	- 19	-2,7	-4,8	-7,5	249	237
Cd [kg]	457	- 5	- 8	- 12	-1,0	-1,7	-2,7	453	445
CO [t]	717 034	-21 426	-26 438	-47 864	-3,0	-3,7	-6,7	695 609	669 170
Cr [kg]	2 529	- 39	- 63	- 103	-1,6	-2,5	-4,1	2 490	2 427
Cu [kg]	749	3	- 9	- 6	0,5	-1,2	-0,8	753	743
Hg [kg]	509	- 7	- 10	- 17	-1,4	-1,9	-3,3	502	492
CH ₄ [t]	26 914	- 339	- 586	- 925	-1,3	-2,2	-3,4	26 575	25 989
NH ₃ [t]	3 618	- 49	- 50	- 98	-1,3	-1,4	-2,7	3 569	3 519
Ni [kg]	411	- 5	- 10	- 14	-1,1	-2,3	-3,4	407	397
NMVOOC [t]	200 764	-6 068	-7 900	-13 968	-3,0	-3,9	-7,0	194 696	186 796
NO ₂ [t]	433	0	- 2	- 2	-0,1	-0,4	-0,5	433	431
NO _x [t]	8 631	- 6	- 37	- 43	-0,1	-0,4	-0,5	8 625	8 588
OC [t]	29 289	- 962	-1 431	-2 394	-3,3	-4,9	-8,2	28 327	26 896
Pb [kg]	1 151	- 8	- 29	- 37	-0,7	-2,6	-3,2	1 143	1 113
PM ₁₀ [t]	63 377	-2 045	-3 026	-5 071	-3,2	-4,8	-8,0	61 332	58 306
PM _{2,5} [t]	62 116	-2 009	-2 975	-4 983	-3,2	-4,8	-8,0	60 107	57 132
Se [kg]	215	- 3	- 8	- 11	-1,2	-3,7	-5,0	212	204
SO ₂ [t]	17 373	- 4	- 8	- 12	0,0	0,0	-0,1	17 369	17 361
TSP [t]	68 424	-2 227	-3 303	-5 530	-3,3	-4,8	-8,1	66 197	62 894
Zn [kg]	3 746	- 19	- 72	- 91	-0,5	-1,9	-2,4	3 727	3 655

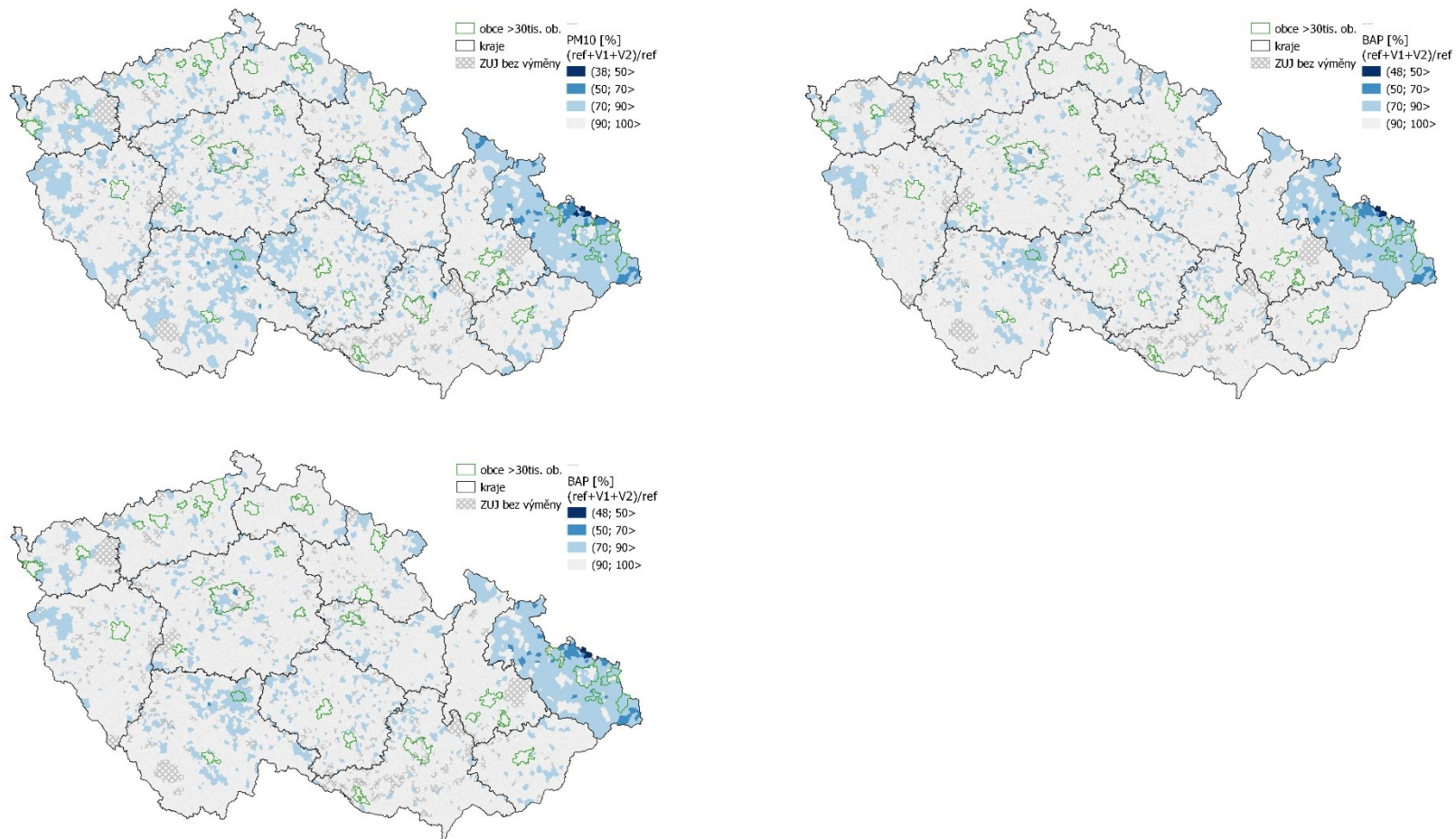
Tab. 9 Počty vyměněných kotlů a relativní změny emisí z lokálního vytápění [%] v důsledku 1. a 2. výzvy kotlíkových dotací – rozmezí změn v jednotlivých ZUJ

