



# PROJEKT ISKOV 2018–2022

28.2.2023

ENVITECH BOHEMIA, S.R.O.



# OBSAH

<b>1</b>	<b>POPIS MĚŘICÍCH LOKALIT, METODIKA A LEGISLATIVA .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>MĚŘICÍ LOKALITY 2018 .....</b>	<b>4</b>
1.1.1	LUKAVEC .....	4
1.1.2	PŘIBYSLAV .....	5
1.1.3	RANTÍŘOV .....	7
1.1.4	VELKÁ BÍTEŠ.....	8
<b>1.2</b>	<b>MĚŘICÍ LOKALITY 2019 .....</b>	<b>10</b>
1.2.1	CHOTĚBOŘ.....	10
1.2.2	KAMENICE NAD LIPOU .....	11
1.2.3	LEDEČ NAD SÁZAVOU .....	13
1.2.4	VELKÉ MEZÍŘÍČÍ .....	14
<b>1.3</b>	<b>MĚŘICÍ LOKALITY 2020 .....</b>	<b>16</b>
1.3.1	BYSTRICE NAD PERNŠTEJNEM.....	16
1.3.2	GOLČŮV JENÍKOV.....	17
1.3.3	HROTOVICE.....	19
1.3.4	PACOV .....	20
<b>1.4</b>	<b>MĚŘICÍ LOKALITY 2021 .....</b>	<b>22</b>
1.4.1	HUMPOLEC.....	22
1.4.2	NÁMĚŠŤ NAD OSLAVOU .....	23
1.4.3	NOVÉ MĚSTO NA MORAVĚ .....	25
1.4.4	OKŘÍŠKY .....	26
<b>1.5</b>	<b>MĚŘICÍ LOKALITY 2022 .....</b>	<b>28</b>
1.5.1	BOCHOVICE.....	28
1.5.2	TELČ .....	29
1.5.3	VÍR .....	31
1.5.4	ŽDÍREC NAD DOUBRAVOU .....	32
<b>1.6</b>	<b>METODIKA MĚŘENÍ.....</b>	<b>34</b>
<b>1.7</b>	<b>DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ .....</b>	<b>34</b>
<b>1.8</b>	<b>PLATNÉ IMISNÍ LIMITY .....</b>	<b>35</b>
<b>2</b>	<b>METEOROLOGICKÉ PODMÍNKY V LETECH 2018–2022 V ČR .....</b>	<b>36</b>
<b>2.1</b>	<b>ROK 2018.....</b>	<b>36</b>
<b>2.2</b>	<b>ROK 2019.....</b>	<b>36</b>
<b>2.3</b>	<b>ROK 2020.....</b>	<b>37</b>
<b>2.4</b>	<b>ROK 2021.....</b>	<b>38</b>
<b>2.5</b>	<b>ROK 2022.....</b>	<b>39</b>
<b>3</b>	<b>VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1</b>	<b>SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM<sub>10</sub> .....</b>	<b>41</b>
3.1.1	PRŮMĚRNÁ ROČNÍ KONCENTRACE.....	43
3.1.2	PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ KONCENTRACE .....	45
3.1.3	PRŮMĚRNÉ DENNÍ KONCENTRACE PM <sub>10</sub> .....	47
3.1.4	HODINOVÉ KONCENTRACE A DENNÍ CHOD .....	51
<b>3.2</b>	<b>SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM<sub>2,5</sub>.....</b>	<b>54</b>

3.2.1	PRŮMĚRNÁ ROČNÍ KONCENTRACE.....	54
3.2.2	PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ KONCENTRACE .....	57
3.2.3	PRŮMĚRNÉ DENNÍ KONCENTRACE PM <sub>2,5</sub> .....	59
3.2.4	HODINOVÉ KONCENTRACE A DENNÍ CHOD .....	62
<b>3.3</b>	<b>OXID DUSIČITÝ A OXIDY DUSÍKU .....</b>	<b>65</b>
3.3.1	PRŮMĚRNÁ ROČNÍ KONCENTRACE.....	66
3.3.2	PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ KONCENTRACE .....	69
3.3.3	PRŮMĚRNÉ DENNÍ KONCENTRACE NO <sub>2</sub> .....	72
3.3.4	HODINOVÉ KONCENTRACE A DENNÍ CHOD .....	74
<b>3.4</b>	<b>PŘÍZEMNÍ OZÓN.....</b>	<b>77</b>
3.4.1	26. NEJVYŠŠÍ MAXIMÁLNÍ 8HODINOVÉ KLOUZAVÉ PRŮMĚRY O <sub>3</sub> .....	77
3.4.2	MĚSÍČNÍ KONCENTRACE O <sub>3</sub> .....	81
3.4.3	PRŮMĚRNÉ DENNÍ KONCENTRACE O <sub>3</sub> .....	83
3.4.4	HODINOVÉ KONCENTRACE A DENNÍ CHOD .....	84
<b>3.5</b>	<b>BENZO[A]PYREN .....</b>	<b>87</b>
3.5.1	PRŮMĚRNÁ ROČNÍ KONCENTRACE BENZO[A]PYRENU.....	88
3.5.2	PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ KONCENTRACE .....	89
<b>4</b>	<b><u>ZÁVĚRY .....</u></b>	<b><u>91</u></b>
<b>5</b>	<b><u>CITOVANÁ LITERATURA .....</u></b>	<b><u>92</u></b>
<b>6</b>	<b><u>SEZNAM ZKRATEK POUŽITÝCH V DOKUMENTU.....</u></b>	<b><u>94</u></b>

# 1 POPIS MĚŘICÍCH LOKALIT, METODIKA A LEGISLATIVA

---

## 1.1 MĚŘICÍ LOKALITY 2018

### 1.1.1 Lukavec

Název lokality:	Lukavec
Popis umístění:	Na náměstí Sv. Václava (vedle kostela)
Zeměpisné souřadnice:	49°33'57.456"N, 14°59'27.717"E
Nadmořská výška:	579 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PAH
Meteorologické prvky:	ano



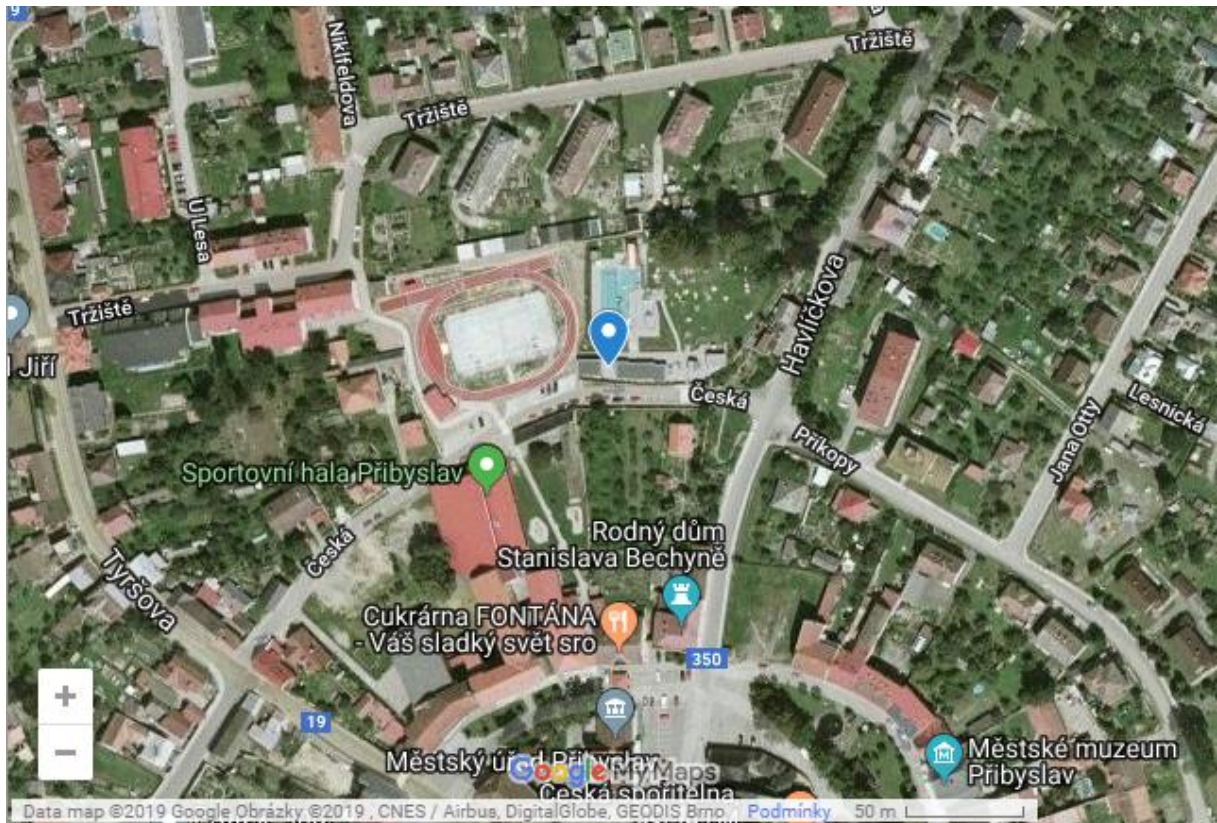
Obr. 1 – Přehledová mapka umístění lokality, Lukavec, projekt ISKOV, rok 2018



Obr. 2 – Lokalita Lukavec, projekt ISKOV, rok 2018

### 1.1.2 Přebyslav

Název lokality:	Přebyslav
Popis umístění:	V areálu koupaliště
Zeměpisné souřadnice:	49°34'43.00"N, 15°44'16.80"E
Nadmořská výška:	491 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
Meteorologické prvky:	ano



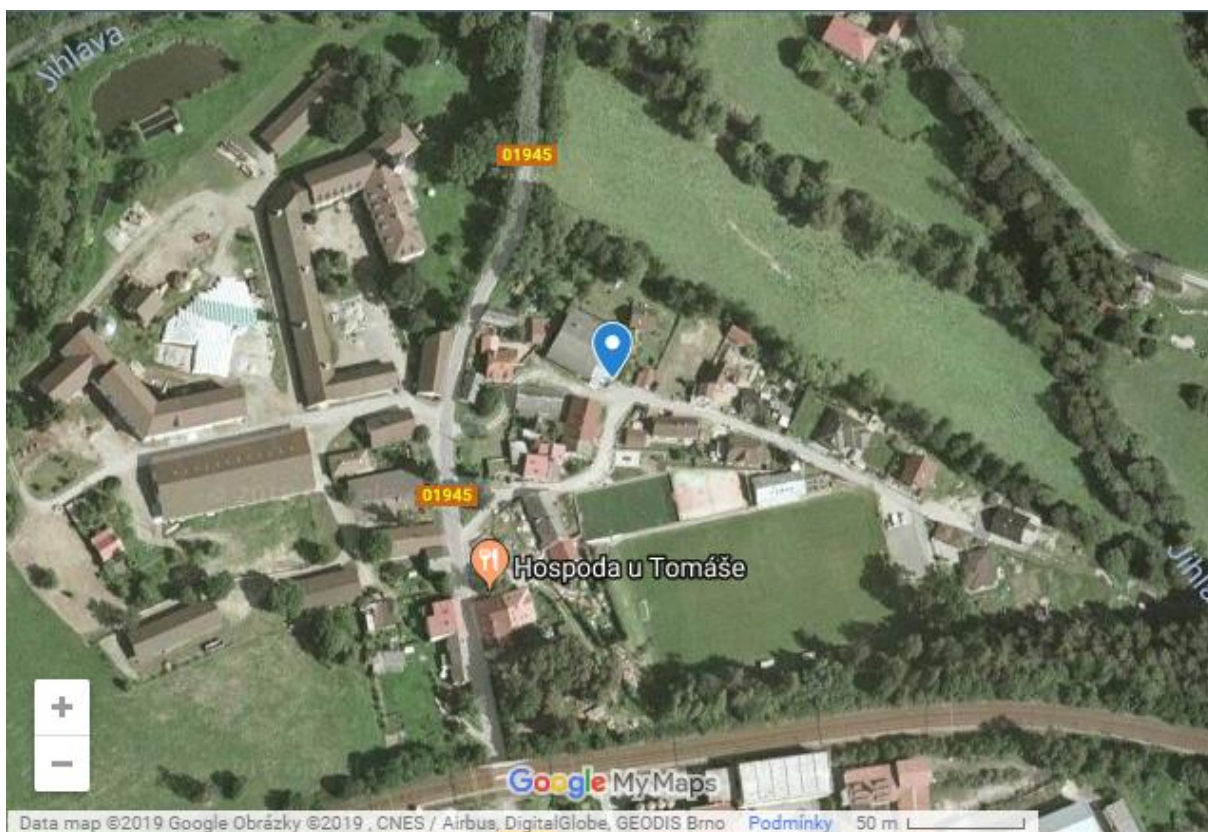
Obr. 3 – Přehledová mapka umístění lokality, Přebyslav, projekt ISKOV, rok 2018



Obr. 4 – Lokalita Přebyslav, projekt ISKOV, rok 2018

### 1.1.3 Rantířov

Název lokality:	Rantířov
Popis umístění:	Vedle kulturního domu obce Rantířov
Zeměpisné souřadnice:	49°24'31.176"N, 15°30'56.16"E
Nadmořská výška:	483 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PAH
Meteorologické prvky:	ano



Obr. 5 – Přehledová mapka umístění lokality, Rantířov, projekt ISKOV, rok 2018





Obr. 6 – Lokalita Rantířov, projekt ISKOV, rok 2018

#### 1.1.4 Velká Bíteš

Název lokality:	Velká Bíteš
Popis umístění:	V areálu školky na ulici U Stadionu
Zeměpisné souřadnice:	49°17'42.792"N, 16°13'17.508"E
Nadmořská výška:	491 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
Meteorologické prvky:	ano



Obr. 7 – Přehledová mapa umístění lokality, Velká Bíteš, projekt ISKOV, rok 2018



Obr. 8 – Lokalita Velká Bíteš, projekt ISKOV, rok 2018

## 1.2 MĚŘICÍ LOKALITY 2019

### 1.2.1 Chotěboř

Název lokality:	Chotěboř
Popis umístění:	TECHNICKÁ A LESNÍ SPRÁVA CHOTĚBOŘ s. r. o., Sokolohradská 167
Zeměpisné souřadnice:	49°42'43.525"N, 15°41'11.641"E
Nadmořská výška:	515 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PAH
Meteorologické prvky:	ano



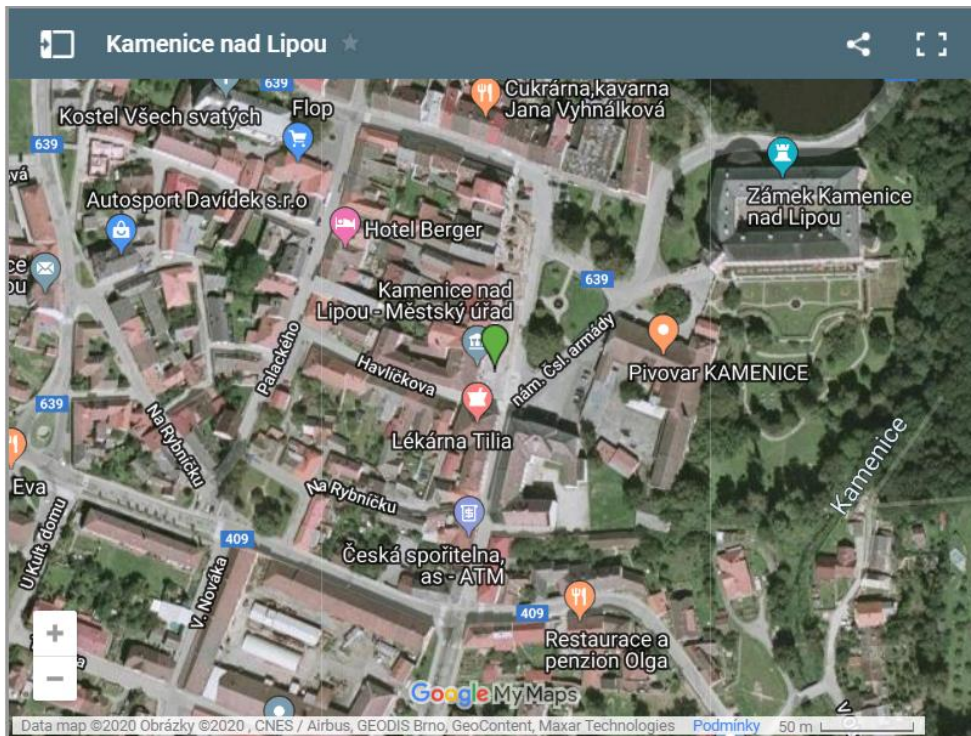
Obr. 9 – Přehledová mapka umístění lokality, Chotěboř, projekt ISKOV, rok 2019



Obr. 10 – Lokalita Chotěboř, projekt ISKOV, rok 2019

## 1.2.2 Kamenice nad Lipou

Název lokality:	Kamenice nad Lipou
Popis umístění:	Před radnicí na Náměstí Československé Armády č.p.52
Zeměpisné souřadnice:	49°18'06.465"N, 15°04'37.924"E
Nadmořská výška:	561 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
Meteorologické prvky:	ano



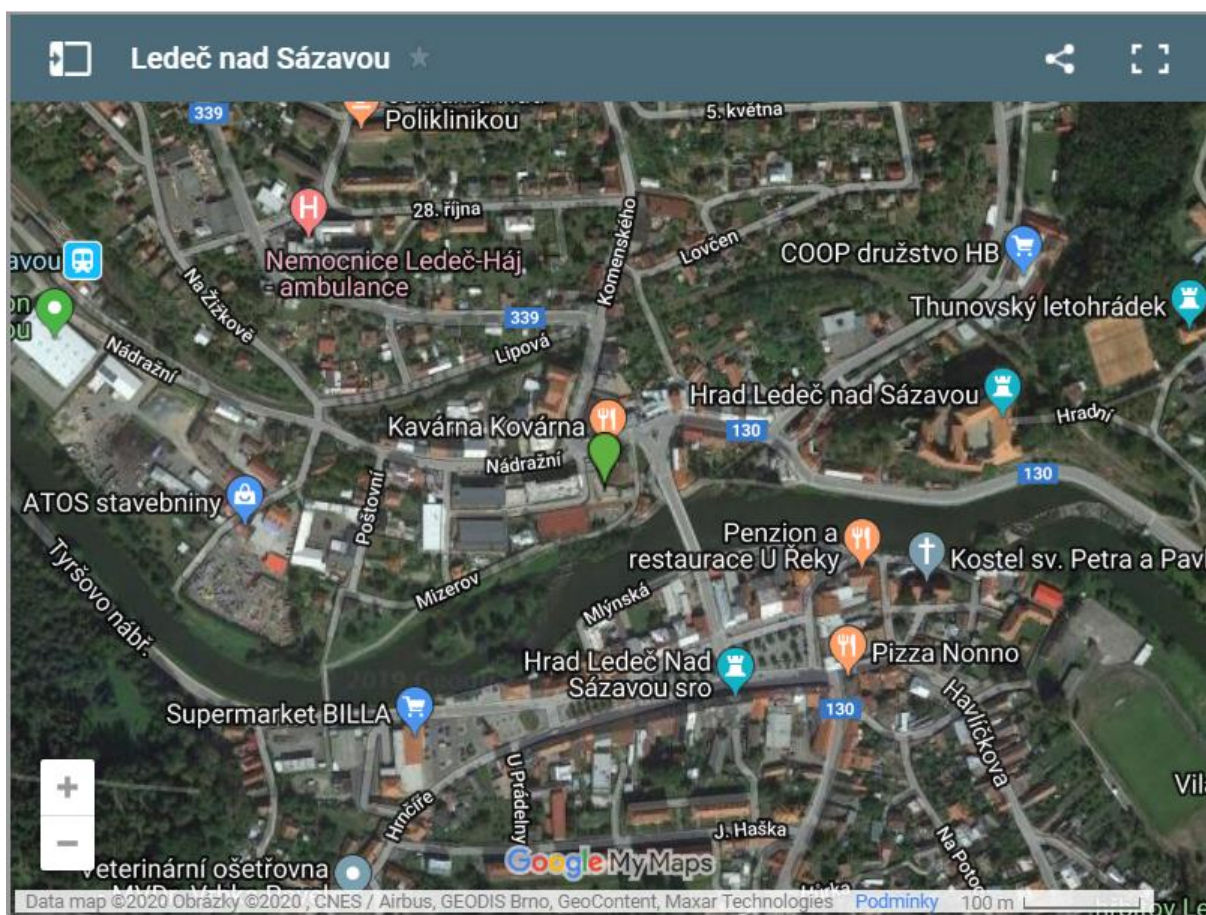
Obr. 11 – Přehledová mapka umístění lokality, Kamenice nad Lipou, projekt ISKOV, rok 2019



Obr. 12 – Lokalita Kamenice nad Lipou, projekt ISKOV, rok 2019

### 1.2.3 Ledeč nad Sázavou

Název lokality:	Ledeč nad Sázavou
Popis umístění:	Areál školního hřiště
Zeměpisné souřadnice:	49°41'46.509"N, 15°16'34.806"E
Nadmořská výška:	365 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
Meteorologické prvky:	ano



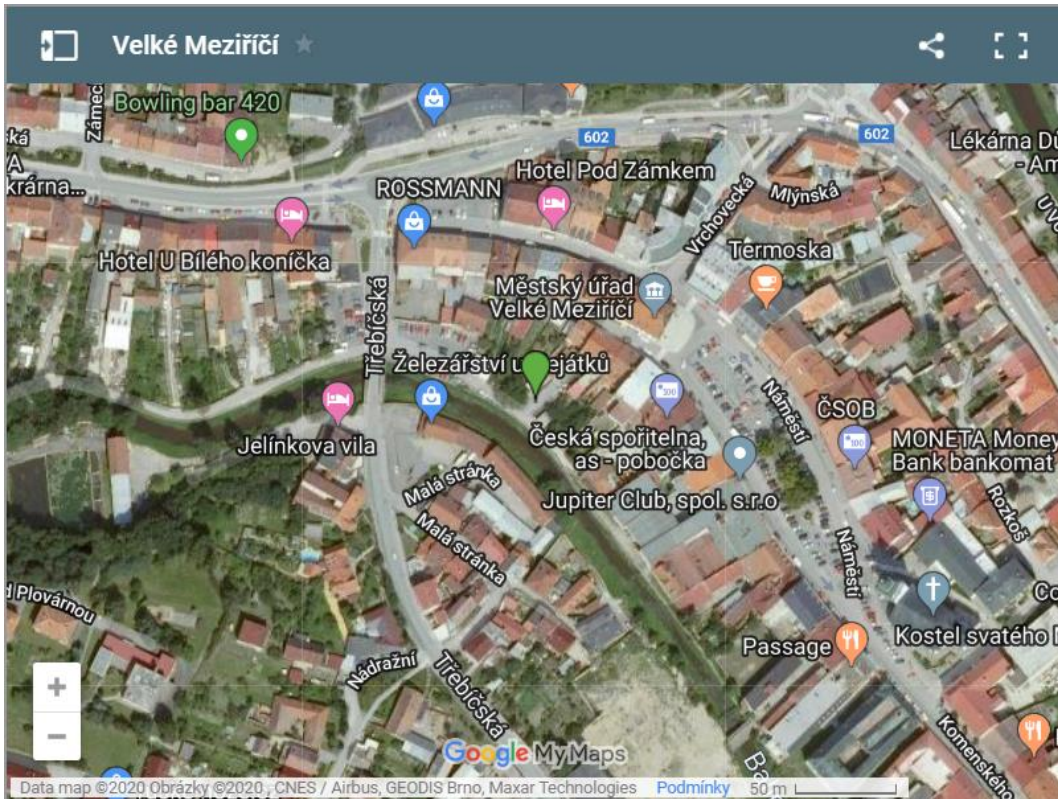
Obr. 13 – Přehledová mapa umístění lokality, Ledeč nad Sázavou, projekt ISKOV, rok 2019



Obr. 14 – Lokalita Ledeč nad Sázavou, projekt ISKOV, rok 2019

#### 1.2.4 Velké Meziříčí

Název lokality:	Velké Meziříčí
Popis umístění:	V blízkosti Náměstí
Zeměpisné souřadnice:	49°21'17.849"N, 16°00'40.861"E
Nadmořská výška:	425 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PAH
Meteorologické prvky:	ano



Obr. 15 – Přehledová mapa umístění lokality, Velké Meziříčí, projekt ISKOV, rok 2019



Obr. 16 – Lokalita Velké Meziříčí, projekt ISKOV, rok 2019

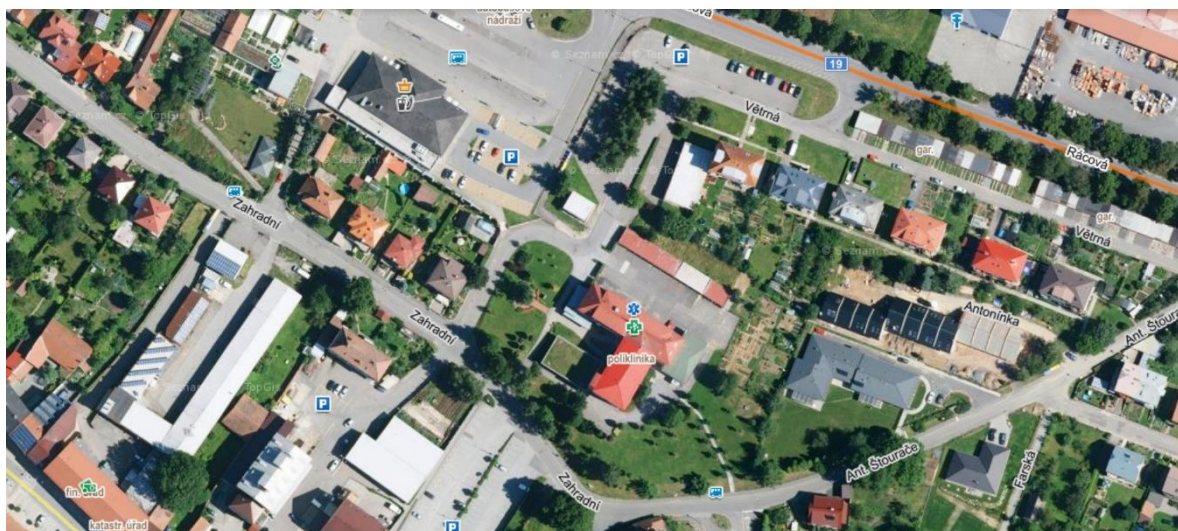


## 1.3 MĚŘICÍ LOKALITY 2020

### 1.3.1 Bystřice nad Pernštejnem

Název lokality:	Bystřice n. P.
Popis umístění:	ul. Zahradní, POLIKLINIKA (zdravotnické zařízení)
Zeměpisné souřadnice:	49.5254669N, 16.2611881E
Nadmořská výška:	535 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PAH
Meteorologické prvky:	ano

Měřicí vůz stojí na zelené ploše u zdravotnického zařízení města, v okolí stanice objekty občanské vybavenosti, obytné domy, drobná podnikatelská činnost, autobusové nádraží dopravní komunikace č. 19 a parkovací místa pro pacienty zdravotnického zařízení.



Obr. 17 – Přehledová mapka umístění lokality, Bystřice nad Pernštejnem, projekt ISKOV, rok 2020

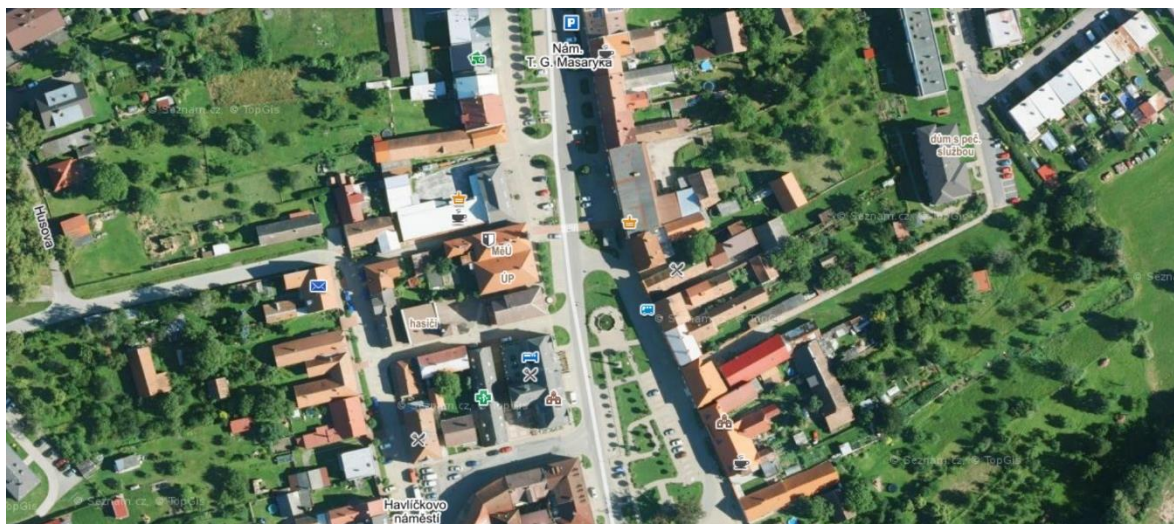


Obr. 18 – Lokalita Bystřice nad Pernštejnem, projekt ISKOV, rok 2020

### 1.3.2 Golčův Jeníkov

Název lokality:	Golčův Jeníkov
Popis umístění:	náměstí T.G. Masaryka
Zeměpisné souřadnice:	49.8157208N, 15.4773803E
Nadmořská výška:	376 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PAH
Meteorologické prvky:	ano

MVG stojí na zelené ploše v centru náměstí, v okolí stanice objekty občanské vybavenosti, obytné domy, dopravní komunikace a parkovací místa



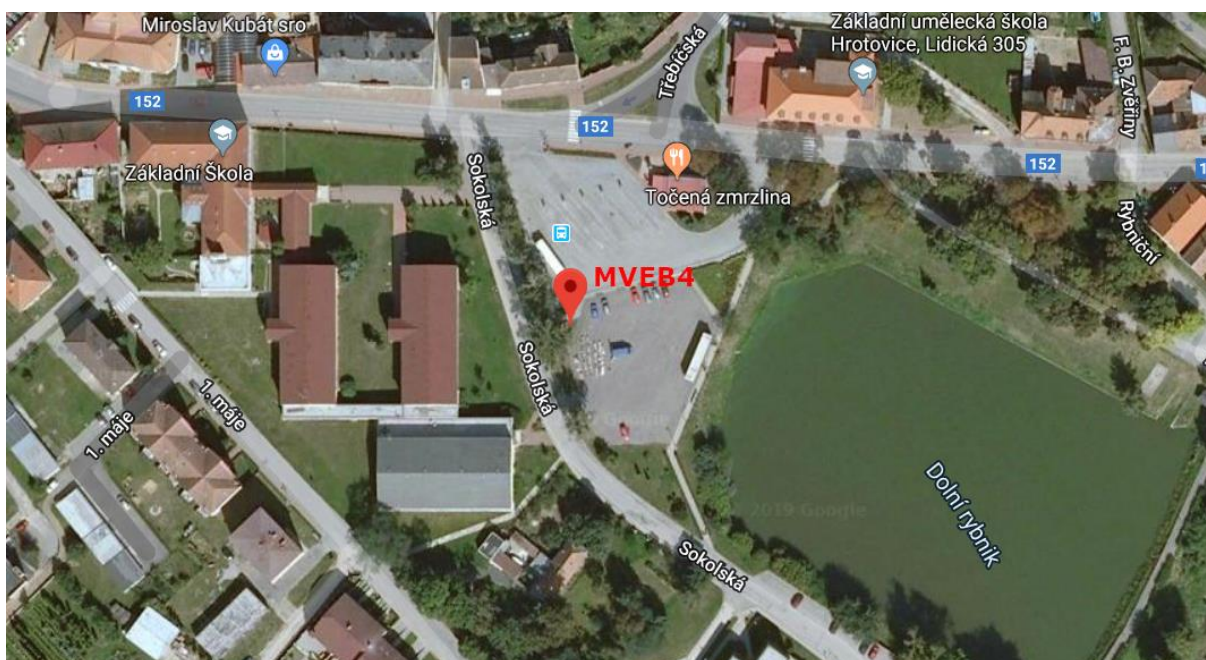
Obr. 19 – Přehledová mapka umístění lokality, Golčův Jeníkov, projekt ISKOV, rok 2020



Obr. 20 – Lokalita Golčův Jeníkov, projekt ISKOV, rok 2020

### 1.3.3 Hrotovice

Název lokality:	Hrotovice
Popis umístění:	parkoviště u autobusového nádraží na ulici Sokolská
Zeměpisné souřadnice:	49.107167N, 16.060111E
Nadmořská výška:	412 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
Meteorologické prvky:	ano



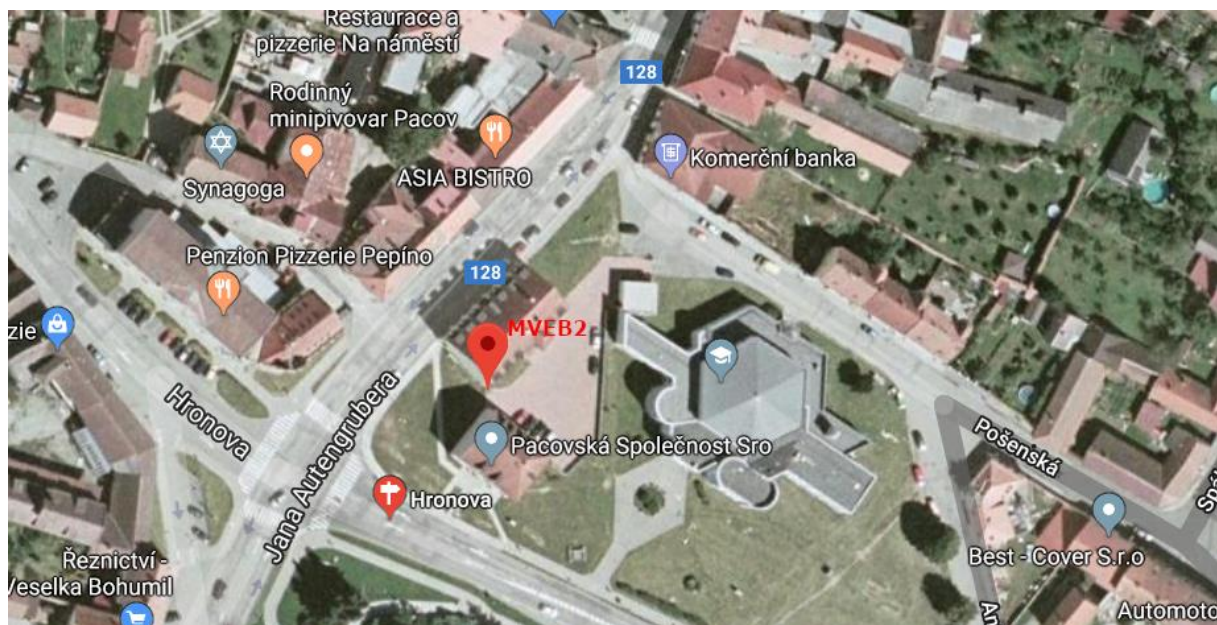
Obr. 21 – Přehledová mapa umístění lokality, Hrotovice, projekt ISKOV, rok 2020



Obr. 22 – Lokalita Hrotovice, projekt ISKOV, rok 2020

#### 1.3.4 Pacov

Název lokality:	Pacov
Popis umístění:	parkoviště vedle Gymnázia Pacov na křižovatce ulic Jana Autengruberera a Hronovy
Zeměpisné souřadnice:	49.471067N, 15.002852E
Nadmořská výška:	559 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
Meteorologické prvky:	ano



Obr. 23 – Přehledová mapka umístění lokality, Pacov, projekt ISKOV, rok 2020



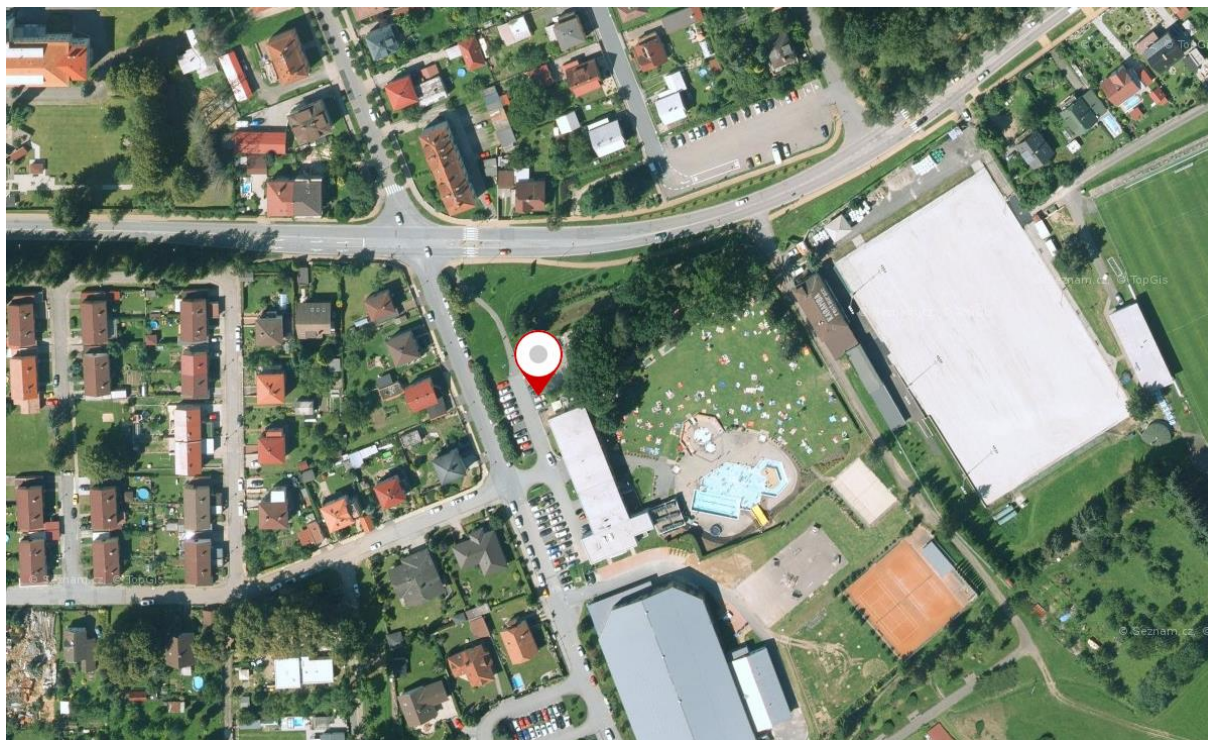
Obr. 24 – Lokalita Pacov, projekt ISKOV, rok 2020

## 1.4 MĚŘICÍ LOKALITY 2021

### 1.4.1 Humpolec

Název lokality:	Humpolec
Popis umístění:	ulice Vilová (parkoviště u hotelu „Na Plovárně“)
GPS souřadnice:	49.5345469N, 15.3591892E
Nadmožská výška:	540 m. n. m.
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PAH
Meteorologické prvky:	ano

Měřicí vůz stál v blízkosti hotel Na Plovárně u koupaliště na parkovací ploše. V okolí je především zástavba rodinnými domy



Obr. 25 – Přehledová mapka umístění lokality, Humpolec, projekt ISKOV, rok 2021



Obr. 26 – Lokalita Humpolec, projekt ISKOV, rok 2021

#### 1.4.2 Náměšť nad Oslavou

Název lokality:	Náměšť n. O.
Popis umístění:	areál Základní školy na Husově ulici
Zeměpisné souřadnice:	49°12'42.2"N, 16°08'42.9"E
Nadmořská výška:	403 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
Meteorologické prvky:	ano

Měřicí stanice stála v areálu ZŠ, v blízkosti je vodní plocha, obytné domy, dopravní komunikace.