	1. výzva					2. výzva					1. a 2. výzva				
	min	Q _{0,1}	Q _{0,5}	Q _{0,9}	max	min	Q _{0,1}	Q _{0,5}	Q _{0,9}	max	min	Q _{0,1}	Q _{0,5}	Q _{0,9}	max
počet výměn	1	1	3	12	121	1	1	3	15	298	1	1	5	23	418
As	-36	-3	0	3	28	-42	-7	-2	1	32	-44	-8	-2	2	32
BAP	-40	-6	-2	-1	0	-45	-8	-3	-1	0	-52	-12	-5	-2	0
BC	-48	-7	-3	-1	0	-43	-9	-3	-1	0	-49	-13	-6	-2	0
BENZ	-43	-6	-2	-1	0	-52	-9	-3	-1	0	-59	-13	-5	-2	0
Cd	-25	-3	-1	0	1	-50	-4	-1	0	2	-52	-6	-2	0	2
CO	-35	-7	-3	-1	0	-43	-8	-3	-1	0	-44	-13	-6	-2	0
Cr	-39	-5	-1	0	3	-48	-7	-2	0	2	-50	-9	-3	0	3
Cu	-20	-2	0	4	23	-33	-4	-1	2	18	-35	-4	0	4	25
Hg	-20	-4	-1	0	1	-39	-5	-2	0	1	-41	-7	-3	-1	1
CH ₄	-18	-3	-1	0	0	-29	-5	-2	0	1	-30	-7	-3	0	1
NH ₃	-20	-4	-1	0	6	-38	-4	-1	0	7	-40	-6	-2	0	7
Ni	-21	-3	-1	0	6	-37	-5	-2	0	6	-39	-7	-2	0	6
NMVOG	-34	-7	-3	-1	0	-39	-8	-3	-1	0	-43	-13	-6	-2	0
NO ₂	-14	-2	0	2	14	-22	-2	0	2	20	-22	-3	0	3	20
NO _x	-14	-2	0	2	15	-22	-2	0	2	20	-22	-3	0	3	20
OC	-63	-8	-3	-1	0	-47	-10	-4	-1	0	-65	-15	-6	-2	0
Pb	-30	-3	-1	2	18	-35	-6	-2	1	23	-35	-8	-2	2	23
PM ₁₀	-60	-7	-3	-1	0	-46	-10	-4	-1	0	-62	-15	-6	-2	0
PM _{2,5}	-61	-7	-3	-1	0	-47	-10	-4	-1	0	-62	-15	-6	-2	0
Se	-28	-4	-1	1	10	-45	-7	-2	0	7	-51	-9	-3	0	11
SO ₂	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
TSP	-62	-8	-3	-1	0	-47	-10	-4	-1	0	-63	-15	-6	-2	0
Zn	-23	-3	0	2	15	-31	-5	-1	1	22	-32	-6	-2	1	22

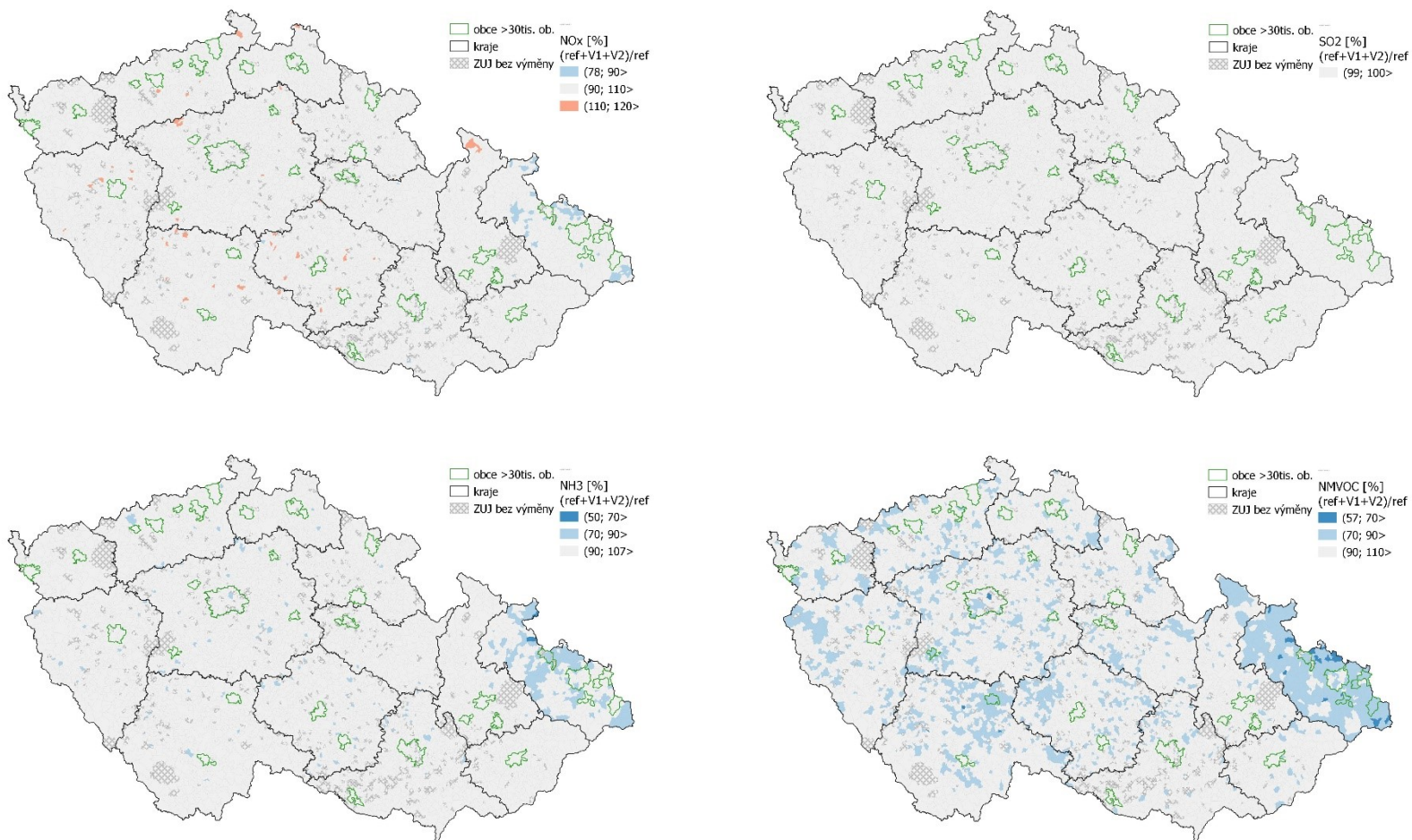
Pozn.: řádky v daném sloupci mohou odpovídat různým ZUJ.

Tab. 10 Celkové relativní změny emisí z lokálního vytápění v důsledku 1. a 2. výzvy kotlíkových dotací v projektových lokalitách

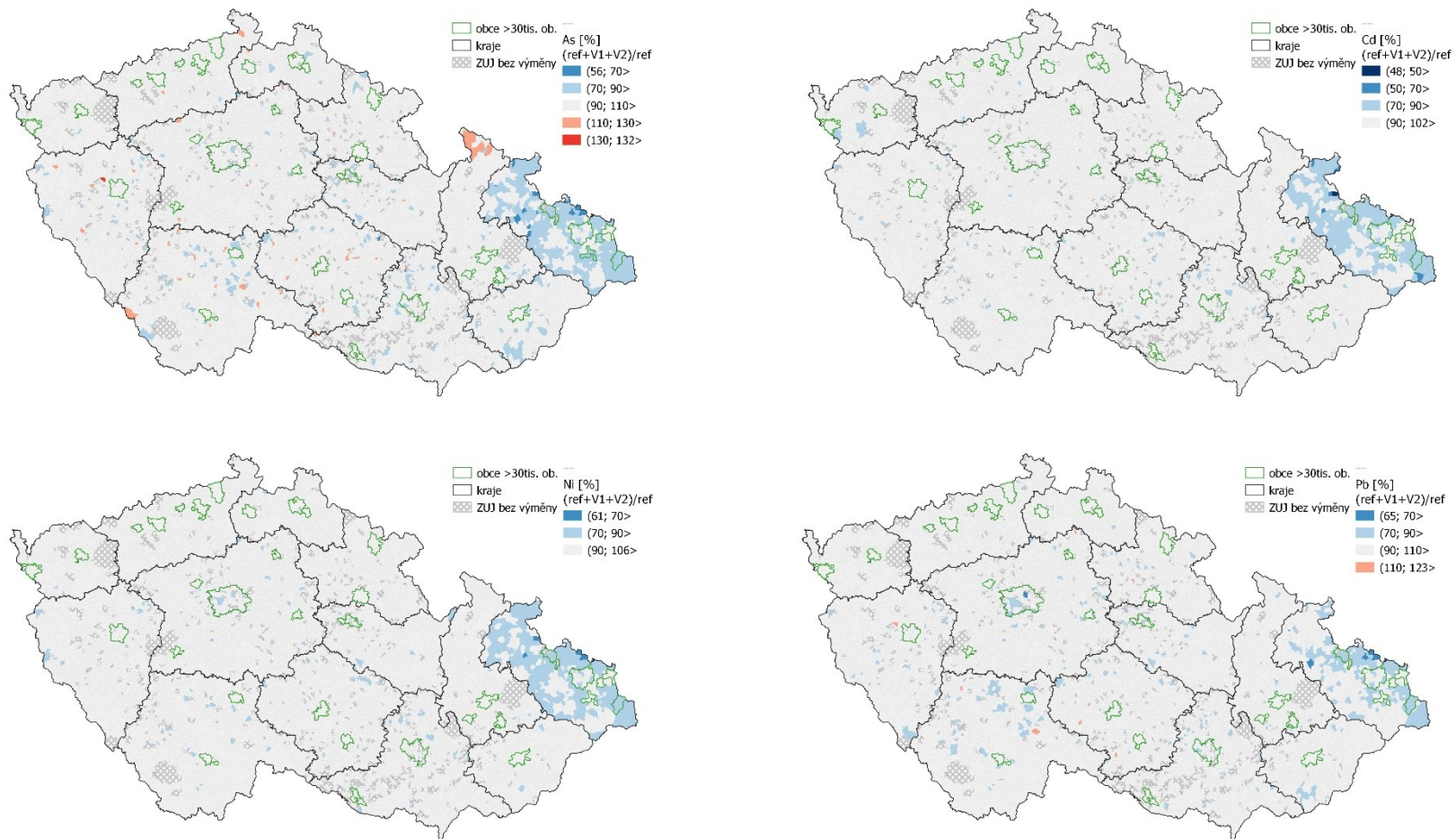
ZUJ	Bolatice	Černíný	Hřivice	Příšov	Jablonné nad Orlicí	Bochovice	Košíky	Kuřimská Nová Ves
Kód ZUJ	506214	534013	566217	567086	580376	590347	592307	595985
celkový počet výměn	145	8	17	9	65	7	2	1
As	-25	0	1	3	-6	1	-2	-2
BAP	-35	-5	-8	-8	-14	-9	-3	-2
BC	-33	-5	-9	-10	-15	-12	-3	-2
BENZ	-42	-4	-7	-6	-16	-8	-3	-3
Cd	-13	-1	-2	-2	-4	0	-3	0
CO	-24	-6	-9	-12	-15	-14	-2	-3
Cr	-18	-2	-7	-4	-6	-4	-3	0
Cu	-15	2	3	8	1	6	-2	-1
Hg	-10	-3	-5	-5	-7	-6	-2	-1
CH ₄	-18	-2	-4	-3	-7	-5	-1	-3
NH ₃	-11	-1	-3	-2	-5	-5	-2	-2
Ni	-20	-1	-3	-1	-6	-3	-2	-1
NMVOC	-28	-6	-9	-12	-16	-13	-2	-3
NO ₂	-10	3	1	7	0	4	-1	-2
NO _x	-10	3	1	7	0	4	-1	-2
OC	-39	-6	-9	-10	-17	-13	-3	-2
Pb	-26	0	0	1	-8	-2	0	-4
PM ₁₀	-38	-6	-9	-10	-17	-13	-3	-2
PM _{2,5}	-38	-6	-9	-10	-17	-13	-3	-2
Se	-37	-1	-2	1	-8	0	-3	-3
SO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0
TSP	-38	-6	-9	-10	-17	-13	-3	-2
Zn	-19	-1	-1	0	-5	0	0	-3