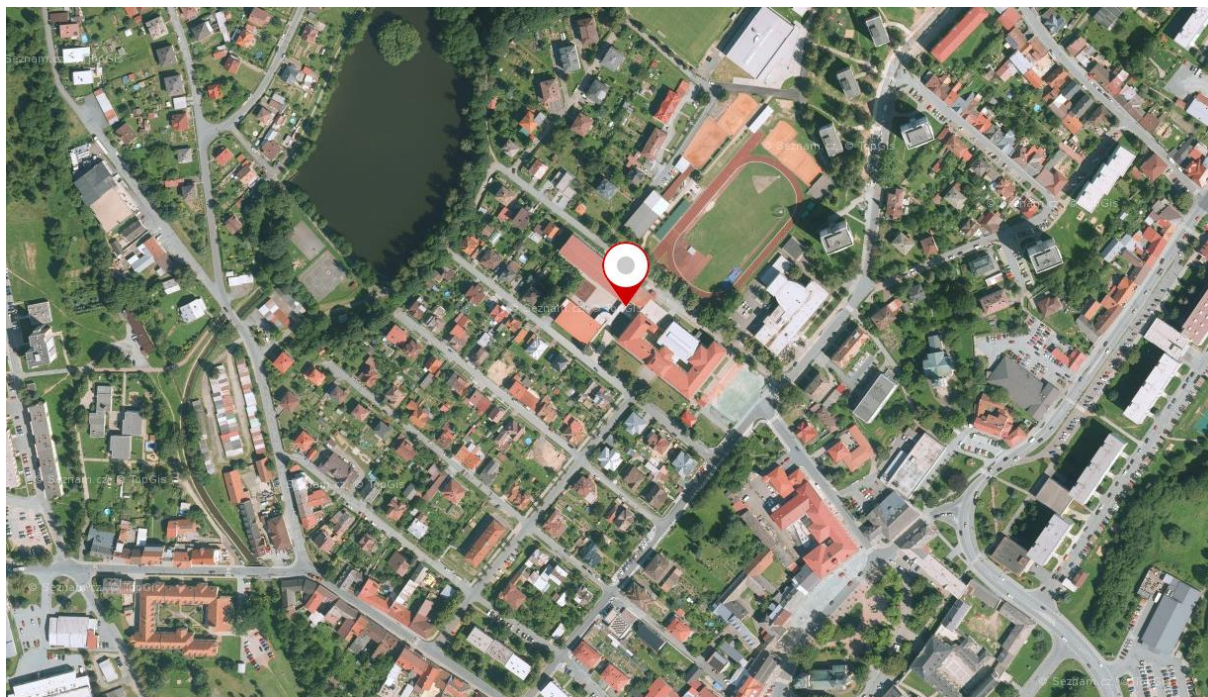
Obr. 27 – Přehledová mapa umístění lokality, Náměšť nad Oslavou, projekt ISKOV, rok 2021



Obr. 28 – Lokalita Náměšť nad Oslavou, projekt ISKOV, rok 2021

### 1.4.3 Nové Město na Moravě

Název lokality:	Nové Město n. M.
Popis umístění:	areál základní školy na ulici Leandra Čecha
Zeměpisné souřadnice:	49°33'50.6"N, 16°04'19.8"E
Nadmořská výška:	610 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
Meteorologické prvky:	ano



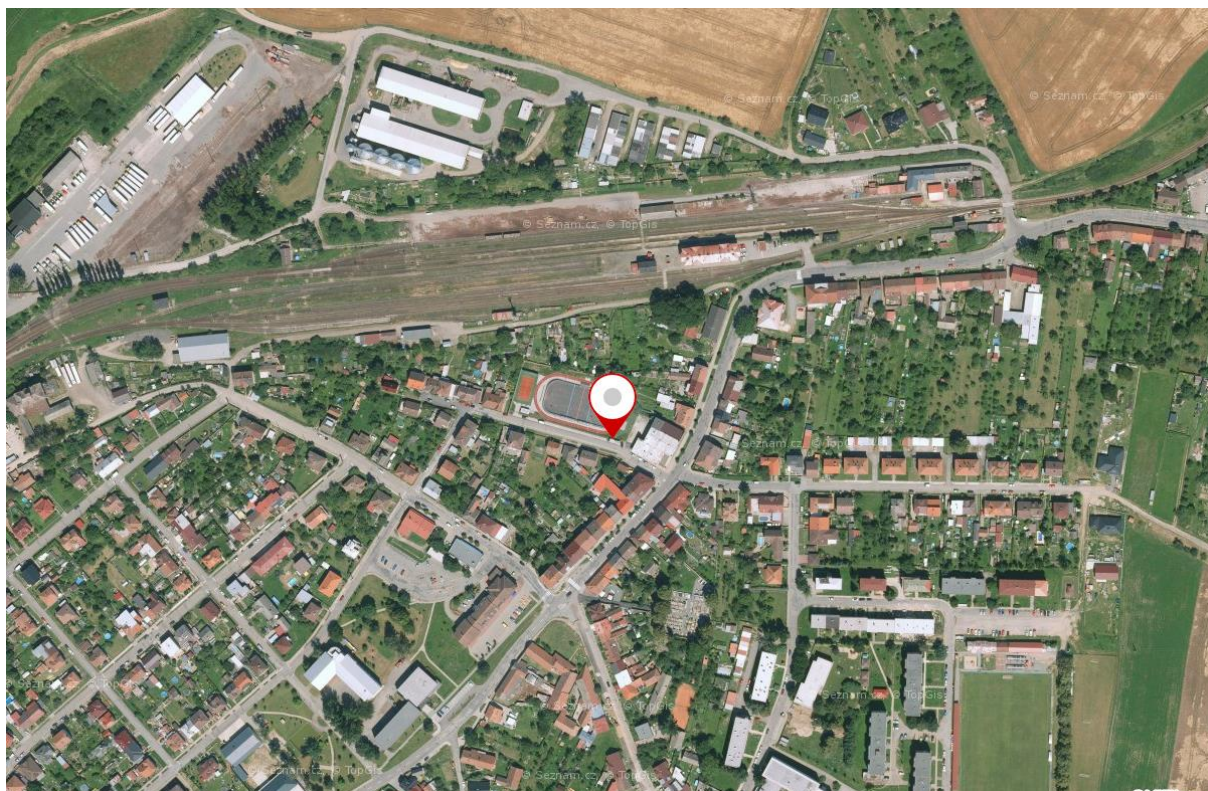
Obr. 29 – Přehledová mapka umístění lokality, Nové Město na Moravě, projekt ISKOV, rok 2021



Obr. 30 – Lokalita Nové Město na Moravě, projekt ISKOV, rok 2021

#### 1.4.4 Okříšky

Název lokality:	Okříšky
Popis umístění:	Okříšky, ulice Tyršova (areál sportoviště)
Zeměpisné souřadnice:	49.2465378N, 15.7698467E
Nadmořská výška:	480 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PAH
Meteorologické prvky:	ano



Obr. 31 – Přehledová mapa umístění lokality, Okříšky, projekt ISKOV, rok 2021



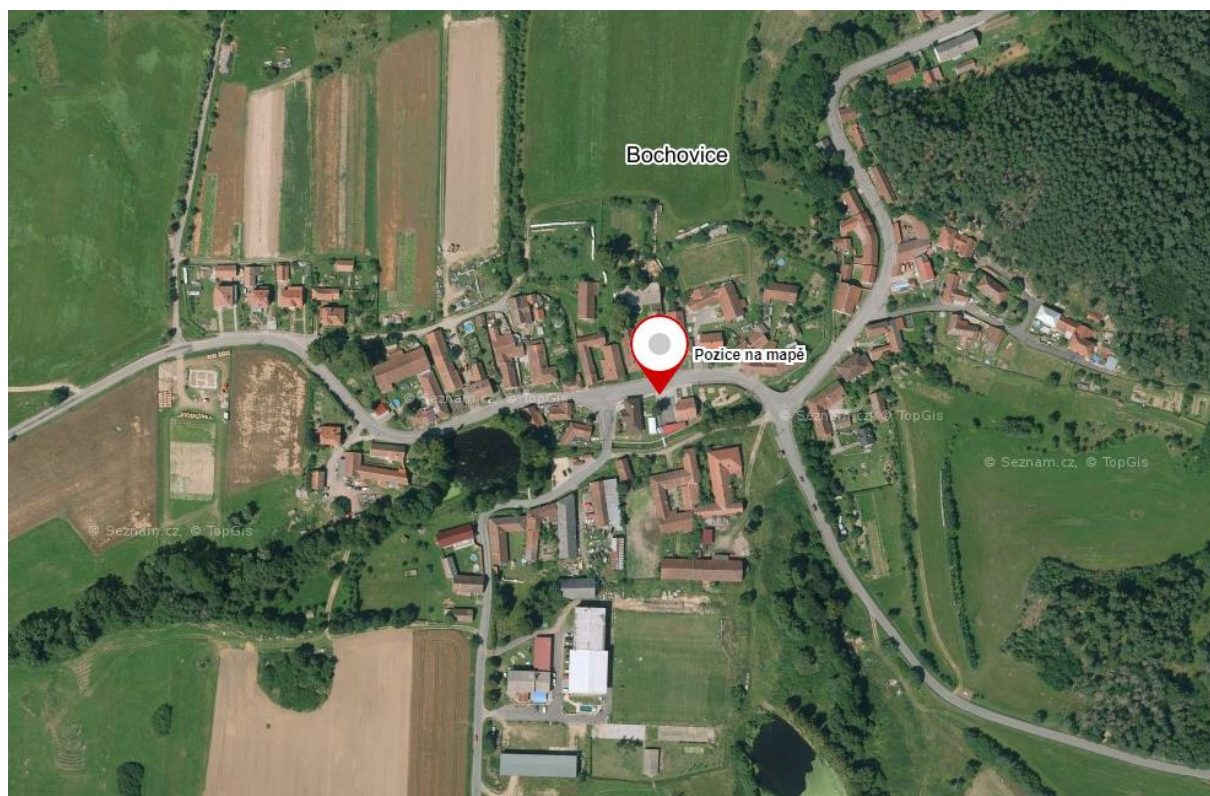
Obr. 32 – Lokalita Okříšky, projekt ISKOV, rok 2021

## 1.5 MĚŘICÍ LOKALITY 2022

### 1.5.1 Bochovice

Název lokality:	Bochovice
Popis umístění:	obecní úřad Bochovice
GPS souřadnice:	49.3207883N, 15.8971733E
Nadmořská výška:	515 m. n. m.
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PAH
Meteorologické prvky:	ano

Měřicí vůz stál v blízkosti obecního úřadu na parkovací ploše. V okolí je především zástavba rodinnými domy



Obr. 33 – Přehledová mapka umístění lokality, Bochovice, projekt ISKOV, rok 2022

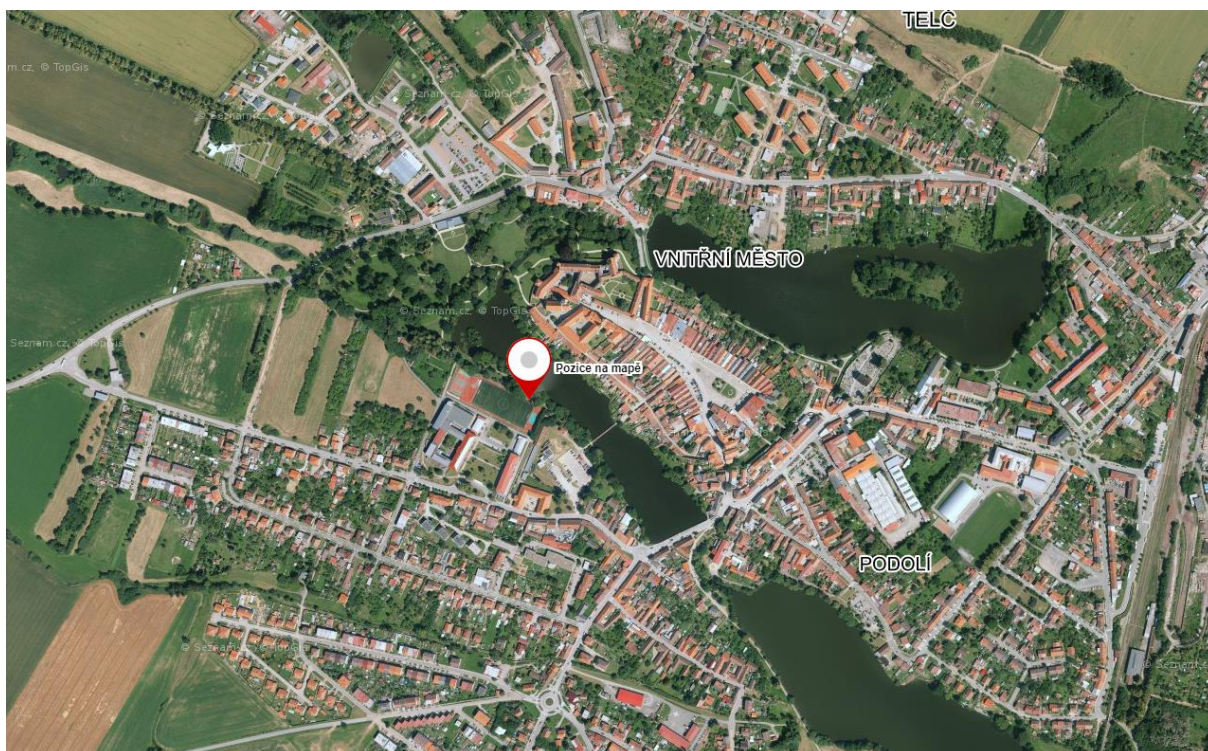


Obr. 34 – Lokalita Bochovice, projekt ISKOV, rok 2022

### 1.5.2 Telč

Název lokality:	Telč
Popis umístění:	areál gymnázia Otokara Březiny
Zeměpisné souřadnice:	49.183701N, 15.450127E
Nadmořská výška:	515 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
Meteorologické prvky:	ano

Měřicí stanice stála v areálu gymnázia, v blízkosti je sportoviště, vodní plocha, obytné domy.



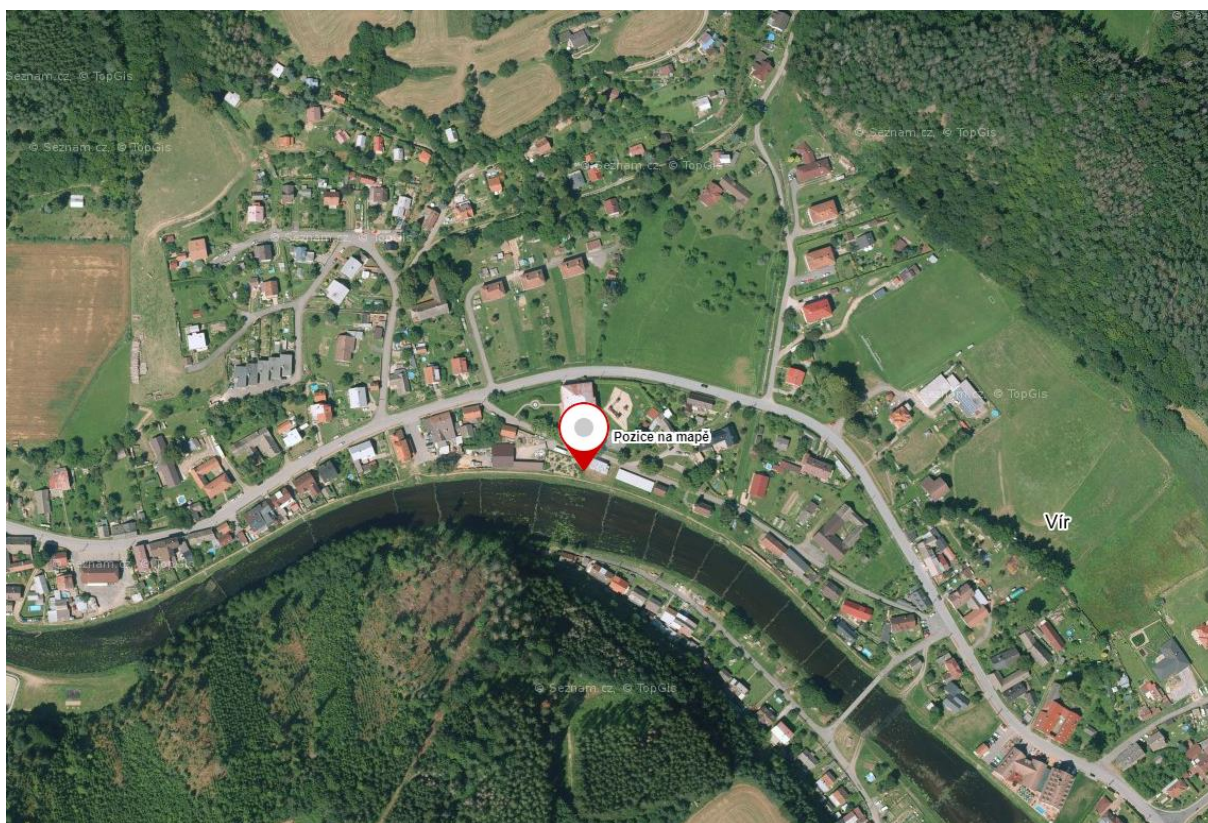
Obr. 35 – Přehledová mapka umístění lokality, Telč, projekt ISKOV, rok 2022



Obr. 36 – Lokalita Telč, projekt ISKOV, rok 2022

### 1.5.3 Vír

Název lokality:	Vír
Popis umístění:	areál botanické zahrady
Zeměpisné souřadnice:	49.5567242N, 16.3235397E
Nadmořská výška:	380 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , PAH
Meteorologické prvky:	ano



Obr. 37 – Přehledová mapka umístění lokality, Vír, projekt ISKOV, rok 2022





Obr. 38 – Lokalita Víř, projekt ISKOV, rok 2022

#### 1.5.4 Ždírec nad Doubravou

Název lokality:	Ždírec nad Doubravou
Popis umístění:	areál ZŠ, ulice školní
Zeměpisné souřadnice:	49.697365N, 15.814298E
Nadmořská výška:	550 m
Měřené látky:	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
Meteorologické prvky:	ano



Obr. 39 – Přehledová mapka umístění lokality, Ždírec nad Doubravou, projekt ISKOV, rok 2022



Obr. 40 – Lokalita Ždírec nad Doubravou, projekt ISKOV, rok 2022

## 1.6 METODIKA MĚŘENÍ

- Pro kontinuální měření prachu frakce PM<sub>10</sub> byla použita ekvivalentní metoda podle ČSN EN 16450:2022 "Kvalita ovzduší – Automatické měřicí systémy pro stanovení aerosolových částic (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>)", a to metoda optická, gravimetrická případně frekvenční.
- Pro stacionární měření oxidu siřičitého byla použita referenční metoda podle české technické normy EN 14212:2005 "Kvalita vnějšího ovzduší – Normalizovaná metoda měření oxidu siřičitého ultrafialovou fluorescencí".
- Pro stacionární měření oxidu dusičitého a oxidů dusíku byla použita referenční metoda podle české technické normy EN 14211:2005 "Kvalita vnějšího ovzduší – Normalizovaná metoda měření koncentrací oxidu dusičitého a oxidů dusíku chemiluminiscencí".
- Pro stacionární měření troposférického ozonu byla použita referenční metoda podle české technické normy EN 14625:2005 "Kvalita vnějšího ovzduší – Normalizovaná metoda měření koncentrace ozonu ultrafialovou fotometrií".
- Pro odběr vzorků a analýzu polycyklických aromatických uhlovodíků byla použita referenční metoda podle technické normy ISO 12884:2000 "Stanovení sumy (plynná a pevná fáze) polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší – Odběr na filtry a sorbent s analýzou metodou plynové chromatografie/hmotnostní spektrometrie".
- Všechny metody jsou součástí platných SOP pro ovzduší akreditovaných ČIA Praha a autorizovaných MŽP ČR.

## 1.7 DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

Ve studii byla mimo samotnou lokalitu Rožnov pod Radhoštěm rovněž použita data státní sítě imisního monitoringu za účelem srovnání lokality s okolními stanicemi. Data byla poskytnuta Českým hydrometeorologickým ústavem. Veškerá uvedená data byla poskytnuta na základě žádosti a nemohou být použita jinak než pro tuto studii. Veškerá data ČHMÚ pocházejí z databáze ISKO (Informační systém kvality ovzduší).

K analýze a zobrazení závislosti znečištění ovzduší na meteorologických podmínkách sloužil OpenSource balík R (R Core Team, Rakousko) [1]. Především bylo využito souboru balíčků „Tidyverse“, obsahují nástroje pro zpracování a analýzu dat a jejich vizualizaci [2]. Dále bylo využito balíčku „openair“, jehož součástí jsou algoritmy pro použité polární grafy [3].

## 1.8 PLATNÉ IMISNÍ LIMITY

Platné imisní limity a povolený počet překročení limitních hodnot za kalendářní rok určuje aktuální platná legislativa<sup>1</sup> (Tab. 1 – Tab. 3).

Tab. 1 - Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a maximální počet jejich překročení

ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKA	DOBA PRŮMĚROVÁNÍ	IMISNÍ LIMIT	MAXIMÁLNÍ POVOLENÝ POČET PŘEKROČENÍ
SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM <sub>10</sub>	24 hodin	50 µg.m <sup>-3</sup>	35
SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM <sub>10</sub>	1 kalendářní rok	40 µg.m <sup>-3</sup>	
SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM <sub>2,5</sub> *	1 kalendářní rok	20 µg.m <sup>-3</sup>	
OXID DUSIČITÝ NO <sub>2</sub>	1 hodina	200 µg.m <sup>-3</sup>	18
OXID DUSIČITÝ NO <sub>2</sub>	1 kalendářní rok	40 µg.m <sup>-3</sup>	

\* Do roku 2020 platil imisní limit pro PM<sub>2,5</sub> 25 µg.m<sup>-3</sup>

Tab. 2 – Imisní limity pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM<sub>10</sub> vyhlášené pro ochranu zdraví lidí

ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKA	DOBA PRŮMĚROVÁNÍ	IMISNÍ LIMIT
BENZO[A]PYREN (BAP)	1 kalendářní rok	1 ng.m <sup>-3</sup>

Tab. 3 – Imisní limit pro troposférický ozón

ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKA	DOBA PRŮMĚROVÁNÍ	IMISNÍ LIMIT	MAXIMÁLNÍ POVOLENÝ POČET PŘEKROČENÍ
OCHRANA ZDRAVÍ LIDÍ	maximální denní osmihodinový klouzavý průměr	120 µg.m <sup>-3</sup>	25x v průměru za 3 roky

<sup>1</sup> Zákon č. 201/2015 Sb. o ochraně ovzduší ze dne 2. května 2015

## 2 METEOROLOGICKÉ PODMÍNKY V LETECH 2018–2022 V ČR

---

### 2.1 ROK 2018

Rok 2018 byl s průměrnou **teplotou** 9,6 °C a s odchylkou +1,7 °C od normálu 1981–2010 (a +2,1 °C od normálu 1961–1990) **mimořádně nadnormální**, podobně jako předchozí roky 2014 a 2015, roky 2016 a 2017 byly jen silně nadnormální. Rok 2018 se v řadě teplotních průměrů pro území České republiky stal absolutně nejteplejším rokem. Teplotní odchylka od normálu 1981–2010 v jednotlivých měsících kolísala od +4,8 °C v dubnu, teplotně mimořádně nadnormální měsíc, až po –2,6 °C v únoru, který tak byl měsícem teplotně podnormálním. V průběhu roku byl pouze listopad měsíc teplotně normální. Únor a březen byly teplotně podnormální, červenec, září, říjen a prosinec byly nadnormální, leden, červen a srpen silně nadnormální a konečně duben a květen byly teplotně mimořádně nadnormální.

Roční **srážkový** úhrn 517 mm zařazuje rok mezi roky srážkově **silně podnormální** (normál za období 1981–2010 je v Česku 686 mm). Nejvíce srážek, v průměru 70 mm, což bylo 140 % normálu, napadlo v České republice v prosinci a nejméně, v průměru jen 14 mm, to je 37 % normálu, v únoru. Prosinec tak byly srážkově nadnormální a únor podnormální měsíc. Měsíce leden a září a říjen měly úhrn vyšší, než jsou průměrné hodnoty, zůstaly však v normálním intervalu, měsíc listopad byl s 37 % mimořádně podnormální, měsíce duben, červenec a srpen byly srážkově silně podnormální a měsíce březen, květen, červen a říjen měly úhrn nižší, než je normál, ale jsou klasifikovány jako měsíce srážkově normální.

Maximální povolený počet překročení (35 za kalendářní rok) hodnoty denního imisního limitu PM<sub>10</sub> (50 µg·m<sup>-3</sup>) byl v ČR v roce 2018 překročen na 42 stanicích AIM, přičemž na počtu překročení hodnoty imisního limitu se nejvíce podílel měsíc **březen**. Maximální povolený počet překročení (25 v průměru za tři roky) hodnoty imisního limitu pro maximální denní 8hodinovou koncentraci O<sub>3</sub> (120 µg·m<sup>-3</sup>) byl překročen na 34 stanicích. V roce 2018 bylo v ČR vyhlášeno 10 smogových situací a 4 regulace z důvodu vysokých koncentrací PM<sub>10</sub> a 12 smogových situací z důvodu vysokých koncentrací O<sub>3</sub> [4].

### 2.2 ROK 2019

**Rok 2019 byl s průměrnou teplotou 9,5 °C** a s odchylkou +1,6 °C od normálu 1981–2010 (a +2,0 °C od normálu 1961–1990) **mimořádně nadnormální**, podobně jako předchozí roky 2018, 2015 a 2014, roky 2016 a 2017 byly jen silně nadnormální. Rok 2019 se v řadě teplotních průměrů pro území České republiky stal po roce 2018 druhým nejteplejším rokem. Teplotní odchylka od normálu 1981–2010 v jednotlivých měsících kolísala od +5,2 °C v červnu, teplotně mimořádně nadnormální měsíc, až po –1,6 °C v květnu, který tak byl měsícem teplotně podnormálním a jediným měsícem se zápornou odchylkou od průměru 1961–1990. V průběhu roku byly pouze měsíce leden a září teplotně normální. Únor, červenec říjen a prosinec byly teplotně nadnormální, březen, duben srpen a listopad byly silně nadnormální.

Roční srážkový úhrn 637 mm zařazuje rok mezi roky **srážkově normální** (normál za období 1981–2010 je v Česku 686 mm). Nejvíce srážek, v průměru 91 mm, což bylo 123 % normálu,

napadlo v České republice v květnu a nejméně, v průměru jen 25 mm, to je 53 % normálu, v dubnu. Leden a květen tak byly srážkově nadnormální, duben a červen podnormální měsíce a osm zbývajících měsíců bylo srážkově normálních. Měsíce březen, září a říjen měly úhrn vyšší, než jsou průměrné hodnoty, zůstaly však v normálním intervalu, měsíce duben, červenec, srpen, listopad a prosinec měly úhrn nižší, než je normál, ale jsou klasifikovány jako měsíce srážkově normální.

Denní imisní limit  $PM_{10}$  byl v roce 2019 překročen na 10 stanicích AIM, přičemž na počtu překročení hodnoty imisního limitu se nejvíce podílel měsíc únor. Maximální povolený počet překročení (25x v průměru za tři roky) hodnoty imisního limitu pro maximální denní 8hodinovou koncentraci  $O_3$  ( $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byl překročen na 38 stanicích z 67. S koncem roku 2019 je možné navíc vyhodnotit i překročení ročních imisních limitů, a to pro průměrnou roční koncentraci suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  a oxidu dusičitého. Na základě neverifikovaných dat ze stanic automatizovaného imisního monitoringu (AIM) ČHMÚ a dalších dodavatelů imisních dat lze konstatovat, že imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{10}$  nebyl překročen na žádné ze 119 stanicích AIM, imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{2,5}$  byl překročen na dvou stanicích (venkovská stanice Věřňovice a průmyslová stanice Ostrava-Radvanice ZÚ) z 81 stanicí AIM a imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $NO_2$  byl překročen na jediné (dopravní stanice Praha 2-Legerova (hot spot)) ze 100 stanic AIM. V roce 2019 bylo vyhlášeno pět smogových situací a dvě regulace z důvodu vysokých koncentrací  $PM_{10}$  (vše v měsíci lednu) a šest smogových situací z důvodu vysokých koncentrací přízemního ozonu  $O_3$  (pět situací v červnu a jedna v červenci) [5].

## 2.3 Rok 2020

**Rok 2020 byl s průměrnou teplotou 9,1 °C** a s odchylkou +1,2 °C od normálu 1981–2010 (a +1,6 °C od normálu 1961–1990) **silně nadnormální**, roky 2019, 2018, 2015 a 2014 byly mimořádně nadnormální a roky 2016 a 2017 nadnormální. Posledním teplotně normálním rokem byl rok 2013 s průměrnou teplotou 7,9 °C. Teplotní odchylka od normálu 1981–2010 v jednotlivých měsících kolísala od +4,6 °C v únoru, teplotně mimořádně nadnormální měsíc, až po -2,1 °C v květnu, který tak byl měsícem teplotně silně podnormálním. V průběhu roku byly měsíce březen, červen, červenec, říjen a listopad teplotně normální. Leden, duben, srpen, září a prosinec byly teplotně nadnormální.

**Roční srážkový úhrn 764 mm zařazuje rok mezi roky srážkově nadnormální** (normál za období 1981–2010 je v Česku 686 mm). Nejvíce srážek, v průměru 151 mm, což bylo 191 % normálu, napadlo v České republice v červnu a nejméně, v průměru jen 18 mm, to je 43 % normálu, v dubnu. Červen byl mimořádně nadnormální, únor a říjen silně nadnormální, srpen a září nadnormální, červenec a prosinec podnormální, leden, duben a listopad byly silně podnormální. Jen březen a květen byla měsíce srážkově normální.

Denní imisní limit  $PM_{10}$  byl v roce 2020 překročen na třech stanicích ze 116, přičemž na počtu překročení hodnoty imisního limitu se nejvíce podílel měsíc leden. V roce 2020 byly nadlimitní koncentrace  $O_3$  zaznamenány na více než polovině stanic. Maximální povolený počet překročení (25x v průměru za tři roky) hodnoty imisního limitu pro maximální denní

8hodinovou koncentraci O<sub>3</sub> (120 µg.m<sup>-3</sup>) byl překročen na 35 stanicích z 66. S koncem roku 2020 je možné vyhodnotit i překročení ročních imisních limitů, a to pro průměrnou roční koncentraci suspendovaných částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> a NO<sub>2</sub>. Na základě neverifikovaných dat ze stanic automatizovaného imisního monitoringu (AIM) ČHMÚ a dalších dodavatelů imisních dat lze konstatovat, že imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM<sub>10</sub> nebyl překročen na žádné ze 123 stanicí AIM, přičemž nejvyšší roční průměrná koncentrace 29,3 µg.m<sup>-3</sup> byla naměřena na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ. Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM<sub>2,5</sub> byl překročen na dvou stanicích (průmyslová stanice Ostrava-Radvanice ZÚ a venkovská stanice Věřňovice) z 85 stanicí AIM a imisní limit pro průměrnou roční koncentraci NO<sub>2</sub> nebyl překročen na žádné stanici ze 104, přičemž nejvyšší koncentrace 38,9 µg.m<sup>-3</sup> byla dosažena na dopravní stanici Praha 2 – Legerova (hot spot).