Obr. 29 Emise primárních částic PM₁₀, PM_{2,5} a benzo[a]pyrenu z lokálního vytápění po 1. a 2. výzvě kotlíkových dotací (referenční rok 2015 je 100 %).



Obr. 30 Emise prekurzorů suspendovaných částic z lokálního vytápění po 1. a 2. výzvě kotlíkových dotací (referenční rok 2015 je 100 %).



Obr. 31 Emise těžkých kovů z lokálního vytápění po 1. a 2. výzvě kotlíkových dotací (referenční rok 2015 je 100 %).

3.2.2 Změny koncentrací

Mapy koncentrací pro referenční rok 2015, pro výhled po 2. kole kotlíkových dotací (pokud by se ostatní emise neměnily) a změny koncentrací vyjádřené jako procento imisního limitu jsou na Obr. 32 – Obr. 36.

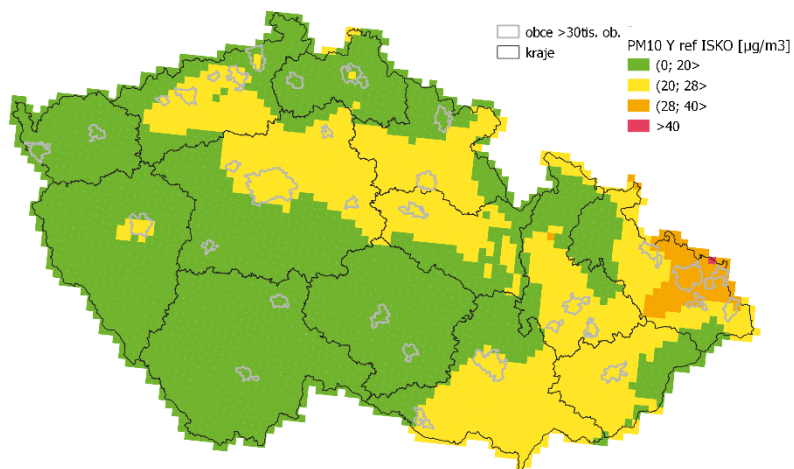
Průměrná roční koncentrace PM_{10} by v důsledku 1. a 2. kola kotlíkových dotací poklesla na většině území o 1–4 % imisního limitu, tj. o 0,4–1,6 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Obr. 32). Pokles v případě 36. nejvyšší denní koncentrace je výraznější a na velké části území aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek a ve východní polovině okresu Opava se pohybuje mezi 5–10 % imisního limitu (2–4 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

Průměrná roční koncentrace $PM_{2,5}$ by v důsledku 1. a 2. kola kotlíkových dotací poklesla na většině území o 1–5 % imisního limitu (0,2–1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, Obr. 34). Na velké části území aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek a ve východní polovině okresu Opava činil pokles 5–8 % imisního limitu (1–1,6 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

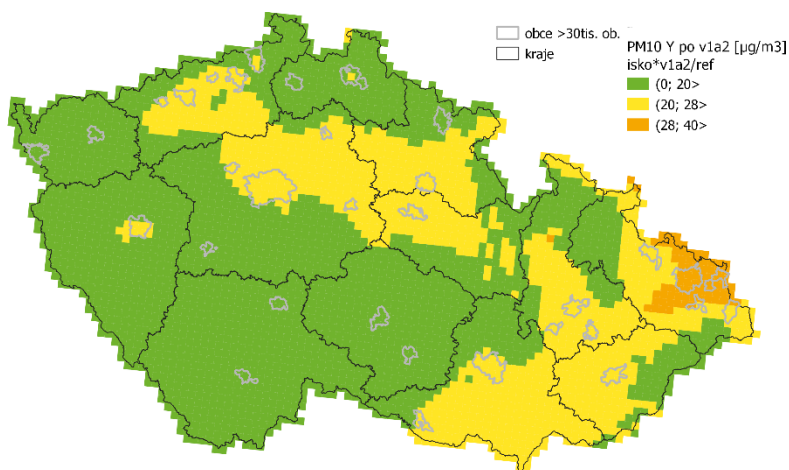
Průměrná roční koncentrace benzo[*a*]pyrenu by v důsledku 1. a 2. kola kotlíkových dotací poklesla na většině území o 1–5 % imisního limitu (0,01–0,05 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$, Obr. 35). V převážné části zóny Moravskoslezsko a v některých obcích (Kladno, Příbram, část Prahy) byl pokles mezi 5–10 % a na v2t3in2 aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek se pohyboval mezi 20–37 % (0,2–0,37 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$).