**V roce 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace a regulace. Na základě předběžných dat lze konstatovat, že v roce 2020 poklesly koncentrace všech hodnocených polutantů, a to suspendovaných částic PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, přízemního ozonu O<sub>3</sub> i oxidu dusičitého NO<sub>2</sub> [6].**

## 2.4 ROK 2021

**Rok 2021 byl s průměrnou teplotou 8,0 °C** a s odchylkou +0,1 °C od normálu 1981–2010 (+0,5 °C od normálu 1961–1990 a -0,4 °C od připravovaného normálu za období 1991–2021) **normální**, roky 2019, 2018, 2015 a 2014 byly mimořádně nadnormální, rok 2021 silně nadnormální a roky 2016 a 2017 nadnormální. Od posledního teplotně normálního roku 2013 s průměrnou teplotou 7,9 °C jsme tedy zaznamenali sedm let charakterizovaných různými stupni odchylky nad průměrem. Teplotní odchylka od normálu 1981–2010 v jednotlivých měsících kolísala od +3,0 °C v červnu, teplotně silně nadnormální měsíc, až po -2,5 °C v dubnu, který tak byl měsícem teplotně silně podnormálním. V průběhu roku byla většina měsíců (leden, únor, březen, červenec, říjen, listopad a prosinec) teplotně normální. Září byl teplotně nadnormální, srpen podnormální, duben a květen silně podnormální.

**Roční srážkový úhrn 678 mm zařazuje rok mezi roky srážkově normální** (normál za období 1981–2010 je v Česku 686 mm). Nejvíce srážek, v průměru 107 mm, což bylo 122 % normálu, napadlo v Česku v červenci a nejméně, v průměru jen 19 mm, to je 44 % normálu, v říjnu. Červenec je i tak klasifikován jako měsíc srážkově normální, stejně jako dalších šest měsíců (leden, únor, duben, červen, listopad a prosinec). Nadnormální úhrn srážek byl zaznamenán jen v květnu a srpnu, srážkově podnormální byl březen a říjen, září bylo srážkově silně podnormální.

Denní imisní limit PM<sub>10</sub> byl v roce 2021 překročen na čtyřech stanicích ze 117, přičemž na počtu překročení hodnoty imisního limitu se nejvíce podílel měsíc únor. Maximální povolený počet překročení (25× v průměru za tři roky) hodnoty imisního limitu pro maximální denní 8hodinovou koncentraci O<sub>3</sub> (120 µg.m<sup>-3</sup>) byl překročen na šesti stanicích z 68.

S koncem roku je možné vyhodnotit i překročení ročních imisních limitů, a to pro průměrnou roční koncentraci suspendovaných částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> a NO<sub>2</sub>. Na základě neverifikovaných dat ze stanic automatizovaného imisního monitoringu ČHMÚ a dalších dodavatelů imisních dat lze konstatovat, že imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM<sub>10</sub> nebyl překročen na žádné

ze 128 stanicí AIM, přičemž nejvyšší roční průměrná koncentrace  $34,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  byla naměřena na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ. Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $\text{PM}_{2,5}$  byl překročen na deseti stanicích z 87 stanicí AIM. Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $\text{NO}_2$  nebyl překročen na žádné stanici z 98, přičemž nejvyšší koncentrace  $35,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  byla dosažena na dopravní stanici Brno-Úvoz (hot spot).

V roce 2021 byla 27. až 29. prosince vyhlášena jediná smogová situace, a to v aglomeraci O/K/F-M bez Třinecka z důvodu vysokých koncentrací  $\text{PM}_{10}$  [7].

## 2.5 ROK 2022

**Rok 2022 byl s průměrnou teplotou  $9,2 \text{ }^\circ\text{C}$  a s odchylkou  $+0,9 \text{ }^\circ\text{C}$  od normálu 1991–2020 nadnormální** ( $+1,7 \text{ }^\circ\text{C}$  od normálu 1961–1990), a je tak dalším „teplým“ rokem v řadě. Od roku 1996 zaznamenáváme v Česku pouze roky normální a v různém stupni nadnormální. Teplotní odchylka od normálu 1991–2020 v jednotlivých měsících kolísala od  $+3,2 \text{ }^\circ\text{C}$  v únoru až po  $-2,1 \text{ }^\circ\text{C}$  v dubnu.

**Roční srážkový úhrn  $632 \text{ mm}$  zařazuje rok mezi roky srážkově normální** (normál za období 1991–2020 je v Česku  $684 \text{ mm}$ ). Nejvíce srážek, v průměru  $101 \text{ mm}$ , což bylo  $123 \%$  normálu, napadlo v Česku v červnu a nejméně, v průměru jen  $16 \text{ mm}$ , to je  $35 \%$  normálu, v březnu. V průběhu roku bylo vydáno  $159$  výstrah a  $116$  informací o výskytu nebezpečného jevu, tj. celkem  $275$  výstražných informací.

Na základě neverifikovaných dat ze stanic automatizovaného imisního monitoringu (AIM) lze konstatovat, že v roce 2022 byl překročen denní imisní limit pro suspendované částice  $\text{PM}_{10}$ , imisní limit pro maximální denní klouzavou 8hodinovou koncentraci přízemního ozonu ( $\text{O}_3$ ) a roční imisní limit pro suspendované částice  $\text{PM}_{2,5}$ . Roční imisní limity pro  $\text{PM}_{10}$  a oxidu dusičitého ( $\text{NO}_2$ ) překročeny nebyly. Denní imisní limit  $\text{PM}_{10}$  byl v roce 2022 překročen na třech stanicích ze 134, a to na venkovské stanici Věřňovice (okres Karviná), dopravní stanici Ostrava-Českobratrská (hot spot) a na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ. Imisní limit pro maximální denní 8hodinovou koncentraci  $\text{O}_3$  byl překročen na dvou stanicích z 68, a to na regionálních stanicích Sněžník (okres Děčín) a Rudolice v Horách (okres Most). Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $\text{PM}_{2,5}$  byl překročen na pěti stanicích z 88 stanic, a to na průmyslových stanicích Ostrava-Radvanice ZÚ, Ostrava-Přívoz a Ostrava-Hrušov a na městské stanici Rychvald (okres Karviná) a venkovské stanici Věřňovice.

Nejvyšší průměrná denní koncentrace  $\text{PM}_{10}$  ( $157 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byla naměřena na venkovské stanici Věřňovice, nejvyšší maximální denní 8hod. denní koncentrace  $\text{O}_3$  ( $177 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) na předměstské stanici Praha 4 – Libuš. Nejvyšší roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$  ( $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) i  $\text{PM}_{2,5}$  ( $23 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byly naměřeny na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ, nejvyšší roční průměrná koncentrace  $\text{NO}_2$  ( $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pak na dopravní stanici Praha 2 – Legerova (hot spot).

V roce 2022 bylo vyhlášeno pět smogových situací, všechny z důvodu vysokých koncentrací  $\text{O}_3$  (jedna v červenci a čtyři v srpnu). V jednotlivých regionech převládala v roce 2022 velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší, přičemž její nejvyšší výskyt byl zaznamenán v Olomouckém kraji.



Přijatelná kvalita ovzduší byla nejčastěji zaznamenána v Pardubickém kraji a zhoršená až špatná kvalita v aglomeraci O/K/F-M.

Uvedené hodnocení kvality ovzduší v návaznosti na meteorologické a rozptylové podmínky v ovzduší je předběžné. Vzhledem k procesu získání a zpracování odebraných vzorků je do článku [8] zahrnuto pouze hodnocení PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, O<sub>3</sub> a NO<sub>2</sub>. Ve všech případech se jedná o neverifikovaná data ze stanic automatizovaného imisního monitoringu (AIM) ČHMÚ a dalších dodavatelů imisních dat [8].

## 3 VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

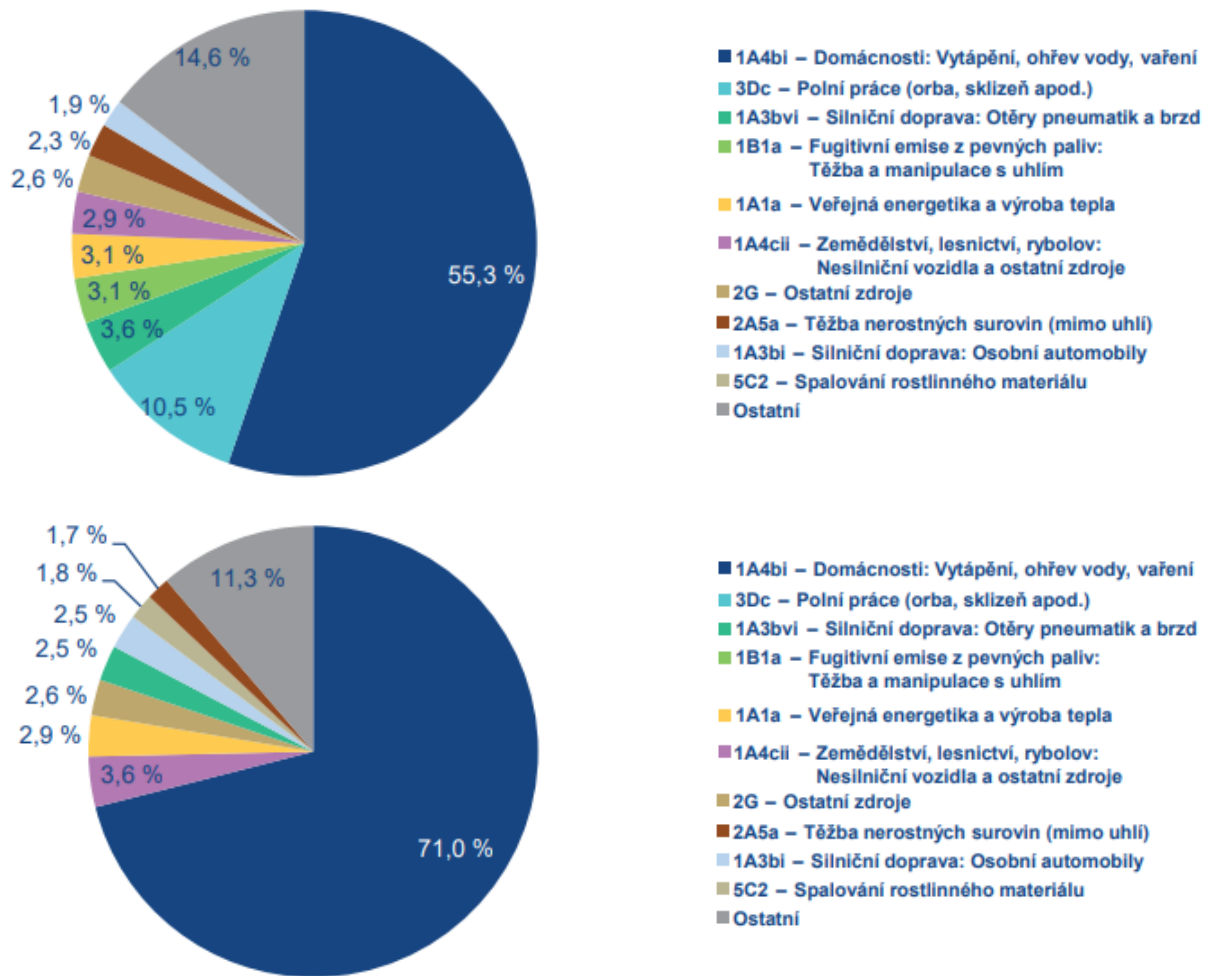
### 3.1 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM<sub>10</sub>

Obecná část této kapitoly platí také pro částice PM<sub>2,5</sub>. Suspendované částice PM<sub>10</sub> jsou tvořeny směsí pevných a kapalných částic o aerodynamickém průměru menším než 10 μm, v případě PM<sub>2,5</sub> o průměru menším než 2,5 μm. Suspendované částice mohou být tvořeny různými chemickými složkami a jejich vliv na lidské zdraví a životní prostředí se odvíjí od jejich složení. Jejich součástí mohou být i polycyklické aromatické uhlovodíky a těžké kovy. Roční imisní limit PM<sub>10</sub> je 40 μg·m<sup>-3</sup>. **Hodnota imisního limitu** pro průměrnou 24hodinovou koncentraci PM<sub>10</sub> je 50 μg·m<sup>-3</sup>. Legislativa připouští na daném místě (měřicí stanici) maximálně 35 překročení hodnoty denního imisního limitu za kalendářní rok; při vyšším počtu je **imisní limit** považován za překročený [9]. Roční imisní limit pro PM<sub>2,5</sub> má od roku 2020 hodnotu 20 μg·m<sup>-3</sup> [10], [11].

Suspendované částice mají významné zdravotní důsledky, které se projevují již při velmi nízkých koncentracích bez zřejmé spodní hranice bezpečné koncentrace. Zdravotní rizika částic ovlivňuje jejich koncentrace, velikost, tvar a chemické složení. Při akutním působení částic může dojít k podráždění sliznic dýchací soustavy, zvýšené produkci hlenu apod. Tyto změny mohou způsobit snížení imunity a zvýšení náchylnosti k onemocnění dýchací soustavy. Opakující se onemocnění mohou vést ke vzniku chronické bronchitidy a kardiovaskulárním potížím. Při akutním působení částic může dojít k zvýraznění symptomů u astmatiků a navýšení celkové nemocnosti a úmrtnosti populace. Dlouhodobé vystavení působení částic může vést ke vzniku onemocnění respiračního a kardiovaskulárního systému. Míra zdravotních důsledků je ovlivněna řadou faktorů, jako je například aktuální zdravotní stav jedince, alergická dispozice nebo kouření. Citlivou skupinou jsou děti, starší lidé a lidé trpící onemocněním dýchací a oběhové soustavy. Nejzávažnější zdravotní dopady, tj. kardiovaskulární a respirační účinky a navýšení úmrtnosti, mají jemné a ultra jemné částice s velikostí aerodynamického průměru pod 1 μm [12], [13].

Emisní bilance se v jednotlivých letech lišily jen velmi málo. Detailní výsledky lze nalézt v dílčích zprávách za jednotlivé roky, popř. v ročenkách ČHMÚ [14]. V této shrnující zprávě budou použita poslední publikovaná data, popisující rok 2020, tedy rok v půli měřicí kampaně.

Mezi hlavní zdroje emisí částic v roce 2020 patřil sektor *1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření*, který se podílel na znečišťování ovzduší v celorepublikovém měřítku látkami PM<sub>10</sub> 55,3 % a PM<sub>2,5</sub> 71 %. Mezi další významné zdroje emisí PM<sub>10</sub> patřil sektor *3Dc – Polní práce*, kde tyto emise vznikají při zpracování půdy, sklizni a čištění zemědělských plodin. Tento sektor představoval 10,5 % emisí PM<sub>10</sub>. Z hlediska účinku na lidské zdraví jsou velkým rizikem emise částic pocházející z dopravy, především ze spalování paliv ve vznětových motorech, které produkují částice o velikosti jednotek až stovek nanometrů [15]. Mobilní zdroje se na emisích PM<sub>10</sub> v roce 2020 podílely 11,7 % a na emisích PM<sub>2,5</sub> 11,8 % [16].



Obr. 41 – Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $PM_{10}$  (nahore) a  $PM_{2,5}$  (dole) v ČR, rok 2020 [16]

### 3.1.1 Průměrná roční koncentrace

Průměrné roční koncentrace, naměřené v jednotlivých lokalitách, zobrazuje následující Tab. 4, graficky je pak znázorňuje Obr. 42.

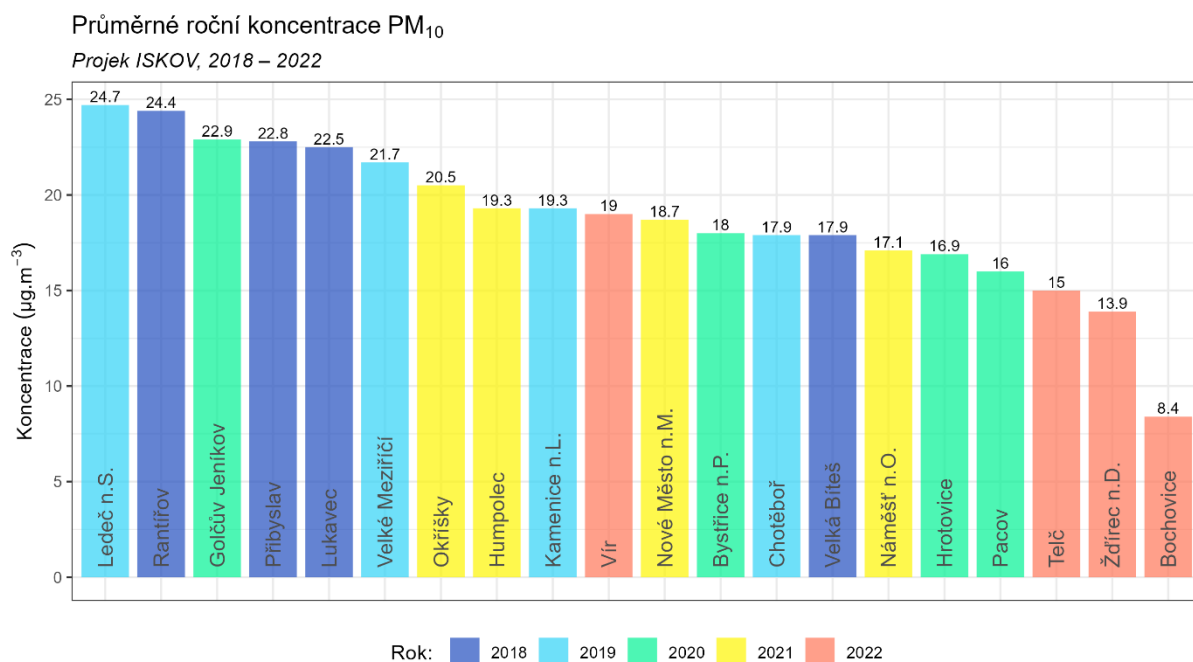
Tab. 4 – Průměrná roční koncentrace  $PM_{10}$ , projekt ISKOV, 2018–2022

LOKALITA	PRŮMĚRNÁ ROČNÍ KONCENTRACE $PM_{10}$ ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )
BOCHOVICE	8,4
BYSTRŮVICE N.P.	18
CHOTĚBOŘ	17,9
GOLČŮV JENÍKOV	22,9
HROTOVICE	16,9
HUMPOLEC	19,3
KAMENICE N.L.	19,3
LEDEČ N.S.	<b>24,7</b>
LUKAVEC	22,5
NOVÉ MĚSTO N.M.	18,7
NÁMĚŠŤ N.O.	17,1
OKŘÍŠKY	20,5
PACOV	16
PŘIBYSLAV	22,8
RANTÍŘOV	24,4
TELČ	15
VELKÁ BÍTEŠ	17,9
VELKÉ MEZIŘÍČÍ	21,7
VÍR	19
ŽDÍREC N.D.	13,9

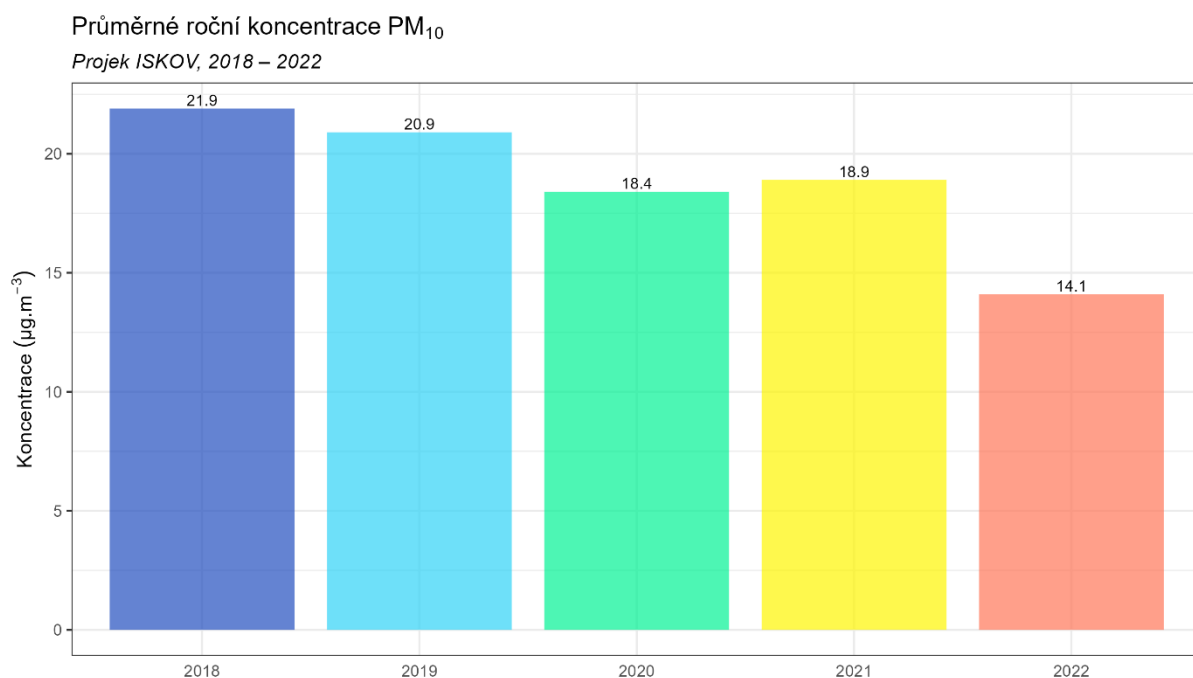
Z uvedené tabulky vyplývá, **na žádné lokalitě nedošlo k překročení imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{10}$  ( $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).**

Přehledně jsou data o průměrné roční koncentraci  $PM_{10}$  uvedena na následujícím grafu, kde jsou měřené hodnoty seřazeny od nejvyšší hodnoty k nejnižší, barva sloupce pak znázorňuje rok, ve kterém měření v dané lokalitě probíhalo.

Nejvyšší hodnota byla naměřena v lokalitě Ledec nad Sázavou ( $24,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), nejnižší pak v lokalitě Bochovice ( $8,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Z grafu je rovněž patrné, že vyšší koncentrace byly měřeny zejména v letech 2018 a 2019, nejnižší pak v roce 2022. To potvrzuje i graf na následujícím Obr. 43, kde jsou uvedeny za každý rok zprůměrované hodnoty průměrných ročních koncentrací  $PM_{10}$  ze všech měřících lokalit v daném roce. Jedná se pouze o orientační graf, jelikož složení lokalit nebylo vždy stejné, je však zřejmé, že koncentrace mají spíše klesající trend.



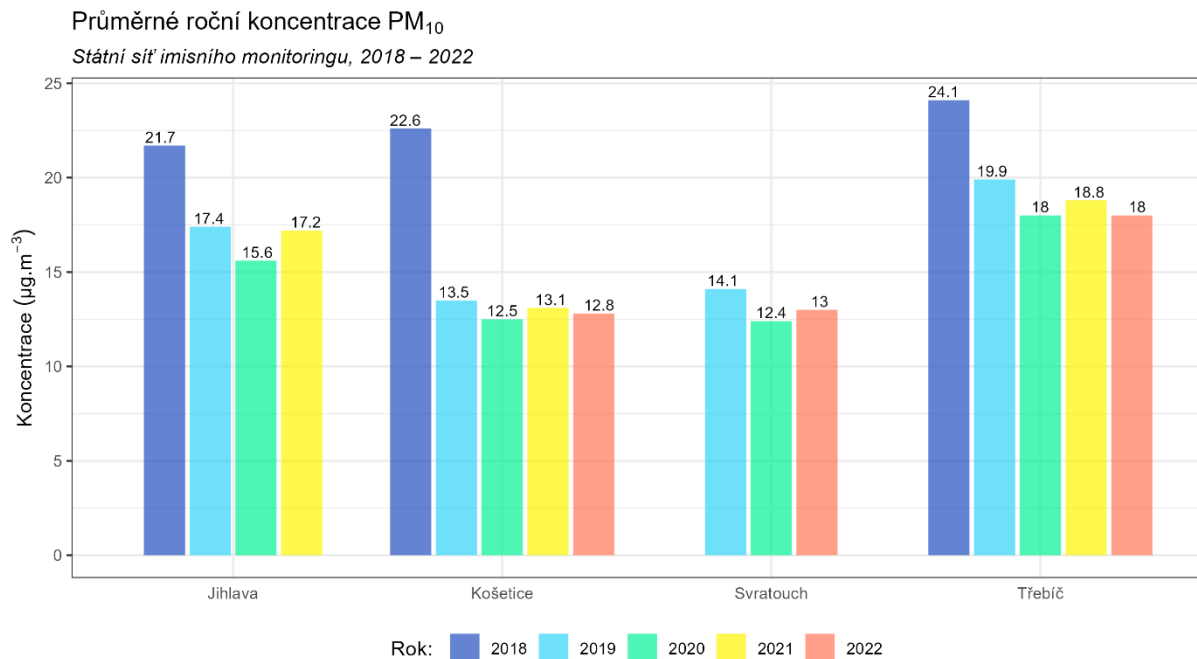
Obr. 42 – Průměrná roční koncentrace PM<sub>10</sub>, projekt ISKOV, 2018–2022



Obr. 43 – Zprůměrovaná hodnota průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> ze všech lokalit měřících v daném roce, projekt ISKOV, 2018–2022

S grafem na Obr. 42 a Obr. 43 pak poměrně slušně korespondují výsledky měření státní sítě imisního monitoringu (SSIM), spravované ČHMÚ. Lokality Košetice a Třebíč měřily po celou dobu měřicí kampaně, lokalita Jihlava pouze do roku 2021. Výsledky však potvrzují, že vyšší

koncentrace byly měřeny zejména v letech 2018 a 2019, ke konci měřicí kampaně byly měřeny spíše nižší koncentrace. Svůj vliv na měření mohla mít také epidemie Covid19.



Obr. 44 – Průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> na stanicích státní sítě imisního monitoringu, 2018–2022

### 3.1.2 Průměrné měsíční koncentrace

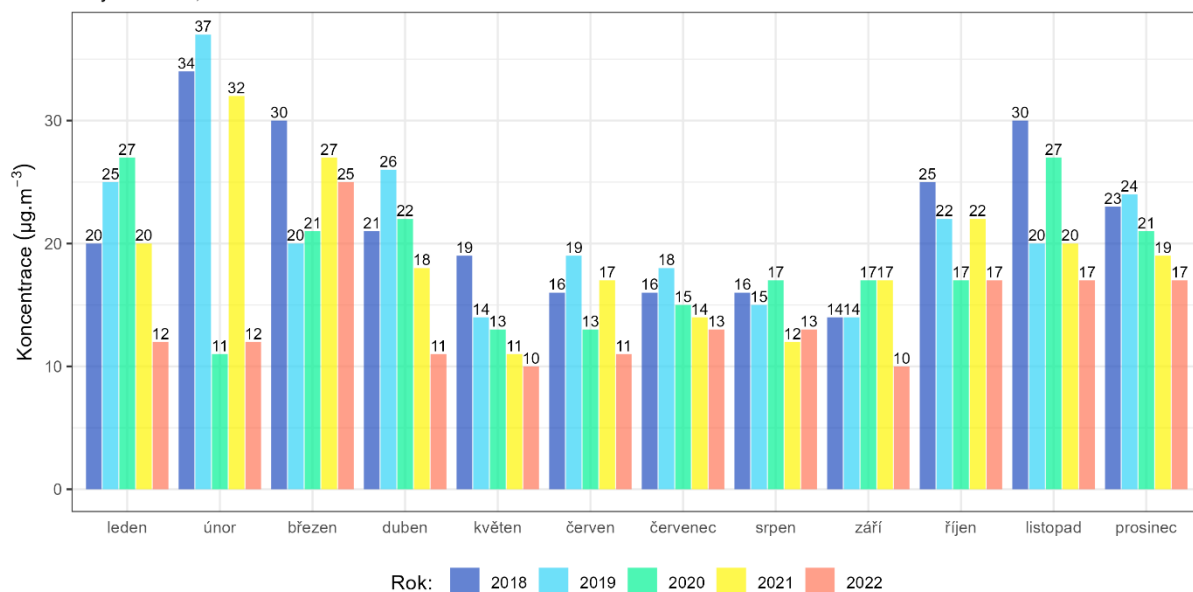
Detailní informace o měsíčních koncentracích v jednotlivých lokalitách jsou k dispozici v dílčích zprávách za jednotlivé roky měření.

Zprůměrované hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit ISKOV, měřících v daný rok, zobrazuje následující Obr. 45. Z grafu vyplývá, že vyšší koncentrace jsou měřeny zejména v chladné části roku, kdy jsou v provozu lokální topeniště, coby majoritní zdroj suspendovaných částic. Maximální hodnoty průměrných měsíčních koncentrací PM<sub>10</sub> byly měřeny v únoru roku 2018 a 2019.

Průměrné hodnoty měsíčních koncentrací PM<sub>10</sub> ze všech lokalit a za celé období měření projektu ISKOV pak zobrazuje Obr. 46. Z obrázku je tak možné vyčíst průměrný roční chod měsíčních koncentrací na Vysočině, včetně možných extremit. Opět se potvrzuje, že vyšší koncentrace jsou měřeny v chladné části roku (topné sezóně) s maximem v únoru. Naopak v letních měsících jsou koncentrace nižší. V průměru jsou minima měřena v květnu, nejnižší maximální měsíční koncentraci pak zaznamenalo září.

Průměrné měsíční koncentrace PM<sub>10</sub> v jednotlivých letech

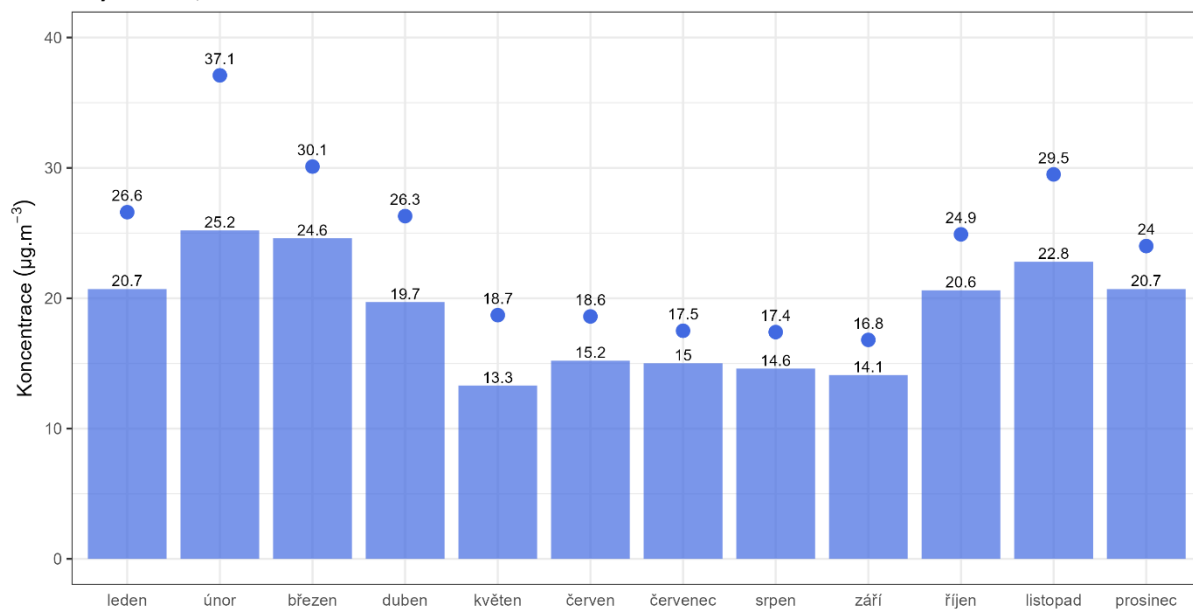
Projekt ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 45 – Zprůměrované hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit v daném roce, projekt ISKOV, 2018–2022

Průměrné a maximální měsíční koncentrace PM<sub>10</sub> za celé období

Projekt ISKOV, 2018 – 2022

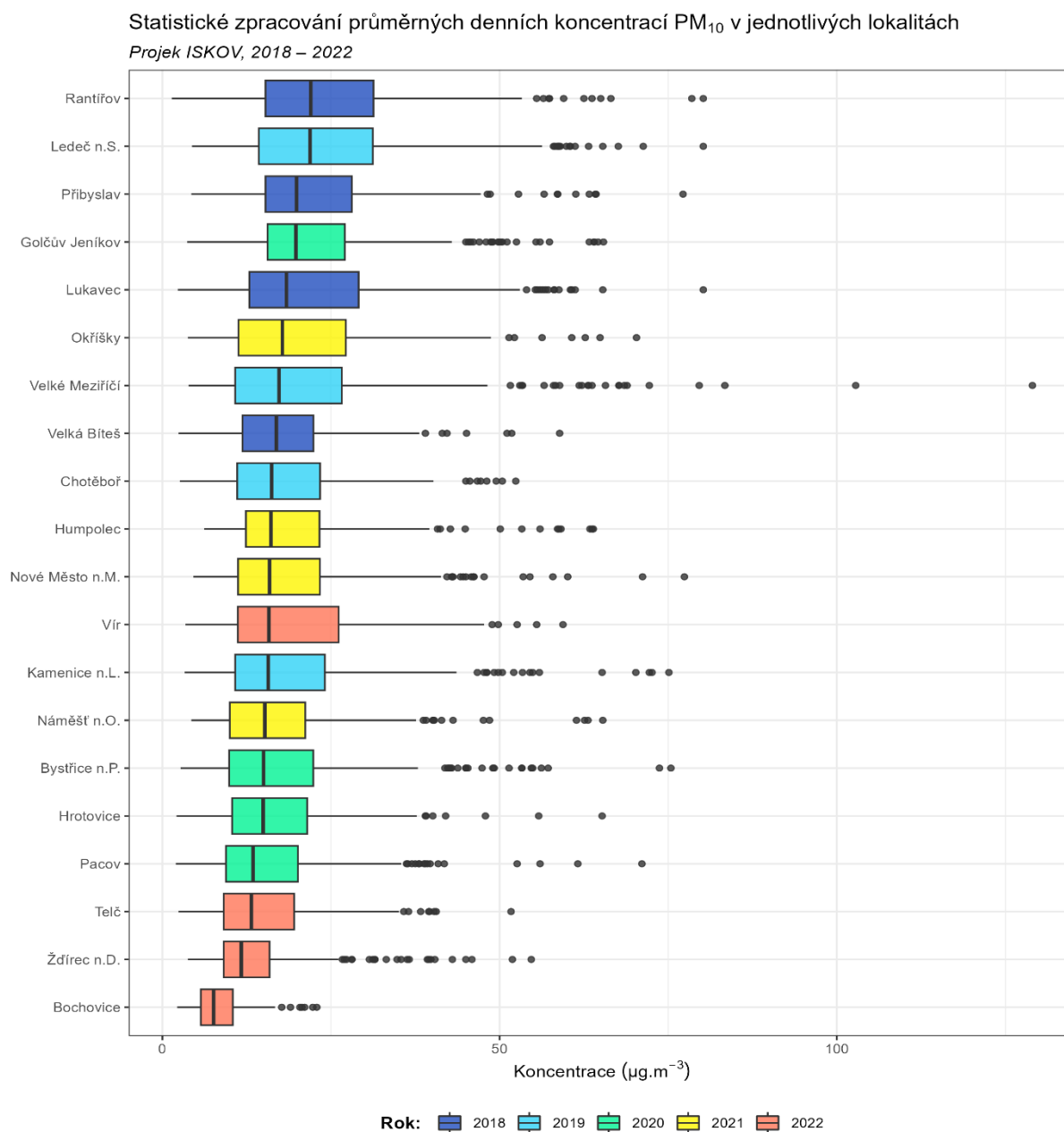


Obr. 46 – Průměrné (sloupce) a maximální (body) hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit za celé období měření, projekt ISKOV, 2018–2022

### 3.1.3 Průměrné denní koncentrace PM<sub>10</sub>

Detailní informace o vývoji denních koncentrací v jednotlivých lokalitách jsou k dispozici v dílčích zprávách za jednotlivé roky měření.

Následující krabicový graf na Obr. 47 zobrazuje statistické zpracování distribuce koncentrací v jednotlivých lokalitách, seřazených dle mediánu naměřených průměrných denních koncentrací PM<sub>10</sub>.



Obr. 47 – Statistické zpracování průměrných denních koncentrací, řazeno dle mediánu hodnot, projekt ISKOV, 2018–2022

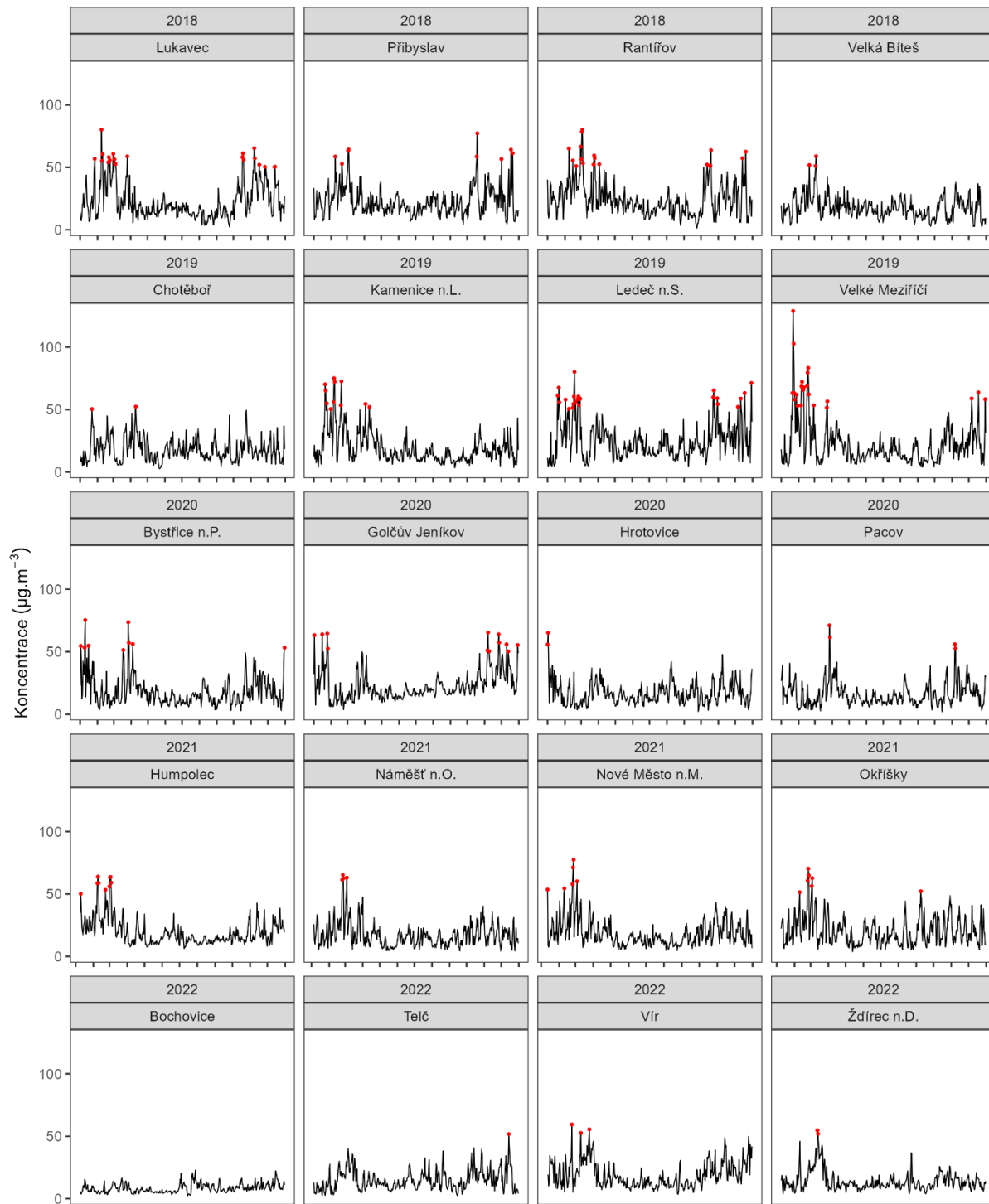
Z grafu je patrné, že nejvyšší hodnoty mediánu byly naměřeny v Rantířově a Ledči nad Sázavou. Avšak maximální hodnoty denních průměrných koncentrací PM<sub>10</sub> byly měřeny ve Velkém Meziříčí.



Z grafu je rovněž patrné, že na většině lokalit jsou koncentrace nad  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (hodnota imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci  $\text{PM}_{10}$ ) charakterizovány jako odlehlé hodnoty. Jejich výskyt v trendech denních koncentrací  $\text{PM}_{10}$  zobrazuje Obr. 48.

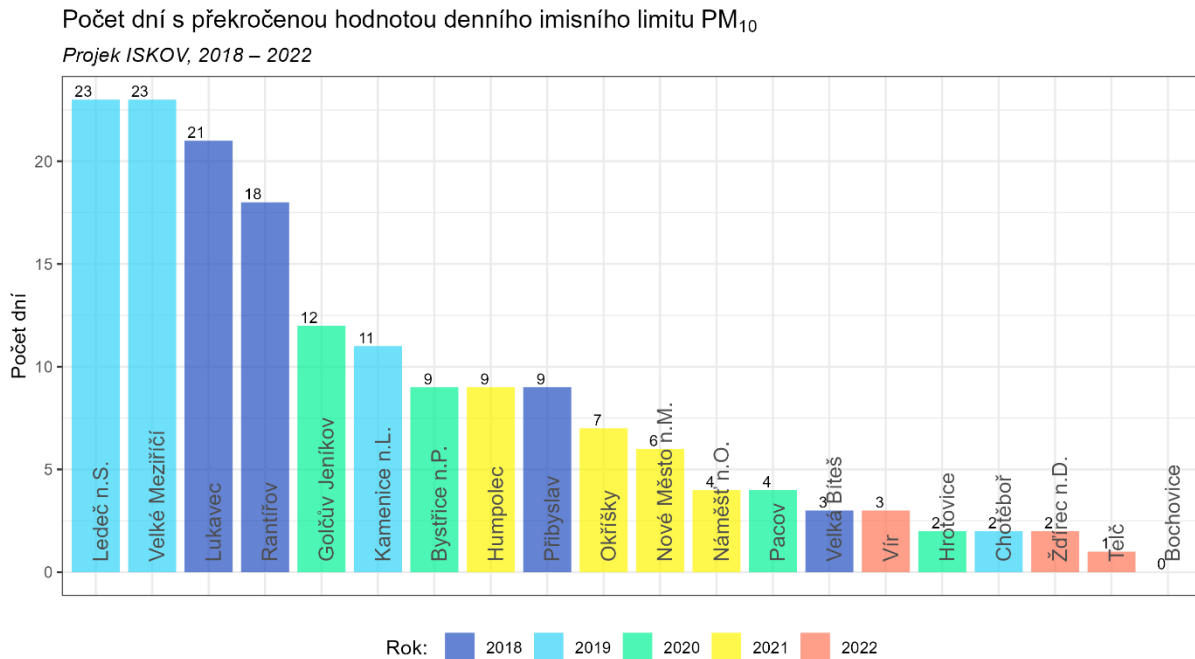
Výskyt dní s překročenou hodnotou denního imisního limitu pro  $\text{PM}_{10}$

Projekt ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 48 – Vývoj průměrných denních koncentrací  $\text{PM}_{10}$  na jednotlivých lokalitách s vyznačením výskytu dní s překročenou hodnotou imisního limitu, projekt ISKOV, 2018–2022

Z grafů je patrné, že v jednotlivých lokalitách dochází k překročení hodnoty imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci především v chladné části roku. Avšak to ještě neznamená, že je v dané lokalitě imisní limit překročen. Zákon umožňuje za kalendářní rok hodnotu imisního limitu ( $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 35x překročit – až pokud je i 36. nejvyšší průměrná denní koncentrace  $\text{PM}_{10}$  vyšší než  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , dochází v lokalitě k překročení imisního limitu. Počet překročení v jednotlivých lokalitách, barevně rozlišených dle roku měření, zobrazuje Obr. 49.



Obr. 49 – Počet dní s překročenou hodnotou imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci  $\text{PM}_{10}$ , projekt ISKOV, 2018–2022

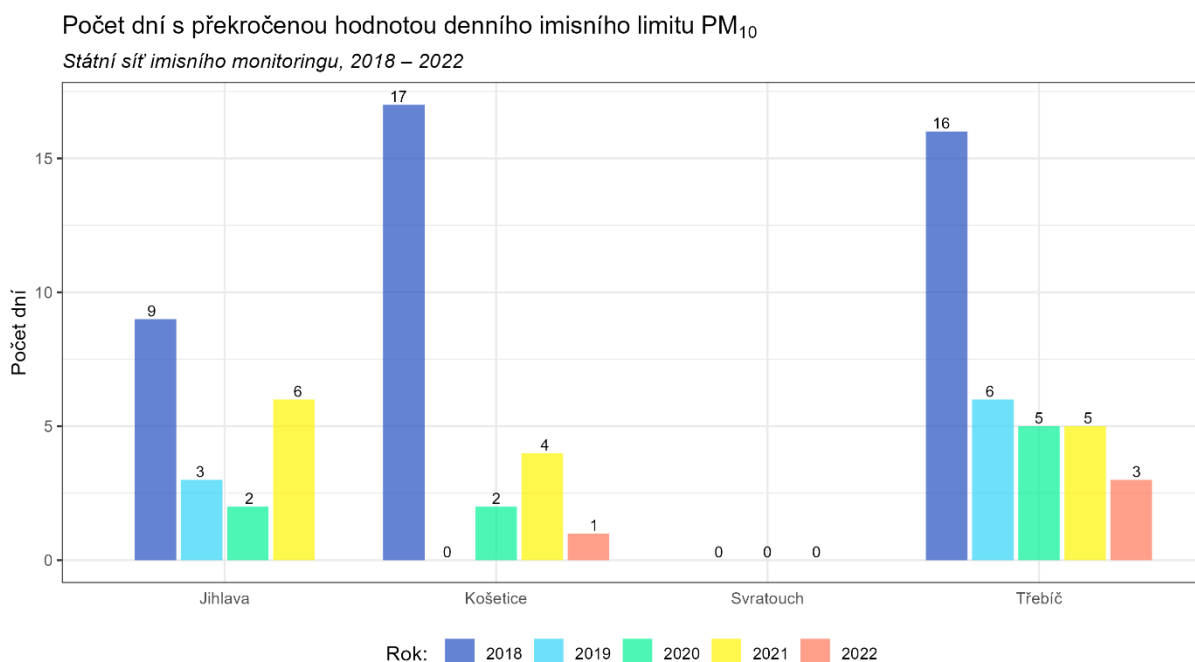
**Z grafu je patrné, že v žádné z lokalit k překročení imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci  $\text{PM}_{10}$  nedošlo.**

Rovněž je patrné, že nejvyšší počty dní s denními koncentracemi  $\text{PM}_{10}$  nad  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  byly naměřeny v letech 2019 a 2018, s maximy v lokalitách Ledeč nad Sázavou a Velké Meziříčí. Naopak v roce 2022 naměřily všechny lokality jen málo dní s koncentracemi  $\text{PM}_{10}$  vyššími než  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , v lokalitě Bochovice dokonce k žádnému překročení nedošlo.

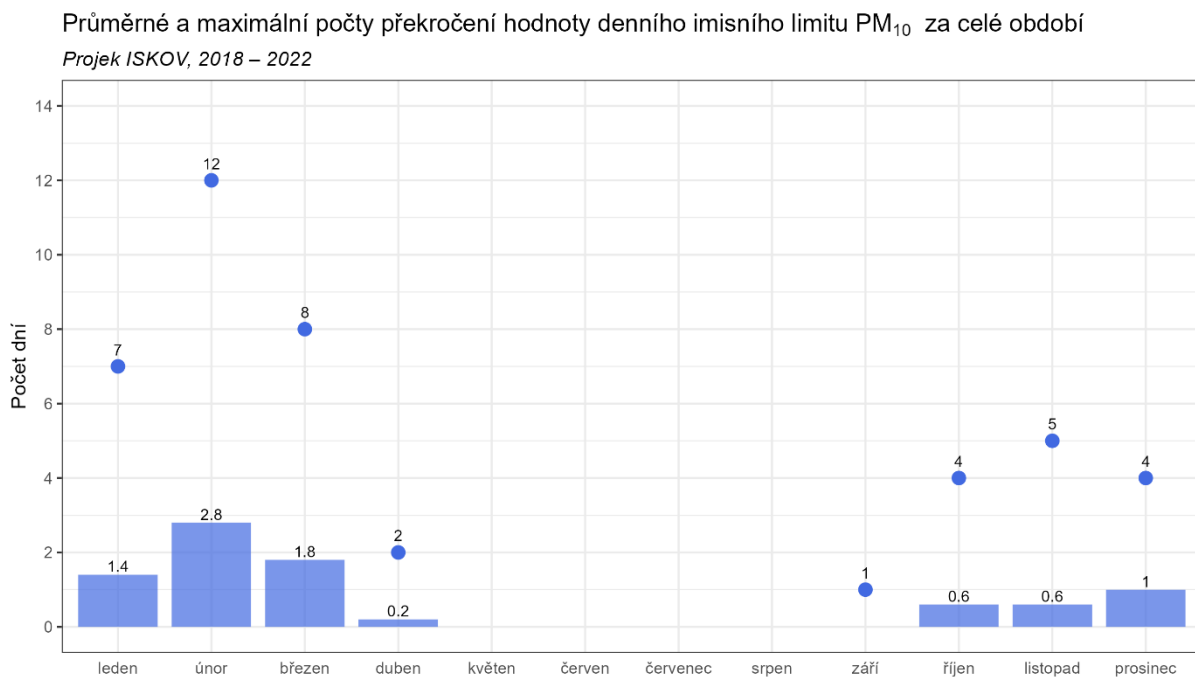
Tuto charakteristiku velmi ovlivňují meteorologické a rozptylové podmínky v daném roce. Pokud tedy v letech 2018 a 2019 vládly horší rozptylové podmínky, byly pozorovány delší inverze, byly v daných lokalitách měřeny vyšší koncentrace než v lokalitách, kdy byly během roku meteorologické podmínky příznivější. Velmi dobře to charakterizují lokality SSIM, kde se měřilo po celou dobu trvání projektu ISKOV. Je velmi dobře patrné, že v roce 2018 naměřila vysoký počet překročení i regionální pozadová lokalita Košetice, kde pak v následujících letech došlo pouze k několika jednotkám dnů s koncentracemi nad  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Obdobně je na tom také lokalita Třebíč.

Zprůměrované a maximální hodnoty počtu dní s překročenou hodnotou imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci  $\text{PM}_{10}$  zobrazuje Obr. 51. V průměru nečastěji k překračování

dochází v únoru (cca 3 dny), maximální počet naměřených překročení bylo zaznamenáno rovněž v únoru (12).



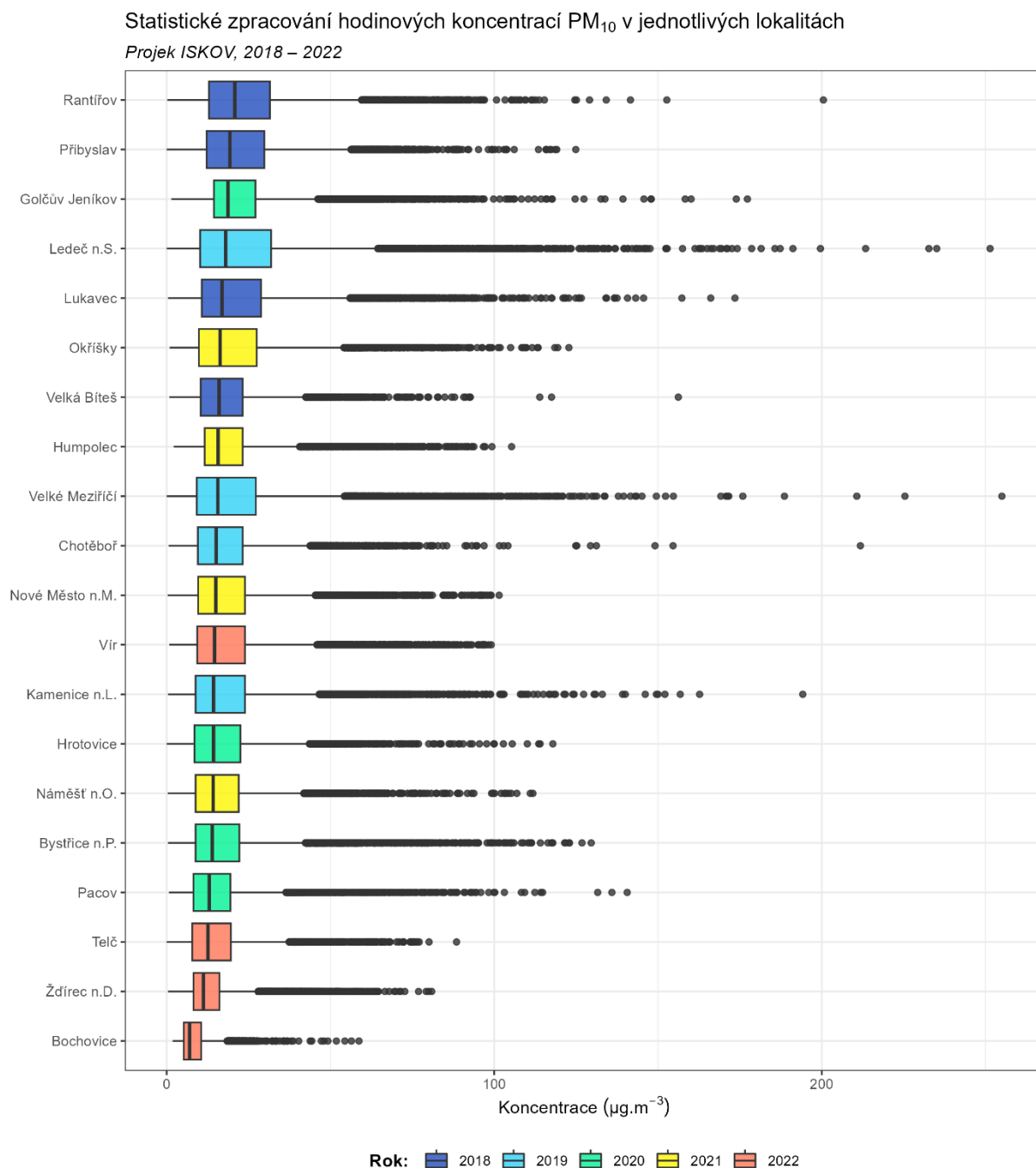
Obr. 50 – Počet dní s překročenou hodnotou imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM<sub>10</sub>, lokality SSIM, 2018–2022



Obr. 51 – Průměrné a maximální počty dnů s překročenou hodnotou imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM<sub>10</sub> v jednotlivých měsících ze všech lokalit a za celé období měření, projekt ISKOV, 2018–2022

### 3.1.4 Hodinové koncentrace a denní chod

Suspendované částice nemají pro hodinové koncentrace imisní limit, přesto je tato charakteristika důležitá pro interpretaci dat. Uvádět samostatně hodinové koncentrace nemá smysl (8760 hodnot za rok), proto je zde pouze statistické zpracování hodinových hodnot pomocí krabicových grafů (Obr. 52).



Obr. 52 – Statistické zpracování hodinových koncentrací PM<sub>10</sub> v jednotlivých lokalitách, projekt ISKOV, 2018–2022

Z grafu je patrné, že mediány koncentrací zhruba sledují trend průměrných hodnot. Dále je vidět, že v některých lokalitách docházelo v některých hodinách k překročení 200  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

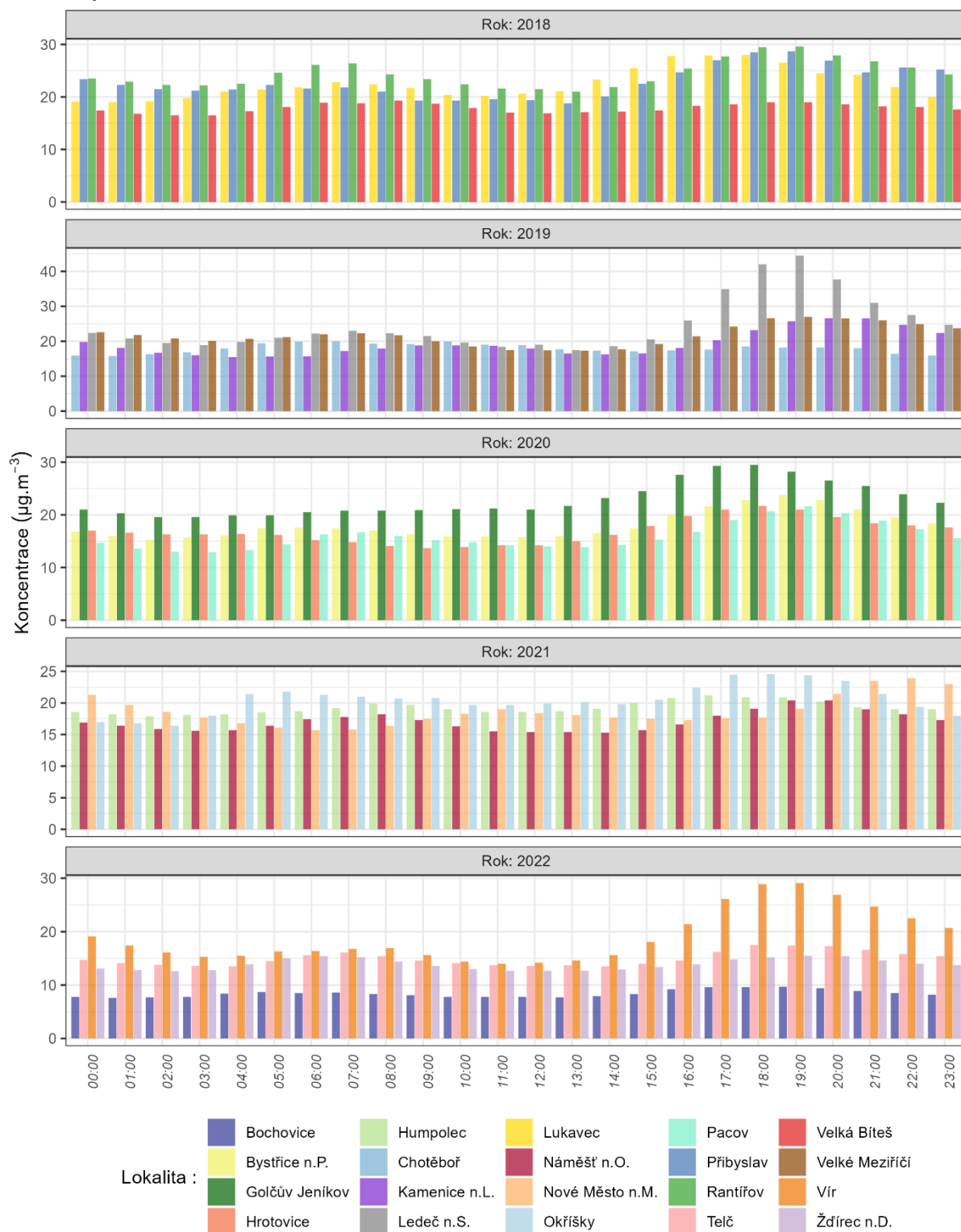
Jedná se pouze o jednotky hodin za celý rok, kdy mohly být obzvláště nepříznivé rozptylové podmínky, nebo mohlo dojít k lokálnímu ovlivnění (stavební práce v blízkosti, pálení listí atp.). Nejnížší hodnoty hodinově byly zaznamenány v roce 2022, kdy na žádné z lokalit nedošlo k překročení  $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . U většiny lokalit se již koncentrace nad  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  označují jako odlehlé.

Z hlediska hodinových koncentrací je velmi zajímavou a užitečnou charakteristikou průměrný denní chod hodinových koncentrací. Ten umožňuje zjistit v kterou část dne jsou zpravidla měřeny nejvyšší koncentrace (Obr. 53). Grafy jsou rozděleny po jednotlivých letech měření.

Z grafu je velmi dobře patrné, že téměř ve všech lokalitách gradují koncentrace v odpoledních a večerních hodinách – tedy v době zatápění po návratu z práce. Velmi dobře je to patrné u lokalit Ledec nad Sázavou, Vír nebo Golčův Jeníkov. Svou roli může sehrávat i orografie, kdy zejména v údolích řeky (Vír, Ledec nad Sázavou) může docházet k horšímu provětrávání terénu a kumulace škodlivin ve večerních a nočních hodinách. V některých lokalitách není večerní nárůst tak zřetelný, např. Velká Bíteš.

### Průměrný denní chod hodinových koncentrací PM<sub>10</sub>

Projek ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 53 – Průměrný denní chod hodinových koncentrací PM<sub>10</sub>, projekt ISKOV, 2018–2022. Čas je uváděn v UTC

## 3.2 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM<sub>2,5</sub>

Obecná část, včetně legislativních požadavků a emisí je uvedena v kapitole o PM<sub>10</sub>.

### 3.2.1 Průměrná roční koncentrace

Průměrné roční koncentrace, naměřené v jednotlivých lokalitách, zobrazuje následující Tab. 5, graficky je pak znázorňuje Obr. 54.

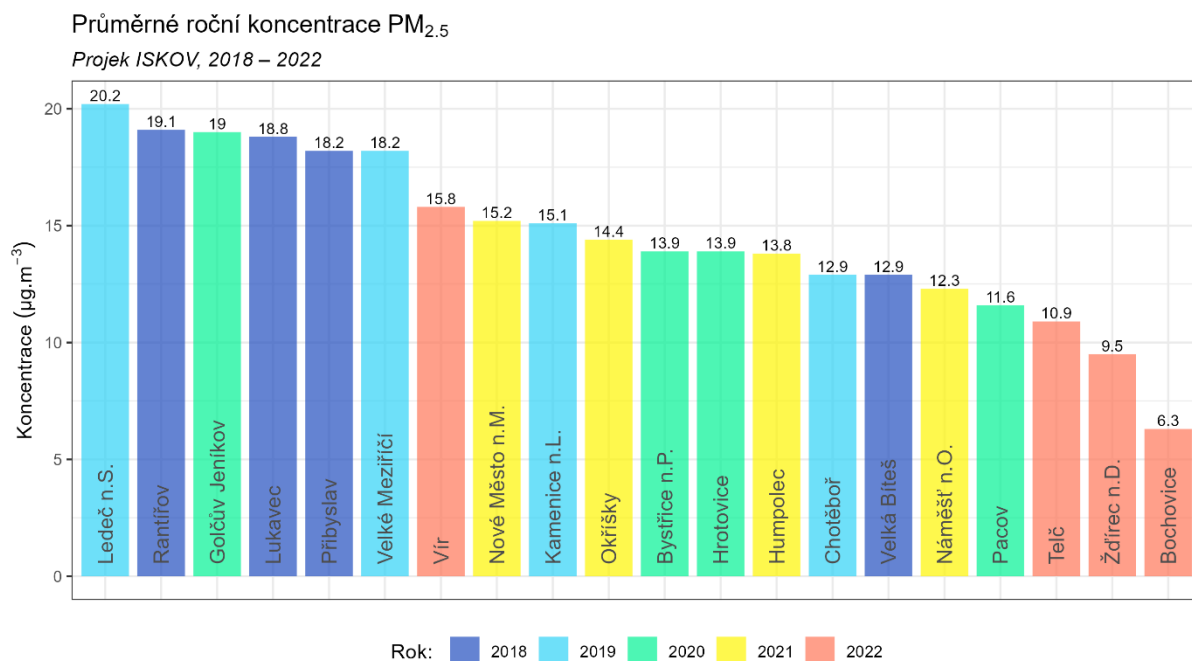
Tab. 5 – Průměrná roční koncentrace PM<sub>2,5</sub>, projekt ISKOV, 2018–2022

LOKALITA	PRŮMĚRNÁ ROČNÍ KONCENTRACE PM <sub>2,5</sub> (μg·m <sup>-3</sup> )
BOCHOVICE	6,3
BYSTRŮVICE N.P.	13,9
CHOTĚBOŘ	12,9
GOLČŮV JENÍKOV	19
HROTOVICE	13,9
HUMPOLEC	13,8
KAMENICE N.L.	15,1
LEDEČ N.S.	<b>20,2</b>
LUKAVEC	18,8
NOVÉ MĚSTO N.M.	15,2
NÁMĚŠŤ N.O.	12,3
OKŘÍŠKY	14,4
PACOV	11,6
PŘIBYSLAV	18,2
RANTÍŘOV	19,1
TELČ	10,9
VELKÁ BÍTEŠ	12,9
VELKÉ MEZIRŮČÍ	18,2
VÍR	15,8
ŽDÍREC N.D.	9,5

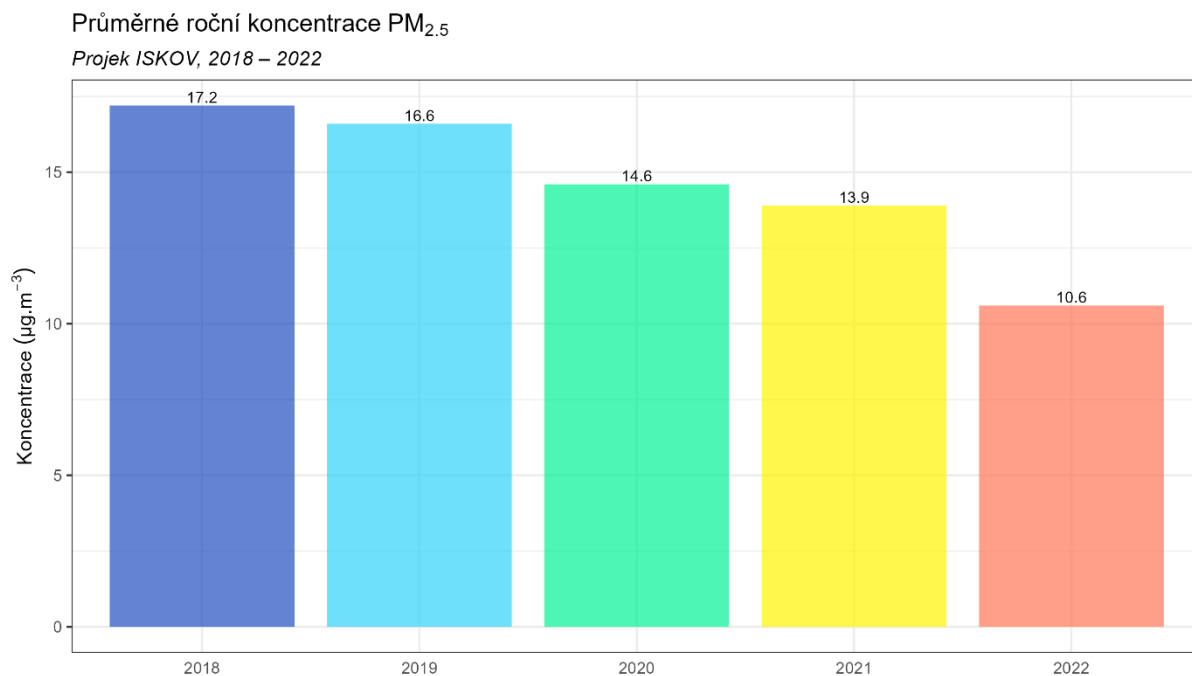
V době měření projektu došlo v případě PM<sub>2,5</sub> ke změně legislativy. Do roku 2020 byl imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM<sub>2,5</sub> stanoven na 25 μg·m<sup>-3</sup>, od roku 2020 včetně byla tato hodnota snížena na 20 μg·m<sup>-3</sup>. Z uvedené tabulky vyplývá, **na žádné lokalitě nedošlo k překročení imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci PM<sub>2,5</sub>**. Koncentraci 20 μg·m<sup>-3</sup> překročila jako jediná lokalita Ledec nad Sázavou (o 0,2 μg·m<sup>-3</sup>), avšak měření probíhalo v roce 2019, kdy ještě platil imisní limit 25 μg·m<sup>-3</sup>.

Přehledně jsou data o průměrné roční koncentraci PM<sub>10</sub> uvedena na následujícím grafu na Obr. 54, kde jsou měřené hodnoty seřazeny od nejvyšší hodnoty k nejnižší, barva sloupce pak znázorňuje rok, ve kterém měření v dané lokalitě probíhalo. Nejvyšší hodnota byla naměřena v lokalitě Ledec nad Sázavou (20,2 μg·m<sup>-3</sup>), nejnižší pak v lokalitě Bochovice (6,3 μg·m<sup>-3</sup>). Z grafu je rovněž patrné, že vyšší koncentrace byly měřeny zejména v letech 2018 a 2019, nejnižší pak v roce 2022. To potvrzuje i graf na následujícím Obr. 55, kde jsou uvedeny za každý rok zprůměrované hodnoty průměrných ročních koncentrací PM<sub>2,5</sub> ze všech měřicích

lokalit v daném roce. Jedná se pouze o orientační graf, jelikož složení lokalit nebylo vždy stejné, je však zřejmé, že koncentrace mají spíše klesající trend.