Průměrná roční koncentrace NO_2 (Obr. 36) se v důsledku kotlíkových dotací výrazněji neměnila (vypočtená změna činila –0,1 – 0,8 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

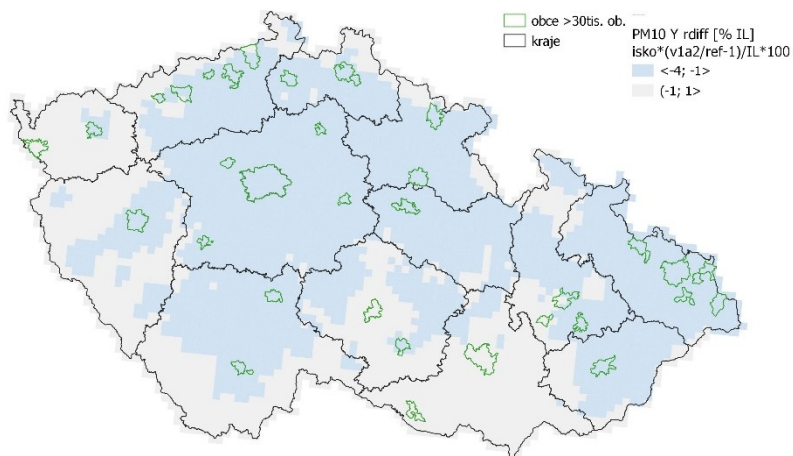
a)



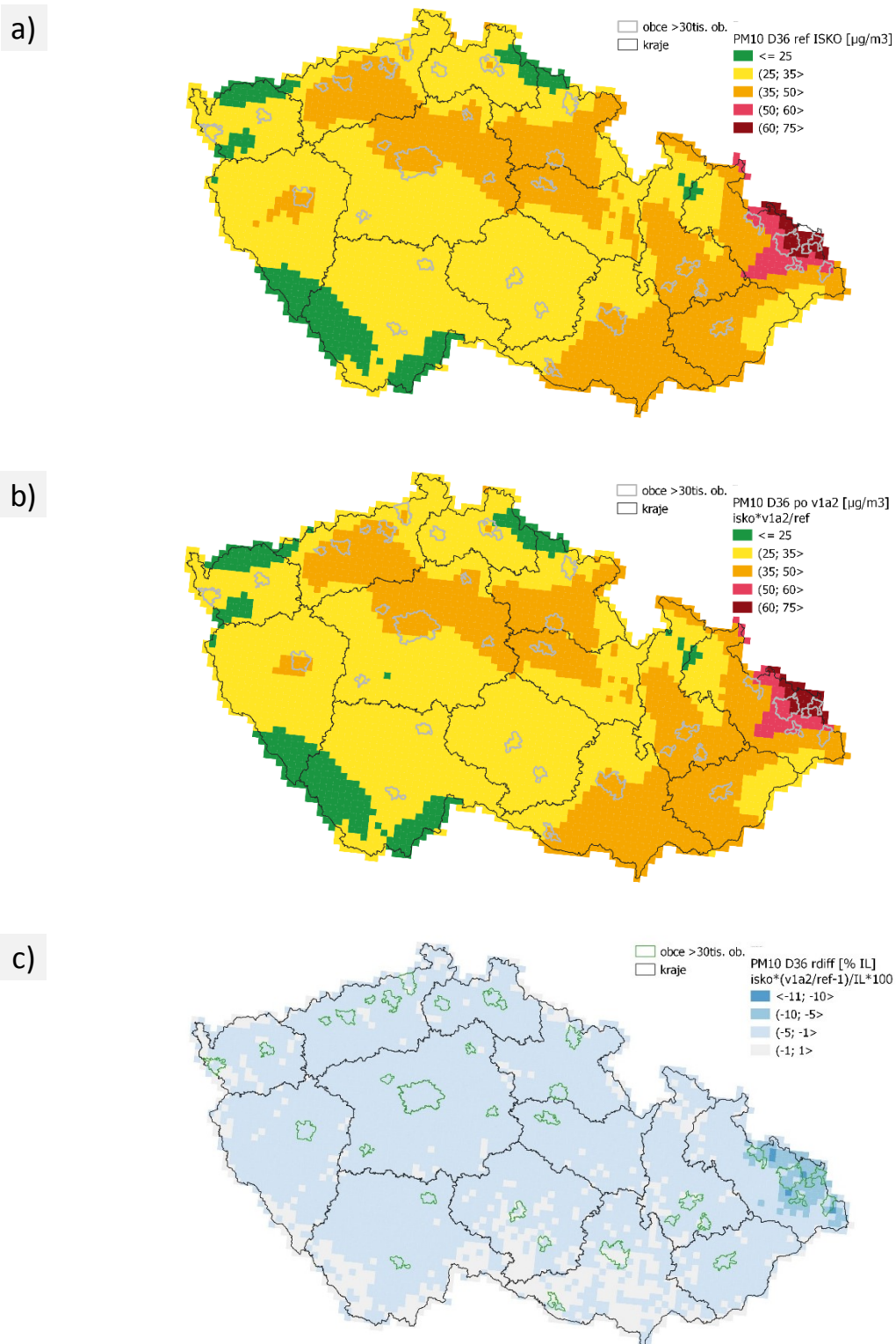
b)