Obr. 54 – Průměrná roční koncentrace PM<sub>2,5</sub>, projekt ISKOV, 2018–2022

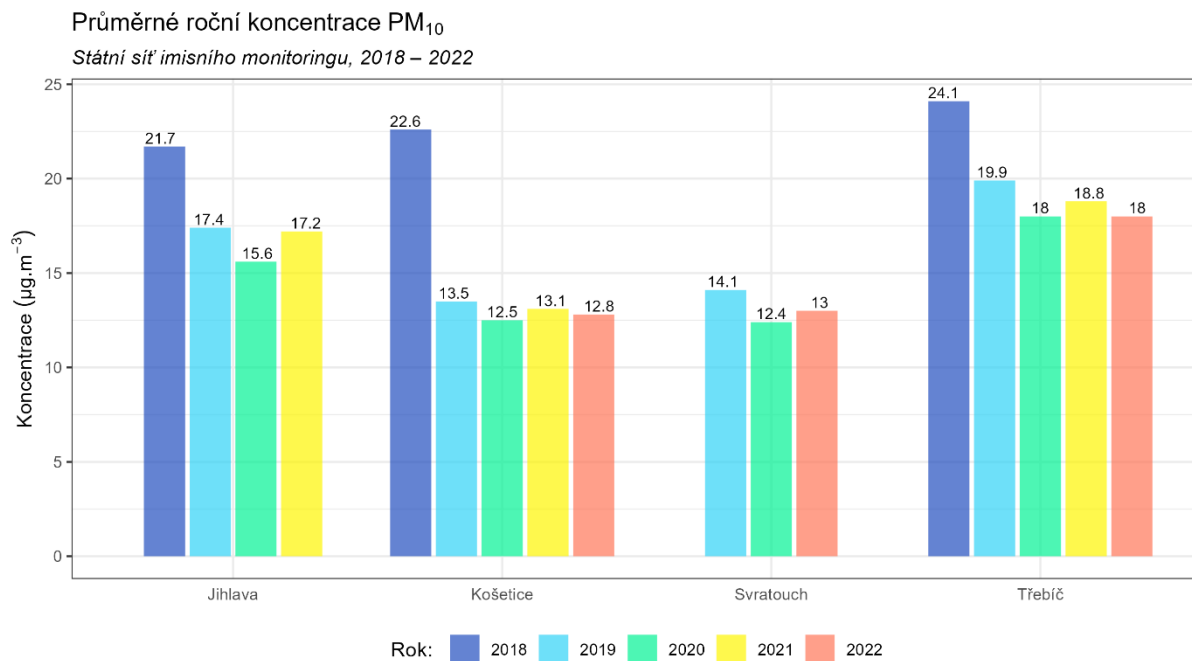


Obr. 55 – Zprůměrovaná hodnota průměrné roční koncentrace PM<sub>2,5</sub> ze všech lokalit měřících v daném roce, projekt ISKOV, 2018–2022

S grafem na Obr. 54 a Obr. 55 pak poměrně slušně korespondují výsledky měření státní sítě imisního monitoringu (SSIM), spravované ČHMÚ. Lokality Košetice a Třebíč měřily po celou



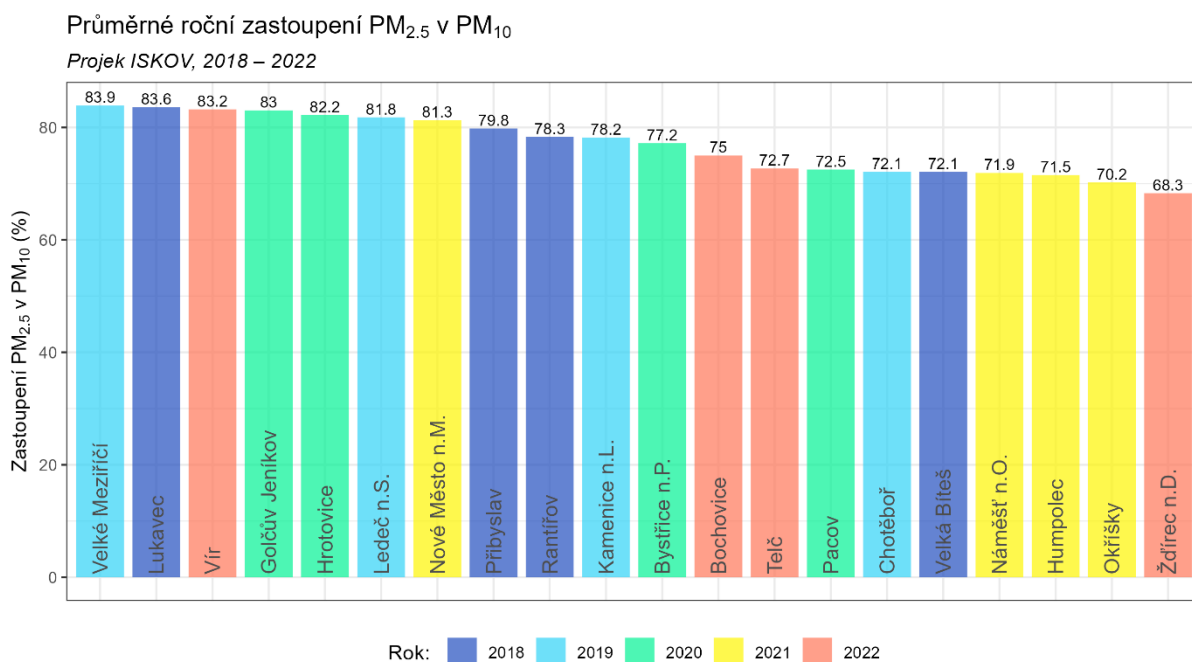
dobu měřicí kampaně, lokalita Jihlava pouze do roku 2021. Výsledky však potvrzují, že vyšší koncentrace byly měřeny zejména v letech 2018 a 2019, ke konci měřicí kampaně byly měřeny spíše nižší koncentrace. Svůj vliv na měření mohla mít také epidemie Covid19.



Obr. 56 – Průměrné roční koncentrace PM<sub>2,5</sub> na stanicích státní sítě imisního monitoringu, 2018–2022

Následující Obr. 57 pak zobrazuje průměrné roční zastoupení PM<sub>2,5</sub> v PM<sub>10</sub>. Jemnější frakce je pro lidské zdraví nebezpečnější, poměr tak zobrazuje, jak moc z celkové PM<sub>10</sub> tvoří právě jemnější frakce PM<sub>2,5</sub>. Graf je členěn dle jednotlivých lokalit a barevně jsou odlišeny jednotlivé roky měření.

Z grafu je patrné, že na rozdíl od absolutních koncentrací je zastoupen více ovlivněno lokalitou a zdroji než rokem měření. Nejvyšší zastoupení PM<sub>2,5</sub> v PM<sub>10</sub> bylo zaznamenáno v lokalitách Velké Meziříčí, Lukavec a Vír, nejnižší naopak v Okříškách a Žďrci nad Doubravou.



Obr. 57 – Průměrné zastoupení jemnější frakce PM<sub>2,5</sub> v Hrubší frakci PM<sub>10</sub> (%), projekt ISKOV, 2018–2022

### 3.2.2 Průměrné měsíční koncentrace

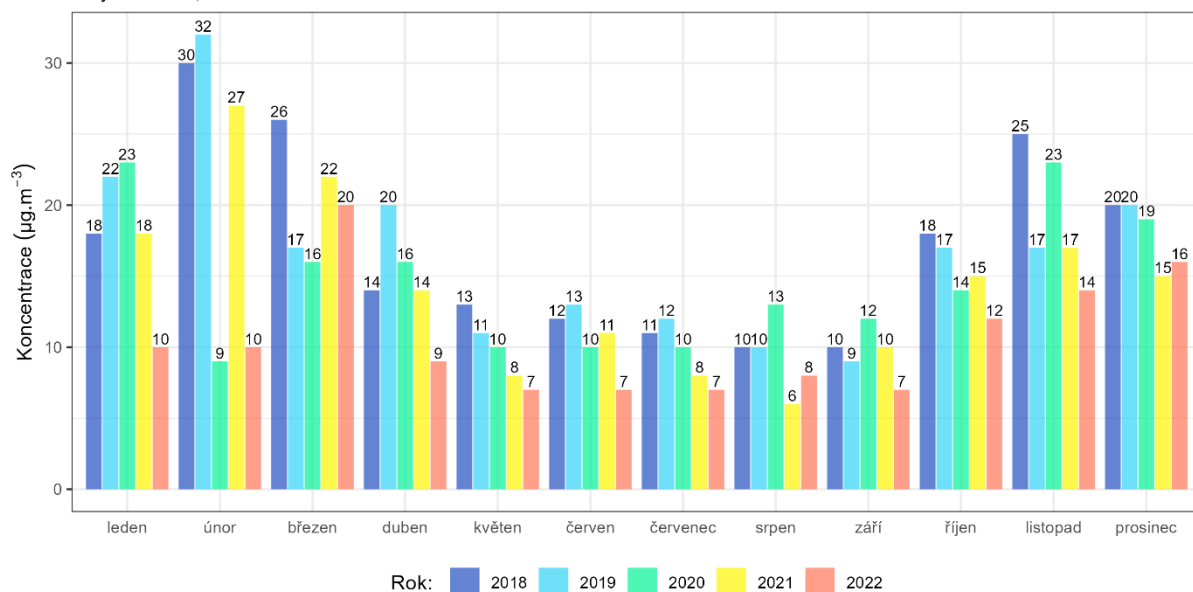
Detailní informace o měsíčních koncentracích v jednotlivých lokalitách jsou k dispozici v dílčích zprávách za jednotlivé roky měření.

Zprůměrované hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit ISKOV, měřících v daný rok, zobrazuje následující Obr. 58. Z grafu vyplývá, že vyšší koncentrace jsou měřeny zejména v chladné části roku, kdy jsou v provozu lokální topeniště, coby majoritní zdroj suspendovaných částic. Maximální hodnoty průměrných měsíčních koncentrací PM<sub>2,5</sub> byly měřeny v únoru roku 2018 a 2019.

Průměrné hodnoty měsíčních koncentrací PM<sub>2,5</sub> ze všech lokalit a za celé období měření projektu ISKOV pak zobrazuje Obr. 59. Z obrázku je tak možné vyčíst průměrný roční chod měsíčních koncentrací PM<sub>2,5</sub> na Vysočině, včetně možných extrémů. Opět se potvrzuje, že vyšší koncentrace jsou měřeny v chladné části roku (topné sezóně) s maximem v únoru. Naopak v letních měsících jsou koncentrace nižší. V průměru jsou minima měřena v srpnu, nejnižší maximální měsíční koncentraci pak zaznamenal červenec.

Průměrné měsíční koncentrace PM<sub>2.5</sub> v jednotlivých letech

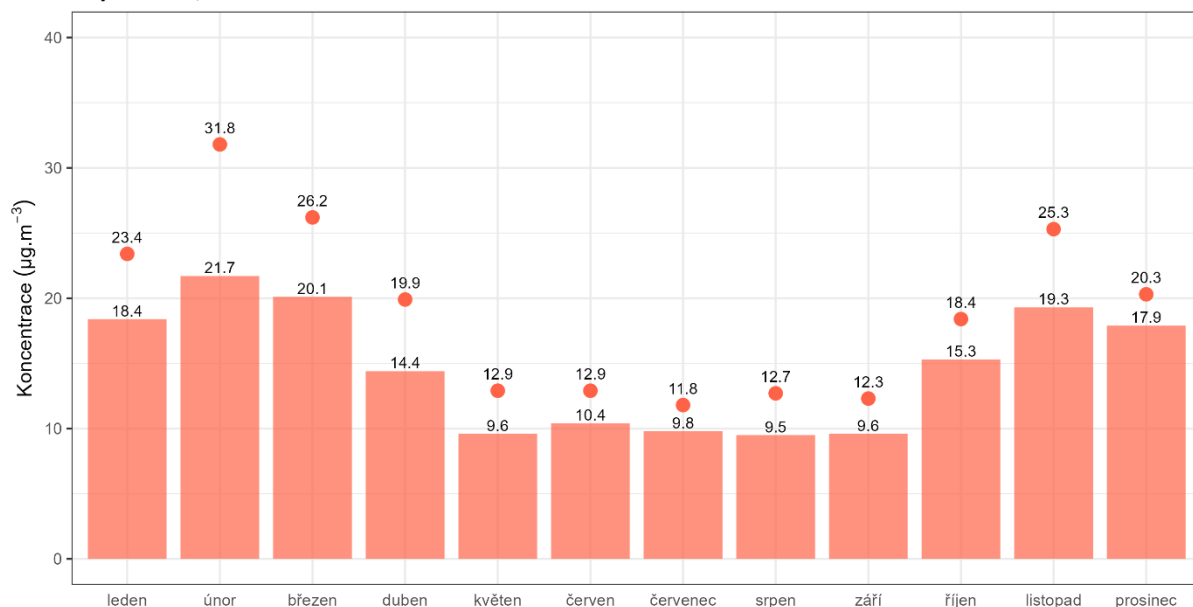
Projekt ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 58 – Zprůměrované hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit v daném roce, projekt ISKOV, 2018–2022

Průměrné a maximální měsíční koncentrace PM<sub>2.5</sub> za celé období

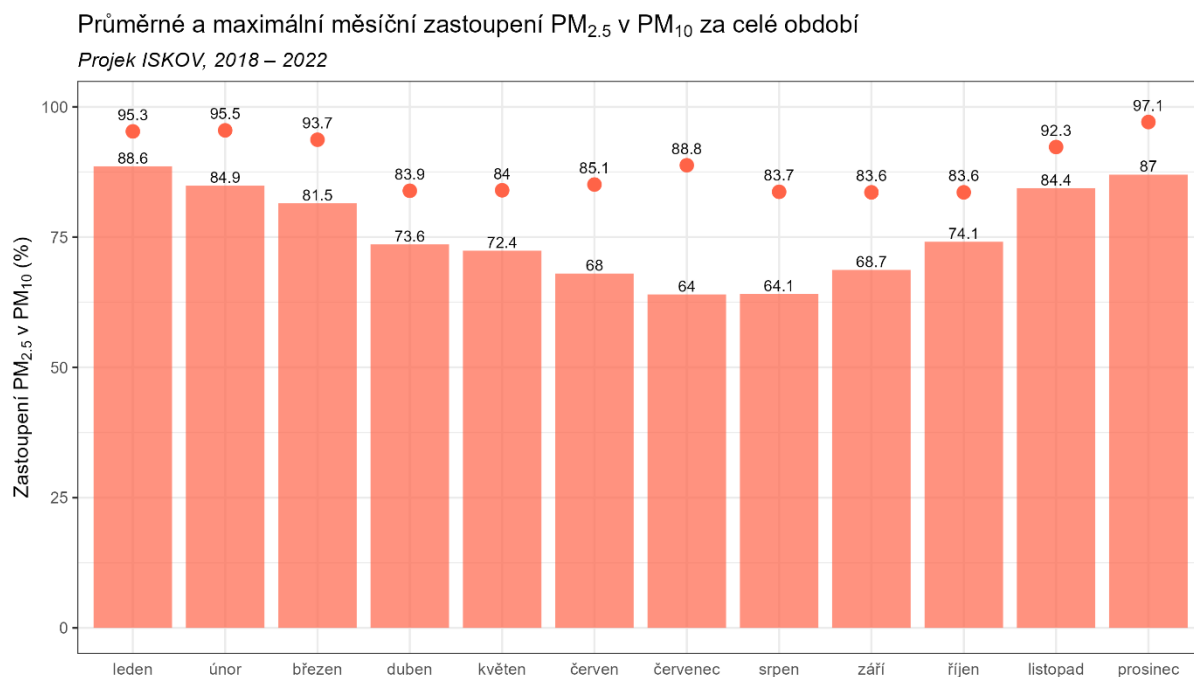
Projekt ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 59 – Průměrné (sloupce) a maximální (body) hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit za celé období měření, projekt ISKOV, 2018–2022

Následující Obr. 60 pak opět zobrazuje průměrné zastoupení  $PM_{2,5}$  v  $PM_{10}$ , tentokrát v měsíčním chodu v průměru za všechny lokality a celé období měření, doplněné o maximální naměřené měsíční průměry.

Z grafu je patrné, že vyšší zastoupení lze očekávat zejména v chladné části roku, kdy je v průměru  $PM_{10}$  tvořena z 90 % pouze jemnější frakcí  $PM_{2,5}$ . V maximech mohou být hodnoty vyšší než 95 %. Naopak v letních měsících je zastoupení jemnější frakce výrazně nižší.



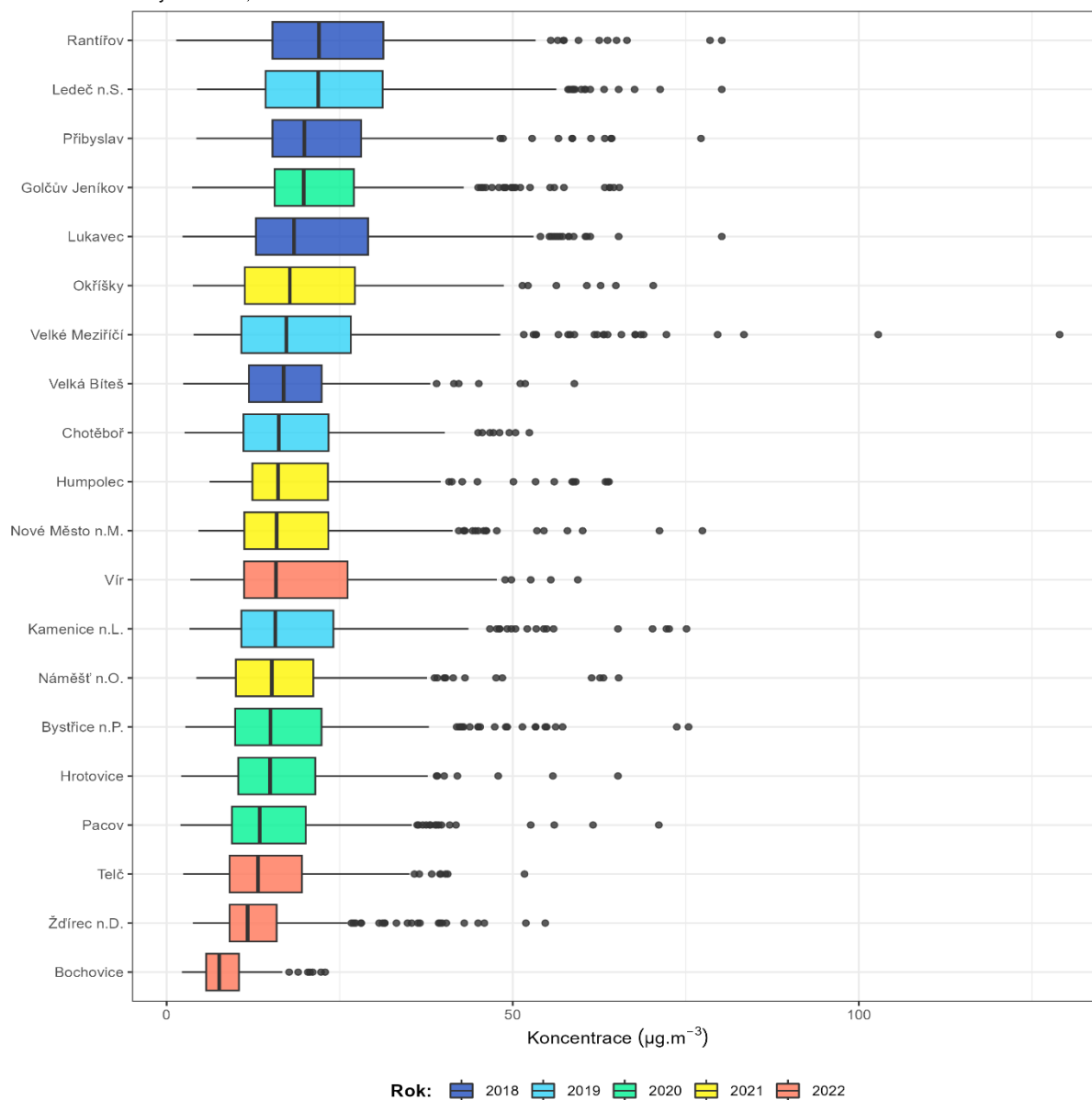
Obr. 60 – Průměrné měsíční zastoupení  $PM_{2,5}$  v  $PM_{10}$  (%) v jednotlivých měsících, projekt ISKOV, rok 2022

### 3.2.3 Průměrné denní koncentrace $PM_{2,5}$

Detailní informace o vývoji denních koncentrací v jednotlivých lokalitách jsou k dispozici v dílčích zprávách za jednotlivé roky měření.

Následující krabicový graf na Obr. 61 zobrazuje statistické zpracování distribuce koncentrací v jednotlivých lokalitách, seřazených dle mediánu naměřených průměrných denních koncentrací  $PM_{2,5}$ .

Statistické zpracování průměrných denních koncentrací PM<sub>10</sub> v jednotlivých lokalitách  
 Projekt ISKOV, 2018 – 2022



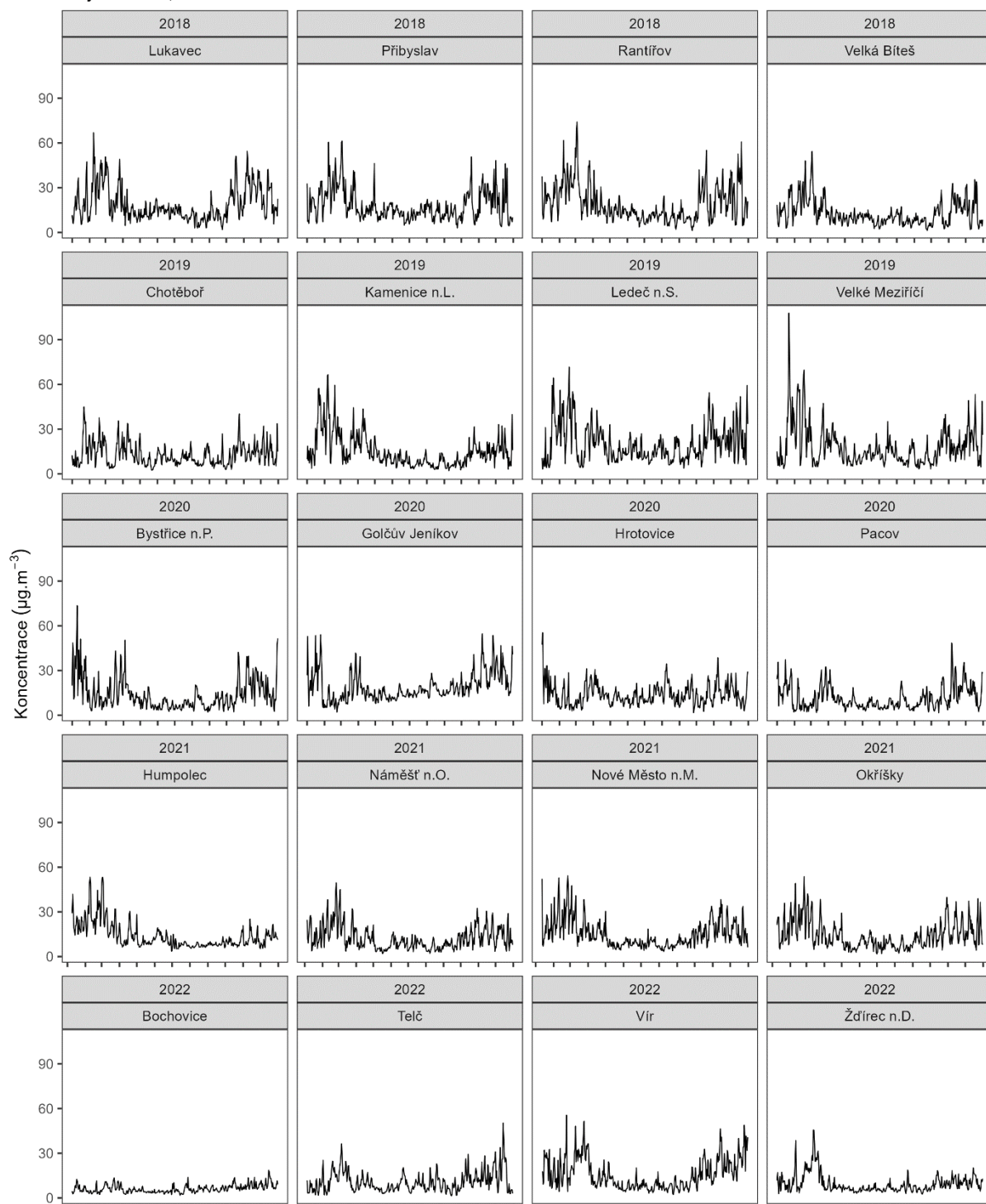
Obr. 61 – Statistické zpracování průměrných denních koncentrací, řazeno dle mediánu hodnot, projekt ISKOV, 2018–2022

Z grafu je patrné, že nejvyšší hodnoty mediánu byly naměřeny v Rantířově a Ledči nad Sázavou. Avšak maximální hodnoty denních průměrných koncentrací PM<sub>2,5</sub> byly měřeny ve Velkém Meziříčí.

Z grafu je rovněž patrné, že na většině lokalit jsou koncentrace nad 50  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  charakterizovány jako odlehle hodnoty. Na rozdíl od PM<sub>10</sub> není v legislativě ukotven imisní limit pro průměrné denní koncentrace PM<sub>2,5</sub>. Vývoj průměrných denních koncentrací PM<sub>2,5</sub> v jednotlivých lokalitách zobrazuje následující Obr. 62.

Výskyt dní s překročenou hodnotou denního imisního limitu pro PM<sub>2,5</sub>

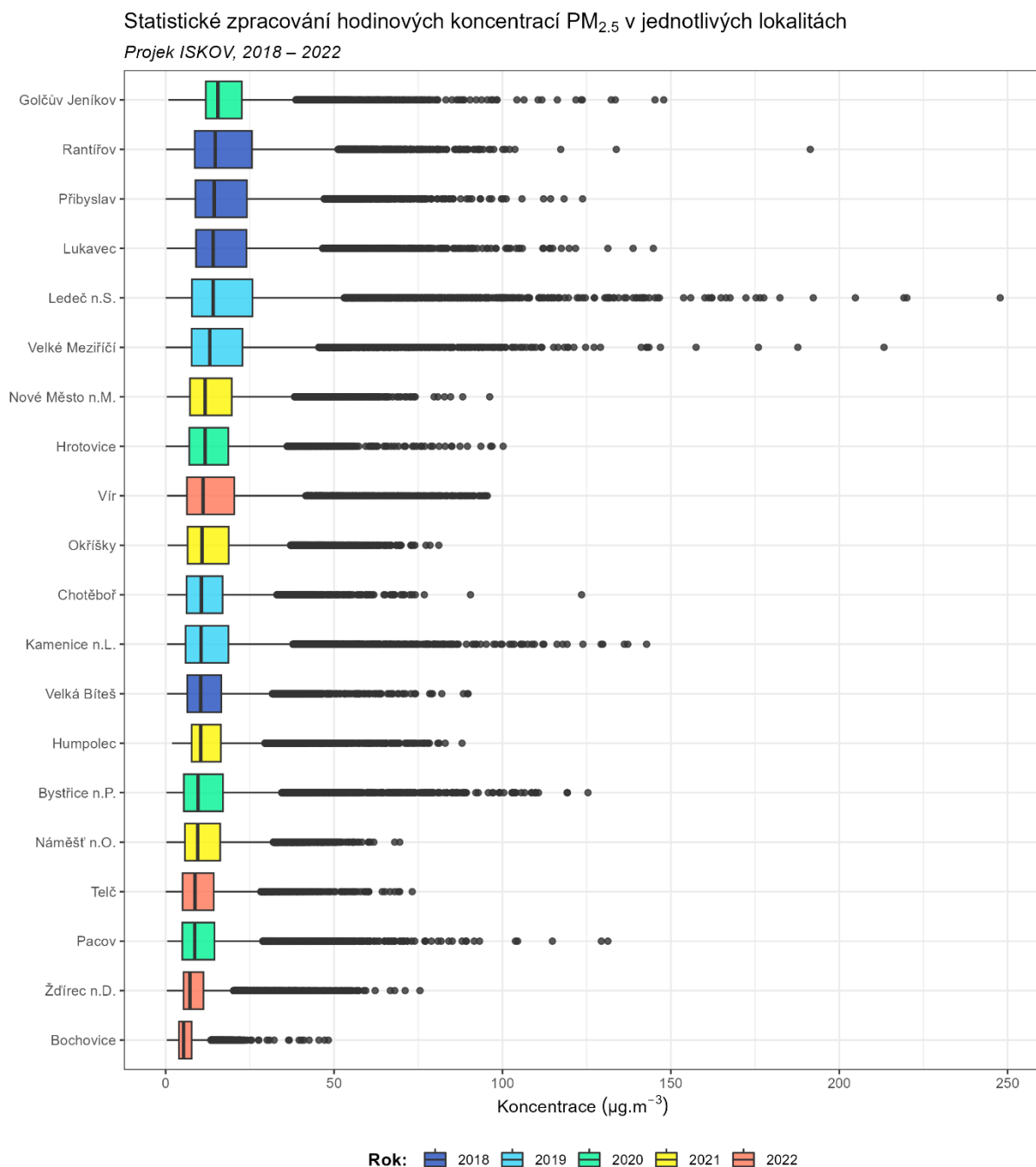
Projekt ISKOV, 2018 – 2022

Obr. 62 – Vývoj průměrných denních koncentrací PM<sub>2,5</sub>, projekt ISKOV, rok 2022

Z jednotlivých grafů je patrné, že v jsou měřeny vyšší koncentrace především v chladné části roku. Vyšší pak byly měřeny v letech 2018 a 2019, v roce 2022 byly koncentrace naopak i v chladné části roku poměrně nízké.

### 3.2.4 Hodinové koncentrace a denní chod

Suspendované částice nemají pro hodinové koncentrace imisní limit, přesto je tato charakteristika důležitá pro interpretaci dat. Uvádět samostatně hodinové koncentrace nemá smysl (8760 hodnot za rok), proto je zde pouze statistické zpracování hodinových hodnot pomocí krabicových grafů (Obr. 63).



Obr. 63 – Statistické zpracování hodinových koncentrací PM<sub>2,5</sub> v jednotlivých lokalitách, projekt ISKOV, 2018–2022

Dále je vidět, že v některých lokalitách docházelo v některých hodinách k překročení 150 a výjimečně i 200  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Jedná se pouze o jednotky hodin za celý rok, kdy mohly být obzvláště

nepříznivé rozptylové podmínky, nebo mohlo dojít k lokálnímu ovlivnění (stavební práce v blízkosti, pálení listí atp.). Nejnižší hodnoty hodinově byly zaznamenány v roce 2022, kdy na žádné z lokalit nedošlo k překročení  $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . U většiny lokalit se již koncentrace nad  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  označují jako odlehlé.

Z hlediska hodinových koncentrací je velmi zajímavou a užitečnou charakteristikou průměrný denní chod hodinových koncentrací. Ten umožňuje zjistit v kterou část dne jsou zpravidla měřeny nejvyšší koncentrace (Obr. 64). Grafy jsou rozděleny po jednotlivých letech měření.

Z grafu je velmi dobře patrné, že téměř ve všech lokalitách gradují koncentrace v odpoledních a večerních hodinách – tedy v době zatápění po návratu z práce. Velmi dobře je to patrné u lokalit Ledec nad Sázavou, Vír nebo Golčův Jeníkov. Svou roli může sehrávat i orografie, kdy zejména v údolích řeky (Vír, Ledec nad Sázavou) může docházet k horšímu provětrávání terénu a kumulace škodlivin ve včerních a nočních hodinách. V některých lokalitách není večerní nárůst tak zřetelný, např. Velká Bíteš.



Průměrný denní chod hodinových koncentrací PM<sub>2,5</sub>

Projek ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 64 – Průměrný denní chod hodinových koncentrací PM<sub>2,5</sub>, projekt ISKOV, 2018–2022. Čas je uváděn v UTC

### 3.3 OXID DUSIČITÝ A OXIDY DUSÍKU

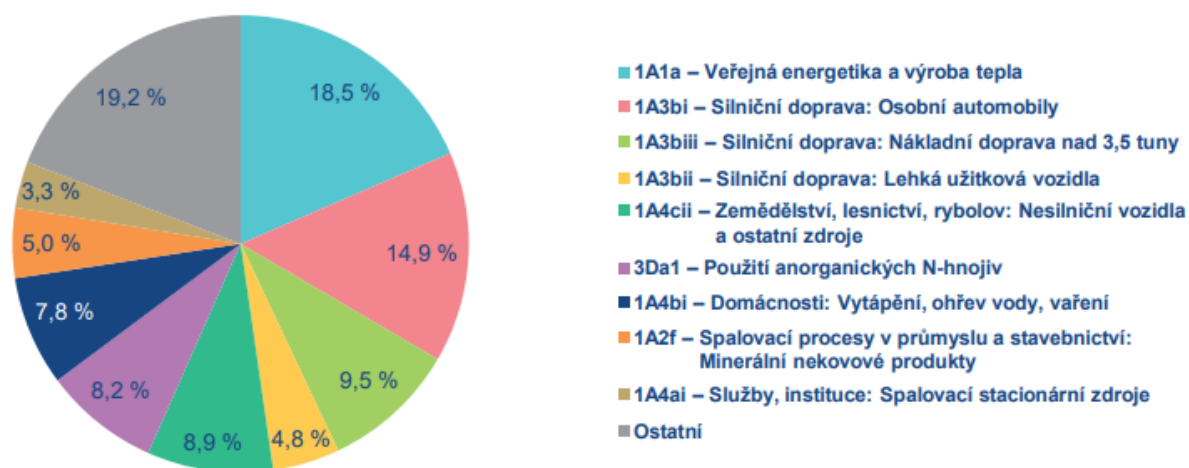
Při sledování a hodnocení kvality venkovního ovzduší se pod termínem oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ) rozumí směs oxidu dusnatého ( $\text{NO}$ ) a oxidu dusičitého ( $\text{NO}_2$ ) [17].

Pro oxid dusičitý jsou v příloze 1 zákona o ochraně ovzduší [10] uvedeny dva imisní limity. Pro průměrnou roční koncentraci a pro hodinovou koncentraci, která může být za kalendářní rok 18 x překročena [9]. K překročení ročního imisního limitu  $\text{NO}_2$  dochází v ČR pouze na omezeném počtu stanic, a to na dopravně exponovaných lokalitách aglomerací a velkých měst. Lze předpokládat, že k překročení imisních limitů může docházet i na dalších dopravně exponovaných místech, kde není prováděno měření.

Více než 90 % z celkových oxidů dusíku ve venkovním ovzduší je emitováno ve formě  $\text{NO}$ .  $\text{NO}_2$  vzniká relativně rychle reakcí  $\text{NO}$  s přízemním ozonem nebo s radikály typu  $\text{HO}_2$ , popř.  $\text{RO}_2$  [18]. Řadou chemických reakcí se část  $\text{NO}_x$  přemění na  $\text{HNO}_3/\text{NO}_3^-$ , které jsou z atmosféry odstraňovány suchou a mokrou atmosférickou depozicí. Pozornost je věnována  $\text{NO}_2$  z důvodu jeho negativního vlivu na lidské zdraví. Hraje také klíčovou roli při tvorbě fotochemických oxidantů.

V Evropě vznikají emise  $\text{NO}_x$  převážně z antropogenních spalovacích procesů, kde  $\text{NO}$  vzniká reakcí mezi dusíkem a kyslíkem ve spalovaném vzduchu a částečně i oxidací dusíku z paliva. Hlavní antropogenní zdroje představuje především silniční doprava (významný podíl má ovšem i doprava letecká a vodní) a dále spalovací procesy ve stacionárních zdrojích. Méně než 10 % celkových emisí  $\text{NO}_x$  vzniká ze spalování přímo ve formě  $\text{NO}_2$ . Přírodní emise  $\text{NO}_x$  vznikají převážně z půdy, vulkanickou činností a při vzniku blesků. Jsou poměrně významné z globálního pohledu, z pohledu Evropy však představují méně než 10 % celkových emisí [19].

Expozice zvýšeným koncentracím  $\text{NO}_2$  ovlivňuje plicní funkce a způsobuje snížení imunity [20].



Obr. 65 – Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $\text{NO}_x$  v ČR, rok 2020 [16]

Emisní bilance se v jednotlivých letech lišily jen velmi málo. Detailní výsledky lze nalézt v dílčích zprávách za jednotlivé roky, popř. v ročenkách ČHMÚ [14]. V této shrnující zprávě budou použita poslední publikovaná data, popisující rok 2020, tedy rok v půli měřicí kampaně.

Největší množství emisí NO<sub>x</sub> pochází z mobilních zdrojů. Sektory 1A3bi – *Silniční doprava: Osobní automobily*, 1A3biii – *Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5t* a 1A3bii – *Lehká užitková vozidla* se na celorepublikových emisích NO<sub>x</sub> v roce 2020 podílely 29,2 %. Podíl 8,9 % pak představují emise sektoru 1A4cii – *Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje*. Ze sektoru 1A1a – *Veřejná energetika a výroba tepla* bylo do ovzduší vneseno 18,6 % emisí NO<sub>x</sub>, ze sektoru 3Da1 – *Použití anorganických N-hnojiv* 8,2 %, a ze sektoru 1A4bi – *Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření* 7,8 % [16].

### 3.3.1 Průměrná roční koncentrace

Průměrné roční koncentrace, naměřené v jednotlivých lokalitách, zobrazuje následující Tab. 6, graficky je pak znázorňuje Obr. 66.

Tab. 6 – Průměrná roční koncentrace NO<sub>2</sub>, projekt ISKOV, 2018–2022

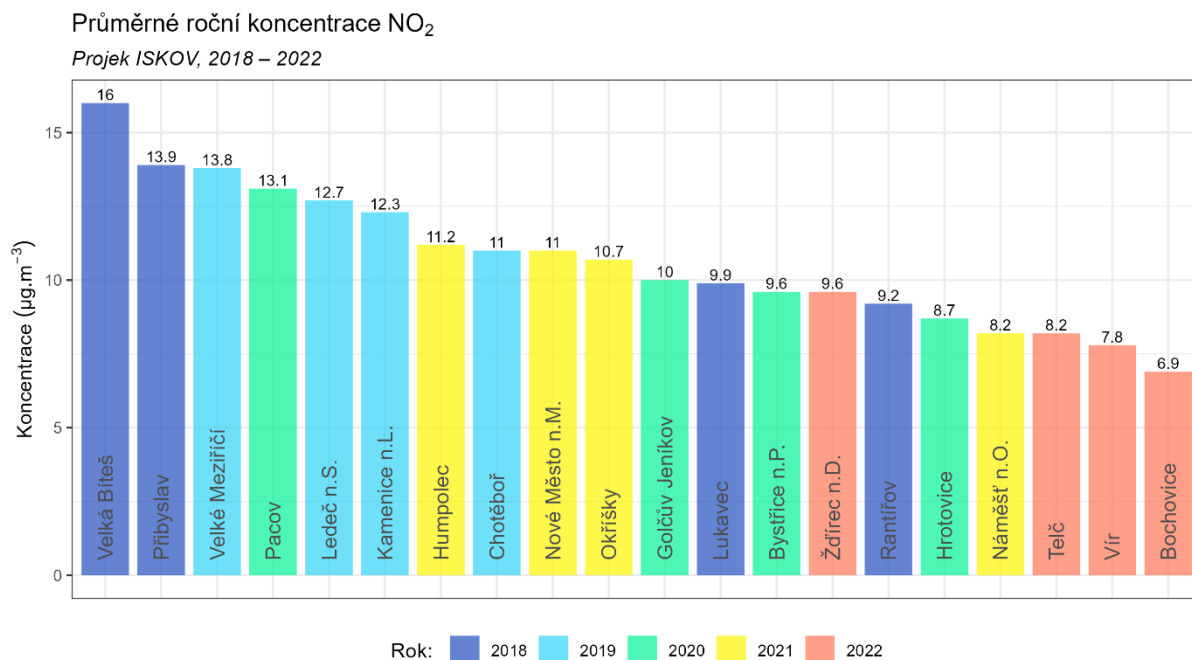
LOKALITA	PRŮMĚRNÁ ROČNÍ KONCENTRACE NO <sub>2</sub> (μg·m <sup>-3</sup> )
BOCHOVICE	6,9
BYSTRŮVICE N.P.	9,6
CHOTĚBOŘ	11
GOLČŮV JENÍKOV	10
HROTOVICE	8,7
HUMPOLEC	11,2
KAMENICE N.L.	12,3
LEDEČ N.S.	12,7
LUKAVEC	9,9
NOVÉ MĚSTO N.M.	11
NÁMĚŠŤ N.O.	8,2
OKŘÍŠKY	10,7
PACOV	13,1
PŘIBYSLAV	13,9
RANTÍŘOV	9,2
TELČ	8,2
VELKÁ BÍTEŠ	<b>16</b>
VELKÉ MEZIRŮČÍ	13,8
VÍR	7,8
ŽDÍREC N.D.	9,6

Z uvedené tabulky vyplývá, **na žádné lokalitě nedošlo k překročení imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci NO<sub>2</sub> (40 μg·m<sup>-3</sup>).**

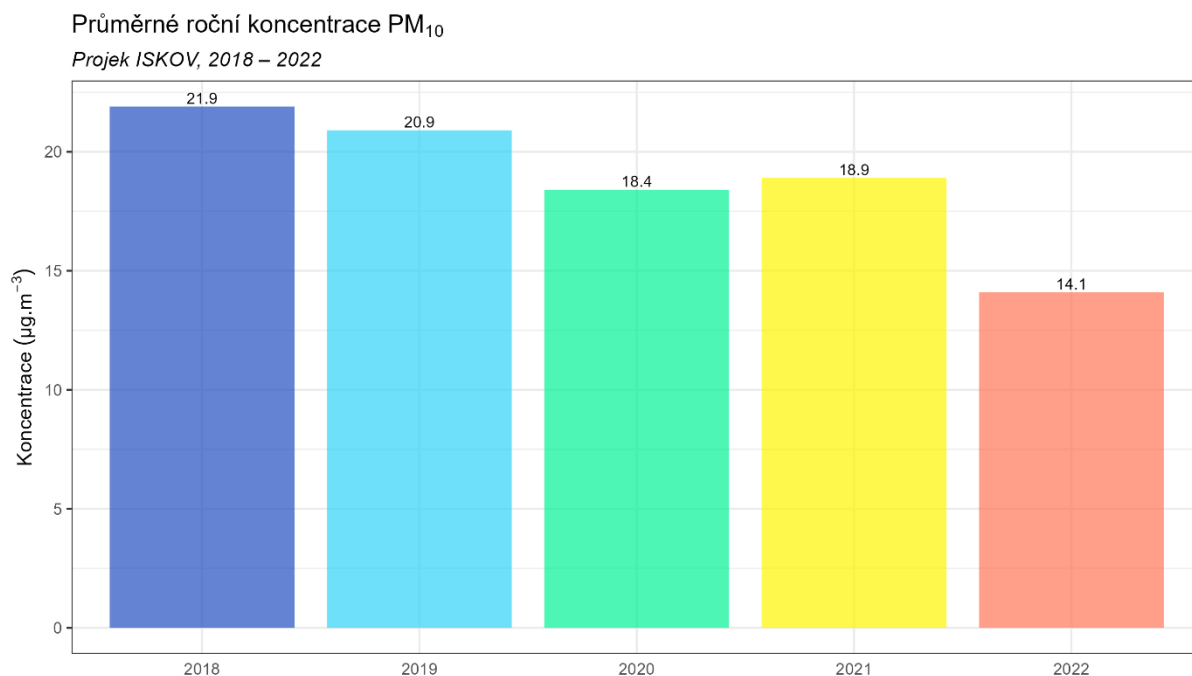
Přehledně jsou data o průměrné roční koncentraci NO<sub>2</sub> uvedena na následujícím grafu (Obr. 66), kde jsou měřené hodnoty seřazeny od nejvyšší hodnoty k nejnižší, barva sloupce pak znázorňuje rok, ve kterém měření v dané lokalitě probíhalo.

Nejvyšší hodnota byla naměřena v lokalitě Velká Bíteš (16 μg·m<sup>-3</sup>), nejnižší pak v lokalitě Bochovice (6,9 μg·m<sup>-3</sup>). Z grafu je rovněž patrné, že vyšší koncentrace byly měřeny zejména

v letech 2018 a 2019, nejnižší pak v roce 2022. To potvrzuje i graf na následujícím Obr. 70, kde jsou uvedeny za každý rok zprůměrované hodnoty průměrných ročních koncentrací NO<sub>2</sub> ze všech měřicích lokalit v daném roce. Jedná se pouze o orientační graf, jelikož složení lokalit nebylo vždy stejné, je však zřejmé, že koncentrace mají velmi mírně klesající trend.

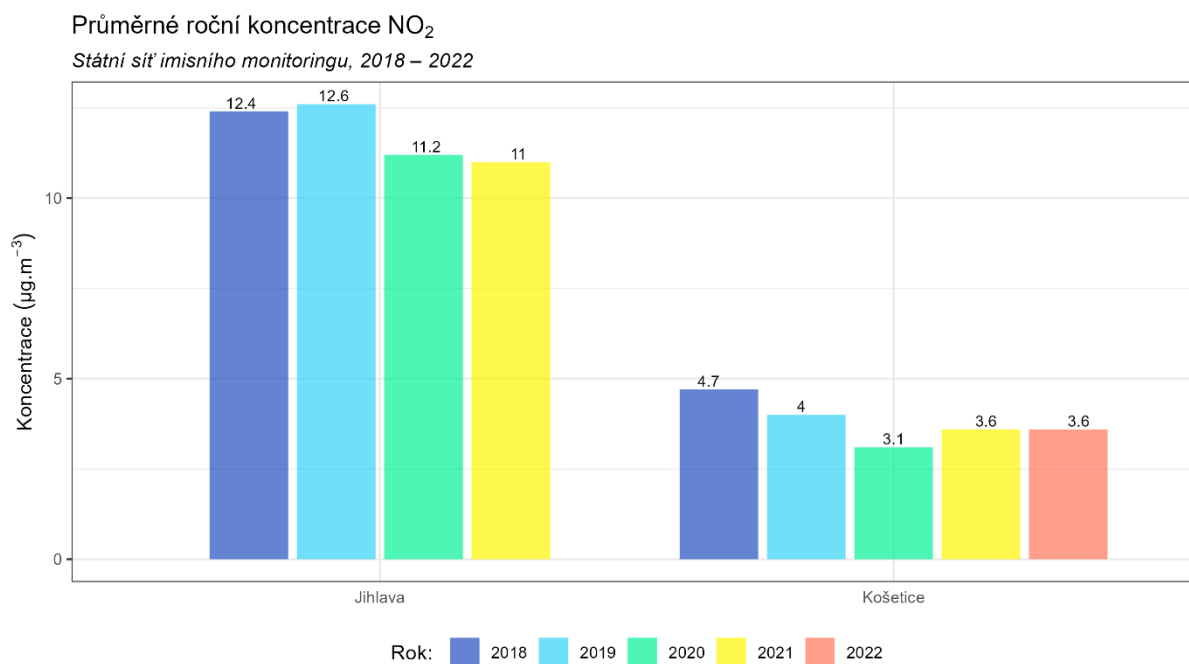


Obr. 66 – Průměrná roční koncentrace NO<sub>2</sub>, projekt ISKOV, 2018–2022



Obr. 67 – Zprůměrovaná hodnota průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> ze všech lokalit měřicích v daném roce, projekt ISKOV, 2018–2022

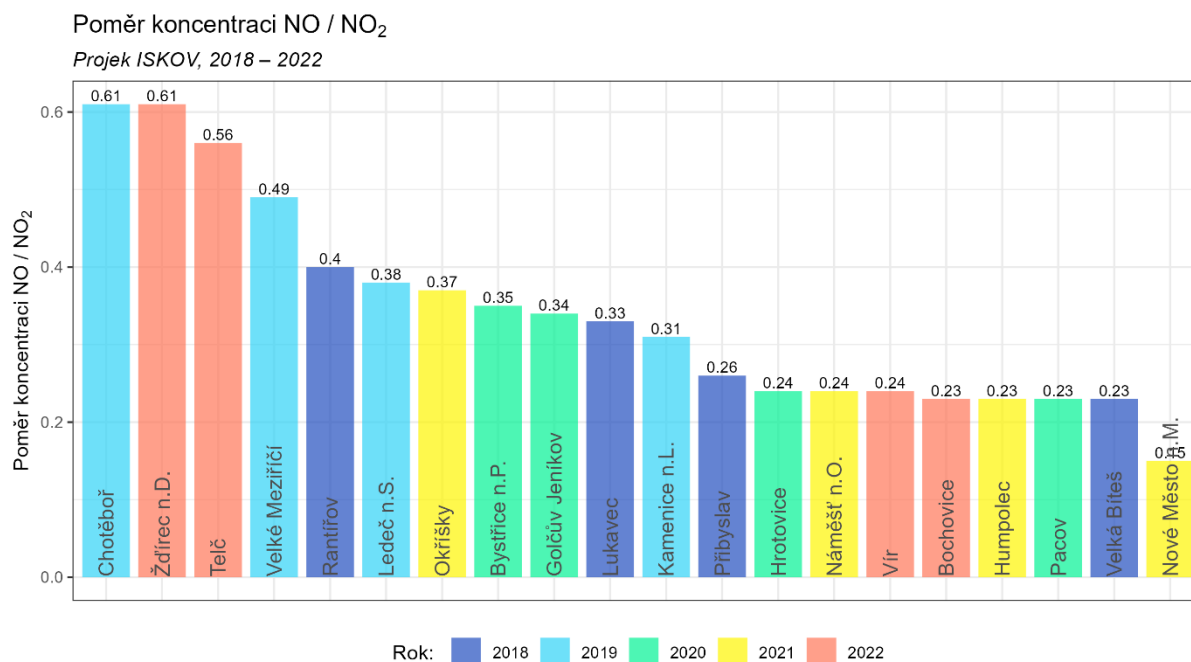
S grafem na Obr. 66 a Obr. 67 pak poměrně slušně korespondují výsledky měření státní sítě imisního monitoringu (SSIM), spravované ČHMÚ. Lokalita Košetice měřila po celou dobu měřicí kampaně, lokalita Jihlava pouze do roku 2021. Výsledky zejména z Jihlavy však potvrzují, že vyšší koncentrace byly měřeny zejména v letech 2018 a 2019, poté byly měřeny spíše nižší koncentrace. V regionální pozadové lokalitě Košetice jsou koncentrace hodně vyrovnané, na úrovni chyby měření. Svůj vliv na měření mohla mít také epidemie Covid19.



Obr. 68 – Průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> na stanicích státní sítě imisního monitoringu, 2018–2022

Následující Obr. 69 pak zobrazuje poměr koncentrací NO/NO<sub>2</sub>. NO je produkováno zejména dopravou. Proto čím vyšší poměr NO/NO<sub>2</sub>, tím vyšší je zatížení dané lokality oxidy dusíku způsobeno dopravou.

Z grafu je patrné, že na rozdíl od absolutních koncentrací je zastoupen více ovlivněno lokalitou a zdroji než rokem měření. Nejvyšší poměr NO / NO<sub>2</sub> byl naměřen v Chotěboři a Ždírci nad Doubravou. Přesto hodnoty nenaznačují typicky dopravní lokalitu, spíše více dopravou zatížené pozadí města.

Obr. 69 – Poměr koncentrací NO / NO<sub>2</sub>, projekt ISKOV, 2018–2022

### 3.3.2 Průměrné měsíční koncentrace

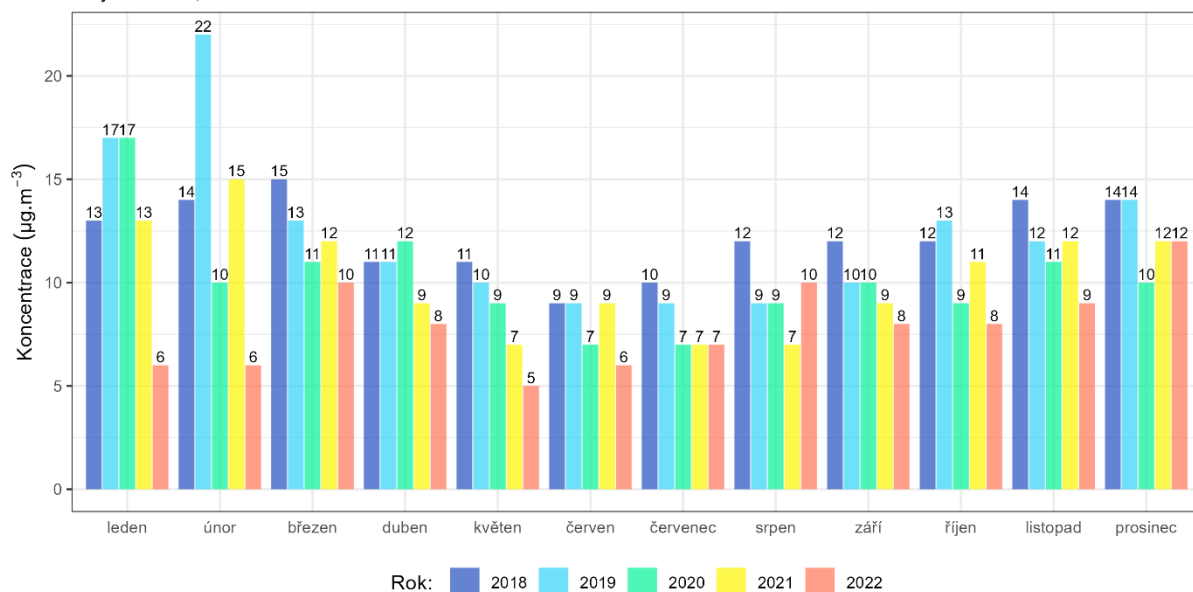
Detailní informace o měsíčních koncentracích v jednotlivých lokalitách jsou k dispozici v dílčích zprávách za jednotlivé roky měření.

Zprůměrované hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit ISKOV, měřících v daný rok, zobrazuje následující Obr. 70. Z grafu vyplývá, že vyšší koncentrace jsou měřeny spíše v chladné části roku. Maximální hodnoty průměrných měsíčních koncentrací NO<sub>2</sub> byly měřeny v únoru roku 2019.

Průměrné hodnoty měsíčních koncentrací NO<sub>2</sub> ze všech lokalit a za celé období měření projektu ISKOV pak zobrazuje Obr. 46. Z obrázku je tak možné vyčíst průměrný roční chod měsíčních koncentrací na Vysočině, včetně možných extremit. Opět se potvrzuje, že vyšší koncentrace jsou měřeny v chladné části roku s maximem v únoru. Naopak v letních měsících jsou koncentrace nižší. V průměru jsou minima měřena v červenci, nejnižší maximální měsíční koncentraci pak zaznamenal červen.

Průměrné měsíční koncentrace NO<sub>2</sub> v jednotlivých letech

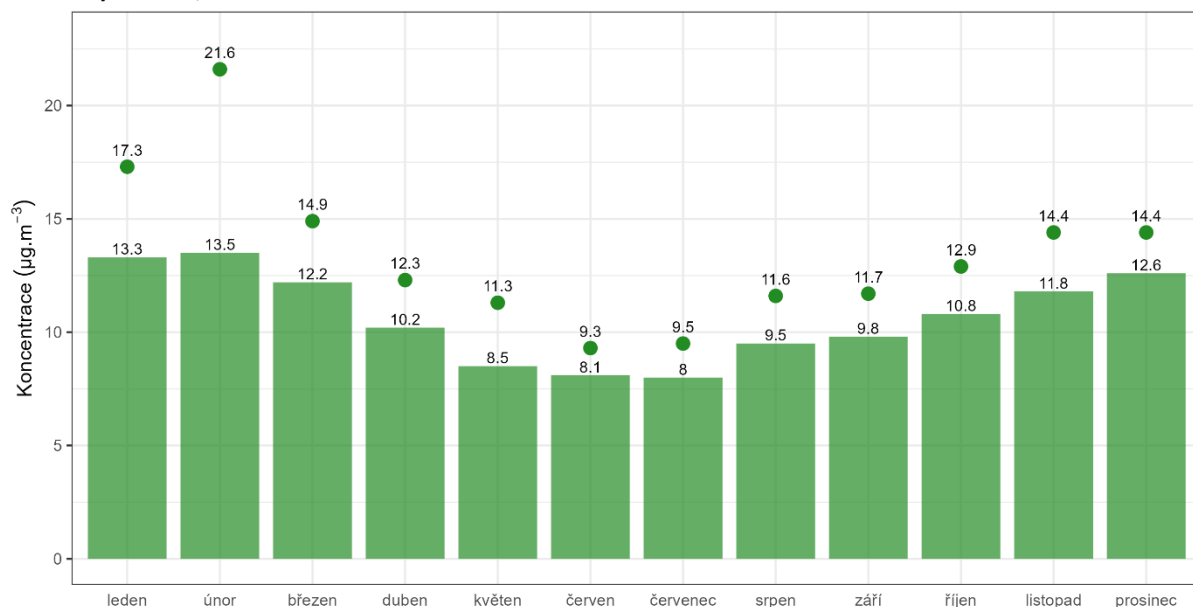
Projekt ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 70 – Zprůměrované hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit v daném roce, projekt ISKOV, 2018–2022

Průměrné a maximální měsíční koncentrace NO<sub>2</sub> za celé období

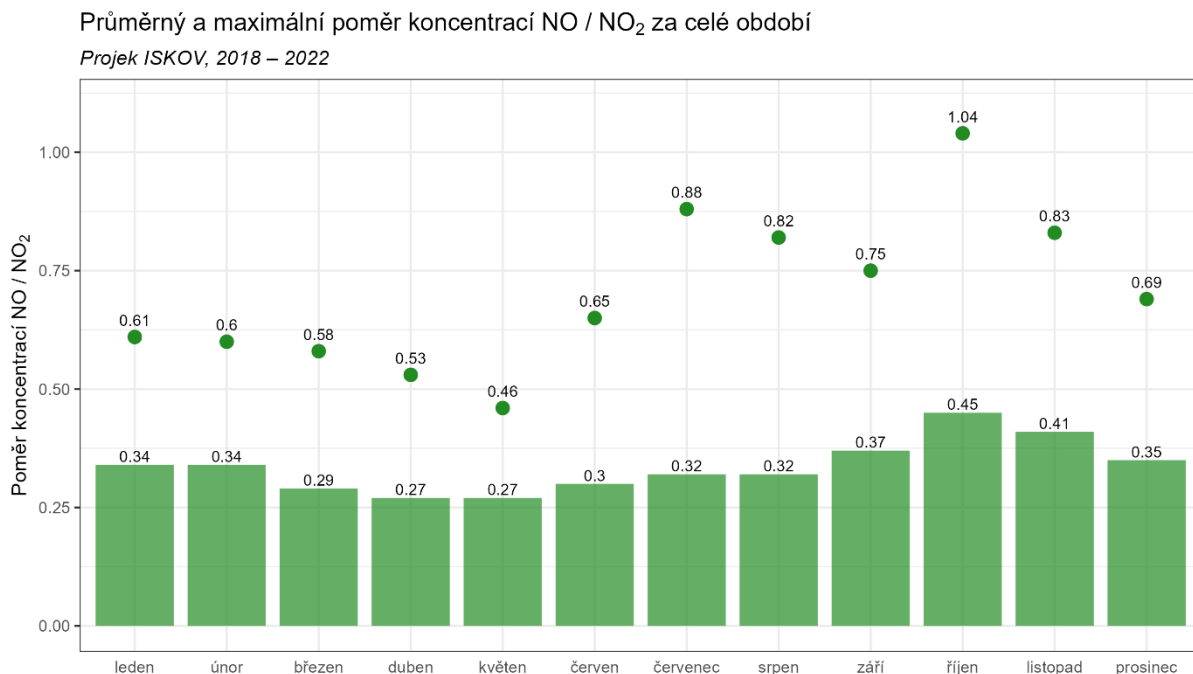
Projekt ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 71 – Průměrné (sloupce) a maximální (body) hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit za celé období měření, projekt ISKOV, 2018–2022

Následující Obr. 72 pak opět zobrazuje poměr koncentrací NO/NO<sub>2</sub>, tentokrát v měsíčním chodu v průměru za všechny lokality a celé období měření, doplněné o maximální naměřené měsíční průměry.

Z grafu je patrné, že vyšší poměr lze očekávat spíše v chladné části roku, kdy je v průměru koncentrace NO třetinová až poloviční proti NO<sub>2</sub>. V maximech mohou být hodnoty až kolem 0,9. Nejvyšší hodnoty byly měřeny v měsících říjnu a listopadu.



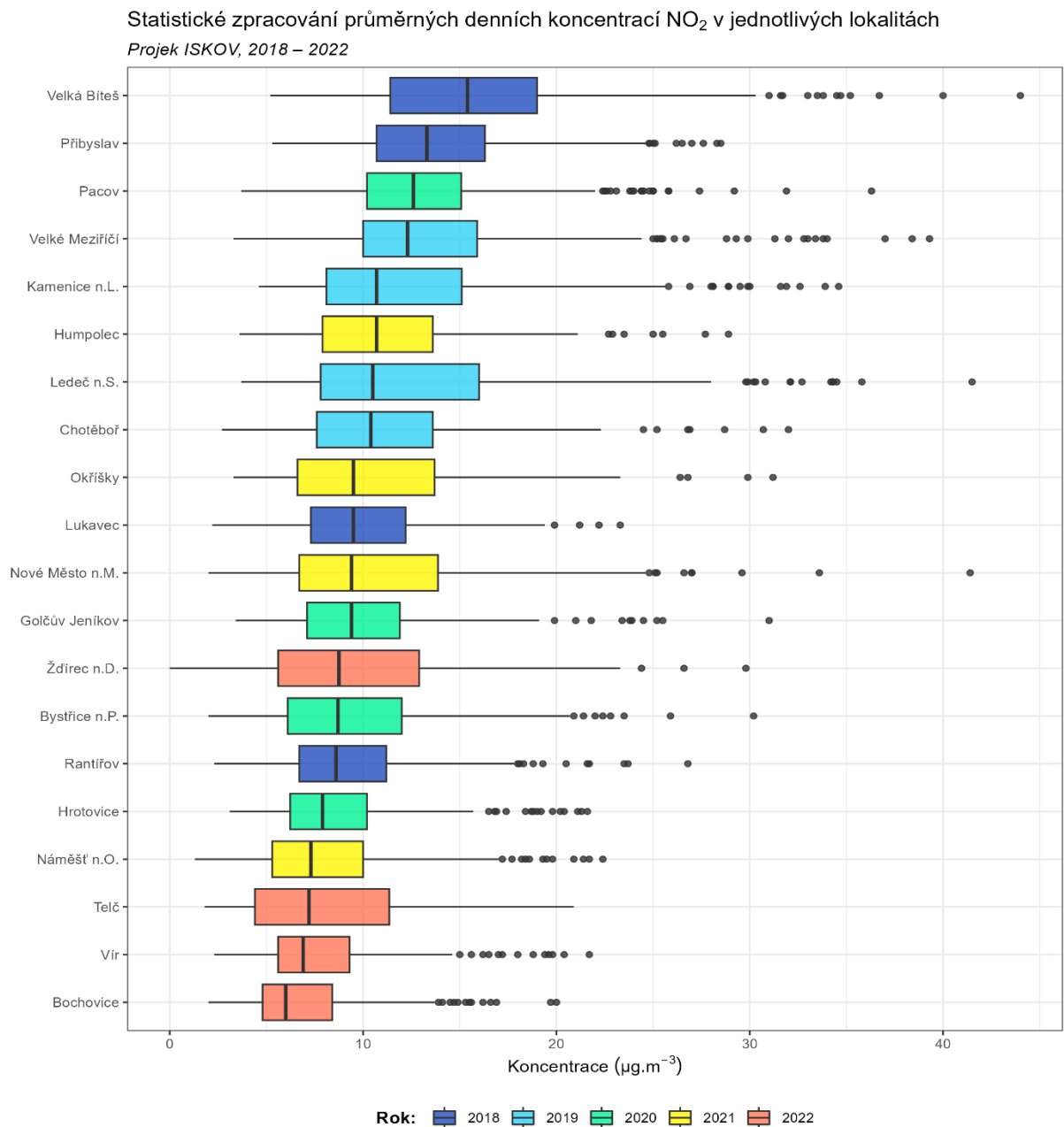
Obr. 72 – Průměrné měsíční zastoupení PM<sub>2,5</sub> v PM<sub>10</sub> (%) v jednotlivých měsících, projekt ISKOV, 2018–2022



### 3.3.3 Průměrné denní koncentrace NO<sub>2</sub>

Detailní informace o vývoji denních koncentrací v jednotlivých lokalitách jsou k dispozici v dílčích zprávách za jednotlivé roky měření.

Následující krabicový graf na Obr. 73 zobrazuje statistické zpracování distribuce koncentrací v jednotlivých lokalitách, seřazených dle mediánu naměřených průměrných denních koncentrací NO<sub>2</sub>.



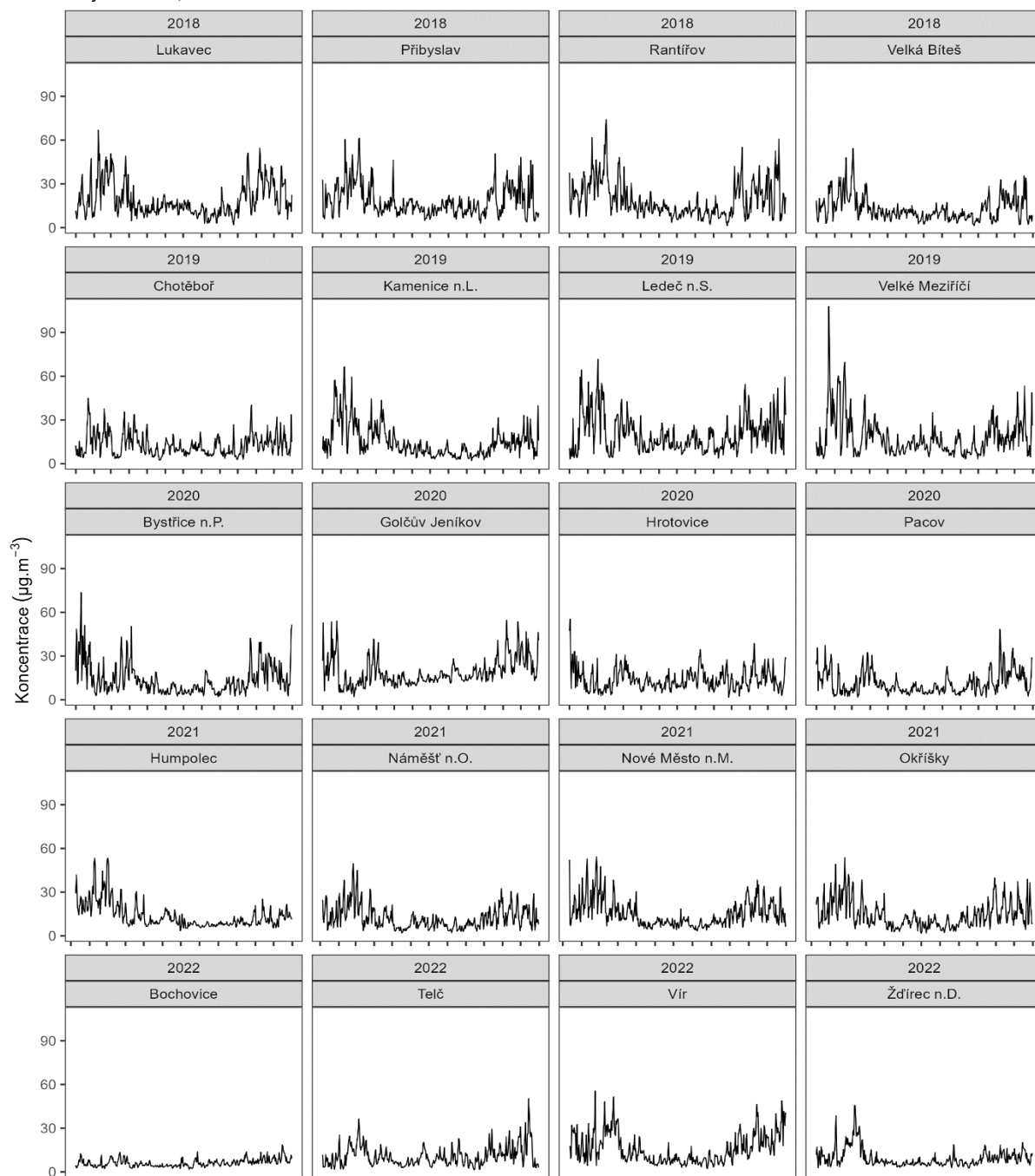
Obr. 73 – Statistické zpracování průměrných denních koncentrací, řazeno dle mediánu hodnot, projekt ISKOV, 2018–2022

Z grafu je patrné, že nejvyšší hodnoty mediánu byly naměřeny ve Velké Bíteši. Rovněž maximální hodnoty denních průměrných koncentrací NO<sub>2</sub> byly měřeny ve Velké Bíteši, obdobně vysoká maxima zaznamenaly také lokality Ledec nad Sázavou a Nové Město n.M.

Z grafu je rovněž patrné, že na většině lokalit jsou koncentrace nad  $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  charakterizovány jako odlehle hodnoty. V legislativě není ukotven imisní limit pro průměrné denní koncentrace  $\text{NO}_2$ . Vývoj průměrných denních koncentrací  $\text{NO}_2$  v jednotlivých lokalitách zobrazuje následující Obr. 74.

Výskyt dní s překročenou hodnotou denního imisního limitu pro  $\text{PM}_{2,5}$

Projek ISKOV, 2018 – 2022

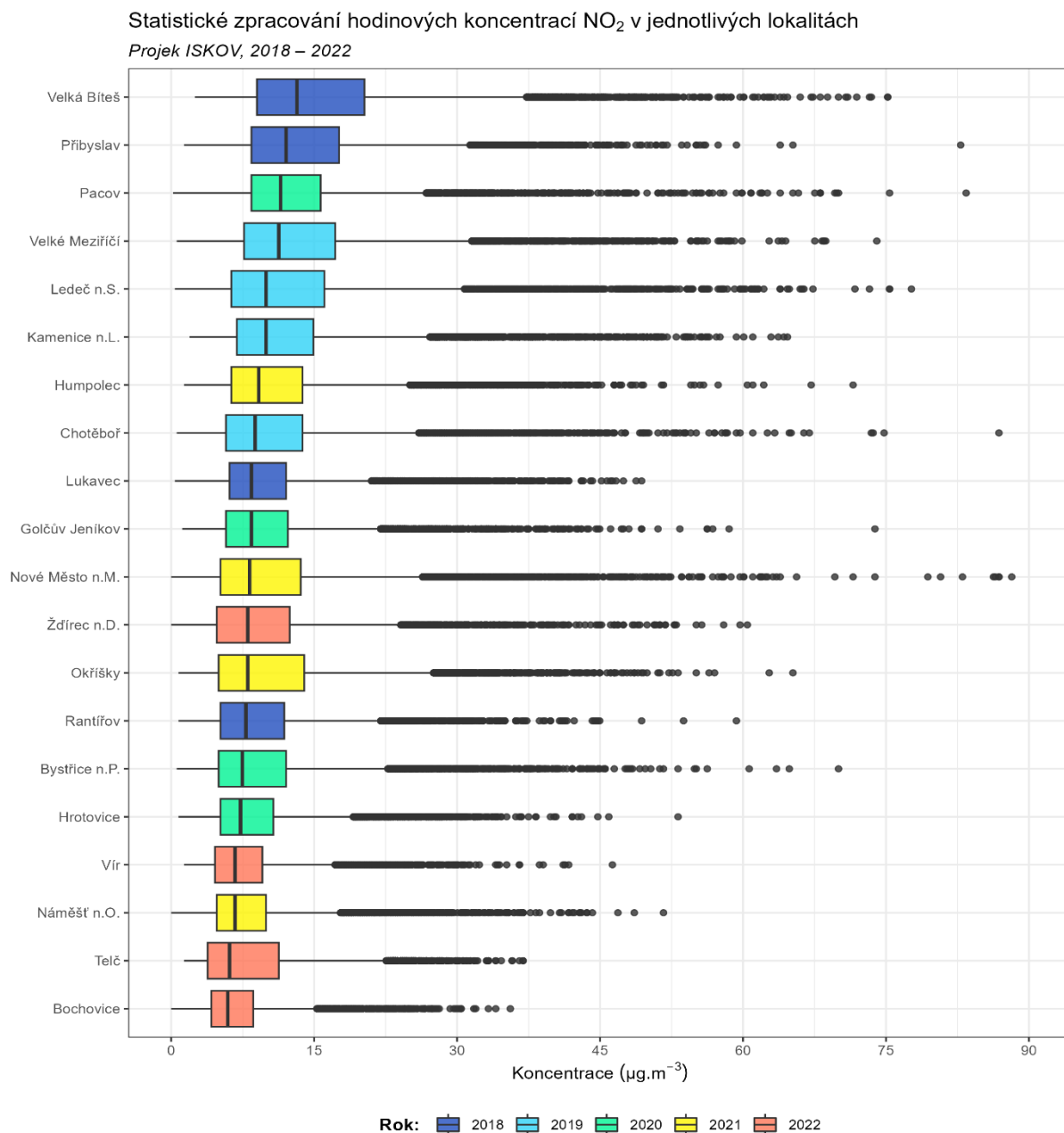


Obr. 74 – Vývoj průměrných denních koncentrací  $\text{PM}_{2,5}$ , projekt ISKOV, 2018–2022

Z jednotlivých grafů je patrné, že v jsou měřšny vyšší koncentrace především v chladné části roku. Vyšší pak byly měřeny v letech 2018 a 2019, v roce 2022 byly koncentrace naopak i v chladné části roku poměrně nízké.

### 3.3.4 Hodinové koncentrace a denní chod

Oxid dusičitý má legislativou stanovený imisní limit pro hodinové koncentrace. Sledována je 19. nejvyšší hodinová koncentrace za kalendářní rok, která nesmí překročit hodnotu  $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Uvádět samostatně hodinové koncentrace nemá smysl (8760 hodnot za rok), proto je zde pouze statistické zpracování hodinových hodnot pomocí krabicových grafů (Obr. 75), které je pro vyhodnocení dostačující.