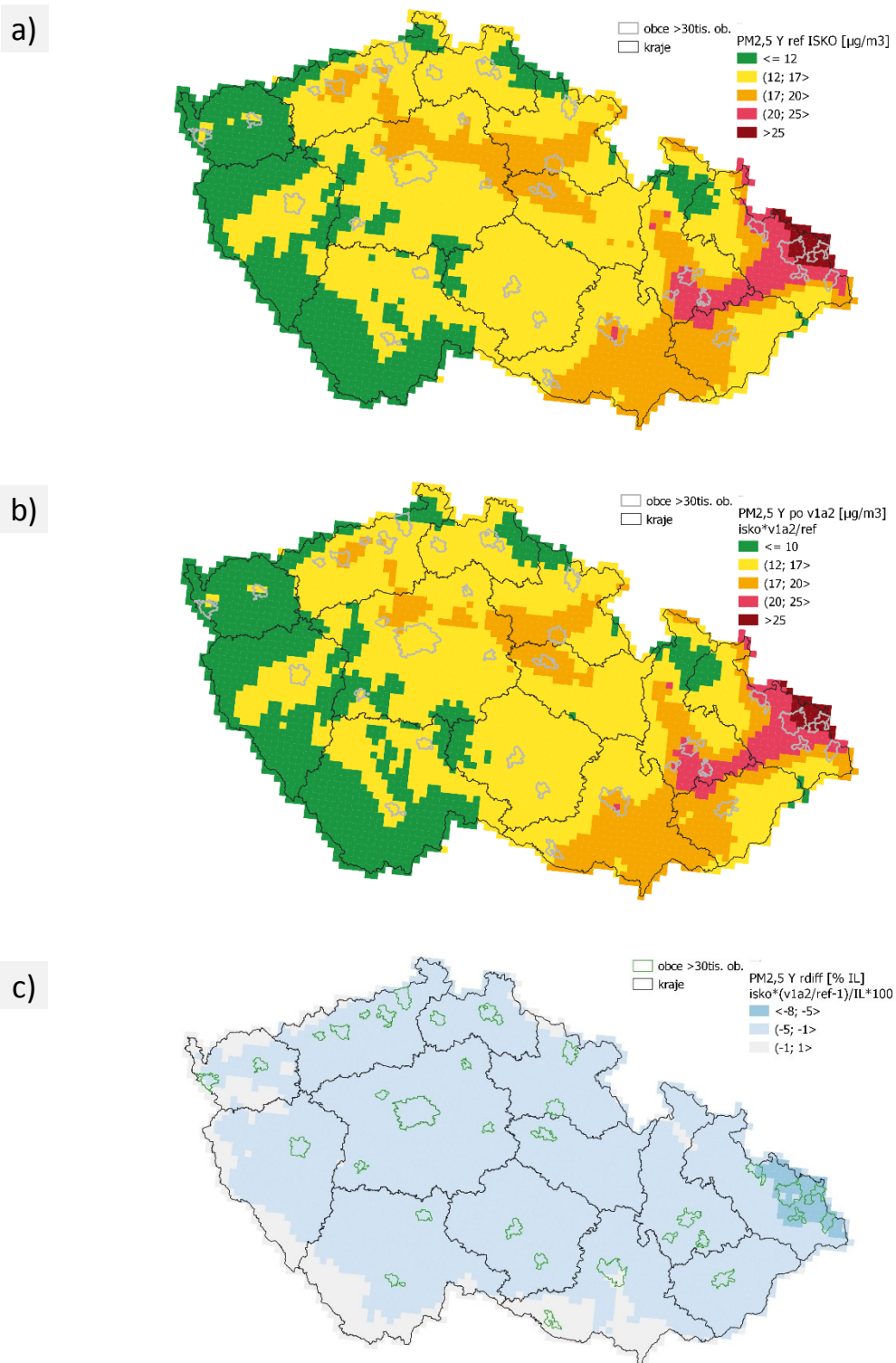
c)



Obr. 32 Roční průměr PM₁₀: referenční rok 2015 - mapa (ČHMÚ 2016) zprůměrovaná do gridu modelu CAMx (a), scénář, pokud by se emise z lokálního vytápění změnily v důsledku kotlíkových dotací (celkový efekt 1. a 2. výzvy) (b) a rozdíl scénář – referenční rok vyjádřený jako procento imisního limitu (c).

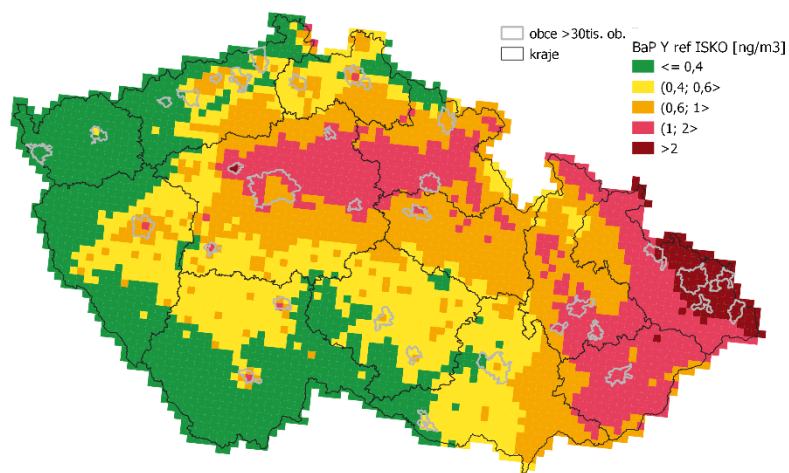


Obr. 33 36. nejvyšší denní průměr PM_{10} : referenční rok 2015 - mapa (ČHMÚ 2016) zprůměrovaná do gridu modelu CAMx (a), scénář, pokud by se emise z lokálního vytápění změnily v důsledku kotlíkových dotací (celkový efekt 1. a 2. výzvy) (b) a rozdíl scénář – referenční rok vyjádřený jako procento imisního limitu (c).

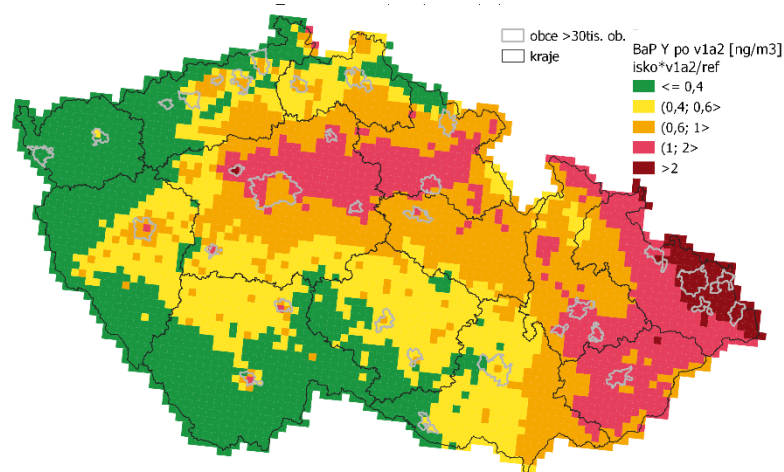


Obr. 34 Roční průměr $\text{PM}_{2,5}$: referenční rok 2015 - mapa (ČHMÚ 2016) zprůměrovaná do gridu modelu CAMx (a), scénář, pokud by se emise z lokálního vytápění změnily v důsledku kotlíkových dotací (celkový efekt 1. a 2. výzvy) (b) a rozdíl scénář – referenční rok vyjádřený jako procento imisního limitu (c).