Obr. 75 – Statistické zpracování hodinových koncentrací  $\text{NO}_2$  v jednotlivých lokalitách, projekt ISKOV, 2018–2022

Z grafu je patrné, že mediány koncentrací zhruba sledují trend průměrných hodnot. **Důležité však je, že ani v jedné lokalitě nepřekročila maximální hodnota hodinových koncentrací**

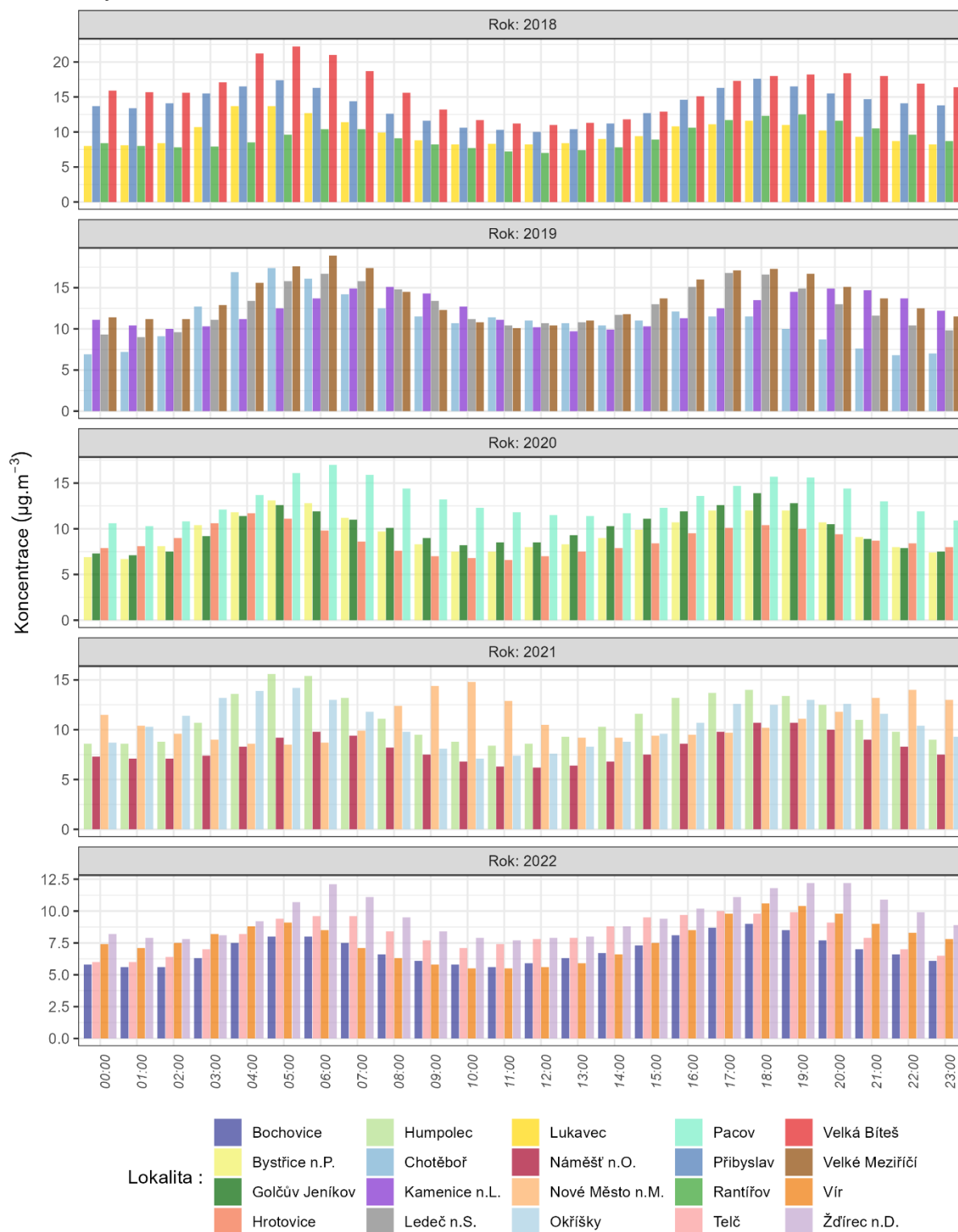
**hodnotu imisního limitu, natož pak 19. nejvyšší hodnota. Maximální naměřené hodnoty se pohybovaly okolo  $90 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , imisní limit ( $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) je tak s velkou rezervou plněn.**

Z hlediska hodinových koncentrací je velmi zajímavou a užitečnou charakteristikou průměrný denní chod hodinových koncentrací. Ten umožňuje zjistit v kterou část dne jsou zpravidla měřeny nejvyšší koncentrace (Obr. 76). Grafy jsou rozděleny po jednotlivých letech měření.

Z grafu je velmi dobře patrné, že téměř ve všech lokalitách jsou dobře patrná ranní a odpolední (večerní) maxima. Ta mohou souviset s dopravní špičkou při cestách do a ze zaměstnání, ve večerních hodinách se na koncentracích  $\text{NO}_2$  může podílet také vytápění. Přes den dochází k poklesu koncentrací, částečně k tomu přispívá i mechanismus tvorby přízemního ozónu. V noci koncentrace neklesají tak výrazně jako přes den, což je jednak důsledek nepřítomnosti slunečního záření, nutného pro fotochemické reakce oxidů dusíku v atmosféře, a dále pak také důsledek emisí z vytápění.

### Průměrný denní chod hodinových koncentrací NO<sub>2</sub>

Projek ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 76 – Průměrný denní chod hodinových koncentrací NO<sub>2</sub>, projekt ISKOV, 2018–2022. Čas je uváděn v UTC

### 3.4 PŘÍZEMNÍ OZÓN

Přízemní ozón  $O_3$  nemá v atmosféře vlastní významný zdroj. Jedná se o tzv. sekundární látku vznikající v celé řadě velmi komplikovaných nelineárních fotochemických reakcí [21]. Prekurzory  $O_3$  jsou oxidy dusíku ( $NO_x$ ) a nemetanické těkavé organické látky (NMVOC), v globálním měřítku hrají roli i metan ( $CH_4$ ) a oxid uhelnatý ( $CO$ ). Důležitou reakcí je fotolýza  $NO_2$  zářením o vlnové délce 280–430 nm, při které vzniká  $NO$  a atomární kyslík. Reakcí atomárního a molekulárního kyslíku pak za přítomnosti katalyzátoru dochází ke vzniku molekuly  $O_3$ . Současně probíhá titrace  $O_3$  oxidem dusnatým za vzniku  $NO_2$  a  $O_2$ . Pokud je při této reakci  $O_3$  nahrazen radikály, jeho koncentrace v atmosféře rostou. Důležitou úlohu při těchto reakcích hraje zejména radikál  $OH$ .

$NO_x$  vznikají při veškerých spalovacích procesech. NMVOC jsou emitovány z celé řady zdrojů antropogenních (doprava, manipulace s ropou a jejími deriváty, rafinerie, použití barev a rozpouštědel atd.), ale i přirozených (např. biogenní emise z vegetace).

Při vzniku  $O_3$  z prekurzorů nezáleží pouze na absolutním množství prekurzorů, ale i na jejich vzájemném poměru [22]. V oblastech, kde je režim limitovaný  $NO_x$ , charakterizovaný relativně nízkými koncentracemi  $NO_x$  a vysokými koncentracemi VOC, narůstají koncentrace  $O_3$  s rostoucími koncentracemi  $NO_x$ , zatímco se vzrůstajícími koncentracemi VOC se mění jen málo. Naopak v oblastech s režimem limitovaným VOC dochází k poklesu koncentrací  $O_3$  s rostoucími koncentracemi  $NO_x$  a nárůstu koncentrací  $O_3$  s rostoucími koncentracemi VOC. Oblasti s vysokým poměrem  $NO_x/VOC$  jsou typicky znečištěné oblasti okolo center velkých měst. Závislost vzniku  $O_3$  na počátečních koncentracích VOC a  $NO_x$  se často vyjadřují na diagramech ozonových isopleť. Jedná se o zobrazení maximální dosažené koncentrace ozonu jako funkce počáteční koncentrace  $NO_x$  a VOC. Významnou roli při vzniku  $O_3$  hrají nejen koncentrace prekurzorů, ale i meteorologické podmínky [23]. Imisní koncentrace  $O_3$  rostou s rostoucím ultrafialovým zářením a teplotou, naopak klesají s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu. Vysoké koncentrace bývají spojeny s déletrvající anticyklonální situací. Kromě výše popsaného fotochemického mechanismu se koncentrace  $O_3$  mohou zvyšovat i epizodicky v důsledku průniku stratosférického  $O_3$  do troposféry a též při bouřkách. V poslední době se též zvyšuje význam dálkového přenosu  $O_3$  v rámci proudění na severní polokouli do Evropy a Severní Ameriky ze zdrojových oblastí jihovýchodní Asie.  $O_3$  je z atmosféry odstraňován reakcí s  $NO$  a suchou depozicí.

#### 3.4.1 26. nejvyšší maximální 8hodinové klouzavé průměry $O_3$

Z hlediska ochrany kvality ovzduší stanovuje příloha 1, bod 4 zákona o ochraně ovzduší [9] imisní limit pro troposférický ozón. Pro ochranu zdraví lidí platí imisní limit pro maximální denní 8hodinový klouzavý průměr  $O_3$ . Hodnota imisního limitu je  $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tato hodnota může být 25x za kalendářní rok překročena. **Plnění imisního limitu se vyhodnocuje na základě průměru za 3 kalendářní roky.**

Jelikož se ve všech lokalitách měří pouze jeden rok, uvádí následující Tab. 7 souhrn 26. nejvyšších maximálních 8hodinových klouzavých průměrů za den pro jednotlivé lokality. Srovnání 26. nejvyšších 8hodinových klouzavých průměrů koncentrací O<sub>3</sub> za den přehledně zobrazuje Obr. 77. Velmi vysoké hodnoty byly naměřeny v lokalitě Lukavec, koncentrace vyšší než hodnota imisního limitu (120 µg·m<sup>-3</sup>) byly rovněž naměřeny v lokalitách Velké Meziříčí, Golčův Jeníkov a Bochovice. Nejnižší hodnoty pak byly naměřeny v lokalitách Pacov a Velká Bíteš.

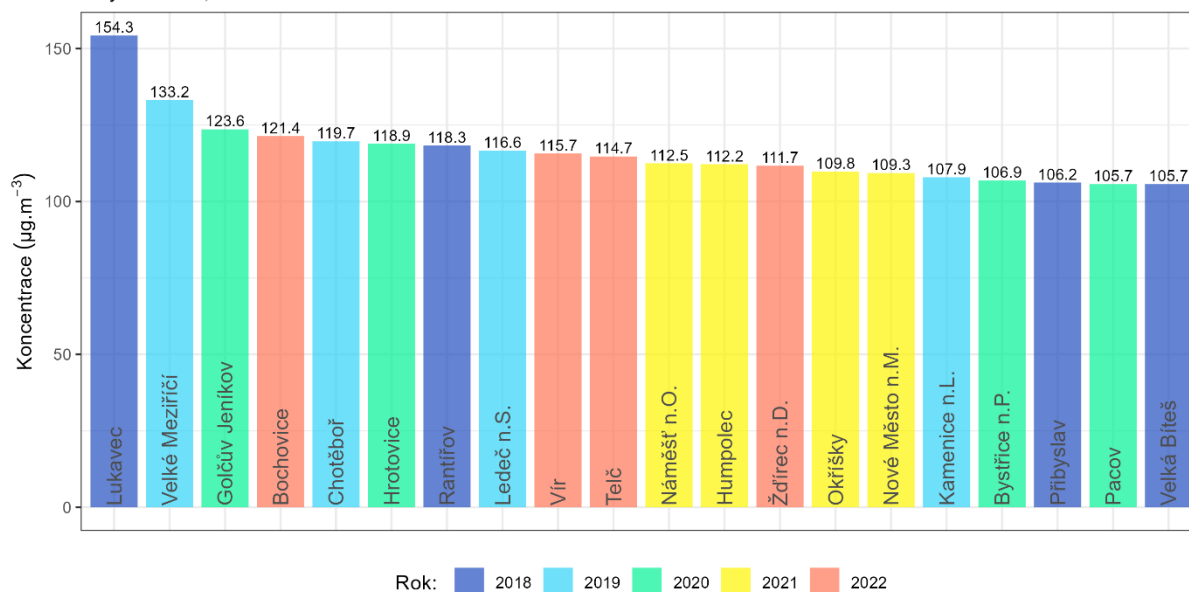
Přehled 26. nejvyšších 8hodinových klouzavých průměrů O<sub>3</sub> za den na stanicích státní sítě imisního monitoringu zobrazuje Obr. 78. Lokality Košetice, Kostelní Myslová a Svratouch měřily po celou dobu trvání projektu. Z vývoje na těchto stanicích je patrné, že koncentrace od roku 2018 do roku 2021 setrvale klesaly, v roce 2022 došlo opět k nárůstu.

Tab. 7 – Vyhodnocení 26. nejvyšších 8hodinových klouzavých průměrů O<sub>3</sub> za den, projekt ISKOV, 2018–2022

LOKALITA	26. NEJVYŠŠÍ 8HODINOVÝ KLOUZAVÝ PRŮMĚR O <sub>3</sub> ZA DEN (µg·m <sup>-3</sup> )
BOCHOVICE	121,4
BYSTRŮVICE N.P.	106,9
CHOTĚBOŘ	119,7
GOLČŮV JENÍKOV	123,6
HROTOVICE	118,9
HUMPOLEC	112,2
KAMENICE N.L.	107,9
LEDEČ N.S.	116,6
LUKAVEC	<b>154,3</b>
NOVÉ MĚSTO N.M.	109,3
NÁMĚŠŤ N.O.	112,5
OKŘÍŠKY	109,8
PACOV	105,7
PŘIBYSLAV	106,2
RANTÍŘOV	118,3
TELČ	114,7
VELKÁ BÍTEŠ	105,7
VELKÉ MEZIŘÍČÍ	133,2
VÍR	115,7
ŽDÍREC N.D.	111,7

26. nejvyšší maximální 8hodinový klouzavý průměr koncentrací O<sub>3</sub> za den

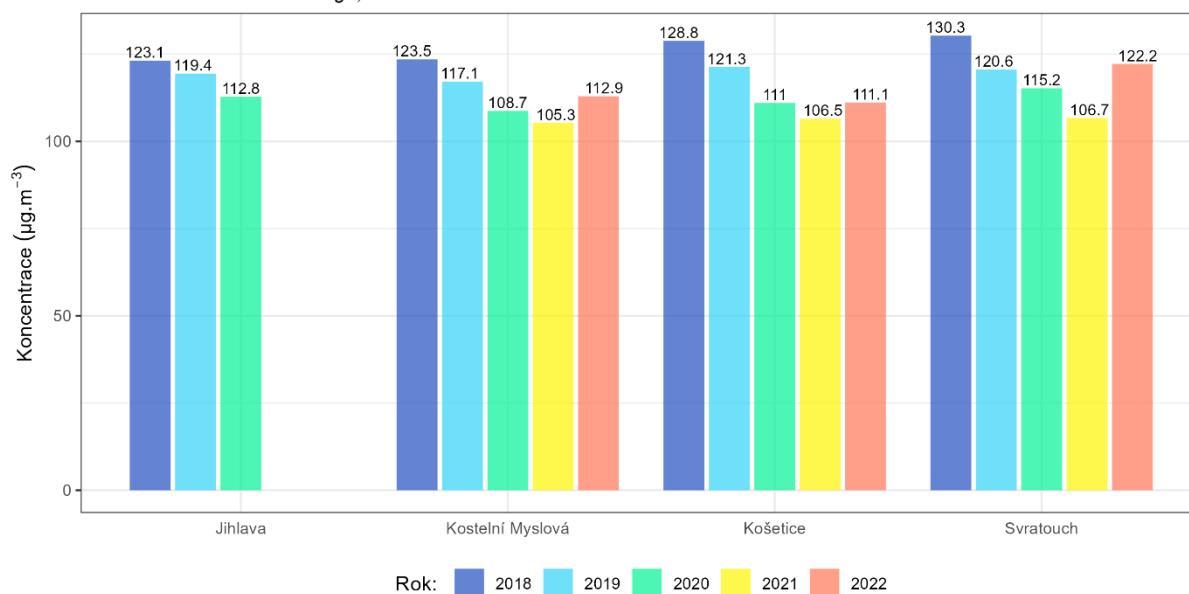
Projek ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 77 – 26. nejvyšší maximální 8hodinový klouzavý průměr O<sub>3</sub> za den, projekt ISKOV, 2018–2022

26. nejvyšší maximální 8hodinový klouzavý průměr koncentrací O<sub>3</sub> za den

Státní síť imisního monitoringu, 2018 – 2022



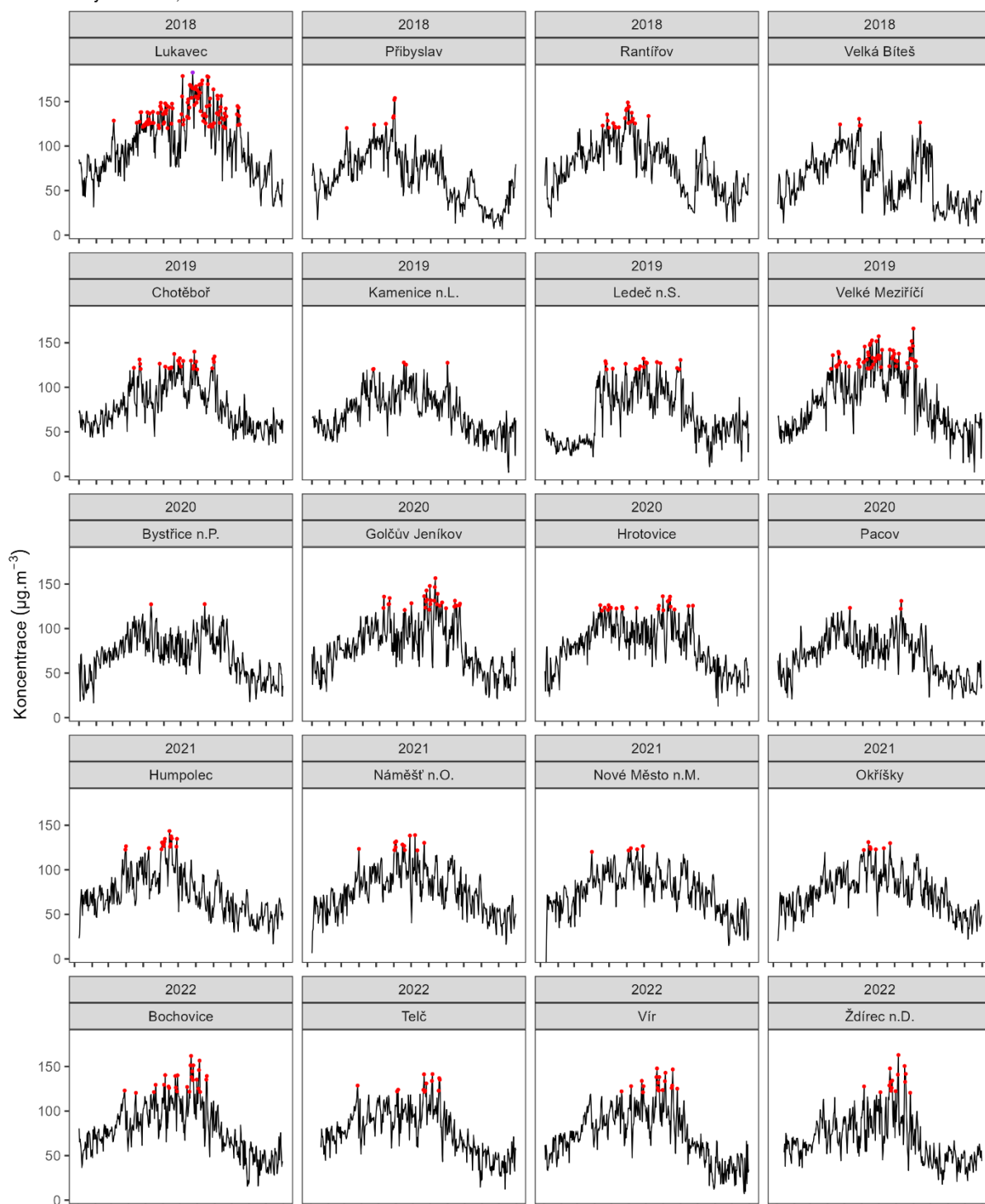
Obr. 78 – 26. nejvyšší maximální 8hodinový klouzavý průměr O<sub>3</sub> za den, stanice státní sítě imisního monitoringu, 2018–2022

Vývoj maximálních denních 8hodinových klouzavých průměrů O<sub>3</sub> v jednotlivých lokalitách pak zobrazuje Obr. 79. Červeně jsou vyznačeny dny s maximálním 8h klouzavým průměrem vyšším než 120 µg·m<sup>-3</sup>.



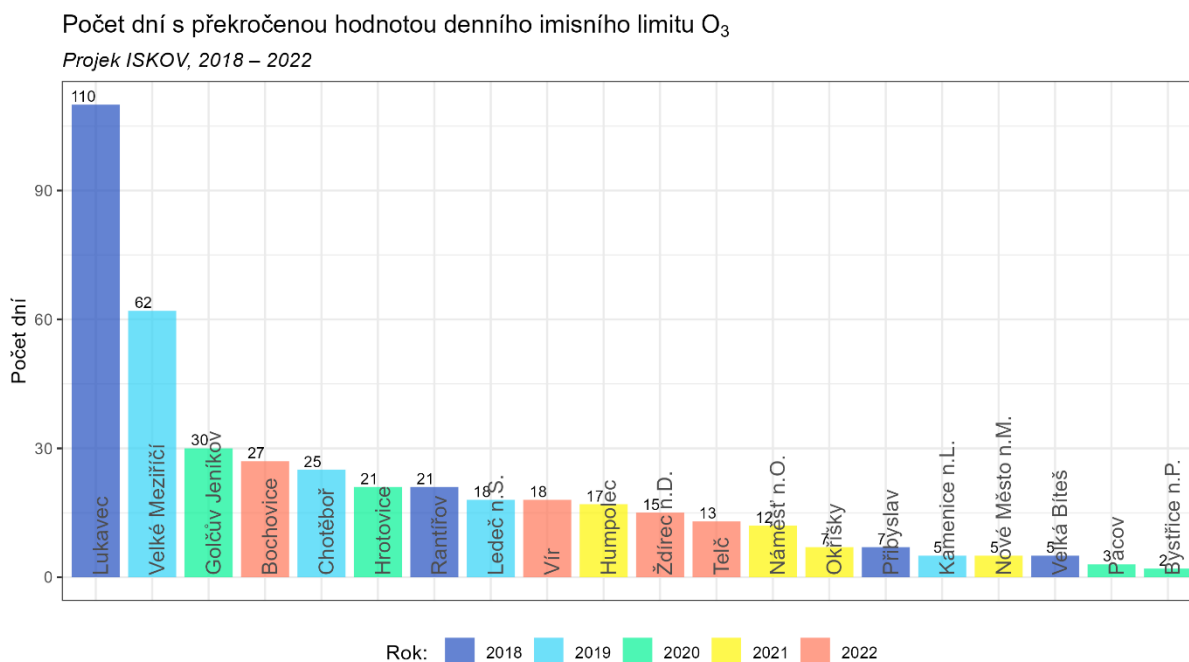
Vývoj maximálních 8hodinových klouzavých průměrů O<sub>3</sub> za den

Projekt ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 79 – Vývoj maximálních 8hodinových klouzavých průměrů O<sub>3</sub> za den včetně vyznačení dnů s koncentracemi nad 120 µg·m<sup>-3</sup> (červeně) a nad 180 µg·m<sup>-3</sup> (fialově), projekt ISKOV, 2018–2022

Přehled dní dní s maximálním 8h klouzavým průměrem koncentrací O<sub>3</sub> vyšším než 120 µg·m<sup>-3</sup> zobrazuje následující Obr. 80.



Obr. 80 – Počet dní s maximálním 8h klouzavým průměrem koncentrací O<sub>3</sub> vyšším než 120 µg·m<sup>-3</sup>, projekt ISKOV, 2018–2022

Nejvyšší počet takových to dní naměřila lokalita Lukavec, který dosáhl téměř dvojnásobné množství těchto dní než druhá lokalita v pořadí Velké Meziříčí.

### 3.4.2 Měsíční koncentrace O<sub>3</sub>

Průměrné měsíční koncentrace O<sub>3</sub> v jednotlivých měsících zobrazuje Obr. 81. Hodnoty jsou zprůměrované za všechny lokality měřící v daném roce. Vysoké hodnoty v letních měsících souvisí s delším slunečním svitem a vyššími teplotami, tj. podmínkami vhodnými pro tvorbu troposférického ozónu. Nejvyšší koncentrace bývají měřeny mezi květnem a srpnem. To potvrzuje i měsíční přehled zprůměrovaných průměrných měsíčních koncentrací ze všech lokalit a za celé období, doplněný o maximální měsíční průměry naměřené v daném měsíci (Obr. 82).

Průměrné měsíční koncentrace O<sub>3</sub> v jednotlivých letech

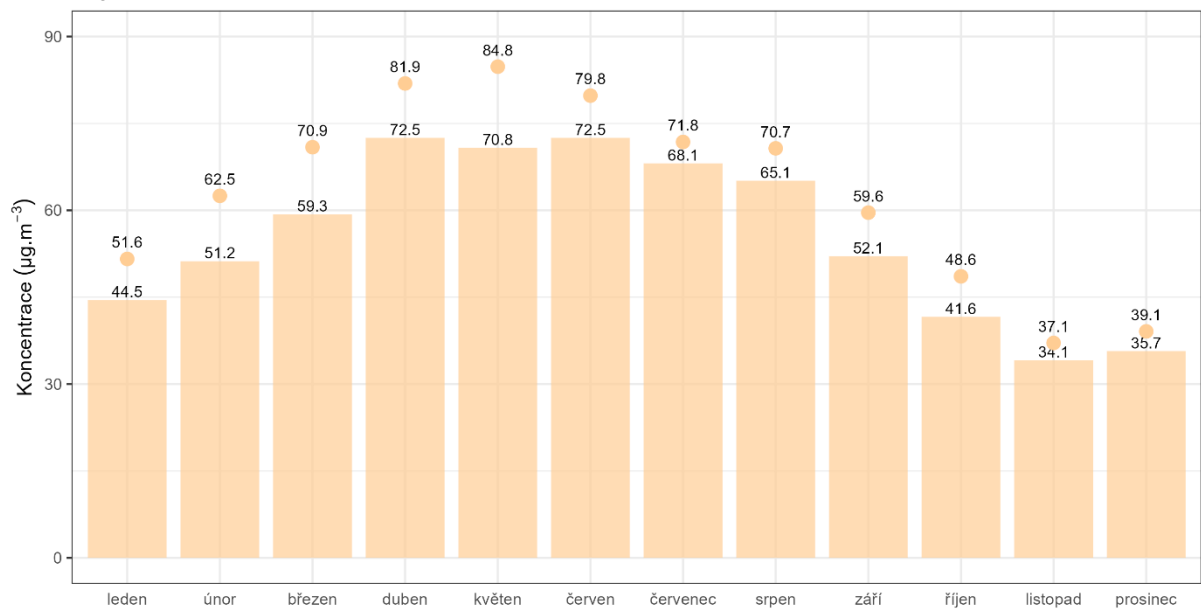
Projekt ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 81 – Průměrné měsíční koncentrace O<sub>3</sub> ze všech lokalit v daném roce, projekt ISKOV, 2018–2022

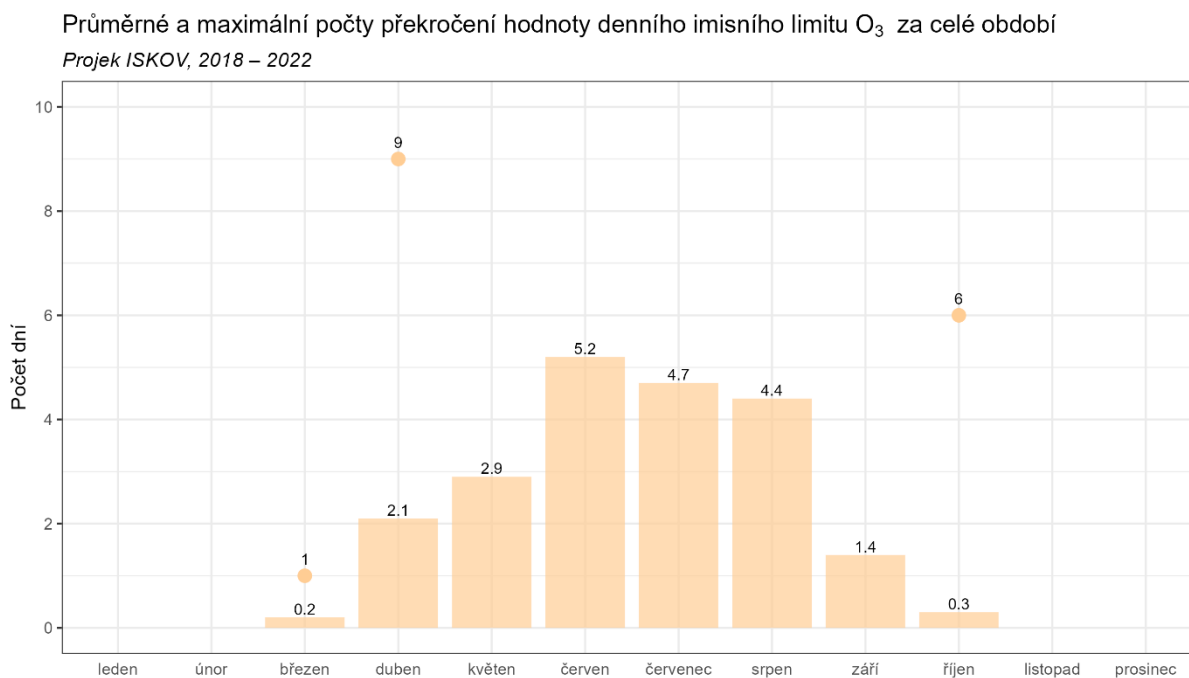
Průměrné a maximální měsíční koncentrace O<sub>3</sub> za celé období

Projekt ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 82 – Průměrné a maximální měsíční koncentrace O<sub>3</sub> ze všech lokalit za celé období, projekt ISKOV, 2018–2022

Průměrný a maximální počet dní s maximálním 8h klouzavým průměrem koncentrací O<sub>3</sub> vyšším než 120 µg·m<sup>-3</sup> ze všech lokalit a za celé období zobrazuje pro jednotlivé měsíce následující Obr. 83.



Obr. 83 – Průměrný a maximální počet dní s maximálním 8h klouzavým průměrem koncentrací O<sub>3</sub> vyšším než 120 µg·m<sup>-3</sup>, všechny lokality, projekt ISKOV, 2018–2022

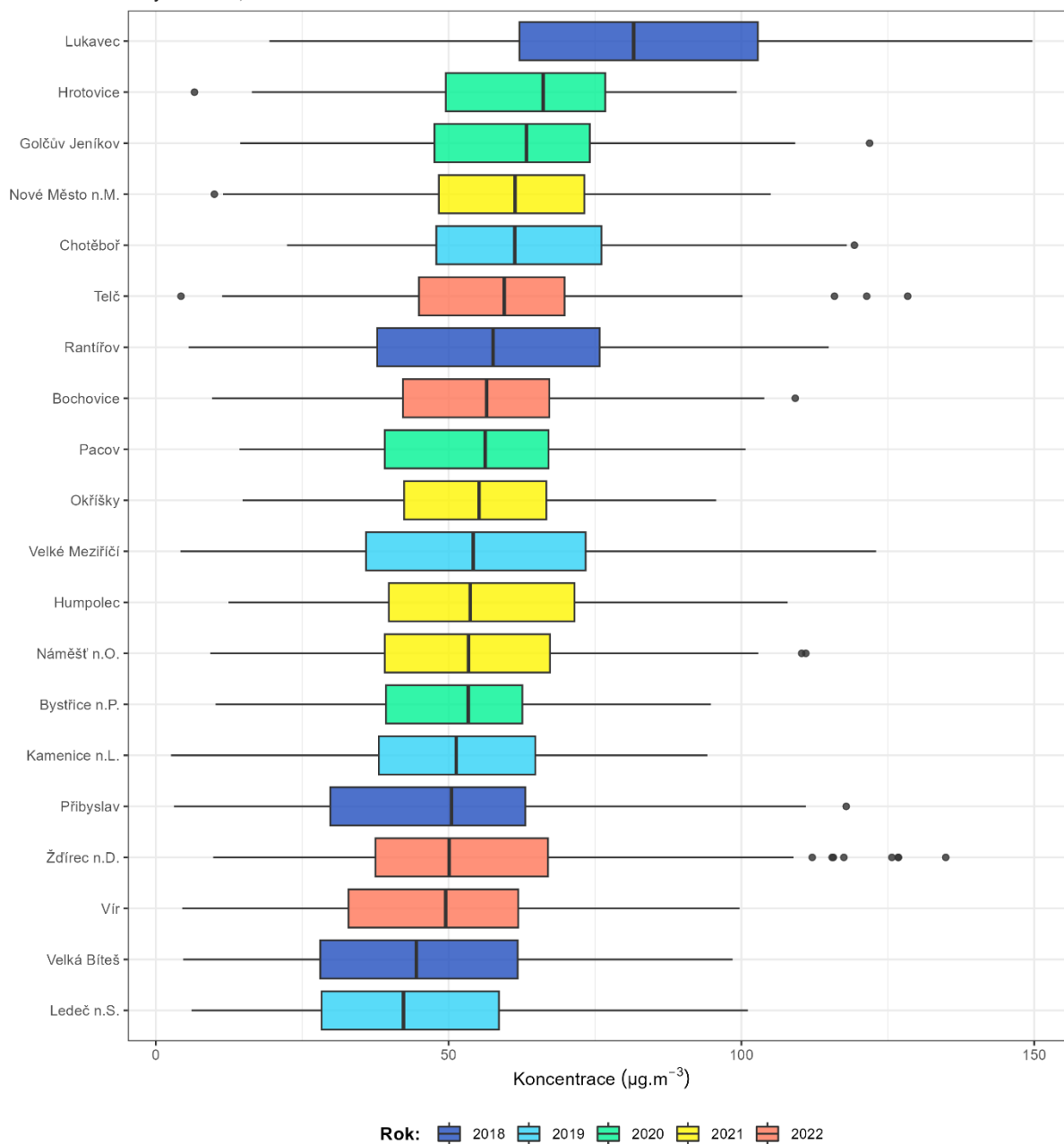
### 3.4.3 Průměrné denní koncentrace O<sub>3</sub>

Detailní informace o vývoji denních koncentrací v jednotlivých lokalitách jsou k dispozici v dílčích zprávách za jednotlivé roky měření.

Následující krabicový graf na Obr. 84 zobrazuje statistické zpracování distribuce koncentrací v jednotlivých lokalitách, seřazených dle mediánu naměřených průměrných denních koncentrací O<sub>3</sub>.

Z grafu je patrné, že nejvyšší hodnoty mediánu byly naměřeny v Lukavci. Rovněž maximální hodnoty denních průměrných koncentrací O<sub>3</sub> byly měřeny ve Lukavci, obdobně vysoká maxima zaznamenaly také lokality Ždírec nad Doubravou nebo Telč.