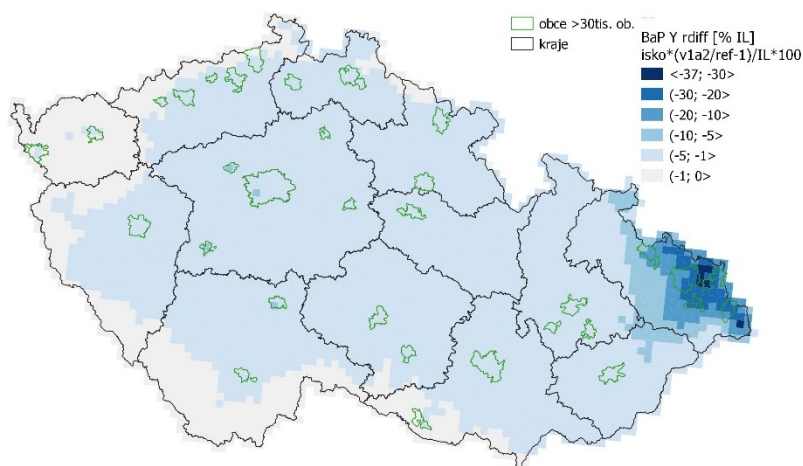
a)



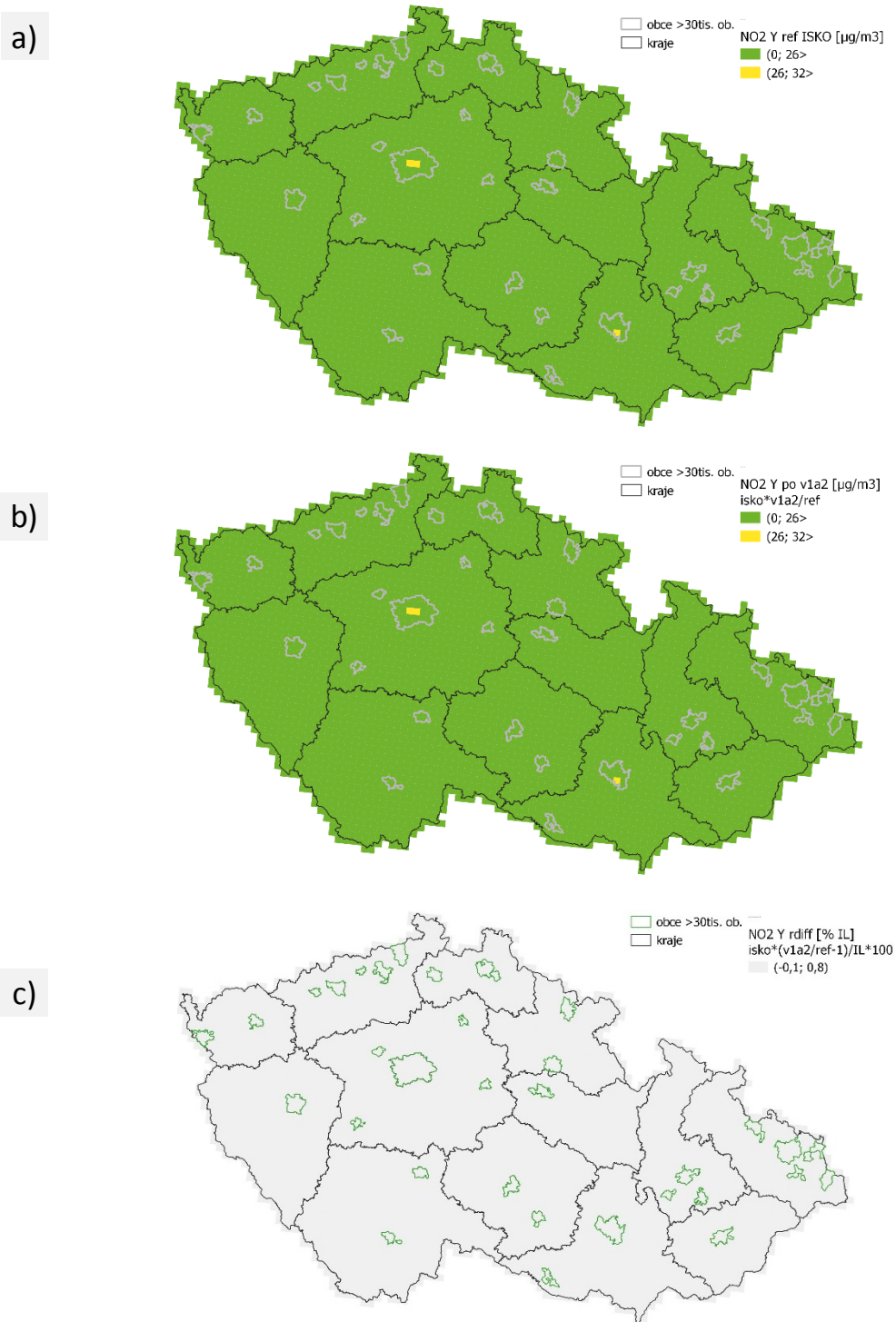
b)



c)



Obr. 35 Roční průměr benzo[a]pyrenu: referenční rok 2015 - mapa (ČHMÚ 2016) zprůměrovaná do gridu modelu CAMx (a), scénář, pokud by se emise z lokálního vytápění změnilы v důsledku kotlíkových dotací (celkový efekt 1. a 2. výzvy) (b) a rozdíl scénář – referenční rok vyjádřený jako procento imisního limitu (c).



Obr. 36 Roční průměr NO₂: referenční rok 2015 - mapa (ČHMÚ 2016) zprůměrovaná do gridu modelu CAMx (a), scénář, pokud by se emise z lokálního vytápění změnily v důsledku kotlíkových dotací (celkový efekt 1. a 2. výzvy) (b) a rozdíl scénář – referenční rok vyjádřený jako procento imisního limitu (c).