Statistické zpracování průměrných denních koncentrací O<sub>3</sub> v jednotlivých lokalitách  
 Projekt ISKOV, 2018 – 2022

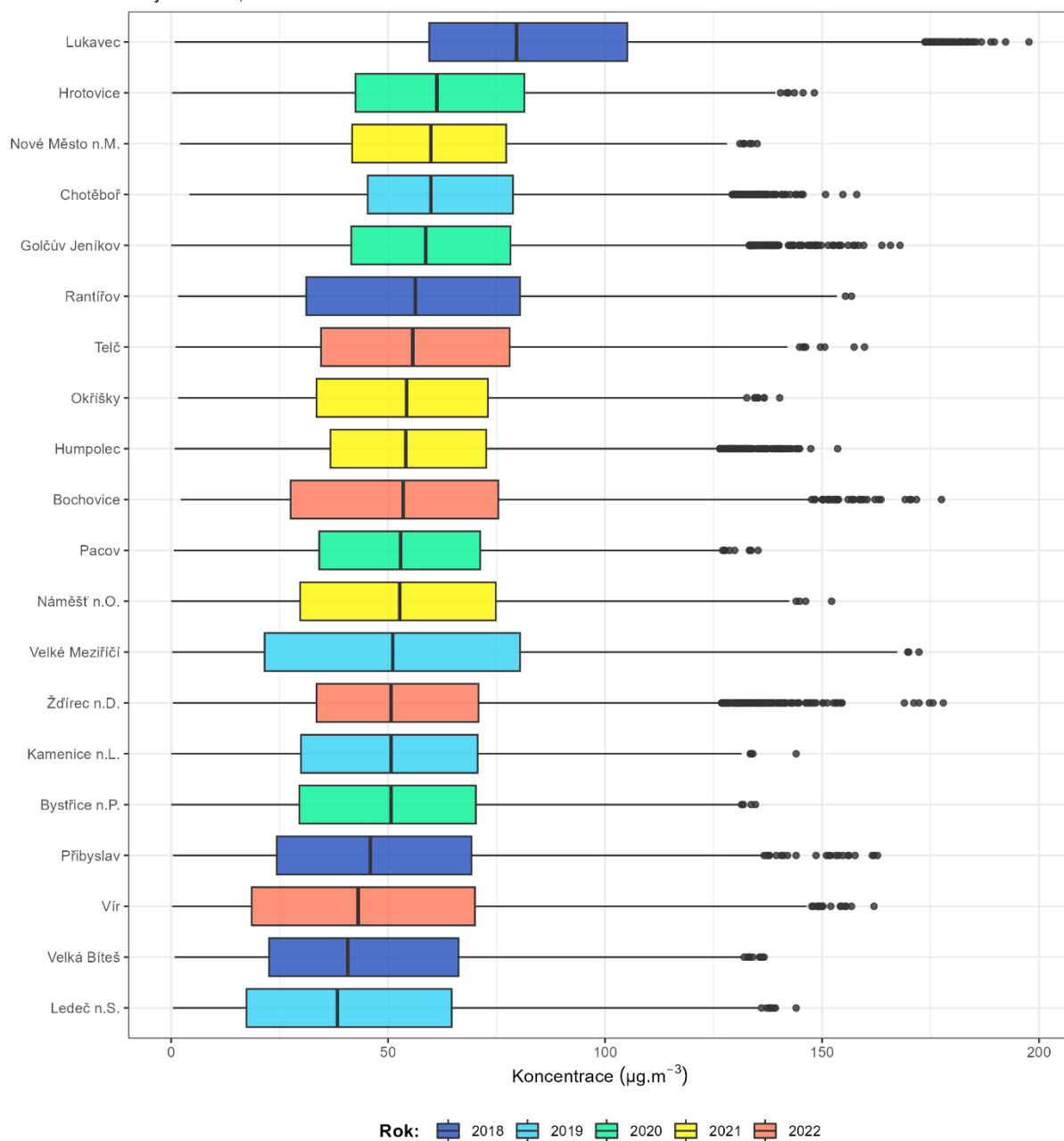


Obr. 84 – Statistické zpracování průměrných denních koncentrací, řazeno dle mediánu hodnot, projekt ISKOV, 2018–2022

### 3.4.4 Hodinové koncentrace a denní chod

Uvádět samostatně hodinové koncentrace nemá smysl (8760 hodnot za rok), proto je zde pouze statistické zpracování hodinových hodnot pomocí krabicových grafů (Obr. 87), které je pro vyhodnocení dostačující.

Statistické zpracování hodinových koncentrací O<sub>3</sub> v jednotlivých lokalitách  
 Projek ISKOV, 2018 – 2022



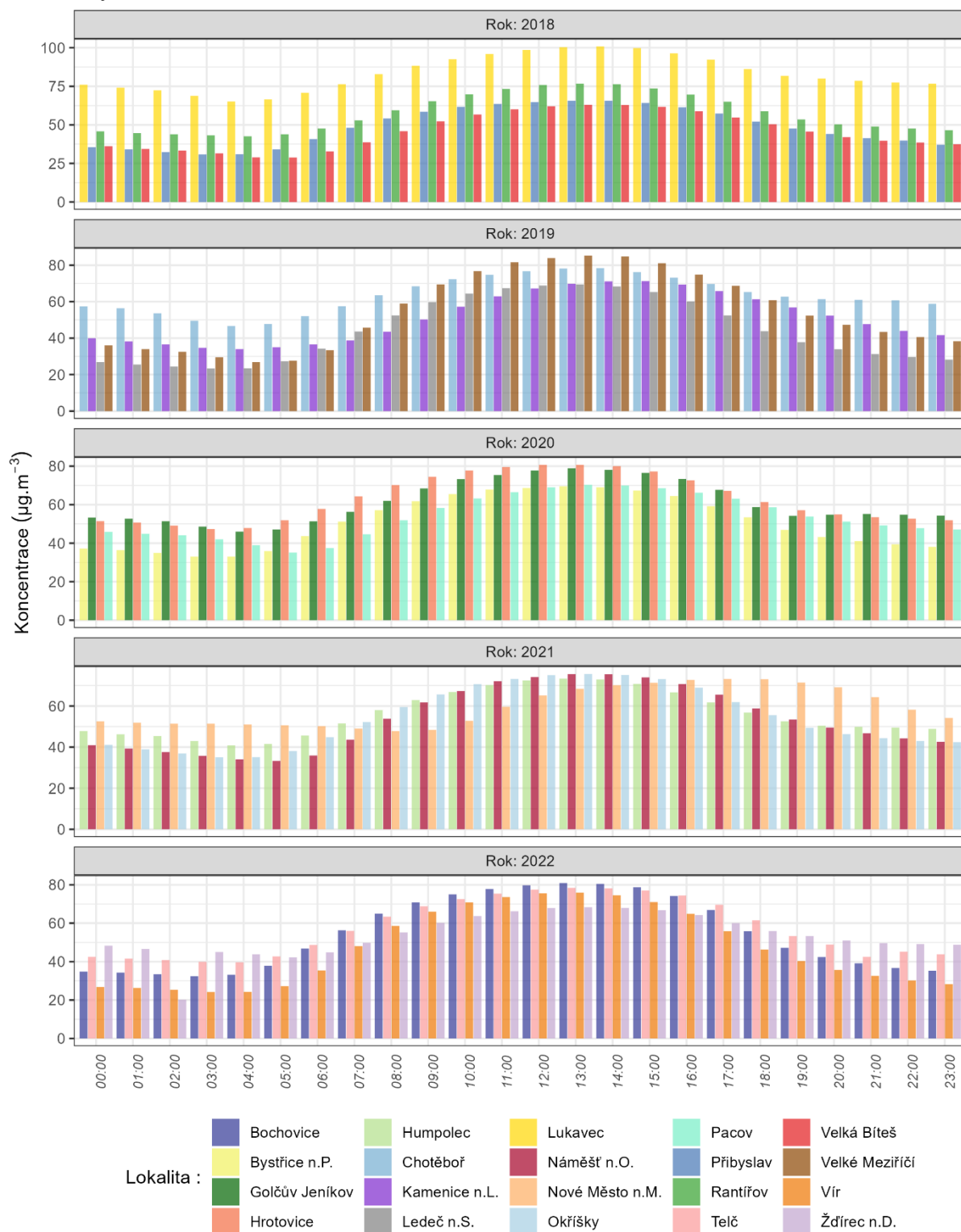
Obr. 85 – Statistické zpracování hodinových koncentrací O<sub>3</sub> v jednotlivých lokalitách, projekt ISKOV, 2018–2022

Z grafu je patrné, že mediány koncentrací zhruba sledují trend průměrných hodnot. Maxima byla i v hodinových koncentracích naměřena v lokalitě Lukavec, blížila se hodnotě 200  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Naopak nízké hodnoty zaznamenala lokalita Ledec nad Sázavou.

Z hlediska hodinových koncentrací je velmi zajímavou a užitečnou charakteristikou průměrný denní chod hodinových koncentrací. Ten umožňuje zjistit v kterou část dne jsou zpravidla měřeny nejvyšší koncentrace (Obr. 86). Z grafu je velmi dobře patrné, že ve všech lokalitách gradují koncentrace v poledních hodinách – tedy v době kdy je dostatek slunečního svítu a nejtepleji. Koncentrace kulminují kolem 13. hodiny.

Průměrný denní chod hodinových koncentrací O<sub>3</sub>

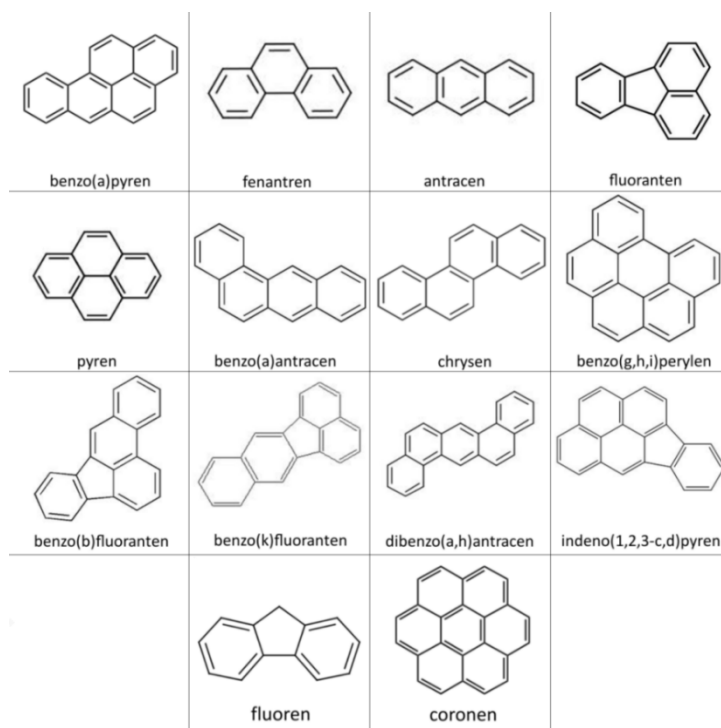
Projek ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 86 – Průměrný denní chod hodinových koncentrací O<sub>3</sub>, projekt ISKOV, 2018–2022. Čas je uváděn v UTC

### 3.5 BENZO[a]PYREN

Benzo[a]pyren je legislativním zástupcem polycyklických aromatických uhlovodíků (PAH, Obr. 87). Přírodní hladina pozadí benzo[a]pyrenu může být s výjimkou výskytu lesních požárů téměř nulová. Jeho antropogenním zdrojem, stejně jako ostatních PAH, je jednak nedokonalé spalování fosilních paliv jak ve stacionárních (domácí topeniště – zcela majoritní zdroj emisí) tak i v mobilních zdrojích (motory spalující naftu), ale také průmyslová výroba (výroba koksu a oceli).



Obr. 87 - Polycyklické aromatické uhlovodíky rutinně stanovované v imisích

Přibližně 80–100 % PAH s pěti a více aromatickými jádry (tedy i benzo[a]pyren) je navázáno především na částice menší než 2,5  $\mu\text{m}$ , tedy na tzv. jemnou frakci atmosférického aerosolu  $\text{PM}_{2,5}$  (sorpce na povrchu částic). Tyto částice přetrvávají v atmosféře poměrně dlouhou dobu, což umožňuje jejich transport na velké vzdálenosti (stovky km) [24].

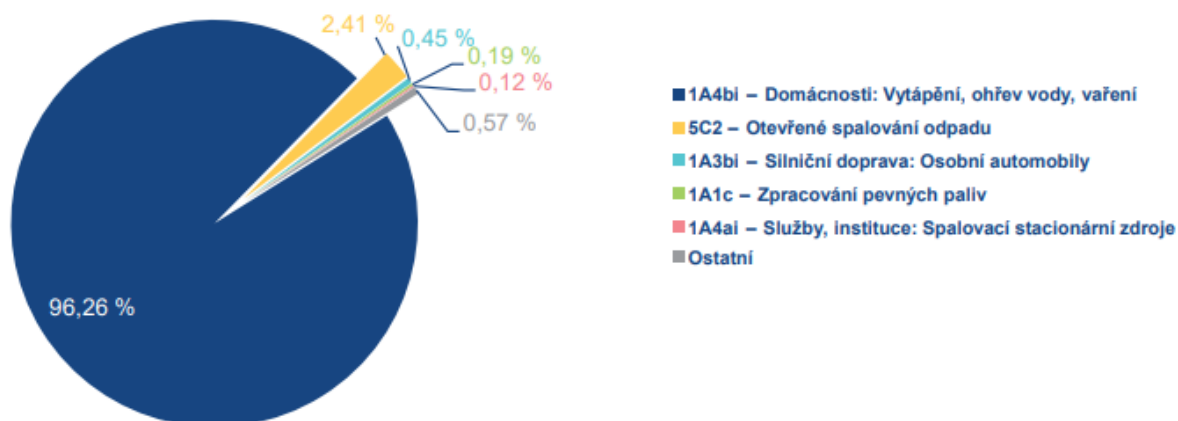
U benzo[a]pyrenu, stejně jako u některých dalších PAH, jsou prokázány karcinogenní účinky na lidský organismus [25].

Emisní bilance se v jednotlivých letech lišily jen velmi málo. Detailní výsledky lze nalézt v dílčích zprávách za jednotlivé roky, popř. v ročenkách ČHMÚ [14]. V této shrnující zprávě budou použita poslední publikovaná data, popisující rok 2020, tedy rok v půli měřicí kampaně.

Emise PAH, z nichž je v oblasti kvality ovzduší sledován zejména benzo[a]pyren, jsou produkovány téměř výhradně spalovacími procesy, při nichž nedochází k dostatečné oxidaci přítomných organických spalitelných látek. Benzo[a]pyren je produktem nedokonalého spalování při teplotách 300 až 600  $^{\circ}\text{C}$ . Mezi jeho nejvýznamnější zdroje se proto řadí spalování pevných paliv v kotlích nižších výkonů, především v domácích topeništích (*sektor 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření*; Obr. 88). Dalším významnějším zdrojem je



spalování rostlinného materiálu (NFR 5C2), které se podílí v roce 2020 na celkových emisích 2,4 %. Vliv dopravy se uplatňuje především podél dálnic, komunikací s intenzivní dopravou a na území větších městských celků. Vliv sektoru dopravy je odhadován na 0,5 %. Emise benzo[a]pyrenu z průmyslových zdrojů, především z koksoven, sice nepředstavují významný podíl na celkových emisích, ale v lokálním měřítku mohou i s ohledem na celoroční provoz zásadně ovlivňovat kvalitu ovzduší. [16]



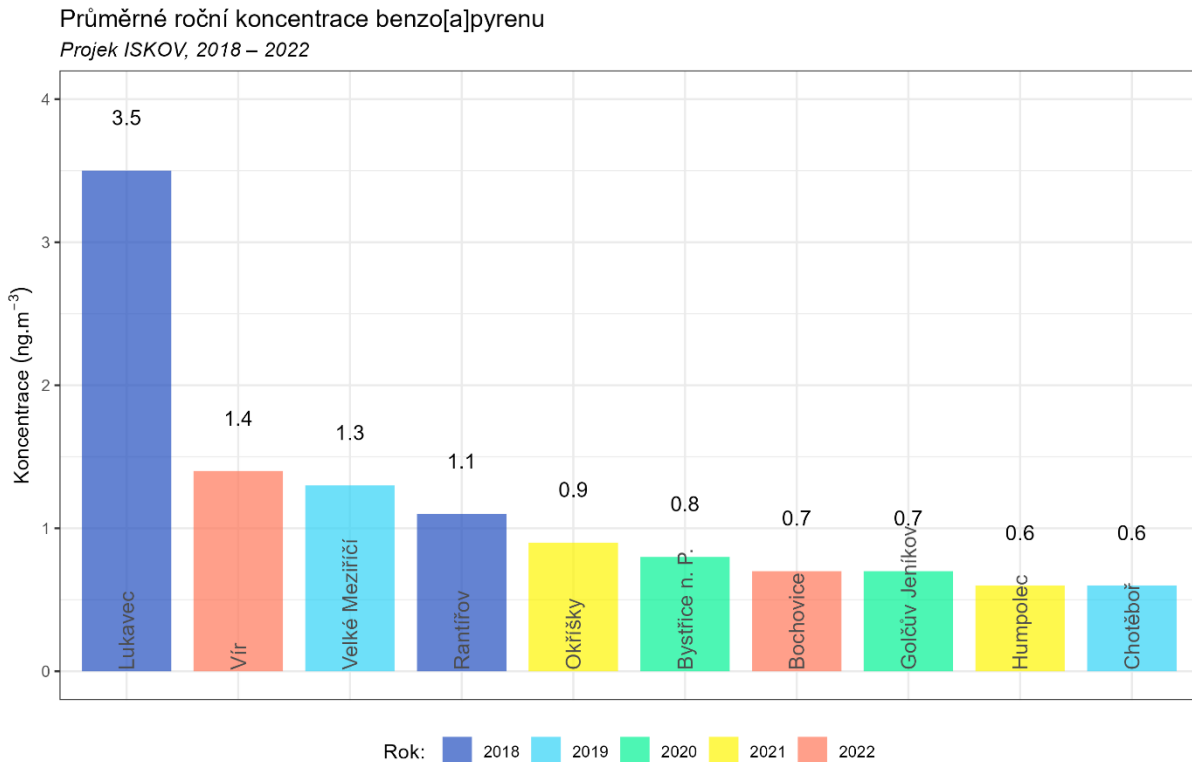
Obr. 88 – Podíl sektorů NFR na celkových emisích benzo[a]pyrenu v ČR, rok 2020 [16]

### 3.5.1 Průměrná roční koncentrace benzo[a]pyrenu

Vzhledem k nízkému počtu odběrů je vyhodnocení vůči imisnímu limitu pouze orientační. Průměrné roční koncentrace, naměřené v jednotlivých lokalitách, zobrazuje následující Tab. 8, graficky je pak znázorňuje Obr. 89.

Tab. 8 – Průměrná roční koncentrace benzo[a]pyrenu, projekt ISKOV, 2018–2022

LOKALITA	PRŮMĚRNÁ ROČNÍ KONCENTRACE BAP (ng·m <sup>-3</sup> )
BOCHOVICE	0,7
BYSTRŤICE N. P.	0,8
CHOTĚBOŘ	0,6
GOLČŮV JENÍKOV	0,7
HUMPOLEC	0,6
LUKAVEC	<b>3,5</b>
OKŘÍŠKY	0,9
RANTÍŘOV	1,1
VELKÉ MEZIRŮČÍ	1,3
VÍR	1,4



Obr. 89 – Průměrná roční koncentrace benzo[a]pyrenu, projekt ISKOV, 2018–2022

Z uvedeného vyplývá, že výrazně nejvyšší koncentrace benzo[a]pyrenu byly měřeny v roce 2018 v Lukavci. Kromě této lokality byly koncentrace vyšší než  $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  (hodnota imisního limitu) naměřeny v lokalitách Vír, Velké Meziříčí a Rantířov.

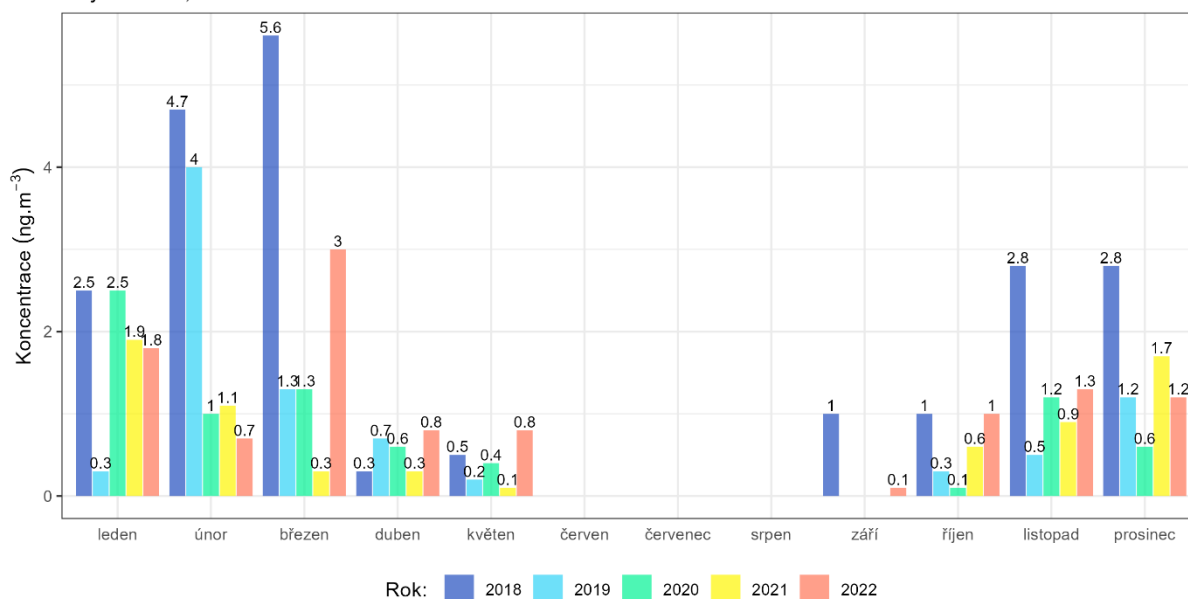
### 3.5.2 Průměrné měsíční koncentrace

Detailní informace o měsíčních a denních koncentracích v jednotlivých lokalitách jsou k dispozici v dílčích zprávách za jednotlivé roky měření.

Zprůměrované hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit ISKOV, měřících v daný rok, zobrazuje následující Obr. 90. Z grafu vyplývá, že vyšší koncentrace jsou měřeny zejména v chladné části roku, kdy jsou v provozu lokální topeniště, coby majoritní zdroj benzo[a]pyrenu. Maximální hodnoty průměrných měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu byly měřeny v březnu a únoru roku 2018.

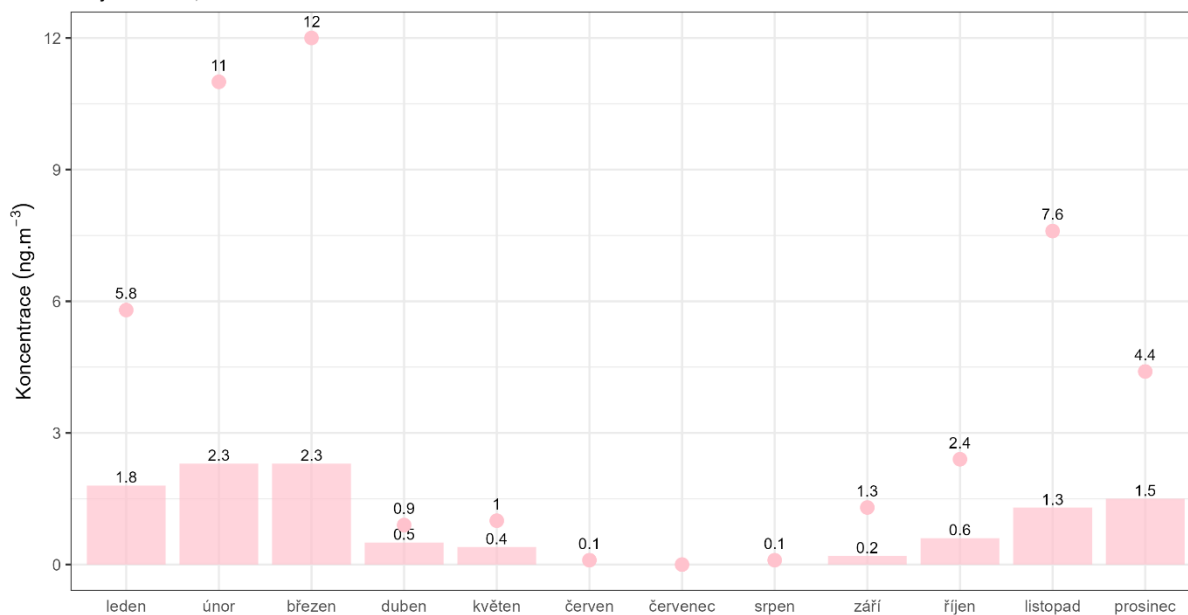
Průměrné hodnoty měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu ze všech lokalit a za celé období měření projektu ISKOV pak zobrazuje Obr. 91. Z obrázku je tak možné vyčíst průměrný roční chod měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu na Vysočině, včetně možných extrémů. Opět se potvrzuje, že vyšší koncentrace jsou měřeny v chladné části roku (topné sezóně) s maximem v březnu a únoru. Naopak v letních měsících jsou koncentrace prakticky nulové.

Průměrné měsíční koncentrace benzo[a]pyrenu v jednotlivých letech  
 Projekt ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 90 – Zprůměrované hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit v daném roce, projekt ISKOV, 2018–2022

Průměrné a maximální měsíční koncentrace benzo[a]pyrenu za celé období  
 Projekt ISKOV, 2018 – 2022



Obr. 91 – Průměrné (sloupce) a maximální (body) hodnoty průměrné měsíční koncentrace ze všech lokalit za celé období měření, projekt ISKOV, 2018–2022

## 4 ZÁVĚRY

---

- V průběhu 5 let se v rámci projektu ISKOV kontinuálně měřila na 20 lokalitách kraje Vysočina kvalita ovzduší, konkrétně suspendované částice PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, oxidy dusíku (zejména NO<sub>2</sub>) a přízemní ozón. Na 10 lokalitách pak probíhal pravidelný odběr polycyklických aromatických uhlovodíků, zejména benzo[*a*]pyrenu. Měření kvality ovzduší bylo doplněno měřením meteorologických prvků.
- Průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> nepřekročily na žádné z lokalit imisní limit. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v lokalitě Ledeč nad Sázavou, nejnižší v lokalitě Bochovice.
- Z hlediska imisního limitu pro denní koncentraci PM<sub>10</sub> rovněž nedošlo na žádné z lokalit k překročení imisního limitu. Legislativa povoluje pro denní průměry koncentrací PM<sub>10</sub> maximálně 35x za kalendářní rok překročit hodnotu imisního limitu 50 µg·m<sup>-3</sup>. Nejvyšší počet těchto překročení byl zaznamenán v lokalitě Ledeč nad Sázavou a Velké Meziříčí, a to 23.
- Průměrné roční koncentrace PM<sub>2,5</sub> nepřekročily na žádné z lokalit imisní limit (20 µg·m<sup>-3</sup>, resp. 25 µg·m<sup>-3</sup> před rokem 2020). Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v lokalitě Ledeč nad Sázavou. Nejnižší koncentrace byly naměřeny v lokalitě Bochovice.
- Průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> nepřekročily na žádné z lokalit imisní limit. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v lokalitě Velká Bíteš, kde se hodnota pohybovala zhruba na úrovni 40 % imisního limitu. Nejnižší koncentrace byly měřeny v lokalitě Bochovice.
- Hodinová koncentrace NO<sub>2</sub> rovněž nebyla na žádné z lokalit překročena, obdobně jako tomu je ve zbytku ČR.
- 26. nejvyšší hodnota maximálního 8hodinového klouzavého průměru O<sub>3</sub> byla naměřena v lokalitě Lukavec. Hodnota imisního limitu (120 µg·m<sup>-3</sup>) byla překročena na 4 lokalitách – Lukavec, Velké Meziříčí, Golčův Jeníkov a Bochovice. Pro srovnání s legislativou by však byl potřeba průměr za 3 roky měření.
- Koncentrace benzo[*a*]pyrenu byly sledovány pouze v polovině lokalit. Nejvyšší koncentrace benzo[*a*]pyrenu byly naměřeny v lokalitě Lukavec, kde orientační měření naměřilo výrazně vyšší hodnoty, než je hodnota imisního limitu. Nad hodnotou imisního limitu se v ročním průměru pohybovaly ještě lokality Vír, Velké Meziříčí a Rantířov. Vysoké koncentrace jsou měřeny pouze v topné sezóně, v létě jsou koncentrace nulové.
- Z výsledků vyplývá, že koncentrace škodlivin jsou významně ovlivněny meteorologickými podmínkami a s nimi souvisejícími zdroji škodlivin. Vysoké koncentrace prašnosti, oxidů dusíku a PAH byly měřeny takřka výhradně při nízkých teplotách – v topné sezóně. Lokální topeniště jsou nejvýznamnějším zdrojem prašnosti PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, a také benzo[*a*]pyrenu na území ČR. Naopak nejvyšší koncentrace přízemního ozónu byly naměřeny v letních měsících, kdy bylo dostatek slunečního svitu a tepla, potřebného pro fotochemický vznik této látky v atmosféře.

## 5 CITOVANÁ LITERATURA

---

- [1] R Core Team, „R: A language and environment for statistical computing,“ R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria., 2018. [Online]. Available: <https://www.R-project.org/>.
- [2] H. Wickham a et al., „Welcome to the tidyverse,“ *Journal of Open Source Software*, sv. 4, č. 43, p. 1686, 2019.
- [3] D. Carslaw a K. Ropkins, „Openair - an R package for air quality data analysis,“ *Environmental*, Sv. %1 z %227-28, pp. 52 - 61, 2012.
- [4] T. Radim a a kol., „Rok 2018 v Česku,“ ČHMÚ, [Online]. Available: <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1547039890>.
- [5] R. Tolasz, R. Črkal, H. Škáchová a L. Vlasáková, „Rok 2019 v Česku,“ ČHMÚ, 08 01 2020. [Online]. Available: <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1578476196>.
- [6] R. Tolasz a et al, „Rok 2020 v česku,“ ČHMÚ, 13 01 2021. [Online]. Available: <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1610534207>.
- [7] R. Tolasz a H. Škáchová, „Rok 2021 v Česku,“ INFOMET, 12 01 2022. [Online]. Available: <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1641983653>.
- [8] R. Tolasz a H. Škáchová, „Rok 2022 v Česku,“ ČHMÚ, 01 2023. [Online]. Available: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove\\_zpravy/2023/Zprava\\_Rok\\_2022.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2023/Zprava_Rok_2022.pdf).
- [9] *Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší*, 2012.
- [10] *Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů, 2012 - 2017*, MŽP, 2012.
- [11] MŽP, „Zákon č. 369/2016 Sb., kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů,“ 2016. [Online]. Available: <https://www.sbirka.cz/POSL4TYD/NOVE/16-369.htm>.
- [12] U. EPA, „Particulate Matter (PM) Pollution,“ [Online]. Available: <https://www.epa.gov/pm-pollution>.
- [13] J. Keder, „Rozbor výsledků kontinuálního měření spekter velikostí částic analyzátorů Grimm,“ v *Ovzduší 2007*, Brno, 2007.
- [14] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České republiky (grafické ročenky),“ ČHMÚ, 1996-2021. [Online]. Available: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html).
- [15] V. Michal, „O provozu vznětových motorů a aerosolech jimi produkováných v městských aglomeracích.,“ v *Konference ČAS 2010. Sborník konference*, Praha, 2010.
- [16] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2021, ISBN: ISBN 978-80-7653-038-6,“ ČHMÚ Praha, 2022. [Online]. Available: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/21groc/gr21cz/Obsah\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/21groc/gr21cz/Obsah_CZ.html).
- [17] USEPA, „Nitrogen Dioxide (NO2) Pollution,“ [Online]. Available: <https://www.epa.gov/no2-pollution>.
- [18] P. WARNECK, *Chemistry of the natural atmosphere*, San Diego: Academic Press: ISBN 0-12-735632-0, 2000.

- [19] European Commission, „Position paper on air quality: nitrogen dioxide,“ 1997.
- [20] WHO, „Air quality guidelines for Europe, Second Edition,“ *WHO Regional Publications, European Series*, sv. No. 91, 2000.
- [21] J. H. Seinfeld a S. N. Pandis, *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*, New York: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-471-72017-1, 2006.
- [22] J. Fiala a D. Závodský, „Chemické aspekty znečištěného ovzduší – troposférický ozon,“ v *Kompendium ochrany kvality ovzduší*, Praha, 2003.
- [23] I. Colbeck a A. R. Mackenzie, „Air Pollution by photochemical oxidants,“ *Air Quality Monographs*, č. Elsevier. ISBN 0-444-88542-0, 1994.
- [24] EEA, „Air quality in Europe — 2016 report,“ 2016. [Online]. Available: [https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016/at\\_download/file](https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016/at_download/file).
- [25] IARC, „List of classifications by alphabetical order. Agents Classified by the IARC Monographs,“ [Online]. Available: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>.
- [26] ČHMÚ, „Kvalita ovzduší a rozptylové podmínky na území ČR, rok 2017,“ 04 04 2018. [Online]. Available: [http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes\\_zpravy/PROSINEC\\_2017.pdf](http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/PROSINEC_2017.pdf).
- [27] *Vyhláška č. 330/2012 Sb. o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích*, Praha, 2012.
- [28] P. THUNIS, B. DEGRAEUWE a E. PEDUZZI, „Urban PM2.5 Atlas: Air Quality in European cities,“ 10 2017. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/urban-pm25-atlas-air-quality-european-cities>.
- [29] M. VOJTÍŠEK, „O provozu vznětových motorů a aerosolech jimi produkovaných v městských aglomeracích,“ *Konference ČAS 2010. Sborník konference.*, č. ISBN: 978-80-86186-25-2, 2010.
- [30] ČHMÚ, kolektiv autorů, „Grafická ročenka 2017,“ Český hydrometeorologický ústav, 2018. [Online]. Available: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/Obsah\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/Obsah_CZ.html).
- [31] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2018,“ 2019. [Online]. Available: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/18groc/gr18cz/IV.1.PM\\_CHMU2018.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/18groc/gr18cz/IV.1.PM_CHMU2018.pdf). [Přístup získán 2019].
- [32] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2019,“ ISBN: ISBN 978-80-7653-009-6,“ ČHMÚ, 2020. [Online]. Available: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/19groc/gr19cz/Obsah\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/19groc/gr19cz/Obsah_CZ.html).
- [33] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020,“ ISBN: ISBN 978-80-7653-023-2,“ ČHMÚ, 2021. [Online]. Available: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/Obsah\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/Obsah_CZ.html).

## 6 SEZNAM ZKRATEK POUŽITÝCH V DOKUMENTU

BaP, B(a)P	benzo[ <i>a</i> ]pyren, legislativní zástupce polycyklických aromatických uhlovodíků
CZT	centrální zásobování teplem
Eol	Klasifikace stanic vycházející z Rozhodnutí Rady 97/101/EC o výměně informací a kritérií pro Evropskou síť kvality ovzduší.
ISKOV	Informační systém kvality ovzduší kraje Vysočina
LV	limitní hodnota
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NO <sub>2</sub>	oxid dusičitý
NO <sub>x</sub>	oxidy dusíku, součet NO a NO <sub>2</sub> (v ppb)
O <sub>3</sub>	přízemní ozón
ORP	obec s rozšířenou působností
PAH	polycyklické aromatické uhlovodíky
PM <sub>2,5</sub>	suspendované částice venkovního ovzduší s aerodynamickým průměrem do 2,5 μm
PM <sub>10</sub>	suspendované částice venkovního ovzduší s aerodynamickým průměrem do 10 μm
SSIM	státní síť imisního monitoringu
UTC	světový koordinovaný čas