3.3 Diskuze

Modelové hodnocení je zatíženo několika druhy nejistot, zejména:

- v modelovém výpočtu nejsou zahrnuty všechny známé druhy emisí (např. resuspenze způsobená větrnou erozí) s výsledné změny koncentrací tak mohou být poněkud nižší;
- zahrnuté emise mohou být zatíženy různou mírou nejistoty a to jak z pohledu jejich celkové kvantifikace, tak z pohledy prostorového a časového rozpočtu. Vliv této nejistoty (i ve smyslu znaménka) je velmi obtížné určit;
- modelový výpočet byl proveden v rozlišení 4,7 km x 4,7 km. Skutečné koncentrace v lokálních hot-spotech tak mohou být vyšší, stejně tak jako změny koncentrací z důsledku obměny kotlů;
- výpočet byl proveden pro referenční rok 2015 a výsledné změny koncentrací v jiných letech s jinými meteorologickými podmínkami se tak budou lišit od uvedených výsledků.

Přesto je možné říci, že se kotlíkové dotace pozitivně projevily zejména v poklesu koncentrací benzo[*a*]pyrenu (zejména v oblasti severní Moravy), průměrné roční koncentrace suspendovaných částic PM_{2,5} a 36. nejvyššího denního průměru PM₁₀.

4 Závěr

Cílem vyhodnocení bylo zjistit, zda došlo ke změně resp. k žádoucímu poklesu koncentrací PM₁₀ a BaP po další etapě realizace opatření pro zlepšení kvality ovzduší v malých sídlech (výměna kotlů). Analýza byla provedena na základě naměřených koncentrací obou polutantů a modelovým hodnocením.

Na všech projektových lokalitách byl zaznamenán pokles koncentrací BaP i PM₁₀ a v zimní sezoně 2019/2020 byly naměřeny zatím nejnižší koncentrace těchto polutantů za hodnocené období (2017/2018–2019/2020). Pokračující pokles koncentrací BaP a PM₁₀ odpovídá příznivějším meteorologickým a rozptylovým podmínkám během zimní sezony 2019/2020 ve srovnání s podmínkami panujícími během zimní sezony 2017/2018 a 2018/2019 (Obr. 2 – Obr. 4), kdy v sezoně 2019/2020 byly zaznamenány vyšší teploty, více srážek a častější výskyt dobrých rozptylových podmínek (celorepublikové údaje). Extrémně příznivé meteorologické i rozptylové podmínky panovaly zejména v únoru 2020, kdy také byly na většině lokalit zaznamenány nejnižší koncentrace BaP a suspendovaných částic PM₁₀ (Obr. 15 – Obr. 22).

Pokračující pokles imisních koncentrací suspendovaných částic PM₁₀ a BaP lze rovněž přisoudit již realizovaným výměnám kotlů. Pokles emisí z lokálního vytápění indikují poklesy jak průměrných hodnot poměru BaP/PM₁₀, tak denních maximálních hodnot poměru BaP/PM₁₀. Za zimní sezonu byl pokles poměru zaznamenán na sedmi lokalitách z osmi (s výjimkou lokality Bochovice).

Nezanedbatelný pokles emisí a koncentrací suspendovaných částic a benzo[*a*]pyrenu dokládají i výsledky z modelového hodnocení.

Pokles koncentrací látek znečišťujících ovzduší lze tedy přisoudit kombinaci faktorů, a to zatím nejpříznivějším meteorologickým a rozptylovým podmínkám za hodnocené období 2017/2018–2019/2020 a již realizovaným opatřením pro zlepšení kvality ovzduší.

5 Literatura

- BENEŠOVÁ N. et al., 2018. New open source emission processor for air quality models. In Sokhi, R. et al. (eds) Proceedings of Abstracts 11th International Conference on Air Quality Science and Application. DOI: 10.18745/PB.19829. (pp. 27). WWW: <http://fume-ep.org>
- CAMS-REGv1.1-AP. WWW: <https://permalink.aeris-data.fr/CAMS-REGv1.1-AP>
- ČHMÚ, 2016. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2015. Dostupné on-line na http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/15groc/gr15cz/Obsah_CZ.html
- ČSÚ, 2017: Spotřeba paliv a energií v domácnostech. Český statistický úřad, Praha, 2017 [cit. 11.10.2020]. Dostupné on-line: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-paliv-a-energiu-v-domacnostech>
- ECMWF, 2020. CAMS Global archived analysis and forecast daily data. WWW: <https://confluence.ecmwf.int/pages/viewpage.action?pageId=56659592>
- GIANELLE, V., COLOMBI, C., CASERINI, S., OZGEN, S., GALANTE, S., MARONGIU, A., LANZANI, G., 2013. Benzo(a)pyrene air concentrations and emission inventory in Lombardy region, Italy. Atmospheric Pollution Research, 4, 257–266
- GRANIER C. et al., 2012. Report on the update of anthropogenic surface emissions, MACC-II deliverable report D_22.1
- GUENTHER A. B. et al., 2012. The Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature version 2.1 (MEGAN2.1): an extended and updated framework for modeling biogenic emissions. Geoscientific Model Development, vol. 5, p. 1471–1492. WWW: <http://www.geosci-model-dev.net/5/1471/2012/>
- KUENEN J. J. P. et al., 2014. TNO-MACC_II emission inventory; a multi-year (2003–2009) consistent high-resolution European emission inventory for air quality modelling. Atmospheric Chemistry and Physics, vol. 14, p. 10963–10976.
- MODLÍK, M., BUFKA, A., HOPAN, F., HORÁK, J., 2017. Metodika inventarizace emisí ze spalování paliv v domácnostech [online]. Technický dokument ČHMÚ [cit. 27. 7. 2020]. Dostupné z WWW: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/NovaMetodikaEBSpalovZdrojuVDomacnostech.pdf>
- Ramboll Environ, 2018: CAMx, Comprehensive Air Quality Model with Extensions. WWW: www.camx.com
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES ze dne 21. října 2009 o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie (Text s významem pro EHP).

6 Přílohy

Přílohou zprávy je soubor *10_V3_3 Souhrnná zpráva za oblast 3_PZKO_PRILOHA_zmeny_emisi_jednotlive_vymeny.xlsx* s vyčíslením změn emisí pro jednotlivé výměny v rámci 1. a 2. kola kotlíkových dotací.



**Český
hydrometeorologický
ústav**